PTO/AIA/80 (07-12)
Approved for use through 11/30/2014. OMB 0651-0035
U.S. Patent and Trademark Office; U.S DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

POWER OF ATTORNEY TO PROSECUTE APPLICATIONS BEFORE THE USPTO

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c).

I hereby appoint:

☒ Practitioners associated with Customer Number: 24498

OR

☐ Practitioner(s) named below (if more than ten patent practitioners are to be named, then a customer number must be used):

Name	Registration Number	Name	Registration Number

As attorney(s) or agent(s) to represent the undersigned before the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in connection with any and all patent applications assigned only to the undersigned according to the USPTO assignment records or assignments documents attached to this form in accordance with 37 CFR 3.73(c).

Please change the correspondence address for the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c) to:

☒ The address associated with Customer Number: 24498

OR

☐

Firm or Individual Name			
Address			
City		State	Zip
Country			
Telephone		Email	

Assignee Name and Address: Thomson Licensing
1-5 rue Jeanne d'Arc
Issy Les Moulineaux, France 92130

A copy of this form, together with a statement under 37 CFR 3.73(c) (Form PTO/AIA/96 or equivalent) is required to be Filed in each application in which this form is used. The statement under 37 CFR 3.73(c) may be completed by one of The practitioners appointed in this form, and must identify the application in which this Power of Attorney is to be filed.

SIGNATURE of Assignee of Record

The individual whose signature and title is supplied below is authorized to act on behalf of the assignee

Signature	/Gregory S. Weaver, #53,751/	Date	December 28, 2015
Name	Greg Weaver	Telephone	818-480-5064
Title	Senior Patent Counsel		

This collection of information is required by 37 CFR 1.31, 1.32 and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The **Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579)** requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (*i.e.*, GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

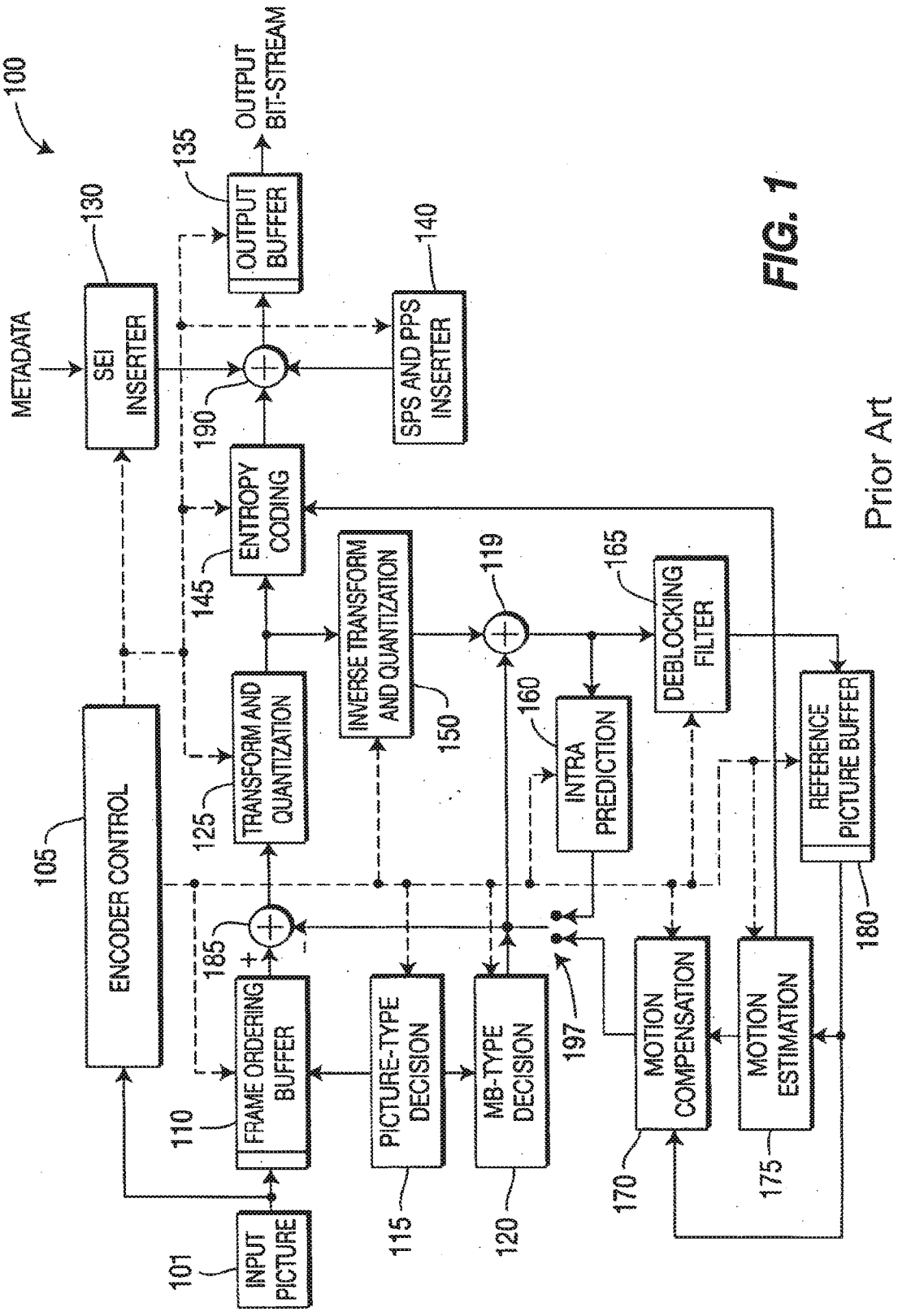


FIG. 1

Prior Art

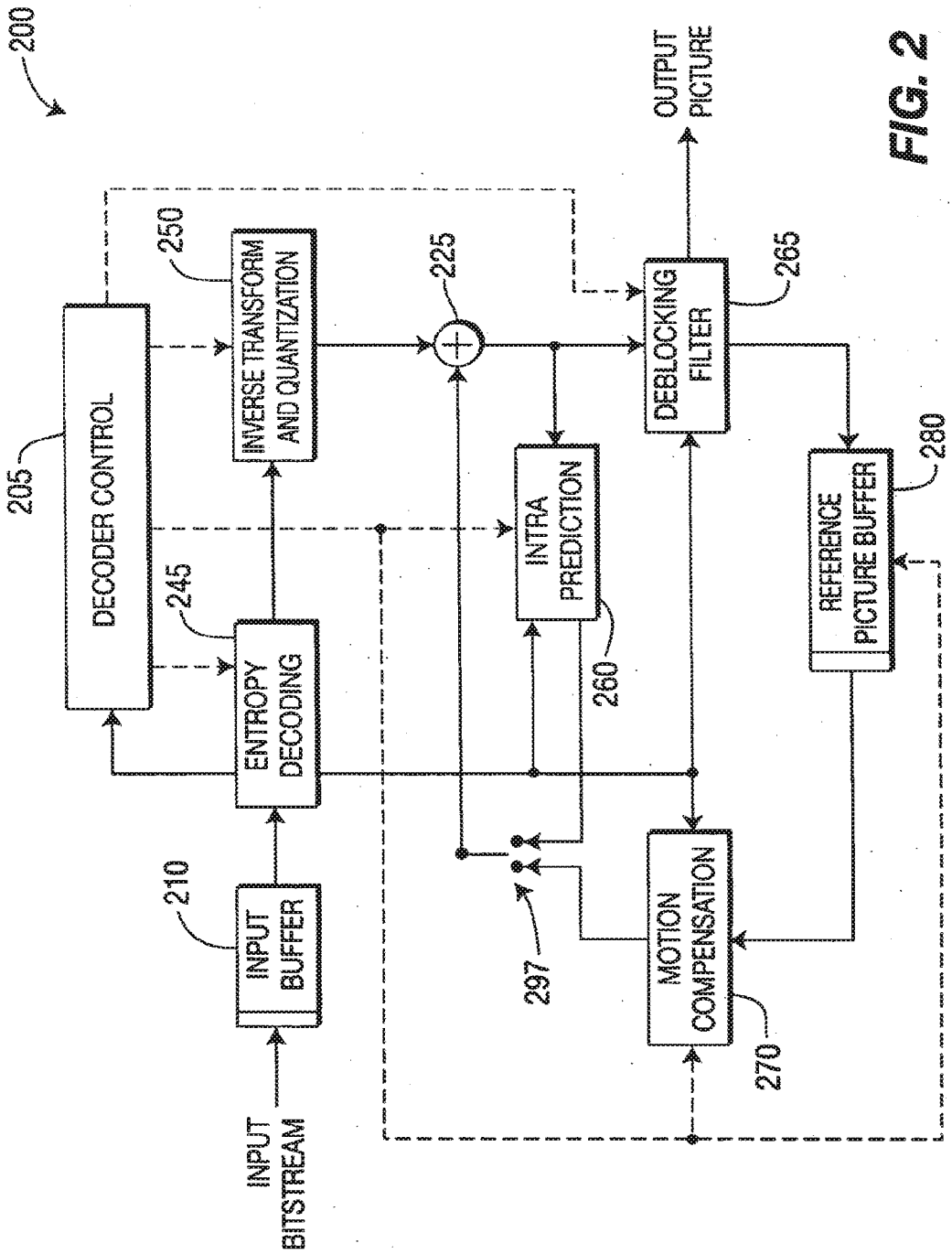


FIG. 2

Prior Art

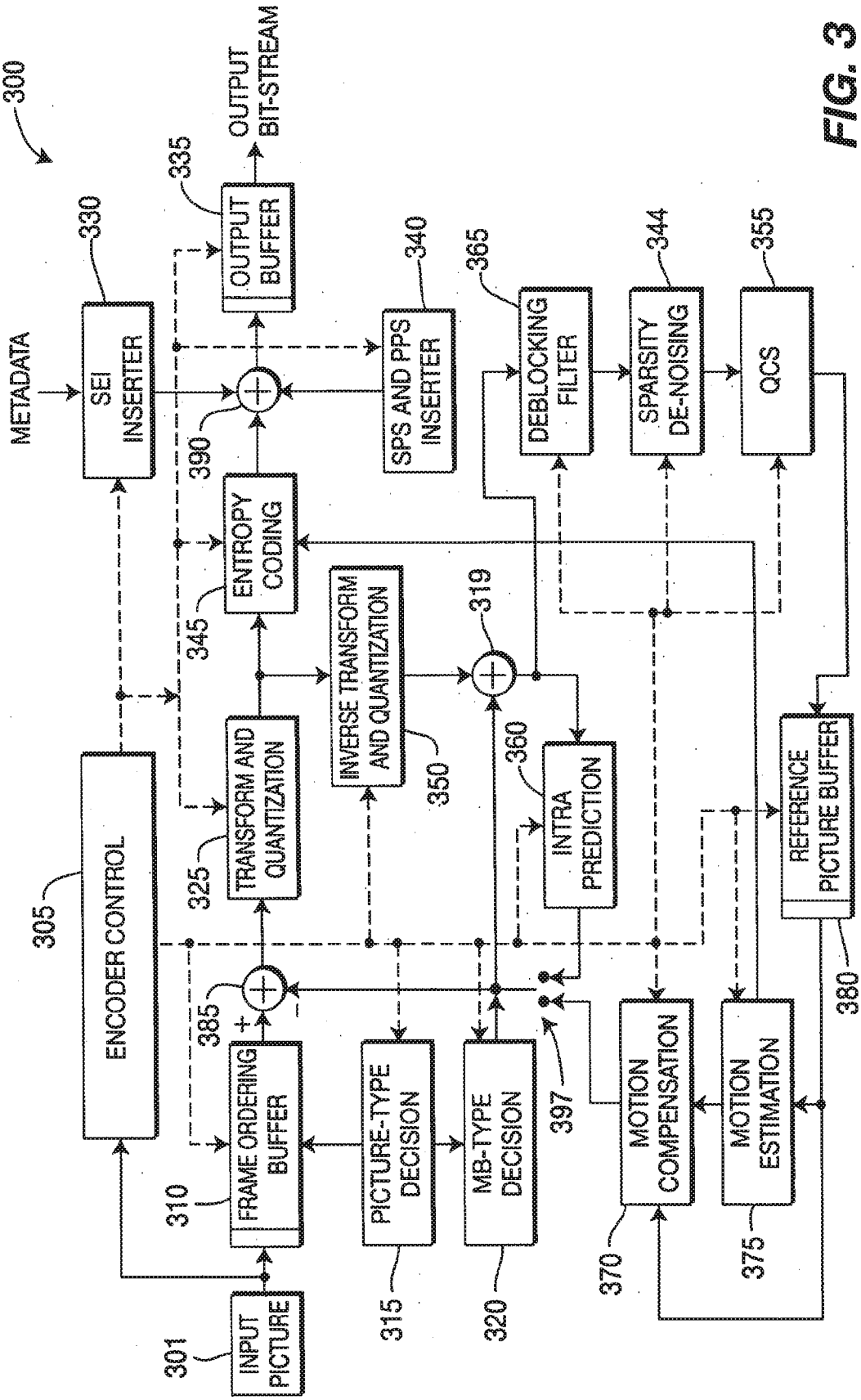

300
OUTPUT BIT-STREAM
335
OUTPUT BUFFER
METADATA
330
SEI INSERTER
340
SPS AND PPS INSERTER
365
DEBLOCKING FILTER
344
SPARSITY DE-NOISING
355
QCS
390
ENTROPY CODING
345
INVERSE TRANSFORM AND QUANTIZATION
350
319
TRANSFORM AND QUANTIZATION
325
360
INTRA PREDICTION
REFERENCE PICTURE BUFFER
380
305
ENCODER CONTROL
385
FRAME ORDERING BUFFER
310
PICTURE-TYPE DECISION
315
MB-TYPE DECISION
320
397
MOTION COMPENSATION
370
MOTION ESTIMATION
375
INPUT PICTURE
301

FIG. 3

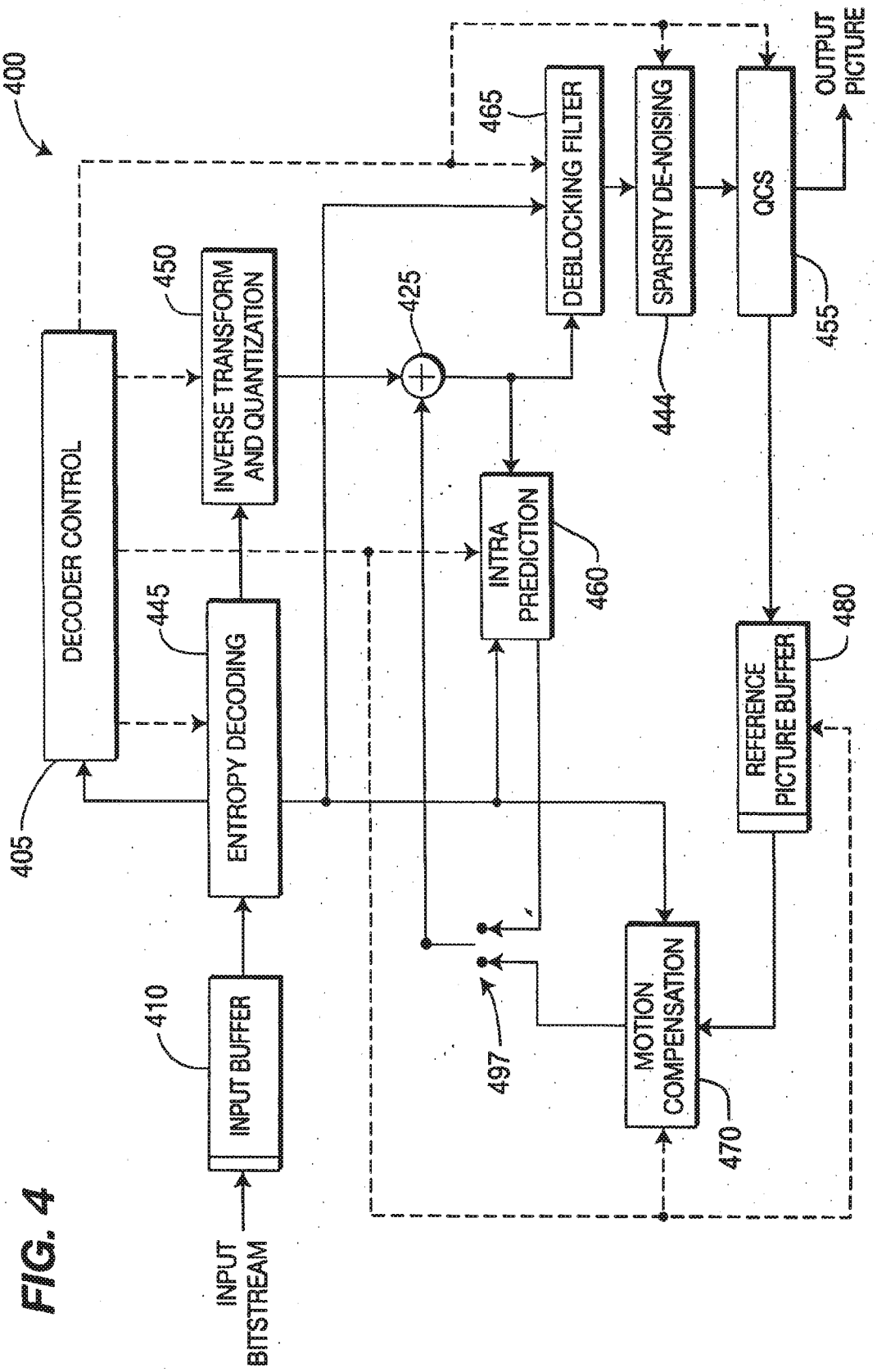

400
405
DECODER CONTROL
410
INPUT BUFFER
INPUT BITSTREAM
445
ENTROPY DECODING
450
INVERSE TRANSFORM AND QUANTIZATION
425
460
INTRA PREDICTION
497
MOTION COMPENSATION
470
465
DEBLOCKING FILTER
444
SPARSITY DE-NOISING
455
QCS
OUTPUT PICTURE
480
REFERENCE PICTURE BUFFER

FIG. 4

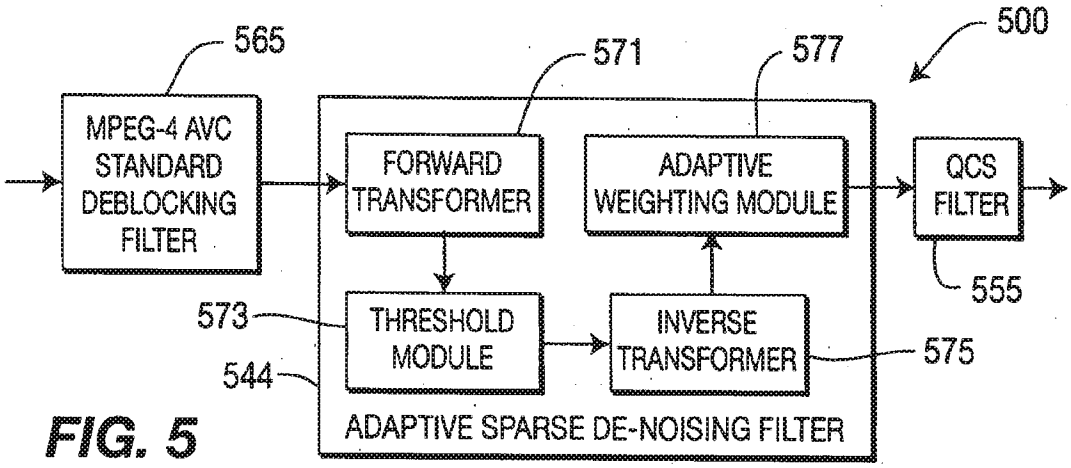

500
565
571
577
MPEG-4 AVC STANDARD DEBLOCKING FILTER
FORWARD TRANSFORMER
ADAPTIVE WEIGHTING MODULE
QCS FILTER
555
573
THRESHOLD MODULE
INVERSE TRANSFORMER
575
544
ADAPTIVE SPARSE DE-NOISING FILTER

FIG. 5

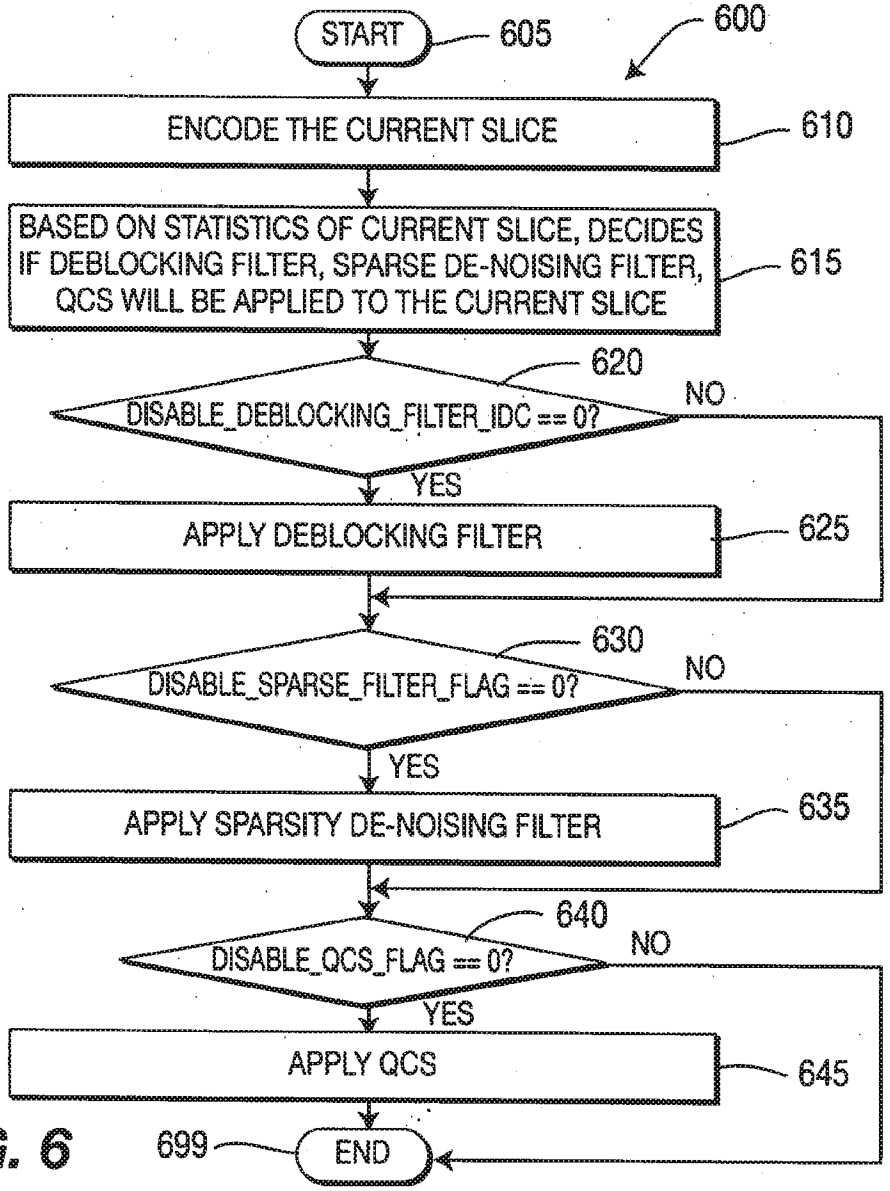

START
605
600
ENCODE THE CURRENT SLICE
610
BASED ON STATISTICS OF CURRENT SLICE, DECIDES IF DEBLOCKING FILTER, SPARSE DE-NOISING FILTER, QCS WILL BE APPLIED TO THE CURRENT SLICE
615
620
DISABLE_DEBLOCKING_FILTER_IDC == 0?
NO
YES
APPLY DEBLOCKING FILTER
625
630
DISABLE_SPARSE_FILTER_FLAG == 0?
NO
YES
APPLY SPARSITY DE-NOISING FILTER
635
640
DISABLE_QCS_FLAG == 0?
NO
YES
APPLY QCS
645
699
END

FIG. 6

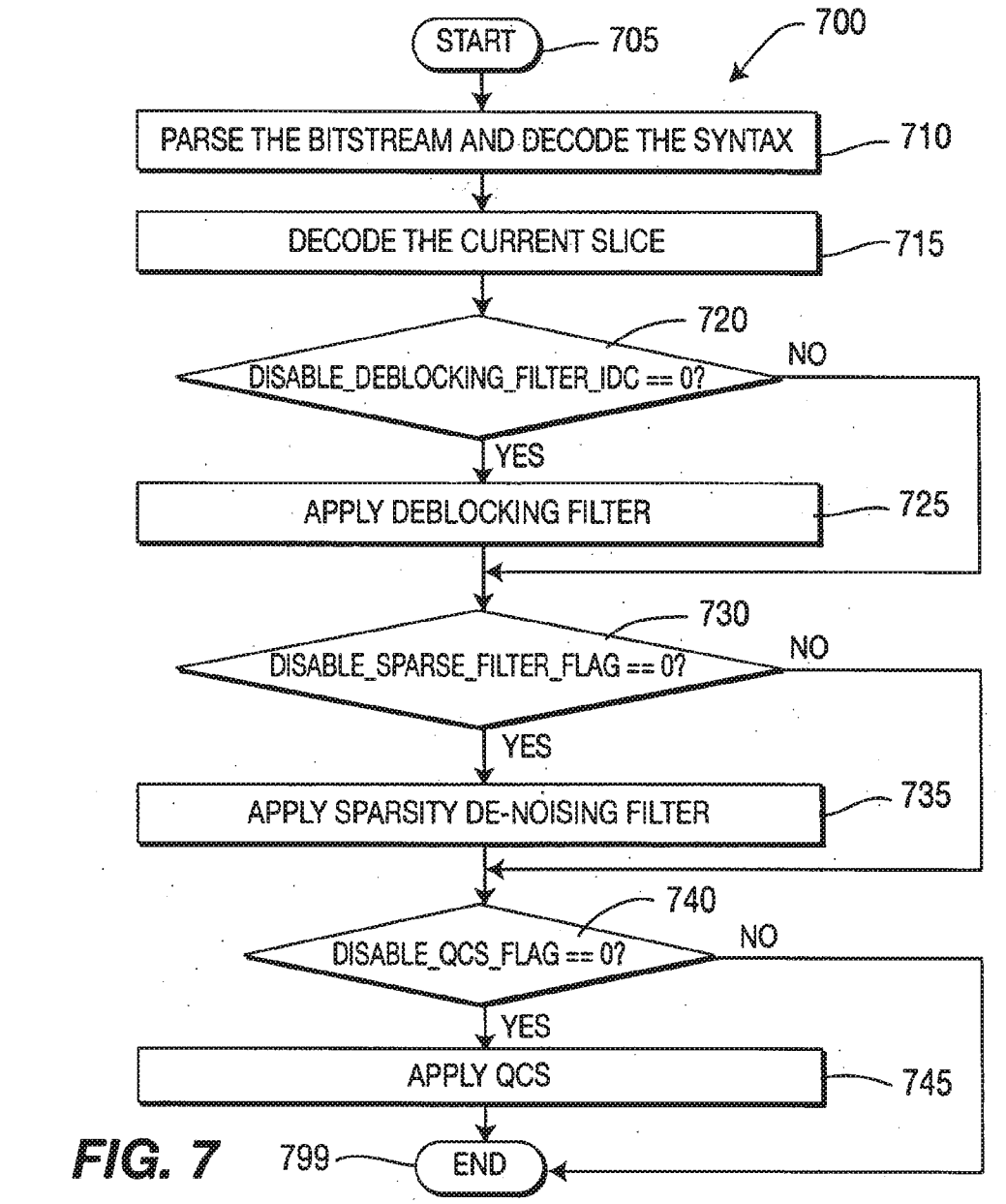

START
705
700
PARSE THE BITSTREAM AND DECODE THE SYNTAX
710
DECODE THE CURRENT SLICE
715
720
DISABLE_DEBLOCKING_FILTER_IDC == 0?
NO
YES
APPLY DEBLOCKING FILTER
725
730
DISABLE_SPARSE_FILTER_FLAG == 0?
NO
YES
APPLY SPARSITY DE-NOISING FILTER
735
740
DISABLE_QCS_FLAG == 0?
NO
YES
APPLY QCS
745
799
END

FIG. 7

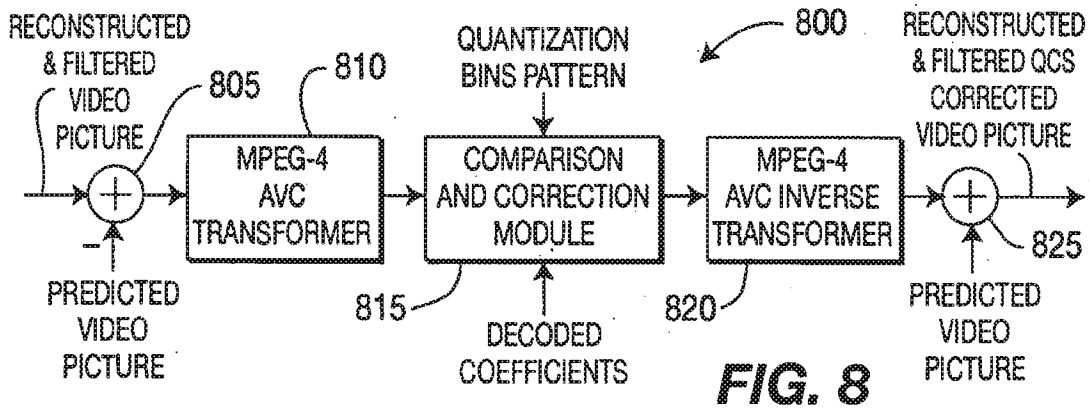

RECONSTRUCTED & FILTERED VIDEO PICTURE
805
810
MPEG-4 AVC TRANSFORMER
QUANTIZATION BINS PATTERN
800
COMPARISON AND CORRECTION MODULE
MPEG-4 AVC INVERSE TRANSFORMER
RECONSTRUCTED & FILTERED QCS CORRECTED VIDEO PICTURE
825
PREDICTED VIDEO PICTURE
815
DECODED COEFFICIENTS
820
PREDICTED VIDEO PICTURE

FIG. 8

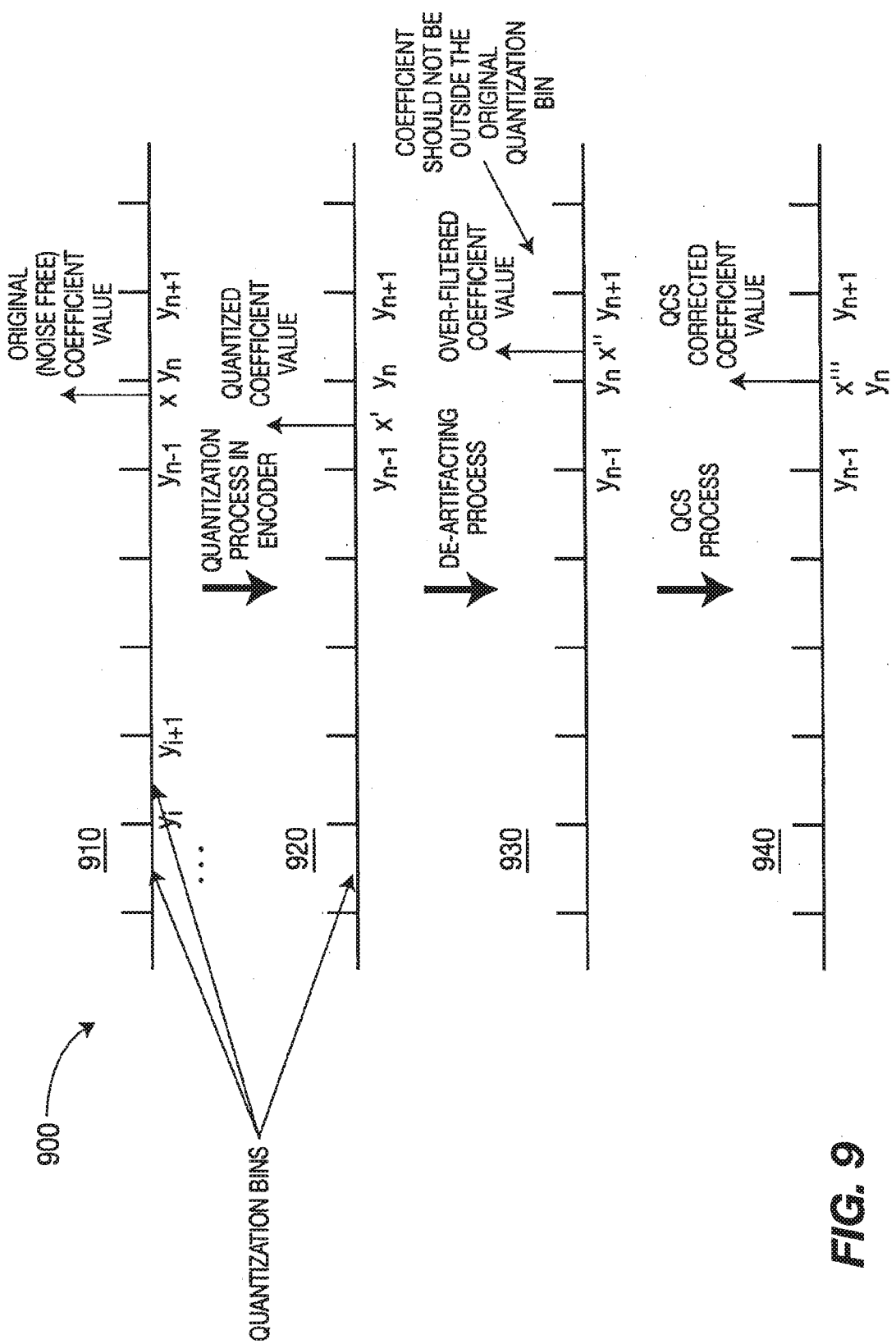

900
910
920
930
940
ORIGINAL (NOISE FREE) COEFFICIENT VALUE
QUANTIZATION BINS
QUANTIZATION PROCESS IN ENCODER
QUANTIZED COEFFICIENT VALUE
DE-ARTIFACTING PROCESS
OVER-FILTERED COEFFICIENT VALUE
COEFFICIENT SHOULD NOT BE OUTSIDE THE ORIGINAL QUANTIZATION BIN
QCS PROCESS
QCS CORRECTED COEFFICIENT VALUE
y_{n-1} x y_n y_{n+1}
y_{n-1} x' y_n y_{n+1}
y_{n-1} y_n x'' y_{n+1}
y_{n-1} x''' y_n y_{n+1}
y_1 y_{i+1}

FIG. 9

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

TECHNICAL FIELD

The present principles relate generally to video encoding and decoding and, more particularly, to methods and apparatus for in-loop de-artifact filtering.

BACKGROUND

All video compression artifacts result from quantization, which is the only lossy coding part in a hybrid video coding framework. However, those artifacts can be present in various forms such as, for example, as a blocky artifact, a ringing artifact, an edge distortion, and/or texture corruption. In general, the decoded sequence may be composed of all types of visual artifacts, but with different severances. Among the different types of visual artifacts, blocky artifacts are common in block-based video coding. These artifacts can originate from both the block-based transform stage in residue coding and from the motion compensation stage. Adaptive deblocking filters have been studied in the past and some well-known deblocking filtering methods have been proposed and adopted in various standards (such as those adopted in, for example, the International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) Moving Picture Experts Group-4 (MPEG-4) Part 10 Advanced Video Coding (AVC) standard/International Telecommunication Union, Telecommunication Sector (ITU-T) H.264 recommendation (hereinafter the "MPEG-4 AVC standard"). When designed well, a deblocking filter can improve both objective and subjective video quality. In state of the art video encoders and/or decoders such as, for example, those corresponding to the MPEG-4 AVC Standard, an adaptive in-loop deblocking filter is designed to reduce blocky artifacts, wherein the strength of filtering is controlled by the values of several syntax elements. The basic idea is that if a relatively large absolute difference between samples near a block edge is measured, that difference is likely a blocking artifact and should thus be reduced. However, if the magnitude of that difference is so large that it cannot be explained by the coarseness of the quantization used in the encoding, the edge is more likely to reflect the actual behavior of the source picture and should not be smoothed over. In this way, the blockiness of the content is reduced, while the sharpness of the content is basically

unchanged. The deblocking filter is adaptive on several levels. On the slice level, the global filtering strength can be adjusted to the individual characteristics of the video sequence. On the block-edge level, filtering strength is made dependent on the inter/intra prediction decision, motion differences, and the presence of coded residuals in the two neighboring blocks. On macroblock boundaries, special strong filtering is applied to remove “tiling artifacts”. On the sample level, sample values and quantizer-dependent thresholds can turn off filtering for each individual sample.

Deblocking filtering in accordance with the MPEG-4 AVC Standard is well designed to reduce the blocky artifact, but it does not try to correct other artifacts caused by quantization noise. For example, deblocking filtering in accordance with the MPEG-4 AVC Standard leaves edges and textures untouched. Thus, it cannot improve distorted edges or texture. One reason for this lack of capability is that the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter applies a smooth image model and the designed filters typically include a bank of low-pass filters. However, images include many singularities, texture, and so forth and, thus, they are not handled correctly by the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter.

In order to overcome the limitations of the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter, an approach has been recently proposed involving a de-noising type nonlinear in-loop filter. In this proposed approach, a nonlinear de-noising filter adapts to non-stationary image statistics which exploits a sparse image model using an over complete set of linear transforms and hard-thresholding. The nonlinear de-noising filter automatically becomes high-pass, or low-pass, or band-pass, and so forth, depending on the region the filter is operating on. The nonlinear de-noising filter can address all types of quantization noise. This particular de-noising approach basically includes three steps: transform; transform coefficients threshold; and inverse transform. Then several de-noised estimates provided by de-noising with an over complete set of transforms (typically produced by applying de-noising with shifted versions of the same transform) are combined using weighted averaging at every pixel.

Sparsity based de-noising tools could reduce quantization noise over video frames that include locally uniform regions (smooth, high frequency, texture, and so forth) separated by singularities. However, the de-noising tool was designed for additive, independent and identically distributed (i.i.d.) noise removal, while

quantization noise has significantly different properties, which can present significant issues in terms of proper distortion reduction and visual de-artifacting. This implies that these techniques may get confused by true edges or false blocky edges. A possibility for a solution is spatio-frequential threshold adaptation, which may be able to correct the decision, but it is not trivial in its implementation. A possible consequence of inadequate threshold selection is that sparse de-noising might result into over-smoothed reconstructed pictures, or a blocky artifact(s) may still be present despite the filtering procedure. In particular, for the smooth picture regions, the signal as well as the blocky artifact added to the signal would probably have sparse representation at the filtering stage if the same transform is used for compression and denoising. So a thresholding operation would probably still keep the artifact. At present, it has been observed that sparsity based de-noising techniques, even though they present a higher distortion reduction in terms of objective measures (e.g., mean squared error (MSE)) than other techniques, they may present important visual artifacts that need to be addressed.

It has been observed that the use of a single de-noising filter is not very efficient or effective in removing coding artifacts. The reason for this is that a general purpose de-noising filter is usually based on a distortion model which does not exactly match the actual scenario to which it is applied. This model does not consider the local structure of blocky artifact. A special purpose de-artifacting filter, on the other hand, is designed to relieve a certain type of artifact. Accordingly, a special purpose de-noising filter is not sufficient to correct the rest of the quantization noises. For example, the in-loop deblocking filter used in the MPEG-4 AVC Standard is a special purpose filter which is not designed to remove the noise/artifacts at pixels away from the boundaries, within textures or to correct the distorted edges.

Turning to FIG. 1, a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard is indicated generally by the reference numeral 100.

The video encoder 100 includes a frame ordering buffer 110 having an output in signal communication with a non-inverting input of a combiner 185. An output of the combiner 185 is connected in signal communication with a first input of a transformer and quantizer 125. An output of the transformer and quantizer 125 is

connected in signal communication with a first input of an entropy coder 145 and a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 150. An output of the entropy coder 145 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 190. An output of the combiner 190 is connected in signal communication with a first input of an output buffer 135.

A first output of an encoder controller 105 is connected in signal communication with a second input of the frame ordering buffer 110, a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 150, an input of a picture-type decision module 115, an input of a macroblock-type (MB-type) decision module 120, a second input of an intra prediction module 160, a second input of a deblocking filter 165, a first input of a motion compensator 170, a first input of a motion estimator 175, and a second input of a reference picture buffer 180.

A second output of the encoder controller 105 is connected in signal communication with a first input of a Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 130, a second input of the transformer and quantizer 125, a second input of the entropy coder 145, a second input of the output buffer 135, and an input of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 140.

A first output of the picture-type decision module 115 is connected in signal communication with a third input of a frame ordering buffer 110. A second output of the picture-type decision module 115 is connected in signal communication with a second input of a macroblock-type decision module 120.

An output of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 140 is connected in signal communication with a third non-inverting input of the combiner 190.

An output of the inverse quantizer and inverse transformer 150 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 119. An output of the combiner 119 is connected in signal communication with a first input of the intra prediction module 160 and a first input of the deblocking filter 165. An output of the deblocking filter 165 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 180. An output of the reference picture buffer 180 is connected in signal communication with a second input of the motion estimator 175. A first output of the motion estimator 175 is connected in signal communication with a second input of the motion compensator 170. A second output of the motion

estimator 175 is connected in signal communication with a third input of the entropy coder 145.

An output of the motion compensator 170 is connected in signal communication with a first input of a switch 197. An output of the intra prediction module 160 is connected in signal communication with a second input of the switch 197. An output of the macroblock-type decision module 120 is connected in signal communication with a third input of the switch 197. The third input of the switch 197 determines whether or not the "data" input of the switch (as compared to the control input, i.e., the third input) is to be provided by the motion compensator 170 or the intra prediction module 160. The output of the switch 197 is connected in signal communication with a second non-inverting input of the combiner 119 and with an inverting input of the combiner 185.

Inputs of the frame ordering buffer 110 and the encoder controller 105 are available as input of the encoder 100, for receiving an input picture 101. Moreover, an input of the Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 130 is available as an input of the encoder 100, for receiving metadata. An output of the output buffer 135 is available as an output of the encoder 100, for outputting a bitstream.

Turning to FIG. 2, a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard is indicated generally by the reference numeral 200.

The video decoder 200 includes an input buffer 210 having an output connected in signal communication with a first input of the entropy decoder 245. A first output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 250. An output of the inverse transformer and inverse quantizer 250 is connected in signal communication with a second non-inverting input of a combiner 225. An output of the combiner 225 is connected in signal communication with a second input of a deblocking filter 265 and a first input of an intra prediction module 260. A second output of the deblocking filter 265 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 280. An output of the reference picture buffer 280 is connected in signal communication with a second input of a motion compensator 270.

A second output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 270 and a first input of the deblocking filter 265. A third output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with an input of a decoder controller 205. A first output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the entropy decoder 245. A second output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 250. A third output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a third input of the deblocking filter 265. A fourth output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the intra prediction module 260, with a first input of the motion compensator 270, and with a second input of the reference picture buffer 280.

An output of the motion compensator 270 is connected in signal communication with a first input of a switch 297. An output of the intra prediction module 260 is connected in signal communication with a second input of the switch 297. An output of the switch 297 is connected in signal communication with a first non-inverting input of the combiner 225.

An input of the input buffer 210 is available as an input of the decoder 200, for receiving an input bitstream. A first output of the deblocking filter 265 is available as an output of the decoder 200, for outputting an output picture.

SUMMARY

These and other drawbacks and disadvantages of the prior art are addressed by the present principles, which are directed to methods and apparatus for in-loop de-artifact filtering.

According to an aspect of the present principles, there is provided an apparatus. The apparatus includes an encoder for encoding an image region. The encoder has at least two filters for successively performing in-loop filtering to respectively reduce at least a first and a second type of quantization artifact.

According to another aspect of the present principles, there is provided a method. The method includes encoding an image region. The encoding step includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of quantization artifact respectively using at least two filters in succession.

According to yet another aspect of the present principles, there is provided an apparatus. The apparatus includes a decoder for decoding an image region. The decoder has at least two filters for successively performing in-loop filtering to respectively reduce at least a first and a second type of quantization artifact.

According to still another aspect of the present principles, there is provided a method. The method includes decoding an image region. The decoding step includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of quantization artifact respectively using at least two filters in succession.

These and other aspects, features and advantages of the present principles will become apparent from the following detailed description of exemplary embodiments, which is to be read in connection with the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The present principles may be better understood in accordance with the following exemplary figures, in which:

FIG. 1 shows a block diagram for a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard;

FIG. 2 shows a block diagram for a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard;

FIG. 3 shows a block diagram for a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard, modified and/or extended for use with the present principles, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 4 shows a block diagram for a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard, modified and/or extended for use with the present principles, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 5 shows a diagram for an exemplary succession of de-artifact filters, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 6 shows a flow diagram for an exemplary method for encoding image data using in-loop de-artifact filtering, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 7 shows a flow diagram for an exemplary method for decoding image data using in-loop de-artifact filtering, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 8 shows an exemplary apparatus for performing quantization constraint set (QCS) coefficients correction after artifact removal/reduction, according to an embodiment of the present principles; and

FIG. 9 shows exemplary quantization bins for an over-filtering problem and a correction approach using QCS in video encoding/decoding, according to an embodiment of the present principles.

DETAILED DESCRIPTION

The present principles are directed to methods and apparatus for in-loop de-artifact filtering.

The present description illustrates the present principles. It will thus be appreciated that those skilled in the art will be able to devise various arrangements that, although not explicitly described or shown herein, embody the present principles and are included within its spirit and scope.

All examples and conditional language recited herein are intended for pedagogical purposes to aid the reader in understanding the present principles and the concepts contributed by the inventor(s) to furthering the art, and are to be construed as being without limitation to such specifically recited examples and conditions.

Moreover, all statements herein reciting principles, aspects, and embodiments of the present principles, as well as specific examples thereof, are intended to encompass both structural and functional equivalents thereof. Additionally, it is intended that such equivalents include both currently known equivalents as well as equivalents developed in the future, i.e., any elements developed that perform the same function, regardless of structure.

Thus, for example, it will be appreciated by those skilled in the art that the block diagrams presented herein represent conceptual views of illustrative circuitry embodying the present principles. Similarly, it will be appreciated that any flow charts, flow diagrams, state transition diagrams, pseudocode, and the like represent various processes which may be substantially represented in computer readable

media and so executed by a computer or processor, whether or not such computer or processor is explicitly shown.

The functions of the various elements shown in the figures may be provided through the use of dedicated hardware as well as hardware capable of executing software in association with appropriate software. When provided by a processor, the functions may be provided by a single dedicated processor, by a single shared processor, or by a plurality of individual processors, some of which may be shared. Moreover, explicit use of the term "processor" or "controller" should not be construed to refer exclusively to hardware capable of executing software, and may implicitly include, without limitation, digital signal processor ("DSP") hardware, read-only memory ("ROM") for storing software, random access memory ("RAM"), and non-volatile storage.

Other hardware, conventional and/or custom, may also be included. Similarly, any switches shown in the figures are conceptual only. Their function may be carried out through the operation of program logic, through dedicated logic, through the interaction of program control and dedicated logic, or even manually, the particular technique being selectable by the implementer as more specifically understood from the context.

In the claims hereof, any element expressed as a means for performing a specified function is intended to encompass any way of performing that function including, for example, a) a combination of circuit elements that performs that function or b) software in any form, including, therefore, firmware, microcode or the like, combined with appropriate circuitry for executing that software to perform the function. The present principles as defined by such claims reside in the fact that the functionalities provided by the various recited means are combined and brought together in the manner which the claims call for. It is thus regarded that any means that can provide those functionalities are equivalent to those shown herein.

Reference in the specification to "one embodiment" or "an embodiment" of the present principles means that a particular feature, structure, characteristic, and so forth described in connection with the embodiment is included in at least one embodiment of the present principles. Thus, the appearances of the phrase "in one embodiment" or "in an embodiment" appearing in various places throughout the specification are not necessarily all referring to the same embodiment.

As used herein, “high level syntax” and “high level syntax element” interchangeably refer to syntax present in the bitstream that resides hierarchically above the macroblock layer. For example, high level syntax, as used herein, may refer to, but is not limited to, syntax at the slice header level, Supplemental Enhancement Information (SEI) level, picture parameter set level, sequence parameter set level and network abstraction layer (NAL) unit header level.

As used herein, "block level syntax" and “block level syntax element” interchangeably refer to syntax present in the bitstream that resides hierarchically at any of the possible coding units structured as a block or partitions of a block in a video coding scheme. For example, block level syntax, as used herein, may refer to, but is not limited to, syntax at the macroblock level, the 16x8 partition level, the 8x16 partition level, the 8x8 sub-block level, and general partitions of any of these. Moreover, block level syntax, as used herein, may also refer to blocks issued from the union of smaller blocks (e.g., unions of macroblocks).

The phrase “image data” is intended to refer to data corresponding to any of still images and moving images (i.e., a sequence of images including motion).

It is to be appreciated that the use of the term “and/or”, for example, in the case of “A and/or B”, is intended to encompass the selection of the first listed option (A), the selection of the second listed option (B), or the selection of both options (A and B). As a further example, in the case of “A, B, and/or C”, such phrasing is intended to encompass the selection of the first listed option (A), the selection of the second listed option (B), the selection of the third listed option (C), the selection of the first and the second listed options (A and B), the selection of the first and third listed options (A and C), the selection of the second and third listed options (B and C), or the selection of all three options (A and B and C). This may be extended, as readily apparent by one of ordinary skill in this and related arts, for as many items listed.

Moreover, it is to be appreciated that while one or more embodiments of the present principles are described herein with respect to the MPEG-4 AVC standard, the present principles are not limited to solely this standard and, thus, may be utilized with respect to other video coding standards, recommendations, and extensions thereof, including extensions such as scalable (and non-scalable)

extensions and/or multi-view (and non-multi-view) extensions of the MPEG-4 AVC standard, while maintaining the spirit of the present principles.

Turning to FIG. 3, a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard, modified and/or extended for use with the present principles, is indicated generally by the reference numeral 300.

The video encoder 300 includes a frame ordering buffer 310 having an output in signal communication with a non-inverting input of a combiner 385. An output of the combiner 385 is connected in signal communication with a first input of a transformer and quantizer 325. An output of the transformer and quantizer 325 is connected in signal communication with a first input of an entropy coder 345 and a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 350. An output of the entropy coder 345 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 390. An output of the combiner 390 is connected in signal communication with a first input of an output buffer 335.

A first output of an encoder controller 305 is connected in signal communication with a second input of a frame ordering buffer 310, a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 350, an input of a picture-type decision module 315, a first input of a macroblock-type (MB-type) decision module 320, a second input of an intra prediction module 360, a second input of a deblocking filter 365, a first input of a motion compensator 370, a first input of a motion estimator 375, a second input of a reference picture buffer 380, a first input of a sparsity de-noising filter, and a first input of a quantization constraint set (QCS) 355.

A second output of the encoder controller 305 is connected in signal communication with a first input of a Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 330, a second input of the transformer and quantizer 325, a second input of the entropy coder 345, a second input of the output buffer 335, and an input of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 340.

A first output of the picture-type decision module 315 is connected in signal communication with a third input of the frame ordering buffer 310. A second output of the picture-type decision module 315 is connected in signal communication with a second input of a macroblock-type decision module 320.

An output of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 340 is connected in signal communication with a third non-inverting input of the combiner 390.

An output of the inverse quantizer and inverse transformer 350 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 319. An output of the combiner 319 is connected in signal communication with a first input of the intra prediction module 360 and a first input of the deblocking filter 365. An output of the deblocking filter 365 is connected in signal communication with a second input of the sparsity de-noising filter 344. An output of the sparsity de-noising filter 344 is connected in signal communication with a second input of the quantization constraint set (QCS) 355. An output of the quantization constraint set (QCS) 355 is connected in signal communication with a first input of the reference picture buffer 380. An output of the reference picture buffer 380 is connected in signal communication with a second input of the motion estimator 375 and a second input of the motion compensator 370. A first output of the motion estimator 375 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 370. A second output of the motion estimator 375 is connected in signal communication with a third input of the entropy coder 345.

An output of the motion compensator 370 is connected in signal communication with a first input of a switch 397. An output of the intra prediction module 360 is connected in signal communication with a second input of the switch 397. An output of the macroblock-type decision module 320 is connected in signal communication with a third input of the switch 397. The third input of the switch 397 determines whether or not the “data” input of the switch (as compared to the control input, i.e., the third input) is to be provided by the motion compensator 370 or the intra prediction module 360. The output of the switch 397 is connected in signal communication with a second non-inverting input of the combiner 319 and with an inverting input of the combiner 385.

Inputs of the frame ordering buffer 310 and the encoder controller 305 are available as input of the encoder 300, for receiving an input picture 301. Moreover, an input of the Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 330 is available as an input of the encoder 300, for receiving metadata. An output of the

output buffer 335 is available as an output of the encoder 300, for outputting a bitstream.

Turning to FIG. 4, a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard, modified and/or extended for use with the present principles, is indicated generally by the reference numeral 400.

The video decoder 400 includes an input buffer 410 having an output connected in signal communication with a first input of the entropy decoder 445. A first output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 450. An output of the inverse transformer and inverse quantizer 450 is connected in signal communication with a second non-inverting input of a combiner 425. An output of the combiner 425 is connected in signal communication with a second input of a deblocking filter 465 and a first input of an intra prediction module 460. An output of the deblocking filter 465 is connected in signal communication with a first input of a sparsity de-noising filter 444. An output of the sparsity de-noising filter 444 is connected in signal communication with a first input of a quantization constraint set (QCS) 455. A first output of the quantization constraint set (QCS) 455 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 480. An output of the reference picture buffer 480 is connected in signal communication with a second input of a motion compensator 470.

A second output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 470 and a first input of the deblocking filter 465. A third output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with an input of a decoder controller 405. A first output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the entropy decoder 445. A second output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 450. A third output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a third input of the deblocking filter 465, a second input of the sparsity de-noising filter 444, and a second input of the quantization constraint set (QCS) 455. A fourth output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the intra prediction module 460, with a first

input of the motion compensator 470, and with a second input of the reference picture buffer 480.

An output of the motion compensator 470 is connected in signal communication with a first input of a switch 497. An output of the intra prediction module 460 is connected in signal communication with a second input of the switch 497. An output of the switch 497 is connected in signal communication with a first non-inverting input of the combiner 425.

An input of the input buffer 410 is available as an input of the decoder 400, for receiving an input bitstream. A second output of the quantization constraint set (QCS) 455 is available as an output of the decoder 400, for outputting an output picture.

With respect to the video decoder 400 of FIG. 4, it is to be appreciated that we can allow output pictures before the application of function block 465, or after the application of function 465, or after application of the function block 444, or after application of the function block 455. That is, we can have the flexibility that the picture for prediction in the reference buffer and the picture for display are different, so we can have a better reference for prediction, and a sharper image for display.

As noted above, the present principles are directed to methods and apparatus for in-loop de-artifact filtering.

In an embodiment, we propose utilizing a succession of filters on coded pictures to reduce the amount of coding artifacts over video frames. The filters are placed in the coding loop (in-loop), so the filtered frames are used as referenced frames for motion compensation of subsequent coded frames. At least one of the filters includes, for example, a deblocking filter, a de-ringing filter, a de-noising filter, a signal estimation filter, a linear filter, and/or a non-linear filter.

In an embodiment, we propose using two-pass filters. In the first pass, we apply an adaptive deblocking filter, which targets removing blocking artifacts. In the second pass, we apply an adaptive sparse de-noising filter, which can further reduce quantization noise over video frames composed of locally uniform regions (smooth, high frequency, texture, and so forth). To further improve the result, we can enforce compression constraints including, but not limited to, quantization constraints, in order to help restore the image to the artifact-free form.

One or more embodiments herein involve the use of two or more in-loop filters (and/or two or more in-loop filtering passes) to remove or reduce quantization artifacts - the first filter (or filtering pass) to remove or reduce a first type (or group of types) of quantization artifact and the second filter (or filtering pass) to remove or reduce a second type (or group of types) of quantization artifact. It is to be appreciated that the use of even more in-loop filters (or filtering passes) is also contemplated in accordance with embodiments of the present principles. That is, given the teachings of the present principles provided herein, one of ordinary skill in this and related arts will contemplate these and various other implementations and variations of the present principles, while maintaining the spirit of the present principles.

Therefore, in accordance with the principles of the present invention, we suggest using a succession of filters (or filtering passes) to remove or reduce a plurality of possible coding artifact types caused by quantization. If done in this way, different kinds of artifacts and quantization errors are handled by different filters. Hence, by such cascaded filtering of reconstructed video pictures, the decoded sequence is substantially better in both subjective and objective measures. By incorporating this scheme into the encoder/decoder loop, also known as in-loop filtering, the inter prediction process can also benefit from the improvement of decoded reference pictures. Note that by using a succession of filters, we are not limited to a particular set of general or special purpose filters, a particular number of cascaded filters, or even a particular order in which they are combined. Those parameters may be adjusted based on, for example, the encoder and/or decoder to be used and the nature of the video data to be filtered. To prevent the input video signal being over processed, we can also enforce some compression and/or quantization constraints.

An embodiment involves the use of a "two-pass" filter. Turning to FIG. 5, an exemplary succession of de-artifact filters is indicated generally by the reference numeral 500. An adaptive sparse de-noising filter 544 is used as a refinement filter subsequent to the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter 565 and before the quantization constraint set (QCS) filter 555. Since visual blocking artifacts are most successfully removed by the deblocking filter, the remaining quantization noise tends to become more independent and identically distributed (i.i.d.), which conforms to

the noise model assumption of an adaptive sparse de-noising filter. After applying the second-pass sparse de-noising filter 544, we use the quantization constraint set filter 555 to reshape the residuals and prevent them from being over-processed. The quantization constraint set filter 555 is used to restrict each transform coefficient to its original quantization interval. This step helps prevent over-smoothing, and makes the outcome of the cascaded set of filters more robust to changes in the settings of filters including, but not limited to, changes in the thresholding parameter for the sparse-based de-noising step.

The adaptive sparse de-noising filter 544 includes a forward transformer 571 having an output in signal communication with an input of a threshold module 573. An output of the threshold module 573 is connected in signal communication with an input of an inverse transformer 575. An output of the inverse transformer 575 is connected in signal communication with an input of an adaptive weighting module 577. An input of the forward transformer is available as an input of the spare de-noising filter 544. An output of the adaptive weighting module 577 is available as an output of the spare de-noising filter 544. An output of the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter 565 is connected in signal communication with the input of the forward transformer 571. The output of the adaptive weighting module 577 is connected in signal communication with an input of the quantization constraint set filter 555. An input of the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter 565 is available as an input of the succession of de-artifact filters 500. An output of the quantization constraint set filter 571 is available as an output of the succession of de-artifact filters 500.

As examples, FIGs. 3 and 4 illustrate where the adaptive sparse de-noising filter and the quantization constraint set filter may be located within a video encoder structure and a video decoder structure, respectively. In the examples shown, the adaptive sparse de-noising filter and the quantization constraint set filter, one after the other, are located after the deblocking filter. Of course, given the teachings of the present principles provided herein, one of ordinary skill in this and related arts will contemplate this and other locations for the adaptive sparse de-noising filter and the quantization constraint set filter, while maintaining the spirit of the present principles.

In an embodiment, the adaptive sparse de-noising filter and/or the quantization constraint set filter can be turned on/off at the macroblock level, slice level, picture level, and/or sequence level. For example, we may choose to only apply the sparse de-noising filter and the quantization constraint set filter for intra frames, but not for inter frames.

In an embodiment, the different artifact removing/reducing steps may be selectively switched on/off depending on complexity constraints of the application, distortion measures and/or coding costs. The transform for the sparse de-noising step can be adaptively selected from a set of possible transforms. The selected transform can be indicated and signaled to the decoder using a high level syntax. A proper threshold γ can be signaled to optimize the adaptive sparse de-noising filtering. The signaled threshold γ may need to be adapted to the quantization parameter as well as to the sequence content. The optimal weighting method can also be signaled to maximize the de-noising gain.

TABLE 1 shows exemplary picture parameter set (PPS) raw byte sequence payload (RBSP) syntax for use in in-loop de-artifact filtering in accordance with an embodiment of the present principles.

TABLE 1

pic_parameter_set_rbsp( ) {	C	Descriptor
…		
sparse_filter_control_present_flag	1	u(1)
qcs_control_present_flag	1	u(1)
…		
}		

TABLE 2 shows exemplary slice header syntax for use in in-loop de-artifact filtering in accordance with an embodiment of the present principles.

TABLE 2

slice_header( ) {	C	Descriptor
…		
if(sparse_filter_control_present_flag) {		
disable_sparse_filter_flag	2	u(1)
if(disable_sparse_filter_flag != 1) {		

sparse_threshold	2	u(v)
sparse_tranform_type	2	u(v)
adaptive_weighting_type	2	u(v)
}		
}		
if(qcs_control_present_flag) {		
disable_qcs_flag	2	u(1)
if(disable_qcs _flag != 1) {		
qcs_pullback_model	2	u(v)
}		
}		
…		
}		

With respect to TABLES 1 and 2, the following exemplary syntax definitions are provided. Of course, given the teachings of the present principles provided herein, one of ordinary skill in this and related arts will contemplate these and various other syntaxes and variations thereof for use in accordance with various embodiments of the present principles, while maintaining the spirit of the present principles.

sparse_filter_control_present_flag equal to 1 specifies that a set of syntax elements controlling the characteristics of the sparse de-noising filter is present in the slice header. sparse_filter_control_present_flag equal to 0 specifies that a set of syntax elements controlling the characteristics of the sparse de-noising filter is not present in the slice header and their inferred values are in effect.

qcs_control_present_flag equal to 1 specifies that a set of syntax elements controlling the characteristics of the quantization constraint set (QCS) filter is present in the slice header. qcs_control_present_flag equal to 0 specifies that a set of syntax elements controlling the characteristics of the quantization constraint set (QCS) filter is not present in the slice header and their inferred values are in effect.

disable_sparse_filter_flag specifies whether the operation of the sparse de-noising filter shall be disabled. When disable_sparse_filter_flag is not present in the slice header, disable_sparse_filter_flag shall be inferred to be equal to 0.

sparse_threshold specifies the value of threshold used in sparse de-noising. When sparse_threshold is not present in the slice header, the default value derived based on the slice quantization parameter is used.

sparse_transform_type specifies the type of the transform used in sparse de-noising. sparse_transform_type equal to 0 specifies that a 4x4 transform is used. sparse_transform_type equal to 1 specifies that a 8x8 transform is used.

adaptive_weighting_type specifies the type of weighting used in sparse de-noising. adaptive_weighting_type equal to 0 specifies that sparsity weighting is used. adaptive_weighting_type equal to 1 specifies that average weighting is used.

disable_qcs_flag specifies whether the operation of the quantization constraint set (QCS) filter shall be disabled. When disable_qcs_flag is not present in the slice header, disable_qcs_flag shall be inferred to be equal to 0.

qcs_pullback_model specifies how to re-assign the value of coefficients. qcs_pullback_model equal to 0 specifies to pull back the coefficients to the closest cell boundary (An example of pulling back to the closet cell (or quantization bin) boundary is shown in the last row of FIG. 9, described below.). qcs_pullback_model equal to 1 specifies to pull back the coefficients to the center (also see FIG., if the quantized coefficient value is used instead) or predefined value of a cell.

In an embodiment, an adaptive sparse de-noising filter operation involves the following steps.

In one step, an over complete transform set $\mathbf{H}_i, i = 1, \cdots, M$ is determined. The information related to this particular set may be transmitted to the decoder. The information may be so transmitted at, for example, a slice, picture and/or sequence level. In transmitting such information, high level syntax may be embedded in the data stream. The high level syntax may be embedded, for example, at the slice, picture and/or sequence level. For example, within the framework of the MPEG-4 AVC Standard, we can reuse the existing 4x4 transform and 8x8 transform and/or the Hadamard transform step.

In another step, a threshold γ (for example, based on a quantization step and/or the statistics of the encoding picture) is determined. γ may be transmitted to the decoder. γ may be transmitted at, for example, a block, a slice, a picture and/or a sequence level. In transmitting such information, at least one block level syntax and/or at least one high level syntax may be embedded in the data stream.

In yet another step, the adaptive weighting method to combine the outcome of the inversed transforms, which may be transmitted to the decoder, is determined. The weights may be transmitted at, for example, a block a slice, picture and/or sequence level. In the event that the weighting is directly derived without explicit transmission thereof, there may still be a need to transmit some auxiliary information related to the weighting step. In transmitting any weighting step information, at least one block level syntax and/or at least one high level syntax may be embedded in the data stream. For example, average weighting or sparsity base weighting, which adapts the weights inverse of number of non-zero coefficients, can be used. Of course, the present principles are not limited to solely the preceding types of weighting and, thus, other types of weighting may also be used in accordance with the present principles, while maintaining the spirit of the present principles.

In an embodiment, an adaptive sparse de-noising filter methodology used for refinement involves obtaining the de-noised estimate $\hat{\mathbf{x}}_i$ from each transform $\mathbf{H}_i$ using the specified threshold γ; and combining $\hat{\mathbf{x}}_i$ using adaptive weightings to get the final de-noised estimate $\hat{\mathbf{x}}$.

In an embodiment, a quantization constraint set methodology is used for a last refinement step as follows:

(1) Calculate the new residual signal $\hat{\mathbf{r}} = \hat{\mathbf{x}} - \mathbf{p}$, where $\mathbf{p}$ is the intra/inter predicted signal.

(2) Apply the same transformation process on $\hat{\mathbf{r}}$ that the MPEG-4 AVC Standard applies on the residual. Presume that the resulting transform coefficients are $\hat{\mathbf{c}}$.

(3) Check if $\hat{\mathbf{c}}$ is in the quantization cell indicated by the originally received transform coefficients. For each coefficient, if after the filtering steps, $\hat{\mathbf{c}}$ has fallen outside its original quantization cell, the new coefficient is corrected and reassigned

as the closest original quantization cell boundary value to itself. Alternatively, depending on the statistics of every particular coefficient and/or quantization bin, other possible values from within the original quantization cell can be used for the reassignment procedure. The refined coefficients are denoted as $\mathbf{c}'$.

(4) Take the inverse transform of $\mathbf{c}'$, denoted by $\mathbf{r}'$, and sum together with $\mathbf{p}$ to obtain the final estimate $\mathbf{x}' = \mathbf{p} + \mathbf{r}'$.

The adaptive sparse de-noising filtering is directed to recovering the original signal from an independent and identically distributed (i.i.d.) noisy environment. However, the quantization noise in video compression, and particularly with respect to the MPEG-4 AVC Standard, is usually not independent and identically distributed (i.i.d.). The present principles differ from the prior art in the use of a series of refinement steps (succession of filters) after, for example, the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter, each oriented to correct at least one part of the coding artifacts. The signal after deblocking filter is a better match to the independent and identically distributed (i.i.d.) noise presumption. The possible "over filtering problem" resulting from the use and/or combination of deblocking and de-noising filters is solved by the subsequent quantization constraint set (QCS) filter. The succession of filters has shown its superior performance in removing video compression artifacts, both in practice and theory.

Turning to FIG. 6, an exemplary method for encoding image data using in-loop de-artifact filtering is indicated generally by the reference numeral 600.

The method 600 includes a start block 605 that passes control to a function block 610. The function block 610 encodes the current slice, and passes control to a function block 615. The function block 615 decides whether or not a deblocking filter, a sparse de-noising filter, and/or quantization constraint set (QCS) will be applied to the current slice based on statistics of the current slice, and passes control to a decision block 620. The decision block 620 determines whether or not disable_deblocking_filter_ids is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 625. Otherwise, control is passed to a decision block 630.

The function block 625 applies a deblocking filter, and passes control to the decision block 630.

The decision block 630 determines whether or not disable_sparse_filter_flag is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 635. Otherwise, control is passed to a decision block 640.

The function block 635 applies the sparsity de-noising filter, and passes control to the decision block 640.

The decision block 640 determines whether or not diable_qcs_flag is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 645. Otherwise, control is passed to an end block 699.

The function block 645 applies the quantization constraint set (QCS), and passes control to the end block 699.

Turning to FIG. 7, an exemplary method for decoding image data using in-loop de-artifact filtering is indicated generally by the reference numeral 700.

The method 700 includes a start block 705 that passes control to a function block 710. The function block 710 parses the bitstream, decodes the syntax, and passes control to a function block 715. The function block 715 decodes the current slice, and passes control to a decision block 720. The decision block 720 determines whether or not diable_deblocking_filter_idc is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 725. Otherwise, control is passed to a decision block 730.

The function block 725 applies the deblocking filter, and passes control to the decision block 730.

The decision block 730 determines whether or not disable_sparse_filter_flag is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 735. Otherwise, control is passed to a decision block 740.

The function block 735 applies the sparsity de-noising filter, and passes control to the decision block 740.

The decision block 740 determines whether or not diable_qcs_flag is equal to zero. If so, then control is passed to a function block 745. Otherwise, control is passed to an end block 799.

The function block 745 applies a quantization constraint set (QCS), and passes control to the end block 799.

Turning to FIG. 8, an exemplary apparatus for performing quantization constraint set (QCS) coefficients correction after artifact removal/reduction is

indicated generally by the reference numeral 800. The apparatus 800 includes a combiner 805 having an output in signal communication with an input of a MPEG-4 AVC transformer 810. An output of the MPEG-4 AVC Standard transformer 810 is connected in signal communication with a first input of a comparison and correction module 815. An output of the comparison and correction module 815 is connected in signal communication with an input of a MPEG-4 AVC inverse transformer 820. An output of the MPEG-4 AVC inverse transformer 820 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 825.

A non-inverting input of the combiner 805 is available as an input of the apparatus 800, for receiving a reconstructed and filtered video picture. An inverting input of the combiner 805 is available as an input of the apparatus 800, for receiving a predicted video picture. A second input of the compare and correct module 815 is available as an input of the apparatus 800, for receiving quantization bins pattern. A third input of the compare and correct module 815 is available as an input of the apparatus 800, for receiving decoded coefficients. A second non-inverting input of the combiner 825 is available as an input of the apparatus, for receiving a predicted video picture. An output of the combiner 825 is available as an output of the apparatus, for outputting a reconstructed and filtered and quantization constraint set (QCS) corrected video picture.

The MPEG-4 AVC transformer 810 is applied to the decoded residual. The MPEG-4 AVC inverse transformer 820 is applied to the decoded residual. The compare and correct module 815 compares the decoded and filtered pictures in the transform domain and corrects the coefficients that are over-filtered.

Turning to FIG. 9, exemplary quantization bins for using QCS to correct an over-filtering problem in video encoding/decoding is indicated generally by the reference numeral 900. Presume the original value is x, and the boundary value of the quantizer is y_i , i=0, 1, 2..n,… The particular bins are denoted by 910, 920, 930, and 940. In bin 910, x is in the quantization bin of $(y_{n-1}, y_n]$. In bin 920, after the quantization process in the encoder, the reconstruction value of x is x', which is in the quantization bin of $(y_{n-1}, y_n]$. In bin 930, after the de-artifacting process, the filtered coefficient of x is x'', which is in the quantization bin of $(y_n, y_{n+1}]$. However, the coefficient should not be outside the original quantization bin, which is $(y_{n-1}, y_n]$.

In bin 940, we apply the QCS process, and we set x''' equal to $y_{n,}$, which is the final reconstructed value.

A description will now be given of some of the many attendant advantages/features of the present invention, some of which have been mentioned above. For example, one advantage/feature is an apparatus that includes an encoder for encoding an image region. The encoder has at least two filters for successively performing in-loop filtering to respectively reduce at least a first and a second type of quantization artifact.

Another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

Yet another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint as described above, wherein the at least one compression constraint involves a quantization constraint set.

Still another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint as described above, wherein at least one of, enablement information or disablement information for the at least one compression constraint and side information corresponding to the image region to adaptively indicate parameters of the at least one compression constraint, is signaled using at least one of at least one high level syntax element and at least one block level syntax element.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint as described above, wherein parameters of the at least one compression constraint is adaptively indicated based at least in part on at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image region.

Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein at least one of the at least two filters includes a deblocking filter, a de-ringing filter, a de-noising filter, a signal estimation filter, a linear filter, and a non-linear filter.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein a total number, a type, and an order of implementation of the at least two filters is dynamically selectable.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein at least one of the two or more filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image region.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein enablement information or disablement information for at least one of the two or more filters is signaled using at least one of at least one high level syntax element and at least one block level syntax element.

Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein the encoder transmits side information corresponding to the image region to adaptively indicate parameters of at least one of the two or more filters, the side information being transmitted at at least one of a macroblock level, a slice level, a picture level, and a sequence level.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that transmits side information as described above, wherein the parameters of the at least one of the two or more filters are adaptively tuned based at least in part on at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image region.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein the two or more filters are included in a two-pass filter, the two-pass filter having a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts as the first type of quantization artifact and a sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise as the second type of quantization artifact.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters wherein the two or more filters are included in a two-pass filter as described above, wherein the encoder enforces a quantization constraint set subsequent to the second pass.

Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder wherein the two or more filters are included in a two-pass filter as described above, wherein the encoder signals a quantization constraint process pullback method using at least one of at least one high level syntax element and at least one block level syntax element.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder wherein the two or more filters are included in a two-pass filter as described above, wherein the encoder signals at least one of a transform type, a threshold, and a weighting method for the sparse de-noising filter in at least one of at least one high level syntax element and at least one block level syntax element.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder that, in turn, has at least two filters as described above, wherein the at least two filters are in-loop filters corresponding to encoding the image region, and wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and the initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

These and other features and advantages of the present principles may be readily ascertained by one of ordinary skill in the pertinent art based on the teachings herein. It is to be understood that the teachings of the present principles may be implemented in various forms of hardware, software, firmware, special purpose processors, or combinations thereof.

Most preferably, the teachings of the present principles are implemented as a combination of hardware and software. Moreover, the software may be implemented as an application program tangibly embodied on a program storage unit. The application program may be uploaded to, and executed by, a machine comprising any suitable architecture. Preferably, the machine is implemented on a computer platform having hardware such as one or more central processing units ("CPU"), a random access memory ("RAM"), and input/output ("I/O") interfaces. The computer platform may also include an operating system and microinstruction code. The various processes and functions described herein may be either part of the microinstruction code or part of the application program, or any combination thereof, which may be executed by a CPU. In addition, various other peripheral units may be

connected to the computer platform such as an additional data storage unit and a printing unit.

It is to be further understood that, because some of the constituent system components and methods depicted in the accompanying drawings are preferably implemented in software, the actual connections between the system components or the process function blocks may differ depending upon the manner in which the present principles are programmed. Given the teachings herein, one of ordinary skill in the pertinent art will be able to contemplate these and similar implementations or configurations of the present principles.

Although the illustrative embodiments have been described herein with reference to the accompanying drawings, it is to be understood that the present principles is not limited to those precise embodiments, and that various changes and modifications may be effected therein by one of ordinary skill in the pertinent art without departing from the scope or spirit of the present principles. All such changes and modifications are intended to be included within the scope of the present principles as set forth in the appended claims.

CLAIMS:

1. A method comprising:

decoding an image region, wherein the decoding includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of quantization artifact using at least two filters in succession, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the decoding includes rendering a decision to selectively enable or disable the adaptive sparse de-noising filter at a given level, the given level being at least a macroblock level or a slice level.

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP ARTIFACT FILTERING

ABSTRACT

There are provided methods and apparatus for in-loop artifact filtering. An apparatus includes an encoder for encoding an image region. The encoder has at least two filters for successively performing in-loop filtering to respectively reduce at least a first and a second type of quantization artifact.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	
Filing Date:	
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Gregory Scott Weaver
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Utility application filing	1011	1	280	280
Utility Search Fee	1111	1	600	600
Utility Examination Fee	1311	1	720	720
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Late Filing Fee for Oath or Declaration	1051	1	140	140
Petition:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
		Total in USD ($)		**1740**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	24468877
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Gregory Scott Weaver
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	28-DEC-2015
Filing Date:	
Time Stamp:	17:34:07
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$1740
RAM confirmation Number	5980
Deposit Account	070832
Authorized User	WEAVER, GREG

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Application Data Sheet	PTO_PU060222-US-CNT_ADS.pdf	111307 944336c320c6e3349486e0208b29bb58eac50562	no	8
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied ADS fillable form					
2	Power of Attorney	PTO_POA_Thomson_Licensing_Princeton_Attys_8JUNE2015_SIGNED.pdf	198686 9fe7bfc13f7e16cc60a6bbd8640691a92d447782	no	1
Warnings:					
Information:					
3	Power of Attorney	PTO_PU060222-US-CNT_POA.pdf	72413 e9734a6d03cdf90accf5adb896162916b201ed63	no	2
Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	PTO_PU060222-US-CNT_Drawings.pdf	619977 d9b2c46d2b93b8777b08ecc4a2716a2aa0805574	no	7
Warnings:					
Information:					
5		PTO_PU060222-US-CNT_Text_21DEC2015.pdf	162112 4987535ac5eb8a7ea7cd3218498a122c789439a4	yes	29

Multipart Description/PDF files in .zip description

Document Description	Start	End
Specification	1	27
Claims	28	28
Abstract	29	29

Warnings:

Information:

6	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	36742 4ef0b540d2d7852e3943edb9b37c69fbfb65f5f3	no	2

Warnings:	
Information:	
Total Files Size (in bytes):	1201237

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76.
This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.

Secrecy Order 37 CFR 5.2

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Inventor Information:

Inventor 1 Remove

Legal Name

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	MENG-PING		KAO	

Residence Information (Select One) ◉ US Residency ○ Non US Residency ○ Active US Military Service

City	LA JOLLA	State/Province	CA	Country of Residence	US

Mailing Address of Inventor:

Address 1	9106 Regents Rd. Apt. C		
Address 2			
City	LA JOLLA	State/Province	CA
Postal Code	92037-1460	Country i	US

Inventor 2 Remove

Legal Name

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	PENG		YIN	

Residence Information (Select One) ◉ US Residency ○ Non US Residency ○ Active US Military Service

City	ITHACA	State/Province	NY	Country of Residence	US

Mailing Address of Inventor:

Address 1	6 John Street		
Address 2			
City	ITHACA	State/Province	NY
Postal Code	14850	Country i	US

Inventor 3 Remove

Legal Name

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	OSCAR		DIVORRA ESCODA	

Residence Information (Select One) ○ US Residency ◉ Non US Residency ○ Active US Military Service

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

City	BARCELONA	Country of Residence [i]	ES

Mailing Address of Inventor:

Address 1	CR. AV. MADRID		
Address 2	171-177, 3ER-4A ESC. DRETA		
City	BARCELONA	**State/Province**	
Postal Code	08028	**Country** [i]	ES

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

☐ **An Address is being provided for the correspondence Information of this application.**

Customer Number	24498		
Email Address	USPTO@technicolor.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING		
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT	**Small Entity Status Claimed**	☐
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	7	**Suggested Figure for Publication (if any)**	

Filing By Reference :

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country [i]

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

Publication Information:

☐	Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)
☐	**Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32).
Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	◉ Customer Number	○ US Patent Practitioner	○ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	24498		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, 365(c), or 386(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.
When referring to the current application, please leave the application number blank.

Prior Application Status	Pending		Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	12312386	2009-05-07
Prior Application Status	Expired		Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
12312386	a 371 of international	PCT/US2007/022795	2007-10-25
Prior Application Status	Expired		Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
PCT/US2007/022795	Claims benefit of provisional	60864917	2006-11-08

Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the **Add** button.

Foreign Priority Information:

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55. When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX)[i] the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(i)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Remove

Application Number	Country[i]	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code[i] (if applicable)

Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button.

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

☐ This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.
NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

Authorization to Permit Access:

☒ Authorization to Permit Access to the Instant Application by the Participating Offices

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

If checked, the undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed access to the instant patent application. See 37 CFR 1.14(c) and (h). This box should not be checked if the applicant does not wish the EPO, JPO, KIPO, WIPO, or other intellectual property office in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed to have access to the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the instant patent application with respect to: 1) the instant patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the instant patent application claims priority under 35 U.S.C. 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR 1.55 has been filed in the instant patent application; and 3) any U.S. application-as-filed from which benefit is sought in the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(c), access may be provided to information concerning the date o f filing this Authorization.

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Applicant 1

If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43; or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.

Clear

(●) Assignee	( ) Legal Representative under 35 U.S.C. 117	( ) Joint Inventor
( ) Person to whom the inventor is obligated to assign.	( ) Person who shows sufficient proprietary interest	

If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:

Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor :	

If the Applicant is an Organization check here. ☒

Organization Name	THOMSON LICENSING

Mailing Address Information For Applicant:

Address 1	1 rue Jeanne d'Arc		
Address 2			
City	Issy les Moulineaux	**State/Province**	
Country	FR	Postal Code	92130
Phone Number	+33141865000	Fax Number	+33141865633

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

Email Address	

Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Assignee Information including Non-Applicant Assignee Information:

Providing assignment information in this section does not subsitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Assignee 1

Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication . An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.

If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here. ☐

Prefix	**Given Name**	Middle Name	**Family Name**	Suffix

Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:

Address 1			
Address 2			
City		**State/Province**	
Country [i]		Postal Code	
Phone Number		Fax Number	
Email Address			

Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Signature:

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Signature	/Gregory S. Weaver, #53,751/			Date (YYYY-MM-DD)	2015-12-28
First Name	Greg	Last Name	Weaver	Registration Number	53751

Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
	Application Number	
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING	

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent C o o p eration Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

POWER OF ATTORNEY
THOMSON LICENSING

THOMSON LICENSING
1 rue Jeanne d'Arc
92130 Issy-les moulineaux, France

does hereby grant

Harvey D. Fried – VP Licensing Support
Robert B. Levy - Director
Reitseng Lin - Sr. Patent Counsel
Catherine A. Cooper - Sr. Patent Counsel
Kuniyuki Akiyama – Patent Advisor
Paul P. Kiel - Director
Jeffrey M. Navon - Director
Joel M. Fogelson - Sr. Patent Counsel
Joseph J. Opalach - Director
Sammy S. Henig - Sr. Patent Counsel
Patricia A. Verlangieri – Mgr., Admin & Operations
Brian J. Dorini, Patent Pools Activity Mgr.
Jorge Tony Villabon – Sr. Patent Counsel
Vincent E. Duffy – Vice President, Patent Operations, West Coast
Richard LaPeruta - Patent Advisor
Brian J. Cromarty – Sr. Patent Counsel
Ronald Kolczynski – Patent Counsel
Michael A. Pugel - Patent Counsel
Jeffrey D. Hale - Patent Counsel
Jerome G. Schaefer – Sr. Patent Counsel
James M. McKenzie, Sr. Patent Counsel
Xiaoan Lu, Patent Agent
Gregory Weaver – Sr. Patent Counsel
Palak Bhakta – Patent Counsel
Julia Tanase – Patent Counsel
Ivonete Markman – Patent Agent
Lily Neff – Patent Counsel
Chris Kolefas – Patent Counsel
Thomson Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, New Jersey 08540

a revocable, non-exclusive and delegable power of attorney to act for us (including the signing of requisite documents) in proceedings concerning patents and applications for patents, including international and other multi-country patents and applications for patents, in our name in the Patent Offices in all countries worldwide from April 8, 2011.

DATED this 8th day of June, 2015.

SIGNED _____

Robert D. Shedd
Vice President, U.S. Patent Operations
Thomson Licensing LLC and
Attorney In Fact for
THOMSON LICENSING

WITNESS _____

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT

CONFIRMATION NO. 6062

24498
Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

INFORMAL NOTICE

OC000000079834292

Date Mailed: 01/12/2016

INFORMATIONAL NOTICE TO APPLICANT

Applicant is notified that the above-identified application contains the deficiencies noted below. No period for reply is set forth in this notice for correction of these deficiencies. However, if a deficiency relates to the inventor's oath or declaration, the applicant must file an oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63, or a substitute statement in compliance with 37 CFR 1.64, executed by or with respect to each actual inventor no later than the expiration of the time period set in the "Notice of Allowability" to avoid abandonment. See 37 CFR 1.53(f).

The item(s) indicated below are also required and should be submitted with any reply to this notice to avoid further processing delays.

- A properly executed inventor's oath or declaration has not been received for the following inventor(s):
  MENG-PING KAO
  PENG YIN
  OSCAR DIVORRA ESCODA

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at **(571) 272-4000** or **(571) 272-4200** or **1-888-786-0101**.

/tlulu/

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Substitute for Form PTO-875

Application or Docket Number: 14/981,345

APPLICATION AS FILED - PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	SMALL ENTITY RATE($)	SMALL ENTITY FEE($)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY RATE($)	OTHER THAN SMALL ENTITY FEE($)
BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	280
SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	600
EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	720
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	1 minus 20 =	*			OR	x 80 =	0.00
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	1 minus 3 =	*				x 420 =	0.00
APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $310 ($155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						0.00
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							0.00
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	1600

APPLICATION AS AMENDED - PART II

		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	SMALL ENTITY RATE($)	SMALL ENTITY ADDITIONAL FEE($)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY RATE($)	OTHER THAN SMALL ENTITY ADDITIONAL FEE($)
AMENDMENT A	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x =		OR	x =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x =		OR	x =	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE($)	ADDITIONAL FEE($)		RATE($)	ADDITIONAL FEE($)
AMENDMENT B	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x =		OR	x =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x =		OR	x =	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest found in the appropriate box in column 1.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY.DOCKET.NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
14/981,345	12/28/2015		1740	PU060222-US-CNT	1	1

CONFIRMATION NO. 6062

FILING RECEIPT

OC000000079834291

24498
Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

Date Mailed: 01/12/2016

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Inventor(s)

MENG-PING KAO, LA JOLLA, CA;
PENG YIN, ITHACA, NY;
OSCAR DIVORRA ESCODA, BARCELONA, SPAIN;

Applicant(s)

THOMSON LICENSING, Issy les Moulineaux, FRANCE;

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 24498

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of 12/312,386 05/07/2009
which is a 371 of PCT/US2007/022795 10/25/2007
which claims benefit of 60/864,917 11/08/2006

Foreign Applications for which priority is claimed (You may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.) - None.
Foreign application information must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim to foreign priority. See 37 CFR 1.55 and 1.76.

Permission to Access Application via Priority Document Exchange: Yes

Permission to Access Search Results: No

Applicant may provide or rescind an authorization for access using Form PTO/SB/39 or Form PTO/SB/69 as appropriate.

If Required, Foreign Filing License Granted: 01/11/2016

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 14/981,345**

Projected Publication Date: 04/21/2016

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No
Title

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

Preliminary Class

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications: No

PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, http://www.stopfakes.gov. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4258).

LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER

Title 35, United States Code, Section 184

Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15

GRANTED

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign AssetsControl, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

NOT GRANTED

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

SelectUSA

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The U.S. offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to promote and facilitate business investment. SelectUSA provides information assistance to the international investor community; serves as an ombudsman for existing and potential investors; advocates on behalf of U.S. cities, states, and regions competing for global investment; and counsels U.S. economic development organizations on investment attraction best practices. To learn more about why the United States is the best country in the world to develop technology, manufacture products, deliver services, and grow your business, visit http://www.SelectUSA.gov or call +1-202-482-6800.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

24498 7590 04/12/2016

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER
AHMED, SAMIR ANWAR

ART UNIT	PAPER NUMBER
2665	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
04/12/2016	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

uspto@technicolor.com
pat.verlangieri@technicolor.com
russell.smith@technicolor.com

Office Action Summary	Application No. 14/981,345	Applicant(s) KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE *3* MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

1)☒ Responsive to communication(s) filed on *12/28/2015*.

☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.

2a)☐ This action is **FINAL**. 2b)☒ This action is non-final.

3)☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

4)☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims*

5)☐ Claim(s) _____ is/are pending in the application.

5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.

6)☐ Claim(s) _____ is/are allowed.

7)☒ Claim(s) *1* is/are rejected.

8)☐ Claim(s) _____ is/are objected to.

9)☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

10)☐ The specification is objected to by the Examiner.

11)☐ The drawing(s) filed on _____ is/are: a)☐ accepted or b)☐ objected to by the Examiner.

Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).

Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

12)☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

Certified copies:

a)☐ All b)☐ Some** c)☐ None of the:

1.☐ Certified copies of the priority documents have been received.

2.☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.

3.☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

** See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

1) ☒ Notice of References Cited (PTO-892)

2) ☐ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b) Paper No(s)/Mail Date _____.

3) ☐ Interview Summary (PTO-413) Paper No(s)/Mail Date. _____ .

4) ☐ Other: _____.

DETAILED ACTION

1. The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

Double Patenting

2. The nonstatutory double patenting rejection is based on a judicially created doctrine grounded in public policy (a policy reflected in the statute) so as to prevent the unjustified or improper timewise extension of the "right to exclude" granted by a patent and to prevent possible harassment by multiple assignees. A nonstatutory double patenting rejection is appropriate where the claims at issue are not identical, but at least one examined application claim is not patentably distinct from the reference claim(s) because the examined application claim is either anticipated by, or would have been obvious over, the reference claim(s). See, e.g., *In re Berg*, 140 F.3d 1428, 46 USPQ2d 1226 (Fed. Cir. 1998); *In re Goodman*, 11 F.3d 1046, 29 USPQ2d 2010 (Fed. Cir. 1993); *In re Longi*, 759 F.2d 887, 225 USPQ 645 (Fed. Cir. 1985); *In re Van Ornum*, 686 F.2d 937, 214 USPQ 761 (CCPA 1982); In re Vogel, 422 F.2d 438, 164 USPQ 619 (CCPA 1970); and *In re Thorington*, 418 F.2d 528, 163 USPQ 644 (CCPA 1969).

A timely filed terminal disclaimer in compliance with 37 CFR 1.321(c) or 1.321(d) may be used to overcome an actual or provisional rejection based on a nonstatutory double patenting ground provided the reference application or patent either is shown to be commonly owned with this application, or claims an invention made as a result of activities undertaken within the scope of a joint research agreement. See MPEP §

717.02 for applications subject to examination under the first inventor to file provisions of the AIA as explained in MPEP § 2159. See MPEP §§ 706.02(l)(1) - 706.02(l)(3) for applications not subject to examination under the first inventor to file provisions of the AIA. A terminal disclaimer must be signed in compliance with 37 CFR 1.321(b).

The USPTO Internet website contains terminal disclaimer forms which may be used. Please visit www.uspto.gov/forms/. The filing date of the application in which the form is filed determines what form (e.g., PTO/SB/25, PTO/SB/26, PTO/AIA/25, or PTO/AIA/26) should be used. A web-based eTerminal Disclaimer may be filled out completely online using web-screens. An eTerminal Disclaimer that meets all requirements is auto-processed and approved immediately upon submission. For more information about eTerminal Disclaimers, refer to http://www.uspto.gov/patents/process/file/efs/guidance/eTD-info-I.jsp.

3. Claims 1 is rejected on the ground of nonstatutory double patenting as being unpatentable over claim 1 of U.S. Patent No. Patent 9,277,243 in view of Francois et al. (US Application Publication 2010/0150229). Although the conflicting claims are not identical, they are not patentably distinct from each other because:

• Claim 1 of the current application and claim 1 of Patent 9,277,243 recite common subject matter;

• Whereby claim 1 of the current application which recite the open ended transitional phrase "comprising", do not preclude the additional elements recited by claim 1 of Patent 9,277,243, and

• Claim 1 of Patent 9,277,243 does not disclose the given level being at least a macroblock level or a slice level.

Francois discloses that it is well known to configure the data stream sent by coders to decoders according to a particular syntax comprises fields for example the sequence (high level syntax element) or slice (according to the MPEG standard) level that including filter information (paragraph [0043]). Also, in a coder, the calculation of the filters and the integration of the data of the filters into the stream being made at the level of a layer (paragraph [0044]). The parameters and fields added to the syntax of the bitstream are at sequence level, picture level and slice level that is a continues series of macroblocks (macroblock level) (paragraphs [0066]-[0073]. The method standardizing a set of predefined filters at the decoder. Moreover, the filters can be signaled in the syntax as described and stored by the decoder. Hence the decoder at any moment has a set of potential filters, stored in memory and indexed by number. The indices of the filters to use can then be sent to the decoder, specifying what filters it must use, without needing to explicitly send the coefficients of these filters. If at a given moment new filters must be used, they are coded into the syntax with their associated index (paragraph [0083]).

It would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to use the teachings of Francois to modify the method of claim 1 of Patent 9,277,243 by configuring the data stream sent by the coders to signal decoders according to a particular syntax comprises fields for example the sequence (high level syntax element), slice (according to the MPEG standard) level or macroblock level that

including filter information in order to standardizing a set of predefined filters at the decoder. Moreover, the filters can be signaled in the syntax as described and stored by the decoder. Hence the decoder at any moment has a set of potential filters, stored in memory and indexed by number. The indices of the filters to use can then be sent to the decoder, specifying what filters it must use, without needing to explicitly send the coefficients of these filters. If at a given moment new filters must be used, they are coded into the syntax with their associated index (paragraph [0083].

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to SAMIR AHMED whose telephone number is (571)272-7413. The examiner can normally be reached on Mon-Fri 8:30am-6:00pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Bhavesh Mehta can be reached on (571) 272-7453. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/SAMIR AHMED/
Primary Examiner, Art Unit 2665

Notice of References Cited	Application/Control No. 14/981,345	Applicant(s)/Patent Under Reexamination KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	Page 1 of 2

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	CPC Classification	US Classification
*	A	US-9,277,243 B2	03-2016	Kao; Meng-Ping	H04N19/159	1/1
*	B	US-2010/0150229 A1	06-2010	Francois; Edouard	H04N19/70	375/240.12
*	C	US-2005/0190843 A1	09-2005	Lee, Sung-Kyu	H04N19/176	375/240.16
*	D	US-2011/0116549 A1	05-2011	SUN; Shijun	H04N19/139	375/240.16
*	E	US-5,541,852 A	07-1996	Eyuboglu; M. Vedat	H04N21/236	370/395.61
*	F	US-5,757,976 A	05-1998	Shu; Joseph S.	H04N1/4053	358/3.19
*	G	US-5,877,813 A	03-1999	Lee; Yung-Lyul	H04N19/61	375/240.02
*	H	US-6,178,205 B1	01-2001	Cheung; Sen-ching S.	H04N5/145	348/E5.066
*	I	US-2002/0136303 A1	09-2002	Sun, Shijun	H04N19/573	375/240.16
*	J	US-6,665,346 B1	12-2003	Lee; Yung-lyul	H04N19/176	375/240.29
*	K	US-2003/0235258 A1	12-2003	Kenney, Thomas J.	H04L27/0014	375/344
*	L	US-6,741,665 B2	05-2004	Kenney; Thomas J.	H04L27/0014	375/144
*	M	US-6,931,063 B2	08-2005	Sun; Shijun	H04N19/573	341/51

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	CPC Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Notice of References Cited	Application/Control No. 14/981,345	Applicant(s)/Patent Under Reexamination KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	Page 2 of 2

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	CPC Classification	US Classification
*	A	US-2006/0007999 A1	01-2006	Gomez; Ramon A.	H04B1/30	375/235
*	B	US-2006/0078048 A1	04-2006	Bjontegaard; Gisle	H04N19/139	375/240.03
*	C	US-2006/0153301 A1	07-2006	Guleryuz; Onur G.	H04N19/159	375/240.16
*	D	US-2006/0233253 A1	10-2006	Shi; Fang	H04N19/139	375/240.16
*	E	US-7,136,538 B2	11-2006	Kitagawa; Masao	H04N19/51	375/E7.19
*	F	US-7,272,186 B2	09-2007	Hong; Min Cheol	H04N19/159	375/240.25
*	G	US-2008/0151101 A1	06-2008	Tian; Tao	H04N5/145	348/448
*	H	US-7,570,182 B2	08-2009	Sheba; Mahbuba Moyeena	G04F10/005	341/118
*	I	US-7,822,125 B2	10-2010	Bjontegaard; Gisle	H04N19/61	375/240.25
*	J	US-8,023,562 B2	09-2011	Zheludkov; Alexander	H04N19/56	375/240.12
	K	US-				
	L	US-				
	M	US-				

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 6062

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
14/981,345	12/28/2015	382	2665	PU060222-US-CNT

APPLICANTS

THOMSON LICENSING, Issy les Moulineaux, FRANCE;

INVENTORS

MENG-PING KAO, LA JOLLA, CA;
PENG YIN, ITHACA, NY;
OSCAR DIVORRA ESCODA, BARCELONA, SPAIN;

**** CONTINUING DATA ***************************

This application is a CON of 12/312,386 05/07/2009 PAT 9277243
which is a 371 of PCT/US2007/022795 10/25/2007
which claims benefit of 60/864,917 11/08/2006

**** FOREIGN APPLICATIONS ***************************

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

01/11/2016

Foreign Priority claimed	☐ Yes ☑ No		STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
35 USC 119(a-d) conditions met	☐ Yes ☑ No	☐ Met after Allowance				
Verified and Acknowledged	/SAMIR ANWAR AHMED/ Examiner's Signature	/SA/ Initials	CA	7	1	1

ADDRESS

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543
UNITED STATES

TITLE

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

FILING FEE RECEIVED		
1740	FEES: Authority has been given in Paper No._____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No._____ for following:	☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit

BIB (Rev. 05/07).

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	04/01/2016								
	1	✓								

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	0	14/981345	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:01
L2	68812	first near2 filter$3 with second near2 filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:02
L3	32	L2 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:02
L4	8816	375/240.12.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:04
L5	5	L4 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:04
L6	172	L4 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:05
L7	29	L6 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:05
L8	1651	375/240.13.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:06
L9	0	L8 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:06
L10	18	L8 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:07
L11	2	L10 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:08
L12	2143	375/240.27.ccls.	US-PGPUB;	OR	ON	2016/04/01

			USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			23:09
L13	2	L12 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:09
L14	23	L12 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:11
L15	1	L14 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:11
L16	21458	((382/232) or (382/236) or (382/238) or (382/251) or (375/240.02) or (375/240.03) or 9375/12)or (375/13) or (375/240.13)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:14
L17	12	L16 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:15
L18	333	L16 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:16
L19	44	L18 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:16
L20	22	L19 and signaling	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:17
L21	6318	(G06T5/001 OR G06T5/002 OR H04N7/50 OR H04N7/64 OR H04N7/26888 OR H04N7/26244 OR H04N7/26276).CPC.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:23
L22	2	L21 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:23
L23	492	L21 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:24
L24	1	L23 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:25
L25	788	G06T5/001.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:27
L26	0	L25 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO;	OR	ON	2016/04/01 23:27

		filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	DERWENT; IBM_TDB			
L27	49	L25 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:28
L28	0	L27 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:28
L29	12951	G06T5/002.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:30
L30	2	L29 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:31
L31	441	L29 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:32
L32	0	L31 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:32
L33	553	H04N7/50.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:33
L34	2647	H04N7/50.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:33
L35	0	L34 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:34
L36	3	L34 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:34
L37	1	L36 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:35
L38	110	H04N7/64.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:36
L39	0	L38 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:36
L40	0	L38 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/04/01 23:37
L41	1	L38 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:38
L42	282	H04N7/26888.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR;	OR	ON	2016/04/01 23:39

			FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			
L43	0	L42 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:39
L44	2	L42 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:40
L45	0	L44 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:41
L46	1191	H04N7/26244.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:41
L47	0	L46 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:42
L48	6	L46 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:42
L49	0	L48 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:43
L50	181	H04N7/26276.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:44
L51	0	L50 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:45
L52	2	L50 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:45
L53	43	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:46
L54	30	L53 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR;	OR	ON	2016/04/01 23:47

			FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			
L55	12	L54 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:48
L56	41	L53 and level	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:49
L57	33	L56 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:50
L58	18262	quantization with filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:51
L59	11787	L58 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:52
L60	30	L59 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:52
L61	13	L60 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:53
L62	43	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:54
L63	30	L62 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:54
L64	12	L63 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:57
L65	7	(meng-ping near2 kao).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:57
L66	2225	(peng near2 yin).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR;	OR	ON	2016/04/01 23:58

			FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			
L67	13	L66 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:58
L68	226	(oscar near2 escoda).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:59
L69	3	L68 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:59
L70	20442	(thomson near2 licensing).as.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/01 23:59
L71	131	L70 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/02 00:00
L72	2	L71 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/04/02 00:00

4/ 2/ 2016 12:01:05 AM
C:\ Users\ sahmed1\ Documents\ EAST\ Workspaces\ 12312386.wsp

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	4/1/2016	/SA/

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
382	232, 236, 238, 251	4/1/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	4/1/2016	/SA/

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	4/1/2016	/SA/

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT

CONFIRMATION NO. 6062

24498
Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

PUBLICATION NOTICE

OC000000082354749

Title:METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

Publication No.US-2016-0112725-A1
Publication Date:04/21/2016

NOTICE OF PUBLICATION OF APPLICATION

The above-identified application will be electronically published as a patent application publication pursuant to 37 CFR 1.211, et seq. The patent application publication number and publication date are set forth above.

The publication may be accessed through the USPTO's publically available Searchable Databases via the Internet at www.uspto.gov. The direct link to access the publication is currently http://www.uspto.gov/patft/.

The publication process established by the Office does not provide for mailing a copy of the publication to applicant. A copy of the publication may be obtained from the Office upon payment of the appropriate fee set forth in 37 CFR 1.19(a)(1). Orders for copies of patent application publications are handled by the USPTO's Office of Public Records. The Office of Public Records can be reached by telephone at (703) 308-9726 or (800) 972-6382, by facsimile at (703) 305-8759, by mail addressed to the United States Patent and Trademark Office, Office of Public Records, Alexandria, VA 22313-1450 or via the Internet.

In addition, information on the status of the application, including the mailing date of Office actions and the dates of receipt of correspondence filed in the Office, may also be accessed via the Internet through the Patent Electronic Business Center at www.uspto.gov using the public side of the Patent Application Information and Retrieval (PAIR) system. The direct link to access this status information is currently http://pair.uspto.gov/. Prior to publication, such status information is confidential and may only be obtained by applicant using the private side of PAIR.

Further assistance in electronically accessing the publication, or about PAIR, is available by calling the Patent Electronic Business Center at 1-866-217-9197.

Office of Data Managment, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

Doc Code: DIST.E.FILE Document Description: Electronic Terminal Disclaimer - Filed	PTO/SB/26 U.S. Patent and Trademark Office Department of Commerce

Electronic Petition Request	**TERMINAL DISCLAIMER TO OBVIATE A DOUBLE PATENTING REJECTION OVER A "PRIOR" PATENT**
Application Number	14981345
Filing Date	28-Dec-2015
First Named Inventor	MENG-PING KAO
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT
Title of Invention	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

☒ Filing of terminal disclaimer does not obviate requirement for response under 37 CFR 1.111 to outstanding Office Action

☒ This electronic Terminal Disclaimer is not being used for a Joint Research Agreement.

Owner	Percent Interest
Thomson Licensing	100%

The owner(s) with percent interest listed above in the instant application hereby disclaims, except as provided below, the terminal part of the statutory term of any patent granted on the instant application which would extend beyond the expiration date of the full statutory term of prior patent number(s)

9277243

as the term of said prior patent is presently shortened by any terminal disclaimer. The owner hereby agrees that any patent so granted on the instant application shall be enforceable only for and during such period that it and the prior patent are commonly owned. This agreement runs with any patent granted on the instant application and is binding upon the grantee, its successors or assigns.

In making the above disclaimer, the owner does not disclaim the terminal part of the term of any patent granted on the instant application that would extend to the expiration date of the full statutory term of the prior patent, "as the term of said prior patent is presently shortened by any terminal disclaimer," in the event that said prior patent later:
- expires for failure to pay a maintenance fee;
- is held unenforceable;
- is found invalid by a court of competent jurisdiction;
- is statutorily disclaimed in whole or terminally disclaimed under 37 CFR 1.321;
- has all claims canceled by a reexamination certificate;
- is reissued; or
- is in any manner terminated prior to the expiration of its full statutory term as presently shortened by any terminal disclaimer.

◉ Terminal disclaimer fee under 37 CFR 1.20(d) is included with Electronic Terminal Disclaimer request.

○ I certify, in accordance with 37 CFR 1.4(d)(4), that the terminal disclaimer fee under 37 CFR 1.20(d) required for this terminal disclaimer has already been paid in the above-identified application.
Applicant claims the following fee status: ○ Small Entity ○ Micro Entity ◉ Regular Undiscounted I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.
THIS PORTION MUST BE COMPLETED BY THE SIGNATORY OR SIGNATORIES I certify, in accordance with 37 CFR 1.4(d)(4) that I am: ◉ An attorney or agent registered to practice before the Patent and Trademark Office who is of record in this application Registration Number 68449 ○ A sole inventor ○ A joint inventor; I certify that I am authorized to sign this submission on behalf of all of the inventors as evidenced by the power of attorney in the application ○ A joint inventor; all of whom are signing this request

Signature	/Xiaoan Lu;Reg.No.:68,449/
Name	Xiaoan Lu

*Statement under 37 CFR 3.73(b) is required if terminal disclaimer is signed by the assignee (owner).
Form PTO/SB/96 may be used for making this certification. See MPEP § 324.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14981345
Filing Date:	28-Dec-2015
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Statutory or Terminal Disclaimer	1814	1	160	160
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**160**

Doc Code: DISQ.E.FILE
Document Description: Electronic Terminal Disclaimer – Approved

Application No.: 14981345

Filing Date: 28-Dec-2015

Applicant/Patent under Reexamination: KAO et al.

Electronic Terminal Disclaimer filed on June 13, 2016

☒ APPROVED

This patent is subject to a terminal disclaimer

☐ DISAPPROVED

Approved/Disapproved by: Electronic Terminal Disclaimer automatically approved by EFS-Web

U.S. Patent and Trademark Office

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	26044799
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	13-JUN-2016
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	14:21:58
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$160
RAM confirmation Number	622
Deposit Account	070832
Authorized User	Lu, Xiaoan

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Electronic Terminal Disclaimer-Filed	eTerminal-Disclaimer.pdf	33495 cd66e980de7161d27c4ece281d2118c493a53d8a	no	2
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30305 3177d89e0a69f5a72f6e5bb964f841d550580a11	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	63800		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	**:**	**Meng-Ping Kao, et al.**
Serial No.	**:**	**14/981,345**
Filed	**:**	**December 28, 2015**
Title	**:**	**Methods and Apparatus for In-loop De-artifact Filtering**
Examiner	**:**	**AHMED, SAMIR ANWAR**
Art Unit	**:**	**2665**
Conf. No.	**:**	**6062**

AMENDMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Responsive to the Office action mailed April 12, 2016, in the above-identified patent application having a shortened period for response set to expire on July 12, 2016, Applicants submit the following Amendment and remarks. Please charge the fee for the additional claims, and any other fees due in connection with this filing, to deposit account 07-0832.

Amendments to and Listing of the Claims begin on page 2 of this paper.
Remarks/Arguments begin on page 7 of this paper.

Amendments to and Listing of the Claims

This listing of claims will replace all prior versions, and listings, of claims in the application:

1. (Currently amended) A method comprising:

decoding an image region, wherein the decoding includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of ~~quantization~~ coding artifact using at least two filters in succession, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein ~~the decoding includes rendering a decision to selectively enable or disable~~ the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, [[or]] a slice level, a picture level or a sequence level.

2. (New) The method of claim 1, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

3. (New) The method of claim 1, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

4. (New) The method of claim 1, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

5. (New) An apparatus comprising at least a memory and one or more processors, the one or more processors being configured to:

decode an image region, the one or more processors including at least two filters for successively performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce

blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

6. (New) The apparatus of claim 5, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

7. (New) The apparatus of claim 5, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

8. (New) The apparatus of claim 5, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

9. (New) A method comprising:

encoding an image region, wherein the encoding includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact using at least two filters in succession, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

10. (New) The method of claim 9, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

11. (New) The method of claim 9, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

12. (New) The method of claim 9, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

13. (New) An apparatus comprising at least a memory and one or more processors, the one or more processors being configured to:

encode an image region, the one or more processors including at least two filters for successively performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

14. (New) The apparatus of claim 13, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

15. (New) The apparatus of claim 13, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

16. (New) The apparatus of claim 13, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

17. (New) An apparatus comprising:

a transmitter configured to transmit a signal that includes an image region

encoded using in-loop filtering with at least two filters in succession to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

18. (New) The apparatus of claim 17, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

19. (New) The apparatus of claim 17, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

20. (New) The apparatus of claim 17, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

21. (New) A non-transitory computer readable medium with a video signal stored therein, the video signal comprising:

an image region encoded using in-loop filtering with at least two filters in succession to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

22. (New) The computer readable medium of claim 21, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

23. (New) The computer readable medium of claim 21, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

24. (New) The computer readable medium of claim 21, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

REMARKS

Claims 1-24 are pending. Claims 2-24 are newly added.

Claim 1 stands rejected.

Claim 1 is amended. Amendments to claim 1 find support, for example, in paragraphs [0067]-[0074] of the application. New claims 2-4 find support, for example, in claims 17, 18 and 20, respectively, of the corresponding PCT application as published. Similarly, new claims 5-24 are also fully supported by the application. No new matter is believed to be added by the amendments.

Reconsideration of this application is requested in view of the following remarks and accompanying amendments.

Double Patenting Rejection

Claims 1 stands rejected on the ground of non-statutory double patenting as being unpatentable over claim 1 of U.S. Patent No. Patent 9,277,243 in view of Francois et al. (US Application Publication 2010/0150229).

In response, Applicants have submitted a terminal disclaimer in accordance with 37 C.F.R. 1.321(c). Applicants respectfully request withdrawal of the double patenting rejection in view of the terminal disclaimer.

Thus, claim 1 is now in condition for allowance. Dependent claims 2-4 are also in condition for allowance at least by virtue of their dependency from claim 1.

New claims 4-8 are directed to an apparatus and recite limitations corresponding to those of claims 1-4, respectively, in apparatus form. New claims 9-16 are directed an encoding method and apparatus, and recite limitations corresponding to those of claims 1-8. New claims 17-20 are directed to an apparatus and recite limitations corresponding to those of claims 1-4. New claims 21-24 are directed to a processor readable medium and recite limitations corresponding to those of claims 1-4. Thus, new claims 5-24 should also be allowable.

Conclusion

Applicants believe they have addressed all outstanding grounds raised by the Examiner and respectfully submit that the present case is in condition for allowance, early notification of which is earnestly solicited.

Should there be any questions or outstanding matters, the Examiner is cordially invited and requested to contact Applicants' undersigned agent at her number listed below.

Respectfully submitted,

Meng-Ping Kao, et al.

/Xiaoan Lu; Reg. No. 68,449/

By: Xiaoan Lu
Registration No.: 68,449
Phone: (609)734-6826

Thomson Licensing LLC
4 Research Way, 3rd floor
Princeton, NJ 08540
Date: June 13, 2016

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14981345
Filing Date:	28-Dec-2015
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Claims in Excess of 20	1202	4	80	320
Independent claims in excess of 3	1201	3	420	1260
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**1580**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	26045430
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Filer Authorized By:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	13-JUN-2016
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	14:42:33
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$1580
RAM confirmation Number	1016
Deposit Account	070832
Authorized User	Lu, Xiaoan

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	PU060222_US_CNT_response_to_OA_mailed_12APR2016.pdf	46405 e4947ccf7dba983ace6578493c0c5241db95d7f1	no	8
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	32157 d0fee75016d12e051e804fc4668e04431081cfa4	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	78562		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/06 (09-11)
Approved for use through 1/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 14/981,345	Filing Date 12/28/2015	☐ To be Mailed

ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $310 ($155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).			
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	06/13/2016	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 24	Minus	** 20	= 4	X $80 =	320
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 6	Minus	***3	= 3	X $420 =	1260
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
						TOTAL ADD'L FEE	1580

AMENDMENT		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =	
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
						TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.
** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".
*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".
The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

LIE
/DORIS BURNS/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**
If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

24498 7590 07/07/2016

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER
AHMED, SAMIR ANWAR

ART UNIT	PAPER NUMBER
2665	

DATE MAILED: 07/07/2016

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

TITLE OF INVENTION: METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	10/07/2016

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the ENTITY STATUS shown above. If the ENTITY STATUS is shown as SMALL or MICRO, verify whether entitlement to that entity status still applies.

If the ENTITY STATUS is the same as shown above, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

If the ENTITY STATUS is changed from that shown above, on PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, complete section number 5 titled "Change in Entity Status (from status indicated above)".

For purposes of this notice, small entity fees are 1/2 the amount of undiscounted fees, and micro entity fees are 1/2 the amount of small entity fees.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

24498 7590 07/07/2016
Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission
I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

TITLE OF INVENTION: METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	10/07/2016

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
AHMED, SAMIR ANWAR	2665	382-233000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).
- ❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.
- ❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list
(1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,
(2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.
1 _____
2 _____
3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ❑ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. The following fee(s) are submitted:
- ❑ Issue Fee
- ❑ Publication Fee (No small entity discount permitted)
- ❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**
- ❑ A check is enclosed.
- ❑ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
- ❑ The director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credits any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)
- ❑ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29 — NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.
- ❑ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27 — NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.
- ❑ Applicant changing to regular undiscounted fee status. — NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

24498 7590 07/07/2016

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER	
AHMED, SAMIR ANWAR	
ART UNIT	**PAPER NUMBER**
2665	

DATE MAILED: 07/07/2016

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(Applications filed on or after May 29, 2000)

The Office has discontinued providing a Patent Term Adjustment (PTA) calculation with the Notice of Allowance.

Section 1(h)(2) of the AIA Technical Corrections Act amended 35 U.S.C. 154(b)(3)(B)(i) to eliminate the requirement that the Office provide a patent term adjustment determination with the notice of allowance. See Revisions to Patent Term Adjustment, 78 Fed. Reg. 19416, 19417 (Apr. 1, 2013). Therefore, the Office is no longer providing an initial patent term adjustment determination with the notice of allowance. The Office will continue to provide a patent term adjustment determination with the Issue Notification Letter that is mailed to applicant approximately three weeks prior to the issue date of the patent, and will include the patent term adjustment on the patent. Any request for reconsideration of the patent term adjustment determination (or reinstatement of patent term adjustment) should follow the process outlined in 37 CFR 1.705.

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

Notice Requiring Inventor's Oath or Declaration	Application No. 14/981,345	Applicant(s) MENG-PING KAO	
	Examiner AHMED, SAMIR ANWAR	Art Unit 2665	

This notice is an attachment to the Notice of Allowability (PTOL-37), or the Notice of Allowability For A Design Application (PTOL-37D).

An inventor's oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63 or 1.64 executed by or with respect to each inventor has not yet been submitted.

An oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63, or a substitute statement in compliance with 37 CFR 1.64, executed by or with respect to each inventor (for any inventor for which a compliant oath, declaration, or substitute statement has not yet been submitted) MUST be filed no later than the date on which the issue fee is paid. See 35 U.S.C. 115(f). Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.

A properly executed inventor's oath to declaration has not been received for the following inventor(s):

If applicant previously filed one or more oaths, declarations, or substitute statements, applicant may have received an informational notice regarding deficiencies therein.

The following deficiencies are noted:

INFORMAL ACTION PROBLEMS

- A properly executed inventor's oath or declaration has not been received for the following inventor(s): **MENG-PING KAO**, **PENG YIN**, and **OSCAR DIVORRA ESCODA**.
  Applicant may submit the inventor's oath or declaration at any time before the Notice of Allowance and Fee(s) Due, PTOL-85, is mailed.

Questions relating to this Notice should be directed to the Application Assistance Unit at 571-272-4200.

OMB Clearance and PRA Burden Statement for PTOL-85 Part B

The Paperwork Reduction Act (PRA) of 1995 requires Federal agencies to obtain Office of Management and Budget approval before requesting most types of information from the public. When OMB approves an agency request to collect information from the public, OMB (i) provides a valid OMB Control Number and expiration date for the agency to display on the instrument that will be used to collect the information and (ii) requires the agency to inform the public about the OMB Control Number's legal significance in accordance with 5 CFR 1320.5(b).

The information collected by PTOL-85 Part B is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Notice of Allowability	Application No. 14/981,345	Applicant(s) KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to *interview on 6/20/2016*.
   ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on_____.
2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
3. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-20*. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov .
4. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

   Certified copies:

   a) ☐ All b) ☐ Some *c) ☐ None of the:
   1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
   2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
   3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).
6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☐ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____
3. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
4. ☒ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____ .
5. ☒ Examiner's Amendment/Comment
6. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
7. ☐ Other _____.

/SAMIR AHMED/
Primary Examiner, Art Unit 2665

DETAILED ACTION

1. The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

Terminal Disclaimer

2. The terminal disclaimer filed on 6/13/2016 disclaiming the terminal portion of any patent granted on this application which would extend beyond the expiration date of US 9,277,243 has been reviewed and is accepted. The terminal disclaimer has been recorded.

EXAMINER'S AMENDMENT

3. An examiner's amendment to the record appears below. Should the changes and/or additions be unacceptable to applicant, an amendment may be filed as provided by 37 CFR 1.312. To ensure consideration of such an amendment, it MUST be submitted no later than the payment of the issue fee.

Authorization for this examiner's amendment was given in a telephone interview with Xiaoan Lu (Reg. No. 68449) on 6/20/2016.

4. The application has been amended as follows:

Claims 21-24 have been canceled.

Reasons for Allowance

5. The following is an examiner's statement of reasons for allowance: A terminal Disclaimer has been provided to overcome a non-statutory Double Patenting rejection over US 9,277,243.

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled "Comments on Statement of Reasons for Allowance."

6. Claims 1-20 are allowed.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to SAMIR AHMED whose telephone number is (571)272-7413. The examiner can normally be reached on Mon-Fri 8:30am-6:00pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Bhavesh Mehta can be reached on (571) 272-7453. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/SAMIR AHMED/
Primary Examiner, Art Unit 2665

Examiner-Initiated Interview Summary	Application No.	Applicant(s)	
	14/981,345	KAO ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	SAMIR AHMED	2665	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

(1) *SAMIR AHMED*. (3)_____.

(2) *Xiaoan Lu (Reg.# 68,449)*. (4)_____.

Date of Interview: *20 June 2016*.

Type: ☒ Telephonic ☐ Video Conference
☐ Personal [copy given to: ☐ applicant ☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: ☐ Yes ☒ No.
If Yes, brief description: _____.

Issues Discussed ☐101 ☐112 ☐102 ☐103 ☐Others
(For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: *21*.

Identification of prior art discussed: _____.

Substance of Interview
(For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Applicant's representative agreed on 6/21/2016 to cancel claims 21-24.

Applicant recordation instructions: It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of interview.

Examiner recordation instructions: Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

☐ Attachment

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	04/01/2016	06/22/2016							
	1	✓	=							
	2		=							
	3		=							
	4		=							
	5		=							
	6		=							
	7		=							
	8		=							
	9		=							
	10		=							
	11		=							
	12		=							
	13		=							
	14		=							
	15		=							
	16		=							
	17		=							
	18		=							
	19		=							
	20		=							
	21		-							
	22		-							
	23		-							
	24		-							

EAST Search History

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	0	(decod$3 and image and region and in-loop and filter$3 and reduce and cod$3 and artifacts and two and filters and succession and deblocking and filter and first and pass and reduce and blocking and artifacts and adaptive and sparse and de-noising and filter and second and pass and reduce and noise and enable and disable and level and macroblock and slice and piucture and sequence).CLM.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/06/22 12:06

6/22/2016 12:06:46 PM

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	1	14/981345	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:28
L2	70009	first near2 filter$3 with second near2 filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:30
L3	34	L2 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:30
L4	8900	375/240.12.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:31
L5	5	L4 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:31
L6	174	L4 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:32
L7	29	L6 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:32
L8	1672	375/240.13.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:32
L9	0	L8 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:33
L10	18	L8 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:33
L11	2	L10 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:34
L12	2155	375/240.27.ccls.	US-PGPUB;	OR	ON	2016/06/22

			USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			11:34
L13	2	L12 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:35
L14	23	L12 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:35
L15	1	L14 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:36
L16	21608	((382/232) or (382/236) or (382/238) or (382/251) or (375/240.02) or (375/240.03) or 9375/12)or (375/13) or (375/240.13)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:36
L17	12	L16 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:36
L18	336	L16 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:37
L19	45	L18 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:37
L20	23	L19 and signaling	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:38
L21	6496	(G06T5/001 OR G06T5/002 OR H04N7/50 OR H04N7/64 OR H04N7/26888 OR H04N7/26244 OR H04N7/26276).CPC.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:38
L22	2	L21 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:38
L23	505	L21 and L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:39
L24	1	L23 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:39
L25	844	G06T5/001.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:39
L26	0	L25 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO;	OR	ON	2016/06/22 11:40

		filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	DERWENT; IBM_TDB			
L27	51	L25 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:40
L28	0	L27 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:40
L29	13289	G06T5/002.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:41
L30	2	L29 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:41
L31	453	L29 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:41
L32	0	L31 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:42
L33	2354	H04N7/50.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:42
L34	0	L33 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:42
L35	3	L33 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:43
L36	1	L35 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:43
L37	106	H04N7/64.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:44
L38	0	L37 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:44
L39	0	L37 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/06/22 11:44
L40	1	L37 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:45
L41	274	H04N7/26888.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT;	OR	ON	2016/06/22 11:45

			IBM_TDB			
L42	0	L41 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:45
L43	2	L41 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:46
L44	0	L43 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:46
L45	1222	H04N7/26244.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:46
L46	0	L45 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:47
L47	6	L45 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:47
L48	0	L47 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:50
L49	176	H04N7/26276.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:50
L50	0	L49 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:50
L51	2	L49 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:51
L52	45	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:52
L53	31	L52 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT;	OR	ON	2016/06/22 11:52

			IBM_TDB			
L54	13	L53 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:52
L55	43	L52 and level	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:53
L56	35	L55 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:53
L57	18674	quantization with filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:53
L58	12098	L57 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:53
L59	32	L58 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:54
L60	15	L59 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:54
L61	45	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:55
L62	31	L61 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:55
L63	13	L62 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:55
L64	8	(meng-ping near2 kao).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:55
L65	2271	(peng near2 yin).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT;	OR	ON	2016/06/22 11:56

			IBM_TDB			
L66	15	L65 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:57
L67	228	(oscar near2 escoda).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:57
L68	4	L67 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:57
L69	20635	(thomson near2 licensing).as.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:57
L70	132	L69 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:58
L71	2	L70 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/06/22 11:58

6/22/2016 11:59:36 AM
C:\Users\sahmed1\Documents\EAST\Workspaces\14981345.wsp

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	4/1/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	6/22/2016	/SA/

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
382	232, 236, 238, 251	4/1/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	4/1/2016	/SA/
382	232, 236, 251	6/22/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	6/22/2016	/SA/

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	6/22/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	6/22/2016	/SA/
Searched inventors' names	6/22/2016	/SA/

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	**US Subclass / CPC Group**	**Date**	**Examiner**
	EAST PGPUB text search see interference history printout	6/22/2016	/SA/

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

CPC						
Symbol					**Type**	**Version**
H04N		19	/	86	F	2014-11-01
H04N		19	/	159	I	2014-11-01
H04N		19	/	176	I	2014-11-01
H04N		19	/	70	I	2014-11-01
H04N		19	/	46	I	2014-11-01
H04N		19	/	61	I	2014-11-01
H04N		19	/	117	I	2014-11-01
H04N		19	/	126	I	2014-11-01
H04N		19	/	154	I	2014-11-01
H04N		19	/	174	I	2014-11-01
H04N		19	/	44	I	2014-11-01
H04N		19	/	82	I	2014-11-01
H04N		19	/	124	I	2014-11-01
H04N		19	/	80	I	2014-11-01
			/			

CPC Combination Sets							
Symbol					**Type**	**Set**	**Ranking**	**Version**
			/					
			/					

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665	06/22/2016	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

US ORIGINAL CLASSIFICATION		INTERNATIONAL CLASSIFICATION										
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED					NON-CLAIMED					
		G	0	6	K	9 / 64 (2006.01.01)						
CROSS REFERENCE(S)												
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)											

NONE		**Total Claims Allowed:**	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665	06/22/2016	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

☒ **Claims renumbered in the same order as presented by applicant** ☐ **CPA** ☐ **T.D.** ☐ **R.1.47**

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
	1		17												
	2		18												
	3		19												
	4		20												
	5	----	21												
	6	----	22												
	7	----	23												
	8	----	24												
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
	16														

NONE		**Total Claims Allowed:**	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665	06/22/2016	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3

PATENT ASSIGNMENT COVER SHEET

Electronic Version v1.1
Stylesheet Version v1.2

EPAS ID: PAT4067885

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT

CONVEYING PARTY DATA

Name	Execution Date
MENG-PING KAO	09/21/2016
PENG YIN	08/01/2016
OSCAR DIVORRA ESCODA	08/01/2016

RECEIVING PARTY DATA

Name:	THOMSON LICENSING
Street Address:	1 RUE JEANNE D'ARC
City:	ISSY LES MOULINEAUX
State/Country:	FRANCE
Postal Code:	92130

PROPERTY NUMBERS Total: 1

Property Type	Number
Application Number:	14981345

CORRESPONDENCE DATA

Fax Number: (609)734-6888

Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent using a fax number, if provided; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.

Phone: 609-734-6817
Email: adele.izzo@technicolor.com
Correspondent Name: BRIAN J. DORINI, PATENT OPERATIONS THOMSON
Address Line 1: 4 RESEARCH WAY
Address Line 2: 3RD FLOOR
Address Line 4: PRINCETON, NEW JERSEY 08540

ATTORNEY DOCKET NUMBER:	PU060222-US-CNT
NAME OF SUBMITTER:	XIAOAN LU
SIGNATURE:	/Xiaoan Lu/
DATE SIGNED:	09/26/2016
	This document serves as an Oath/Declaration (37 CFR 1.63).

Total Attachments: 3
source=PU060222_US_CNT_DeclarationAssignment_executed_3pgs#page1.tif
source=PU060222_US_CNT_DeclarationAssignment_executed_3pgs#page2.tif

source=PU060222_US_CNT_DeclarationAssignment_executed_3pgs#page3.tif

As a below named inventor, I hereby declare that:

I believe I am the original inventor or an original joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

the specification of which was filed on December 28, 2016 as Application Serial No. 14/981,345 and was amended on _____, or, if not identified here by filing date and serial number, is attached hereto.

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56, including for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of the continuation-in-part application.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both, under 18 USC 1001.

ASSIGNMENT AND AGREEMENT IN AN APPLICATION FOR LETTERS PATENT

For valuable consideration received, I hereby sell, assign and transfer to Thomson Licensing, a corporation duly organized and existing under the laws of the country of France, its successors, and assigns my entire right, title and interest, for all countries in and to said inventions, and all the rights and privileges under any and all Letters Patent that may be granted therefor, and any divisions, continuations, reissues and extensions thereof.

I agree that, when requested, I will, without charge to said corporation but at its expense, sign all papers, take all rightful oaths, make all rightful declarations and do all acts which may be necessary, desirable or convenient for securing and maintaining patents or other forms of protection for said inventions in any and all countries and for vesting title thereto in said corporation, its successors, assigns or nominees.

I agree that I will communicate to said corporation or its representatives any facts known to me respecting said inventions and when requested by said corporation and at its expense will testify in any legal proceedings, and generally do everything possible to aid said corporation, its successors, assigns and legal representatives or nominees, to obtain or enforce proper protection for said inventions in any and all countries.

I authorize and empower said corporation, its successors, assigns or nominees, to make application for patent or other form of protection for said inventions in its or their own name, or in my/our name, in any and all countries and to invoke and claim for any application for patent or other form of protection for said inventions filed by it or them, the benefit of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it, and to invoke and claim such right of priority without further written or oral authorization from me.

I hereby consent that a copy of this assignment shall be deemed a full legal and formal equivalent of any assignment, consent to file or like document which may be required in any country for any purpose and more particularly in proof of the right of the said corporation or its successors, assigns or nominees to apply for patent or other proper protection for said inventions, and to claim the aforesaid benefits of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it.

I covenant with Thomson Licensing, its successors, assigns, legal representatives, and nominees, that to the best of my knowledge the right, title and interest herein conveyed by me are free and clear of any encumbrance, and that I have full right to convey the same as herein expressed.

Signed at Sunnyvale, CA, USA Date 9/21/16

Inventor Name Meng-Ping KAO (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

Post Office Address 6F, No. 17-1, Ln. 222, Dunhua N. Rd., Songshan Dist., Taipei City 105, Taiwan

1st Witness Koong-Lian Kao (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

2nd Witness Hui-chu Lo (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

As a below named inventor, I hereby declare that:

I believe I am the original inventor or an original joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

the specification of which was filed on **December 28, 2015** as Application Serial No. **14/981,345** and was amended on _____, or, if not identified here by filing date and serial number, is attached hereto.

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56, including for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of the continuation-in-part application.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both, under 18 USC 1001.

ASSIGNMENT AND AGREEMENT IN AN APPLICATION FOR LETTERS PATENT

For valuable consideration received, I hereby sell, assign and transfer to Thomson Licensing, a corporation duly organized and existing under the laws of the country of France, its successors, and assigns my entire right, title and interest, for all countries in and to said inventions, and all the rights and privileges under any and all Letters Patent that may be granted therefor, and any divisions, continuations, reissues and extensions thereof.

I agree that, when requested, I will, without charge to said corporation but at its expense, sign all papers, take all rightful oaths, make all rightful declarations and do all acts which may be necessary, desirable or convenient for securing and maintaining patents or other forms of protection for said inventions in any and all countries and for vesting title thereto in said corporation, its successors, assigns or nominees.

I agree that I will communicate to said corporation or its representatives any facts known to me respecting said inventions and when requested by said corporation and at its expense will testify in any legal proceedings, and generally do everything possible to aid said corporation, its successors, assigns and legal representatives or nominees, to obtain or enforce proper protection for said inventions in any and all countries.

I authorize and empower said corporation, its successors, assigns or nominees, to make application for patent or other form of protection for said inventions in its or their own name, or in my/our name, in any and all countries and to invoke and claim for any application for patent or other form of protection for said inventions filed by it or them, the benefit of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it, and to invoke and claim such right of priority without further written or oral authorization from me.

I hereby consent that a copy of this assignment shall be deemed a full legal and formal equivalent of any assignment, consent to file or like document which may be required in any country for any purpose and more particularly in proof of the right of the said corporation or its successors, assigns or nominees to apply for patent or other proper protection for said inventions, and to claim the aforesaid benefits of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it.

I covenant with Thomson Licensing, its successors, assigns, legal representatives, and nominees, that to the best of my knowledge the right, title and interest herein conveyed by me are free and clear of any encumbrance, and that I have full right to convey the same as herein expressed.

Signed at 6 John Street, Ithaca, NY 14850 USA Date 08/01/2016

Inventor Name Peng Yin (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

Post Office Address 6 John Street, Ithaca, NY 14850 USA

1st Witness Xiaodong CAO (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

2nd Witness Bing Xing CAO (Type or Print) _____ (Signature in Full – No Initials)

Customer No. 24498 **DECLARATION** Docket No. PU060222 US CNT

As a below named inventor, I hereby declare that:

I believe I am the original inventor or an original joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

the specification of which was filed on **December 28, 2015** as Application Serial No. **14/981,345** and was amended on _____, or, if not identified here by filing date and serial number, is attached hereto.

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56, including for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of the continuation-in-part application.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both, under 18 USC 1001.

ASSIGNMENT AND AGREEMENT IN AN APPLICATION FOR LETTERS PATENT

For valuable consideration received, I hereby sell, assign and transfer to Thomson Licensing, a corporation duly organized and existing under the laws of the country of France, its successors, and assigns my entire right, title and interest, for all countries in and to said inventions, and all the rights and privileges under any and all Letters Patent that may be granted therefor, and any divisions, continuations, reissues and extensions thereof.

I agree that, when requested, I will, without charge to said corporation but at its expense, sign all papers, take all rightful oaths, make all rightful declarations and do all acts which may be necessary, desirable or convenient for securing and maintaining patents or other forms of protection for said inventions in any and all countries and for vesting title thereto in said corporation, its successors, assigns or nominees.

I agree that I will communicate to said corporation or its representatives any facts known to me respecting said inventions and when requested by said corporation and at its expense will testify in any legal proceedings, and generally do everything possible to aid said corporation, its successors, assigns and legal representatives or nominees, to obtain or enforce proper protection for said inventions in any and all countries.

I authorize and empower said corporation, its successors, assigns or nominees, to make application for patent or other form of protection for said inventions in its or their own name, or in my/our name, in any and all countries and to invoke and claim for any application for patent or other form of protection for said inventions filed by it or them, the benefit of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it, and to invoke and claim such right of priority without further written or oral authorization from me.

I hereby consent that a copy of this assignment shall be deemed a full legal and formal equivalent of any assignment, consent to file or like document which may be required in any country for any purpose and more particularly in proof of the right of the said corporation or its successors, assigns or nominees to apply for patent or other proper protection for said inventions, and to claim the aforesaid benefits of the right of priority provided by the International Convention for the Protection of Industrial Property, as amended, or by any convention which may henceforth be substituted for it.

I covenant with Thomson Licensing, its successors, assigns, legal representatives, and nominees, that to the best of my knowledge the right, title and interest herein conveyed by me are free and clear of any encumbrance, and that I have full right to convey the same as herein expressed.

Signed at Barcelona Date 1-8-2016

Inventor Name Oscar Divorra Escoda
(Type or Print) (Signature in Full – No Initials)

Post Office Address Av. Madrid, 171 3, 3er-4a, Esc. D., 08028 Barcelona-Catalonia, Spain. EU

1st Witness _____ _____
(Type or Print) (Signature in Full – No Initials)

2nd Witness _____ _____
(Type or Print) (Signature in Full – No Initials)

PTO/SB/30EFS (07-09)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

REQUEST FOR CONTINUED EXAMINATION(RCE)TRANSMITTAL
(Submitted Only via EFS-Web)

Application Number	14981345	Filing Date	2015-12-28	Docket Number (if applicable)	PU060222-US-CNT	Art Unit	2665
First Named Inventor	MENG-PING KAO			Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR		

This is a Request for Continued Examination (RCE) under 37 CFR 1.114 of the above-identified application.
Request for Continued Examination (RCE) practice under 37 CFR 1.114 does not apply to any utility or plant application filed prior to June 8, 1995, or to any design application. The Instruction Sheet for this form is located at WWW.USPTO.GOV

SUBMISSION REQUIRED UNDER 37 CFR 1.114

Note: If the RCE is proper, any previously filed unentered amendments and amendments enclosed with the RCE will be entered in the order in which they were filed unless applicant instructs otherwise. If applicant does not wish to have any previously filed unentered amendment(s) entered, applicant must request non-entry of such amendment(s).

☐ Previously submitted. If a final Office action is outstanding, any amendments filed after the final Office action may be considered as a submission even if this box is not checked.

- ☐ Consider the arguments in the Appeal Brief or Reply Brief previously filed on _____
- ☐ Other _____

☒ Enclosed

- ☐ Amendment/Reply
- ☒ Information Disclosure Statement (IDS)
- ☐ Affidavit(s)/ Declaration(s)
- ☐ Other _____

MISCELLANEOUS

☐ Suspension of action on the above-identified application is requested under 37 CFR 1.103(c) for a period of months _____ (Period of suspension shall not exceed 3 months; Fee under 37 CFR 1.17(i) required)

☐ Other _____

FEES

☒ **The RCE fee under 37 CFR 1.17(e) is required by 37 CFR 1.114 when the RCE is filed.**
The Director is hereby authorized to charge any underpayment of fees, or credit any overpayments, to Deposit Account No 070832

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT REQUIRED

X Patent Practitioner Signature

Applicant Signature

PTO/SB/30EFS (07-09)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Signature of Registered U.S. Patent Practitioner			
Signature	/Xiaoan Lu/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-09-27
Name	Xiaoan Lu	Registration Number	68449

This collection of information is required by 37 CFR 1.114. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO Meng-Ping
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	5590064		1996-12-31	ASTLE	
	2	6909745		2005-06-21	PURI ET AL.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20020080882		2002-06-27	KITAGAWA	
	2	20030219073		2003-11-27	LEE ET AL.	=JP2000059769
	3	20130077693		2013-03-28	DOLBY LABS LICENSING CORP.	=CN1663258
	4	20120213276		2012-08-23	HAGAI ET AL.	=JP2003179933

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO Meng-Ping
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	EP0781053	EP		1997-06-25	LUCENT TECHNOLOGIES INC.		
	2	EP0772365	EP		1997-05-07	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD		
	3	JP200059769	JP		2000-02-25	SAMSUNG ELECTRONIC CO LTD	=US20030219073	
	4	CN1663258	CN		2005-08-30	DOLBY LABS LICENSING CORP.	=US20130077693	
	5	JP2003179933	JP		2003-06-27	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD.	=US20120213276	

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1	FAN ET AL.: "JPEG decompression with reduced artifacts' Journal of the American Veterinary Medical Association, vol. 2186, 9 February 1994, pages 50-55, ISSN: 0003-1488 page 53, paragraph 2.2	
	2	LEE ET AL.: "Loop-filtering and post-filtering for low bit-rates moving picture coding" Image processing, 1999. ICIP 99. Proceedings 1999 international conference on Kobe, Japan 24-28 Oct. 1999, Vol. 1, 24 October 1999, pages 94-98.	
	3	GULERYUZ ET AL.: "A Nonlinear Loop Filter for Quantization Noise Removal in Hybrid Video Compression," Proc. IEEE Int'l Conf. on Image Proc. (ICIP2005), Genova, Italy, Sept. 2005.	

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO Meng-Ping
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

	4	PARK ET AL., "Theory of Projection onto the Narrow Quantization Constraint Set and Its Application", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 3, No. 10, October 1999.	
	5	ITU-T H.261 Line transmission of non telephone signals, Video codec for audiovisual services AT px64kbits; March 1993, pages I, 1-25, XP55224103	
	6	ITU-T H264: "Advanced video coding for generic audiovisual services", May 2005.	
	7	ITU-T H.264: "Audiovisual and Multimedia Systems, November 2007.	

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature		Date Considered	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO Meng-Ping
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

Fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ None

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Xiaoan Lu/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-09-27
Name/Print	Xiaoan Lu	Registration Number	68449

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these record s.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 772 365 A2

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:
07.05.1997 Bulletin 1997/19

(51) Int. Cl.[6]: **H04N 7/30**

(21) Application number: **96117549.4**

(22) Date of filing: **01.11.1996**

(84) Designated Contracting States:
DE FR GB IT NL

(30) Priority: **02.11.1995 JP 285838/95**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.**
Kadoma-shi, Osaka 571 (JP)

(72) Inventors:
- **Hayashi, Takaaki**
  Fukuoka-shi, Minami-ku, Matoba 816 (JP)
- **Etoh, Minoru**
  Osaka 576 (JP)

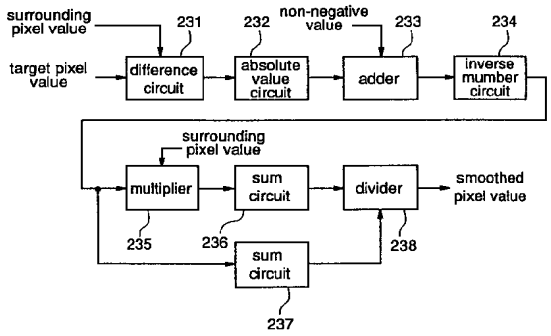
(74) Representative: **Kügele, Bernhard et al**
NOVAPAT INTERNATIONAL SA,
9, Rue du Valais
1202 Geneve (CH)

(54) Method and device for filtering a picture signal, and encoding/decoding using the same

(57) A great decrease of a step, i.e., block distortion, of such as antifact brightness and color, on a block boundary, leads to much visual improvement of picture quality.

Against a picture that has been encoded and decoded by block, the smoothing filter characteristics is changed according to quantizing parameter, block activity of a decoded picture, the activity of each pixel of the decoded picture, and the position with respect to a block boundary of a pixel. A smoothing filter utilizes a weighted mean whose weight is the inverse number of a difference between a target pixel and its surrounding pixels. The weighted mean is obtained by adding a certain number to a weight before taking its inverse number. The value to be added is controlled by the parameter. Similarly, the mixing ratio of a pixel value after performing the smoothing filter and a decoded pixel value is changed depending on the parameter. A filter having strong edge preserving property is utilized for the inside of a block, and a filter having weak edge preserving property is utilized for a block boundary. A filter having edge preserving property is utilized for the post/loop filter.

FIG.2



EP 0 772 365 A2

Description

FILED OF THE INVENTION

The present invention relates to a picture signal smoothing device, i.e., a picture filter, and its method in which against a picture that has been encoded and decoded by block, a smoothing filter processing whose strength changes depending on quantizing parameter and block activity of a decoded picture, is performed on each pixel position to obtain high quality picture free from antifact noise; and a picture encoding device and its method, and a picture decoding device and its method, all of which utilize the above filter as a postfilter or a loop filter.

BACKGROUND OF THE INVENTION

In order to encode a picture signal at high efficiency, there has been frequently used a moving picture encoding and decoding system and its device that appropriately encode a picture signal mainly by block. As a typical one, TV Conference system based on International Telegraph and Telephone Standard (ITU-T H. 261 standard) is generally used. By such encoding systems, however, a block-shaped step, i.e., block noise, due to quantizing error is perceived in a decoded picture. Further, it is known that if there is a rapid pixel change such as a character on a flat background, pseudo edge called as mosquito noise occurs in its surrounding. The block-shaped noise can be observed when a step of antifact brightness, color and the like occurs on a block boundary. In prior art techniques, a smoothing filter for decreasing such a step is utilized against the entire decoded picture or a pixel exists on the block boundary, to reduce the block-shaped noise.

Figure 24 is a block diagram of an inter-frame encoding and decoding system of the ITU-T H. 261 standard, and indicates the position at which block-shaped noise reducing process is performed. In this figure, a subtracter 11 generates a difference between an input picture signal 10 and a picture signal 24 of the previous frame that has been encoded, decoded and reconstituted. The difference is encoded in an encoder 12 by means of DCT, quantization and Huffman coding. An encoded error signal 13 is transmitted to a decoder 25, and is again returned to a difference signal in a local decorder 14 by means of inverse Huffman coding, inverse quantization and inverse DCT. This difference signal 15 contains operation errors in the encoder 12 and the local decorder 14, resulting in a value different from the difference generated in the subtracter 11.

Then, the difference signal 15 and the picture signal 24 of the previous frame are added in an adder 16 to generate a picture signal 17, which is then stored in a frame memory 18, standing by for the next picture signal input. In these operations, the processing is performed by block of a picture divided into 8×8 dot size.

When taking, in the subtracter 11, the difference between the input picture signal 10 and the previous picture signal 24 from the frame memory 18, there is generally employed technique called motion estimation and compensation. This technique is performed by a motion vector detector 19. Specifically, to obtain a difference between a signal stored in the frame memory 18 and an input signal, the detector 19 reads out the previous picture signal 21 from the frame memory 18, and slide the signal 21 up and down, and right and left, to obtain differences, thereafter, select a slide quantity with which the difference becomes the smallest, as a motion vector 22, which is then transmitted to a decoding side by multiplexing with an error signal 13 that has been multiplexed by a multiplexer 29a. The motion vector 22 is returned to the frame memory 18 as an address signal, to obtain a motion compensation predictive signal 20. The constitution of the encoder side is as mentioned above.

In the decoder side, a transmitted difference signal 13 is decoded in the decorder 25 by means of inverse Huffman coding, inverse quantization, and inverse DCT and motion vector extraction, and the motion vector 22 is given to the motion compensation frame memory 18 to read the motion compensation predictive signal 20 obtained by sliding, from the frame memory 18. The difference signal 15 decoded in the decorder 25, and the signal 20 read out from the frame memory 18 are added in the adder 16 to generate a picture signal 17, i.e., a local decoded signal. Against the picture signal 17 thus encoded, decoded and reconstructed, a filtering using a postfilter 26 is performed.
Alternatively, a filtering using a filter inside loop 23 is performed on the output from the frame memory 18, to reduce a block-shaped noise. Prior art techniques utilized in the above filterings will be described.

As a prior art 1, there is discussed the technique disclosed in "Study of the Method for Improving the Image Quality of Block Encoding Picture by Post Filter Process" by Mitsuya et al. (TECHNICAL REPORT OF IEICE, IE84-46), as shown in Figure 22. In this technique, the filtering is limited to a block that has less brightness change of an obtained decoded picture, in other words, a block at whose boundary a block distortion is liable to be actualized.
That is, a strong smoothing filtering is performed only on a pixel 50 on a block boundary. This filtering is performed by a low-pass filter (hereinafter referred to as "LPF") that takes a simple average of equal weight against nine pixels of a target pixel 40 and its surrounding eight pixels 41 to 48 in Figure 21. In this figure, numerals 51 and 52 designate a pixel inside a block and a block boundary, respectively.

As a prior art 2, there is discussed the technique described in "Postprocessing Algorithms for Noise Reduction of MPEG Coded Video" by Nakajima et al. (TECHNICAL REPORT OF IEICE, IE94-7, DSP94-7 (1994-04), (hereinafter

referred to as "technique of Nakajima")). In the technique of Nakajima, the mixing ratio of a decoded pixel value and a simple average of its surrounding pixel values is changed appropriately depending on the local activity of a picture, quantizing parameter, block activity and the position relation with a block boundary.

Assuming that a local region of the surrounding of the target pixel is a picture region (hereinafter referred to as "local region") of 3×3 pixels as shown in Figure 21, and that a region (hereinafter referred to as "picture block")in which σ_b^2 (block activity) is computed is a region of 8×8 pixel in which DCT operation as shown in Figure 20 is performed, the quantizing parameter in decoding is stored for each picture block.

In the local region as shown in Figure 20, a local average $\langle d(x, y)\rangle$is defined by the equation (1) for each of the entire pixels of a decoded picture.

In taking the sum (Σ) of the local averages, if a pixel is outside the range of a picture region depending on the values of i and j, the value of a target pixel is employed instead of the pixel outside of the picture range. Note that d(x, y) is a decoded pixel value of the coordinate (x, y).

$$\langle d(x, y)\rangle = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} d(x+i, y+j) \tag{1}$$

Then, each pixel dispersion (hereinafter referred to as "local activity") as defined by the equation (2) is obtained in the local region. As the definition of the dispersion, the sum of the square the difference between the local region and the local average of the equation (1) is obtained in each pixel as in the equation (1).

$$\sigma_d^2(x, y) = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1}(d(x+i, y+j)-\langle d(x, y)\rangle)^2 \tag{2}$$

Picture block dispersion (hereinafter referred to as "block activity") is defined by the equation (3). The block activity is defined for each of the picture blocks B_{00} to B_{22}, as shown in Figure 20.

$$\sigma_{bavg}^2(x, y) = \frac{1}{64}\sum_{t=0}^{+7}\sum_{k=0}^{+7}\sigma_d^2(x_b+k, y_b+1) \tag{3}$$

wherein x_b, y_b are values of the upper left corner coordinate that belongs to the picture block number b_n.

An m(x, y), d(x, y) and $\langle d(x, y)\rangle$ are respectively, a corrected pixel value, a decoded pixel value and a simple average pixel value of a local region, in the coordinate (x, y).

$$m(x, y) = (1-\beta)\langle(x, y)\rangle+\beta d(x, y) \tag{4}$$

Here, β is a mixing ratio of a decoded value and a value smoothed in the local region.

$$\beta = \frac{\sigma_d^2(x, y) - \sigma n^2(x, y)}{\sigma_d^2(x, y)} \tag{5}$$

In the pixel inside the picture block,

$$\sigma_n^2(x, y) = \sigma_{bn}^2\frac{\sigma_{bavg}^2}{\sigma_d^2(x, y)} \tag{6}$$

In the pixel on the picture block boundary,

$$\sigma_n^2(x, y) = \sigma_{bn}^2 \quad (7)$$

In this case, σ_{bn}^2 is a functional value whose variable are quantizing parameter and block activity, and also the experimental value illustrated with the graph in the report. In accordance with the report of Nakajima, β in the above equation (4) is changed so as to increase the proportion of the simple average, in the event that various picture noises are liable to occur, that is, under the following conditions:

a. when quantizing parameter is rough;
b. when block activity is high;
c. when noise occurs in a certain region of a picture; and
d. when a sharp edge exists inside a picture block.

As a prior art 3, a description will be given of the technique of "Gradient Inverse Weighted Smoothing Scheme and the Evaluation of its Performance" by D.C.C. Wang, A.H.Vagnucci and C.C.Li (Comp. Graphics Image Processing, Vol. 15, pp.167-181, 1981) (hereinafter referred to as "technique of Wang"). The technique of Wang is one which takes weighted mean of a target pixel and its surrounding pixels. Its weighting factor is the inverse number of the absolute value of the difference between the target pixel and its surrounding pixels, and defined by the following equations (8) to (11), wherein d(x, y) is a decoded pixel value of the coordinate (x, y); and m(x, y) is a pixel value after taking weighted mean in the coordinate (x, y).

$$m(x, y) = \frac{\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} w(i, j)\, d(x+i, y+j)}{\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} w(i,j)} \quad (8)$$

where,

$$\Delta D_{ij}(x, y) = |d(x+i, y+j) - d(x, y)| \quad (9)$$

provided that when $\Delta_{ij}(x, y)=0$, $\Delta D_{ij}(x, y)=2$,

$$w(i, j) = \frac{1}{\Delta_{ij}(x, y)} \quad (10)$$

(i, j = -1, 0, +1)
where

$$w(0, 0) = \frac{1}{2} \text{ and } \sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} w(i, j) = \frac{1}{2} \quad (11)$$

(i and j are not 0 at the same time)

In this technique, if the difference between a target pixel and its surrounding pixels is small, the weighting factor increases, so that the surrounding pixels are homogenized with a filtered target pixel value. On the contrary, if the difference is great, i.e., if an edge exists, the weighting factor decreases, leading to a filtering that preserves the edge.

As a prior art 4, there will be discussed the technique of a filter utilized in ITU-T advice H. 261 (hereinafter referred to as "H. 261 standard") which was approved by World Telecommunication Standardization Commission. The above filter is employed for an output of a frame memory in which a picture signal of the preceding frame is stored, that is, before obtaining a difference between the present picture signal and an input picture signal (see an in-loop filter 23 in Figure 24). The output of the above frame memory is filtered by 8×8 picture blocks.

The above filter is constituted by operating a primary filter horizontally or vertically, that is, a non-recursive filter having coefficients of 1/4, 1/2, 1/4 against a pixel inside a picture block. In cases where a pixel employed in filter operation is outside the picture block, the above filter functions as a primary filter having coefficients of 0, 1, 0. The filter coefficient

at the respective position of the 8×8 picture blocks are indicated in Figure 23, wherein numerals 61, 62, 63 and 64 designate filter coefficients in four corners, up and down ends, right and left ends, and an inner region, respectively. For the up and down ends, and the left and right ends, there are six pixels respectively. In the inner region, there are 36 pixels. The filter coefficient is slided when applying to each pixel.

In these basic filters of the prior art constitution, however, edge information that is inherently possessed by a picture except block noise is to be reduced because uniform filtering is performed on the entire decoded picture. In the case where only a block boundary is filtered using the technique of Mitsuya, when a continuous stroke originally crosses the block boundary, the continuous stroke blurs only on the block boundary. As a result, an observer will have an impression that such a block boundary is antifact.

The technique of Nakajima utilizes a mixture of a simple average of a decoded pixel value and its surrounding pixels values, so that its filtering blurs edge information within a picture block. Further, as defined in the equation (4), the proportion of a filter having no edge preserving property is enhanced on block boundaries, causing the same problem as in the technique of Mitsuya.

In the technique of Wang having the edge preserving property, the weighting factor of a target pixel is fixed at 1/2, and therefore, plural processing are needed in the identical picture. Further, the replacement of a weighting factor when a pixel difference value ΔD_{ij} is 0, may underestimate the weighting factor. Since this technique does not take into consideration block noise phenomenon on a block boundary, which occurs in diving a picture into blocks, a step of a block boundary might be erroneously recognized as an edge to be processed.

The filter of the H. 261 standard also does not have the edge preserving property, causing a blur of a decoded picture.

SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention to provide a picture signal smoothing device and its method that can reduce the deterioration of a decoded picture while suppressing a decrease in resolution of the entire picture.

It is a further object of the present invention to provide a picture encoding device and its method that can reduce deterioration of a decoded picture while suppressing a decrease in resolution of the entire picture.

It is a further object of the present invention to provide a picture decoding device and its method that can reduce deterioration of a decoded picture while suppressing a decrease in resolution of the entire picture.

Other objects and advantages of the present invention will become apparent from the detailed description given hereinafter; it should be understood, however, that the detailed description and specific embodiment are given by way of illustration only, since various changes and modifications within the scope of the invention will become apparent to the those skilled in the art from this detailed description.

According to a first aspect of the present invention, a picture signal smoothing device that performs a smoothing process is performed by applying a smoothing filter in which a sampled and digitized picture signal is filtered by weighted mean of a target pixel and its surrounding pixels, includes means for detecting a difference between a target pixel and its surrounding pixels; means for taking the absolute value of the difference; means for adding a non-negative value (m) to the absolute value of the difference thus detected; means for taking the inverse number (weighting factor) of the value after the adding; means for multiplying the value after taking of the inverse number and the surrounding pixels values together; means for taking a sum (A) of the value after the multiplying; means for taking a sum (B) of the inverse number (the weighting factor) alone; and means for dividing the sum (A) by the sum (B) of the weighting factor and normalizing (A/B).

Since the smoothing is performed by the inverse number of a difference value, if a target pixel is an isolated point, a difference value between the target pixel and each of its surrounding pixels is great, so that every surrounding has a similar weight. In the case where an edge exists near a target pixel, although the difference between the target pixel and the edge is great, the difference between the target pixel and its surrounding pixel except the edge is small. This leads to a constitution in which weighted mean is taken such that the weight of the edge side is small. A continuous edge can be preserved by this constitution, and the isolated point can be smoothed. In addition, by adding a non-negative value, the degree of noise influence can be controlled in the operation, and there is no possibility that the operation result after taking the inverse number is infinity.

According to a second aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for diving a picture to be filtered into blocks; and means for appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the roughness of quantizing parameter of each block that is represented by quantizing characteristics utilized in encoding or decoding each block of a picture signal.

Therefore, by controlling a non-negative value added prior to taking the inverse number in computing a weighting factor, using quantizing parameter, it is possible to erase noise that enlarges with enlarging quantizing error.

According to a third aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for computing a block activity indicating a change degree

of a pixel by block; and means for appropriately changing a non-negative value to be added to a difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the respective block activity.

When a picture is flat and has low block activity, it is easy to observe noise. In such a case, however, it is possible to prevent noise from being recognized by enlarging a noise recognizable width and enhancing flat smoothing characteristics.

According to a fourth aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; means that if the target pixel exists on a block boundary, detects a block activity (adjacent block activity) of a block adjacent to the block boundary; and means for appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the adjacent block activity.

When a picture is adjacent to a flat block, on its boundary, a continuous edge of brightness (hue) often occurs. In such a case, therefore, by detecting that an adjacent block is flat and has low block activity, the smoothing characteristics of a point at which the flat block touches is enhanced to blur the step on the boundary.

According to a fifth aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for mixing a signal value after the smoothing process by block, and a signal value prior to the smoothing process; means for appropriately changing the mixing ratio according to the roughness of quantizing parameter of each block that is represented by quantizing property utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

Therefore, the constitution that the final filtering value of a target pixel is obtained by mixing the smoothed signal value and the signal value prior to the smoothing, allows to change the filtering characteristics by picture block, according to the respective pixel character. When a quantizing parameter is 1, no quantizing error occurs, and therefore, no further process is required against the value after the final filtering, that is, the signal prior to the smoothing can be utilized as it is. This leads to the constitution that the mixing ratio is controlled by quantizing parameter, and it is possible that a smoothed signal value is not utilized in the filtering.

According to a sixth aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for mixing a signal value after the smoothing process by block, and a signal value prior to the smoothing process; means for appropriately changing the mixing ratio according to the respective block activity in a picture signal.

Thus, for a flat block having low block activity, by making the final filtering value include more smoothed and flat signal values, it is possible to erase noise that is noticeable in a flat block.

According to a seventh aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the first aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for mixing a signal value after the smoothing process by block, and a signal value prior to the smoothing process; means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; and means that if the target pixel exists on a block boundary, appropriately changes the mixing ratio according to an adjacent block activity of a block adjacent to the target pixel.

When a picture is adjacent to a flat block having low block activity, on its boundary, a continuous edge of brightness (hue) often occurs. In such a case, therefore, by detecting that an adjacent block is flat, the flatness of filtering characteristics of a point at which the flat block touches is enhanced to blur the boundary.

According to an eighth first aspect of the present invention, a picture signal smoothing device in which a filtering of a sampled and digitized picture signal is performed by a smoothing filter, includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; means for performing a filtering whose edge preserving property is weakened, if the target pixel exists on a block boundary; and means for performing a filtering having edge preserving property if the target pixel exists inside a block.

Therefore, by enhancing the edge preserving property inside a block and weakening it on a block boundary, it is possible to perform a filtering that retains edge being important element of a picture signal as much as possible.

According to a ninth aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the eighth aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; means for computing the activity of the target pixel from the target pixel value and its surrounding pixels values; and means that if the target exists on a block boundary, appropriately changes the strength of edge preserving property of a filter according to the activity of the target pixel.

When a target pixel exists on a block boundary and its activity is high, a step often occurs on the block boundary. In such a case, therefore, by increasing the flatness of smoothing characteristics and the proportion of smoothing characteristics in filtering characteristics, such a step can be erased.

According to a tenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing device of the eighth aspect includes means for dividing a picture to be filtered into blocks; means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; means for detecting whether a block boundary on which the target pixel exists, continues horizontally or vertically; and means for appropriately changing the strength of edge preserving property according to the direction of the block boundary to which the target pixel belongs.

Since a block noise occurs in the direction that a block boundary continues, by less preserving edge in that direc-

tion, it is possible to erase a block noise while strongly preserving an edge being vertical with respect to the block boundary.

According to an eleventh aspect of the present invention, a picture signal smoothing method in which a smoothing process is performed by applying a smoothing filter that performs a filtering of a sampled and digitized picture signal by weighted mean of a target pixel and its surrounding pixels, includes the steps of detecting a difference between a target pixel and its surrounding pixels; taking the absolute value of the difference; adding a non-negative value (m) to the absolute value of the difference thus detected; taking the inverse number (weighting factor) of the value after the adding; multiplying the value after taking of the inverse number and the surrounding pixels values together; taking a sum (A) of the value after the multiplying; taking a sum (B) of the inverse number (the weighting factor) alone; and dividing the sum (A) by the sum (B) of the weighting factor and normalizing (A/B).

Since the smoothing is performed by the inverse number of a difference value, if a target pixel is an isolated point, a difference value between the target pixel and each of its surrounding pixels is great, so that the entire surrounding has a similar weight. In the case where an edge exist near a target pixel, although the difference between the target pixel and the edge is great, the difference between the target pixel and its surrounding pixel except the edge is small. This leads to a constitution in which a weighted mean is taken such that the weight of the edge side is small. A continuous edge can be preserved by this constitution, and the isolated point can be smoothed. In addition, by adding a non-negative value, the degree of noise influence can be controlled in the operation, and there is no possibility that the operation result after taking the inverse number is infinity.

According to a twelfth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of diving a picture to be filtered into blocks; and appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the roughness of quantizing parameter in each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

Therefore, by controlling a non-negative value that is added prior to taking the inverse number in computing a weighting factor, using quantizing parameter, it is possible to erase noise that enlarges with enlarging quantizing error.

According to a thirteenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of dividing a picture being to be filtered into blocks; computing a block activity indicating a change degree of a pixel, by block; and appropriately changing a non-negative value to be added to a difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the respective block activity.

When a picture is flat and has low block activity, it is easy to observe noise. In such a case, however, it is possible to prevent noise from being recognized by enlarging a noise recognizable width and enhancing flat smoothing characteristics.

According to a fourteenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; detecting whether a target pixel exists on a block boundary; if the target pixel exists on a block boundary, detecting a block activity (adjacent block activity) of a block adjacent to the block boundary; appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and its surrounding pixels, according to the adjacent block activity.

When a picture is adjacent to a flat block, on its boundary, a continuous edge of brightness (hue) often occurs. In such a case, therefore, by detecting that an adjacent block is flat having low block activity, the flatness of the smoothing characteristics of a point at which the flat block touches is enhanced to blur the step on the boundary.

According to a fifteenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; mixing a signal value after the smoothing process by block, and a signal value prior to the smoothing process; and appropriately changing the mixing ratio according to the roughness of quantizing parameter of each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

Therefore, the constitution in which the final filtering value of a target pixel is obtained by mixing the smoothed signal value and the signal value prior to the smoothing, allows to change the filtering characteristics of each picture block, according to the respective pixel character. When the quantizing parameter is 1, no quantizing error occurs, and therefore, no further process is required against the value after the final filtering, that is, the previous signal can be utilized as it is. This leads to the constitution that the mixing ratio is controlled by the quantizing parameter, and it is possible that a smoothed signal value is not utilized in the filtering.

According to a sixteenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of dividing a picture being to be filtered into blocks; mixing a signal value after the smoothing process by block, and a signal value prior to the smoothing process; and appropriately changing the mixing ratio according to the respective block activity in a picture signal.

Thus, for a flat block having low block activity, by making the final filtering value include more smoothed and flat signal values, it is possible to erase noise being noticeable in a flat block.

According to a seventeenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eleventh aspect includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; mixing a signal value after the smoothing proc-

ess by block, and a signal value prior to the smoothing process; detecting whether a target pixel exists on a block boundary; and if the target pixel exists on a block boundary, appropriately changing the mixing ratio according to an adjacent block activity of an adjacent block that touches the target pixel.

When a picture is adjacent to a flat block having low block activity, on its boundary, a continuous edge of brightness (hue) often occurs. In such a case, therefore, by detecting that an adjacent block is flat, the flatness of the filtering characteristics of a point at which the flat block touches is enhanced to blur the boundary.

According to an eighteenth aspect of the present invention, a picture signal smoothing method in which a filtering of a sampled and digitized picture signal is performed by a smoothing filter, includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; detecting whether a target pixel exists on a block boundary; performing a filtering whose edge preserving property is weakened, if the target pixel exists on a block boundary; and performing a filtering having edge preserving property if the target pixel exists inside a block.

Therefore, by enhancing edge preserving property inside a block and weakening it on a block boundary, it is possible to perform a filtering that retains edge being important element of a picture signal as much as possible.

According to a nineteenth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eighteenth aspect includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; detecting whether a target pixel exists on a block boundary; computing an activity of the target pixel from the target pixel value and its surrounding pixels values; and appropriately changing the strength of edge preserving property of a filter according to the activity of the target pixel, if the target pixel exists on a block boundary.

When a target pixel exists on a block boundary and its activity is high, a step often occurs on the block boundary. In such a case, therefore, by increasing the flatness of smoothing characteristics and the proportion of smoothing characteristics in filtering characteristic, such a step can be erased.

According to a twentieth aspect of the present invention, the picture signal smoothing method of the eighteenth aspect includes the steps of dividing a picture to be filtered into blocks; detecting whether a target pixel exists on a block boundary; detecting whether a block boundary at which the target pixel exists, continues horizontally or vertically; and appropriately changing the strength of edge preserving property according to the direction of the block boundary to which the target pixel belongs.

Since a block noise occurs in the direction that a block boundary continues, the employment of a filter that weakly preserves the edge in that direction, allows to erase a block noise while strongly preserving the edge being vertical with respect to the block boundary.

According to a twenty-first aspect of the present invention, a picture encoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, is characterized in that a filter having edge preserving property is employed as the above filter, and a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device is input, as a local decoding signal, to the frame memory storing a picture signal of the previous frame.

Thus, the construction that a pixel value after the filtering is written to a decoded signal in the frame memory, allows to reduce a block noise while retaining edge, to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a twenty-second aspect of the present invention, the picture encoding device of the twenty-first aspect includes means for dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block; means for determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and means that only when the difference exceeds the threshold value, the corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

When there exists a picture block to which no additional difference component is added (i.e., a picture block signal that has been filtered and stored in the frame memory), by not making another filtering against the identical picture, a picture blur can be prevented.

According to a twenty-third aspect of the present invention, a picture encoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes means for computing a motion vector; means for reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and a filter having edge preserving property, which filter processes an output signal of the frame memory.

Therefore, the feature that an in-loop filter inside an encoding loop is constituted by the above filter, enables to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a twenty-fourth aspect of the present invention, a picture decoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, is characterized in that a filter having edge preserving property is employed as the above filter, and a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device is input, as a local decoding signal, to the frame memory storing

the picture signal of the previous frame.

Therefore, the construction that a pixel value after the filtering is written to a decoded signal in the frame memory, allows to reduce a block noise while retaining edge, to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a twenty-fifth aspect of the present invention, the picture decoding device of the twenty-fourth aspect includes means for dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block; means for determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and means that only when the difference exceeds the threshold value, the corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

In the case where there exists a picture block to which no additional difference component is added (i.e., a picture block signal that has been filtered and stored in the frame memory), by not performing another filtering against the identical picture, a picture blur can be prevented.

According to a twenty-sixth aspect of the present invention, a picture decoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes means for computing a motion vector; means for reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and a filter having edge preserving property, which filter processes an output signal of the frame memory.

Therefore, the feature that an in-loop filter inside an encoding loop is constituted by the above filter, enables to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to realize a picture signal decoding that reduces transmission bit quantity.

According to a twenty-seventh aspect of the present invention, a picture encoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes the steps of performing a process using a filter having edge preserving property; and inputting a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device to the frame memory storing a picture signal of the previous frame, as a local decoding signal.

Therefore, the feature that an in-loop filter inside an encoding loop is constituted by the above filter, enables to decrease a block noise while retaining edge, to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a twenty-eighth aspect of the present invention, the picture encoding method of the twenty-seventh aspect includes the step of dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block; the step of determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and the step in which only when the difference exceeds the threshold value, such a block is processed by a filter having edge preserving property.

In the case where there exists a picture block to which no additional difference component is added (i.e., a picture block signal that has been filtered and stored in the frame memory), by not performing another filtering against the identical picture, a picture blur can be prevented.

According to a twenty-ninth aspect of the present invention, a picture encoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes the steps of computing a motion vector; reading a picture value stored in a frame memory with consideration of a motion vector; and processing an output signal of the frame memory by using a filter having edge preserving property.

Therefore, the feature that an in-loop filter inside an encoding loop is constituted by the above filter, enables to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a thirtieth aspect of the present invention, a picture decoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes the steps of performing a process using a filter having edge preserving property; and inputting a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device to the frame memory storing the picture signal of the previous frame, as a decoded signal.

Therefore, the construction that a pixel value after the filtering is written to a decoded signal in the frame memory, allows to reduce a block noise while retaining edge, to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

According to a thirty-first aspect of the present invention, the picture decoding method of the thirtieth aspect includes the step of dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block; the step of determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and the step that only when the difference exceeds the threshold value, the corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

In the case where there exists a picture block to which no additional difference component is added (i.e., a picture

block signal that has been filtered and stored in the frame memory), by not performing another filtering against the identical picture, a picture blur can be prevented.

According to a thirty-second aspect of the present invention, a picture decoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal corresponding to one or a plurality of frames or fields, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, includes the steps of computing a motion vector; reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and processing an output signal of the frame memory by using a filter having edge preserving property.

Therefore, the features that an in-loop filter inside an encoding loop is constituted by the above filter, enables to decrease predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, and to reduce transmission bit quantity.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a block diagram illustrating an inter-frame encoding system to which the present invention is applied.
Figure 2 is a block diagram illustrating a constitution of a smoothing filter of the present invention.
Figure 3 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 4 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 5 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 6 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 7 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 8 is a block diagram of a further constitution that is added to the smoothing filter of Figure 2.
Figure 9 is a block diagram of a constitution of the smoothing filter of the present invention.
Figure 10 is a block diagram of a further constitution of the smoothing filter of the present invention.
Figure 11 is a block diagram of a further constitution of the smoothing filter of the present invention.
Figure 12 is a block diagram of a further constitution of the smoothing filter of the present invention.
Figure 13 is a detail flow chart of a filter controlling of the present invention.
Figure 14 is a detail flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 15 is a detail flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 16 is a detail flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 17 is a detail flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 18 is a detail flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 19 is a schematic flow chart of a further filter controlling of the present invention.
Figure 20 is a diagram illustrating block dividing and adjacent blocks adjacent to a target pixel.
Figure 21 is a diagram illustrating local regions of the equations (1), (2) and (7).
Figure 22 is a diagram explaining one example of IE84-46 in the TECHNICAL REPORT OF IEICE.
Figure 23 is a diagram explaining filter coefficients of the H. 261 standard.
Figure 24 is a block diagram of an inter-frame encoding system to which a prior art filtering system is applied.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

A description will be given of embodiments of the present invention, referring to Figure 1 through Figure 20.

[Embodiment 1]

In order to reduce deterioration of a decoded picture and suppress a decrease of resolution of the entire picture, the embodiment 1 of the present invention has a constitution in which after adding a non-negative value to a difference value between a decoded target pixel and its surrounding pixel, an inverse number is taken and, there is employed a smoothing filter that utilizes such an inverse number as a weight and has edge preserving property. In this smoothing filter, a smoothing is performed by the inverse number of a difference value, and therefore, if a target pixel is an isolated point, the difference between the target pixel and every surrounding pixel is great and all surrounding pixels have a similar weight. If there is an edge adjacent to a target pixel, a difference between the target pixel and the edge is great, but the difference between the target pixel and the surrounding pixel except the edge is small. This leads to a constitution in which a weighted mean is taken so that the weight of the edge side is small. A continuous edge can be preserved by this constitution, and the isolated point can be smoothed. By controlling a non-negative value that is added prior to taking the inverse number in computing a weighting factor, it is possible to erase noise of not more than a certain value, as well as quantizing error. Further, the use of the above smoothing filter enables to greatly reduce distortion occurred on block boundaries, leading to much visual improvement of picture quality. Furthermore, since in the smoothing process, characteristics of the smoothing filter is changed according to the roughness of a decoded parameter and the activity

of a picture signal, it is possible to suppress deterioration of resolution of the entire decoded picture, to obtain a decoding picture that is visually legible and has high quality.

Figure 1 is a block diagram of a picture encoding and decoding device in the present invention. There are indicated the positions of an in-loop filter 23 and a postfilter 26, in addition to the constitution as previously described in the prior art.

Figure 2 shows a constitution of a block of a smoothing filter that is installed in the in-loop filter 23 or the postfilter 26 in Figure 1. A difference circuit 231 detects a difference between a target pixel value and its surrounding pixel value, and an absolute value circuit 232 takes the absolute value of the detected difference. The absolute value is added to a non-negative value m in an adder 233, and the inverse number of a resultant value thus added is taken in an inverse number circuit 234, to obtain a weighting factor. The weighting factor is multiplied by the surrounding pixel value in a multiplier 235. A sum circuit 236 takes the sum of the multiplied values. A sum circuit 237 takes the sum of the weighting factors. The sum taken in the sum circuit 236 is divided by the sum taken by the sum circuit 237, to obtain a smoothed pixel value.

Figure 3 shows a constitution added to the smoothing filter in Figure 2. A picture block divider 2331 divides a picture to be filtered into blocks. A quantizing parameter for each picture of a block thus divided is computed in a quantizing parameter computer 2332. According to roughness of the quantizing parameter, a non-negative added value variant part 2333 changes a non-negative value m to be added in the adder 233.

Figure 4 shows a further constitution to be added to the smoothing filter in Figure 2. A block activity computer 2334 computes an activity of each picture in a divided block. According to the block activity, the non-negative added value variant part 2333 changes a non-negative value m to be added in the adder 233 in Figure 2.

Figure 5 shows a further constitution to be added to the smoothing filter in Figure 2. A pixel position detector 2335 detects whether a target pixel exists on a block boundary. If the target pixel exists on the block boundary, the block activity computer 2334 detects the activity of a block adjacent to the target pixel, and the non-negative added value variant part 2333 changes a non-negative value m to be added in the adder 233 in Figure 2.

Figure 6 shows a further constitution to be added to the smoothing filter in Figure 2. The quantizing parameter computer 2332 computes a quantizing parameter of each block in a picture signal. According to roughness of the respective quantizing parameter, a signal mixer 2336 appropriately changes the mixing ratio of a signal value after being smoothed by block in a picture signal, and a signal value before being smoothed.

Figure 7 shows a further constitution to be added to the smoothing filter in Figure 2. The block activity computer 2334 computes the activity of each block in a picture signal. According to the respective activity, the signal mixer 2336 appropriately changes the mixing ratio of a signal value after being smoothed by block in a picture signal, and a signal value before being smoothed.

Figure 8 shows a further constitution to be added to the smoothing filter in Figure 2. The pixel position detector 2335 detects whether a target pixel exists on a block boundary. If the target pixel is in such a position that it contacts with the block boundary, the signal mixer 2336 appropriately changes the mixing ratio of a signal value after being smoothed by block in a picture signal, and a signal value before being smoothed.

Figure 9 shows a constitution of the smoothing filter in Figure 2. The pixel position detector 2335 detects whether a target pixel exists on a block boundary. If the target pixel exists on the block boundary, there is selected a filter circuit 2337 that performs a smooth filtering whose edge preserving property is weakened. If the target pixel exists inside a block, there is selected a filter circuit 2338 that performs a smooth filtering having edge preserving property.

Figure 10 shows a further constitution of the smoothing filter in Figure 2. The pixel position detector 2335 detects whether a target pixel exists on a block boundary. If the target pixel exists on the block boundary, the activity computer 2340 computes the activity of the target pixel from the target pixel value and its surrounding pixel value. According to the activity, the filter circuit 2337 that performs a smooth filtering whose edge preserving property is weakened, or the filter circuit 2338 that performs a smooth filtering having edge preserving property is selected.

Figure 11 shows a further constitution of the smoothing filter in Figure 2. The pixel position detector 2335 detects whether a target pixel exists on a block boundary. If the target pixel exists on the block boundary, a boundary continuous direction detector 2341 detects whether the block boundary to which the target pixel belongs continues horizontally or vertically. According the direction of the block to which the target pixel belongs, the filter circuit 2337 that performs a smooth filtering whose edge preserving property is weakened, or the filter circuit 2338 that performs a smooth filtering having edge preserving property is selected.

Figure 12 shows a constitution in which the picture encoding and decoding device in Figure 1 or the smoothing filter in Figure 2 through Figure 11 is realized by software. A picture input part 300 inputs a picture data. The input picture data is input directly to a CPU 100 via a bus 150, alternatively, after the input picture data is stored in a picture memory 200, it is read from the picture memory 200 and input to the CPU 100. The picture data input to the CPU 100 is processed by software and input directly to a picture output part 400 via the bus 150, alternatively, after the input picture data is stored in the picture memory 200, it is read from the picture memory 200 and input to the picture output part 400.

In order to clarify the definition of the technique of the embodiment 1 of the present invention, similar equations as defined in the description of the prior art will be defined here.

Assuming that a local region of the surrounding of a target pixel (hereinafter referred to as "local region") is a picture region of 3×3 pixels as shown in Figure 21, and that a region in which σ_b^2 (block activity) is computed is a region (hereinafter referred to as "picture block") of 8×8 pixels in which DCT operation as shown in Figure 20 is performed, a quantizing parameter in decoding is stored by picture block.

Against each of the entire pixels of a decoded picture, a local average value $\langle d(x, y) \rangle$ is defined in a local region as shown in Figure 21, based on the equation (12).

In taking the sum Σ of the local average values, if the value is outside of the range of the picture region depending on the values of i and j, the value of the target pixel is employed. Note that d(x, y) is a decoded pixel value of the coordinate (x, y).

$$\langle d(x, y) \rangle = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} d(x+i, y+j) \tag{12}$$

Then, a dispersion of each pixel (hereinafter referred to as "local activity"), as defined by the equation (13), is obtained in the local region. Here, the sum of the square of the difference between the local region and the local average of the equation (12) is obtained as the definition of the dispersion. This definition is given to every pixel as in the equation (12).

$$\sigma_d^2(x, y) = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} (d(x+i, y+j) - \langle d(x, y) \rangle)^2 \tag{13}$$

Picture block dispersion (hereinafter referred to as "block activity") is defined by the equation (14). The block activity is defined by block, as shown in Figure 20.

$$\sigma_b^2[bn] = \frac{1}{64} \sum_{t=0}^{+7} \sum_{k=0}^{+7} \sigma_d^2(x_b+k, y_b+1) \tag{14}$$

wherein x_b, y_b are values of the upper left corner coordinate that belongs to the picture block number b_n.

An m(x, y), d(x, y) and $\langle s(x, y) \rangle$ are respectively a corrected pixel value, a decoded pixel value and a pixel value that has been smoothed by local region.

$$m(x, y) = (1-\lambda)\, d(x, y) + \lambda s(x, y) \tag{15}$$

Here, λ is a mixing ratio of a decoded value and a value smoothed by local region. The mixing ratio is defined by the following equations (16) to (18), wherein QP is a quantizing parameter in decoding, σ_b^2 is a block activity computed by the equation (14).

If the quantizing parameter is great, quantizing error is liable to occur. If the block activity of a decoded picture is great, many steps of a pixel value present. For this, it is so constituted that the smoothing characteristics is enhanced.

Thus it is possible to change filtering characteristics by picture block, depending on each pixel character. Additionally, when the quantizing parameter is 1, no quantizing error occurs, so that the value after the final filtering can be held at a signal prior to the smoothing process. As a result, the constitution in which the mixing ratio is controlled by quantizing parameter, enables to prevent a smoothed signal value from being utilized in the filtering, allowing to skip the filtering process. Therefore, when the device is constituted by CPU or DSP, its processing time can be reduced.

In a flat block having low block activity, by making the final filtering value contain smoothed and flat signals as much as possible, it is possible to erase noise being noticeable in a flat block.

$$\lambda = \sqrt{\left(\frac{QP[bn]}{31} \times \frac{\sigma_b^2[bn]}{\delta_1}\right)} \tag{16}$$

A decoded value d(x, y) in the coordinate (x, y) is not included in the smoothing of the second term s(x, y) in the right side as defined in the equation (15). From the definitions of the equations (18) and (21), the pixel value of a target

position d(x, y) is not included in the pixel value s(x, y) after the smoothing. Therefore, the range of the value λ is as set below.

$$0 \leqq \lambda \leqq \lambda_{max} \tag{17}$$

When λ of the equation (16) results in underflow with a value in the range of the equation (17), it is fixed at the minimum value. In overflow, it is fixed at the maximum value.

Next defined is a pixel value computing of a smoothing of the second term in the right side as employed in the equation (15).

The smoothing is to take a weighted mean of a surrounding pixel according to a weight as defined in the equation (21). Since the weight is defined by the inverse number of a difference between pixel values, a place such as an edge in which the difference between pixel values is great, has no influence on the smoothing. That is, the smoothing is so performed that edge is preserved.

$$s(x, y) = \frac{\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} w(i, j)\, d(x+i, y+j)}{\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} w(i,j)} \tag{18}$$

A difference from a surrounding pixel of the coordinate (x, y) is taken by local region and, for normalization, a non-negative number m is added to the absolute value of the difference from each pixel. By the action of this term, even if d(x, y)-d(x+i, y+j)=0 , there is no possibility that the equation (21) becomes infinity.

Further, when the difference value from the surrounding pixel is m or less, by the action of this term, a value near a simple average of the surrounding pixels is to be computed.

Thus, since the smoothing is performed by the inverse number of the difference value as previously described, a continuous edge can be preserved by this constitution, and an isolation point can be smoothed. Furthermore, by adding a non-negative value, it is possible that the operation result after taking the inverse number will be infinity.

$$\Delta D_{ij}(x, y) = |d(x+1, y+j)-d(x, y)|+m \tag{19}$$

If the value m of the second term in the right side is great, there functions to mask a pixel value difference (the first term in the right side) being the edge preserving effect. Although the mask value may be replaced with a fixed value, in order that the change of quantizing error is reflected, it is controlled by the quantizing parameter as indicated in the equation (20). This enables to erase noise that enlarges with enlarging the quantizing error.

$$m = \frac{QP[bn]}{2} \tag{20}$$

$$w(i, j) = \frac{1}{\Delta D_{ij}(x, y)} \tag{21}$$

(i, j = -1, 0, +1; and w(0, 0) = 0)

When block distortion occurs, the local activity δ_b^2 is 0, inside a block. A pixel on a block boundary has a great local activity because a surrounding pixel touches an adjacent block to cause a step. In such circumstances, however, since an average is taken by block, the block activity δ_b^2 is below a certain threshold value δ_2. In order to strongly erase a block distortion, an additional limiting item is set to λ being computed by the equations (16) and (17). This enables to enlarge a noise recognizable width and enhance flat smoothing characteristics, thereby preventing noise from being recognized.

When

$$\sigma_b^2[bn] \leqq \delta_2,\ m=QP[bn],\ \lambda=\lambda_{max} \tag{22}$$

If a target pixel exists on a block boundary and is under the following conditions of (i) and (ii), the smoothing characteristics is enhanced. These conditions leads to such a filtering that the edge preserving property is strong inside a block and is weak on a block boundary.

Therefore, if a picture is adjacent to a flat block, it is detected that such an adjacent block is flat and has low block

activity, so that the flatness of the smoothing characteristics of a point at which the flat block touches, is increased to blur a predictable boundary step.

If a picture is adjacent to a flat block having low block activity, it is detected that such an adjacent block is flat, so that the flatness of the smoothing characteristics of a point at which the flat block touches, is increased to blur a predictable boundary step.

If a target point exists on a block boundary and has high activity, the flatness of the smoothing characteristics and the proportion of the smoothing characteristics in filtering characteristics are increased to erase a predictable step.

$$m = QP[bn],\ \lambda = \lambda_{max} \tag{23}$$

(i) In the case where a block activity of a block adjacent to a picture block to which a target pixel touches is lower than a certain threshold value δ_2.

In the equation (22), only an activity of a block to which a target pixel belongs is determined. The conditions (i) determines an activity of an adjacent block.

In Figure 20, provided that the number 30 is a target pixel, the number 31 is an adjacent block.

(ii) In the case where a local activity of a target pixel is higher than a certain threshold value δ_3. This corresponds to the case where a waveform that is composed of a frequency component having a high rectangular conversion (DCT conversion), is cut on a block boundary, and a step occurs between the waveform and an adjacent block.

Each example of the threshold values λ_{max}, δ_1, δ_2 and δ_3 is as below.

$$\lambda_{max} = 0.75 \tag{24}$$

$$\delta_1 = \frac{\sigma_{pic}}{25} \times \sigma_{pic} \tag{25}$$

$$\delta_2 = 75 \text{ for a brightness (Y)}$$

$$\delta_2 = 30 \text{ for a hue (U, V)} \tag{26}$$

$$\delta_3 = 35 \times \delta_{pic} \tag{27}$$

$$\sigma_{pic} = \frac{1}{M \times N} \sum_{M} \sum_{N} \sigma_b^2[bn] \tag{28}$$

wherein σ_{pic} is a mean of block activities in the entire picture; M is the block number in the horizontal direction; and N is the block number in the vertical direction.

When a picture is divided into blocks of 8×8, x of the coordinate (x, y) is a multiple of 8, or a surplus of the multiple of 8 is 7, there exists a block boundary that continues in the vertical direction.

Similarly, when y is a multiple of 8, or a surplus of the multiple of 8 is 7, there exists a block boundary that continues in the horizontal direction.

(iii) In the case where a target pixel belongs to a block boundary, and its local activity is higher than δ_3

Since it is determined that a block noise occurs on a block boundary, the above equations (19) and (20) should be newly defined as follows:

$$\Delta D_{ij}(x, y) = |d(x+1, y+j) - d(x, y)| + m(i, j) \tag{29}$$

$$m(i, j) = QP[bn]\ (i, j = -1, 0, +1) \tag{30}$$

When a coordinate where the block boundary that continues in the horizontal direction, is under the above conditions (iii), a horizontal block noise occurs, to weak smoothing characteristics of a pixel horizontally adjacent to a target pixel.

When

$$i=0;\ \text{and}\ j=-1, +1,\ m(0, j)=2\times QP[bn] \tag{31}$$

Similarly, for a vertical block noise:

When

$$i=-1, +1; \text{ and } j=0,\ m(i, 0)=2\times QP[bn] \quad (32)$$

The above constitution underestimates weighting factors of two pixels facing each other across a target pixel being parallel to a block noise. This leads to a strong function of filter characteristics in the vertical direction with respect to the block noise direction. This enables to erase block noise and strongly preserve an edge being vertical with respect to the direction of a block boundary. As a result, it is possible to perform such a filtering that retains edge being important element of a picture signal as much as possible.

The operation of the filter 23 or 26 in Figure 1 will be described in accordance with flow charts of Figures 13 through Figure 18, which illustrate the actual computing procedure for the device as shown in Figure 12.

In Step S1, against every pixel of a picture signal, a local mean $\langle d(x, y)\rangle$ for each pixel of a decoded picture is computed based on the equation (12).

In Step S2, similarly to S1, a local activity $\sigma_d^2(x, y)$ is computed based on the equation (13).

In Step S3, a block activity $\sigma_b^2[bn]$ for each picture block of 8×8 dot is computed based on the equation (14), and a quantizing parameter QP[bn] is read in.

In Steps S4, S5 and S25, a loop is turned on every picture block. In each loop, the following calculations is made on each block.

In Step S6, a mixing ratio λ is computed based on the equation (16). At this time, δ_1 is a fixed value.

In Step S7, a non-negative value m is determined based on the equation (20).

In Steps S8 and S9, if a mixing ratio λ exceeds a limit range, the λ is limited to λ_{max} (see the equation (17)).

In Steps S10 and S11, if the block activity $\sigma_b^2[bn]$ of a picture block as computed in S3 is not more than a certain threshold value δ_2, it is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn] , as indicated in the equation (22).

In Steps S12, S13, S14, S21, S22, S23 and S24, a loop is turned on every pixel in a picture block. Variables k and l are incremental in x and y directions, respectively. Since the size of the picture block is 8×8, there increases in a range of 0 to 7. Each of x_b and y_b is the upper left corner coordinate in a target pixel block.

In Step S16, it is determined whether when the variables k and l are 0 or 7, a target pixel exists on a block boundary as shown by the circles in Figure 20.

In Steps S26, S27 and S28, when the variable l is 0, the target pixel is at the upper side of a target block B_{11} in Figure 20. Therefore, if a block B_{01} adjacent to the upper side of the target block is $\sigma_b^2[bn-M] \leqq \delta_2$, there is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn] (see the equation (23) and the conditions (i)).

In Steps S29, S30 and S31, when the variable k is 7, the target pixel is at the right side of the target block B_{11}. Therefore, a block B_{12} adjacent to the right of the target block is $\sigma_b^2[bn+1] \leqq \delta_2$, there is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn]

In Steps S32, S33 and S34, when the variable 1 is 7, the target pixel is at under side of the target block B_{11}. Therefore, if a block B_{21} adjacent to the bottom of the target block is $\sigma_b^2[bn+M] \leqq \delta_2$, there is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn]

In Steps S35, S36 and S37, when the variable k is 0, the target pixel is at the left side of the target block B_{11}. Therefore, if a block B_{10} adjacent to the bottom of the target block is $\sigma_b^2[bn-1] \leqq \delta_2$, there is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn] .

In Steps 38 and S39, when the local activity $\sigma_d^2(x, y)$ is not less than the threshold value δ_3, there is replaced with $\lambda=\lambda_{max}$, m=QP[bn] (see the equation (23) and the condition (ii)).

In Step 17, setting the variable i and j be ±1, a difference between a target pixel and its surrounding pixel is computed, and a non-negative value m is added to the absolute value of the difference (see the equation (19)). The inverse number of the equation (19) is employed as a weight w(i, j) of the target pixel (see the equation (21)).

In Steps 18 and 19, the sum A of the product of the weight computed in S17 and a pixel value of a corresponding pixel is computed. The sum B of the weight is computed. Then, A/B is computed to obtain a smoothing value s.

In Step S20, as in the equation (15), a target pixel value and a smoothing value is mixed according to a mixing ratio λ, to obtain a pixel value of the filtered target pixel.

Figure 19 is a flow chart illustrating the outline of the processes shown in Figure 13 through Figure 18. Therefore, the corresponding relation alone is illustrated.

Table 1

Fig. 8	Figs. 2-7
S1	S1, S2, S3
S2	S6
S3, S4	S10, S11
S5, S12	S12, S13, S14, S21, S22, S23, S24
S6, S7, S8	S16, S26 to S39
S9	S17
S10	S18, S19
S11	S20

[Embodiment 2]

In the embodiment 2, a constitution shown by the solid line 17 in Figure 1 is replaced with that shown by a broken line 28. A filter having edge preserving property that is employed as the postfilter 26 is the same as described in the embodiment 1. This constitution allows to suppress a random noise that occurs in encoding and decoding of a picture, and also allows to smooth a picture signal and preserve edge. As a result, predictive error between the present picture signal and an input picture signal of the next frame can be decreased, and transmission bit quantity in encoding and decoding can be reduced.

A description will be given of a device and method that performs a processing in the case where a step computed by the subtracter 11 in Figure 1, is below a certain threshold value, that is, the case where a step is not encoded in the encoder 12 in Figure 1 (e.g., a meaningless block in the H. 261 standard). Therefore, this case corresponds to a picture of a corresponding picture block which has just being read from the frame memory 18 in Figure 1. In this case, the picture stored in the frame memory has already filtered by the previous frame. Thus, against the picture data of the frame memory itself, another filtering is unnecessary. Accordingly, a filtering having edge preserving property is performed only on a meaningful block whose step has been encoded, and therefore, another filtering is not performed on the identical picture, thereby preventing a picture blur.

A description will be given of the case where the smoothing method of the present invention is applied to an in-loop filter (i.e., reference numeral 23 in Figure 1) in the encoding part and the decoding part.

The numeral 20 in Figure 1 designates a picture signal given motion compensation. Therefore, a quantizing parameter and a block activity which are stored by block do not agree with a DCT block division. For this, the value λ in the equation (16) is fixed, and against the picture block given motion compensation, the equation (14) is computed from the equation (12). At this time, the motion compensation is computed using a pixel value that the frame memory stores prior to the filtering, and an input signal.

$$\lambda = \lambda_{fix} \tag{33}$$

When the block activity is smaller than a certain threshold value δ_2, provided that:

when

$$\sigma_b^2 \leqq \delta_2,\ \lambda=\lambda_{max},\ m=\delta_4 \tag{34}$$

the mean square error (the equation (35)) of between the input picture and the frame memory is greater than the mean square error (the equation (36)) of the input picture and the frame memory after filtering, an in-loop filter in a decoding loop is constituted by the equations (15), (18) and (21).

$$MSE1 = \frac{1}{64}\sum_{l=o}^{+7}\sum_{k=0}^{+7}(d(x+1, y+k)-i(x+1, y+k))^2 \tag{35}$$

$$MSE2 = \frac{1}{64}\sum_{l=o}^{+7}\sum_{k=0}^{+7}(m(x+1, y+k)-i(x+1, y+k))^2 \quad (36)$$

wherein d(x, y) is a picture value that is stored in the frame memory and given motion compensation; i(x, y) is an input picture signal; and m(x, y) is a picture value obtained by applying the filter of the present invention to a picture block given motion compensation.

Accordingly, the feature that the in-loop filter in the encoding loop and the decoding loop is constituted by the filter having edge preserving property, allows to reduce predictive error in input picture signal between the present frame and the next frame, thereby decreasing the transmission bit quantity.

An example of the equations (33) and (34) will be given below.

$$\lambda_{fix} = 0.5, \delta_4 = 8 \quad (37)$$

As described above, according to the embodiment 2, the smoothing filter greatly decreases distortion occurred on a block boundary, leading to much visual improvement of picture quality. Further, since the smoothing process is performed by changing the smoothing filter characteristics according to the roughness of a decoding parameter and the activity of a picture signal, it is possible to decrease the resolution of the entire decoded picture, leading to a decoded picture that has high quality and is visually legible. Furthermore, since the smoothing filter is used in a decoding loop, predictive difference signal becomes small, thereby reducing the transmission bit quantity.

Claims

1. A picture signal smoothing device that performs a smoothing process by applying a smoothing filter that performs a filtering of a sampled and digitized picture signal by weighted mean of a target pixel and its surrounding pixel, including:

   means for detecting a difference between the target pixel and the surrounding pixel;
   means for taking an absolute value of the difference;
   means for adding a non-negative value (m) to the absolute value of the difference thus detected;
   means for taking an inverse number (weighting factor) of the value after the adding;
   means for multiplying a value after taking of the inverse number, and the surrounding pixel value together;
   means for taking a sum (A) of a value after the multiplying;
   means for taking a sum (B) of the inverse number (the weighting factor) alone; and
   means for dividing the sum (A) by the sum (B) of the weighting factor and then normalizing (A/B).

2. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

   means for diving a picture to be filtered into blocks; and
   means for appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to roughness of quantizing parameter of each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding or decoding each block of a picture signal.

3. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

   means for dividing a picture to be filtered into blocks;
   means for computing block activity indicating a change degree of a pixel in each block; and
   means for appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to the block activity.

4. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

   means for dividing a picture to be filtered into blocks;
   means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
   means that if the target pixel exists on a block boundary, detects a block activity of a block adjacent to the block boundary, i.e., adjacent block activity; and
   means for appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to the adjacent block activity.

5. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process; and
means for appropriately changing the mixing ratio according to a roughness of quantizing parameter of each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

6. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process; and
means for appropriately changing the mixing ratio according to each block activity in a picture signal.

7. A picture signal smoothing device according to claim 1 including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process;
means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary; and
means that if the target pixel exists on a block boundary, appropriately changes the mixing ratio according to an adjacent block activity of a block adjacent to the target pixel.

8. A picture signal smoothing device that performs a filtering of a sampled and digitized picture signal by a smoothing filter, including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
means for performing a filtering whose edge preserving property is weakened, if the target pixel exists on a block boundary; and
means for performing a filtering having edge preserving property if the target pixel exists inside a block.

9. A picture signal smoothing device according to claim 8 including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
means for computing an activity of the target pixel from the target pixel value and the surrounding pixel value; and
means that if the target exists on a block boundary, appropriately changes strength of edge preserving property of a filter according to the activity of the target pixel.

10. A picture signal smoothing device according to claim 8 including:

means for dividing a picture to be filtered into blocks;
means for detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
means for detecting whether a block boundary at which the target pixel exists, continues either of horizontally and vertically; and
means for appropriately changing strength of edge preserving property according to a direction of a block boundary to which the target pixel belongs.

11. A picture signal smoothing method in which a smoothing process is performed by applying a smoothing filter that performs a filtering of a sampled and digitized picture signal by weighted mean of a target pixel and its surrounding pixel, including the steps of:

detecting a difference between a target pixel and its surrounding pixel;
taking an absolute value of the difference;
adding a non-negative value (m) to the absolute value of the difference thus detected;

taking an inverse number (weighting factor) of a value after the adding;
multiplying a value after taking of the inverse number and the surrounding pixel value together;
taking a sum (A) of a value after the multiplying;
taking a sum (B) of the inverse number (the weighting factor) alone; and
dividing the sum (A) by the sum (B) of the weighting factor and then normalizing (A/B).

12. A picture signal smoothing method according to claim 11, including the steps of:

diving a picture to be filtered into blocks; and
appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to roughness of quantizing parameter of each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

13. A picture signal smoothing method according to claim 11 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
computing a block activity indicating a change degree of a pixel in each block; and
appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to the block activity.

14. A picture signal smoothing method according to claim 11 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
if the target pixel exists on a block boundary, appropriately changing a block activity of a block adjacent to the block boundary, i.e., adjacent block activity; and
appropriately changing a non-negative value to be added to the difference value between the target pixel and the surrounding pixel, according to the adjacent block activity.

15. A picture signal smoothing method according to claim 11 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process; and
appropriately changing the mixing ratio according to a roughness of quantizing parameter of each block, which is represented by quantizing characteristics utilized in encoding and decoding each block of a picture signal.

16. A picture signal smoothing method according to claim 11 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process; and
appropriately changing the mixing ratio according to each block activity in picture signal.

17. A picture signal smoothing method according to claim 11 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
mixing a signal value after the smoothing process by block and a signal value prior to the smoothing process;
detecting whether a target pixel exists on a block boundary; and
if the target pixel exists on a block boundary, appropriately changing the mixing ratio according to an adjacent block activity of a block adjacent to the target pixel.

18. A picture signal smoothing method in which a filtering of a sampled and digitized picture signal is performed by a smoothing filter, including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
performing a filtering whose edge preserving property is weakened, if the target pixel exists on a block boundary; and

performing a filtering having edge preserving property if the target pixel exists inside a block.

19. A picture signal smoothing method according to claim 18 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
computing an activity of the target pixel from a target pixel value and its surrounding pixel value; and
appropriately changing strength of edge preserving property of a filter according to the activity of the target pixel.

20. A picture signal smoothing method according to claim 18 including the steps of:

dividing a picture to be filtered into blocks;
detecting whether a target pixel exists on a block boundary;
detecting whether a block boundary at which the target pixel exists, continues either of horizontally and vertically; and
appropriately changing strength of edge preserving property according to a direction of a block boundary to which the target pixel belongs.

21. A picture encoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least frame and at least one field, and an inter-frame encoding between is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, is characterized in that:

a filter having edge preserving property is employed as the above filter; and
a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device is input to the frame memory storing a picture signal of a preceding frame, as a local decoding signal.

22. A picture encoding device according to claim 21 including:

means for dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block;
means for determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and
means that only when the difference exceeds the threshold value, a corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

23. A picture encoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including:

means for computing a motion vector;
means for reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and
a filter having edge preserving property, which filter processes an output signal of the frame memory.

24. A picture decoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, is characterized in that:

a filter having edge preserving property is employed as the above filter; and
a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device is input to a frame memory storing a picture signal of the previous frame, as a decoding signal.

25. A picture decoding device according to claim 24 including:

means for dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block;
means for determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and
means that only when the difference exceeds the threshold value, a corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

26. A picture decoding device in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame decoding is performed by

a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including:

means for computing a motion vector;
means for reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and
a filter having edge preserving property, which filter processes an output signal of the frame memory.

27. A picture encoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including the steps of:

performing a process using a filter having edge preserving property; and
inputting a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device to the frame memory storing a picture signal of a preceding frame, as a local decoding signal.

28. A picture encoding method according to claim 27 including:

dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block;
determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and
only when the difference exceeds the threshold value, a corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

29. A picture encoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame encoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including the steps of:

computing a motion vector;
reading a picture value stored in the frame memory with consideration of the motion vector; and
processing an output signal of the frame memory by using a filter having edge preserving property.

30. A picture decoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including the steps of:

performing a process using a filter having edge preserving property; and
inputting a picture signal after being processed in a picture signal smoothing device to the frame memory storing a picture signal of a preceding frame, as a decoding signal.

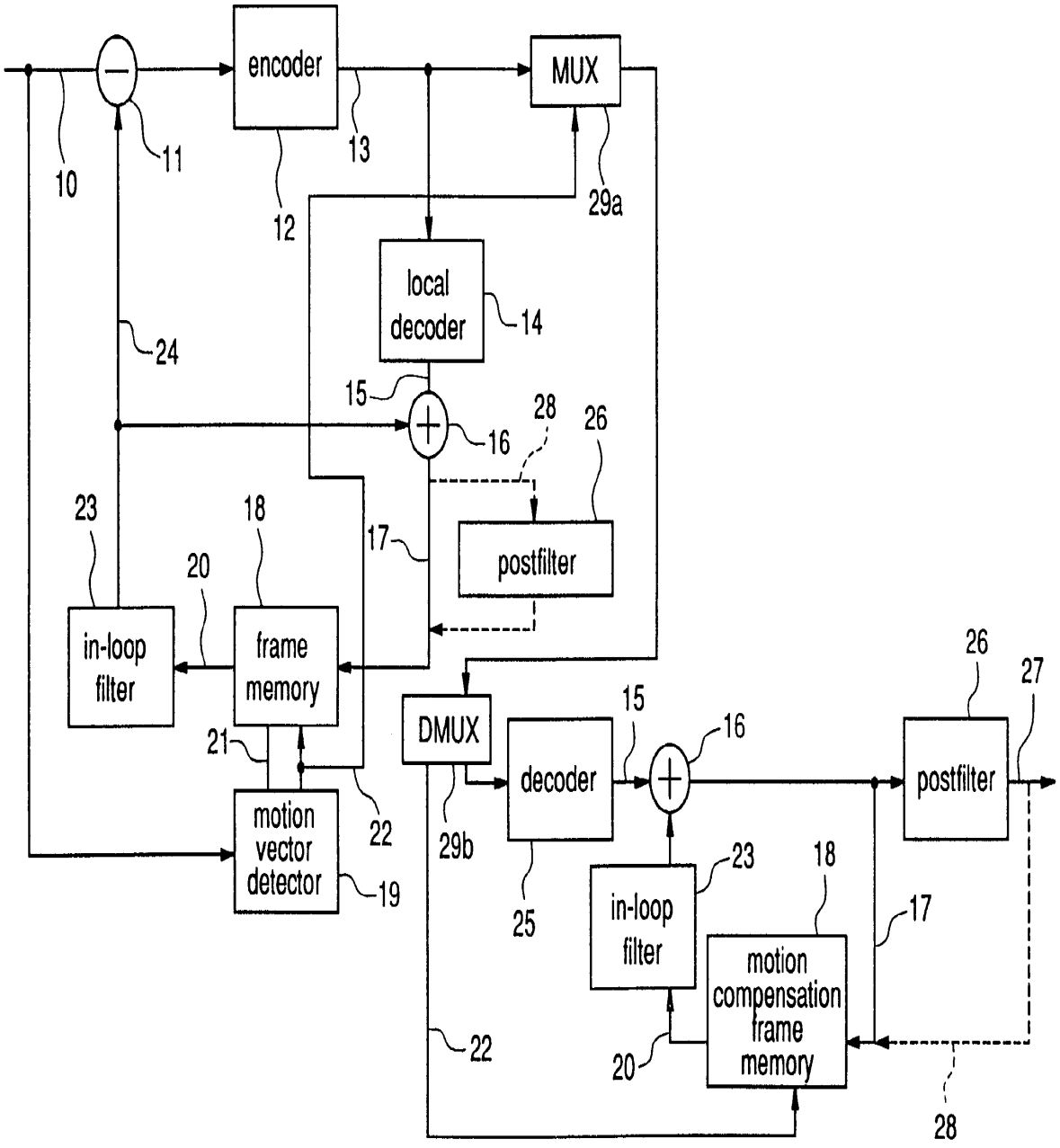
31. A picture decoding method according to claim 30 including the steps of:

dividing a picture into blocks and computing an inter-frame difference by block;
determining whether the difference exceeds a certain threshold value; and
only when the difference exceeds the threshold value, a corresponding block is processed by a filter having edge preserving property.

32. A picture decoding method in which a filter is attached to a decoding loop having a frame memory for storing a signal that corresponds to either of at least one frame and at least one field, and an inter-frame decoding is performed by a corresponding pixel between an input signal and the frame memory, including the steps of:

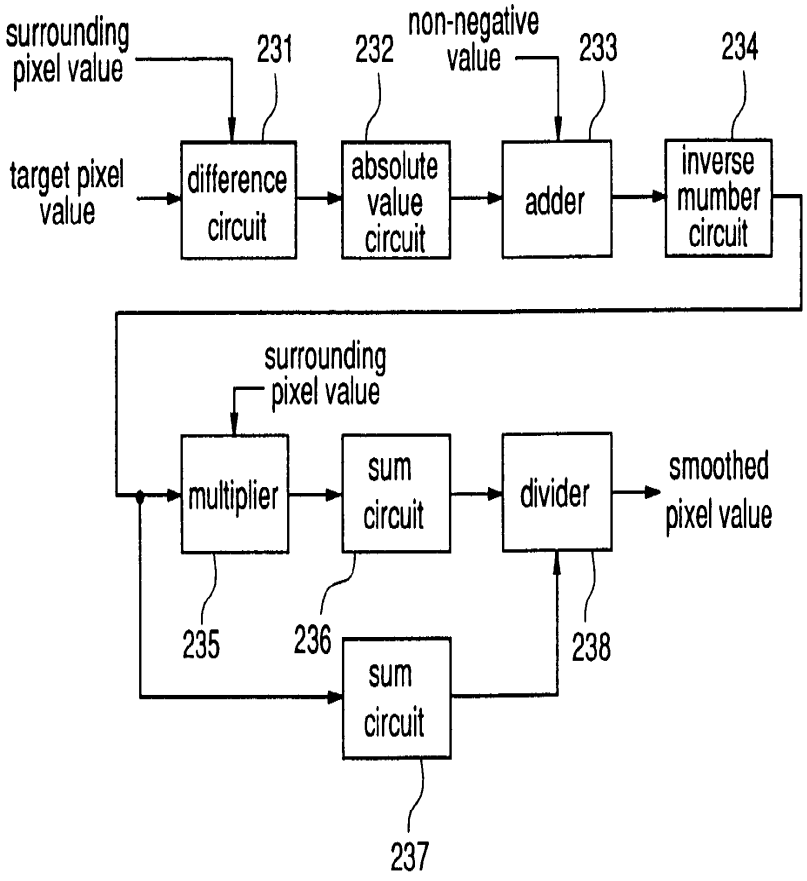
computing a motion vector;
reading a picture value stored in the frame memory with consideration of a motion vector; and
processing an output signal of the frame memory by using a filter having edge preserving property.

FIG.1



EP 0 772 365 A2

FIG.2



EP 0 772 365 A2

FIG.3

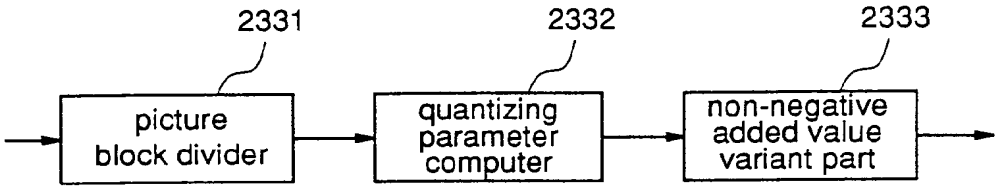


FIG.4

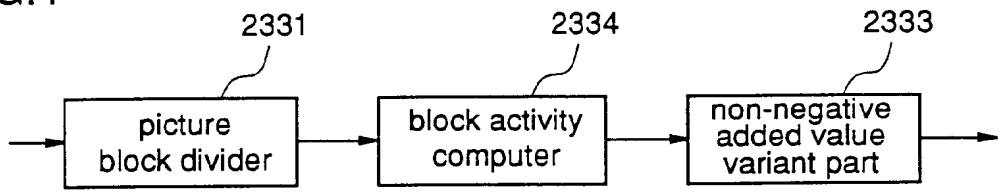


FIG.5

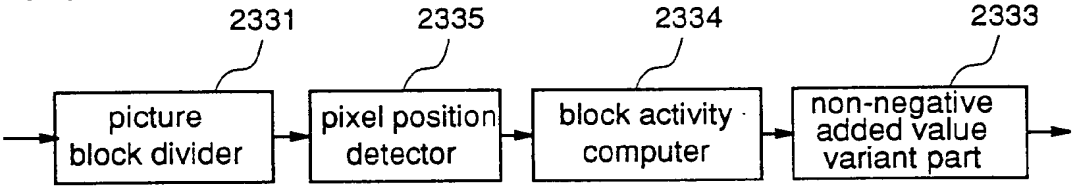


FIG.6

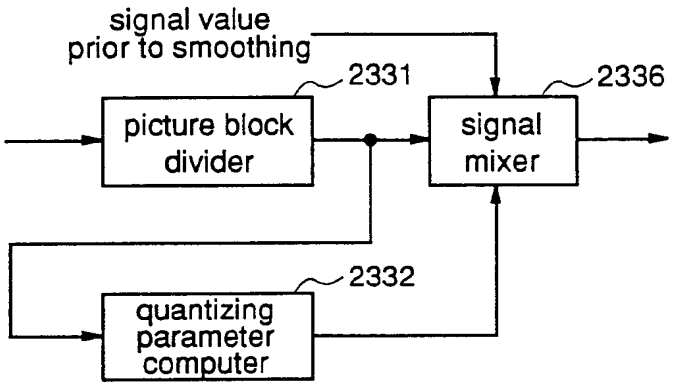

signal value
prior to smoothing
2331
2336
picture block
divider
signal
mixer
2332
quantizing
parameter
computer

FIG.7

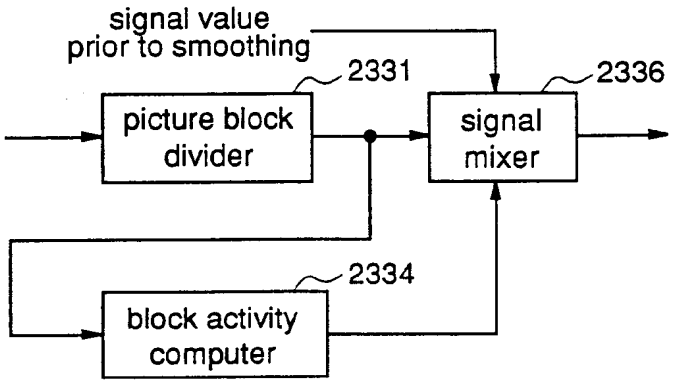

signal value
prior to smoothing
2331
2336
picture block
divider
signal
mixer
2334
block activity
computer

FIG.8

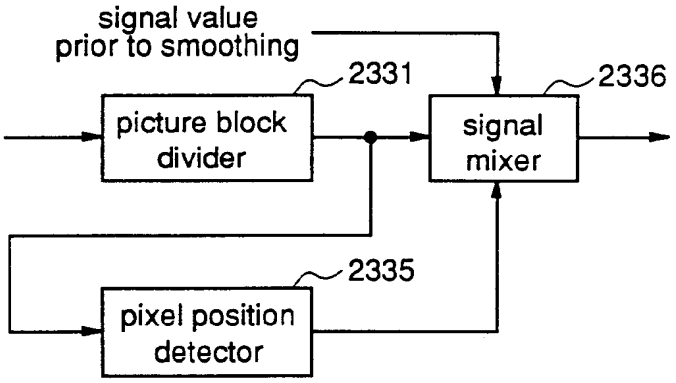

signal value
prior to smoothing
2331
2336
picture block
divider
signal
mixer
2335
pixel position
detector

FIG.9

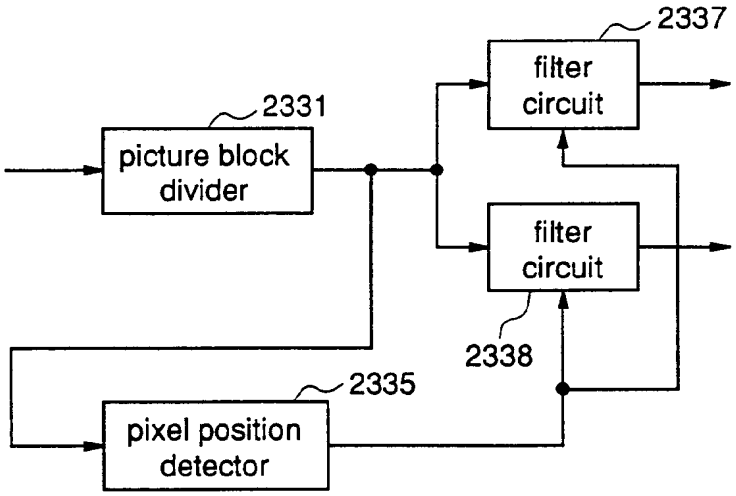

2337
filter
circuit
2331
picture block
divider
filter
circuit
2338
2335
pixel position
detector

FIG.10

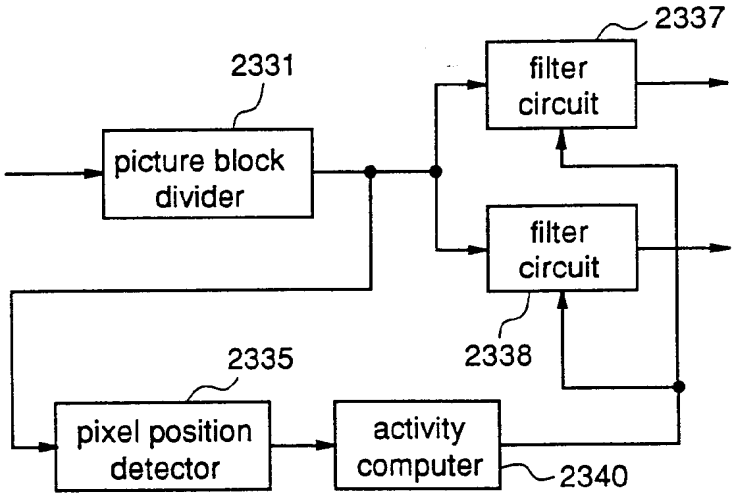

2337
2331
filter circuit
picture block divider
filter circuit
2338
2335
pixel position detector
activity computer
2340

FIG.11

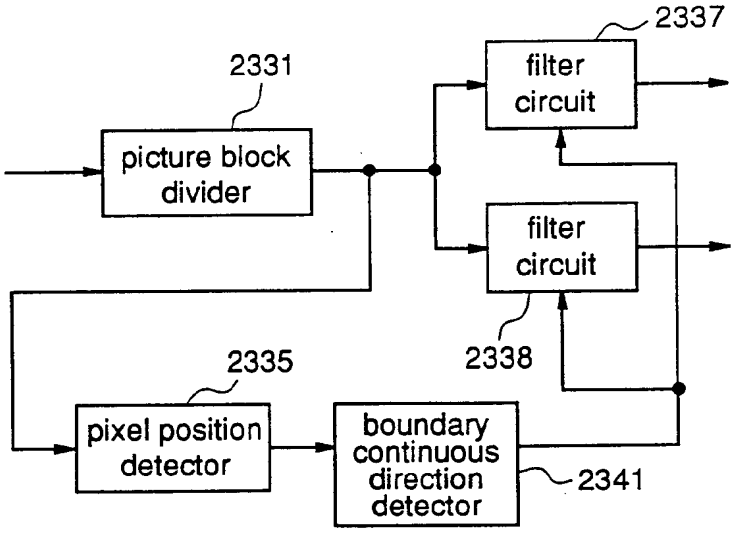

2337
2331
filter circuit
picture block divider
filter circuit
2338
2335
pixel position detector
boundary continuous direction detector
2341

FIG.12

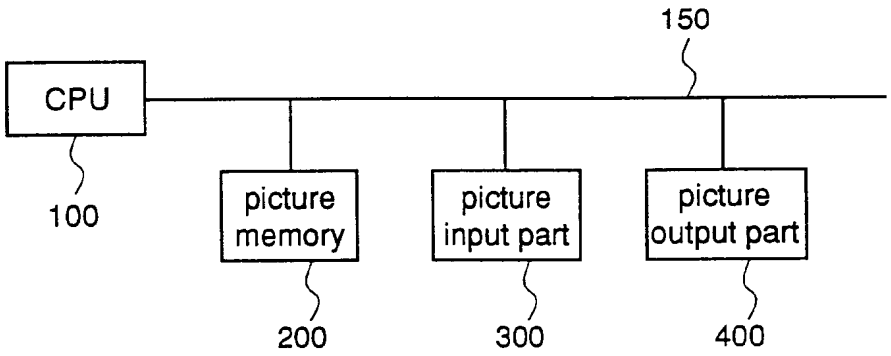

150
CPU
100
picture memory
200
picture input part
300
picture output part
400

FIG.13

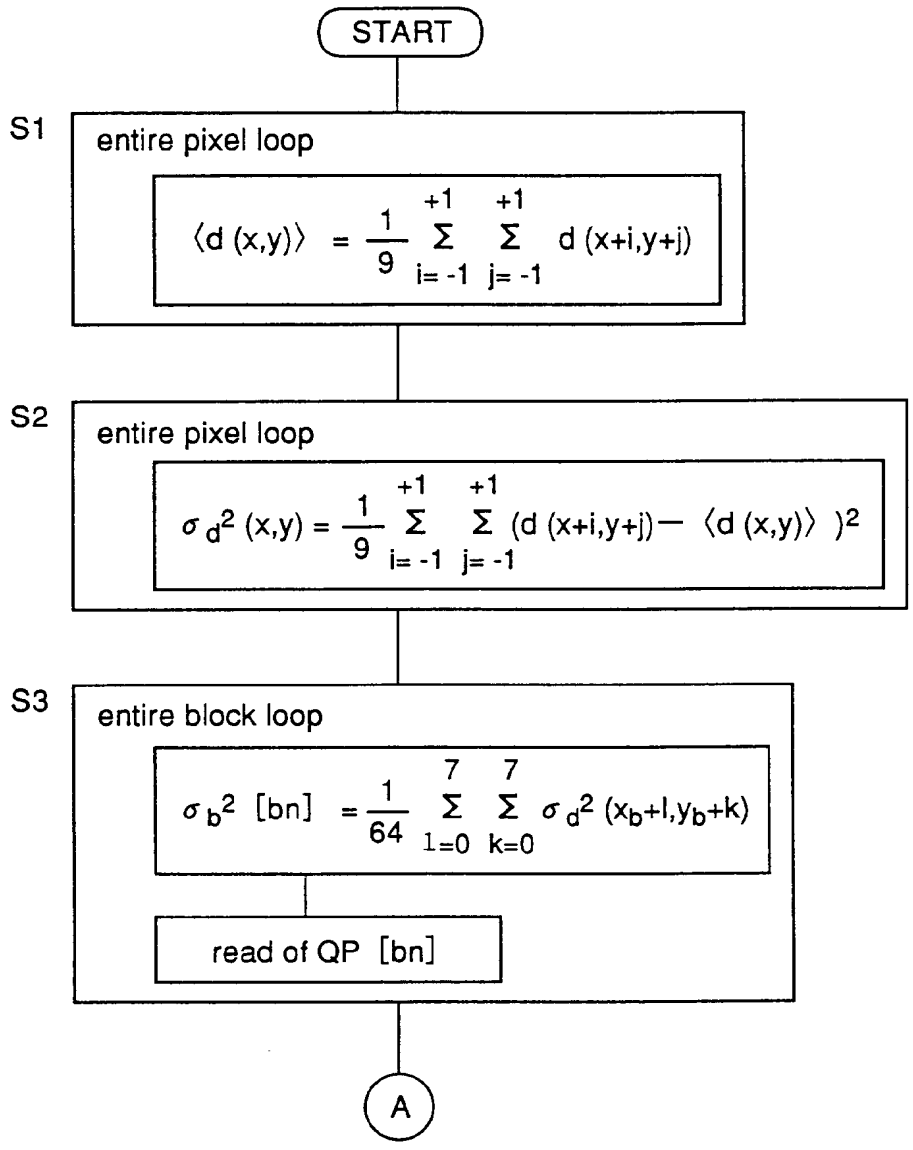

START
S1
entire pixel loop
$\langle d(x,y)\rangle = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1} d(x+i,y+j)$
S2
entire pixel loop
$\sigma_d^2(x,y) = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{+1}\sum_{j=-1}^{+1}(d(x+i,y+j) - \langle d(x,y)\rangle)^2$
S3
entire block loop
$\sigma_b^2[bn] = \frac{1}{64}\sum_{l=0}^{7}\sum_{k=0}^{7}\sigma_d^2(x_b+l,y_b+k)$
read of QP [bn]
A

FIG.14

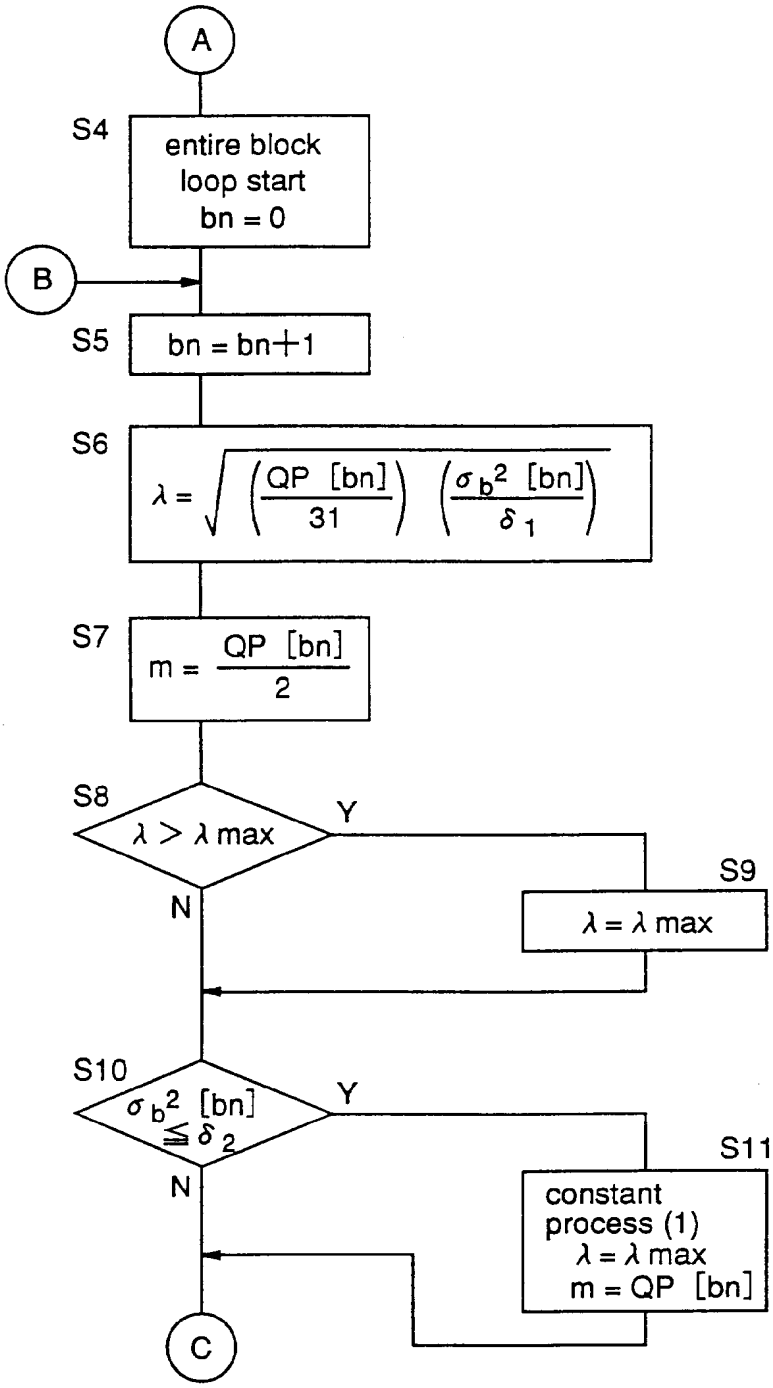

A
S4
entire block
loop start
bn = 0
B
S5
bn = bn+1
S6
$\lambda = \sqrt{\left(\frac{QP\ [bn]}{31}\right)\left(\frac{\sigma_b^2\ [bn]}{\delta_1}\right)}$
S7
$m = \frac{QP\ [bn]}{2}$
S8
$\lambda > \lambda max$
Y
N
S9
$\lambda = \lambda max$
S10
$\sigma_b^2\ [bn] \leqq \delta_2$
Y
N
S11
constant
process (1)
$\lambda = \lambda max$
m = QP [bn]
C

FIG.15

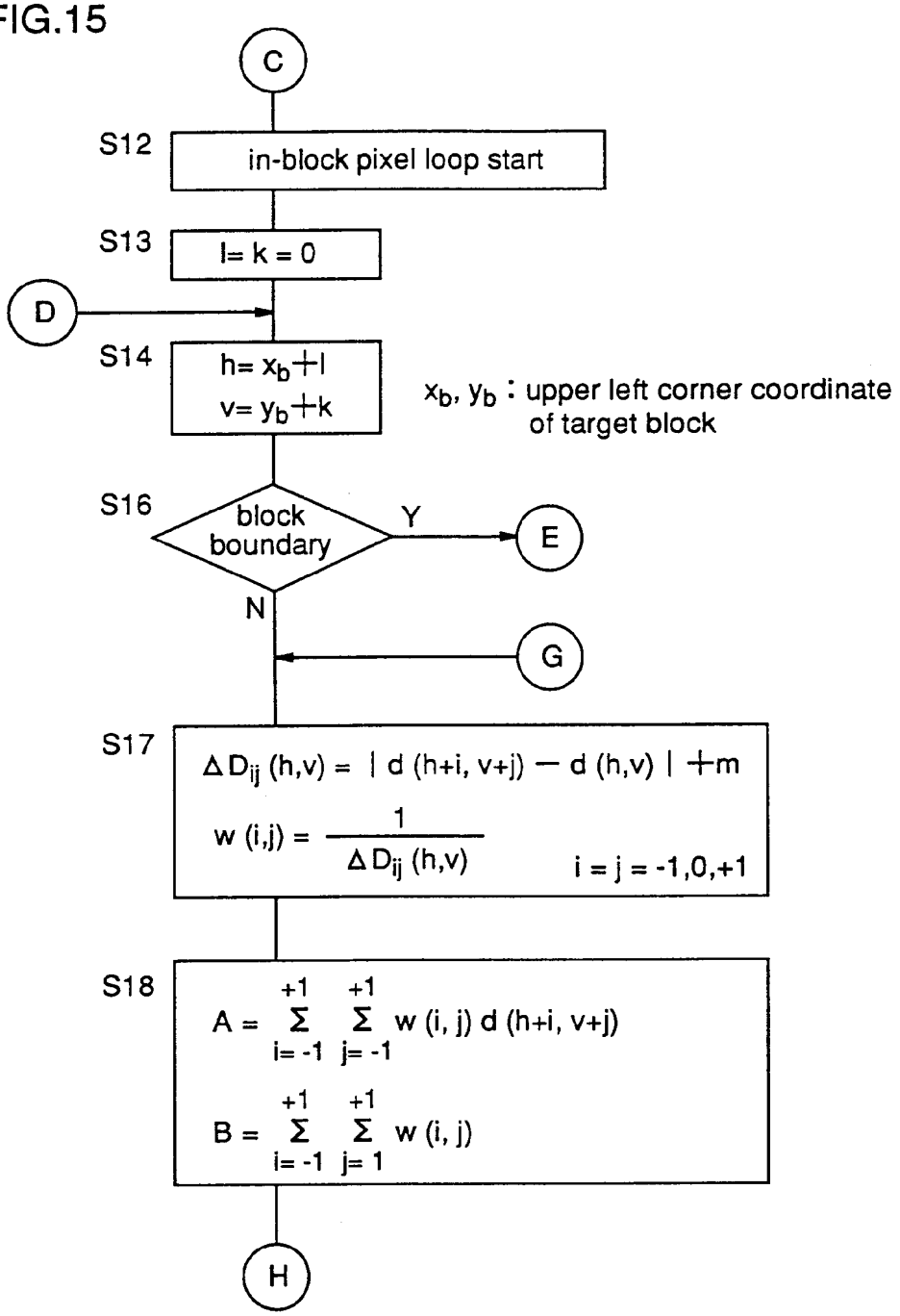

C
S12
in-block pixel loop start
S13
I= k = 0
D
S14
h= x_b+I
v= y_b+k
x_b, y_b : upper left corner coordinate of target block
S16
block boundary
Y
E
N
G
S17
$\Delta D_{ij}(h,v) = | d(h+i, v+j) - d(h,v) | + m$
$w(i,j) = \frac{1}{\Delta D_{ij}(h,v)}$
i = j = -1,0,+1
S18
$A = \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i,j)\, d(h+i, v+j)$
$B = \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=1}^{+1} w(i,j)$
H

FIG.16

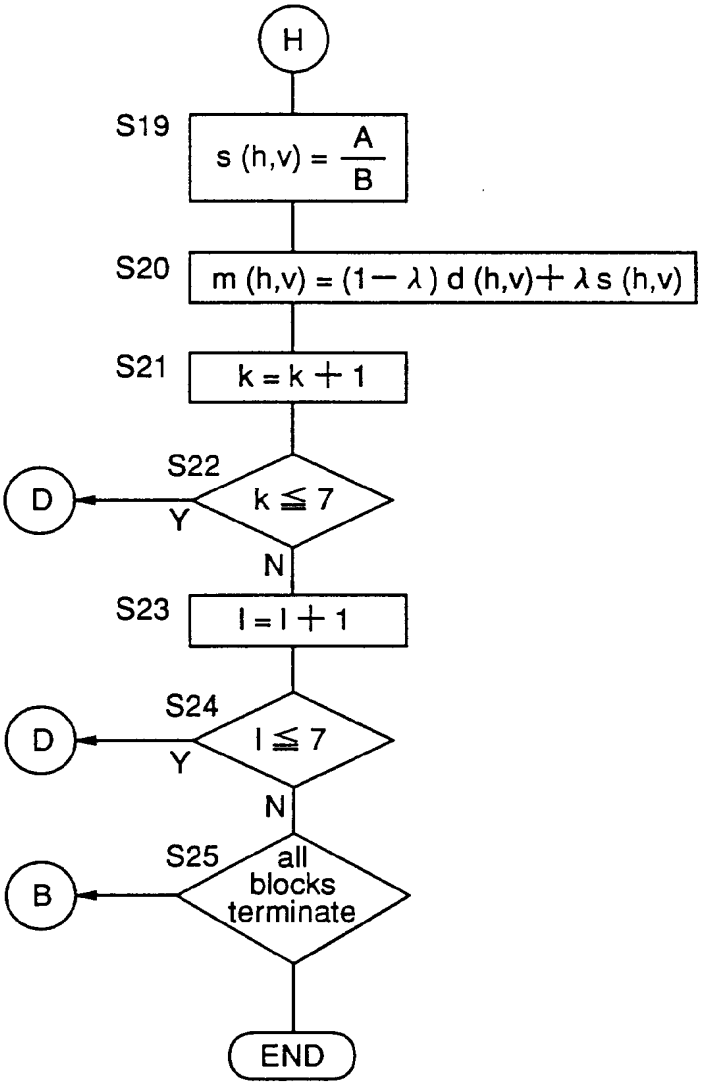

H
S19
s (h,v) = A/B
S20
m (h,v) = (1− λ) d (h,v)+ λ s (h,v)
S21
k = k + 1
S22
k ≦ 7
D
Y
N
S23
l = l + 1
S24
l ≦ 7
D
Y
N
S25
all blocks terminate
B
END

FIG.17

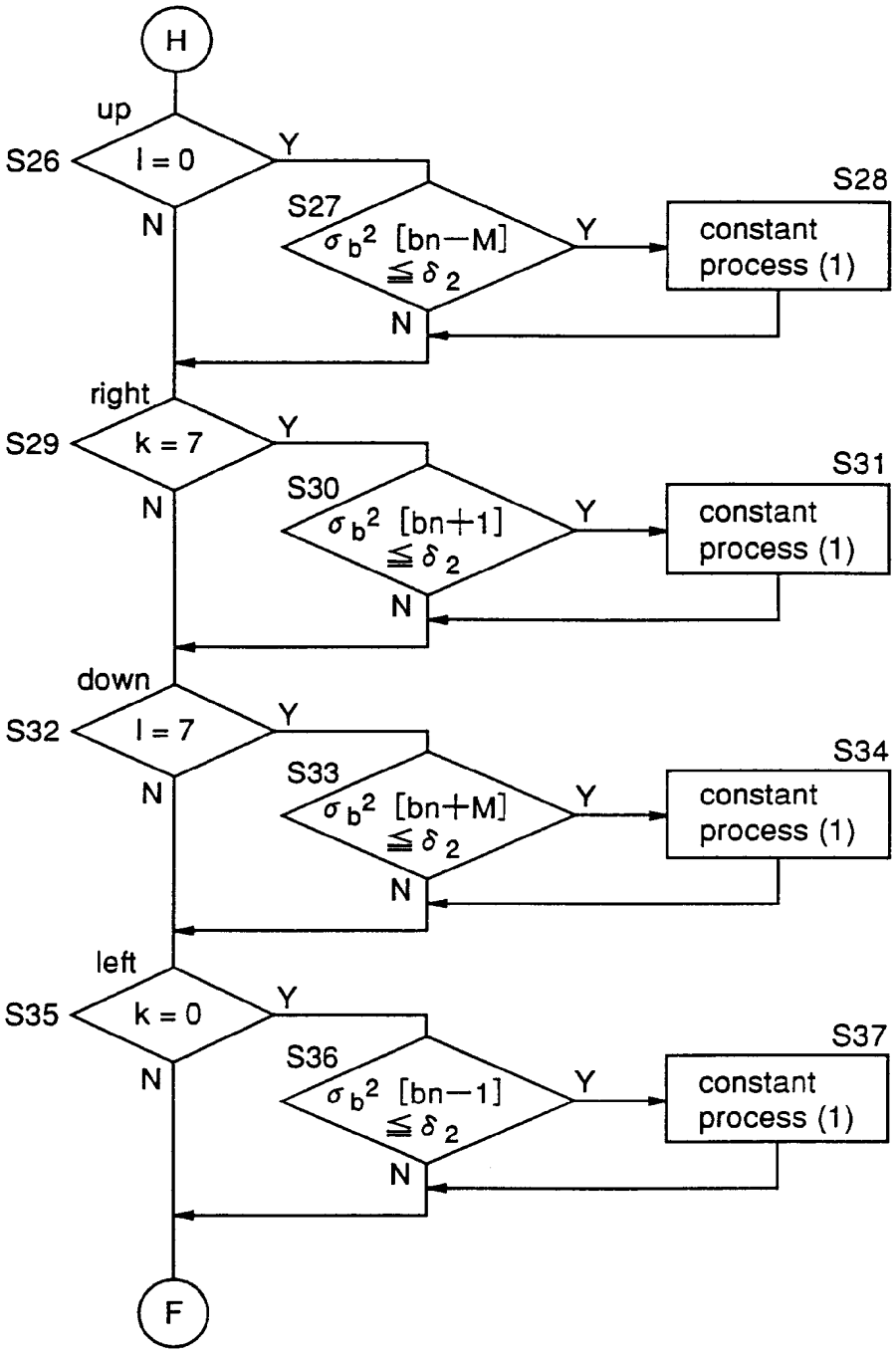

H
up
S26
l = 0
Y
N
S27
σb2 [bn—M] ≦ δ2
Y
N
S28
constant process (1)
right
S29
k = 7
Y
N
S30
σb2 [bn+1] ≦ δ2
Y
N
S31
constant process (1)
down
S32
l = 7
Y
N
S33
σb2 [bn+M] ≦ δ2
Y
N
S34
constant process (1)
left
S35
k = 0
Y
N
S36
σb2 [bn—1] ≦ δ2
Y
N
S37
constant process (1)
F

FIG.18

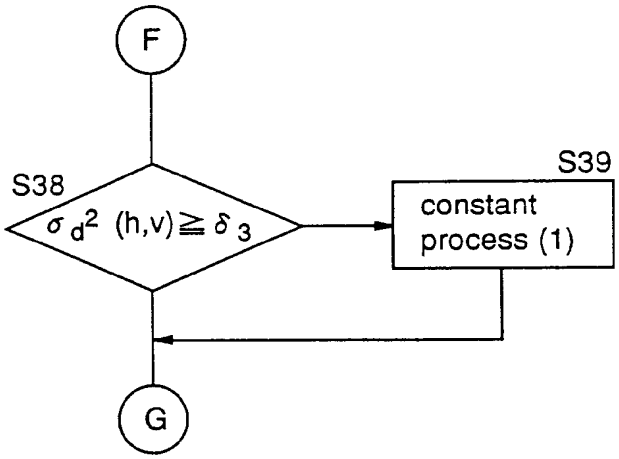


FIG.19

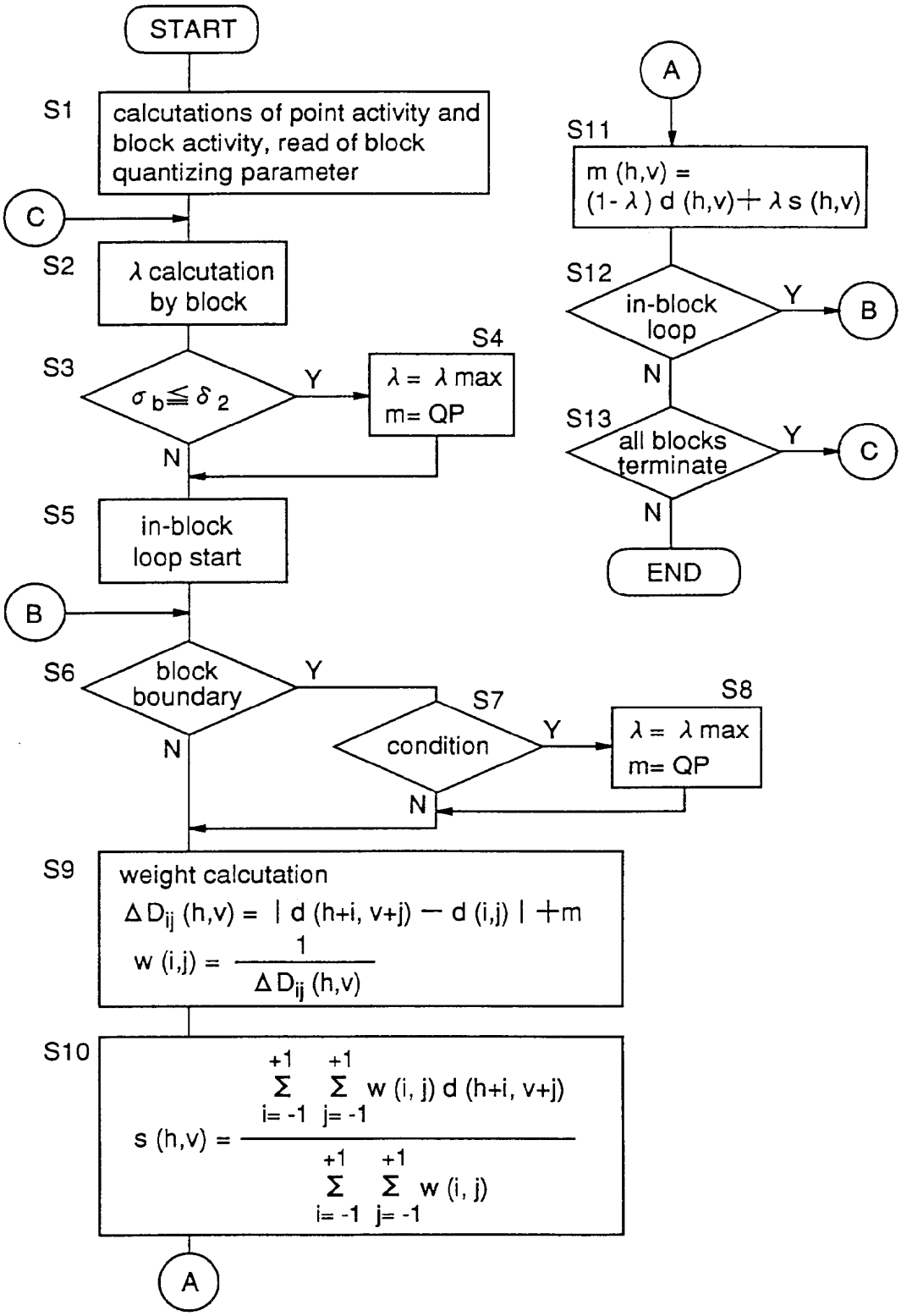

START
S1
calcutations of point activity and block activity, read of block quantizing parameter
C
S2
λ calcutation by block
S3
σ b ≦ δ 2
Y
S4
λ = λ max
m= QP
N
S5
in-block loop start
B
S6
block boundary
Y
S7
condition
Y
S8
λ = λ max
m= QP
N
N
S9
weight calcutation
Δ Dij (h,v) = | d (h+i, v+j) − d (i,j) | +m
w (i,j) = 1 / Δ Dij (h,v)
S10
s (h,v) = Σ Σ w (i, j) d (h+i, v+j) / Σ Σ w (i, j)
A
A
S11
m (h,v) = (1- λ) d (h,v)+ λ s (h,v)
S12
in-block loop
Y
B
N
S13
all blocks terminate
Y
C
N
END

FIG.20

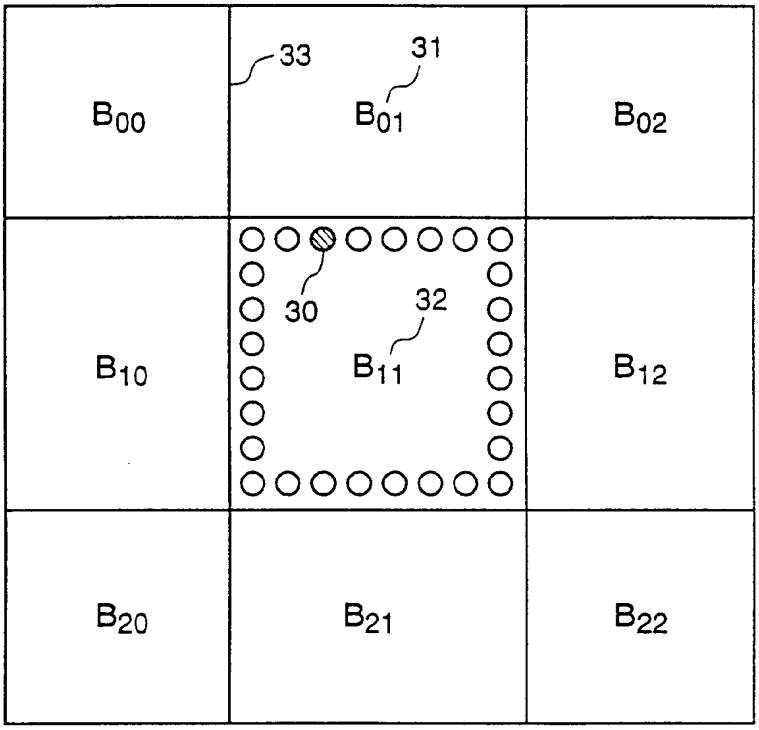


FIG.21

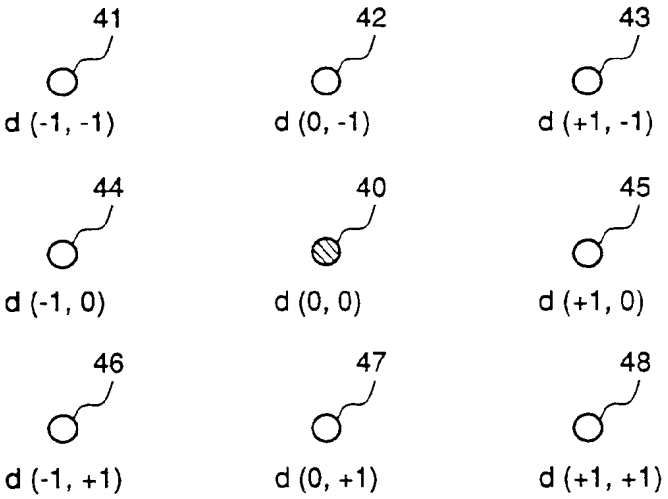


FIG.22 PRIOR ART

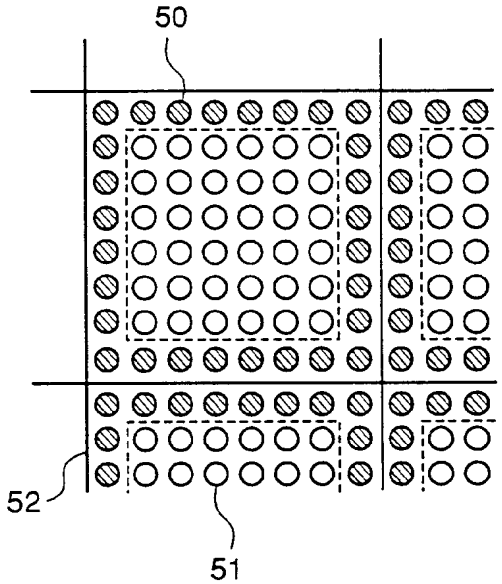
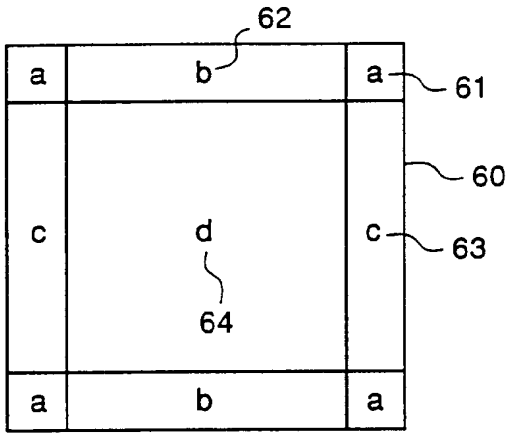
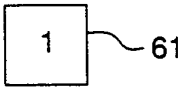


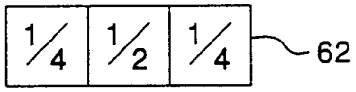
FIG.23 PRIOR ART



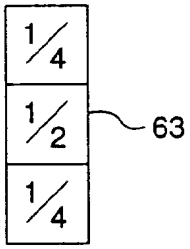
four corners



up and down ends



right and left ends



inside

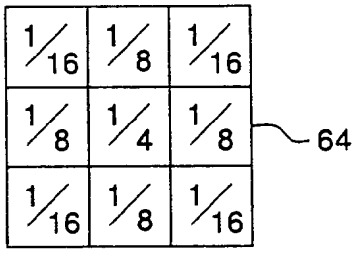
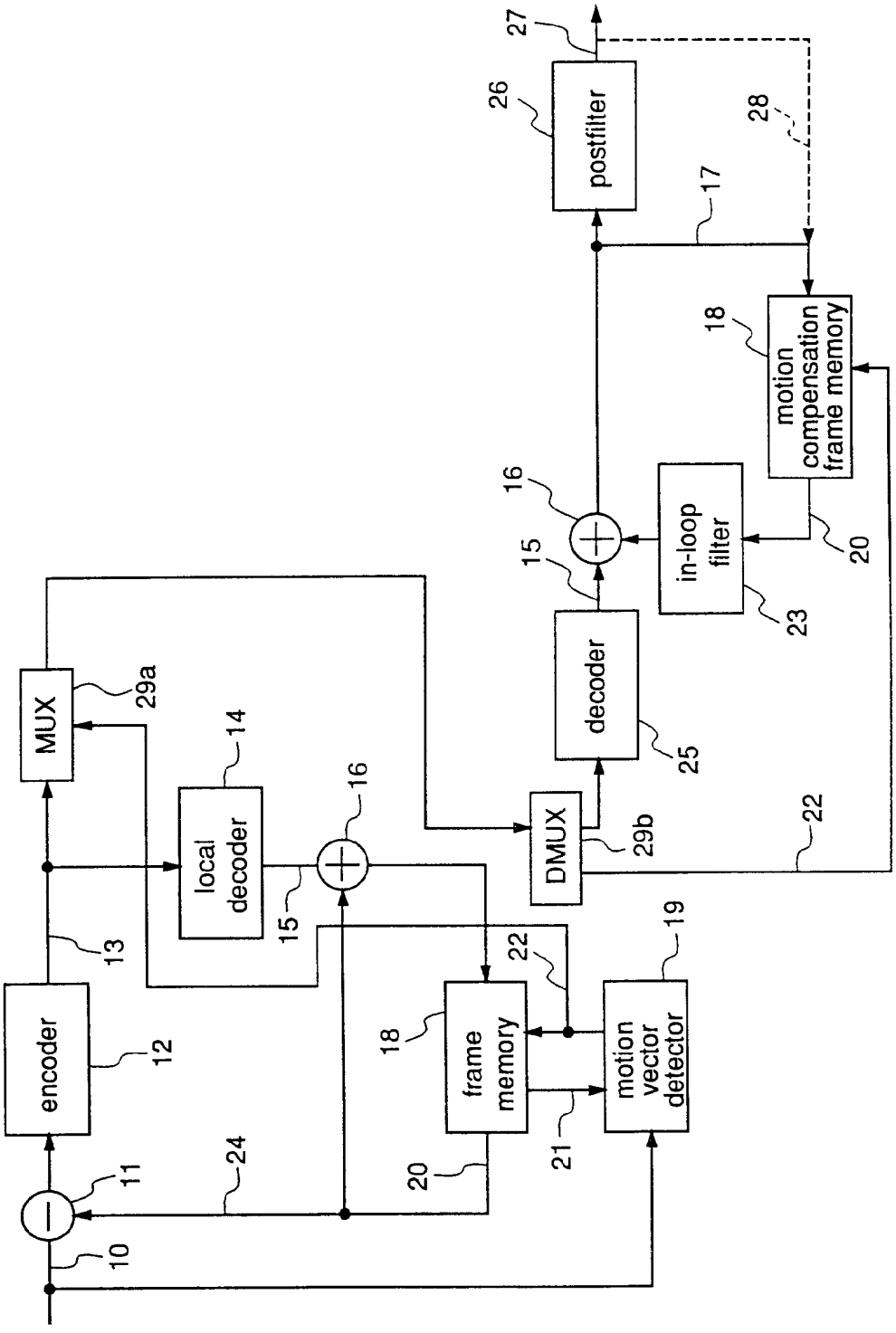


FIG.24 PRIOR ART



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 781 053 A2

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:
25.06.1997 Bulletin 1997/26

(51) Int Cl.[6]: **H04N 7/30**

(21) Application number: **96308735.8**

(22) Date of filing: **03.12.1996**

(84) Designated Contracting States:
DE FR GB

(30) Priority: **18.12.1995 US 573705**

(71) Applicant: **Lucent Technologies Inc.**
Murray Hill, New Jersey 07974-0636 (US)

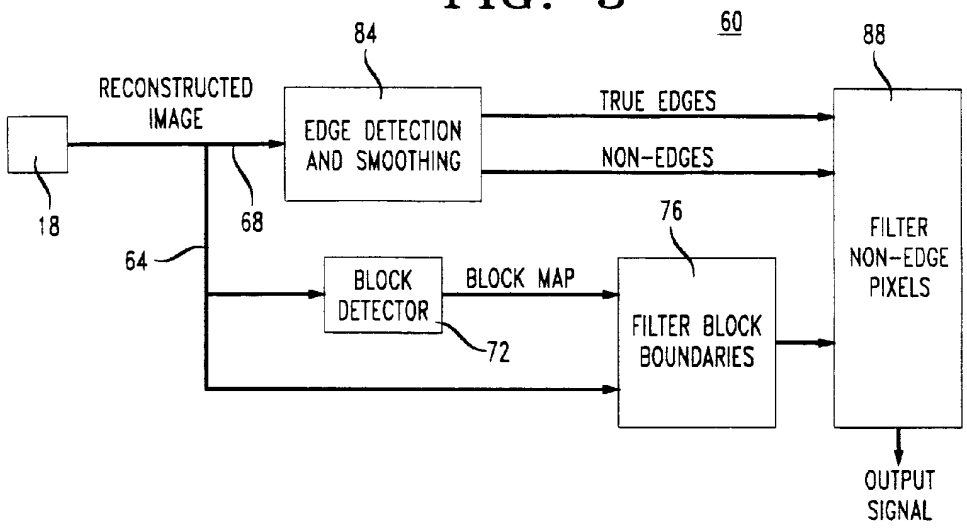
(72) Inventors:
- **Apostolopoulos, John G.**
Country Club Hills, Illinois 60478 (US)
- **Jayant, Nuggehally Sampath**
Gillette, New Jersey 07933 (US)

(74) Representative:
Watts, Christopher Malcolm Kelway, Dr. et al
Lucent Technologies (UK) Ltd,
5 Mornington Road
Woodford Green Essex, IG8 0TU (GB)

(54) Method and apparatus for post-processing images

(57) The invention is an image transmitting method and system including receiving encoded images, decoding those images and post-processing the decoded images. The post-processing reduces visual artifacts, such as blocking artifacts and mosquito noise, through separate detection, mapping and smoothing operations while avoiding many of the complexities associated with existing techniques. In detecting blocking artifacts, the inventive method employs DCT-domain detection rather than edge detection in the pixel domain. Also, the interior of a detected block is updated based on the surrounding blocks without disturbing the surrounding blocks. In reducing mosquito noise, the inventive method smoothes the non-edge pixels within blocks containing edge pixels rather than smoothing the edge pixels. Also, distortion-induced false edge pixels are distinguished from true edge pixels and heavily smoothed. The post-processing method and system is generally applicable to Block DCT based compression systems, either intrinsically or extrinsically.

FIG. 5



EP 0 781 053 A2

Description

Background of the Invention

1. Field of the Invention

The invention relates to methods and systems for processing electronic image signals. More particularly, the invention relates to methods and systems for reducing distortions caused by compressing and reconstructing electronic image signals.

2. Description of the Related Art

An electronic image signal is comprised of a plurality of picture elements, e.g., pixels. A series of electronic image signals are used to form a video or video sequence. When transmitting electronic image signals, an image compression system is often employed.

A typical image compression system 10 is shown in FIG. 1. In general, such systems receive an input image signal, encode the signal with a coder 14 using, e.g., a compression scheme, transmit the encoded signal through a suitable transmission medium 16, then decode or reconstruct the transmitted information with a decoder 18 into an output image signal.

Despite the extensive development of compression systems in recent times, many image compression systems produce significant distortion when operating at bit rates lower than those designed for or when processing complex material. Therefore, when transmitting compressed information over, e.g., analog telephone lines or personal wireless links (which typically have bit rates on the order of 8-40 kb/s), even today's most sophisticated compression techniques have difficulty in delivering low distortion image signals.

Also, when using existing compression standards, e.g., Joint Photographical Expert Group (JPEG), Motion Picture Expert Group (MPEG), H.261, often little can be done to conform the compression coding to fit the particular standard in use because most elements in coder 14 and decoder 18 are fixed. However, an external processor 24 can process the input image signal before the information goes through coder 14 (i.e., "pre-processing") so that the available bit rate for the image processing system will be used for perceptually more important information. Similarly, a post-processor 26 can process an image signal reconstructed by decoder 18 ("post-processing") to reduce or remove visual artifacts resulting from waveform distortions in the reconstructed image signal. Thus, by using pre-processing and/or post-processing techniques, the image quality can be improved without altering existing compression schemes.

In newly designed compression systems, the pre- and post-processing operations often are designed as intrinsic elements of the compression system. However, because such is not possible when using existing compression standards, much effort has been directed toward developing pre-and post-processing enhancements for the existing compression systems.

Both compression techniques and decompression or reconstruction techniques are often expressed conceptually as the combination of three distinct yet interrelated operations: representation, quantization, and codeword. An example of the coding portion of these operations is shown generally in FIG. 2 and an example of the decoding or reconstructing portion of these operations is shown generally in FIG. 3.

The first coding operation, representation, expresses the signal more efficiently and in a manner that facilitates the process of compression. An example of representation is Block DCT (shown as 32 in FIG. 2), which is a particular form of discrete cosine transformation (DCT). A signal representation may contain more pieces of information to describe the signal than the signal itself, however, most of the important information is concentrated in only a small fraction of this description, and thus only this small fraction need be transmitted for appropriate signal reconstruction.

The second coding operation, quantization (shown as 34 in FIG. 2), performs amplitude discretization of the representation information. In the third operation, codeword assignment, e.g., variable length coding (VLC), shown as 36 in FIG. 2, the quantized parameters are encoded in a manner to exploit their statistical redundancy and reduce the average bit rate.

The decoding or reconstructing portion of system 10 is shown in FIG. 3 and generally involves the inverse of those operations performed within coder 14, shown in FIG. 2. For example, within decoder 18 are shown the inverse operations of representation 46 (e.g., inverse discrete cosine transform or IDCT), quantization 44 (Q^{-1}) and codeword assignment 42 (e.g., variable length decoding or VLD).

The image of interest is often partitioned into non-overlapping 8 x 8 blocks, each block is independently transformed (e.g., using 2-D DCT), and the blocks are adaptively processed. The application of DCT in this manner is often referred to as Block DCT.

Partitioning an image into small blocks before applying the DCT affords benefits, including reduced computational and memory requirements, and simplified hardware manufacturing implementation (e.g., via parallel DCT operations) for coder 14 and decoder 18.

In general, a typical video coder is comprised of an image coder plus further process filtering such as temporal filtering and/or spatial filtering. The temporal or time-based filtering is typically performed by a differential pulse code modulation (DPCM)-type or motion-compensation (MC)-type coding scheme. For example, a preceding frame can be used as a reasonable predictor for the current frame, and only the error in the prediction, rather than the entire current frame, needs to be coded and transmitted. Because this error is in the form of a 2-D signal or image, conventional image compression often is applied for its compression (with the differences

in characteristics between an error signal and a typical image being accounted for). The temporal processing, in particular how the prediction is formed and what happens when it fails, is important because it affects the spatial processing and the type of artifacts that may occur.

A spatial filter, particularly a spatial post-filter, is dependent on the location of a particular pixel or set of pixels within a single frame of interest. Typically, spatial post-filters are not time dependent and do not rely on information from frames other than the current frame of interest.

Usually, motion-compensated (MC) prediction and related block-based error coding techniques perform well when the image can be modeled locally as translational motion. However, when there is complex motion or new imagery, these error coding schemes may perform poorly, and the error signal may be harder to encode than the original signal. In such cases, it is sometimes better to suppress the error coding scheme and code the original signal itself. It may be determinable on a block-by-block basis whether to use an error coding scheme and code the error signal, or to simply code the original signal. This type of coding is often referred to as inter/intra processing, because the coder switches between inter-frame and intra-frame processing.

Block-based MC-prediction and inter/intra decision making are the basic temporal processing elements for many conventional video compression standards. Generally, these block-based temporal processing schemes perform well over a wide range of image scenes, enable simpler implementations than other approaches, and interface nicely with any Block DCT processing of the error signal.

For complex scenes and/or low bit rates, a number of visual artifacts may appear as a result of the signal distortion from a compression system. The primary visual artifacts affecting current image compression systems are blocking effects and intermittent distortions, often near object boundaries, called mosquito noise. Other artifacts include ripple, contouring and loss of resolution.

Blocking effects are due to discontinuities in the reconstructed signal's characteristics across block boundaries for a block-based coding system, e.g., Block DCT. Blocking effects are produced because adjacent blocks in an image are processed independently and the resulting independent distortion from block to block causes a lack of continuity among neighboring blocks. The lack of continuity may be in the form of abrupt changes in the signal intensity or signal gradient. In addition, block-type contouring, which is a special case of blocking effect, often results in instances when the intensity of an image is slowly changing.

Mosquito noise is typically seen when there is a sharp edge, e.g., an edge within a block separating two uniform but distinct regions. Block DCT applications are not effective at representing a sharp edge. Accordingly, there is considerable distortion at sharp edges: the reconstructed edges are not as sharp as normal and the adjacent regions are not as uniform as they should be. Mosquito noise is especially evident in images containing text or computer graphics.

Many of the image compression standards available today, e.g., H.261, JPEG, MPEG-1, MPEG-2 and high definition television (HDTV), are based on Block DCT coding. Thus, most of the research into post-processing techniques has focused on reducing the artifacts produced by Block DCT coding, in particular, reducing the blocking artifacts.

Because blocking artifacts are caused primarily by the discontinuities that exist along the block edges, many efforts to reduce these artifacts were motivated by the idea of smoothing these boundaries. In H. Reeve and J. Lim, "Reduction of blocking effects in image coding," *Optical Engineering,* vol. 23, pp. 34-37, Jan/Feb 1984, simple lowpass filtering was applied along the block boundaries. Similarly, in B. Ramamurthi and A. Gersho, "Nonlinear space-variant postprocessing of block coded images," *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing,* vol. ASSP-34, pp. 1258-1268, October 1986, lowpass filtering was applied parallel to the image edges to reduce the distortion while preserving the image sharpness.

Conventional post-processing techniques often are split into two basic classes: open-loop approaches and closed-loop approaches. Open-loop approaches are typically simpler, one-pass schemes. They are relatively less complex, yet still achieve adequate performance. Another advantage is that they are not necessarily tied to the details of the particular coder and therefore are more portable because they are often applicable to a large number of coders. For example, coding techniques that simply filter along block boundaries do not require details about the quantization process (only block size information is required). However, open-loop techniques usually do not ensure that the resulting image is relatively close to the original. Thus, the processed signal may differ significantly from the original signal.

Closed-loop approaches, e.g., POCS (projections onto convex sets) based schemes, are typically more computationally complex because they are iterative or multipass in nature. Closed-loop approaches are formulated to converge to something closer to the original signal and often are highly coder-specific, as they exploit more attributes of a given coder (e.g., the specific quantization strategy employed). The greater sophistication and in-depth knowledge of the actual compression provides the potential for higher performance than open-loop schemes. Also, closed-loop schemes typically employ some type of feedback aspect, with "checks" in the feedback loop to ensure that the processed signal does not diverge from the original signal.

In FIG. 4, a conventional, POCS-based artifact reducing scheme 50 is illustrated in operation with the de-

coding portion 18 of compression system 10. As shown, a smoothness constraint operation 52 is applied (in the spatial domain) to the reconstructed signal emerging from decoder 18. Thereafter, a quantization constraint 54 is applied occurs in the DCT domain (i.e., after DCT conversion 56). These constraints are applied recursively until the processed image converges to an image with the desired properties or to an image that is closest to having these properties.

However, despite frequent favorable results, schemes such as that shown in FIG. 4 and similar closed-loop techniques are often computationally intensive. Furthermore, configuring an adequate quantization constraint often requires that the post-processing technique be intrinsically tied to the particular compression system it is supporting, thus possibly limiting the range of applicability of the post-processing technique outside of the supported compression system.

It is desirable to have available a compression method, for use alone or in combination with existing compression coders, that transmits natural looking images over analog telephone lines, personal wireless links and other media that employ bit rates lower than existing compression methods are designed for. Specifically, such a compression method should reduce distortion while preserving image sharpness, naturalness and minimizing system complexity.

Summary of the Invention

The invention is as defined by the claims. Embodiments of the invention include a method and system for transmitting images including receiving encoded images, decoding those images and post-processing the decoded images. In particular, it is a method and system in which post-processing reduces visual artifacts, such as blocking artifacts and mosquito noise, through separate detection, mapping and smoothing operations while avoiding many of the complexities associated with existing techniques. In detecting blocking artifacts, the inventive method employs DCT-domain detection rather than edge detection in the pixel domain. Also, the interior of a detected block is updated based on surrounding blocks without disturbing the surrounding blocks. In reducing mosquito noise, the inventive method smoothes the non-edge pixels within blocks containing edge pixels without smoothing the edge pixels. Also, distortion-induced false edge pixels are distinguished from true edge pixels and heavily smoothed to insure that they do not degrade the post-processed image. The post-processing method and system is generally applicable to Block DCT based compression systems, either intrinsically or extrinsically.

Brief Description of the Drawings

FIG. 1 is a schematic view of a conventional image processing system;

FIG. 2 is a partial schematic view of the compression or coding portion of the image processing system shown in FIG. 1;

FIG. 3 is a partial schematic view of the decoding or reconstruction portion of the image processing system shown in FIG. 1;

FIG. 4 is a partial schematic view of the decoding portion of the image processing system shown in FIG. 1 in operation with a conventional post-processing system;

FIG. 5 is a schematic view of a post-processing system according to an embodiment of the invention,

FIG. 6 is a partial schematic view of a block detector used in the post-processing system of FIG. 5; and

FIG. 7 is a partial schematic view of a edge detector used in the post-processing system of FIG. 5.

Detailed Description

In the following description, similar components are referred to by the same reference numeral in order to simplify the understanding of the drawings.

In many block-based image compression systems, the representation stage (e.g., Block DCT 32 in FIG. 2) preserves the information of the original signal, and hence is lossless or invertible. Similarly, codeword assignment (e.g. VLC 36 in FIG. 2) is invertible. Thus, distortion is introduced during quantization. It is important to realize that while the distortion is introduced by quantization, the form that the distortion takes is a function of the chosen representation. That is, the type of representation used dictates how the distortion manifests itself in the reconstructed image.

Spatially-adaptive processing is necessary in preserving the important image elements, such as edges, texture and uniform areas, while eliminating blocking effects and mosquito noise. As discussed previously, many approaches exist for detecting and processing the different elements in a signal. Artifact detection and reduction is typically performed in the pixel domain. However, because most artifacts result from quantization in the DCT-domain, in some cases, artifact detection should occur in the DCT domain instead of the pixel domain.

Also, to reduce the detected artifacts, there exists a wide range of linear and nonlinear filtering techniques. However, the choice of filter is not as important as the specific details of its incorporation within the post processing scheme.

Referring to FIG. 5, a post-processing system 60 according to an embodiment of the invention is shown. The system comprises two separate yet coexisting processing paths: a first processing path 64 for reducing blocking effects and a second processing path 68 for reducing mosquito noise. As will be evident from further discussion, the two processing paths are independent of one another and can be performed sequentially or in parallel with one another, and their results are combin-

able without unacceptably affecting image quality.

In general, the first step in reducing blocking effects (i.e., processing path 64) is detecting or identifying, with a block detector 72, the blocks that may exhibit these artifacts. Once these potential problem blocks are identified, a block map is generated showing their respective locations to guide the subsequent filtering or smoothing technique (shown generally as 76).

Since blocking artifacts result from discontinuities in the signal characteristics across block boundaries and these discontinuities are pixel-domain phenomena, many detection techniques search for discontinuities along the boundary pixels (often similar to edge detection at block boundaries). However, according to an embodiment of the invention, block detection is performed in the DCT domain. Therefore, as shown in FIG. 6, block detector 72 uses a Block DCT operation 73 to transform the signal into the DCT domain prior to any actual block detection operation, shown generally as 74.

Specifically, blocking artifacts result when an inadequate number of DCT coefficients (i.e., the data resulting from the application of a DCT operation) represent a particular block. Typically, this occurs when only approximately one to three coefficients are used. Therefore, according to an embodiment of the invention, blocks that potentially exhibit blocking artifacts are found, e.g., by calculating the number of nonzero DCT coefficients in a coded block and comparing that to a threshold.

The computational requirements for this detection technique are not burdensome. For example, in a still-frame compression scheme (e.g., JPEG), if post-processing in this manner is coupled with decoding or reconstruction, all of the nonzero DCT coefficients are already available as a result of the previous coding and decoding.

In highly compressed video, a significant number of the blocking artifacts occur for intra-coded blocks. For these blocks, the decoder already has the nonzero DCT coefficients. For optimal performance, the DCT coefficients also should be computed for all the inter-coded blocks. However, the computational requirements may be reduced considerably by choosing to examine only those blocks that are likely to exhibit blocking effects, e. g. the blocks having relatively significant motion in the current frame. In this manner, redundant smoothing of many blocks smoothed after their initial intra-coding is reduced.

Once potential problem blocks are detected by detector 72, an appropriate filtering or smoothing operation 76 (see FIG. 5) is applied to reduce the blocking effects. It is important to successfully reduce the blocking effects without distorting the image. For example, when processing images with high spatial resolution heavy filtering along the block boundaries produces minimal added distortion to the image. In contrast, when processing low-resolution images, which are characteristics of very-low bit rate compression systems, excessive filtering often has drastic harmful effects on the resulting image quality.

The invention described herein adopts the notion that the pixels within a potential problem block are more distorted than the pixels in the surrounding blocks, i.e., the pixels outside the block in question are more accurate than the pixels inside the block in question. Therefore, the accurate exterior pixels are used to improve the estimate of the distorted interior pixels without altering the exterior pixels.

Such approach is equivalent, essentially, to applying a filter along the boundaries of a detected block but only updating the pixels values within the block. For example, horizontal lowpass filtering is applied to reduce the discontinuity along the left and right boundaries of the distorted block, but only the pixels within the block are actually updated. The pixels in the surrounding blocks are left untouched. Similarly, for example, a vertical lowpass filter is applied along the top and bottom edges of the distorted block to reduce the discontinuity along these edges. Note that if two adjacent blocks are identified as exhibiting blocking artifacts, the resulting processing according to this embodiment of the invention is equivalent to conventional lowpass filtering along the boundary.

The second processing path 68 involves reducing mosquito noise. In general, pixels that potentially may exhibit mosquito noise are detected initially and then smoothed. More specifically, because mosquito noise appears as random noise or oscillatory distortion within an 8x8 pixel block and is especially prominent in blocks containing sharp edges, blocks containing sharp edges are detected using an edge detecting operation 84 and then the non-edge pixels within the identified blocks are smoothed using an appropriate filtering or smoothing operation 88 (see FIG. 5).

This approach relies on the notion that non-edge pixels potentially exhibit mosquito noise. It is important to note that only the non-edge pixels are smoothed in order to retain image sharpness, which implies that preserving the fidelity of the edges is of high priority. The edge pixels exhibit distortion similarly to any pixel in the afflicted block. However, filtering the edge pixels produces an unacceptable amount of blurring and therefore an overall loss of image sharpness. Furthermore, typically, the edge distortion is totally masked by the edge itself. Therefore, the edge pixels must be identified carefully and preserved, and then the remaining non-edge pixels are safely smoothed to reduce the mosquito noise. The non-edge pixels are smoothed, e.g., by any of a number of conventional, smoothing techniques.

In general, one problem with edge detection is that large amplitude distortions, such as mosquito noise, may be falsely detected as edges. As a result, these large amplitude distortions evade the smoothing process and degrade the post-processed image. To counteract this problem, it is necessary to distinguish between true edges and false edges and to heavily smooth

the false edges.

Therefore, as shown in FIG. 7, edge detection operation 84 uses an edge detector 85 to identify all edges. The identified edges are used to construct an edge map that undergoes a further operation (shown generally as 86) to distinguish the true edges from the false, distortion-induced edges.

One manner of distinguishing true edges and false edges from the edge map is by examining the connectivity of the pixel in question. For example, four 5-point windows are applied to the edge map, each window being centered at the pixel in question and aligned along the horizontal, vertical and diagonal directions, respectively. If the sum of the edge map values along any of the directions is determined to be greater than or equal to a threshold value, an edge is determined to exist along that direction and the pixel in question is assumed to correspond to a true edge. Otherwise, the pixel in question is assumed to be a false edge.

The notion behind this true/false edge detection approach is that a true edge typically will have a string of adjacent edge pixels. Conversely, a distortion-induced false edge is typically characterized by isolated edge pixels (i.e., edge pixels that are not part of a connected string of edge pixels).

Upon conclusion of such determination, the resulting edge map is now a more accurate indicator of the true edges in the image. The false edges are then smoothed heavily, e.g., by an appropriate smoothing scheme 87.

The detected true edge pixels (i.e., the edge pixels that are not identified as false edge pixels) are passed through the system unprocessed in order to retain image sharpness, as discussed previously. The non-edge pixels undergo smoothing via filtering step 88 (see FIG. 5) to reduce the distortion. As mentioned previously, a number of conventional smoothing techniques are suitable. However, several conventional factors associated therewith need to be considered in choosing a suitable smoothing technique, e.g., whether the smoothing technique should be linear or nonlinear, and how "heavy" the smoothing should be. Such considerations can be determined readily by those skilled in the art, and need not be discussed here.

Alternatively, in filtering step 88, it may be beneficial in terms of retaining image sharpness to not only pass each edge pixel unprocessed in smoothing, but also to pass the top, bottom, left, and right adjacent pixels unprocessed. Therefore, each edge pixel as well as its four adjacent pixels is unprocessed. All the remaining pixels will be smoothed, and all the edge pixels will be excluded from the region of support of the smoothing filter.

Finally, because the pixels in the image are smoothed in a sequential manner, there exists the option of using some of the already smoothed (updated) pixels when smoothing the current pixel. That is, within the window for the smoothing filter, some of the already smoothed pixels may be used with the other non-smoothed pixels. Such a smoothing scheme allows in-place processing to be performed.

The artifact reducing techniques described herein are applicable for use with many image processing systems, including most if not all systems that employ block-based DCT coding schemes. Such coding schemes include JPEG, P_xJPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG4, H.261, H.263, HDTV (High Definition Television) and Dig. NTSC (National Television System Committee). However, it is not required that the inventive features described herein be used with block-based coding schemes. For example, the edge filtering used in reducing mosquito noise is not dependent on block DCT operations being part of the overall coding scheme.

It will be apparent to those skilled in the art that many changes and substitutions can be made to the post-processing method and system herein described without departing from the scope of the invention as defined by the appended claims.

Claims

1. A system (60) for transmitting images including the receipt of an encoded image, the decoding of said image and the post-processing of said decoded image, said image signals comprised of blocks including blocks having blocking effect artifacts and blocks having mosquito noise artifacts, wherein said blocks are comprised of pixels including edge pixels and non-edge pixels, said system comprising:

   a first post-processing coder for reducing said blocking effect artifacts from said blocks, said first post-processing coder including

      a DCT domain detector (72) for detecting blocks having said blocking effect artifacts, and
      a filter (76) for smoothing the edges of said detected blocks based on the blocks adjacent thereto; and

   a second post-processing coder for reducing said mosquito noise artifacts from said blocks, said second post-processing coder including

      a detector (84) for identifying said edge pixels, and
      a filter (88) for smoothing the pixels not identified as said edge pixels by said edge pixel detector.

2. The system as recited in claim 1, wherein said filter further comprises:

   a horizontal lowpass filter for filtering along the

left and right edges of said detected blocks; and a vertical lowpass filter for filtering along the top and bottom edges of said detected blocks.

3. The system as recited in claim 1, wherein said edge pixels include true edge pixels and false edge pixels, wherein said pixel edge detector distinguishes between said true edge pixels and said false edge pixels, and wherein said detector further comprises a filter for smoothing said false edges whereby said false edges are smoothed into non-edge pixels.

4. The system as recited in claim 1, wherein said blocks are comprised of pixels including edge pixels, sharp edge pixels and non-edge pixels, and wherein said second post-processing coder further comprises:

a detector for detecting said blocks having said sharp edge pixels; and
a filter for smoothing the non-edge pixels within those blocks identified as having sharp edge pixels.

5. A method for transmitting images including the receipt of an encoded image, the decoding of said image and the post-processing of said decoded image, said image signals comprised of blocks having edges and including blocks having blocking effect artifacts and blocks having mosquito noise artifacts, said blocks comprised of pixels having values, said blocks comprised of pixels including edge pixels and non-edge pixels, said post-processing comprising the steps of:

reducing said blocking effect artifacts from said blocks, said blocking effect artifacts reducing step including the steps of

detecting blocks having said blocking effect artifacts,
smoothing the edges of each of said detected blocks based on the corresponding edge of blocks adjacent thereto, and
updating the pixel values within said detected block without substantially modifying the pixel values within blocks adjacent to said detected blocks; and

reducing said mosquito noise artifacts from said blocks, said mosquito noise artifacts reducing step including the steps of

identifying said edge pixels, and
filtering the pixels not identified as edge pixels in said identifying step.

6. The method as recited in claim 5, wherein said edge smoothing step includes filtering the boundaries between said detected blocks and blocks adjacent thereto.

7. The method as recited in claim 5, wherein said edge smoothing step further comprises horizontal lowpass filtering along the left and right edges of said detected blocks and vertical lowpass filtering along the top and bottom edges of said detected blocks.

8. The method as recited in claim 5, wherein said edge pixels contain true edge pixels and false edge pixels and wherein said identifying step further comprises the steps of:

distinguishing said edge pixels between said true edge pixels and said false edge pixels;
generating a map based on said distinguishing step; and
smoothing said false edge pixels based on said generated edge map.

9. The method as recited in claim 8, wherein said distinguishing step further comprises the steps of:

comparing each of said pixels with at least one adjacent pixel whereby a degree of connectivity is established; and
determining said true edge pixels based on said degree of connectivity of each of said pixels.

FIG. 1

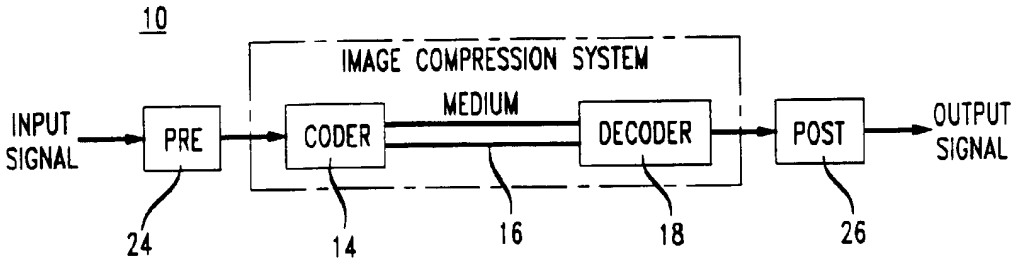


FIG. 2

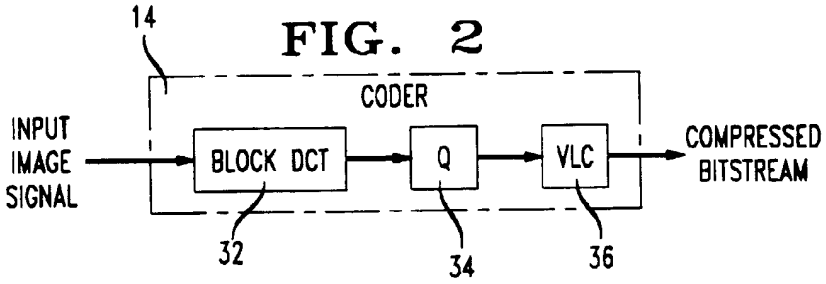


FIG. 3

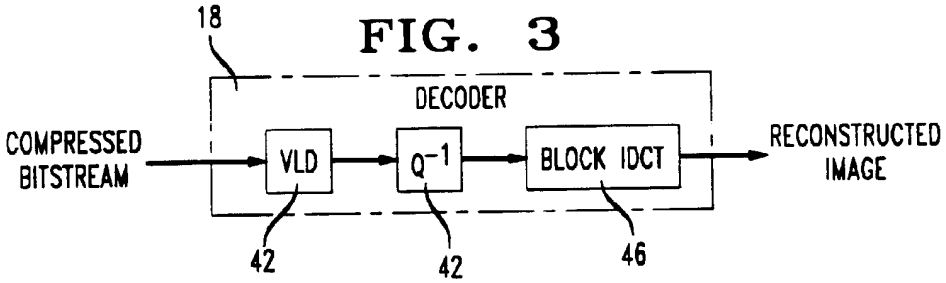


FIG. 4

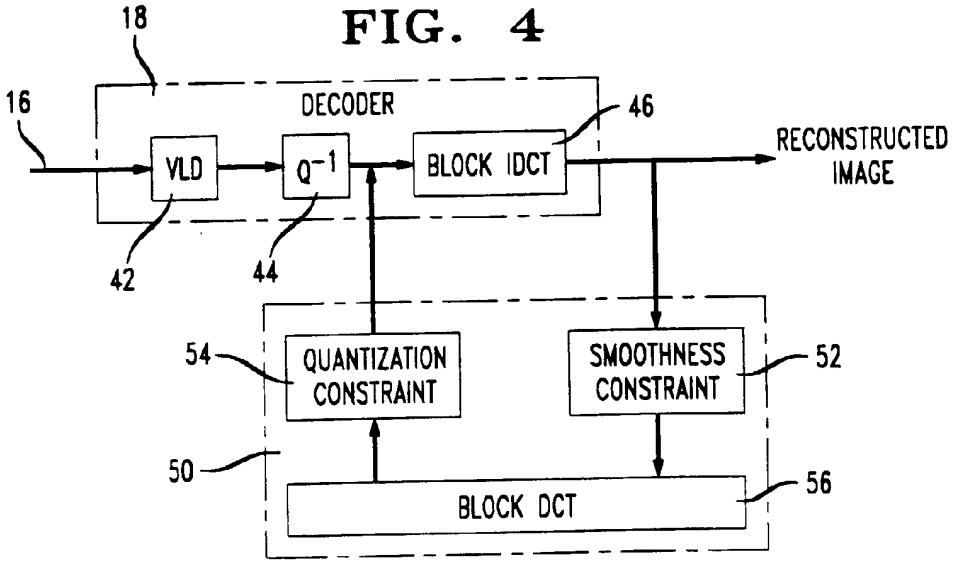


FIG. 5

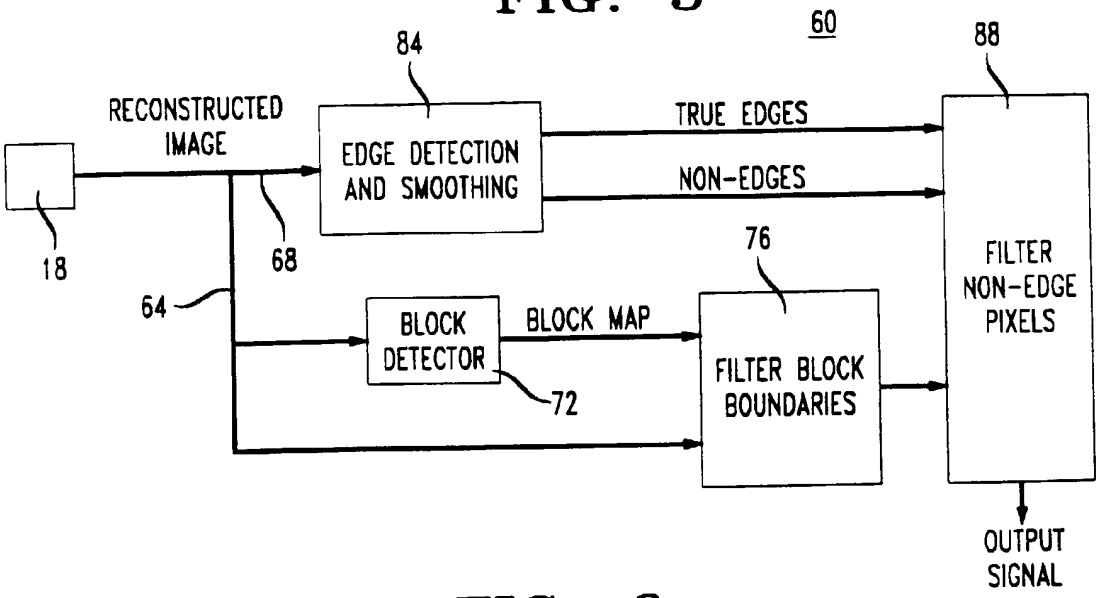


FIG. 6

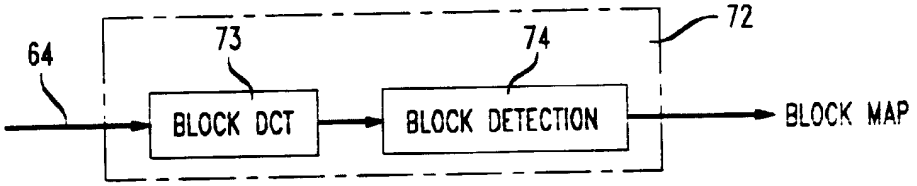
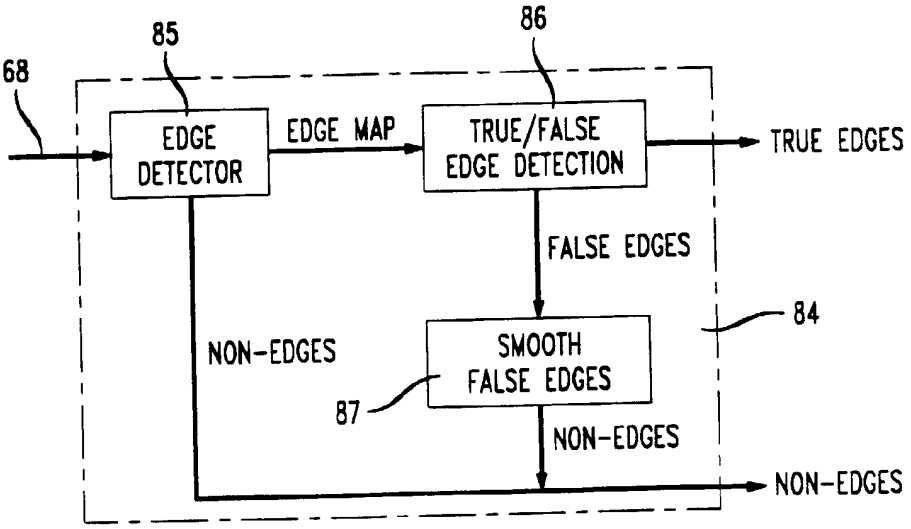


FIG. 7



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2000－59769
（P2000－59769A）
(43)公開日　平成12年２月25日(2000.2.25)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ		ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０４Ｎ　7/24		Ｈ０４Ｎ　7/13	Ｚ	

審査請求　有　　請求項の数29　ＯＬ　（全 25 頁）

(21)出願番号　特願平11－13628

(22)出願日　平成11年１月21日(1999.1.21)

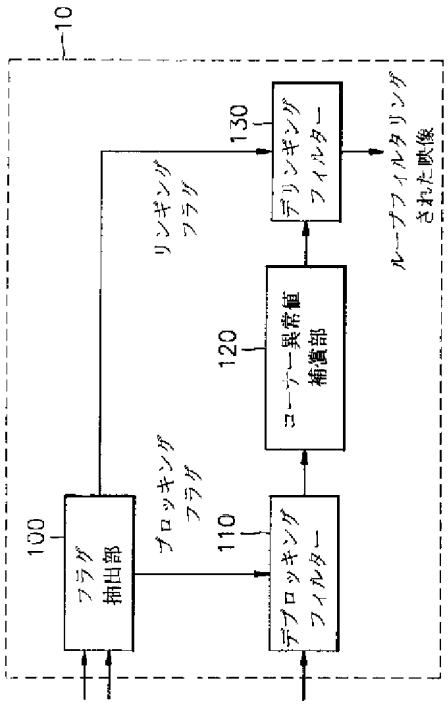
(31)優先権主張番号　１９９８　３１４３１
(32)優先日　平成10年８月１日(1998.8.1)
(33)優先権主張国　韓国（ＫＲ）
(31)優先権主張番号　１９９８　４６８２２
(32)優先日　平成10年11月２日(1998.11.2)
(33)優先権主張国　韓国（ＫＲ）

(71)出願人　390019839
三星電子株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416
(71)出願人　595139015
韓國科學技術院
大韓民国大田廣域市儒城區九城洞373－１番地
(72)発明者　李　英烈
大韓民国ソウル特別市松坡區可樂洞192番地極東アパート２棟506號
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　映像データループフィルタリング方法及び装置

(57)【要約】
【課題】　量子化効果を低減させ、フィルタリング計算量を減らし、低ビット率の符号化が可能な映像データループフィルタリング方法及び装置を提供する。
【解決手段】　フラグ抽出部１００は、映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、映像データのループフィルタリング必要性の可否を示すフラグを抽出し、デブロッキングフィルター１１０は、前記フラグを検査して、前記映像データをデブロッキングフィルタリングし、コーナー異常値補償部１２０は、前記映像データの内コーナー異常値を検出して補償し、デリンギングフィルター１３０は、前記フラグを検査して、前記コーナー異常値補償されたデータをデリンギングフィルタリングする。前記フラグは、ブロッキングフラグとリンギングフラグとからなる。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　映像データのエンコーディング及びデコーディング時に発生する量子化効果の低減のためのループフィルタリング方法において、
逆量子化された映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、前記映像データのループフィルタリングの必要性可否を示すフラグを抽出するフラグ抽出段階と、
前記抽出されたフラグがループフィルタリングが必要有りを示せば、前記フラグに相応する映像データを所定の方法によりフィルタリングするフィルタリング段階とを含むことを特徴とする映像データループフィルタリング方法。
【請求項２】　前記フラグ抽出は、前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがイントラフレームであれば、各ブロックの離散余弦変換（ＤＣＴ）ドメインから抽出し、
前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがインターフレームであれば、残差信号及び基準フレームのフラグから抽出することを特徴とする請求項１に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項３】　前記フラグは、
ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の可否を示すブロッキングフラグと、
映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の可否を示すリンギングフラグとよりなることを特徴とする請求項２に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項４】　前記映像データがイントラフレームの場合、前記イントラフレームのブロッキングフラグは、
水平ブロッキングフラグＨＢＦ及び垂直ブロッキングフラグＶＢＦよりなり、
前記イントラフレームの水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、
ａ）前記圧縮された映像データが逆量子化された後に、前記逆量子化された８×８ブロックに対するＤＣＴ係数を求める段階と、
ｂ）前記８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上及び最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、前記画素Ａの係数のみが‘０’でない値を有すると、前記ＨＢＦ及びＶＢＦをループフィルタリングする必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、
ｃ）前記逆量子化された８×８ブロックの最上位行のみが‘０’でない値を有する画素を含んでいる時、ＶＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、
ｄ）前記逆量子化された８×８ブロックの最左側のカラムのみが‘０’でない値を有する画素を含んでいる時、ＨＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階とを含むことを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項５】　前記イントラフレームのリンギングフラグ抽出は、
８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上、最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、かつ前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、
前記逆量子化された８×８ブロックの画素Ａ，Ｂ及びＣ以外の位置に何れか一つさえ‘０’でない係数値を有する時、リンギングフラグＲＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットすることを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項６】　現インターフレームのブロッキングフラグは、
水平ブロッキングフラグ及び垂直ブロッキングフラグよりなり、
前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、
基準フレームが所定の基準ブロックよりなり、前記現インターフレームのブロックＡｃの動きベクトル（ＭＶｘ，ＭＶｙ）により推定される基準フレームのブロックを動きブロックＸとするとき、
前記動きブロックＸが前記基準ブロックと重なった度合いを調べる段階と、
重なった画素数が所定個数以上である基準ブロックのＨＢＦ及びＶＢＦをビット別に論理積演算する段階と、
前記演算の結果を現ＶＯＰのブロックＡｃの水平及び垂直ブロッキングフラグにセットすることを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項７】　前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、
現マクロブロックがその動きベクトルの０であるスキップされたマクロブロックであれば、基準マクロブロックのブロッキングフラグを現マクロブロックのブロッキングフラグにセットする段階をさらに具備することを特徴とする請求項６に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項８】　前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、先ず基準ブロックのブロッキングフラグを複写してパッディングをする段階をさらに具備することを特徴とする請求項７に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項９】　映像フレームがインターフレームの場合、現インターフレームのブロックＡｃに対するリンギングフラグ抽出は、
インターブロックの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＡＣ成分のいずれか一つさえ

‘０’でなければ、現ブロックＡｃのリンギングフラグＲＦを‘１’にセットし、前記ＩＱＣのＡＣ成分がいずれも‘０’であれば、ＲＦを‘０’にする段階と、
マクロブロックＭＢに対する動きベクトルを伝達する８×８予測モードが現ブロックに使用されると、ＲＦを‘１’にセットする段階とよりなることを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１０】　前記映像データがインターフレームの場合、前記インターフレームのリンギングフラグは、第１リンギングフラグＲＦ０及び第２リンギングフラグＲＦ１よりなり、
現インターフレームのブロックＡｃに対する前記第１リンギングフラグＲＦ０及び第２リンギングフラグＲＦ１の抽出は、
インターマクロブロックの８×８ブロックにおいて残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＤＣ成分のみが‘０’でなければ、現ブロックＡｃの第１リンギングフラグＲＦ０を‘１’にセットし、そうでなければＲＦ０を０にする段階と、
インターフレームの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＡＣ成分のいずれか一つさえ‘０’でなければ、現ブロックＡｃの第２リンギングフラグＲＦ１を‘１’にセットし、そうでなければＲＦ１を‘０’にする段階とよりなることを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１１】　前記フィルタリング段階のフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であり、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デブロッキングフィルタリングを行わないことを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１２】　ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、あるいはブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦの内少なくともいずれか一方がリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ、前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする請求項４または５に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１３】　ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ、前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩまたはブロックＪの残差信号のＩＱＣのＤＣ成分が存在し、ブロックＩ及びブロックＪが共にＨＢＦが‘１’であれば、第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩまたはブロックＪの残差信号のＩＱＣのＤＣ成分が存在し、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＨＢＦが‘０’を示せば、第２フィルタリングを行う段階と、
前記ブロックＩのＲＦがリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする請求項６または９に記載の映像データループフィルタリング方法。

【請求項１４】　ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦの内いずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＲＦ０が１であり、ブロックＩ及びブロックＪのＨＢＦが共に‘１’であれば、第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＲＦ０が１であり、ブロックＩ及びブロックＪのＨＢＦの内少なくともいずれか一方が‘１’でなければ、第２フィルタリングを行う段階と、
前記ブロックＩのＲＦ１が‘０’でなければ、第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする請求項７または１０に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１５】　前記ブロックＩとブロックＪとを仕切るブロック境界線を介在した６個の画素をＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ及びＦとし、前記画素Ｃ及びＤを前記ブロック境界線に最も隣接した画素、前記画素Ａ及びＦがブロック境界線から最も遠い画素、前記画素Ｂ及びＤが前記Ａ及びＣ，Ｄ及びＦの中間に位置した画素とするとき、
前記第１フィルタリングは、
前記６個の画素に対し７－タブ（１，１，１，２，１，１，１）ローパスフィルタリングを行い、
前記第２フィルタリングは、
前記画素Ｃ及びＤに対しフィルタリングを行うが、前記画素Ｃ及びＤの差の絶対値がＨ．２６３の量子化要素ＱＰより小さければ、ＣはＣ＋（Ｄ－Ｃ）／４に、ＤはＤ＋（Ｄ－Ｃ）／４に置き換えることを特徴とする請求項１２または１３または１４に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１６】　前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングは、
リンギングフラグがデリンギングフィルタリングが必要有りを示すかどうかを検査し、デリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、そうでなければデリンギングフィルタリングを行わないことを特徴とし、
前記デリンギングフィルタリングは、
映像データの水平エッジ及び垂直エッジを検出するエッジ検出段階と、
リンギングノイズを減少させようとする８×８ブロックに対し２次元信号適応フィルタリングをする信号適応フィルタリング段階とよりなり、
前記エッジ検出段階の水平エッジ検出は、
画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ－１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、
条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝１となり、
前記エッジ検出段階の垂直エッジ検出は、
画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ＋１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、
条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となり、
前記信号適応フィルタリング段階は、
４－コネクティッドフィルターウィンドウを前記８×８ブロックに対し適用して、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジであればフィルタリングを行わず、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジでなければ加重フィルタリングを行うことを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１７】　前記フィルタリング段階におけるリン

ギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であり、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デリンギングフィルタリングを行わないことを特徴とする請求項３に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１８】　前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
ブロックＩのリンギングフラグがデリンギングフィルタリングが必要有りを示すかどうかを検査し、デリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、そうでなければデリンギングフィルタリングを行わないことを特徴とする請求項５に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項１９】　前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとするとき、
ブロックＩがイントラブロックであればデリンギングフィルタリングを行う段階と、
前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックであれば、デリンギングフィルタリングを行う段階と、
前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックでなく、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要無しを示せばデリンギングフィルタリングを行わない段階とよりなることを特徴とする請求項１０に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項２０】　前記デリンギングフィルタリングは、映像データの水平エッジ及び垂直エッジを検出するエッジ検出段階と、
リンギングノイズを減少させようとする８×８ブロックに対し２次元信号適応フィルタリングをする信号適応フィルタリング段階とよりなり、
前記エッジ検出段階の水平エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ－１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝１となり、
前記エッジ検出段階の垂直エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ＋１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となり、
前記信号適応フィルタリング段階は、
４－コネクティッドフィルターウィンドウを前記８×８ブロックに対し適用して、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジであればフィルタリングを行わず、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジでなければ加重フィルタリングを行うことを特徴とする請求項１７または１８に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項２１】　映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングする時、ブロック４つが会うクロスポイントのコーナーで発生するコーナー異常値を低減させるために、
逆量子化された前記映像データの８×８ブロックのコーナー異常値を検出する検出段階と、
前記検出されたコーナー異常値を補償する補償段階とをさらに具備することを特徴とし、
前記検出段階は、前記クロスポイントを中心とした４つの画素を画素Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤとし、Ａ，Ｂ，Ｃ、及びＤの各画素値をａ，ｂ，ｃ，ｄとし、平均値Ａｖｅｒａｇｅ＝（ａ＋ｂ＋ｃ＋ｄ＋２）／４とおき、各画素値とＡｖｅｒａｇｅとの差をＨ．２６３の量子化要素ＱＰと比較して、前記差がＱＰより大きければ、コーナー異常値候補画素の個数を累積してコーナー異常値を検出し、
前記補償段階は、前記Ａの属するブロックにおいて前記Ａと隣り合う画素をA_1，A_2とし、前記画素Ａと対角線に位置する画素をA_3とし、その画素値を各々a_1，a_2及びa_3とするとき、前記検出段階で検出されたコーナー異常値候補が一つで、該画素がＡであれば、前記ａとa_3との差が３ＱＰ／２より小さければ、コーナー異常値補償は次式
【数１】

画素Ａに対する補償値 $a' = (4a+b+c+2d+4)/9$

画素A_1に対する補償値 $a'_1 = (a'+3a_1+2)/4$

画素A_2に対する補償値 $a'_2 = (a_1+3a_2+2)/4$

のようになり、
前記コーナー異常値候補画素数が二つ以上であれば、$(a_3+b_3+c_3+d_3+2)/4$（ここで、b_3，c_3，d_3もa_3と同様の方式で定義される）から最大の差を有する候補が選ばれ、該補償は前記一つの候補の場合でのような方法で行われることを特徴とする請求項１に記載の映像データループフィルタリング方法。
【請求項２２】　映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングする際に発生する量子化効果を低減させるための映像データループフィルタリング装置において、
映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、映像データのループフィルタリング必要性の可否を示すフラグを抽出するフラグ抽出部と、
前記フラグ抽出部で抽出されたブロッキングフラグを検査して、前記映像データをデブロッキングフィルタリングするデブロッキングフィルターと、
前記デブロッキングフィルタリングされたデータの内コーナー異常値を検出して補償するコーナー異常値補償部と、
前記フラグ抽出部で抽出されたリンギングフラグを検査して、前記コーナー異常値補償されたデータをデリンギングフィルタリングするデリンギングフィルターとを含むことを特徴とし、
前記フラグは、
ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の有無を示すブロッキングフラグと、
映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の有無を示すリンギングフラグとよりなる映像データループフィルタリング装置。
【請求項２３】　前記フラグ抽出部は、
イントラフラグ及びインターフラグを抽出し、
前記イントラフラグの抽出は、
逆量子化された前記映像データの逆量子化係数の分布を用い、
前記インターフラグの抽出は、
前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用いることを特徴とする請求項２２に記載の映像データループフィルタリング装置。
【請求項２４】　映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングする際に発生する量子化効果を低減させるための映像データループフィルタリングにおいて、
逆量子化された映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、前記映像データのループフィルタリングの必要性の有無を示すフラグを抽出するフラグ抽出段階と、
前記抽出されたフラグがループフィルタリングが必要ありを示せば、前記フラグに相応する映像データを所定の方法によりフィルタリングするフィルタリング段階とを含み、
前記フラグ抽出は、前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがイントラフレームであれば各ブロックのＤＣＴドメインから抽出し、前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがインターフレームであれば残差信号及び基準フレームのフラグから抽出することを特徴とする映像データループフィルタリング方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。
【請求項２５】　前記フラグがブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の有無を示すブロッキングフラグと、映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の有無を示すリンギングフラグとよりなる時、
前記映像データがイントラフレームの場合、前記イントラフレームのブロッキングフラグはＨＢＦ及びＶＢＦよりなり、
前記イントラフレームの水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、前記圧縮された映像データが逆量子化された後に、前記逆量子化された８×８ブロックに対するＤＣＴ係数を求める段階と、前記８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上及び最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、前記画素Ａの係数のみが‘０’でない値を有すると、前記ＨＢＦ及びＶＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、前記逆量子化された８×８ブロックの最上位行のみが‘０’でない値を有する画素を含んでいるとき、ＶＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、前記逆量子化された８×８ブロックの最左側のカラムのみが‘０’でない値を有する画素を含んでいる時、ＨＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階とよりなり、
前記イントラフレームのリンギングフラグ抽出は、前記８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上、最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、前記逆量子化された８×８ブロックの画素Ａ，Ｂ及びＣ以外の位置にいずれか一つでも‘０’でない係数値を有する係数値を有する時、リンギングフラグＲＦをループフィルタリングする必要ありを示す情報‘１’にセットし、
前記映像データがインターフレームの場合、現インターフレームのブロッキングフラグは水平ブロッキングフラ

グ及び垂直ブロッキングフラグよりなり、
前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、基準フレームが所定の基準ブロックよりなり、前記現インターフレームのブロックＡｃの動きベクトル（ＭＶｘ，ＭＶｙ）により推定される基準フレームのブロックを動きブロックＸとするとき、前記動きブロックＸが前記基準ブロックと重なった度合いを調べる段階と、重なった画素数が所定個数以上である基準ブロックのＨＢＦ及びＶＢＦをビット別に論理積演算する段階と、前記演算の結果を現ＶＯＰのブロックＡｃの水平及び垂直ブロッキングフラグにセットし、
現インターフレームのブロックＡｃに対するリンギングフラグ抽出は、インターフレームの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣが‘０’でなければ現ブロックＡｃのリンギングフラグＲＦを‘１’にセットする段階と、マクロブロックＭＢに対する動きベクトルを伝達する８×８予測モードが現ブロックに使用されるとＲＦを‘１’にセットする段階とよりなることを特徴とする請求項２４に記載の映像データループフィルタリング方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。
【請求項２６】　前記フィルタリング段階のフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であり、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デブロッキングフィルタリングを行わないことを特徴とする請求項２５に記載の映像データループフィルタリング方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。
【請求項２７】　ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、
ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、
ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、
ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦの少なくともいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、あるいはブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦの少なくともいずれか一方がリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階とよりなり、
前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した６個の画素をＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ及びＦとし、前記画素Ｃ及びＤを前記水平ブロック境界線に最も隣接した画素、前記画素Ａ及びＦが水平ブロック境界線から最も遠い画素、前記画素Ｂ及びＤが前記Ａ及びＣ，Ｄ及びＦの中間に位置した画素とするとき、
前記第１フィルタリングは、前記６つの画素に対し７－タブ（１，１，１，２，１，１，１）ローパスフィルタリングを行い、
前記第２フィルタリングは、前記画素Ｃ及びＤに対しフィルタリングを行うが、前記画素Ｃ及びＤの差の絶対値がＨ．２６３の量子化要素であるＱＰより小さければ、ＣはＣ＋（Ｄ－Ｃ）／４に、ＤはＤ＋（Ｄ－Ｃ）／４に置き換え、
垂直ブロック境界線を介在した画素に関しては、前記ＶＢＦを用いて前記水平ブロック境界線を介在した画素と同様の方式でフィルタリングをすることを特徴とする請求項２５に記載の映像データループフィルタリング方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。
【請求項２８】　前記フィルタリング段階のデリンギングフィルタリングは、
映像データの水平エッジ及び垂直エッジを検出するエッジ検出段階と、
リンギングノイズを減少しようとする８×８ブロックに関し、２次元信号適応フィルタリングをする信号適応フィルタリング段階とよりなることを特徴とし、
前記エッジ検出段階の水平エッジ検出は、
所定の大きさを有するブロック内の１画素を画素［ｍ］［ｎ］とし、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝１となり、
前記エッジ検出段階の垂直エッジ検出は、
前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ＋１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、

前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となり、

前記信号適応フィルタリング段階は、

４－コネクティッドフィルターウィンドウを前記８×８ブロックに対し適用して、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジであればフィルタリングを行わず、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジでなければ加重フィルタリングを行うことを特徴とする請求項２５に記載の映像データループフィルタリング方法を実行させるのためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。

【請求項２９】　映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングするとき、ブロック４つが会うクロスポイントのコーナーで発生するコーナー異常値を減少させるために、逆量子化された前記映像データの８×８ブロックのコーナー異常値を検出する検出段階と、前記検出されたコーナー異常値を補償する補償段階とをさらに具備することを特徴とし、

前記検出段階は、前記クロスポイントを中心とした４個の画素を画素Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤとし、Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤの各画素値をａ，ｂ，ｃ，ｄとし、平均値Ａｖｅｒａｇｅ＝（ａ＋ｂ＋ｃ＋ｄ＋２）／４とすれば、各画素値とＡｖｅｒａｇｅとの差をＨ．２６３の量子化要素ＱＰと比較し、前記差がＱＰより大きければ、コーナー異常値候補画素個数を累積してコーナー異常値を検出し、

前記補償段階は、前記Ａの属するブロックにおいて前記Ａと隣り合う画素をA_1，A_2とし、前記画素Ａと対角線に位置する画素をA_3とし、その画素値を各々a_1，a_2，a_3とするとき、前記検出段階で検出されたコーナー異常値候補が一つで、該画素がＡであれば、前記ａとa_3との差が３ＱＰ／２より小さければ、コーナー異常値補償は次式

【数２】

$$\text{画素Aに対する補償値}a' = (4a+b+c+2d+4)/9$$

$$\text{画素}A_1\text{に対する補償値}a'_1 = (a'+3a_1+2)/4$$

$$\text{画素}A_2\text{に対する補償値}a'_2 = (a_1+3a_2+2)/4$$

のようになり、

前記コーナー異常値候補画素数が二つ以上であれば、（$a_3+b_3+c_3+d_3+2$）／４（ここで、b_3，c_3，d_3もa_3と同様の方式で定義される）から最大の差を有する候補が選ばれ、該補償は前記一つの候補の場合でのような方法で行われることを特徴とする請求項２５に記載の映像データループフィルタリング方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにて読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、映像データ処理に係り、特に、量子化効果を低減させるための映像データループフィルタリング方法及び装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】一般に、国際標準化機構（International Organization for Standardization:ＩＳＯ）のＭＰＥＧ及びＩＴＵ（International Telecommunication Union）のＨ．２６３を含む大部分の画像符号化標準はブロックに基づく動き推定及びブロック離散余弦変換（Discrete Cosine Transform：ＤＣＴ）処理を使用する。また大部分のビデオ符号化標準は、情報を小さい数の変換係数にパックキングするために、８×８画素ブロック単位のＤＣＴを使用する。このブロックに基づくＤＣＴスキームは、映像の局部的な空間相関性質を利用している。

【０００３】しかし乍ら、このブロックに基づき符号化された映像データを復元すると、ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクト（blocking artifacts）、ブロックのクロスポイントにおけるコーナー異常値（corner outlier）及び映像エッジ近傍のリンギングノイズ（ringing noise）等かなりの映像劣化がもたらされる。というのは、映像データを８×８画素ブロック単位にＤＣＴ変換し、前記変換された係数を量子化するためである。特に、イメージが高圧縮されている時は一層そうである。

【０００４】前記ブロッキングアーチファクトは、相対的に類似した等質領域でのブロック境界に従い発生するグリッドノイズである。前記グリッドノイズは、圧縮されたデータが復元され画面上にディスプレーされる際に、ブロックに基づき処理した痕跡がブロック間の縁部に見られ、これを見る人がブロック間の縁部であることをすぐ分かってしまう。そして前記コーナー異常値は８×８ブロックが合うコーナーポイントで発生する。また前記リンギングノイズは映像を高圧縮するために、前記ＤＣＴの高周波成分の係数を量子化による切り捨てをすることにより発生する典型的なギブズ（Gibb's）現象であって、映像がやや間をおいて多数枚重なって現れるように感じさせる問題を招く。

【０００５】ブロックに基づく符号化により発生する前記ブロッキングアーチファクト、コーナー異常値及びリンギングノイズを減少させるためのいくつかの方法が提案されている。［Y.L.Lee, H.C.Kim, and H.W.Park, "Blocking Effect Reduction of JPEG images by Signal

Adaptive Filtering", in press IEEE Trans. on Image Processing, 1997］, ［B. Ramamurthi and A.Gersho, "Nonlinear Space Variant Postprocessing of Block Coded Images", IEEE Tans on ASSP, vol.34,no.5, pp1258-1267, 1986］, ［Y.Ynag, N.Galatsanos and A.Katsaggelos, "Projection-Based Spatially Adaptive Reconstruction of Block-Transform Compressed Images," IEEE trans. on Image Processing, vol.4, no.7, pp 896-908,July 1995］, および［Z.Xiong, M.T.Orchard, and Y.Q.Zhang, "A DeblockingAlgorithm for JPEG Compressed Images Using Overcomplete Wavelet Representations, "IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techno l.,vol.7, no.2, pp 433-437, 1997］中でも、ＪＰＥＧ－圧縮解除映像の量子化効果を低減させるために、２次元信号適応フィルタリング（Signal-Adaptive Filtering：ＳＡＦ）が提案されている。［Y.L.Lee, H.C.Kim, and H.W.Park, "Blocking Effect Reduction of JPEG images by Signal Adaptive Filtering", in press IEEE Trans. onImage Processing, 1997］またブロッキングアーチファクトを減少させるために２次元フィルターを用い、階段ノイズの低減のためには１次元フィルターを用いたRamamurthi及びGershoの方法［B.Ramamurthi and A.Gersho,"Nonlinear Space Variant Postprocessing of Block Coded Images", IEEE Tans on ASSP,vol.34,no.5,pp1258-1267, 1986］は良好な効果をもたらしたこともある。また凸状集合への写像（projections onto convex sets：ＰＯＣＳ）論理を用いた反復的な映像復旧のアルゴリズムも提案されている。［Y.Ynag,N.Galatsanos and A.Katsaggelos,"Projection-Based Spatially Adaptive Reconstruction of Block-Transform Compressed Images,"IEEE trans. on Image Processing,vol.4, no.7,pp 896-908,July 1995］
しかし乍ら、これらの方法は計算が複雑であるといった欠点がある。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑みて成されたものであり、その目的は、ブロックに基づく映像データの復号化の際にブロッキングアーチファクト、コーナー異常値及びリンギングノイズなどの量子化効果を低減するために、計算が複雑でないほか、低いビット率の符号化が可能な映像データループフィルタリング方法及び装置を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】前記技術的課題を解決するために、本発明に係る量子化効果の低減のための映像データループフィルタリング方法は、映像データのエンコーディング及びデコーディング時に発生する量子化効果の低減のためのループフィルタリング方法において、逆量子化された映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、前記映像データのループフィルタリングの必要性可否を示すフラグを抽出するフラグ抽出段階と、前記抽出されたフラグがループフィルタリングが必要有りを示せば、前記フラグに相応する映像データを所定の方法によりフィルタリングするフィルタリング段階とを含むことを特徴とする。

【０００８】前記フラグ抽出は、前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがイントラフレームであれば、各ブロックの離散余弦変換（ＤＣＴ）ドメインから抽出し、前記ループフィルタリングしようとする映像フレームがインターフレームであれば、残差信号及び基準フレームのフラグから抽出することを特徴とする。

【０００９】前記フラグは、ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の可否を示すブロッキングフラグと、映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の可否を示すリンギングフラグとよりなる。

【００１０】前記映像データがイントラフレームの場合、前記イントラフレームのブロッキングフラグは、水平ブロッキングフラグ（ＨＢＦ）及び垂直ブロッキングフラグ（ＶＢＦ）よりなる。前記イントラフレームの水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、前記圧縮された映像データが逆量子化された後に、前記逆量子化された８×８ブロックに対するＤＣＴ係数を求める段階と、前記８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上及び最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、前記画素Ａの係数のみが‘０’でない値を有すると、前記ＨＢＦ及びＶＢＦをループフィルタリングする必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、前記逆量子化された８×８ブロックの最上位行のみが‘０’でない値を有する画素を含んでいる時、ＶＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階と、前記逆量子化された８×８ブロックの最左側のカラムのみが‘０’でない値を有する画素を含んでいる時、ＨＢＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットする段階とを含むことを特徴とする。

【００１１】前記イントラフレームのリンギングフラグ抽出は、前記８×８ブロックを成す６４個の画素の内前記ブロックの最上、最左側に位置した画素（ＤＣ成分）を画素Ａとし、前記画素Ａのすぐ右側の画素を画素Ｂ、かつ前記画素Ａの真下の画素を画素Ｃとするとき、前記逆量子化された８×８ブロックの画素Ａ，Ｂ及びＣ以外の位置に何れか一つさえ‘０’でない係数値を有する時、リンギングフラグＲＦをループフィルタリングが必要ありを示す情報‘１’にセットすることを特徴とする。

【００１２】現インターフレームのブロッキングフラグは、水平ブロッキングフラグ及び垂直ブロッキングフラ

グよりなり、前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、基準フレームが所定の基準ブロックよりなり、前記現インターフレームのブロックＡｃの動きベクトル（ＭＶｘ，ＭＶｙ）により推定される基準フレームのブロックを動きブロックＸとするとき、前記動きブロックＸが前記基準ブロックと重なった度合いを調べる段階と、重なった画素数が所定個数以上である基準ブロックのＨＢＦ及びＶＢＦをビット別に論理積演算する段階と、前記演算の結果を現ＶＯＰ（Video Object Plane）のブロックＡｃの水平及び垂直ブロッキングフラグにセットすることを特徴とする。

【００１３】前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、現マクロブロックがその動きベクトルの０であるスキップされたマクロブロックであれば、基準マクロブロックのブロッキングフラグを現マクロブロックのブロッキングフラグにセットする段階をさらに具備することが好ましい。

【００１４】前記現インターフレームのブロックＡｃに対する水平及び垂直ブロッキングフラグ抽出は、先ず基準ブロックのブロッキングフラグを複写してパッディングをする段階をさらに具備することが好ましい。

【００１５】映像フレームがインターフレームの場合、現インターフレームのブロックＡｃに対するリンギングフラグ抽出は、インターブロックの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＡＣ成分のいずれか一つさえ‘０’でなければ、現ブロックＡｃのリンギングフラグＲＦを‘１’にセットし、前記ＩＱＣのＡＣ成分がいずれも‘０’であれば、ＲＦを‘０’にする段階と、マクロブロックＭＢに対する動きベクトルを伝達する８×８予測モードが現ブロックに使用されると、ＲＦを‘１’にセットする段階とよりなることを特徴とする。

【００１６】前記映像データがインターフレームの場合、前記インターフレームのリンギングフラグは、第１リンギングフラグＲＦ０及び第２リンギングフラグＲＦ１よりなる。現インターフレームのブロックＡｃに対する前記第１リンギングフラグＲＦ０及び第２リンギングフラグＲＦ１の抽出は、インターマクロブロックの８×８ブロックにおいて残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＤＣ成分のみが‘０’でなければ、現ブロックＡｃの第１リンギングフラグＲＦ０を‘１’にセットし、そうでなければＲＦ０を０にする段階と、インターフレームの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣのＡＣ成分のいずれか一つさえ‘０’でなければ、現ブロックＡｃの第２リンギングフラグＲＦ１を‘１’にセットし、そうでなければＲＦ１を‘０’にする段階とよりなる。

【００１７】前記フィルタリング段階のフィルタリングは、ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であり、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デブロッキングフィルタリングを行わないことを特徴とする。

【００１８】ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩとし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪとするとき、ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦ共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、あるいはブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦの内少なくともいずれか一方がリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ、前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする。

【００１９】ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ、前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階と、ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及び

ブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩまたはブロックＪの残差信号のＩＱＣのＤＣ成分が存在し、ブロックＩ及びブロックＪが共にＨＢＦが‘１’であれば、第１フィルタリングを行う段階と、ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩまたはブロックＪの残差信号のＩＱＣのＤＣ成分が存在し、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＨＢＦが‘０’を示せば、第２フィルタリングを行う段階と、前記ブロックＩのＲＦがリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする。

【００２０】ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う段階と、ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦの内いずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較し、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う段階と、ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＲＦ０が１であり、ブロックＩ及びブロックＪのＨＢＦが共に‘１’であれば、第１フィルタリングを行う段階と、ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの内少なくともいずれか一方のＲＦ０が１であり、ブロックＩ及びブロックＪのＨＢＦの内少なくともいずれか一方が‘１’でなければ、第２フィルタリングを行う段階と、前記ブロックＩのＲＦ１が‘０’でなければ、第２フィルタリングを行う段階とよりなることを特徴とする。

【００２１】前記第１フィルタリングは、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切るブロック境界線を介在した６個の画素をＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ及びＦとし、前記画素Ｃ及びＤを前記ブロック境界線に最も隣接した画素、前記画素Ａ及びＦがブロック境界線から最も遠い画素、前記画素Ｂ及びＤが前記Ａ及びＣ，Ｄ及びＦの中間に位置した画素とするとき、前記６個の画素に対し７－タップ（１，１，１，２，１，１，１）ローパスフィルタリングを行う。

【００２２】前記第２フィルタリングは、前記画素Ｃ及びＤに対しフィルタリングを行うが、前記画素Ｃ及びＤの差の絶対値がＨ．２６３の量子化要素ＱＰより小さければ、ＣはＣ＋（Ｄ－Ｃ）／４に、ＤはＤ＋（Ｄ－Ｃ）／４に置き換えることを特徴とする。

【００２３】前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングは、リンギングフラグがデリンギングフィルタリングが必要有りを示すかどうかを検査し、デリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、そうでなければデリンギングフィルタリングを行わないことを特徴とし、映像データの水平エッジ及び垂直エッジを検出するエッジ検出段階と、リンギングノイズを減少させようとする８×８ブロックに対し２次元信号適応フィルタリングをする信号適応フィルタリング段階とよりなる。

【００２４】前記エッジ検出段階の水平エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ－１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝１となる。前記エッジ検出段階の垂直エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ＋１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となる。前記信号適応フィルタリング段階は、４－コネクティッドフィルターウィンドウ（4-connected filter window）を前記８×８ブロックに対し適用して、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジであればフィルタリングを行わず、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジでなければ加重フィルタリングを行う。

【００２５】前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であり、前記

ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デリンギングフィルタリングを行わないことを特徴とする。

【００２６】また前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、ブロックＩのリンギングフラグがデリンギングフィルタリングが必要有り示すかどうかを検査し、デリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、そうでなければフィルタリングを行わないことを特徴とする。

【００２７】また前記フィルタリング段階におけるリンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否は、ブロックＩがイントラブロックであればデリンギングフィルタリングを行う段階と、前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックであれば、デリンギングフィルタリングを行う段階と、前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックでなく、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要無しを示せばデリンギングフィルタリングを行わない段階とよりなることを特徴とする。

【００２８】前記デリンギングフィルタリングは、映像データの水平エッジ及び垂直エッジを検出するエッジ検出段階と、リンギングノイズを減少させようとする８×８ブロックに対し２次元信号適応フィルタリングをする信号適応フィルタリング段階とよりなる。前記エッジ検出段階の水平エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ－１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝１となる。前記エッジ検出段階の垂直エッジ検出は、画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となる。前記信号適応フィルタリング段階は、４－コネクティッドフィルターウィンドウを前記８×８ブロックに対し適用して、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジであればフィルタリングを行わず、前記フィルターウィンドウの中心画素がエッジでなければ加重フィルタリングを行う。

【００２９】前記本発明に係るループフィルタリング方法は、映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングする際に、ブロック４つが会うクロスポイントのコーナーで発生するコーナー異常値を低減させるために、逆量子化された前記映像データの８×８ブロックのコーナー異常値を検出する検出段階と、前記検出されたコーナー異常値を補償する補償段階とをさらに具備することを特徴とする。

【００３０】前記検出段階は、前記クロスポイントを中心とした４つの画素を画素Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤとし、Ａ，Ｂ，Ｃ，及びＤの各画素値をａ，ｂ，ｃ，ｄとし、平均値Ａｖｅｒａｇｅ＝（ａ＋ｂ＋ｃ＋ｄ＋２）／４とおき、各画素値とＡｖｅｒａｇｅとの差をＨ．２６３の量子化要素ＱＰと比較して、前記差がＱＰより大きければ、コーナー異常値候補画素の個数を累積してコーナー異常値を検出する。

【００３１】前記補償段階は、前記Ａの属するブロックにおいて前記Ａと隣り合う画素をA_1，A_2とし、前記画素Ａと対角線に位置する画素をA_3とし、その画素値を各々a_1，a_2及びa_3とするとき、前記検出段階で検出されたコーナー異常値候補が一つで、該画素がＡであれば、前記ａとa_3との差が３ＱＰ／２より小さければ、コーナー異常値補償は次式

【００３２】

【数３】

$$\text{画素Ａに対する補償値}a' = (4a + b + c + 2d + 4) / 9$$

$$\text{画素}A_1\text{に対する補償値}a'_1 = (a' + 3a_1 + 2) / 4$$

$$\text{画素}A_2\text{に対する補償値}a'_2 = (a1 + 3a_2 + 2) / 4$$

【００３３】のようになり、前記コーナー異常値候補画素数が二つ以上であれば、（$a_3 + b_3 + c_3 + d_3 + 2$）／４（ここで、$b_3$，$c_3$，$d_3$も$a_3$と同様の方式で定義される）から最大の差を有する候補が選ばれ、該補償は前記一つの候補の場合でのような方法で行われる。

【００３４】本発明に係る映像データループフィルタリング装置は、映像データをブロックに基づきエンコーディング及びデコーディングする際に発生する量子化効果を低減させるための映像データループフィルタリング装置において、映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用い、映像データのループフィルタリング必要性の可否を示すフラグを抽出するフラグ抽出部と、前記フラグ抽出部で抽出されたブロッキングフラグを検査して、前記映像デ

ータをデブロッキングフィルタリングするデブロッキングフィルターと、前記デブロッキングフィルタリングされたデータの内コーナー異常値を検出して補償するコーナー異常値補償部と、前記フラグ抽出部で抽出されたリンギングフラグを検査して、前記コーナー異常値補償されたデータをデリンギングフィルタリングするデリンギングフィルターとを含むことを特徴とする。

【００３５】前記フラグは、ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の有無を示すブロッキングフラグと、映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の有無を示すリンギングフラグとよりなる。

【００３６】

【発明の実施の形態】以下、添付された図面に基づき本発明の望ましい実施形態を詳細に説明する。図１は映像データをブロックに基づき符号化及び復号化する際に発生する量子化効果の低減のための映像データループフィルタリング装置１０の構成を示すブロック図である。前記ループフィルタリング装置１０は、一般の復号化器及び復号化器に結ばれて使用される。本発明に係る前記映像データループフィルタリング装置１０は、フラグ抽出部１００、デブロッキングフィルター１１０、コーナー異常値補償部１２０及びデリンギングフィルター１３０を含んでなる。前記フラグ抽出部１００は、逆量子化された前記映像データの逆量子化係数ＩＱＣの分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用いてフラグを抽出する。

【００３７】前記フラグは、復号化された映像のループフィルタリング必要性の有無を示す情報であって、ブロッキングフラグとリンギングフラグとに類別される。前記ブロッキングフラグは、ブロック境界近傍のブロッキングアーチファクトを減少させる必要性の有無を示し、前記リンギングフラグは映像エッジ近傍のリンギングノイズを減少させる必要性の有無を示す。そして前記ブロッキングフラグは、水平ブロック境界線を基準として隣接したブロックの画素に対するループフィルタリングの成否を示す水平ブロッキングフラグ（Horizontal Blocking Flag：ＨＢＦ）及び垂直ブロック境界線を基準として隣接したブロックの画素に対するループフィルタリングの成否を示す垂直ブロッキングフラグ（Vertical Blocking Flag：ＶＢＦ）よりなる。

【００３８】また、前記フラグ抽出は、イントラフレーム及びインターフレームに対して抽出する。本発明では、前記インターフレームはＰフレーム及びＰＢフレームとする。前記イントラフレームに対するフラグ抽出は、逆量子化された前記映像データの逆量子化係数の分布を利用する。前記インターフレームに対するフラグ抽出は前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用いるが、さらなる詳細は後述する。

【００３９】前記デブロッキングフィルター１１０は、一次元水平及び垂直ローパスフィルター（ＬＰＦ）を使用して、前記フラグ抽出部１００で抽出されたブロッキングフラグを検査して、映像データをデブロッキングフィルタリングする。前記異常値補償部１２０は、前記デブロッキングフィルター１１０でデブロッキングフィルタリングされたデータの内コーナー異常値を検出して補償する。前記デリンギングフィルター１３０は、二次元信号適応フィルターを用い前記フラグ抽出部１００で抽出されたリンギングフラグを検査して、前記コーナー異常値補償されたデータをデリンギングフィルタリングする。

【００４０】本発明に係る映像データループフィルタリング方法の基本概念は、映像データに関し、空間周波数（spatial frequency）及び時間情報（temporal information）を使用することにより適応的に量子化効果を低減するものである。

【００４１】また、主観的な画質、ＰＳＮＲ（peak signal-to-noise ratio）及び計算の複雑性を考慮している。特に、ソフトウェア及びハードウェアにて前記基本概念を具現する際、計算の複雑性は極めて重要な決定要素となる。８×８ブロックごとにブロッキングアーチファクトとリンギングノイズのフラグを抽出するために、周波数領域と動きベクトルにおける逆量子化係数の分布が調べられる。ブロッキングフラグ及びリンギングフラグを使用することにより、１次元ＬＰＦと２次元ＳＡＦが８×８ブロックごとに適応的に適用される。

【００４２】一方、本発明において用いられるリンギングフラグは２種類の実施形態がある。第１実施形態はリンギングフラグをＲＦ一つに設定するものであり、第２実施形態はリンギングフラグを第１リンギングフラグＲＦ０及び第２リンギングフラグＲＦ１の二つに設定するものである。以下、前記第１実施形態及び第２実施形態を具体的に触れないのは第１実施形態及び第２実施形態が共に共通して適用されることを意味する。そして第１実施形態及び第２実施形態のいずれか一方にのみ該当するものは、これを明示する。

【００４３】まず、前記フラグ抽出部１００におけるブロッキングアーチファクトとリンギングノイズに対するフラグ抽出について説明する。

【００４４】１．ブロッキングアーチファクト及びリンギングノイズ情報

Ｈ．２６３＋における量子化効果を低減するために、二種類のフラグが定義される。第一はブロッキングフラグであり、第二はリンギングフラグである。前記ブロッキング及びリンギングフラグはイントラフレームにおいて８×８ブロックのＤＣＴ領域（domain）から抽出される。またインターフレームのフラグは残差信号（residual signal）及び基準ＶＯＰのフラグから計算される。

【００４５】１．１　イントラマクロブロック（Macro Block）に関するフラグ情報

逆量子化後のＤＣＴ係数である逆量子化係数（ＩＱＣ）の分布がデコーダ及びエンコーダにおいて調べられる。図２は、Ｈ．２６３＋のブロック図及び逆量子化後のＤＣＴ係数を示すものである。図２の８×８逆量子化されたブロックにおいて、係数Ａ，Ｂ及びＣがブロッキングフラグ及びリンギングフラグを決定するのに使用される。

【００４６】図２に示す８×８ブロックの６４個画素のＤＣＴ係数の内位置Ａ、即ちＤＣ成分の係数のみが‘０’でない値を有するとするとき、前記８×８符号化されたブロックの６４画素は空間領域において同一の値を有する。したがって、ＤＣ成分のみを有するブロックは水平及び垂直ブロッキングアーチファクトをもたらすことがある。この場合、水平ブロッキングフラグ（ＨＢＦ）と垂直ブロックキングフラグ（ＶＢＦ）が共に‘１’にセットされる。

【００４７】８×８逆量子化されたブロックの最上位行を成す８画素の係数の内いずれか一つでも‘０’でない値を有する時、各カラムの８個の画素は空間領域において同一の値を有する。このブロックは垂直ブロッキングアーチファクトをもたらし、これによりＶＢＦは‘１’にセットされる。

【００４８】最左側のカラムを成す８画素の係数の内いずれか一つでも‘０’でない値を有する時、各行の８個の画素は空間領域において同一の値を有する。このブロックは水平ブロッキングアーチファクトをもたらし、これによりＨＢＦは‘１’にセットされる。

【００４９】第１実施形態では、図２に示すＡ，Ｂ及びＣ以外の位置にいずれか一つでも‘０’でない係数値を有する時、リンギングフラグＲＦは‘１’にセットされる。そして第２実施形態では、図２に示すＡ，Ｂ及びＣ以外の位置にいずれか一つでも‘０’でない係数値を有する時、第１リンギングフラグＲＦ０は‘１’にセットされる。

【００５０】一方、これらの高周波係数はブロックが映像エッジを含んでいることを意味する。したがって、このブロックは高周波成分係数の切り捨てにより前記映像エッジ近傍にリンギングノイズを生みだす。前記ＨＢＦ，ＶＢＦ及びＲＦは各ブロックにおいてループフィルタリングをするのに使用される。そして第２実施形態においては、第２リンギングフラグＲＦ１はイントラマクロブロックでは使用されない。

【００５１】１．２　インターマクロブロックに対するフラグ情報の伝播

まず、第１実施形態について説明する。基準フレームでのブロッキングフラグは動きベクトルを使用することにより、次インターマクロブロックに伝播される。また、インターブロックの残差信号はインターブロックのフラグを決定するのに使用される。

【００５２】ブロッキングフラグが基準フレームからインターフレームへ伝播されることを説明すれば次の通りである。図３は、インターフレームの８×８ブロックＡｃと基準フレームにおける隣接ブロックとの関係を示すものである。ブロッキングフラグの伝播は動きベクトル（ＭＶｘ，ＭＶｙ）により次のように記述される。図３においてＡｒ，Ｂｒ，Ｃｒ及びＤｒは基準フレームのブロックである。Ａｃは現インターフレームにおけるブロックであり、Ｘは前記Ａｃの動きブロックである。前記動きブロックＸは動きベクトル（ＭＶｘ，ＭＶｙ）を使用することにより推定される。まず、前記動きブロックＸと前記基準ブロックとの重なった度合いを調べる。もし、前記動きブロックＸと前記基準ブロックとの重なった領域が２×２画素より広いブロックのみ各々計算に使用すれば、前記現ブロックＡｃのＨＢＦ及びＶＢＦは動き推定されたブロックＸによって重なる基準ブロックのＨＢＦ及びＶＢＦをビット別に論理積（bit-wise ＡＮＤ）演算することにより計算できる。

【００５３】例えば、動きベクトルがＭＶｘ＝５，ＭＶｙ＝３．５の時、動き推定されたブロックＸは４つの基準ブロックＡｒ，Ｂｒ，Ｃｒ及びＤｒと重なることになる。ここで、前記４つの重なった領域はいずれも２×２画素より広い。したがって、現ブロックＡｃのＨＢＦ及びＶＢＦは、図４に示すように、４つの基準ブロックＡｒ，Ｂｒ，Ｃｒ及びＤｒから計算できる。ここで、‘＆’はビット別の論理積演算を表す。

【００５４】次に、インターフレームにおけるリンギングフラグについて説明する。まず、インターフレームの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣを検査して、前記ＩＱＣが‘０’でなければ、基準ブロックＡｃのＲＦを‘１’にセットする。一つのマクロブロック（ＭＢ）に対する４つの動きベクトルを伝達することを８×８予測モード（prediction mode）と呼ぶ。前記８×８予測モードは、概して高周波成分を有する領域に適用される。したがって、前記ブロックが８×８予測モードを有するかを検査して、８×８予測モードを有するブロックのＲＦは‘１’にセットされる。

【００５５】次に、第２実施形態におけるインターマクロブロックに関するフラグ情報の伝播について説明する。基準フレーム（ＩピクチャーまたはＰピクチャーまたは改善されたＰＢフレームのＰピクチャー部分）におけるブロッキングフラグは動きベクトルを使用することにより、次インターマクロブロックに伝播される。また、インターブロックの残差信号はインターブロックのフラグを決定するのに使用される。現マクロブロックがスキップされたマクロブロック（ＣＯＤ－Ｉ）であれば、基準マクロブロックにおける６個のブロック（Ｙ用４つ、Ｃｂ及びＣｒ用各１つ）のブロッキングフラグは現マクロブロックに複写される。

【００５６】まず、ブロッキングフラグが基準フレームからインターフレームへ伝播されることについて説明す

れば、前記第１実施形態と同様である。ただし、現ブロックＡｃのＨＢＦ及びＶＢＦを求める際に使用されるＡＮＤ演算は、第１実施形態ではブロックＸと重なった度合いが２×２画素より広いブロックに対して行われたが、第２実施形態では１×１画素より広いブロックに対して行われる。例えば、動きベクトルがＭＶｘ＝５，ＭＶｙ＝３．５の時、動き推定されたブロックＸは４つの基準ブロックＡｒ，Ｂｒ，Ｃｒ及びＤｒと重なることになる。ここで、前記４つの重なった領域はいずれも１×１画素より広い。

【００５７】次に、インターフレームにおけるリンギングフラグについて説明する。まず、インターマクロブロックの８×８ブロックにおける残差信号の逆量子化係数ＩＱＣを検査する。前記ＩＱＣのＤＣ成分のみが‘０’でなく、他の成分はいずれも‘０’である時、Ａｃの第１リンギングフラグＲＦ０は‘１’にセットされる。そして前記ＩＱＣのＡＣ成分の内いずれか一つさえ‘０’でなければ、基準ブロックＡｃのＲＦを‘１’にセットする。８×８予測モードはデリンギングフィルタリングにおいて考慮される。

【００５８】２．フラグを用いた映像データループフィルタリング

デブロッキングフィルター１１０、コーナー異常値補償部１２０及びデリンギングフィルター１３０について具体的に説明する。

【００５９】２．１　ブロッキングアーチファクトの低減のためのデブロッキングフィルター

ブロッキングアーチファクトの低減のための一次元ローパスフィルタリングは水平境界及び垂直境界上のブロッキングフラグにより強く（strongly）若しくは弱く（weakly）行われる。ブロッキングアーチファクトを減らすために、大部分のデブロッキング方法は映像エッジ情報を計算し、前記映像エッジに基づくローパスフィルター（ＬＰＦ）を適応的に適用する。しかし乍ら、本発明に係るデブロッキング方法は、上記で求めたブロッキングフラグを用いるので、多くの計算量を要する映像エッジ検出を必要としない。

【００６０】処理されるべき８×８ブロックと隣接ブロックが図５に示されている。ブロック－Ｉ（ＢＬＯＣＫ－Ｉ）のＨＢＦとブロック－Ｊ（ＢＬＯＣＫ－Ｊ）のＨＢＦが共に‘１’にセットされているなら、７－タブ（１，１，１，２，１，１，１）ＬＰＦが図５の水平ブロック境界上の画素Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ及びＦに適用される。

【００６１】まず、第１実施形態における水平デブロッキングフィルタリングをアルゴリズムにより示せば、次のようである。

【００６２】

【数４】

```
if(BLOCK_I==NOT coded && BLOCK_J NOT coded)No deblocking filter;
if(INTRA frame)  {
  if(RF of BLOCK_I==0 && RF of BLOCK_J==0) {/*No Ringing Noise*/
    if(HBF of BLOCK_I==1 && HBF of BLOCK_J==1)
      strong deblocking filtering;
    else
      weak deblocking filtering;
   }
   else weak deblocking filtering;
  }

if(P or PB_frame) {
 if(RF of BLOCK_I==0){/*No Ringing Noise*/
  if(BLOCK_I==INTRA||BLOCK_J==INTRA)  {
    if(HBF of BLOCK_I ++ 1 && HBF of BLOCK_J==1)
      strong deblocking filtering;
    else
      weak deblocking filtering;
    }
  else{
    if(DC component of residual IQC of BLOCK_I or BLOCK_J exist) {
       if(HBS of BLOCK_I==1 && HBF of BLOCK_J==1)
         strong delbocking filtering;
       else
         weak deblocking filtering;
    }
  }
 }
 else/*Ringing Noise*/
  weak deblocking filtering;
}
```

【００６３】前記アルゴリズムを説明すれば、ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩ（ＢＬＯＣＫ＿Ｉ）とし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪ（ＢＬＯＣＫ＿Ｊ）とする時、前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された以前のブロックとの差が所定の値以下で、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デブロッキングフィルタリングを行わない。

【００６４】ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う。

【００６５】ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦの少なくともいずれか一方さえブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、あるいはブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦの少なくともいずれか一方がリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較して、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う。

【００６６】一方、垂直ブロック境界線を介在した画素に関しては、前記ＶＢＦを用い前記水平ブロック境界線を介在した画素と同様の方式でフィルタリングをする。そしてブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨ

ＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリングを行う。

【００６７】ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一方でもブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較して、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリングを行う。

【００６８】ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪが共にＨＢＦが‘１’であれば第１フィルタリングを行う。ブロックＩのリンギングフラグＲＦがリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの少なくともいずれか一方のＨＢＦが‘０’を示せば、第２フィルタリングを行う。前記ブロックＩのＲＦが‘０’でなければ、第２フィルタリングを行う。

【００６９】一方、垂直ブロック境界線を介在した画素に関しては、前記ＶＢＦを用い前記水平ブロック境界線を介在した画素と同様の方式でフィルタリングをする。

【００７０】前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した６個の画素をＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ及びＦとし、前記画素Ｃ及びＤを前記水平ブロック境界線に最も隣接した画素、前記画素Ａ及びＦが水平ブロック境界線から最も遠い画素、前記画素Ｂ及びＤが前記Ａ及びＣ，Ｄ及びＦの中間に位置した画素とするとき、前記第１フィルタリングは前記６個の画素に対し７－タブ（１，１，１，２，１，１，１）ローパスフィルタリングを行う。

【００７１】前記第２フィルタリングは前記画素Ｃ及びＤに対してフィルタリングを行うが、前記画素Ｃ及びＤの差の絶対値がＨ．２６３の量子化要素ＱＰより小さければ、ＣはＣ＋（Ｄ－Ｃ）／４に、ＤはＤ＋（Ｄ－Ｃ）／４に置き換える。

【００７２】次に、第２実施形態における水平デブロッキングフィルタリングをアルゴリズムで示せば、次のようである。

【００７３】

【数５】

```
if(BLOCK_I==NOT coded && BLOCK_J NOT coded) No deblocking filter;
if(INTRA frame) {
 if(RF0 of BLOCK_I==0 && RF0 of BLOCK_J ==0) {/*No Ringing Noise*/
   if(HBF of BLOCK_I==1 && HBF of BLOCK_J ==1)
     strong deblocking filtering;
   else
      weak deblocking filtering;
   }
   else weak deblocking filtering;
 }
if(P or PB_frame) {
  if(RF1 of BLOCK_I ==0) {/*NoRingingNoise*/
    if(BLOCK_I==INTRA||BLOCK_J==INTRA) {
      if(HBF of BLOCK_I == 1 && HBF of BLOCK_J==1)
        strong deblocking filtering;
      else
        weak deblocking filtering;
      }
    else{
      if(RF0 of BLOCK_I==1||RF0 of BLOCK_J==1){
          if(HBS of BLOCK_I==1 && HBF of BLOCK_J==1)
            strong delbocking filtering;
          else
            weak deblocking filtering;
      }
    }
   }
   else/*RingingNoise*/
     weak deblocking filtering;
 }
```

【００７４】前記アルゴリズムを説明すれば、ループフィルタリングしようとするフレームを成している所定ブロックをブロックＩ（ＢＬＯＣＫ＿Ｉ）とし、前記ブロックＩと隣接したブロックをブロックＪ（ＢＬＯＣＫ＿Ｊ）とするとき、前記ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下で、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デブロッキングフィルタリングを行わない。

【００７５】イントラフレームの場合、ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩ及びブロックＪの第１リンギングフラグＲＦＯが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリング（strong deblocking filtering）を行う。

【００７６】ブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦＯが共にリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦの少なくともいずれか一方さえブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、あるいはブロックＩ及びブロックＪのリンギングフラグＲＦＯの少なくともいずれか一方がリンギングノイズを減少させる必要有りを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較して、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリング（weak deblocking filtering）を行う。そして垂直ブロック境界線を介在した画素に関しては、前記ＶＢＦを用い前記水平ブロック境界線を介在した画素と同様の方式でフィルタリングをする。

【００７７】一方、インターフレーム（ＰまたはＰＢフレーム）の場合、ブロッキングアーチファクトを減少させるためのデブロッキングフィルタリングは、ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦ

とブロックＪのＨＢＦが共にブロッキングアーチファクトを減少させる必要有りを示せば、前記ブロックＩとブロックＪとを仕切る水平ブロック境界線を介在した所定個数の画素値を変化させる第１フィルタリング（strong deblocking filtering）を行う。

【００７８】ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩがイントラ若しくはブロックＪがイントラであり、ブロックＩのＨＢＦとブロックＪのＨＢＦのいずれか一つさえブロッキングアーチファクトを減少させる必要無しを示せば、水平ブロック境界線を挟んで隣接した二画素の差とＨ．２６３の量子化された要素であるＱＰとを比較して、二画素の差がＱＰより小さければ前記第１フィルタリングより小さい個数の画素値を変化させる第２フィルタリング（weak deblocking filtering）を行う。

【００７９】ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪの少なくともいずれか一方のＲＦ０が１であることを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にＨＢＦが‘１’であれば、第１フィルタリング（strong deblocking filtering）を行う。

【００８０】ブロックＩの第２リンギングフラグＲＦ１がリンギングノイズを減少させる必要無しを示し、ブロックＩ及びブロックＪが共にイントラでなく、ブロックＩ及びブロックＪのいずれか一方のＲＦ０が１であることを示し、ブロックＩ及びブロックＪの少なくともいずれか一方のＨＢＦが‘０’を示せば、第２フィルタリング（weak deblocking filtering）を行う。ブロックＩのＲＦ１が０でなければ、第２フィルタリング（weak deblockingfiltering）を行う。そして前記第１フィルタリング及び第２フィルタリングは第１実施形態における第１フィルタリングと同様の方法で行う。

【００８１】２．２　コーナー異常値補償部

コーナー異常値の補償はイントラフレームでのみ行われる。前記コーナー異常値は、図６（Ａ）乃至図６（Ｂ）に示すように、８×８ブロックのコーナーポイントにおいて隣り合う画素より格段に大きくか若しくは小さい画素により特徴づけられる。図６（Ａ）において斜線で示された領域が４つのブロックに亘って分布され前記斜線領域の一つ若しくは二つの画素が隣り合うブロックのコーナーポイントに位置する時、コーナーポイントは、図６（Ｂ）に示すように、ＤＣＴ係数の量子化により歪曲されうる。このように歪曲されたコーナーポイントをコーナー異常値と呼ぶ。前記コーナー異常値はデブロッキングフィルター及びフィルターでは除去できない。前記コーナー異常値を減らすために、まずコーナー異常値を検出し、次に、前記検出されたコーナー異常値を補償する。また、図６（Ｂ）はコーナー異常値の検出のための簡単な座標値を記している。ここで、Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤは８×８ブロックのコーナーポイントの画素値である。

【００８２】まず、前記コーナー異常値の検出のためのアルゴリズムは次のように表現できる。

【００８３】

【数６】

```
value[0]=A;  value[1]=B;
value[2]=C;  value[3]=D;
Average=(A+B+C+D+2)/4;
Count=0;
for(m=0;m<4;m++)
        if(|value[m]-Average|>QP)
                Count++;        /*候補ポイントの個数*/
```

A’＝（４Ａ＋Ｂ＋Ｃ＋２Ｄ＋４）／８

A'_1＝（A’＋３A_1＋２）／４

A'_2＝（A’＋３A_2＋２）／４

【００８４】ここで、ＱＰはＨ．２６３の量子化要素（quantization factor）である。

【００８５】前記’Ｃｏｕｎｔ’は、コーナー異常値候補画素の数を記憶する変数である。もし、前記Ｃｏｕｎｔが‘０’であれば、コーナー異常値はない。もしＡのみが図６（Ｂ）において候補ポイントであり、｜Ａ－A_3｜が３ＱＰ／２より小さければ、コーナー異常値補償はＡ，A_1及びA_2上において次のように行われる。ここで、A_1，A_2はＡと隣り合う画素を、A_3はＡと対角線に位置する画素を示す。Ａに対して補償された値をA’，A_1に対して補償された値をA'_1，A_2に対して補償された値をA'_2とすれば、前記A’，A'_1及びA'_2は以下の数７のように決定される。

【００８６】

【数７】

【００８７】候補ポイントの個数が二つ以上であれば、（A_3＋B_3＋C_3＋D_3＋２）／４から最大の差を有する候補が選ばれ、コーナー異常値補償は前記一つの候補の場合でのような方法でそのポイント上において行われる。

【００８８】２．３　リンギングノイズの低減のためのデリンギングフィルター

まず、第１実施形態について説明すれば、次のようである。各ブロックに対しデリンギングフィルターを適用する前に、ＲＦを調べる。もし、現ブロックのＲＦが‘１’であれば、デリンギングフィルタリングは前記ブ

ロックに適用される。映像の微細部がフィルタリングにより歪曲されることを防止するために、フィルタリング前に簡単なエッジ検出が行われる。図７（Ａ）及び図７（Ｂ）に示すように、エッジ検出及び２次元信号適応フィルタリング（２－Ｄ　ＳＡＦ）は‘０’でないリンギングフラグを有する８×８ブロックに適用される。というのは、境界画素はデブロッキングフィルターによりスムーズになるためである。

【００８９】次に、第２実施形態におけるリンギングノイズの低減のためのデリンギングフィルターを説明すれば、次のようである。各ブロックに対しデリンギングフィルターを適用する前に、リンギングフラグ、即ちＲＦ０及びＲＦ１を調べる。まず、リンギングノイズを減少させるデリンギングフィルタリングの遂行成否を判断するアルゴリズムを表現すれば、次のようである。

【００９０】

【数８】

```
if (BLOCK_I==NOT coded)      No deringing filtering;
if (INTRA frame)    {
    if (RF0 of BLOCK_I =1)     deringing filtering;
    else                       No deringing filtering;
}
if (P or PB-frame) {
   if (BLOCK_I==INTRA4V_BLOCK)     deringing filtering;
   else  {
        if(BLOCK_I==INTER4V_BLOCK) deringing filtering;
        else   {
           if(RF1 of BLOCK_I==1)       deringing filtering;
           else                        No deringing filtering;
        }
    }
  }
```

【００９１】前記リンギングノイズを低減させるデリンギングフィルタリングの遂行成否アルゴリズムを説明すれば、次のようである。

【００９２】ブロックＩに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下で、前記ブロックＪに関し、現ブロックと逆量子化された前ブロックとの差が所定の値以下であれば、デリンギングフィルタリングを行わない。

【００９３】イントラフレームの場合、リンギングノイズを減少させるフィルタリングの遂行成否はブロックＩのリンギングフラグがデリンギングフィルタリングの必要有りを示しているかを検査して、デリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、そうでなければデリンギングフィルタリングを行わない。

【００９４】次にインターフレームの場合、リンギングノイズを減少させるフィルタリングの遂行成否は以下のように決定される。即ち、ブロックＩがイントラブロックであればデリンギングフィルタリングを行う。前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックであればフィルタリングを行う。前記ブロックＩがイントラブロックでなく、８×８予測モードを使用したブロックでなく、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要有りを示せばデリンギングフィルタリングを行い、ブロックＩのＲＦ１がデリンギングフィルタリングが必要なしを示せばデリンギングフィルタリングを行わない。

【００９５】デリンギングフィルタリングは、エッジ検出と２次元信号適応フィルタリング（２－Ｄ　ＳＡＦ）により行われる。映像の微細部がフィルタリングにより歪曲されることを防止するために、フィルタリング前に簡単なエッジ検出が行われる。図７（Ａ）及び図７（Ｂ）に示すように、リンギングノイズを減少させるために、エッジ検出及び２次元信号適応フィルタリング（２－Ｄ　ＳＡＦ）は上記した条件が満足される場合、８×８ブロックに適用される。

【００９６】一方、前記デリンギングフィルタリングに対する第１実施形態及び第２実施形態におけるエッジ検出について説明する。映像エッジを見出すために、１次元水平及び垂直傾斜演算子が再構成されたブロックに適用される。エッジ画素を決定するためのしきい値は、Ｈ．２６３の量子化ファクターＱＰから選ばれる。２次元ＳＡＦが８×８画素に適用されるために、エッジ情報は、図７（Ｂ）に示すように、現ブロック内の１０×１０ブロックに対して得られなければならない。

【００９７】水平エッジ検出は、現画素を画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の右側の画素を画素［ｍ］［ｎ＋１］、左側の画素を画素［ｍ］［ｎ－１］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ＋１］との差をＡ１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ］［ｎ－１］との差をＡ２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］

＝１となる。また垂直エッジ検出は、現画素を画素［ｍ］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］の上方の画素を画素［ｍ＋１］［ｎ］、下方の画素を画素［ｍ－１］［ｎ］、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ＋１］［ｎ］との差をＡ’１、前記画素［ｍ］［ｎ］と画素［ｍ－１］［ｎ］との差をＡ’２、Ｈ．２６３の量子化要素をＱＰとするとき、条件式（（Ａ’１＞ＱＰ）ａｎｄ（Ａ’２＞ＱＰ））ｏｒ（Ａ’１＞２ＱＰ）ｏｒ（Ａ’２＞２ＱＰ）を満足すれば、エッジとして検出され、エッジ［ｍ］［ｎ］＝‘１’となる。

【００９８】以上のエッジマップＥｄｇｅ［ｍ］［ｎ］を画素値ｐｉｘｅｌ［ｍ］［ｎ］から生成するアルゴリズムで表現すれば、次のようである。

【００９９】

【数９】

```
/*水平エッジ検出*/
A1=|pixel[m][n]-pixel[m][n+1]|;
A2=|pixel[m][n]-pixel[m][n-1]|;
if ( ( (A1>QP) and (A2>QP) ) or (A1>2QP) or (A2>2QP) )
    Edge[m][n]=1;
else{      /*垂直エッジ検出*/
    A1=|pixel[m][n]-pixel[m+1][n]|;
    A2=|pixel[m][n]-pixel[m-1][n]|;
    if ( ( (A1>QP) and (A2>QP) ) or (A1>2QP) or (A2>2QP) ) )
        Edge[m][n]=1;
    }
```

【０１００】次に、２次元信号適応フィルターＳＡＦを使用したデリンギングフィルタリングについて説明する。前記フィルタリングは映像の微細部の深刻な損失なしにリンギングノイズをスムーズにするためのものである。本発明に係るデリンギングフィルタリングは、エッジマップ（edge map）に従いコンボルーション（convolution）に対する加重ファクター（weighting factor）が可変する簡単なコンボルーション演算である。前記ＳＡＦは、Ｅｄｇｅ［ｍ］［ｎ］を使用することにより復号化されたブロックに適用される。図７（Ａ）は、２次元ＳＡＦに対するカーネル（kernel）を示している。図７（Ｂ）におけるフィルターウィンドウの中心点Ａがエッジ画素であれば、２次元フィルタリング演算は行われない（図７（Ｂ）の例１）。４－コネクティッドフィルターウィンドウにおいてエッジポイントが含まれていなければ、ローパスフィルタリングが行われる（図７（Ｂ）の例２）。もし中心点上に存在しないあるエッジポイントが４－コネクティッドフィルタウィンドウにあれば、エッジ画素を除いた加重フィルタリングが行われる（図７（Ｂ）の例３）。加重ファクターが計算の複雑性を考慮して定義され、これによりＳＡＦフィルタリングが、以下の表１に示すように、簡単なシフト及び加算演算によって行われる。

【０１０１】

【表１】

A	B	C	D	E	ＳＡＦ
0	0	0	0	0	A=(4A+B+C+D+E+4)/8
0	0	0	0	1	A=(4A+B+2C+D+4)/8
0	0	0	1	0	A=(4A+2B+C+D+4)/8
0	0	0	1	1	A=(2A+B+C+2)/4
0	0	1	0	0	A=(4A+B+D+2E+4)/8
0	0	1	0	1	A=(2A+B+D+2)/4
0	0	1	1	0	A=(2A+B+E+2)/4
0	0	1	1	1	A=(A+B+1)/2
0	1	0	0	0	A=(4A+C+2D+E+4)/8
0	1	0	0	1	A=(2A+C+D+2)/4
0	1	0	1	0	A=(2A+C+E+2)/4
0	1	0	1	1	A=(A+C+1)/2
0	1	1	0	0	A=(2A+D+E+2)/4
0	1	1	0	1	A=(A+D+1)/2
0	1	1	1	0	A=(A+E+1)/2
0	1	1	1	1	A=A

但し、‘０’はエッジでないことを示し、‘１’はエッジを示す。

【０１０２】３．ブロッキングフラグのパッディング
第２実施形態ではブロッキングフラグのパッディングを行う。ＱＣＩＦの場合、Ｙのためのブロッキングフラグ Ｂｆ＿Ｙは２２×１８アレイで構成され、Ｃｂのためのブロッキングフラグ Ｂｆ＿Ｃｂ及びＣｒのためのブロッキングフラグ Ｂｆ＿Ｃｒは１１×９アレイで構成される。ここで、各エレメントは各ブロックのノイズ情報を有している。しかし乍ら、非制限動きベクトルモード（Unrestricted Motion Vector mode）が使用されれば、動きベクトルはピクチャーの外側を示すことが認められる。従って、動きベクトルがピクチャーの外側を示すことを認めるために、Ｂｆ＿Ｙ，Ｂｆ＿Ｃｂ及びＢｆ＿Ｃｒパッディングがなされる。Ｂｆ＿Ｙの場合、Ｂｆ＿Ｙを拡張するために、Ｂｆ＿Ｙの最上位行及び最下位行のエレメントは垂直的に複写される。また垂直繰返しパッディングがなされてからは、水平的な繰返しパッディングが最左側及び最右側のカラムのエレメント上において行われる。

【０１０３】最終に、元のＢｆ＿Ｙサイズを Ｍ×Ｎとするとき、パッディングがなされてからはサイズは（Ｍ＋８）×（Ｎ＋８）となる。同じく、Ｂｆ＿Ｃｂ及びＢｆ＿Ｃｒの元のサイズがＭ／２×Ｎ／２であるとすれば、パッディングがなされてからは（Ｍ／２＋４）×（Ｎ／２＋４）となる。

【０１０４】図８は、Ｂｆ＿Ｙパッディングの結果を示すものである。前記パッディングは様々な方法がありうるが、その一例として基準フレームのブロッキングフラグを複写することにより行われうる。また前記パッディングはループフィルタリングしようとする新たなフレームが入れば先になされた後、動きベクトルを用いブロッキングフラグを抽出する時に、前記パッディングされたブロッキングフラグを用い該当マクロブロックのブロッキングフラグを求める。

【０１０５】一方、上記した本発明の実施形態はコンピュータにて実行できるプログラムにより作成可能である。そして、コンピュータにおいて用いられる媒体から前記プログラムを動作させる汎用ディジタルコンピューターにおいて具現できる。前記媒体はマグネチック貯蔵媒体（例：ロム、フロッピーディスク、ハードディスク等）、光学的な読み込み媒体（例：ＣＤ－ＲＯＭ，ＤＶＤ等）及びキャリアウェーブ（例：インターネットを介して転送）などの貯蔵媒体を含む。

【０１０６】例えば、前記記録媒体は、映像データのエンコーディング及びデコーディング時に発生する量子化効果の低減のためのループフィルタリング方法において、逆量子化された映像データの逆量子化係数の分布及び前フレームと現フレームとの差を示す動きベクトルを用いて前記映像データのループフィルタリング必要性の可否を示すフラグを抽出するフラグ抽出段階がコンピュータにより行われるコード手段と、前記抽出されたフラグがループフィルタリングが必要有りを示せば、前記フラグに相応する映像データを所定の方法によりフィルタ

リングするフィルタリング段階がコンピュータにより行われるプログラムコード手段とを含むことを特徴とする。

【０１０７】そして本発明を具現するための機能的なプログラム、コード及びコードセグメントは本発明の属する技術分野のプログラマーにより容易に推論できる。

【０１０８】

【発明の効果】高圧縮された映像データの復元に際して、ブロッキングアーチファクト、コーナー異常値及びリンギングノイズなどの量子化効果がもたらされる。本発明に係るループフィルタリング方法は、フラグ及び適応フィルターを使用することにより量子化効果の低減を図るものである。各ブロックのブロッキング及びリンギングフラグはループフィルタリングの計算量を減らす上で大きな手助けとなる。現ブロックに対するブロッキング及びリンギングフラグを抽出するには、インターフレームの動きベクトルが使用される。

【０１０９】ビデオコーディングにおいて、高品質の映像及びハードウェア並びにソフトウェアへの具現の容易性のためには、計算の複雑性及びＰＳＮＲが考慮されなければならない。ハードウェアの複雑性の側面から、本発明に係る方法は乗算及び割り算なしに並列処理によって遂行できる。

【０１１０】本発明に係るループフィルタリング方法は、映像の微細部を維持しながら主観的な画質を格段に向上させることから、広範に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　ブロックに基づき映像データをループフィルタリングする時、量子化効果の低減のための映像データループフィルタリング装置の構成を示すブロック図である。

【図２】　Ｈ．２６３＋に対する復号化器のブロック図及び前記復号化器の逆量子化部において逆量子化された８×８　ＤＣＴ係数ブロックを示す図である。

【図３】　インターフレームの８×８ブロックＡｃと基準フレームにおける隣接ブロックの関係を示す図である。

【図４】　インターＶＯＰの水平ブロッキングフラグＨＢＦ、垂直ブロッキングフラグＶＢＦ及びリンギングフラグＲＦ抽出を説明するための一例を示す図である。

【図５】　ブロッキングアーチファクトの減少を目的とするデブロッキングフィルターの動作の説明のために、ブロック境界とブロック境界の画素位置とを示す図である。

【図６】　クロスポイントとコーナー異常値とを示す図であって、（Ａ）は、量子化によってコーナー異常値を生成する映像エッジの例を示し、（Ｂ）は、量子化によって発生されたコーナー異常値と、コーナー異常値補償を行うためのコーナーポイントの座標値とを示す。

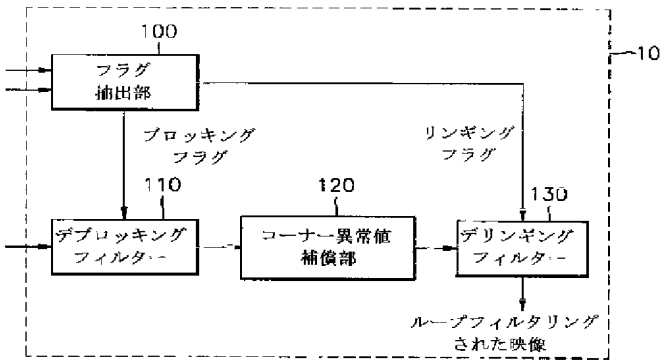
【図７】　（Ａ）は、２次元信号適応フィルターＳＡＦカーネルを示す図であり、（Ｂ）は、エッジ検出のための１０×１０ブロック及びＳＡＦの例を示す図である。

【図８】　Ｂｆ＿Ｙパッディングの結果を示す図である。

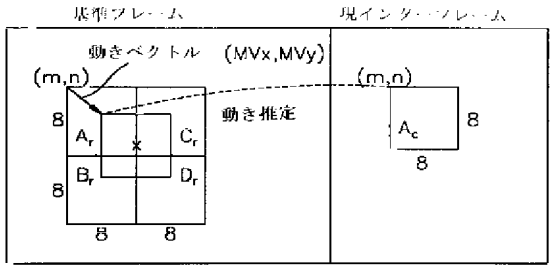
【符号の説明】

１０　映像データ後処理装置
１００　フラグ抽出部
１１０　デブロッキングフィルター
１２０　コーナー異常値補償部
１３０　デリンギングフィルター

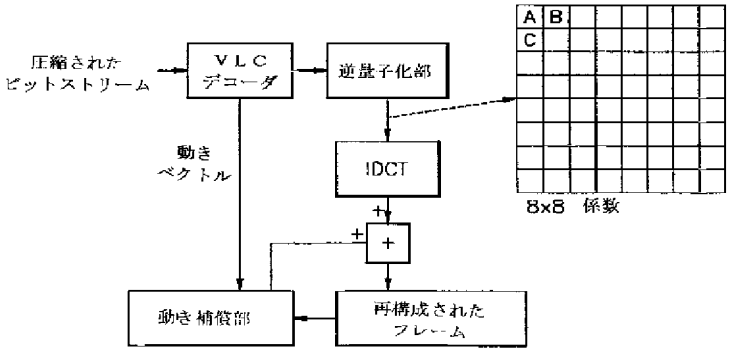
【図１】



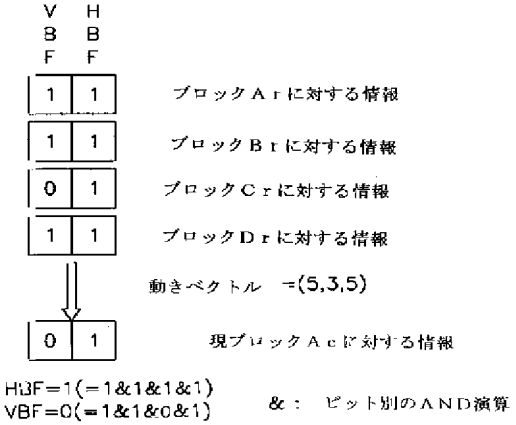
【図３】



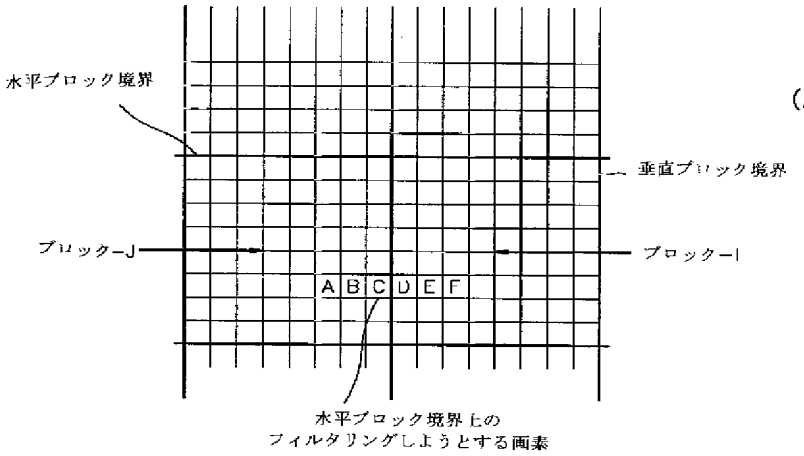
【図2】


圧縮されたビットストリーム
VLCデコーダ
逆量子化部
IDCT
動きベクトル
動き補償部
再構成されたフレーム
A B
C
8×8 係数

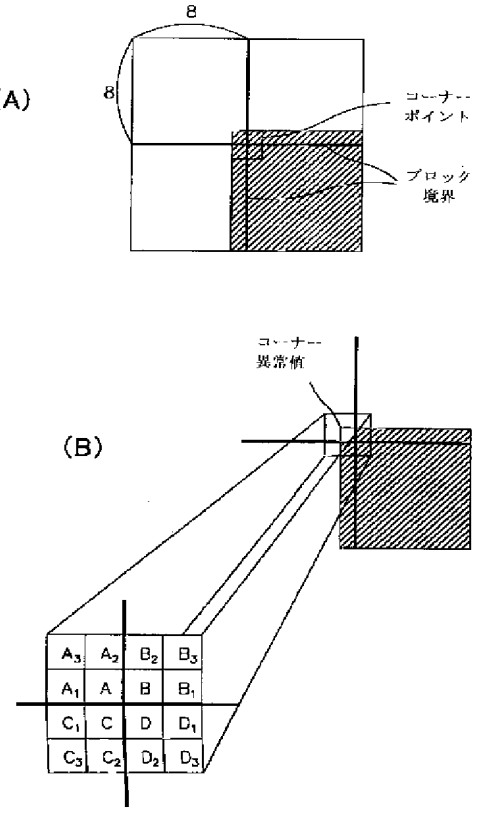
【図4】


V B F
H B F
1 1
ブロックArに対する情報
1 1
ブロックBrに対する情報
0 1
ブロックCrに対する情報
1 1
ブロックDrに対する情報
動きベクトル =(5,3,5)
0 1
現ブロックAcに対する情報
HBF=1(=1&1&1&1)
VBF=0(=1&1&0&1)
&： ビット別のAND演算

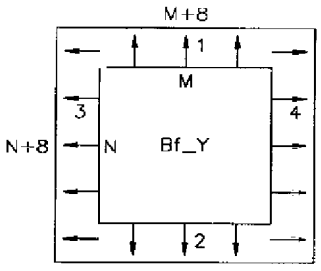
【図5】


水平ブロック境界
垂直ブロック境界
ブロックJ
ブロックI
A B C D E F
水平ブロック境界上のフィルタリングしようとする画素

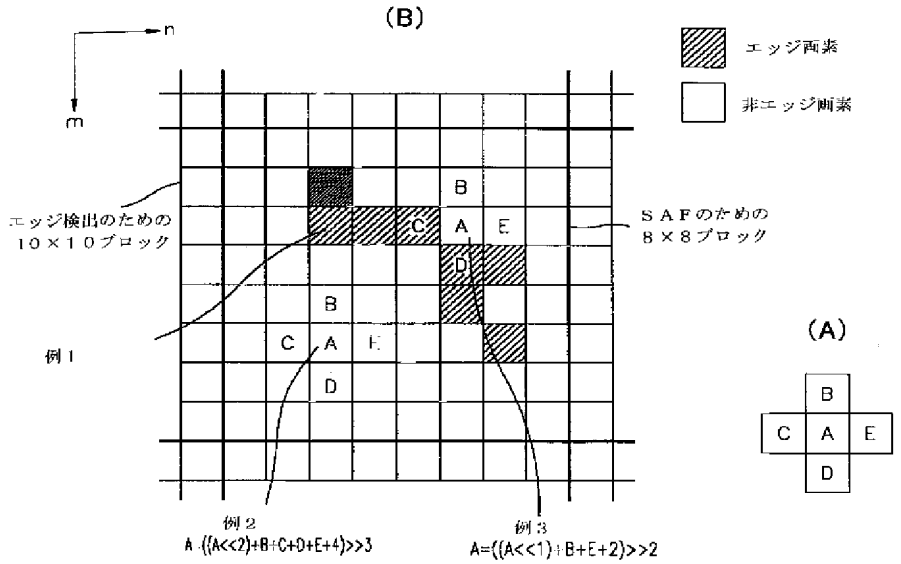
【図6】


(A)
8
8
コーナーポイント
ブロック境界
(B)
コーナー異常値
A3 A2 B2 B3
A1 A B B1
C1 C D D1
C3 C2 D2 D3

【図8】


M+8
1
M
3
4
N+8
N
Bf_Y
2

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者　朴　玄旭
大韓民国ソウル特別市東大門區回基洞109
番地科學院アパートＤ棟２號

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03814629.0

[51] Int. Cl[7]
H04N 7/12
H04N 7/24
H04N 7/32
H04N 1/417

[43] 公开日 2005 年 8 月 31 日

[11] 公开号 CN 1663258A

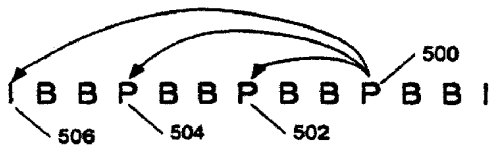
[22] 申请日 2003.6.27 [21] 申请号 03814629.0
[30] 优先权
[32] 2002. 6.28 [33] US [31] 10/187,395
[86] 国际申请 PCT/US2003/020397 2003.6.27
[87] 国际公布 WO2004/004310 英 2004.1.8
[85] 进入国家阶段日期 2004.12.22
[71] 申请人 杜比实验室认证公司
地址 美国加利福尼亚州
[72] 发明人 G·A·迪莫斯
[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 赵蓉民

权利要求书 3 页 说明书 35 页 附图 15 页

[54] 发明名称 改进的视频压缩帧插值

[57] 摘要

一种用于在视频图像压缩系统中改进一个或多个预测帧的图像质量的方法、系统和计算机程序，其中每个帧包括多个像素。 某些类型的帧的宏块图像区域在某些情况下可以参考一个或多个可参考帧来编码，而在其他情况下可以参考两个或多个可参考帧来编码。 这种编码可能包括插值，例如不相等加权的插值。 图像区域的 DC 值或 AC 像素值也可以在加权或未加权的情况下进行插值。 具有可变数量的双向预测帧的这类帧的编码模式可以动态地确定。 可以以不同于显示顺序的传送顺序把帧从编码器传送到解码器。 在运动向量补偿预测的过程中，可以把锐化和/或柔化滤波器应用于某些帧的图像区域。



ISSN1008-4274

1. 一种用于视频图像压缩的方法，所述方法包括：

提供一个包括图像区域的帧序列，所述帧包括预测帧和可参考帧；和

通过参考所述序列中的两个或多个前面的可参考帧对至少一个预测帧的一个图像区域进行编码。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述的至少一个预测帧包括一个可参考帧。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述可参考帧包括预测帧和内部帧。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述预测帧包括可参考预测帧和双向预测帧。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中所述至少一个预测帧包括一个双向预测帧。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，进一步包括：

通过参考所述序列中的两个或多个后续的可参考帧对一个双向预测帧的一个图像区域进行编码。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

识别所述两个或多个前面的可参考帧中的至少一个。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述编码包括使用来自所述两个或多个前面的可参考帧的选定图像区域的不相等加权来编码。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，进一步包括：

识别所述的不相等加权。

10. 根据权利要求 8 所述的方法，其中所述的不相等加权包括大于

1 或小于 0 的权重。

11. 根据权利要求 8 所述的方法，其中所述帧包括排列在图像区域中的帧，和

其中所述编码包括使用对应于所述两个或多个可参考帧的不相等像素值来编码。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述的帧序列包括可参考帧和双向预测帧，每个所述帧包括排列在宏块中的像素值。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，进一步包括：

按显示顺序基于来自一个或多个预测帧的运动向量使用直接模式预测来确定一个双向预测帧中的至少一个宏块。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中所述编码包括使用来自所述两个或多个前面的可参考帧的选定图像区域的一个不相等加权来编码。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中用小于 0 或大于 1 的帧比例分数对至少一个这样的运动向量进行换算。

16. 一种用于视频图像压缩的方法，所述方法包括：

提供一个包括图像区域的帧序列，所述帧包括双向预测（B）帧和可参考帧，所述可参考帧包括预测（P）帧和内部（I）帧；和

通过参考所述序列中的一个前面的可参考帧对至少一个 P 帧的一个图像区域进行编码，其中所述的前面的可参考帧被至少一个居间的可参考帧从所述 P 帧中隔开。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，进一步包括：

识别所述的前面的可参考帧；和

用所述识别通知解码器。

18. 一种用于在具有可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统中动态地确定具有可变数量的双向预测帧的这类帧的编码模式的

方法，所述方法包括：

选择一个初始序列，其开始于一个可参考帧，具有至少一个紧接着的后续双向预测帧，并以一个可参考帧结束；

增加一个可参考帧到所述初始序列的结尾以创建一个测试序列；

对照一个选定的评估标准对所述测试序列进行评估；

对于评估所述测试序列的每个满足步骤，在所述的所增加的可参考帧之前插入一个双向帧并重复所述的评估步骤；和

如果所述评估测试序列的步骤是不满足的，那么接受所述的前面的测试序列作为当前的编码模式。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，进一步包括：

为一个选定的测试序列的帧的至少一个图像区域确定一个插值混合比例。

改进的视频压缩帧插值

相关申请的交叉参考

本申请是2001年7月11日提交的美国申请序列号09/904203的部分延续申请，并要求2002年6月28日提交的美国C.I.P.申请序列号10/187395的优先权。

技术领域

本发明涉及视频压缩，更特别地是涉及在MPEG类的编码和解码系统中改进的视频压缩帧插值。

背景技术

MPEG视频压缩

MPEG-2和MPEG-4是国际视频压缩标准，它们定义的各自的视频语法，提供了高效的方法来以更紧凑的编码数据表示图像序列。编码比特的语言就是所谓的“语法”。例如，几个标记可以表示整个样本块（例如对于MPEG-2是64个样本）。两种MPEG标准都描述了解码（重构）过程，即把编码的比特从紧凑的表示变换成图像序列的原始格式的一个近似。例如，在编码比特流中的一个标志可以表示在利用离散余弦变换（DCT）算法对随后的比特解码之前，是否使用预测算法先处理这些比特。包括解码过程的算法由这些MPEG标准所定义的语义来规定。这个语法可以被用于开发普通的视频特征，例如空间冗余、时间冗余、匀速运动、空间屏蔽等等。MPEG解码器必须能够解析和解码输入的数据流，但是只要数据流符合相应的MPEG语法，就可以使用各种各样的可能的数据结构和压缩技术（虽然在技术上这背离了标准，因为语义不一致）。在某种替换语法内携带所需的语义也是可能的。

这些MPEG标准使用各种压缩方法，包括帧内方法和帧间方法。在大多数视频场景中，背景保持相对稳定而动作在前景中发生。背景

可能移动，但是通常许多场景是冗余的。这些 MPEG 标准通过创建称为“内”帧或“I 帧”的参考帧开始压缩。在不参考其他帧的情况下来压缩 I 帧，因此 I 帧包含了视频信息的一个完整的帧。I 帧提供用于随机访问的数据比特流的入口点，但只能被适度地压缩。典型地，表示 I 帧的数据在比特流中每隔 12 到 15 帧放置(虽然在某些情况下在 I 帧之间使用更宽的间隔也是有用的)。据此，由于落入参考 I 帧之间的帧中只有一小部分不同于包围的（bracketing）I 帧，所以只有图像差别被捕获、压缩和存储。两种类型的帧被用于这种差别——预测帧（P 帧）和双向预测的（或插值的）帧（B 帧）。

P 帧一般根据过去的帧（I 帧或者前面 P 帧）来编码，而且通常被用作后续 P 帧的参考。P 帧受到相当大的压缩量。B 帧提供最高的压缩量，但是为了被编码既需要过去的参考帧也需要未来的参考帧。P 帧和 I 帧是“可参考帧”，因为它们可以被 P 帧或 B 帧参考。

宏块（macroblock）是图像像素区域。对于 MPEG-2，宏块是 4 个 8x8 DCT 块的 16x16 像素组，对于 P 帧加上一个运动向量，对于 B 帧加上一个或两个运动向量。可以使用帧内或帧间（预测的）编码对 P 帧内的宏块单独编码。可以使用帧内编码、前向预测编码、后向预测编码或同时使用前向和后向（即双向插值）预测编码对 B 帧内的宏块单独编码。在 MPEG-4 视频编码中所用的结构与此稍有不同，但是是类似的。

在编码之后，MPEG 数据比特流包括 I 帧、P 帧和 B 帧的序列。序列可以由 I 帧、P 帧和 B 帧的几乎任何模式组成(关于它们的位置有几个次要的语义限制)。但是，在业界实践中常见的是具有固定的帧模式（例如，IBBPBBPBBPBBPBB）。

运动向量预测

在 MPEG-2 和 MPEG-4 中（以及类似的标准，例如 H.263），B 型（双向预测的）帧的使用被证明是有益于压缩效率的。这种帧的每个宏块的运动向量可以由以下三种方法中的任何一种来预测：

模式 1：根据前面的 I 帧或 P 帧进行的前向预测（即非双向预测的帧）。

模式 2：根据后续的 I 帧或 P 帧进行的后向预测。

模式 3：根据后续和前面的 I 帧或 P 帧进行的双向预测。

模式 1 和用于 P 帧的前向预测方法相同。模式 2 除了向后根据后续帧来工作外，是相同的概念。模式 3 是插值模式，其结合了来自前面的和后续的帧的信息。

除了这三种模式，MPEG-4 还支持用于 B 帧的另一种插值运动向量预测模式：直接模式预测，其使用来自后续 P 帧的运动向量，加上一个增量（δ）值（如果来自共处的 P 宏块的运动向量被分成 8x8 的模式——对于 16x16 宏块产生 4 个运动向量——那么该增量被应用于 B 帧中的所有 4 个独立的运动向量）。后续 P 帧的运动向量指向前面 P 帧或 I 帧。一个比例被用于对后续 P 帧的运动向量进行加权。该比例是当前的 B 帧相对于后续的 P 帧和前面的 P（或 I）帧的相对时间位置。

图 1 是根据现有技术的帧的时间线和 MPEG-4 直接模式运动向量。MPEG-4 直接模式（模式 4）的概念是指在每个居间的 B 帧中的宏块的运动可能接近被用于编码在随后 P 帧中的相同位置的运动。增量被用于对从后续 P 帧的相应运动向量（MV）103 导出的比例运动向量进行小的校正。图 1 显示的是给予每个中间 B 帧 104a、104b 的运动向量 101 和 102 的比例加权，其作为前面 P 帧或 I 帧 105 和下一个 P 帧 106 之间的“时间距离”的函数。分配给相应的中间 B 帧 104a、104b 的运动向量 101 和 102 等于分配的权重值（分别是 1/3 和 2/3）乘以下一个 P 帧的运动向量 103，加上增量值。

关于 MPEG-2，B 帧的所有预测模式在编码中被测试，并且被比较以找到每个宏块的最佳预测。如果没有好的预测，那么宏块被单独编码成“I”（“内部”）宏块。编码模式被选为前向（模式 1）、后向（模式 2）和双向（模式 3）编码中的最佳模式，或者选为内部编码。关于 MPEG-4，不允许选择内部编码。相反，直接模式成为第四种选择。同样，基于某种最佳匹配准则选择最优的编码模式。在基于 MPEG-2 和 MPEG-4 的软件编码器中，使用 DC 匹配（绝对差值的和，或“SAD”）来确定最佳匹配。

在编码的数据比特流中连续 B 帧的数量是由 MPEG 中的参数值“M”确定的。M 减 1 是每个 P 帧和下一个 P 帧（或 I 帧）之间的 B

帧的数量。因此，如果 M = 3，则每个 P 帧（或 I 帧）之间就有 2 个 B 帧，如图 1 所示。在 M 值的限定方面（因而也限定了连续 B 帧的数量），主要的限制在于 P 帧（或 I 帧）之间的运动变化量变大。更多的 B 帧意味着 P 帧（或 I 帧）之间的时间更长。因此，运动向量的效率和编码范围限制构成了中间 B 帧数量的极限。

还很重要的是要注意到 P 帧携带“变化能量”和移动的图像流一起前进，因为每个解码 P 帧被用作预测下一个后续 P 帧的起始点。但是，B 帧在使用之后被丢弃。因此，任何用于创建 B 帧的比特仅被用于那个帧，而且与 P 帧不同，它们不提供帮助后续帧解码的校正。

发明内容

本发明涉及一种用于在视频图像压缩系统中提高一个或多个预测帧图像质量的方法、系统和计算机程序，其中每个帧包括多个像素。

一个方面，本发明包括确定双向预测帧的每个像素的值作为一个将一双向预测帧序列包围起来的非双向预测帧中的对应像素值的加权比例。在一个实施例中，该加权比例是进行包围的非双向预测帧之间的距离的函数。在另一个实施例中，加权比例是进行包围的非双向预测帧之间的距离和进行包围的非双向预测帧的等平均值的混合函数。

本发明的另一个方面，像素值的插值表示表示在线性空间中，或者在其他不同于原始非线性表示的优化的非线性空间中。

本发明的其他方面包括系统、计算机程序和方法，其包含：

- 具有包括图像区域的可参考帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个预测帧的至少一个图像区域参考两个或多个可参考帧被编码。
- 具有包括图像区域的可参考帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个预测帧的至少一个图像区域以显示顺序参考一个或多个可参考帧被编码，其中至少一个这样的可参考帧不是在显示顺序中最靠近至少一个预测帧的前面的可参考帧。
- 具有包括宏块的可参考帧序列的视频图像压缩系统，其中在至少一个预测帧内的至少一个宏块通过来自两个或多个可参考帧的插值而被编码。

- 具有包括图像区域的可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个双向预测帧的至少一个图像区域被编码以包括至少两个以上的运动向量，每个这样的运动向量参考在至少一个可参考帧中的对应的图像区域。
- 具有包括图像区域的可参考帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个预测帧的至少一个图像区域被编码以包括至少两个运动向量，每个这样的运动向量参考在可参考帧中的对应的图像区域，其中这样的至少一个预测帧的每个这样的图像区域通过来自两个或多个可参考帧的插值而被编码。
- 具有包括图像区域的可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个双向预测帧的至少一个图像区域被编码作为来自两个或多个可参考帧的选定图像区域的不相等加权。
- 具有包括图像区域的可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个双向预测帧的至少一个图像区域通过来自两个或多个可参考帧的插值而被编码，其中两个或多个可参考帧中的至少一个在显示顺序中被至少一个居间的可参考帧与双向预测帧隔开，且其中这样的至少一个图像区域被编码作为这样的至少两个或多个可参考帧的选定图像区域的不相等加权。
- 具有包括图像区域的可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个双向预测帧的至少一个图像区域通过来自两个或多个可参考帧的插值而被编码，其中两个或多个可参考帧中的至少一个在显示顺序中被至少一个居间的后续可参考帧与双向预测帧隔开。
- 具有包括图像区域的可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，其中至少一个双向预测帧的至少一个图像区域被编码作为来自两个或多个可参考帧的选定图像区域的不相等加权。
- 具有预测帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括排列在宏块中的像素值，其中双向预测帧中的至少一个宏块

是使用基于来自两个或多个预测帧的运动向量的直接模式预测确定的。

- 具有可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括排列在宏块中的像素值，其中双向预测帧中的至少一个宏块是使用基于来自显示顺序中的一个或多个预测帧的运动向量的直接模式预测确定的，其中这样的一个或多个预测帧中的至少一个在显示顺序中是在双向预测帧前面。
- 具有可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括排列在宏块中的像素值，其中双向预测帧中的至少一个宏块是使用基于来自一个或多个预测帧的运动向量的直接模式预测确定的，其中这样的一个或多个预测帧的至少一个在显示顺序中是在双向预测帧之后而且被至少一个居间的可参考帧与双向预测帧隔开。
- 具有帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括具有 DC 值的多个图像区域，每个这样的图像区域包括的每个像素具有 AC 像素值，其中至少一个帧的至少一个图像区域的 DC 值和 AC 像素值中的至少一个被确定为来自至少一个其他帧的对应的各自的 DC 值和 AC 像素值的加权插值。
- 具有可参考帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括具有 DC 值的多个图像区域，每个这样的图像区域包括的每个像素具有 AC 像素值，其中至少一个预测帧的至少一个图像区域的 DC 值和 AC 像素值中的至少一个是从两个或多个可参考帧的对应的各自的 DC 值和 AC 像素值插值得到的。
- 改进视频图像压缩系统中的两个或多个双向预测中间帧的序列的图像质量，每个帧包括具有 DC 值的多个图像区域，每个这样的图像区域包括的每个像素具有 AC 像素值，包括下列中的至少一个：确定双向预测中间帧的每个图像区域的 AC 像素值为包围双向预测中间帧序列的可参考帧中的对应 AC 像素值的第一加权比例；和确定这种双向预测中间帧的每个图像区域的 DC 值为包围双向预测中间帧序列的可参考帧中的对应 DC 值的第二加权比例。具有帧序列的视频图像压缩系统，所述帧

包括具有初始表示的多个像素，其中至少一个帧的像素是从至少两个其他帧的对应像素插值得到的，其中该至少两个其他帧的这种对应的像素在变换到不同的表示时被插值，并导致插值的像素变换回初始的表示。

- 在具有可参考帧和双向预测帧序列的视频图像压缩系统中，动态地确定具有可变数量的双向预测帧的这种帧的编码模式，包括：选择一个初始序列，其始于可参考帧，具有至少一个紧跟的后续双向预测帧，并以可参考帧结束；把可参考帧加到该初始序列的结尾以创建一个测试序列；对照选定的评估标准评估该测试序列；对于评估该测试序列的每个满足步骤，在加入的可参考帧前面插入双向帧并且重复评估步骤；且如果评估该测试序列不满足，那么接受前面的测试序列作为当前的编码模式。
- 具有可参考帧序列的视频图像压缩系统，可参考帧被至少一个双向预测帧隔开，其中这种双向预测帧的数量在这种序列中是变化的，且其中至少一个这种双向预测帧的至少一个图像区域是使用对应于至少两个可参考帧的像素值的不相等加权确定的。
- 具有帧序列的视频图像压缩系统，所述帧由编码器编码且由解码器解码，其中至少一个帧的至少一个图像区域是基于两个或多个其他帧的加权插值，这种加权插值基于编码器和解码器可用的至少一组权值，其中对选定的这种至少一组权值之一的指定从编码器传送到解码器以选择一个或多个当前有效的权值。
- 具有帧序列的视频图像压缩系统，所述帧由编码器编码且由解码器解码，其中至少一个帧的至少一个图像区域是基于两个或多个其他帧的加权插值，这种加权插值基于至少一组权值，其中至少一组权值被下载到解码器，且此后对选定的这种至少一组权值之一的指定从编码器传送到解码器以选择一个或多个当前有效的权值。
- 具有可参考帧序列的视频图像压缩系统，可参考帧由编码器编码且由解码器解码，其中在可参考帧序列中的预测帧从编码器

传送到解码器，其传送顺序不同于这种预测帧在解码之后的显示顺序。

- 具有可参考帧序列的视频图像压缩系统，可参考帧包括排列在图像区域中的像素，其中至少一个预测帧的至少一个图像区域是参考两个或多个可参考帧被编码的，其中每个这样的图像区域是使用对应于这样的两个或多个可参考帧的像素值的不相等加权确定的。
- 具有预测帧、双向预测帧和内部帧序列的视频图像压缩系统，每个帧包括图像区域，其中从锐化和柔化滤波器组中选择的至少一个滤波器在预测帧或双向预测帧的运动向量补偿预测的过程中被用于这种预测帧或双向预测帧的至少一个图像区域。

附图和下面的描述阐明了本发明的一个或多个实施例的细节。根据说明书、附图和权利要求，本发明的其他特征、目标和优点是明显的。

附图说明

图 1 是根据现有技术的帧的时间线和 MPEG-4 直接模式运动向量。

图 2 是根据本发明的这个方面的帧的时间线和比例像素加权值。

图 3 是根据本发明的这个方面的帧的时间线和混合的、比例的和相等的像素加权值。

图 4 是一个流程图，显示了作为可以被计算机实现的方法的本发明的一个说明性实施例。

图 5 显示当前 P 帧参考前两个 P 帧和一个前面 I 帧的多个先前参考的例子的图。

图 6A 是典型的现有技术 MPEG-2 编码模式图，显示了进行包围的 I 帧和/或 P 帧之间的恒定数量的 B 帧。

图 6B 是理论上可能的现有技术 MPEG-4 视频编码模式图，显示了进行包围的 I 帧和/或 P 帧之间的变化数量的 B 帧，以及 I 帧之间的变化的距离。

图 7 是一个编码模式图。

图 8 是一个流程图，显示了插值方法的一个实施例，DC 插值不同

于 AC 插值。

图 9 是一个流程图，显示了使用替换表示的亮度像素的插值方法的一个实施例。

图 10 是一个流程图，显示了使用替换表示的色度像素的插值方法的一个实施例。

图 11 是显示两个 P 帧中的每个帧的独特运动向量区域尺寸的图。

图 12 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，带有 B 帧的插值权重，其被确定为与一个 2 远离（2-away）后续 P 帧的距离的函数，该 P 帧参考一个 1 远离（1-away）后续 P 帧。

图 13 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，带有 B 帧的插值权重，其被确定为与一个 1 远离后续 P 帧的距离的函数，该 P 帧参考一个 1 远离前面 P 帧。

图 14 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中后续 P 帧具有参考前面 P 帧的多个运动向量。

图 15 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的后续 P 帧具有一个参考前面的一个 P 帧的运动向量，且下一个最近的后续 P 帧具有多个参考前面 P 帧的运动向量。

图 16 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的前面 P 帧具有一个参考前面的一个 P 帧的运动向量。

图 17 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的前面 P 帧具有两个参考前面 P 帧的运动向量。

图 18 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的前面 P 帧具有一个参考前面 P 帧的运动向量。

图 19 是显示三个 P 帧 P1、P2、P3 的帧序列，其中 P3 使用有两个运动向量的插值参考，P1 和 P2 各一个运动向量。

图 20 显示四个 P 帧 P1、P2、P3 和 P4 的帧序列，其中 P4 使用有三个运动向量的插值参考，P1、P2 和 P3 各一个运动向量。

图 21 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中不同的 P 帧具有参考前面不同的 P 帧的一个或多个的运动向量，并显示分配给特定 B 帧的各个前向和后向参考的不同权重。

图 22 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中 P 帧的比特流顺序不同于

显示顺序。

图 23 是显示具有分配的权重的 P 帧和 B 帧序列的图。

图 24 是在帧内的物体的位置时间图。

在不同附图中的相同参考符号表示相同的元素。

具体实施方式

概述

本发明的一个方面是基于这样的认识：常见的做法是使用 M 值为 3，其在每个 P(或 I)帧之间提供了两个 B 帧。但是 M=2 和 M=4 或更高都是有用的。特别重要的是要注意到 M 的值（B 帧的数量加 1）也具有和帧速率的自然关系。在每秒 24 帧（fps），即电影的播放率，帧之间 1/24 秒的时间距离可以导致帧到帧的实质图像变化。但是在 60 fps、72 fps 或更高的帧速率，相邻帧之间的时间距离相应地减少。结果是随着帧速率的增加，越大的 B 帧数量（即 M 值越大）在压缩效率中变得有用和有益。

本发明的另一个方面是基于这样的认识：MPEG-2 和 MPEG-4 视频压缩都利用过于简单的插值方法。例如，对于模式 3，帧的每个宏块的双向预测是后续和前面的帧宏块的等平均，其被两个对应的运动向量取代。这个等平均适合 M=2（即单个的中间 B 帧），因为该 B 帧到前面 P(或 I)帧和后续 P(或 I)帧的时间相等。但是，对于更大的 M 值，使用等加权只能对中央对称的 B 帧（即如果 M=4，6，8 等等的中间帧）进行最佳预测。类似地，在 MPEG-4 直接模式 4，即使运动向量是比例加权的，每个中间 B 帧的预测像素值是前面 P(或 I)帧和后续 P 帧的对应像素的等比例。

因此，对于 M>2，把合适的比例权重应用于每个 B 帧的预测像素值是一个进步。当前 B 帧的每个像素的比例权重对应于当前 B 帧相对于前面和后续 P(或 I)帧的相对位置。因此，如果 M=3，第一个 B 帧就使用前面帧的对应像素值（调整的运动向量）的 2/3，和后续帧的对应像素值（调整的运动向量）的 1/3。

图 2 是根据本发明的这个方面的帧的时间线和比例像素加权值。每个中间 B 帧 201a、201b 的每个宏块内的像素值被加权成前面的 P 或

I 帧 A 和下一个 P 或 I 帧 B 之间的“距离”的函数，离 P 或 I 帧越近，加权值越大。也就是，双向预测 B 帧的每个像素值是进行包围的非双向预测帧 A 和 B 的对应像素值的加权组合。在这个例子中，对于 M=3，第一个 B 帧 201a 的加权等于 2/3A＋1/3B，第二个 B 帧 201b 的加权等于 1/3A＋2/3B。还显示的是，在常规的 MPEG 系统下被分配的等平均加权；每个 B 帧 201a、201b 的的 MPEG-1、2 和 MPEG-4 加权等于（A＋B）/2。

扩展动态范围和对比范围的应用

如果 M 大于 2，中间 B 帧中的像素值的比例加权将在许多情况下将会改进双向（模式 3）和直接（MPEG-4 模式 4 的有效性）编码。示例包括常见的电影和视频编辑效果，例如渐弱和交叉渐隐。这些类型的视频效果是 MPEG-2 和 MPEG-4 的有问题的编码示例，这是由于使用简单 DC 匹配算法，且通常使用的 M = 3（即两个中间 B 帧），导致 B 帧的相等比例。这些情况下的编码通过根据本发明使用比例 B 帧插值得以改进。

比例 B 帧插值对于扩展动态和对比范围的编码效率的提高也有直接的应用。在图像编码中的常见事件是亮度的变化，这在当物体逐渐移进（或移出）阴影（软阴影边界）时发生。如果对数的编码表示被用于亮度（例如，由对数亮度 Y 具体表示的亮度），那么采光亮度变化将是 DC 偏移量变化。如果采光亮度减半，那么像素值将减少相等的量。因此，为了编码这个变化，应该发现一个 AC 匹配，且编码的 DC 差值应该应用于该区域。这种被编码进 P 帧的 DC 差值也应该在每个居间的 B 帧中成比例地应用（参见共同待决的美国专利申请 09/905039 号，标题为“Method and System for Improving Compressed Image Chroma Information”，其被转让给本发明的受让人，因而在在此通过引用将其并入，用于关于对数编码表示的额外信息）。

除了亮度中的变化，比例 B 帧插值也有益于对比度的变化。例如，随着飞机移向观众，移出云或薄雾，其对比度逐渐增加。这个对比度增加将被表示成在对应 P 帧编码宏块中的 DCT 的 AC 系数中的增加的幅度。同样，在居间的 B 帧中的对比度变化将由比例插值最接近地近

似，因此提高了编码效率。

随着帧速率变大和随着 M 值的增加，使用比例 B 帧插值提高动态范围和对比度编码效率变得日渐重要。

把高M值应用于时间分层

利用本发明的实施例允许增加 M 的值，从而增加了在进行包围的 P 帧和/或 I 帧之间的 B 帧的数量，同时保持或增加了编码效率。这种用法有益于许多应用，包括时间分层。例如，在题为“Temporal and Resolution Layering for Advanced Television”的美国专利 5988863 号中（其被转让给本发明的受让人，在此通过引用并入），注意到 B 帧是用于分层的时间（帧）速率的合适机制。这种速率的灵活性与可用的连续 B 帧的数量有关。例如，单个 B 帧（M = 2）可以支持 72 fps 的流内的 36 fps 解码的时间层或 60 fps 的流内的 30 fps 解码的时间层。三个 B 帧（M=4）可以支持 72 fps 流内的 36 fps 和 18 fps 解码的时间层，以及 60 fps 流内的 30 fps 和 15 fps 解码的时间层。在 120 fps 流内使用 M=10 可以支持 12 fps 、24 fps 和 60 fps 解码的时间层。M = 4 也可以用于 144 fps 流，以提供在 72 fps 和 36 fps 解码的时间层。

作为对每个第 N 帧的改进，120 fps 或 72 fps 的多个帧可以被解码和按比例地混合，如在共同待决的美国专利申请 09/545233 号中描述的，该专利标题为“Enhancements to Temporal and Resolution Layering”（其被转让给本发明的受让人，在此通过引用并入），以改进 24 fps 结果的运动模糊特征。

即使更高的帧速率可以使用在共同待决的美国专利申请 09/435277 号中所描述的方法合成，该专利申请题为“System and Method for Motion Compensaion and Frame Rate Conversion”（其被转让给本发明的受让人，在此通过引用并入）。例如，通过运动补偿帧速率转换可以利用 72 fps 摄像底片（original）来创建 288 帧每秒的有效帧速率。使用 M = 12，可以得到 48 fps 和 24 fps 的帧速率以及其他有用的速率，例如 144 fps、96 fps 和 32 fps（当然，底片为 72 fps）。使用这种方法的帧速率转换不需要是整倍数的。例如，120 fps 的有效速率可以根据 72 fps 的源创建，然后作为 60 fps 和 24 fps 速率的源（使用

M = 10）。

因此，时间分层有益于优化 B 帧插值的性能。上面所述的比例 B 帧插值使更多数量的连续 B 帧功能更高效，因此能够实现这些好处。

混合的B帧插值比例

在传统的系统中使用等平均加权作为 B 帧像素值的运动补偿模式预测器的一个原因是特定 B 帧前面或者后面的 P(或 I)帧可能是有噪声的，因此表示不理想的匹配。等混合在插值运动补偿块中会优化噪声的减少。存在使用量化的 DCT 函数来编码的差分残差（difference residual）。当然，来自运动补偿比例的匹配越好，所需的差分残差比特越少，最后所得到的图像质量越高。

在有物体移近和移出阴影或者薄雾的情况下，M > 2 时的真正的比例提供更好的预测。但是，当光和对比度未发生变化时，等加权可被证明是更好的预测值，因为沿着运动向量向前移动宏块的误差将和来自后向位移块的误差平均，因此把每个误差减半。即使如此，更可能的是，较近的 P(或 I)帧的 B 帧宏块与较远的 P(或 I)帧相比与那个帧更相关。

因此，在某些情况下，例如区域的对比度或者亮度改变，理想做法是利用 B 帧宏块像素加权的真正比例（对于亮度和颜色），如上所述。在其他情况下，可能更优的做法是利用等比例，如在 MPEG-2 和 MPEG-4 中。

本发明的另一方面利用这两个比例技术的混合（等平均和帧一距离比例）用于 B 帧像素插值。例如，对于 M = 3 的情况，1/3 和 2/3 比例的 3/4 可以与等平均的 1/4 混合，导致两个比例是 3/8 和 5/8。这个技术可以使用“混合因子”F 来概括。

加权 = F•(帧距离比例权重) + (1 – F)•等平均权重

混合因子 F 的有用范围是从 1 到 0，1 表示完全比例插值，0 表示完全等平均（也可能使用相反的赋值）。

图 3 是根据本发明的这个方面的帧的时间线和混合的、比例的和相等的像素加权值。每个中间 B 帧 301a 和 301b 的每个宏块的像素值被加权为前面的 P 或者 I 帧 A 和下一个 P 或者 I 帧 B 之间的“时间距

离”的函数，以及 A 和 B 的等平均的函数。在这个例子中，对于 M=3 和混合因子 F=3/4，第一个 B 帧 301a 的混合加权等于 5/8A＋3/8B（也就是比例加权 2/3A＋1/3B 的 3/4 加上等平均加权（A＋B）/2 的 1/4）。类似地，第二个 B 帧 301b 的加权等于 3/8A＋5/8B。

混合因子 F 的值可以为全部的编码整体设定，或者为每个图像组（GOP）、一个范围的 B 帧、每个 B 帧或者 B 帧内的每个区域设定（包括，例如细化到每个宏块，或者对于以 8x8 模式使用 P 向量的 MPEG-4 直接模式，甚至是单个的 8x8 运动块）。

为了节省比特并反映这样的事实即混合比例通常没有重要到要和每个宏块一起传送，混合的优化使用应该与要压缩的图像类型有关。例如，对于正在淡出、渐隐的图像或者整体采光或对比度正在逐渐改变的图像，混合因子 F 接近或等于 1（即选择比例插值）一般是最优的。对于没有这种采光或对比度变化的连续图像，那么较低的混合因子值例如 2/3、1/2 或 1/3 可能形成最优的选择，从而保留比例插值的某些好处以及等平均插值的某些好处。所有在 0 到 1 范围内的混合因子值一般是有用的，因为对于任何给定的 B 帧，在这个范围内有一个特定值证明是优化的。

对于宽动态范围和宽对比度范围图像，混合因子可以依赖局部区域特征区域地确定。但是，通常宽范围的采光和对比度建议混合因子值支持完全比例插值，而不是等平均插值。

优化的混合因子通常是由经验确定的，虽然对于特定类型场景的经验可以被用于创建按场景类型的混合因子表格。例如，图像变化特征的确定可以被用于为帧或者区域选择混合比例。替换地，可以使用许多的候选混合因子（用于整个帧或者区域）编码 B 帧，评估每个混合因子以优化图像质量（例如，由最高的信噪比即 SNR 确定的）和最低的比特数。这些候选的评估然后可以被用于为混合比例选择最佳值。也可以使用图像变化特征和编码的质量/效率的组合。

靠近 B 帧序列中间的 B 帧或者来自低值 M 的 B 帧不会被比例插值过多影响，因为计算的比例已经接近等平均。但是，对于较高的 M 值，B 帧位置的极值可以被混合因子的选择显著影响。注意对于这些极限位置混合因子可以不同，这些极限位置比更中央的位置（其从偏

离平均获得很少好处或者没有获得好处）更多地利用该平均，因为它们已经具有邻近 P（或者 I）帧的高比例。例如，如果 M=5，第一个和第四个 B 帧可能使用的混合因子 F 混合了更多的等平均，但第二个和第三个 B 帧可能使用严格的 2/5 和 3/5 的等平均比例。如果比例到平均混合因子（propotion-to-average blend factor）作为序列中 B 帧位置的函数变化，那么混合因子的变化值可以在压缩的比特流中传送或者作为辅助信息传给解码器。

如果要求静态的一般混合因子（由于缺少传送值的方法），那么值 2/3 通常接近最优的，且可以在编码器和解码器中被选择作为 B 帧插值的静态值。例如，使用 F=2/3 的混合因子，对于 M=3 的连续帧，比例将是 7/18（7/18＝2/3*1/3＋1/3*1/2）和 11/18（11/18=2/3*2/3+1/3*1/2）。

线性插值

视频帧像素值一般存储在特定表示中，特定表示把原始的图像信息映射到数字值。这种映射可能导致线性的或者非线性的表示。例如，在压缩中使用的亮度值是非线性的。各种形式的非线性表示的使用包括对数、指数（各种幂）以及黑色校正的指数（通常用于视频信号）。

在狭窄的动态范围上或者对于邻近区域的插值，非线性表示是可接受的，因为这些邻近的插值表示分段的线性插值。因此，亮度的小变化可以由线性插值合理地近似。但是，对于亮度的广泛变化，例如发生在宽动态范围和宽对比度范围图像中的，把非线性信号处理为线性的将是不准确的。即使对于正常的对比度范围图像，线性淡出和交叉渐隐可以被线性插值降低效果。有些淡出和交叉渐隐利用非线性的淡出和渐隐率，增加了进一步的复杂性。

对于使用比例混合，或者甚至是简单的比例或等平均插值的额外改进是在线性空间里表示的像素值上进行这种插值，或者在不同于原始非线性亮度表示的其他优化的非线性空间中进行这种插值。

这可以被完成，例如通过首先把两个非线性亮度信号（来自前面和后续 P（或者 I）帧）转换成线性表示，或者不同的非线性表示。然后应用比例混合，在应用逆变换之后，在图像的原始非线性亮度表示中产生混合的结果。但是，比例函数已经在亮度信号的更优表示上执

行。

当颜色正在褪色或者变得更加饱和时，如与在薄雾和阴天中的变化关联的对比度变化中发生的，除了亮度之外，把这个线性或非线性变换有利地应用于颜色（色度）值也是有用的。

示例性实施例

图 4 是一个流程图，显示了本发明的一个示例性实施例，其作为可以被计算机实现的一个方法：

步骤 400：在视频图像压缩系统中，对于计算 B 帧的直接和插值模式，使用（1）帧距离比例，或者（2）等权重和帧距离比例的混合来确定插值值以应用于两个或多个双向预测中间帧的输入序列的每个像素，插值值来源于括起这种从源（例如视频图像流）输入的序列的至少两个非双向预测的帧。

步骤 401：相对于图像单元（例如图像组（GOP）、帧序列、场景、帧、帧内的区域、宏块、DCT 块或者类似有用的分组或像素的选择）优化插值值。插值值可以为整个编码期间静态地设定，或者为每个图像单元动态地设定。

步骤 402：进一步相对于场景类型或编码简单性优化插值值。例如，插值值可以被设定：静态地（例如 2/3 比例和 1/3 等平均）；比例地，为接近等平均的帧，但在邻近 P（或 I）帧附近要混合等平均；动态地，基于整体场景特征，例如淡出和交叉渐隐；动态地（和局部地），基于局部图像区域特征，例如局部的对比度和局部的动态范围；或者动态地（和局部地），基于编码性能（例如最高编码 SNR）和生成的最少编码比特。

步骤 403：传送合适的比例量给解码器，如果不是静态确定的。

步骤 404：可选地，为每个帧转换亮度信息为线性的或者替换的非线性表示，并把这个替换传送给解码器，如果不是静态确定的。

步骤 405：使用确定的插值值确定比例像素值。

步骤 406：如果有必要（由于步骤 404），再转换成原始的表示。

扩展的P帧参考

如上所述，在现有技术 MPEG-1、2 和 4 压缩方法中，P 帧参考前

面的 P 或者 I 帧，且 B 帧参考最近的前面或后续的 P 和/或 I 帧。同样的技术被用于 H.261 和 H.263 运动补偿的 DCT 压缩标准，其包含了低比特率压缩技术。

正在开发的 H.263++和 H.26L 标准中，B 帧参考被扩展到指向没有直接包围当前帧的 P 或者 I 帧。也就是说，B 帧内的宏块可以指向前面 P 帧之前的一个 P 或者 I 帧，或者指向后续 P 帧之后的一个 P 或者 I 帧。由于每个宏块有一个或多个比特，跳过前面或后续 P 帧可以简单地表示。概念上，使用前面 P 帧用于 B 中的参考只要求存储空间。对于 H.263++或 H.26L 的低比特率编码使用，这是少量的额外存储。对于后续的 P 帧参考，必须相对于 B 帧编码修改该 P 帧编码顺序，以致于必须在居间的 B 帧之前解码未来的 P 帧（或者可能是 I 帧）。因此，编码顺序对于后续的 P 帧参考也是个问题。

P 帧和 B 帧类型之间的主要差别是：（1）B 帧可以被双向参考（最多每个宏块两个运动向量）；（2）在使用之后 B 帧被丢弃（这也意味着在解码过程中可以跳过它们以提供时间分层）；和（3）P 帧被用作“跳板”，一个到下一个，因为每个 P 帧必须被解码以用作每个后续 P 帧的参考。

作为本发明的另一个方面，根据一个或多个的前面的 P 或者 I 帧（不包括每个 P 帧只参考最近的前面 P 帧或者 I 帧的情况）解码 P 帧（与 B 帧相对）。因此，例如，每个宏块的两个或者多个运动向量可以被用于当前的 P 帧，所有运动向量在时间上指向后面（也就是指向一个或多个先前解码的帧）。这样的 P 帧仍然保持“跳板”特点。图 5 是一个显示多个先前参考的例子，由当前 P 帧 500 参考两个前面 P 帧 502、504 和前面 I 帧 506。

此外，在这样的 P 帧参考中可以应用宏块插值的概念，如上所述。因此，除了表示对一个以上的前面 P 或 I 帧的单个参考之外，也可以为每个这样的帧参考使用一个运动向量，以混合多个前面 P 或 I 帧的比例。例如，可以应用上面所述的使用具有两个帧参考的 B 帧插值模式的技术以允许 P 帧中的任何宏块利用两个运动向量来参考前面两个 P 帧或者一个前面的 P 帧和一个前面的 I 帧。这个技术在两个运动向量之间插值，但在时间上不是双向的（和 B 帧插值情况一样），因为两个

运动向量时间上都指向后面。存储开销减少到一个点，在这点，为这种并发参考在存储器中保存前面的多个 P 或 I 帧是相当实用的。

在应用这种 P 帧插值时，肯定需要选择前面两个或多个 P 帧（以及可选地，一个前面的 I 帧）的各种有用比例并通知解码器。特别是帧的等混合是有用的混合比例之一。例如，有前两个 P 帧作为参考，可以混合每个 P 帧的相等的 1/2。对于前三个 P 帧，可以使用 1/3 的相等混合。

两个 P 帧的另一个有用混合是 2/3 的最近的前面帧和 1/3 的最远的前面帧。对于前 3 个 P 帧，另一个有用混合是 1/2 的最近的前面帧，1/3 中间的前面帧和 1/6 的最远的前面帧。

在任何情况下，可以利用多个前面 P 帧（和可选地，一个 I 帧）的一组简单的有用混合，并将它们简单地从编码器通知到解码器。每当对优化图像单元的编码效率有用时，可以选择使用的特定混合比例。可以使用少量的比特选择许多的混合比例，只要适合想要的图像单元，这些比特可以被传送给解码器。

作为本发明的另一个方面，转变选择单个 P 帧参考从最近的前面 P（或 I）帧到更“远”的前面 P（或 I）帧也是有用的。在这个方式中，P 帧会利用每个宏块（或者可选地，在 MPEG-4 模式编码中的每个 8x8 块）的单个运动向量，但是会利用一个或多个的比特表示该参考参考单个特定的前面帧。在这个模式中的 P 帧宏块不是插值的，但是会参考选定的前面帧，该帧从可能的两个、三个或者更多的前面 P（或 I）帧中选择用于参考。例如，2 比特编码可指定多至 4 个的前面帧中的一个作为单个选择帧。这个 2 比特编码可以在任何方便的图像单元被改变。

自适应的B帧数量

在 MPEG 编码中典型地使用 I、P、B 帧类型的固定模式。在 P 帧之间的 B 帧数量典型地是常数。例如，在 MPEG 编码中在 P（或 I）帧之间使用两个 B 帧是典型的。图 6A 是典型的现有技术 MPEG-2 编码模式图，显示了在进行包围的 I 帧 600 和/或 P 帧 602 之间的固定数量的 B 帧（即两个）。

MPEG-4 视频编码标准概念地允许在进行包围的 I 帧和/或 P 帧之间是变数量的 B 帧，以及 I 帧之间变化的距离。图 6B 是理论上可能的现有技术 MPEG-4 视频编码模式图，显示了在进行包围的 I 帧 600 和/或 P 帧 602 之间的变数量的 B 帧，以及 I 帧 600 之间的变距离。

这个灵活的编码结构理论上可被用于通过将最有效的 B 帧和 P 帧编码类型匹配到运动图像帧来提高编码效率。虽然这个灵活性已经被特别地允许，但是人们很少研究它，而且在这种灵活的结构中实际确定 B 帧和 P 帧位置的机制也是未知的。

本发明的另一个方面在普通使用中把这里描述的概念应用于这个灵活的编码结构以及简单的固定编码模式。因此能够使用上面所述的方法来插值 B 帧，而 P 帧可以参考一个以上的前面 P 帧或 I 帧并根据本说明书被插值。

特别地，B 帧内的宏块可以利用与固定结构一样有效的适于灵活编码结构的比例混合。当 B 帧参考与最靠近的进行包围的 P 帧或 I 帧相比更远的 P 帧或 I 帧时，也可以利用比例混合。

类似地，在这个灵活编码结构中，P 帧可以参考一个以上的前面的 P 帧或 I 帧，与固定模式结构一样有效。此外，当这些 P 帧参考一个以上的前面的 P 帧（可选地，加上一个 I 帧）时，混合比例可以被应用于这种 P 帧中的宏块。

（A）在灵活的编码模式中确定位置

以下方法允许编码器优化帧编码模式以及利用混合比例的效率。对于选定范围的帧，可以尝试许多候选的编码模式以确定最优的或者接近最优的（相对于指定标准）模式。图 7 是一个可以被检验的编码模式图。以 P 或者 I 帧结束的初始序列 700 是任意选定的，并被用作增加的附加 P 帧和/或 B 帧的基础，然后评估附加 P 帧和/或 B 帧（如下所述）。在一个实施例中，一个 P 帧被加到初始序列 700 以创建用于评估的第一个测试序列 702。如果评估满足，那么插入一个居间的 B 帧以创建第二个测试序列 704。对于每个满足的评估，插入附加 B 帧以创建逐渐变长的测试序列 706～712，直到评估标准变得不满足。到那一点，前面的编码序列被接受。然后重复这个过程，使用先前接受

的编码序列的结尾 P 帧作为增加新 P 帧的起始点，然后插入新的 B 帧。

最优的或者接近最优的编码模式可以基于各种评估标准选择，通常涉及各种编码特征的权衡，例如编码的图像质量和所需的编码比特数量。常用的评估标准包括被使用的最少比特数量（在固定的量化参数测试中），或者最好的信噪比（在固定的比特率测试中），或者两者的组合。

最小化一个绝对差值和（SAD）也是常见的，SAD 形成 DC 匹配的测量。如在共同待决的题为“Motion Estimation for Video Compression System”的美国专利申请 09/904192 号（其被转让给本发明的受让人，因而通过引用并入）中描述的，AC 匹配标准也是特定候选匹配的质量的有用测量（本专利申请也描述其他有用的优化）。因此可以检验在所有宏块的最佳匹配上累积的 AC 和 DC 匹配标准，以确定每个候选编码模式的整体匹配质量。当这个 AC/DC 匹配技术和每个帧模式类型的编码比特数量的估计一起使用时，它可以增进或者取代信噪比（SNR）和使用最少比特的测试。典型的是，编码 B 帧宏块所使用的量化参数值（QP）比用于 P 帧的更高，其影响在各种候选编码模式内使用的比特数和质量（通常作为信噪比测量）。

（B）在灵活编码模式中的混合比例优化

可选地，对于根据上述方法确定的每个候选模式，可以测试混合比例相对一个或多个标准的适合性（例如最优的或者接近最优的混合比例）。这可以被完成，例如通过测试最好质量（最低 SNR）和/或效率（使用的最少比特）。为 P 帧中的每个宏块使用一个或多个前面的参考也可以用同样的方式确定，测试每个候选的参考模式和混合比例以确定一组或多组合适的参考。

一旦为下一步骤（图 7 中的步骤 700）选择了编码模式，就可以为各种候选编码模式测试后续步骤（步骤 702－712）。在这个方法中，可以确定运动图像序列的更高效的编码。因此，可以如上面的子节（A）描述的那样优化/提高效率；可以在每个测试的编码步骤应用混合优化。

DC对AC插值

在图像编码的许多情况中，例如当使用图像帧的对数表示时，帧

像素值的上述插值将最优地编码亮度中的变化。但是，在替换的视频“γ曲线”、线性和其他表示中，把不同的插值混合因子应用于像素的DC值而不是AC值，这通常被证明是有用的。图8是一个流程图，显示了一种与AC插值明显不同的具有DC插值的插值方法的一个实施例。对于来自第一和第二输入帧的选定图像区域（通常是DCT块或者宏块）802、802'，减去每个这种区域的平均像素值804、804'，因此在选定的区域中把DC值（即整个选定区域的平均值）806、806'和AC值（即保留的有符号像素值）808、808'分开。然后各自的DC值806、806'可以乘以插值权重810、810'，其不同于乘以AC（有符号的）像素值808、808'使用的814、814'。然后，最新插值的DC值812和最新插值的AC值816可以被合并成818，产生选定区域的新预测820。

和本发明中的其他插值值一样，可以将合适的权重通知每个图像单元的解码器。可以在许多编码值之间选择少量的比特，以及选择像素值的AC对DC方面的独立插值。

线性&非线性插值

插值是线性的加权平均。由于插值运算是线性的，且由于每个图像帧中的像素值通常是以非线性形式（例如视频伽马表示或者对数表示）表示的，插值过程的进一步优化成为可能的。例如，特定帧序列的像素的插值，以及从AC值分离的DC值的插值，有时用线性的像素表示将是最优的或者接近最优的。但是，对于其他的帧序列，如果像素是被表示成对数值或者其他的像素表示，那么这种插值将是最优的或者接近最优的。此外，用于插值U和V（色度）信号分量的最优表示或接近最优的表示可不同于Y（亮度）信号分量的最优表示或接近最优的表示。因此，本发明的一个有用方面是作为插值程序的一部分，把像素表示转换成替换的表示。

图9是一个流程图，显示了使用替换表示的亮度像素插值的方法的一个实施例。开始于初始表示（例如视频伽马或者对数）中的亮度（Y）像素的一个区域或者块（步骤900），像素数据被变换成不同于初始表示的替换表示（例如线性的、对数的、视频伽马）（步骤902）。然后如上所述，变换的像素区域或者块被插值（步骤906），并变换回

初始表示（步骤 906）。结果得到插值的像素亮度值（步骤 908）。

图 10 是一个流程图，显示了使用替换表示的色度像素插值的方法的一个实施例。开始于初始表示（例如视频伽马或者对数）中的色度（U, V）像素的一个区域或者块（步骤 1000），像素数据被变换成不同于初始表示的替换表示（例如线性的、对数的、视频伽马）（步骤 1002）。然后如上所述，变换的像素区域或者块被插值（步骤 1006），并变换回初始表示（步骤 1006）。结果得到插值的像素色度值（步骤 1008）。

各种表示之间的变换可以根据题为“Method and System for Improving Compressed Image Chroma Information”的美国专利申请 09/905039 号的讲解进行，其被转让给本发明的受让人，因此通过引用并入。注意，通常使用简单的查找表进行替换的表示变换及其逆变换。

作为本发明的这个方面的一个变化，用于 AC 插值的替换（线性或非线性）表示空间可不同于用于 DC 插值的替换表示空间。

和插值权重一样，选择哪种替换插值表示用于每个亮度（Y）和色度（U 和 V）像素表示，可以使用每个选定图像单元的少量比特通知解码器。

每个宏块的运动向量的数量

在 MPEG-2 中，P 帧中的每个 16x16 宏块允许一个运动向量。在 B 帧中，MPEG-2 允许每个 16x16 宏块最多两个运动向量，对应于双向的插值模式。在 MPEG-4 视频编码中，P 帧中的每个 16x16 宏块允许多至 4 个运动向量，对应于每个 8x8 DCT 块一个运动向量。在 MPEG-4 B 帧中，当使用插值模式时，每个 16x16 宏块允许最多两个运动向量。如果后续的对应 P 帧宏块被设置为具有 4 个运动向量的 8x8 模式，在 MPEG-4 直接模式中的单个运动向量增量可以导致 4 个独立的“隐式”运动向量。这是在换算时间距离（该 B 帧在时间上更靠近该 P 帧的前面 P 帧或 I 帧参考）之后，通过将 16x16 B 帧宏块中所携带的一个运动向量增量增加到来自随后 P 帧宏块中的对应的 4 个独立运动向量中的每一个来实现的。

本发明的一个方面包括增加每个图像区域（例如宏块）的运动向量数量的选择。例如，有时证明每个 B 帧宏块具有两个以上的运动向

量是有益的。这些可以通过参考附加的 P 帧或者 I 帧和在加权和中具有 3 个或更多的插值项被应用。也可以应用附加的运动向量以允许 B 帧宏块的 8x8 DCT 块的独立向量。而且，可以使用 4 个独立增量以通过把独立增量应用于后续 P 帧的 4 个 8x8 区域运动向量中的每一个来扩展直接模式的概念。

此外，可以使用 B 帧插值技术修改 P 帧以在插值模式中参考多于一个的前面帧，使用上面描述的 B 帧的两个插值项技术。这个技术可以容易地扩展到两个以上的前面 P 帧或者 I 帧，所得到的插值在加权和中具有 3 个或更多的项。

和本发明的其他方面(例如像素表示和 DC 对 AC 插值方法)一样，可以使用每个图像单元的少量比特把特定的加权和传递给解码器。

在应用本发明的这个方面时，8x8 像素 DCT 块和运动向量域之间的对应不需要像 MPEG-2 和 MPEG-4 中那样严格。例如，使用除了 16x16、16x8（只在 MPEG-4 中的隔行扫描中使用）、8x8 以外的替换区域尺寸用于运动向量可能是有用的。这种替换可能包括任何数量的有用区域尺寸，例如 4x8、8x12、8x16、6x12、2x8、4x8、24x8、32x32、24x24、24x16、8x24、32x8、32x4 等等。使用少量这种有用的尺寸，几个比特可以把运动向量区域尺寸和 DCT 块尺寸之间的对应通知解码器。在使用传统的 8x8 DCT 块的系统中，一组到运动向量域的简单对应对简化运动补偿中的处理是有用的。在 DCT 块尺寸不是 8x8 的系统中，那么可以在指定的运动向量域中实现更大的灵活性，如在题为“Enhanced Temporal and Resolution Layering in Advanced Television”的共同待决的美国专利申请 09/545233 号中所描述的，其被转让给本发明的受让人，因此通过引用将其并入。注意，运动向量区域边界不需要对应于 DCT 区域边界。实际上，以运动向量区域界限落入 DCT 块内（且不在其界限上）的方式定义运动向量区域经常是有用的。

扩展运动向量域的灵活性的概念也适用于本发明的插值方面。只要指定了每个像素和指向一个或多个参考帧的一个或多个运动向量之间的对应，就可以使用本发明的所有通用性把上述插值方法应用于有用运动向量的全部灵活性。甚至当使用 P 帧时，对于每个前面帧参考，对应于每个运动向量的区域的尺寸可以不同，而且当使用 B 帧时，对

于每个前面和未来的帧参考，对应于每个运动向量的区域尺寸可以不同。如果在应用本发明的改进插值方法时运动向量的区域尺寸不同，那么插值反映重叠的共同区域。运动向量参考的重叠共同区域可以被用作当分别插值 DC 和 AC 像素值时，在其上确定 DC 项的区域。

图 11 显示了两个 P 帧 1104、1106 各自的独特运动向量区域尺寸 1100 和 1102。在根据这个发明计算插值时，确定运动向量区域尺寸的联合 1108。联合 1108 定义了所有的被认为是具有分配的运动向量的区域。

因此，例如在将 B 帧 1112 的 4x4 DCT 区域向后插值到前面 P 帧 1104 时，联合 1108 内的 4x4 区域 1110 会使用对应于前面 P 帧中的 8x16 区域 1114 的运动向量。如果前向预测，那么联合 1108 内的 1110 区域会使用对应于下一 P 帧中的 4x16 区域 1115 的运动向量。类似地，联合 1108 内的区域 116 的向后插值会使用对应于 8x16 区域 1114 的运动向量，而前向预测相同的区域会使用对应于 12x16 区域 1117 的运动向量。

在本发明的一个实施例中，利用两个步骤来实现普遍（即非统一尺寸）运动向量的插值。第一步是确定运动向量共同区域，如关于图 11 所描述的。这为每个前面帧或者后续帧参考建立了像素和运动向量之间的对应（即每个指定像素区域尺寸的运动向量的数量）。第二步是利用合适的插值方法和对于像素的每个区域有效的插值因子。编码器的任务是确保最优的或接近最优的运动向量区域和插值方法被指定，且所有像素使它们的向量和插值方法完全被指定。对于运动向量的固定模式（例如为整个帧指定每个 32x8 块一个运动向量），具有单个指定的插值方法（例如为整个帧指定的到被参考帧的每个距离的固定比例混合）的情况，这非常简单。如果对运动向量区域尺寸做区域性的改变，且区域尺寸的不同依赖于参考的是哪个前面帧或者后续帧（例如对于最近的前面帧是 8x8 块，对于下一个最近的前面帧是 32x8 块），这个方法也能变得相当复杂。此外，可以在帧内区域性地指定插值方法。

编码时，编码器的工作是确定比特的最优或接近最优的用法以在运动向量区域形状和尺寸之间选择，和选择最优或接近最优的插值方

法。还需要一个决定以指定被参考帧的数量和距离。通过详尽地测试大量候选运动向量区域尺寸、要参考的候选帧和每个这样的运动向量区域的插值方法来确定这些指定，直到找到最优或接近最优的编码。最优（相对于选定的标准）可以通过在编码块之后找到最小的 SNR 或者在编码块之后找到固定量化参数（QP）的最少比特数，或者通过应用其他合适的测量来确定。

直接模式扩展

在 MPEG-4 中的 B 帧宏块中使用的传统直接模式，在运动向量编码中是高效的，利用简单共同增量提供了 8x8 块模式的好处。直接模式基于时间距离在对应的宏块位置处对后续 P 帧的每个对应的运动向量进行加权，该 P 帧参考前面 P 帧。例如，如果 M=3（即两个居间的 B 帧），用简单线性插值，第一个 B 帧使用-2/3 倍的后续 P 帧运动向量以确定相对于这种 P 帧的像素偏移，和 1/3 倍的后续 P 帧运动向量以确定相对于前面 P 帧的像素偏移。类似地，第二个 B 帧使用-1/3 倍的相同 P 帧运动向量以确定相对于这种 P 帧的像素偏移，和 2/3 倍的后续 P 帧运动向量以确定相对于前面 P 帧的像素偏移。在直接模式中，小的增量被加到每个对应的运动向量。作为这个发明的另一个方面，这个概念可以扩展至指向一个或多个 n 远离 P 帧的 B 帧参考，这些 P 帧又参考一个或多个前面或后续 P 帧或 I 帧，通过考虑帧距离来确定帧比例分数（frame scale fraction）。

图 12 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中 B 帧的插值权重被确定为到 2 远离后续 P 帧的距离的函数，该 P 帧参考 1 远离后续 P 帧。在这个说明性的例子中，M=3，表示在进行包围的 P 帧 1204、1206 之间有两个连续 B 帧 1200、1202。在这个例子中，在下一个最近的后续 P 帧 1208 中的每个共存的宏块可指向该居间的（即最近的）P 帧 1204，且最初的两个 B 帧 1200、1202 可参考下一个最近的后续 P 帧 1208 而不是最近的后续 P 帧 1204，如在传统 MPEG 中的。因而，对于第一个 B 帧 1200，帧比例分数 5/3 乘以来自下一个最近的后续 P 帧 1208 的运动向量 mv 会被用作相对于 P 帧 1208 的像素偏移，且第二个 B 帧 1202 会使用 4/3 乘以那个相同的运动向量的偏移。

如果被 B 帧参考的最近的后续 P 帧指向下一个最近的前面 P 帧，那么再次使用简单的帧距离以获得应用于运动向量的合适的帧比例分数。图 13 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中 B 帧的插值权重被确定为到 1 远离后续 P 帧的距离的函数，该 P 帧参考 2 远离前面 P 帧。在这个说明性的例子中，M=3，B 帧 1300、1302 参考最近的后续 P 帧 1304，该 P 帧 1304 又参考 2 远离 P 帧 1306。因而，对于第一个 B 帧 1300，像素偏移分数是帧比例分数 2/6 乘以来自最近后续 P 帧 1304 的运动向量 mv，且第二个 B 帧 1302 会具有 1/6 乘以那个相同的运动向量的像素偏移，因为最近的后续 P 帧 1304 的运动向量指向 2 远离前面 P 帧 1306，该帧相距 6 个帧。

通常，在直接模式中 B 帧参考单个 P 帧的情况下，帧距离方法设定帧比例分数的分子等于该 B 帧到其参考的或者“目标”P 帧的帧距离，并设定分母等于从目标 P 帧到另一个被目标 P 帧参考的 P 帧的距离。对于从 B 帧到后续 P 帧进行的测量，帧比例分数的符号是负号，而对于从 B 帧到前面 P 帧进行的测量，帧比例分数的符号是正号。这种把帧距离或者帧比例分数应用于 P 帧运动向量的简单方法能够实现有效的直接模式编码。

此外，这个发明的另一个方面是允许直接模式应用于一个 P 帧的多个插值的运动向量参考。例如，如果从最近的和下一个最近的前面 P 帧插值一个 P 帧，那么根据本发明的这个方面的直接模式参考允许插值混合用于每个多参考直接模式 B 帧宏块。通常，一个 P 帧的两个或多个运动向量可以应用一个合适的帧比例分数。然后，两个或多个帧距离修正的运动向量可以和参考或指向那个 P 帧的每个 B 帧的对应插值权重一起使用（如下所述），以生成插值 B 帧宏块运动补偿。

图 14 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中一个后续 P 帧具有多个参考前面 P 帧的运动向量。在这个例子中，B 帧 1400 参考后续 P 帧 P3。这个 P3 帧又具有两个运动向量 mv1 和 mv2，其参考对应的前面 P 帧 P2 和 P1。在这个例子中，可以使用两个加权项中的任一个或者这种加权项的组合在直接模式中对 B 帧 1400 的每个宏块进行插值。

B 帧 1400 的每个宏块可根据下列项构造成混合形式：

- 由 mv1 的帧比例分数 1/3 取代的帧 P2 的对应像素（这些像素

然后可能乘以某个比例权值 i）加上由 mv1 的帧比例分数-2/3 取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 j）；以及

- 由 mv2 的帧比例分数 2/3（4/6）取代的帧 P1 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 k）加上由 mv2 的帧比例分数-1/3（-2/6）取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 *l*）。

和所有的直接模式一样，运动向量增量可以与 mv1 和 mv2 中的每一个一起使用。

根据本发明的这个方面，如同多个前面 P 帧的情况一样，使用相同的插值方法和运动向量帧比例分数应用，B 帧中的直接模式预测宏块也能够参考多个后续的 P 帧。图 15 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的后续 P 帧具有参考一个前面 P 帧的运动向量，且下一个最近的后续 P 帧具有参考前面多个 P 帧的多个运动向量。在这个例子中，B 帧 1500 参考两个后续 P 帧 P2 和 P3。帧 P3 具有两个运动向量 mv1 和 mv2，它们参考对应的前面 P 帧 P2 和 P1。帧 P2 有一个运动向量 mv3，其参考前面 P 帧 P1。在这个例子中，使用 3 个加权项在直接模式中对 B 帧 1500 的每个宏块进行插值。假如这样的话，运动向量帧比例分数可以大于 1 或小于-1。

这种形式的直接模式 B 帧宏块插值的加权可以利用这里描述的插值的全部通用性。特别是，为了获得各种图像单元的最佳性能（例如质量对比特数），可对每个权值或者权值的组合进行测试。用于这种改进直接模式的插值分数组可以每个图像单元用少量比特指定给解码器。

B 帧 1500 的每个宏块可根据下列项构造成混合形式：

- 由 mv1 的帧比例分数-5/3 取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 i）加上由 mv1 的帧比例分数-2/3 取代的帧 P2 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 j）；
- 由 mv2 的帧比例分数-5/6 取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 k）加上由 mv2 的帧比例分数 1/6

取代的帧 P1 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 *l*）；以及

- 由 mv3 的帧比例分数-2/3 取代的帧 P2 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 m）加上由 mv3 的帧比例分数 1/3 取代的帧 P1 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 n）。

和所有的直接模式一样，运动向量增量可以与 mv1、 mv2 和 mv3 中的每一个一起使用。

注意，当下一个最近的后续 P 帧参考了包围一候选 B 帧的最近的 P 帧时，经常出现特别有益的直接编码模式。

在 MPEG-4 中 B 帧的直接模式编码总是使用后续 P 帧的运动向量作为参考。根据本发明的另一个方面，B 帧参考前面 P 帧的共存宏块的运动向量也是可能的，这些运动向量有时将证明直接模式编码参考的有益选择。假如这样的话，当下一个最近的前面 P 帧被最近的前面 P 帧的运动向量参考时，运动向量帧比例分数将大于 1。图 16 显示了 P 帧和 B 帧序列，其中最近的前面 P 帧具有参考前面 P 帧的运动向量。在这个例子中，B 帧 1600 参考了 1 远离的前面 P 帧 P2。帧 P2 的运动向量 mv 参考下一个前面 P 帧 P1（相对于 B 帧 1600，2 远离）。图中显示了合适的帧比例分数。

如果根据多个向量和帧对最近的前面 P 帧进行插值，那么应用类似于结合图 14 所描述的那些方法以获得运动向量帧比例分数和插值权值。图 17 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的前面 P 帧具有两个参考前面 P 帧的运动向量。在这个例子中，B 帧 1700 参考前面 P 帧 P3。前面的帧 P3 的一个运动向量 mv1 参考下一个前面 P 帧 P2，而第二个运动向量 mv2 参考 2 远离的前面 P 帧 P1。图中显示了合适的帧比例分数。

B 帧 1700 的每个宏块可以根据下列项构造成混合形式：

- 由 mv1 的帧比例分数 1/3 取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 i）加上由 mv1 的帧比例分数 4/3 取代的帧 P2 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 j）；以及

- 由 mv2 的帧比例分数 1/6 取代的帧 P3 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 k）加上由 mv2 的帧比例分数 7/6 取代的帧 P1 的对应像素（这些像素然后可能乘以某个比例权值 *l*）。

当前面 P 帧（相对于 B 帧）的运动向量指向下一个最近的前面 P 帧时，没有必要只利用下一个最近的前面帧作为插值参考，如在图 16 中的。最近的前面 P 帧可以为运动补偿证明更好的选择。假如这样的话，最近的前面 P 帧的运动向量被缩短到从 B 帧到那个 P 帧的帧距离分数。图 18 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中最近的前面 P 帧具有一个参考前面 P 帧的运动向量。在这个例子中，对于 M=3，第一个 B 帧 1800 会使用 1/3 和-2/3 帧距离分数乘以最近的前面 P 帧 P2 的运动向量 mv。第二个 B 帧 1802 会使用 2/3 和-1/3 帧距离分数（未示出）。将这种选择通知解码器以区分这个例子和图 16 中所示的例子。

和所有其他的编码模式一样，直接模式的使用最好包括根据其他可用的插值和单向量编码模式和参考帧对候选模式进行测试。对于直接模式测试，最近的后续 P 帧（可选地，和下一个最近的后续 P 帧或甚至更远的后续 P 帧，和/或一个或多个前面 P 帧）可被作为候选帧测试，并且少量的比特（典型地是一个或两个）可被用于指定由解码器使用的直接模式 P 参考帧距离。

扩展的插值值

在 MPEG-1、2、4 及 H.261 和 H.263 标准中指定了，B 帧使用前向参考帧和后向参考帧的像素值的等加权，如由运动向量所取代的。本发明的另一个方面包括各种有用的不相等加权的应用，这些不相等加权显著提高 B 帧编码效率，以及这种不相等加权到多于两个参考的扩展，这些参考包括两个或多个时间上向前或者向后的参考。本发明的这个方面还包括用于为 P 帧而被参考和插值的一个以上的帧的方法。此外，当两个或多个参考在时间上指向前，或者当两个或多个参考在时间上指向后时，那么有时使用负权重和超过 1.0 的权重是有用的。

例如，图 19 是显示三个 P 帧 P1、P2 和 P3 的帧序列，其中 P3 用两个运动向量使用插值参考，而 P1 和 P2 各一个。例如，如果连续的

变化正在 P1 和 P3 之间的帧范围发生，那么 P2-P1（即帧 P2 的像素值（被 P2 的运动向量所取代）减去帧 P1 的像素值（被 P1 的运动向量所取代））将等于 P3-P2。类似地，P3-P1 将是 P2-P1 和 P3-P2 大小的两倍。在这种情况下，可以通过公式从 P2 和 P1 差别地预测帧 P3 的像素值：

P3 = P1 + 2 x (P2 - P1) = (2 x P2) - P1

既然这样，P3 的插值权重对于 P2 是 2.0，对于 P1 是-1.0。

作为另一个例子，图 20 显示了四个 P 帧 P1、P2、P3 和 P4 的帧序列，其中 P4 使用具有三个运动向量的插值参考，而 P1、P2 和 P3 各一个。因此，由于 P4 是从 P3、P2 和 P1 预测的，所以应用三个运动向量和插值权重。在这种情况下，如果连续的变化正在这个帧范围上发生，那么 P2 - P1 将等于 P3 - P2 和 P4 - P3，而 P4-P1 将等于 3 x (P2 - P1)和 3 x (P3 - P2)。

因此，在这个例子中，基于 P2 和 P1 的 P4 预测为：

P4 = P1 + 3 x (P2 - P1) = (3 x P2) - (2 x P1)　　(权重为 3.0 和-2.0)

基于 P3 和 P1 的 P4 预测为：

P4 = P1 + 3/2 x (P3 - P1) =(3/2 x P3) - (1/2 x P1) (权重为 1.5 和-0.5)

基于 P3 和 P2 的 P4 预测为：

P4 = P2 + 2 x (P3-P2) = (2 x P3) - P2　　(权重为 2.0 和-1.0)

然而可能的是，最靠近 P4（包括 P3 和 P2）的变化，比包括 P1 的预测是更可靠的 P4 的预测值。因此，通过给上面包括 P1 的两个项各 1/4 权重，并给仅包括 P3 和 P2 的项 1/2 权重，将导致：

1/2(2 P3 - P2) + 1/4(3/2 P3 - 1/2 P1) + 1/4(3 P2 – 2 P1) =

1 3/8 P3+1/4 P2 - 5/8 P1　　（权重为 1.375, 0.25 和-0.625）

据此，有时既使用大于 1.0 的权重又使用小于 0 的权重是有用的。在其它时候，如果从一个帧到下一个帧存在类似噪音的变化，具有 0.0 和 1.0 之间的适度的系数的正加权平均可产生 P4 的宏块（或者其他的像素区域）的最佳预测。例如，图 20 中 P1、P2 和 P3 各 1/3 的等加权在某些情况下可能形成 P4 的最佳预测。

注意最佳匹配的运动向量被用来确定 P1、P2、P3 等的区域，在这个例子中，计算时使用了 P1、P2、P3。在某些情况下，这个匹配可能最好是 AC 匹配，其允许变化的 DC 项通过 AC 系数预测。或者，如果

使用 DC 匹配（例如绝对差的和），那么经常能够预测 AC 系数的变化。在其他情况下，各种形式的运动向量匹配将形成具有各种权重混合的最佳预测。通常，特定情况的最佳预测是使用这里所描述的方法经验地确定的。

这些技术也适用于具有两个或多个在时间上指向后或指向前的运动向量的 B 帧。当在时间上指向前时，以上描述的用于 P 帧的系数模式被颠倒过来以准确地向后预测当前的 P 帧。使用本发明的这个方面，在向前和向后两个方向上均具有两个或多个运动向量是可能的，因此同时在两个方向预测。这些各种预测的合适的加权混合可以通过选择混合的加权来优化，混合加权最佳地预测了当前 B 帧的宏块（或其他像素区域）。

图 21 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中不同 P 帧具有一个或多个参考前面不同 P 帧的运动向量，图中也显示了分配给被特定 B 帧参考的各自向前和向后参考的不同权重 a-e。在这个例子中，B 帧 2100 参考三个前面 P 帧和两个后续 P 帧。

在图 21 所示的例子中，帧 P5 必须被解码以使这个例子工作。有时以解码所需的顺序（“发送顺序”）在比特流中给帧排序是有用的，发送顺序没有必要是显示的顺序（“显示顺序”）。例如，在显示循环运动（例如物体的旋转）的帧序列中，特定的 P 帧可能更类似远处的 P 帧而不是最近的后续 P 帧。图 22 是显示 P 帧和 B 帧序列的图，其中 P 帧的比特流发送顺序不同于显示顺序。在这个例子中，帧 P3 更类似于帧 P5 而不是帧 P4。因此在 P4 之前发送和解码 P5，但在 P5 之前显示 P4 是有用的。优选地，当这种 P 帧可以被丢弃时（例如在比特流顺序中 n 个帧的终止时间或者在显示顺序中的帧 X 之后），每个 P 帧应该通知解码器。

如果从一个小的选择集中选择权重，那么少量比特就能够通知解码器要使用哪个权重。和这里所描述的所有其他权重一样，这可以每一个图像单元通知解码器一次，或者在解码过程中权重变化是有用的任何其他点上。

下载新的权重集也是可能的。在这种方式中，少量的权重集可以在给定时间上有效。这允许少量的比特通知解码器在解码过程中在任

何给定点将使用哪个有效的权重集。为了确定合适的权重集，可以在编码过程中测试大量的权重。如果发现小的子集提供高效率，那么可以通知解码器使用那个子集。因此能够只用几个比特把该子集的特定元素通知解码器。例如 10 个比特可以选择 1024 个子集元素中的一个。此外，当改变特定的小子集以维持效率时，可以把新的子集通知解码器。因此，编码器可以对比更新权重集所需的比特数，动态地优化在权重集元素中选择所需的比特数。此外，少量的短编码能被用于表示常见的有用权重，例如 1/2、1/3、1/4 等等。在这种方式中，少量的比特能被用于表示权重集，例如用于 P 帧中的 K-前向-向量预测（其中 K=1, 2, 3 …），或者 B 帧中的 K-前向-向量和 L-后向-向量预测（其中 K 和 L 从 0, 1, 2, 3 …中选择），或者 P 帧中的 K-前向-向量和 L-后向-向量预测（其中 K 和 L 从 0, 1, 2, 3 …中选择），作为当前 M 值的函数（即 B 帧相对于邻近 P（或 I）帧的相对位置）。

图 23 是显示具有分配权重的 P 帧和 B 帧序列的图。B 帧 2300 具有权重 a-e，其值是从 B 帧权重集 2302 的表格分配的。P 帧 2304 具有权重 m 和 n，其值是从 P 帧权重集 2306 的表格分配的。某些权重可以是静态的（即不变地下载到解码器），并由编码器通知。其他权重可以被动态地下载然后通知。

这个相同的技术可被用于动态地更新权重集以对比于 AC 插值选择 DC 插值。此外，可以表示编码值，其对比于变换值（在替换的线性或非线性表示中）的线性插值选择一般的（线性）插值（通常以非线性表示表示的像素值的插值）。类似地，这种编码值可以表示哪些这样的插值应用于 AC 值或 DC 值或者是否分开预测的 AC 和 DC 部分。

有效的子集也可被用于最少化在目前使用的权重系数集之间选择所必需的比特数。例如，如果 1024 个下载的权重集被保存在解码器中，那么可能在帧的一个特定部分期间需要大概 16 个是有效的。因此，通过选择（从 1024 个中选出）16 个权重集的哪些子集是有效的，只需要使用 4 个比特选择这 16 个中的哪个权重集是有效的。可以为这些最常见子集使用短编码来表示这些子集，因而允许少量的比特在常用的子集中选择。

柔化和锐化

和通过减去平均值从 AC 信号中简单地分开 DC 分量一样，在运动向量补偿预测的过程中，其他的滤波运算也是可能的。例如，各种高通、带通和低通滤波器可被应用于像素区域（例如宏块）以提取各种频率带。然后，当进行运动补偿时，可以修改这些频率带。例如，在有噪音的移动图像上滤出最高的频率以柔化（使之不太清晰或者稍微地模糊）该图像通常可能是有用的。更加柔化的图像像素，与用于量化的更陡的斜矩阵（tilt matrix）结合（更陡的斜矩阵忽略当前块中的更高频率的噪音），通常形成更高效的编码方法。已经有可能在每个图像单元的量化斜矩阵中表示变化。还可能下载亮度和色度的定制斜矩阵。注意不管斜矩阵是否改变，都可以提高运动补偿的效率。然而，通常最有效的是既改变斜矩阵又改变在运动补偿过程中应用的滤波器参数。

常见做法是使用降低的色度编码分辨率和色度特定的斜矩阵。但是，在这个例子中，色度编码分辨率是静态的（例如 4:2:0 水平和垂直地编码半分辨率或者 4:2:2 只是水平地编码半分辨率）。可以根据本发明的这个方面通过在运动补偿过程中把一个动态滤波器处理应用于色度和亮度（独立地或合作地）来提高编码效率，每个图像单元选择一个。

题为“Enhanced Temporal and Resolution Layering in Advanced Television”的美国专利申请 09/545233 号（前文引用过）描述了改进的负半周（截断的正弦函数）位移滤波器的使用。这些滤波器具有的优点是当进行运动向量位移的碎片像素（fractional-pixel）部分时，它们保持清晰度。在整像素（integer pixel）位移点和碎片像素位移点，使用降低或提高其清晰度的滤波器可更优地移动某些宏块（或其他有用的图像区域）。例如，对于“变焦”（其中，帧中的某些物体随着时间移出焦点和帧的其他部分进入焦点）来说，转变是清晰度和柔度的变化之一。因此，能够在图像的某些区域提高清晰度而在其他区域降低清晰度的运动补偿滤波器能够提高编码效率。特别地，如果图像的区域正移出焦点，那么降低清晰度可能是有益的，这将柔化图像（因而可能产生更好的匹配）和减少颗粒和/或噪音（因而可能提高编码效

率）。如果图像的区域正进入焦点，那么保持最好的清晰度或者甚至使用更大的负半周正弦滤波器值提高清晰度可能是有益的。

在编码过程中，色度滤波也能够从提高和降低清晰度中受益。例如，4:2:0 编码（水平和垂直地编码半分辨率色度）的许多编码效率优点可以通过为色度使用更柔的运动补偿滤波器而在 U 和/或 V 通道中保持全分辨率来实现。仅仅当在 U 和 V 通道中的色彩细节是高时，才有必要选择最清晰的位移滤波器；在有高色彩噪音或者颗粒的地方较柔的滤波器将更有益。

除了焦点的变化之外，从一个帧到下一个帧的方向和运动模糊变化量也是普遍的。当运动图像胶片帧的速率为 24 fps 时，即使一个简单的对话场景从一个帧到下一个帧在运动模糊方面也有显著的变化。例如，在一个帧中上嘴唇可能是模糊的，且在下一个帧中清晰化，这完全是由于在照相机中打开快门期间的嘴唇运动。对于这样的运动模糊，不仅在运动补偿过程中具有锐化和柔化（模糊化）滤波器而且具有锐化和柔化的方向方面将是有益的。例如，如果可以确定运动的方向，那么沿那个方向的柔化或锐化可被用于对应图像特写的移动或停止。用于运动补偿的运动向量本身可以相对于任何周围的帧（或对应区域）为特定帧（或帧内的区域）提供关于运动量、运动量的变化（即运动模糊）的一些有用信息。特别是，运动向量是 P 帧之间的最佳运动匹配，而运动模糊来自帧中的在打开快门时间期间的运动。

图 24 是一个帧内的物体位置对时间的图。照相机的快门只在部分帧时间期间打开。当快门打开时，物体的任何运动导致模糊。运动模糊量是由在快门打开期间的位置变化量表示的。因此，当快门打开时位置曲线 2400 的斜率是运动模糊的度量。

运动模糊量和运动方向也可以从清晰度量度、周围的运动向量（图像区域匹配的地方）、特征拖影检测和帧区域的人为辅助指定的组合中确定。可以基于确定的运动模糊量和运动方向选择滤波器。例如，对比所确定的运动模糊量和运动方向，各种滤波器的映射可以经验地确定。

当结合本发明的其他方面时，这种智能应用的滤波器可以显著地提高压缩编码效率。可以选择少量的这种滤波器，用少量的比特通知

解码器。同样，这能够是以每个图像单元一次或者在解码过程中的其他有用点上实现。与权重集一样，可以使用一组动态装入的滤波器，以及有效的子集机制以最少化在最有益的滤波器参数集合之间选择所需的比特数。

实现

本发明可以在硬件或软件，或者两者的组合（例如可编程的逻辑阵列）中实现。除非另外指定，作为本发明的一部分而包括的算法本质上不与任何特定的计算机或者其他装置相关。特别地，各种通用目的的设备可以与根据本文所述编写的程序一起使用，或者可能更方便的是构造更特殊的装置（例如集成电路）以执行特定功能。因此，本发明可以在一个或多个可编程计算机系统上执行的一个或多个计算机程序中实现，每个可编程计算机系统包括至少一个处理器、至少一个数据存储系统（包括永久的和易失的存储器和/或存储单元），至少一个输入设备或端口，和至少一个输出设备或端口。程序代码被应用于输入数据以执行这里描述的功能并生成输出信息。输出信息以公知的方式被应用于一个或多个输出设备。

每个这样的程序可以用任何希望的计算机语言（包括机器的、汇编的、或高级过程化的、逻辑的、面向对像的编程语言）实现以与计算机系统通信。在任何情况下，语言可以是编译语言或解释语言。

每个这样的计算机程序优选存储在或者下载到存储介质或设备上（例如固态存储器或介质，或者磁介质或光介质），这些存储介质或设备是通用或专门目的的可编程计算机可读的，当存储介质或设备被计算机系统读取以执行这里描述的程序时，这样的计算机程序用于配置和操作计算机。也可以考虑将本发明系统实现成计算机可读存储介质，其被配置为具有一计算机程序，如此配置的存储介质使计算机系统以特定的和预定的方式运行以执行本文所描述的功能。

已经描述了本发明的多个实施例。但是，应该理解的是，在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以进行各种修改。例如，上文所述的某些步骤可能是顺序无关的，因此可以以一种与所述不同的顺序执行。因此，其他的实施例均在所附权利要求的范围内。

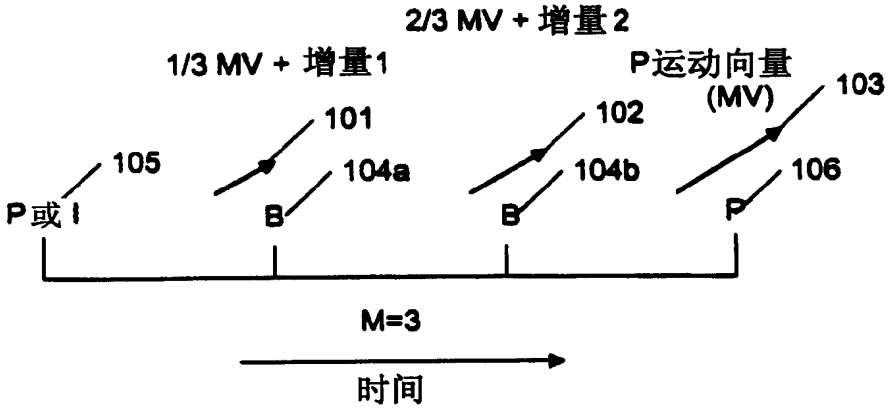


图1
比例运动向量加权
（现有技术）

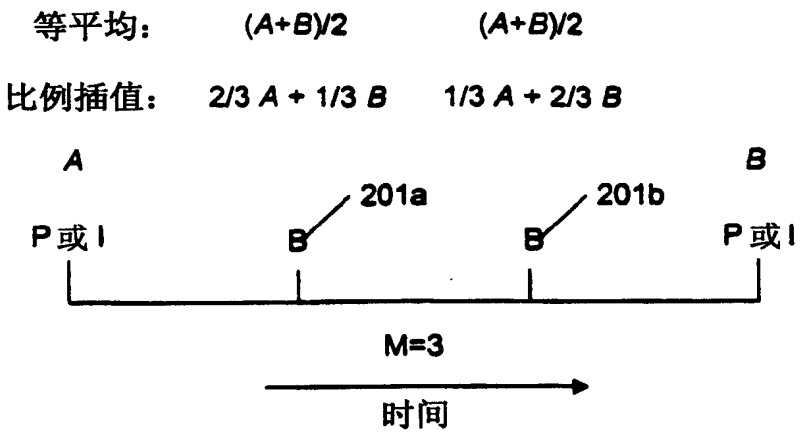


图2
像素值比例加权

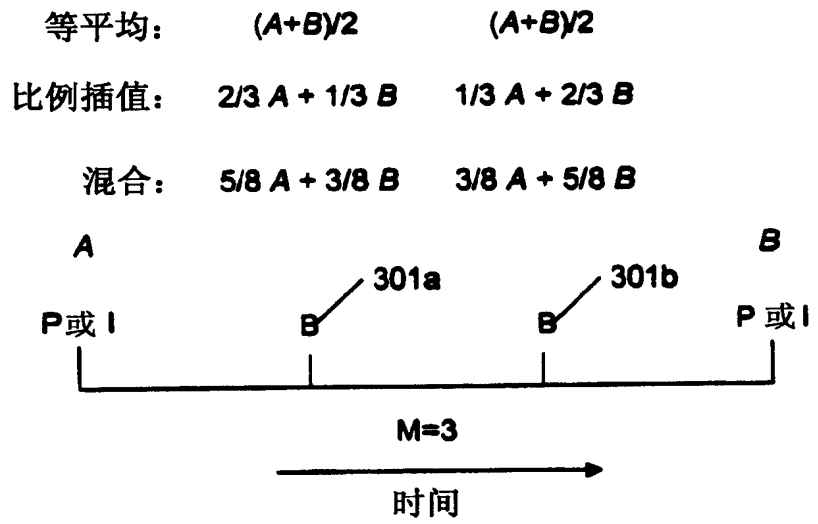


图3
混合像素值加权

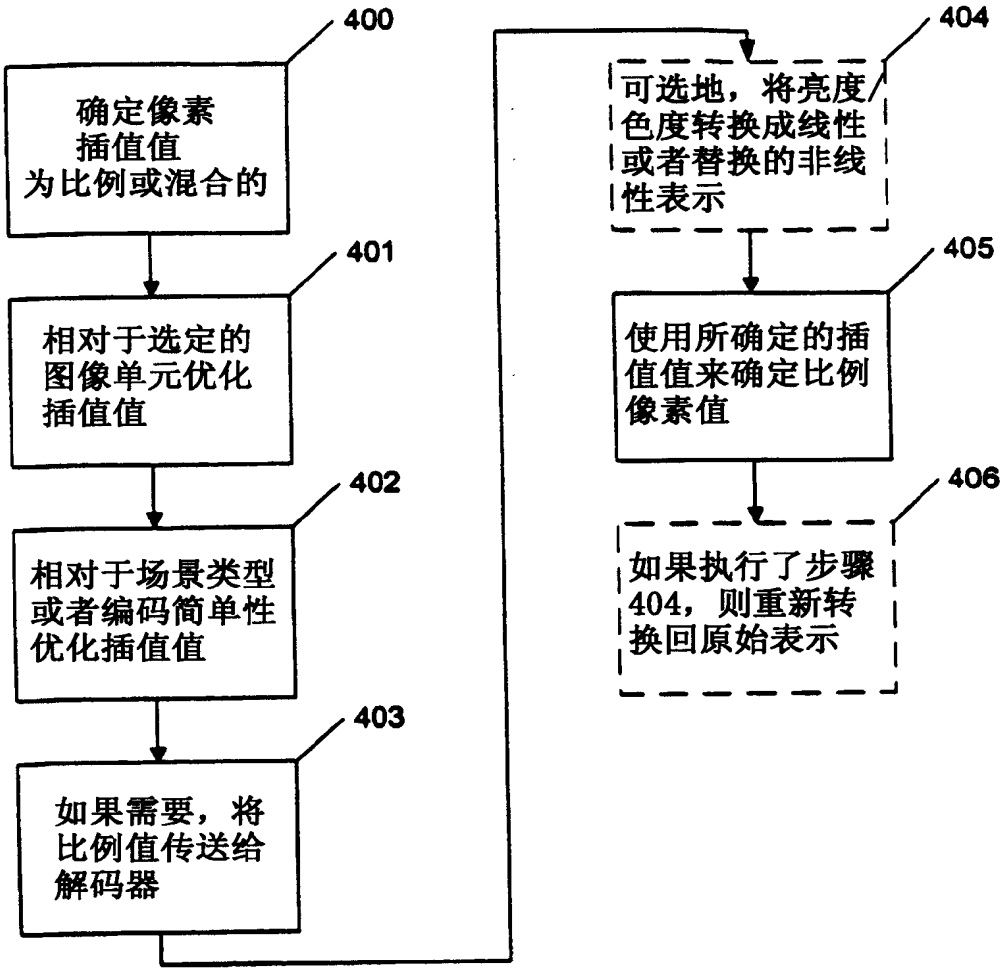

400
确定像素插值值为比例或混合的
401
相对于选定的图像单元优化插值值
402
相对于场景类型或者编码简单性优化插值值
403
如果需要，将比例值传送给解码器
404
可选地，将亮度/色度转换成线性或者替换的非线性表示
405
使用所确定的插值值来确定比例像素值
406
如果执行了步骤404，则重新转换回原始表示

图4

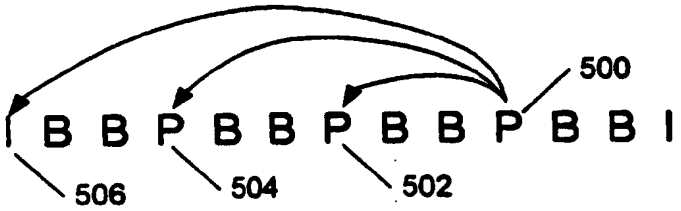


图5

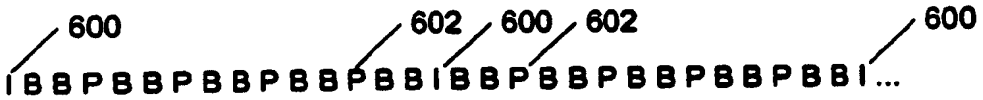


图6A
现有技术

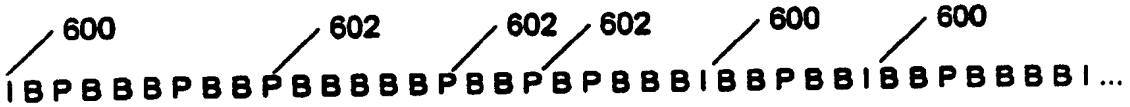


图6B
现有技术

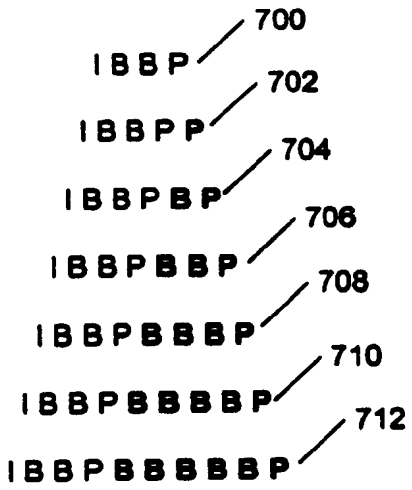

700
IBBP
702
IBBPP
704
IBBPBP
706
IBBPBBP
708
IBBPBBBP
710
IBBPBBBBP
712
IBBPBBBBBP

图7

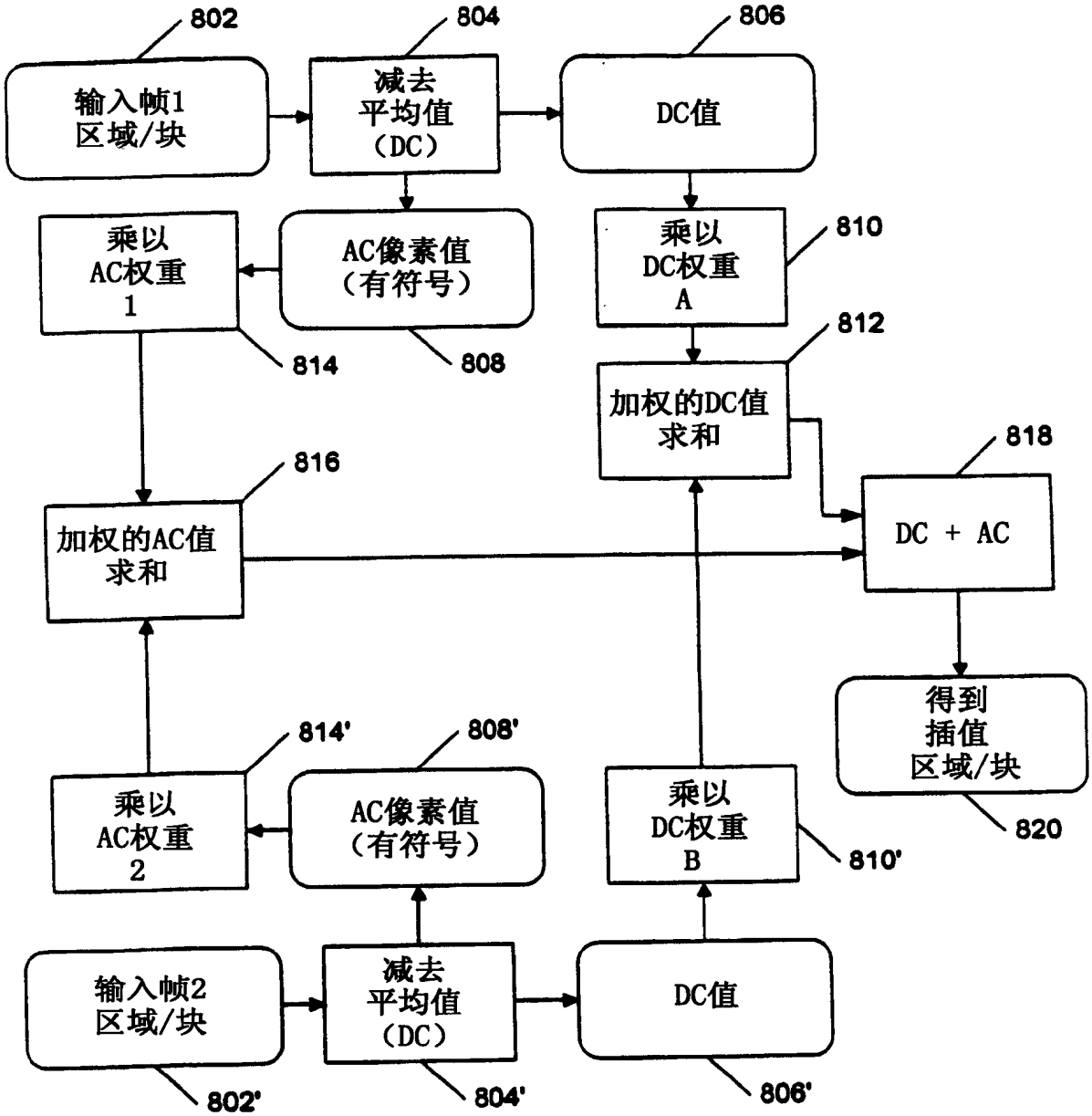

802
804
806
输入帧1
区域/块
减去
平均值
(DC)
DC值
乘以
AC权重
1
AC像素值
(有符号)
乘以
DC权重
A
810
814
808
812
加权的DC值
求和
818
816
加权的AC值
求和
DC + AC
得到
插值
区域/块
820
814'
808'
乘以
AC权重
2
AC像素值
(有符号)
乘以
DC权重
B
810'
输入帧2
区域/块
减去
平均值
(DC)
DC值
802'
804'
806'

图8

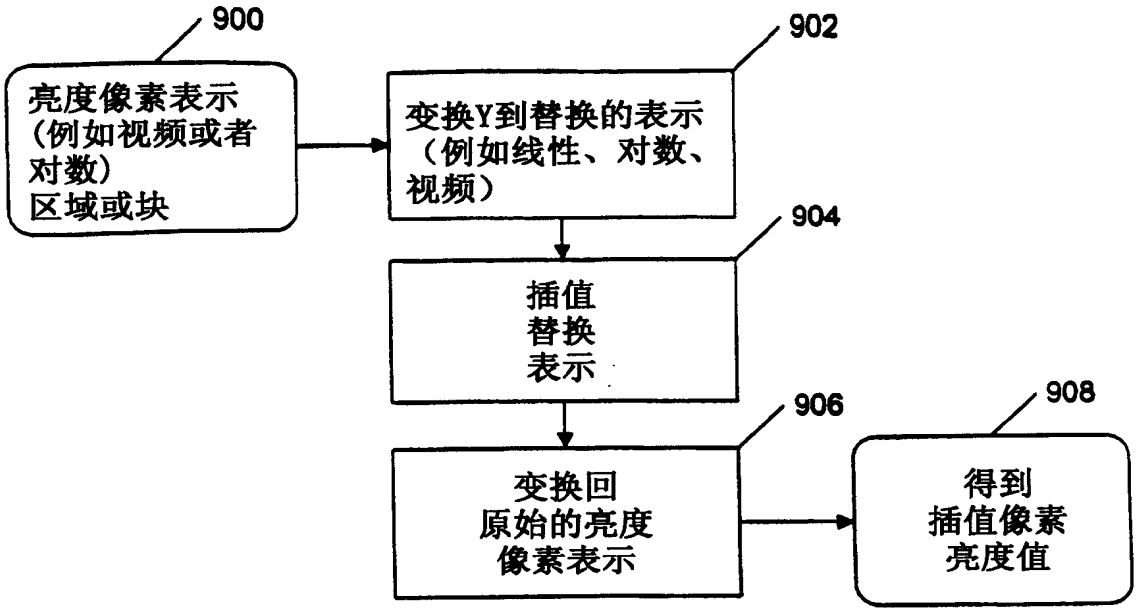

900
亮度像素表示（例如视频或者对数）区域或块
902
变换Y到替换的表示（例如线性、对数、视频）
904
插值替换表示
906
变换回原始的亮度像素表示
908
得到插值像素亮度值

图9

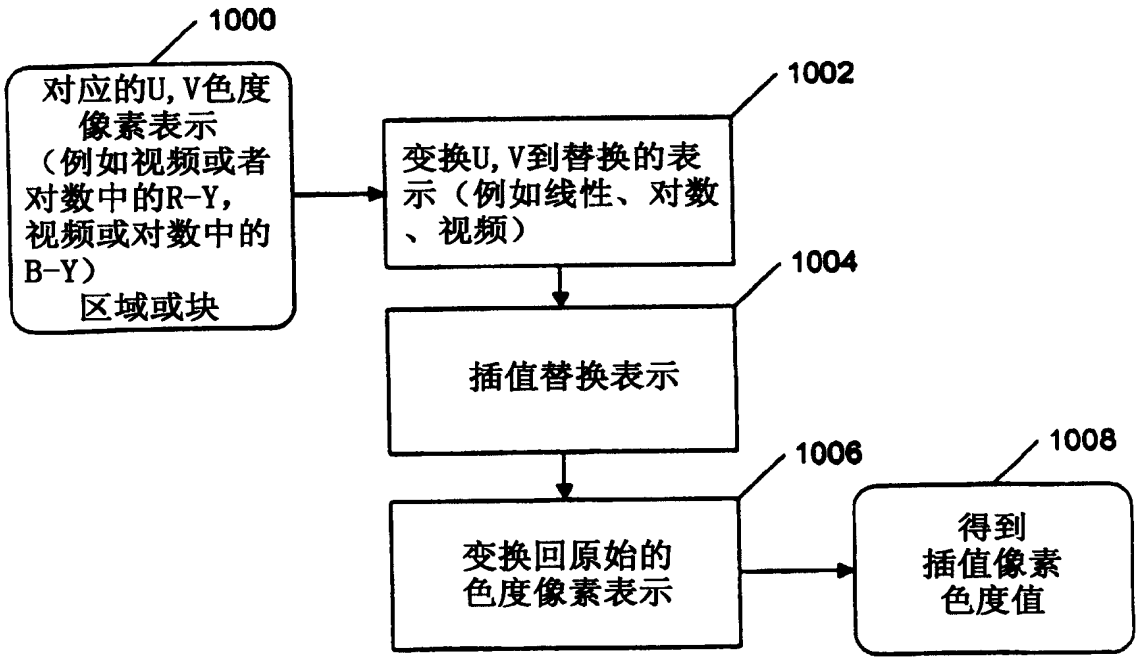

1000
对应的U,V色度像素表示（例如视频或者对数中的R-Y，视频或对数中的B-Y）区域或块
1002
变换U,V到替换的表示（例如线性、对数、视频）
1004
插值替换表示
1006
变换回原始的色度像素表示
1008
得到插值像素色度值

图10

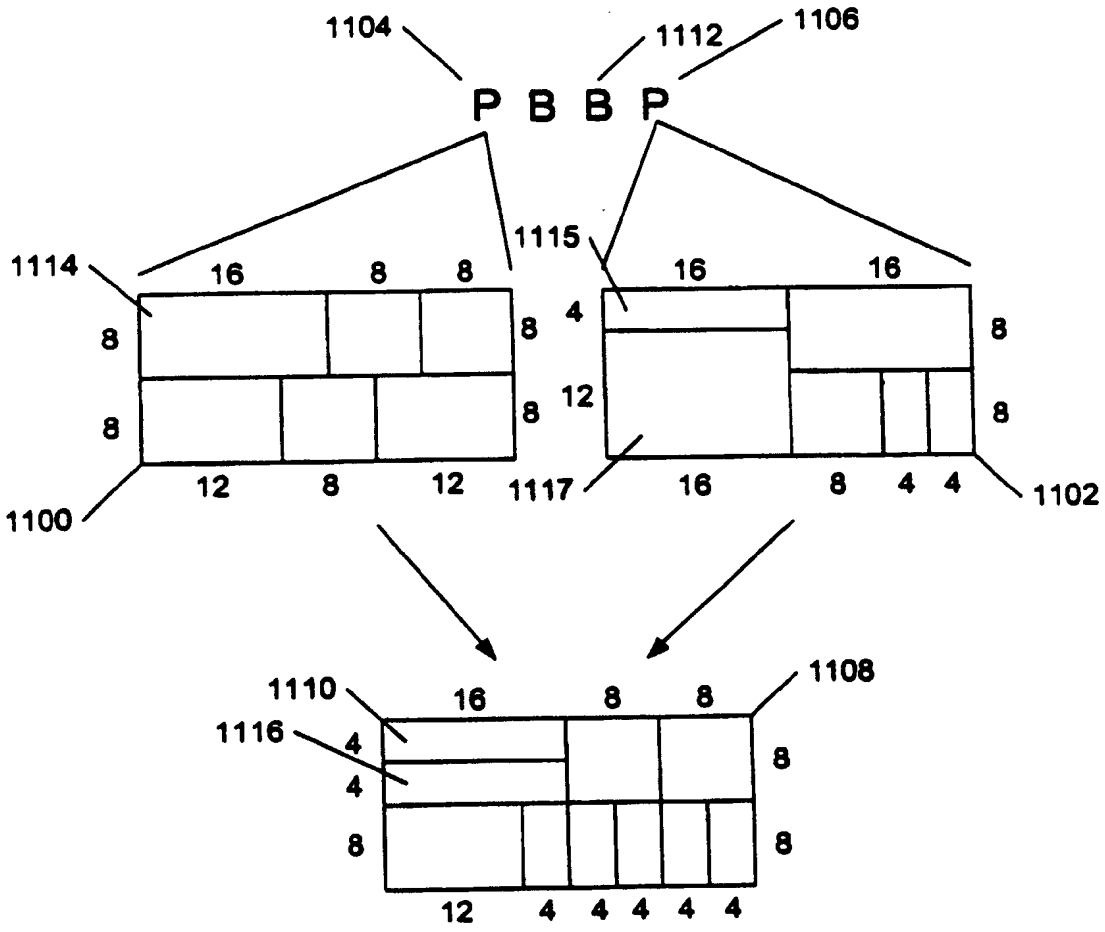

1104
1112
1106
P B B P
1114
1115
16
8
8
16
16
8
8
4
8
8
12
8
8
12
8
12
1100
1117
16
8
4
4
1102
1110
1108
16
8
8
1116
4
4
8
8
8
12
4
4
4
4
4

图11

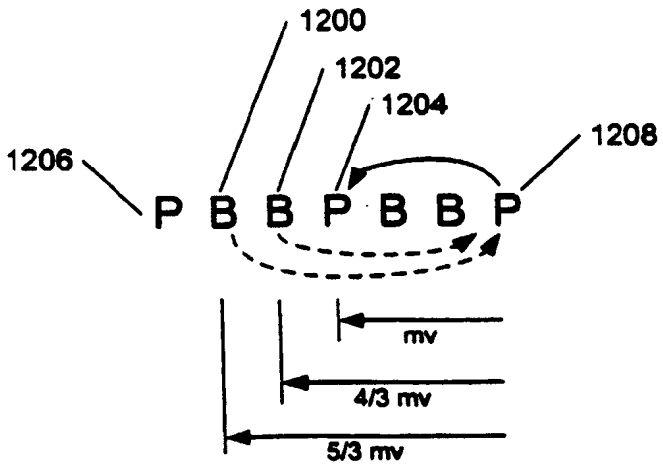

1200
1202
1204
1206
1208
P B B P B B P
mv
4/3 mv
5/3 mv

图12

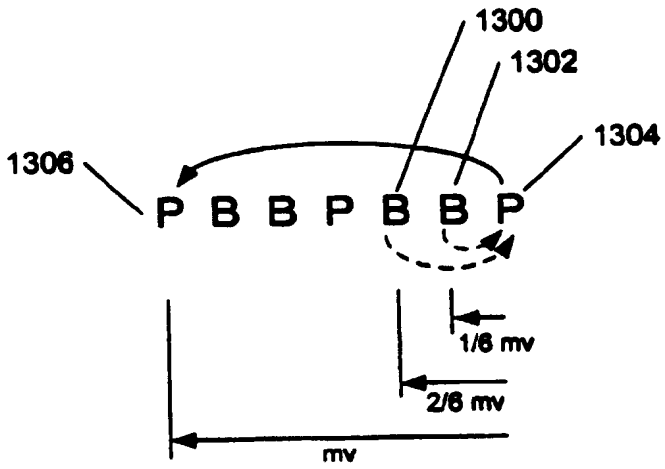

1300
1302
1304
1306
P B B P B B P
1/6 mv
2/6 mv
mv

图13

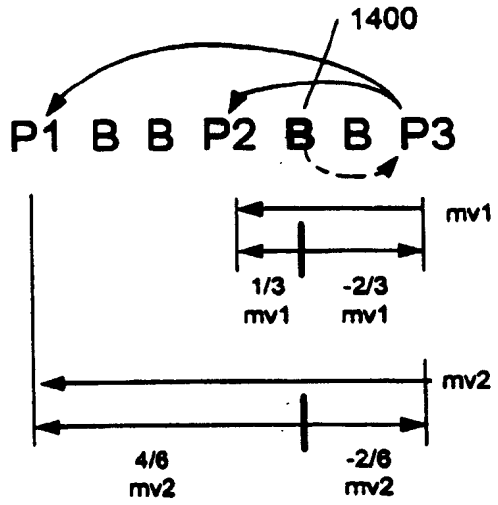

1400
P1 B B P2 B B P3
mv1
1/3
mv1
-2/3
mv1
mv2
4/6
mv2
-2/6
mv2

图14

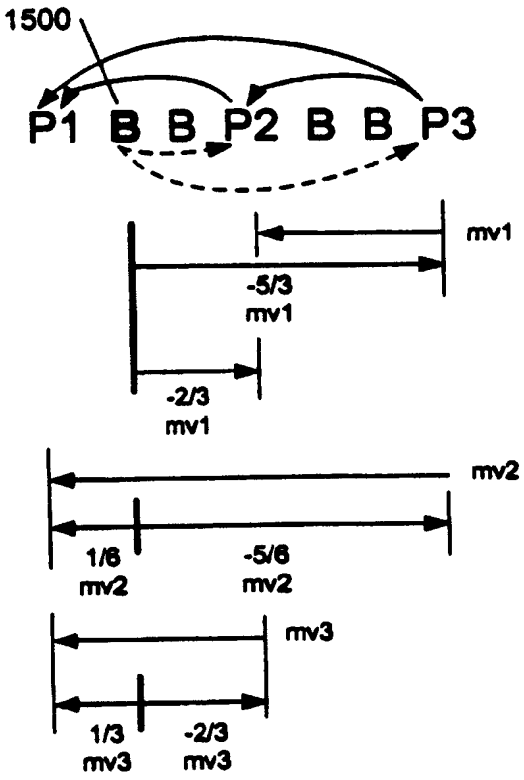

1500
P1 B B P2 B B P3
mv1
-5/3
mv1
-2/3
mv1
mv2
1/6
mv2
-5/6
mv2
mv3
1/3
mv3
-2/3
mv3

图15

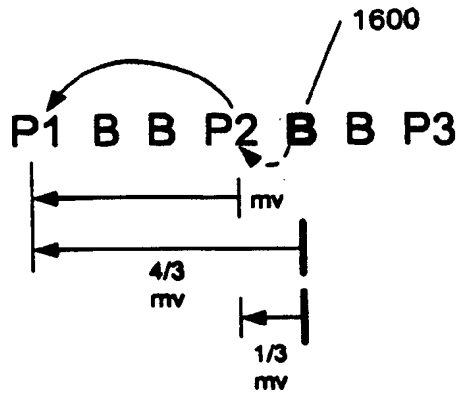

1600
P1 B B P2 B B P3
mv
4/3
mv
1/3
mv

图16

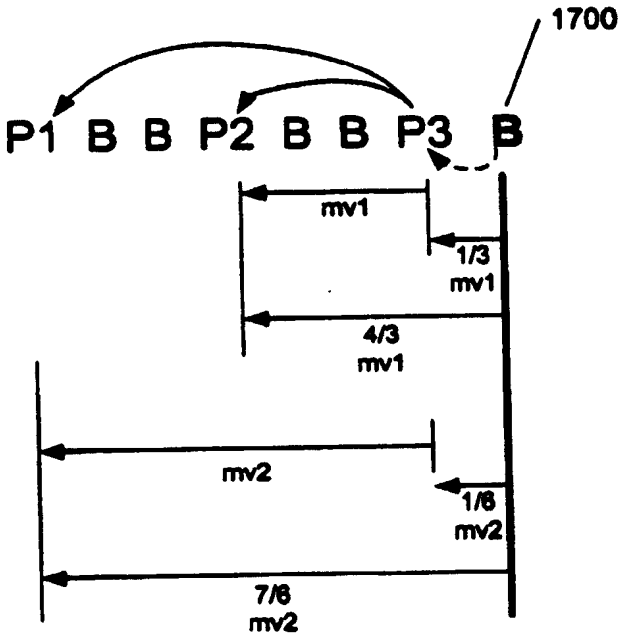

1700
P1 B B P2 B B P3 B
mv1
1/3
mv1
4/3
mv1
mv2
1/6
mv2
7/6
mv2

图17

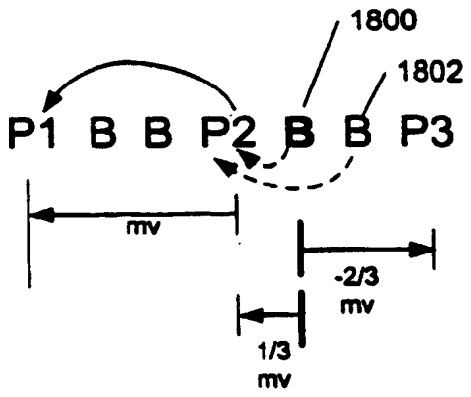

1800
1802
P1 B B P2 B B P3
mv
-2/3
mv
1/3
mv

图18


P1 B B P2 B B P3

图19


P1 B B P2 B B P3 B B P4

图20

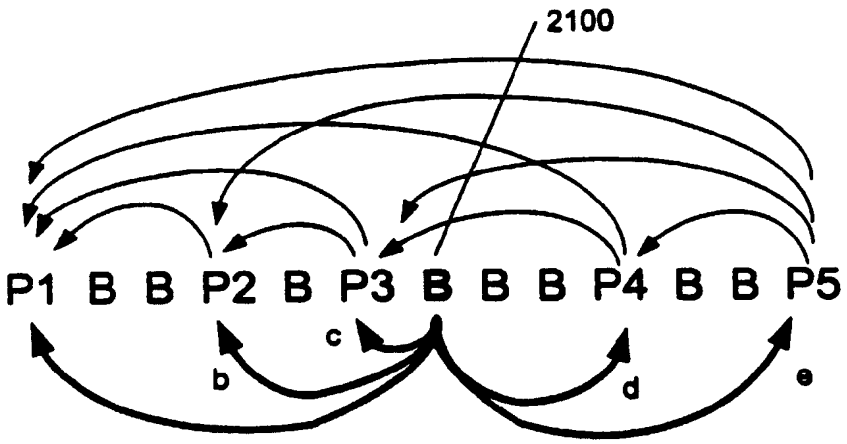


图21

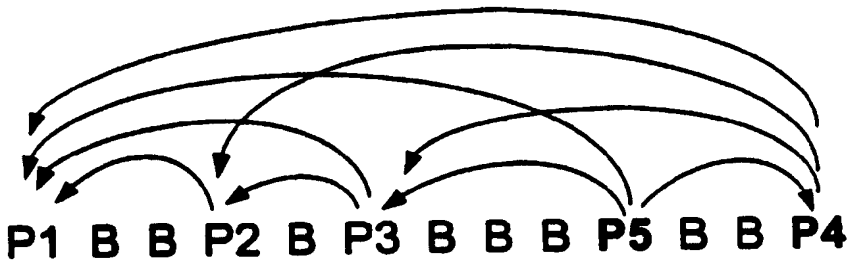


图22

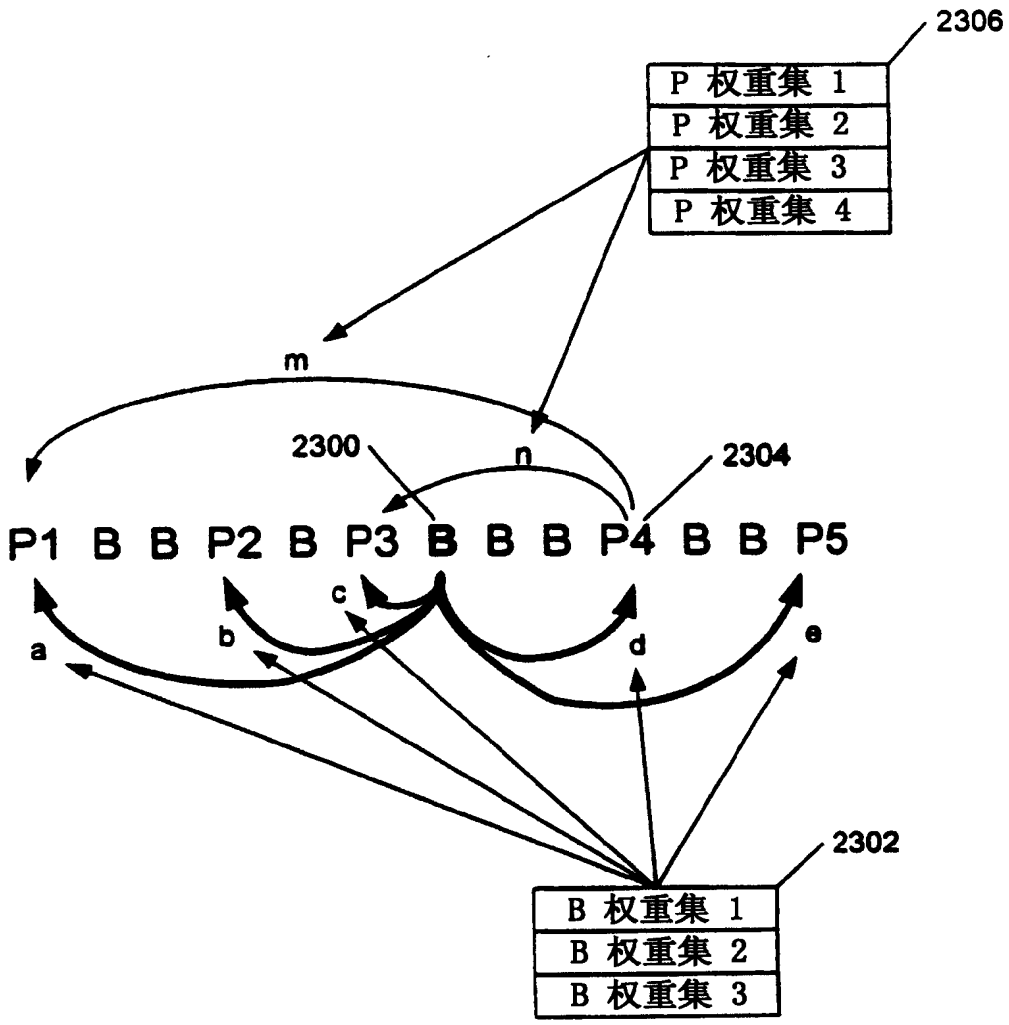

2306
P 权重集 1
P 权重集 2
P 权重集 3
P 权重集 4
m
n
2300
2304
P1 B B P2 B P3 B B B P4 B B P5
a
b
c
d
e
2302
B 权重集 1
B 权重集 2
B 权重集 3

图23

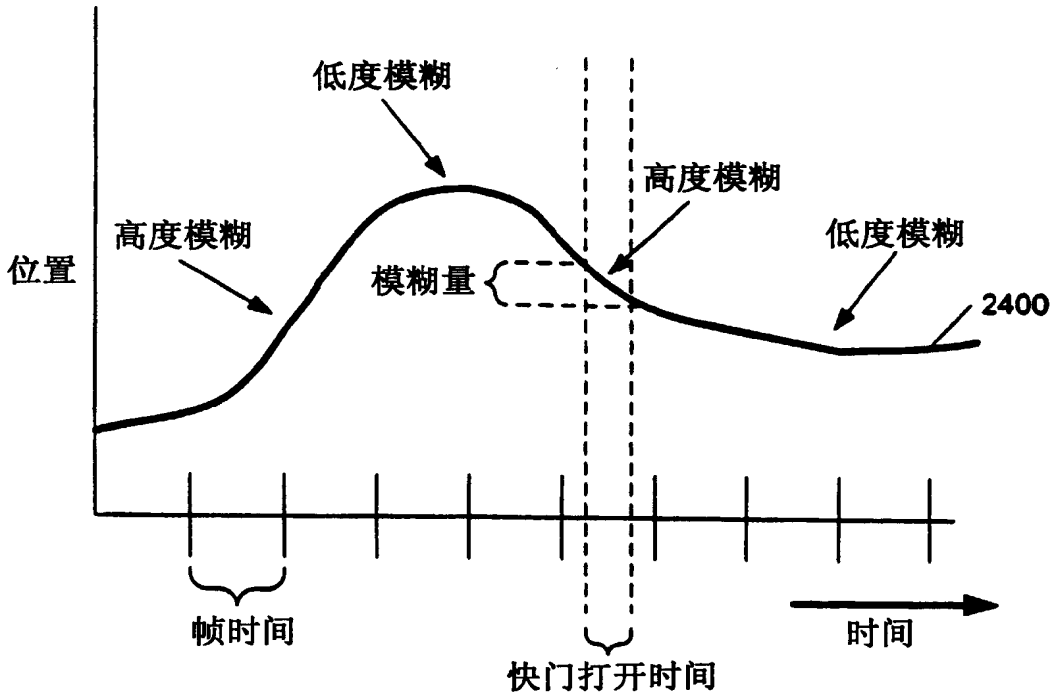


图24

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号
特開2003－179933
（P2003－179933A）
(43)公開日　平成15年６月27日(2003.6.27)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	Ｆ Ｉ		ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０４Ｎ　7/32		Ｈ０３Ｍ　7/36		５Ｃ０５９
Ｈ０３Ｍ　7/36		Ｈ０４Ｎ　7/137	Ｚ	５Ｊ０６４

審査請求　未請求　請求項の数57　ＯＬ　（全 37 頁）

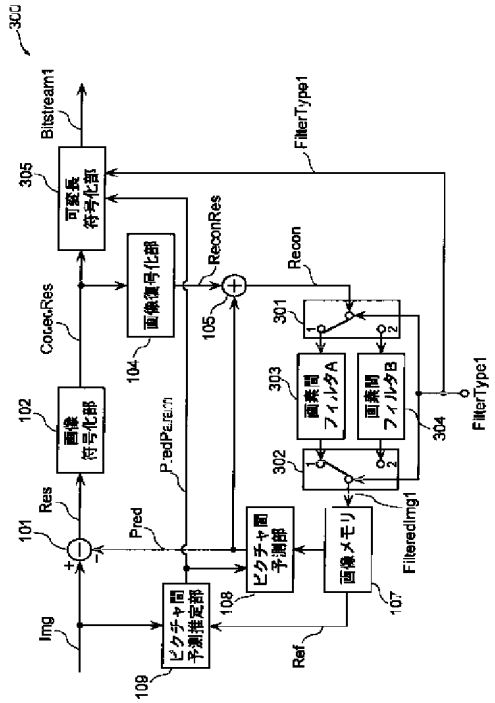
(21)出願番号　特願2002－265355(P2002－265355)
(22)出願日　平成14年９月11日(2002.9.11)
(31)優先権主張番号　特願2001－276280(P2001－276280)
(32)優先日　平成13年９月12日(2001.9.12)
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者　羽飼　誠
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　角野　眞也
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内
(74)代理人　100109210
弁理士　新居　広守

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　画像符号化方法および画像復号化方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】多様な状況に応じて画素間フィルタを選択的に使用し符号化データを生成する画像符号化装置および画像復号化装置を提供する。
【解決手段】画像符号化装置３００は、入力画像を表す画像データImgと、入力画像に対する予測画像を表す予測画像データPredとの差分を符号化して符号化画像データを生成する画像符号化装置で、画像データImgを符号化した後、復号化する画像復号化部１０４と、画像復号化部１０４で得られた復号化画像データReconに対して画素間フィルタ演算を施す画素間フィルタA３０３、B３０４と、画素間フィルタの１つを選択するスイッチ３０１、３０２と、選択された画素間フィルタで得られたフィルタ済復号化画像データFilteredImg1を参照画像データRefとして用い、入力画像データImgに対する予測画像データPredを生成するピクチャ間予測部１０８とを備える。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化方法であって、
前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化ステップと、
複数の画素間フィルタのうちから、１つを選択する選択ステップと、
選択された前記画素間フィルタを用いて、前記復号化ステップで得られた復号化画像データに対する画素間フィルタ演算を施す演算ステップと、
前記演算ステップで得られたフィルタ済み復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成ステップとを含むことを特徴とする画像符号化方法。
【請求項２】　前記画像符号化方法は、さらに、
前記符号化画像データと、当該符号化画像データに関連する関連データとにより、外部出力用の出力符号化画像データを生成する出力データ生成ステップを含み、
前記出力データ生成ステップでは、前記選択ステップで選択された前記画素間フィルタを特定する選択情報を、前記関連データ中に記述することを特徴とする請求項１記載の画像符号化方法。
【請求項３】　前記選択ステップでは、入力画像データが他の画像に参照される画像であれば、より平滑度の高い前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項１記載の画像符号化方法。
【請求項４】　入力画像データが他の画像に参照される画像であるかどうかは、前記入力画像データのピクチャタイプに応じて判断することを特徴とする請求項３記載の画像符号化方法。
【請求項５】　入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化方法であって、
前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分画像データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化ステップと、
画素間フィルタによる演算を行うまたは行わないを選択する選択ステップと、
前記演算を行うと選択された場合には前記画素間フィルタを用いて、前記復号化ステップで得られた復号化画像データに対する前記演算を施し、前記演算を行わないと選択された場合には前記演算を行わない演算ステップと、
前記演算ステップで得られた復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成ステップとを含むことを特徴とする画像符号化方法。
【請求項６】　前記画像符号化方法は、さらに、
前記符号化画像データと、当該符号化画像データに関連する関連データとにより、外部出力用の出力符号化画像データを生成する出力データ生成ステップを含み、
前記出力データ生成ステップでは、前記選択ステップで選択された前記画素間フィルタを特定する選択情報を、前記関連データ中に記述することを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項７】　前記選択ステップでは、入力画像データが他の画像に参照される画像であれば、より平滑度の高い前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項８】　前記選択ステップでは、前記入力画像データのピクチャタイプに応じてフィルタを選択することを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項９】　前記選択ステップでは、入力画像データがＢピクチャであれば、前記演算を行わないことを選択することを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項１０】　前記画素間フィルタは、入力されるパラメータの値に応じて可変動作する数式演算フィルタであることを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項１１】　前記選択ステップでは、入力画像データの所定のデータ単位ごとに前記画素間フィルタを切り替えて選択することを特徴とする請求項５記載の画像符号化方法。
【請求項１２】　符号化画像データを復号化する画像復号化方法であって、
前記符号化画像データを差分画像データに復号化し、予測画像データと前記差分画像データとを加算して、元の画像を表す画像データに復号化する復号化ステップと、
複数の画素間フィルタの１つを選択する選択ステップと、
選択された前記画素間フィルタを用いて、前記復号化ステップで元の画像に復号化した前記画像データに画素間フィルタ演算を施す演算ステップと、
前記演算が施された前記画像データから、予測画像データを生成する予測画像生成ステップとを含むことを特徴とする画像復号化方法。
【請求項１３】　前記画像復号化方法は、さらに、
前記符号化画像データのピクチャタイプに応じて、当該符号化画像データの参照の有無を判定する判定ステップを有し、
前記符号化画像データが他の画像に参照される画像であれば、前記選択ステップにおいて、より平滑度の高い前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項１２記載の画像復号化方法。
【請求項１４】　前記復号化ステップでは、さらに、前記符号化画像データに関連する関連情報を復号化し、
前記選択ステップでは、復号化された前記関連情報に従

って、前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項１２記載の画像復号化方法。
【請求項１５】　前記選択ステップでは、復号化された前記関連情報に示される前記画素間フィルタが画像復号化装置に備えられていないときには当該画像復号化装置に備えられている画素間フィルタのうち、前記関連情報に示される前記画素間フィルタと平滑度が近似する画素間フィルタを選択するを備えることを特徴とする請求項１４記載の画像復号化方法。
【請求項１６】　前記選択ステップでは、前記複数の画素間フィルタの１つとして、前記画素間フィルタをバイパスするバイパス線を含み、
前記予測画像生成ステップでは、前記バイパス線が選択された場合には、前記演算が施されていない前記復号化された画像データから、予測画像データを生成することを特徴とする請求項１４記載の画像復号化方法。
【請求項１７】　前記画像復号化方法は、さらに、
前記演算ステップにおいて前記バイパス線が選択された場合には、前記演算が施されていない前記復号化された画像データに対して、第２の画素間フィルタ演算を施す第２の演算ステップと、
前記第２の画素間フィルタ演算が施された前記復号化された画像データを出力画像データとして外部に出力する出力ステップとを含むことを特徴とする請求項１６記載の画像復号化方法。
【請求項１８】　前記選択ステップでは、前記符号化画像データの所定のデータ単位ごとに前記画素間フィルタを切り替えて選択することを特徴とする請求項１６記載の画像復号化方法。
【請求項１９】　前記画素間フィルタは、パラメータの値に応じて可変動作する数式演算フィルタであることを特徴とする請求項１６記載の画像復号化方法。
【請求項２０】　入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化装置であって、
前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分画像データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化手段と、
前記復号化手段で得られた復号化画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタと、
前記画素間フィルタのうちから、１つを選択する選択手段と、
選択された前記画素間フィルタで得られたフィルタ済み復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする画像符号化装置。
【請求項２１】　前記画像符号化装置は、さらに、
前記複数の画素間フィルタをバイパスするバイパス線を備え、
前記選択手段は、前記画素間フィルタのいずれか、または前記バイパス線を選択することを特徴とする請求項２０記載の画像符号化装置。
【請求項２２】　前記画像符号化装置は、さらに、
前記符号化画像データと、当該符号化画像データに関連する関連データとにより、外部出力用の出力符号化画像データを生成する出力データ生成手段を備え、
前記出力データ生成手段は、前記選択手段によって選択された前記画素間フィルタのいずれか、またはバイパス線を特定する選択情報を、前記関連データ中に記述することを特徴とする請求項２１記載の画像符号化装置。
【請求項２３】　前記選択手段は、入力画像データが他の画像に参照される画像であれば、より平滑度の高い前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項２１記載の画像符号化装置。
【請求項２４】　前記選択手段は、入力画像データが他の画像に参照されない画像であれば、あるいは入力画像データがＢピクチャであれば、より処理量の少ない前記画素間フィルタまたは前記バイパス線を選択することを特徴とする請求項２１記載の画像符号化装置。
【請求項２５】　前記選択手段は、入力画像データがＢピクチャであれば、より処理量の少ない前記画素間フィルタまたは前記バイパス線を選択することを特徴とする請求項２４記載の画像符号化装置。
【請求項２６】　前記画素間フィルタは、画素間フィルタはパラメータに応じて可変動作する数式演算フィルタであることを特徴とする請求項２０記載の画像符号化装置。
【請求項２７】　前記選択手段は、入力画像データの所定のデータ単位ごとに前記画素間フィルタを切り替えて選択することを特徴とする請求項２０記載の画像符号化装置。
【請求項２８】　動画像中のピクチャを表す画像データと動画中の他のピクチャを表す予測画像データとの差分を符号化して得られた符号化画像データから、元の動画像を表す複数の画像データを復号化する画像復号化装置であって、
前記符号化画像データの復号化結果と、当該符号化画像データに対応する、すでに復号化された予測画像データとを加算して、元のピクチャを表す画像データを復号化する復号手段と、
復号化された前記画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタのうちから１つを選択する選択手段と、
選択された前記画素間フィルタによる前記演算が施された画像データから、別の符号化画像データに対応する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする画像復号化装置。
【請求項２９】　前記画像復号化装置は、さらに、
前記符号化画像データのピクチャタイプに応じて、当該

符号化画像データの参照の有無を判定する判定手段を備え、
前記選択手段は、前記符号化画像データが他の画像に参照される画像であれば、より平滑度の高い前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項２８記載の画像復号化装置。
【請求項３０】　前記復号化手段は、さらに、前記符号化画像データの関連情報を復号化し、
前記選択手段は、復号化された前記関連情報に従って、前記画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項２８記載の画像復号化装置。
【請求項３１】　前記選択手段は、復号化された前記関連情報に示される前記画素間フィルタが当該画像復号化装置に備えられていないときには当該画像復号化装置に備えられている画素間フィルタのうち、前記関連情報に示される前記画素間フィルタと平滑度が近似する画素間フィルタを選択することを特徴とする請求項３０記載の画像復号化装置。
【請求項３２】　前記画像復号化装置は、さらに、
前記複数の画素間フィルタの１つとして、前記複数の画素間フィルタをバイパスするバイパス線を備え、
前記予測画像生成手段は、前記バイパス線が選択された場合には、前記演算が施されていない前記復号化された画像データから、予測画像データを生成することを特徴とする請求項３０記載の画像復号化装置。
【請求項３３】　前記画像復号化装置は、さらに、
前記バイパス線が選択された場合には、前記演算が施されていない前記復号化された画像データに対して、第２の画素間フィルタ演算を施す第２の画素間フィルタと、
前記第２の画素間フィルタ演算が施された前記復号化された画像データを出力画像データとして外部に出力する出力手段とを備えることを特徴とする請求項３２記載の画像復号化装置。
【請求項３４】　入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化装置のためのプログラムであって、
前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分画像データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化手段と、
前記復号化手段で得られた復号化画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタと、
前記画素間フィルタのうちから、１つを選択する選択手段と、
選択された前記画素間フィルタで得られたフィルタ済み復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム。
【請求項３５】　動画像中のピクチャを表す画像データと動画中の他のピクチャを表す予測画像データとの差分を符号化して得られた符号化画像データから、元の動画像を表す複数の画像データを復号化する画像復号化装置のためのプログラムであって、
前記符号化画像データの復号化結果と、当該符号化画像データに対応する、すでに復号化された予測画像データとを加算して、元のピクチャを表す画像データを復号化する復号手段と、
復号化された前記画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタのうちから１つを選択する選択手段と、
選択された前記画素間フィルタによる前記演算が施された画像データから、別の符号化画像データに対応する予測画像データを生成する予測画像生成手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム。
【請求項３６】　前記符号化画像データと当該符号化画像データの関連データとが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、
前記符号化画像データの一定単位ごとに、当該符号化画像データを復号化して参照画像とする際に復号化後の画像データに対して施すべき画素間フィルタ演算を複数の画素間フィルタ演算の中から特定する情報が記録されていることを特徴とする記録媒体。
【請求項３７】　前記符号化画像データと当該符号化画像データの関連データとが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、
前記符号化画像データの一定単位ごとに、当該符号化画像データを復号化して参照画像とする際に復号化後の画像データに対して画素間フィルタ演算を施すべきか否かを示す情報が記録されていることを特徴とする記録媒体。
【請求項３８】　繰り返し入力されるフレーム画像を符号化する画像符号化装置であって、
フレーム画像に所定の変換処理を施すことによって符号化を行う符号化手段と、
前記符号化手段によって符号化されたフレーム画像に前記変換処理の逆の変換処理を施す逆変換手段と、
フレーム画像にフィルタ処理を施すフィルタ手段と、
フレーム画像を記憶するための記憶手段と、
前記逆変換手段による逆変換処理で得られたフレーム画像に対して、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施した後に当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するか、又は、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施さずに当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するように制御する制御手段とを備え、
前記符号化手段は、前記記憶手段に格納された過去のフレーム画像を参照しながら前記フレーム画像を符号化することを特徴とする画像符号化装置。
【請求項３９】　前記制御手段は、前記フレーム画像の

重要度が高い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像の重要度が低い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項３８記載の画像符号化装置。

【請求項４０】　前記符号化手段は、前記フレーム画像に対して、画面内符号化及び画面間符号化を含む符号化を行い、

前記制御手段は、前記フレーム画像が前記符号化手段によって画面内符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって画面間符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項３９記載の画像符号化装置。

【請求項４１】　前記符号化手段は、前記フレーム画像に対して、前方向予測符号化及び双方向予測符号化を含む符号化を行い、

前記制御手段は、前記フレーム画像が前記符号化手段によって前方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって双方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項３９記載の画像符号化装置。

【請求項４２】　前記符号化手段は、前記フレーム画像に対して、ベース・レイヤ符号化及びエンハンスメント・レイヤ符号化を含む符号化を行い、

前記制御手段は、前記フレーム画像が前記符号化手段によってベース・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によってエンハンスメント・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項３９記載の画像符号化装置。

【請求項４３】　前記制御手段は、当該画像符号化装置の処理能力についての余裕を監視し、余裕がある場合には、より重要度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施し、余裕がない場合には、より重要度の高いフレーム画像までフィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項３９記載の画像符号化装置。

【請求項４４】　前記フレーム画像には、前記重要度に対応する優先順位が対応付けられ、

前記制御手段は、当該画像符号化装置が備えるＣＰＵの稼働率を監視することによって前記余裕を監視し、前記稼働率が高い場合には、優先度の高いフレーム画像だけフィルタ処理を施し、前記稼働率が低い場合には、優先度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施すように制御することを特徴とする請求項４３記載の画像符号化装置。

【請求項４５】　前記フレーム画像は、複数のタイプのいずれかに属し、

前記制御手段は、

フレーム画像のタイプと前記優先度とを対応付けた第１情報テーブルと、

前記フィルタ処理を施す場合の前記優先度と前記稼働率との組み合わせを示す第２情報テーブルとを有し、

対象となるフレーム画像のタイプに基づいて、前記第１情報テーブルを参照することによって、当該フレーム画像の優先度を決定し、

決定した優先度と前記稼働率との組み合わせに基づいて、前記第２情報テーブルを参照することによって、当該フレーム画像に前記フィルタ処理を施すか否かを決定することを特徴とする請求項４４記載の画像符号化装置。

【請求項４６】　前記制御手段は、

複数の前記第１情報テーブルと、複数の前記第２情報テーブルを有し、

複数の前記第１情報テーブルの中から選択した１つの第１情報テーブルを参照することによって、前記フレーム画像の優先度を決定し、

複数の前記第２情報テーブルの中から選択した１つの第２情報テーブルを参照することによって、前記フレーム画像に前記フィルタ処理を施すか否かを決定することを特徴とする請求項４５記載の画像符号化装置。

【請求項４７】　繰り返し入力されるフレーム画像を復号化する画像復号化装置であって、

フレーム画像に所定の変換処理を施すことによって復号化を行う復号化手段と、

フレーム画像にフィルタ処理を施すフィルタ手段と、

フレーム画像を記憶するための記憶手段と、

前記復号化手段による復号化で得られたフレーム画像に対して、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施した後に当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するか、又は、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施さずに当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するように制御する制御手段とを備え、

前記復号化手段は、前記記憶手段に格納された過去のフレーム画像を参照しながら前記フレーム画像を復号化することを特徴とする画像復号化装置。

【請求項４８】　前記制御手段は、前記フレーム画像の重要度が高い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像の重要度が低い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施

さないように制御することを特徴とする請求項４７記載の画像復号化装置。
【請求項４９】　前記復号化手段は、前記フレーム画像に対して、面内復号化及び面間復号化を含む復号化を行い、
前記制御手段は、前記フレーム画像が前記復号化手段によって面内復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記復号化手段によって面間復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項４８記載の画像復号化装置。
【請求項５０】　前記復号化手段は、前記フレーム画像に対して、前方向予測復号化及び双方向予測復号化を含む復号化を行い、
前記制御手段は、前記フレーム画像が前記復号化手段によって前方向予測復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記復号化手段によって後方予測復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項４８記載の画像復号化装置。
【請求項５１】　前記復号化手段は、前記フレーム画像に対して、基本レイヤ復号化及び補強レイヤ復号化を含む復号化を行い、
前記制御手段は、前記フレーム画像が前記復号化手段によって基本レイヤ復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記復号化手段によって補強レイヤ復号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項４８記載の画像復号化装置。
【請求項５２】　前記制御手段は、当該画像復号化装置の処理能力についての余裕を監視し、余裕がある場合には、より重要度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施し、余裕がない場合には、より重要度の高いフレーム画像までフィルタ処理を施さないように制御することを特徴とする請求項４８記載の画像復号化装置。
【請求項５３】　前記フレーム画像には、前記重要度に対応する優先順位が対応付けられ、
前記制御手段は、当該画像復号化装置が備えるＣＰＵの稼働率を監視することによって前記余裕を監視し、前記稼働率が高い場合には、優先度の高いフレーム画像だけフィルタ処理を施し、前記稼働率が低い場合には、優先度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施すように制御することを特徴とする請求項５２記載の画像復号化装置。
【請求項５４】　前記フレーム画像は、複数のタイプのいずれかに属し、
前記制御手段は、
フレーム画像のタイプと前記優先度とを対応付けた第１情報テーブルと、
前記フィルタ処理を施す場合の前記優先度と前記稼働率との組み合わせを示す第２情報テーブルとを有し、
対象となるフレーム画像のタイプに基づいて、前記第１情報テーブルを参照することによって、当該フレーム画像の優先度を決定し、
決定した優先度と前記稼働率との組み合わせに基づいて、前記第２情報テーブルを参照することによって、当該フレーム画像に前記フィルタ処理を施すか否かを決定することを特徴とする請求項５３記載の画像復号化装置。
【請求項５５】　前記制御手段は、
複数の前記第１情報テーブルと、複数の前記第２情報テーブルを有し、
複数の前記第１情報テーブルの中から選択した１つの第１情報テーブルを参照することによって、前記フレーム画像の優先度を決定し、
複数の前記第２情報テーブルの中から選択した１つの第２情報テーブルを参照することによって、前記フレーム画像に前記フィルタ処理を施すか否かを決定することを特徴とする請求項５４記載の画像復号化装置。
【請求項５６】　符号化済み画像にフィルタ処理を施した画像を参照して符号化する画像符号化方法であって、
被符号化フレームの重要度が高い場合には当該フレームの符号化済み画像にフィルタ処理を施し、
被符号化フレームの重要度が低い場合には当該フレームの符号化済み画像にフィルタ処理を施さないことを特徴とする画像符号化方法。
【請求項５７】　復号化済み画像にフィルタ処理を施した画像を参照して符号化画像を復号化する画像復号化方法であって、
被復号化フレームの重要度が高い場合には当該フレームの復号化済み画像にフィルタ処理を施し、
被復号化フレームの重要度が低い場合には当該フレームの復号化済み画像にフィルタ処理を施さないことを特徴とする画像復号化方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、画像符号化方法、画像復号化方法、画像符号化装置、画像復号化装置、それをソフトウェアで実施するためのプログラムおよび当該プログラムが記録された記録媒体に関する。
【０００２】

【従来の技術】近年、マルチメディアアプリケーションの発展に伴い、画像・音声・テキストなど、あらゆるメディアの情報を統一的に扱うことが一般的になってきた。このとき、全てのメディアをディジタル化することにより統一的にメディアを扱うことが可能になる。しかしながら、ディジタル化された画像は膨大なデータ量を持つため、蓄積・伝送のためには、画像の情報圧縮技術が不可欠である。一方で、圧縮した画像データを相互運用するためには、圧縮技術の標準化も重要である。画像圧縮技術の標準規格としては、ＩＴＵ－Ｔ勧告（国際電気通信連合　電気通信標準化部門）のH.２６１、H.２６３、ＩＳＯ（国際標準化機構）のＭＰＥＧ（Moving Picture Experts Group）-1、ＭＰＥＧ-2、ＭＰＥＧ-4などがある。

【０００３】図２３は、従来の画像符号化装置１００の構成を示すブロック図である。なお、本発明では、1枚の画像を構成する単位をピクチャと呼ぶ。インタレース画像信号ではピクチャはフィールドもしくはフレームを意味し、プログレッシブ画像信号ではピクチャはフレームのことを意味する。

【０００４】画像符号化装置１００は、差分器１０１、画像符号化部１０２、可変長符号化部１０３、画像復号化部１０４、加算器１０５、画素間フィルタ１０６、画像メモリ１０７、ピクチャ間予測部１０８およびピクチャ間予測推定部１０９を備える。差分器１０１は、正入力端子に入力される入力画像から、負入力端子に入力される予測画像を減算して、その差分画像を出力する。画像符号化部１０２は、入力される差分画像を符号化する。例えば、入力されるデータをＤＣＴ変換などを用いて周波数変換し、変換結果の周波数データを量子化することによって符号化する。可変長符号化部１０３は、符号化された差分画像とピクチャ間予測推定部１０９からの予測パラメータとを可変長符号化し、その結果得られた符号化データに、その符号化データに関連する情報を記述したヘッダなどの関連データを付加した上、出力符号化ビットストリームのフォーマットに整えて画像符号化装置１００の外部に出力する。画像復号化部１０４は、画像符号化部１０２によって符号化された差分画像に対し、画像符号化部１０２による符号化の逆処理を施すことによって符号化された差分画像を復号化し、復号化する。例えば、符号化された差分画像に対し、逆量子化処理を施した後、例えば逆ＤＣＴ変換などの逆周波数変換を施し、入力画像と予測画像との差分を復号化する。加算器１０５は、復号化された差分画像と予測画像とを加算し、入力画像を復号化する。画素間フィルタ１０６は、例えば、復号化された入力画像の高周波成分の符号化ノイズを抑圧するなどのフィルタリングを行う(例えば、特許文献１参照)。画像メモリ１０７は、加算器１０５において復号化された画像の少なくとも１ピクチャ分の画像データを参照画像として保持する。ピクチャ間予測部１０８は、ピクチャ間予測推定部１０９による予測結果に基づいて、画像メモリ１０７内の参照画像から予測画像を読み出す。ピクチャ間予測推定部１０９は、参照画像に対する入力画像の動きの変化量である予測パラメータPredParamを導出する。

【０００５】より具体的には、画像符号化装置１００には、外部から画像データImgが入力される。画像データImgは差分器１０１の正入力端子に入力される。差分器１０１は、この画像データImgと、負入力端子に入力された予測画像データPredとの画素値の差分を求め、差分画像データResとして出力する。この予測画像データPredは以下のようにして得られる。まず、既に符号化されたピクチャの画像であって、一旦符号化された後復号化され、１ピクチャ分の画像に復号化された参照画像データRefが画像メモリ１０７に格納される。次に、この参照画像データRefから、予測パラメータPredParamに基づいて、入力された画像データImgのブロックごとに、対応してブロックの画像を表すデータが切り出される。このブロックの画像をあらわすデータが予測画像データPredである。画像符号化装置１００は、符号化済みのピクチャの何枚かを予測用の参照画像データRefとして画像メモリ１０７に格納しており、ピクチャ間予測部１０８は画像メモリ１０７に格納された参照画像データRefから予測画像データPredを生成する。ピクチャ間予測推定部１０９は、入力画像データImgと参照画像データRefから予測に使用する予測パラメータデータPredParam（例えば、MPEGの画像符号化方式で使用される動きベクトル情報など）を求める。なお、画面内符号化の場合には予測画像の画素値は”０”とする。

【０００６】画像符号化部１０２は、差分画像データResを符号化し、差分画像符号化データCodedResとして出力する。画像復号化部１０４は、符号化された差分画像符号化データCodedResから元の画像を復号化して、ピクチャ間予測の参照画像として使用するために、差分画像符号化データCodedResを復号化し、復号化差分画像データReconResとして出力する。この復号化差分画像データReconResが示す画素値と、予測画像データPredが示す画素値とが加算器１０５において加算され、復号化画像データReconとして出力される。画素間フィルタ１０６は、復号化画像データReconをフィルタ演算処理し、フィルタ済復号化画像データFilteredImgとして画像メモリ１０７に格納する。

【０００７】画素間フィルタ１０６には、復号化画像データReconの符号化ノイズを低減し、その画像を参照画像として使用した場合に予測効率を向上させる効果がある。画素間フィルタ１０６の例としては、ＩＴＵ－Ｔ勧告のH．２６１のループ・フィルタがある。画素間フィルタ１０６により画素間フィルタ演算が行われたフィルタ済復号化画像データFilteredImgは、画像メモリ１０７に格納され、以降のピクチャを符号化する際に参照画

像として使用される。可変長符号化部１０３は、差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとを可変長符号化して、１つの符号化データBitstreamにまとめて画像符号化装置１００の外部へ出力する。

【０００８】図２４は、従来の画像復号化装置２００の構成を示すブロック図である。画像復号化装置２００は、可変長復号化部２０１、画像復号化部２０２、加算器２０３、画素間フィルタ２０４、画像メモリ２０５およびピクチャ間予測部２０６を備える。画像復号化装置２００には、外部から符号化データBitstreamが入力される。可変長復号化部２０１は、入力された符号化データBitstreamを可変長復号化し、差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamに分離する。画像復号化部２０２は、差分画像符号化データCodedResを復号化し、復号化差分画像データReconResとして出力する。なお、復号化差分画像データReconResとして出力されるピクチャに参照された、すなわち、画像符号化装置１００において参照画像データRefに相当するピクチャは、既に復号化され画像メモリ１０７に格納されている。そこで、ピクチャ間予測部２０６は、予測パラメータデータPredParamに基づいて参照画像データRefから、予測画像データPredを生成する。加算器２０３は予測画像データPredと復号化差分画像データReconResとを加算し、復号化画像データReconとして出力する。画素間フィルタ２０４は、復号化画像データReconに画素間フィルタ演算を施し、フィルタ済復号化画像データFilteredImgとして画像復号化装置２００の外部に出力する。画像復号化装置２００の外部とは、例えば、テレビなどの表示装置である。また、フィルタ済復号化画像データFilteredImgは、画像メモリ２０５に格納され、以降のピクチャの参照画像データRefとして参照される。

【特許文献】特開平８－６５６６７号広報

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば、携帯電話機などを用いて動画像を伝送する場合などを考慮すると、携帯機器では１回の充電で長時間使用できるように機器全体での消費電力を抑えることが望まれるため、画像処理のために大きな電力が必要な高性能な処理能力を備えることは好ましくない。従って、画像処理のために処理能力が低い演算器しか使用できない携帯機器を対象とすると、要求される処理量が小さい画素間フィルタしか使用できない場合がある。一方、高画質な動画像の伝送および高い符号化効率に対する要求が強いアプリケーションでは、演算器に要求される処理量が大きいが、性能が高い画素間フィルタを使用したい場合もある。符号化方式がこれらの要求に柔軟に対応できれば、当該符号化方式、当該復号化方式に従う画像符号化装置および画像復号化装置などの運用範囲が広がり有益である。

【００１０】本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、多様な状況に応じて画素間フィルタを選択的に使用し符号化データを生成する画像符号化装置、およびその符号化データを復号化する画像復号化装置を提供することを目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像符号化装置は、入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化装置であって、前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分画像データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化手段と、前記復号化手段で得られた復号化画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタと、前記画素間フィルタのうちから、１つを選択する選択手段と、選択された前記画素間フィルタで得られたフィルタ済み復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする。

【００１２】また、本発明に係る画像復号化装置は、動画像中のピクチャを表す画像データと動画中の他のピクチャを表す予測画像データとの差分を符号化して得られた符号化画像データから、元の動画像を表す複数の画像データを復号化する画像復号化装置であって、前記符号化画像データの復号化結果と、当該符号化画像データに対応する、すでに復号化された予測画像データとを加算して、元のピクチャを表す画像データを復号化する復号手段と、復号化された前記画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタのうちから１つを選択する選択手段と、選択された前記画素間フィルタによる前記演算が施された画像データから、別の符号化画像データに対応する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする。

【００１３】さらに、本発明に係る画像符号化装置（及び画像復号化装置）は、繰り返し入力されるフレーム画像を符号化する画像符号化装置等であって、フレーム画像に所定の変換処理を施すことによって符号化を行う符号化手段と、前記符号化手段によって符号化されたフレーム画像に前記変換処理の逆の変換処理を施す逆変換手段と、フレーム画像にフィルタ処理を施すフィルタ手段と、フレーム画像を記憶するための記憶手段と、前記逆変換手段による逆変換処理で得られたフレーム画像に対して、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施した後に当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するか、又は、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施さずに当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するように制御する制御手段とを備え、前記符号化手段は、前記記憶手段に格納された過去のフレーム画像を参照しながら前記フレーム画像を符号化することを特徴とする。

【００１４】ここで、前記制御手段は、前記フレーム画

像の重要度が高い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像の重要度が低い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御してもよい。例えば、前記制御手段は、前記フレーム画像が前記符号化手段によって面内符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって面間符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御したり、前記フレーム画像が前記符号化手段によって前方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって双方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御したり、前記フレーム画像が前記符号化手段によってベース・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によってエンハンスメント・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御してもよい。

【００１５】また、前記制御手段は、当該画像符号化装置（画像復号化装置）の処理能力についての余裕を監視し、余裕がある場合には、より重要度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施し、余裕がない場合には、より重要度の高いフレーム画像までフィルタ処理を施さないように制御してもよい。例えば、前記フレーム画像には、前記重要度に対応する優先順位が対応付けられ、前記制御手段は、当該画像符号化装置が備えるＣＰＵの稼働率を監視することによって前記余裕を監視し、前記稼働率が高い場合には、優先度の高いフレーム画像だけフィルタ処理を施し、前記稼働率が低い場合には、優先度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施すように制御してもよい。

【００１６】

【発明の実施の形態】（実施の形態１）以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図１は、本発明の実施の形態１に係る画像符号化装置３００の構成を示すブロック図である。同図において、図２３に示した従来の画像符号化装置１００と同様の構成要素およびデータについてはすでに説明しているので、同一の符号を付し、説明を省略する。以降の図においても同様に、すでに説明した既出の構成要素およびデータについては、同一の符号を付し、説明を省略する。画像符号化装置３００は、差分器１０１、画像符号化部１０２、可変長符号化部３０５、画像復号化部１０４、加算器１０５、画像メモリ１０７、ピクチャ間予測部１０８、ピクチャ間予測推定部１０９、スイッチ３０１、スイッチ３０２、画素間フィルタＡ３０３および画素間フィルタＢ３０４を備える。スイッチ３０１とスイッチ３０２とは、それぞれ、フィルタ種別データFilterType1の値に応じて、端子１と端子２とのいずれかを選択的に接続するスイッチである。スイッチ３０１は、加算器１０５の出力端子と、画素間フィルタＡ３０３および画素間フィルタＢ３０４の入力端子との間に設けられる。また、スイッチ３０２は、画像メモリ１０７の入力端子と、画素間フィルタＡ３０３および画素間フィルタＢ３０４の出力端子との間に設けられている。画素間フィルタＡ３０３と画素間フィルタＢ３０４とは、例えば、ブロック間の境界付近における高周波ノイズを平滑化し、ブロックひずみを除去するデブロック・フィルタで、それぞれ平滑化の度合いが異なる。また、平滑化の度合いに対応して、平滑化のための演算処理量が異なる。なお、スイッチ３０１やスイッチ３０２等、図示する構成はハードウェアとして実装しても、ソフトウェアとして実装してもどちらでもよい。また、他の図面でも同様である。

【００１７】可変長符号化部３０５は、入力されるフィルタ種別データFilterType1と差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとを、それぞれ可変長符号化、例えば、ハフマン符号化して、１つの符号化データBitstream1にまとめて画像符号化装置３００の外部へ出力する。

【００１８】以上のように構成される画像符号化装置３００の動作を、従来の画像符号化装置１００と比較して新たに構成された部分についてより具体的に説明する。まず、画像符号化装置３００には、外部からフィルタ種別データFilterType1が入力される。ここで、外部からの入力とは、例えば、画像符号化装置の外部からのユーザによるキーボード等のユーザインターフェースを用いた入力であったり、あるいは、装置で固定のデータであって、装置でビットレート（圧縮率）や画像サイズに応じて決定される値である。このフィルタ種別データFilterType1は、スイッチ３０１とスイッチ３０２とに入力される。当該スイッチ３０１とスイッチ３０２とは、このフィルタ種別データFilterType1の値に応じて端子”１”と端子”２”とのいずれかに接続を切り替える。例えば、フィルタ種別データFilterType1の値が”１”の場合には、スイッチ３０１とスイッチ３０２とはいずれも端子”１”を接続する。このとき加算器１０５から出力される復号化画像データReconに対しては、画素間フィルタＡ３０３によるフィルタリングが適用される。フィルタ種別データFilterType1の値が”２”の場合には、スイッチ３０１とスイッチ３０２とは端子”２”側に切り替わり、加算器１０５から出力される復号化画像データReco

nに対して、画素間フィルタＢ３０４によるフィルタリングが適用される。このように画素間フィルタＡ３０３または画素間フィルタＢ３０４のフィルタリングが施されたフィルタ済復号化画像データFilteredImg1は画像メモリ１０７に格納され、以降のピクチャの予測符号化における参照画像として使用される。また、画素間フィルタを特定するフィルタ種別データFilterType1は、同一ピクチャの差分画像符号化データCodedResおよび予測パラメータデータPredParamとともに可変長符号化部３０５に入力され、それぞれ可変長符号化される。フィルタ種別データFilterType1の可変長符号化結果は、当該差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとの可変長符号化結果に対応付けて、符号化データBitstream1に格納され、記録媒体に記録されたり、画像復号化装置に伝送されたりする。すなわち、各ピクチャの復号化画像データReconに対して適用された画素間フィルタの種別が、符号化データBitstream1に格納されたフィルタ種別データFilterType1によって画像復号化装置に通知される。これにより、符号化データBitstream1を復号化する画像復号化装置では、画像符号化装置３００において各ピクチャの復号化画像データReconに適用された画素間フィルタを特定することができるので、各ピクチャの復号化画像に対してそれと同一のフィルタを使用することができる。なお、上記説明においてフィルタ種別データFilterType1の値を”１”、”２”としたが、これは説明の便宜上定義した値であって、複数のフィルタを区別できる値であればどのような値でもよい。

【００１９】以上のように画像符号化装置３００では、画素間フィルタとして異なる予測性能・処理量の画素間フィルタを複数個備え、それらを外部から入力されるフィルタ種別データFilterType1に応じて切り替えて使用することができる。このように異なる予測性能・処理量の画素間フィルタを切り替えて使用することには次の利点がある。まず、説明のため、画素間フィルタＡ３０３は画素間フィルタＢ３０４に比べて処理量は少なく、一方、画素間フィルタＢ３０４は画素間フィルタＡ３０３に比べてノイズ抑圧効果が高く予測符号化効率が向上するとする。本発明の画像符号化装置３００が出力する符号化データを復号化する画像復号化装置として、画素間フィルタＡ３０３のみを備えた画像復号化装置Ａと、画素間フィルタＡ３０３および画素間フィルタＢ３０４の双方を備えた画像復号化装置Ｂとの２種類の画像復号化装置を考える。前者の画像復号化装置Ａは要求される処理量が小さく、処理能力が低い機器に適している。後者の画像復号化装置Ｂは処理量が大きい機器に適している。後者の画像復号化装置Ｂは、画素間フィルタＡ３０３と画素間フィルタＢ３０４とのいずれの画素間フィルタを使用した符号化データも復号化可能であり、前者の画像復号化装置Ａに対して上位互換性を持つ。このような場合に、画像符号化装置３００は、上記２種類のいずれの画像復号化装置にも対応する画像符号化装置として機能することができる。つまり、上記の説明のように画像符号化装置３００において、対象とする画像復号化装置の処理能力に応じて適切な予測性能・処理量の画素間フィルタを選択できるようにしておくことにより、幅広い種類の機器に対して、画像符号化装置３００において適用されたものと同じ画素間フィルタを使用した符号化方式を適用する（符号化データBitstream1を復号化させる）ことができる。

【００２０】また、画像復号化装置の処理能力に応じた符号化データの生成という用途以外にも、画像符号化装置３００の処理能力に応じて画素間フィルタを切り替えることができる。例えば、符号化する画像サイズやピクチャレートが大きい場合には、符号化処理全体に要する処理量が大きくなる。従って、符号化する画像サイズやピクチャレートが一定値以下の場合には要求される処理能力が高い画素間フィルタＢ３０４を使用し、符号化する画像サイズやピクチャレートが一定値以上の場合には、要求される処理能力が低い画素間フィルタＡ３０３を使用して、符号化処理全体に要する処理量が高くならないようにすることができる。また、複数の処理を1台の装置で時分割して実行するタイムシェアリングシステム上で画像符号化を実現する場合には、他の処理の影響で画像符号化に費やせる処理量が動的に変化する可能性がある。そこで、画像符号化に費やせる処理量が一定以上の場合には処理量が高い画素間フィルタＢ３０４を使用し、画像符号化に費やせる処理量が一定以下の場合には処理量が画素間フィルタＢ３０４より少ない画素間フィルタＡ３０３を使用することができる。

【００２１】画素間フィルタの切り替えのタイミングは、特定の性質の画像に適した画素間フィルタを複数備えて、各画像の性質に応じてピクチャ単位に画素間フィルタを切り替えるようにしてもよい。例えば、文字などエッジ情報が重要な場合にはエッジの保存性に優れた画素間フィルタを使用する。この切り替えは、エッジ検出や文字検出等の画像処理技術によって自動的に判断して行うことや、ユーザが明示的に自然画像に適した画素間フィルタ、文字に適した画素間フィルタ、エッジに適した画素間フィルタから選択してもよい。このように複数の画素間フィルタの切り替えが可能になれば、画像の性質に適切なフィルタを選択できるため、予測効率をより向上することができる。すなわち、処理量に応じて切り替えるのではなく、画質を向上するようにフィルタを切り替えることも有効である。従って、本実施の形態では処理量に応じて切り替える説明を行ったが、画質がよくなるようにフィルタを切り替えてもよい。

【００２２】また、画素間フィルタを切り替える単位は、ピクチャ単位とは限らず、画像内の部分によっても画像の性質が異なる可能性があるため、例えば、ＭＰＥ

Ｇのスライス、マクロブロックおよびブロックなどのピクチャより小さい画像領域を単位としてもよく、少なくとも１画素以上が集合した領域を単位として画素間フィルタを切り替えるようにしてもよい。

【００２３】図２は、入力画像のスライスごとに画素間フィルタを切り替える画像符号化装置４００の構成を示すブロック図である。画像符号化装置４００は、ＭＰＥＧのスライス単位で画素間フィルタを切り替えて復号化画像のフィルタリングを行う画像符号化装置であって、差分器１０１、画像符号化部１０２、画像復号化部１０４、加算器１０５、画像メモリ１０７、ピクチャ間予測部１０８、ピクチャ間予測推定部１０９、スイッチ４０３、スイッチ４０４、画素間フィルタＡ３０３、画素間フィルタＢ３０４、可変長符号化部３０５、フィルタ切り替え位置判定部４０１およびスイッチ４０２を備える。フィルタ切り替え位置判定部４０１は、外部から入力される画像データImgから入力画像のスライスを検出し、検出されたスライスが切り替わるごとに、例えば、１個のパルスを出力するようなフィルタ切り替え制御データSetFTypeをスイッチ４０２に出力する。スイッチ４０２は、フィルタ切り替え制御データSetFTypeが出力されていない間は端子間の接続が遮断されているスイッチであって、フィルタ切り替え制御データSetFTypeが出力されている瞬間、ごくわずかの時間だけ、外部から入力されるフィルタ種別データFilterType１をスイッチ４０３とスイッチ４０４とに導通する。スイッチ４０３とスイッチ４０４とは、いずれも入力画像データImgのスライスが切り替わるごとに瞬間的に入力されるフィルタ種別データFilterType１の値に応じて、端子”１”または端子”２”のいずれかを接続し、その状態を保持する。すなわち、スイッチ４０２の接続が遮断されている間には、画素間フィルタは切り替わらない。その結果、入力画像データImgのスライスの切り替わりごとに、フィルタ種別データFilterType1によって新たな画素間フィルタが選択され、スライスの途中で画素間フィルタが切り替えられることを防止することができる。

【００２４】以上説明したように、本発明の画像符号化装置により、本発明の画像符号化装置が出力する符号化データを再生する画像復号化装置の処理能力に応じた画素間フィルタを用いた符号化データを作成することが可能になる。また、画像符号化装置の処理能力に応じて画素間フィルタを選択することができる。

【００２５】なお、本実施の形態の画像符号化装置の備える画素間フィルタは２つであるが、３つ以上の画素間フィルタを備えてもよい。本実施の形態と同様に、３つ以上の画素間フィルタのいずれかを選択して使用し、使用した画素間フィルタの種別を示すフィルタ種別データを符号化データに含めればよい。また、処理量に応じて切り替えるのではなく、画質を向上するようにフィルタを切り替えてもよい。

【００２６】なお、画像符号化装置４００では、フィルタ切り替え制御データSetFTypeを、検出されるスライスの切り替わりごとに値”１”を示し、それ以外の間は値”０”を示すパルス波形としたが、本発明はこれに限定されず、例えば、スライスの切り替わりごとに反転する矩形波などであってもよいし、その他の波形であってもよい。また、スイッチ４０２をフィルタ切り替え制御データSetFTypeが同位相の間は端子間の接続が遮断されているスイッチとしたが、本発明はこれに限定されず、フィルタ切り替え位置でない場合には、フィルタ切り替え位置判定部４０１は、スイッチ４０２を遮断するための値を示すフィルタ切り替え制御データSetFTypeを出力するとしてもよい。また、画像符号化装置４００では、画像データImgのスライス単位で画素間フィルタを切り替えるとしたが、ピクチャ単位に画素間フィルタを切り替えるとしてもよく、また、ブロック、マクロブロックまたは一定複数画素ずつを単位に画素間フィルタを切り替えるとしてもよい。

【００２７】図３（ａ）は、本発明の画像符号化装置が出力する符号化データBitstreamのストリーム構成を示す図である。図３（ｂ）は、本発明の画像符号化装置が画素間フィルタをスライスを単位として切り替えた場合に出力される符号化データBitstreamのストリーム構成を示す図である。本発明の符号化データの特徴は、複数の画素間フィルタの１つを特定するフィルタ種別データFilterTypeを符号化データBitstreamに含むことである。このストリーム構成により、本発明の符号化データBitstreamを復号化する画像復号化装置では、符号化データBitstreamに含まれているフィルタ種別データFilterTypeを調べることにより、符号化の際に使用された画素間フィルタと同一の画素間フィルタを使用することができる。

【００２８】図３（ａ）に示した符号化データBitstreamでは、符号化データBitstream全体に付されるヘッダ９０１の中（例えば、斜線部）に、各ピクチャのフィルタリングに用いられた画素間フィルタを示すフィルタ種別データFilterTypeの値が記述されている。この符号化データBitstreamは、図１に示した画像符号化装置３００から出力される符号化データBitstream1に対応している。また、図３（ｂ）に示した符号化データBitstreamでは、スライスごとに設けられるスライスヘッダ９０２の中（例えば、斜線部）に、当該スライスのフィルタリングに用いられた画素間フィルタを示すフィルタ種別データFilterTypeの値が記述される。この符号化データBitstreamは、図２に示した画像符号化装置４００から出力される符号化データBitstream1に対応している。このように、フィルタ種別データFilterTypeを符号化データBitstreamの先頭部分であるヘッダ９０１や、データの記録・伝送の基本単位であり誤り訂正・修整の単位でもあるスライスの先頭となるスライスヘッダ９０２などに

格納することによって、画像復号化装置では、ヘッダ９０１もしくはスライスから符号化データBitstreamを入力することにより、当該スライスの復号化前にそのスライスのフィルタリング種別を特定することができる。

【００２９】なお、ここではスライス単位で画素間フィルタを切り替えると説明したが、スライス単位だけでなく、スライスより小さい画像領域単位（１画素以上が集合した領域であればよい、例えば、ＭＰＥＧのマクロブロック・ブロックなど）で画素間フィルタを切り替えてもよい。また、スライスより大きい画像領域の単位であるピクチャで切り替えてもよい。この場合、図３（ａ）に示したヘッダ９０１の中（例えば、斜線部）に記述する以外に、例えば、ピクチャ符号化データごとに設けられるピクチャヘッダの中に、各ピクチャに対応するフィルタ種別データFilterType1の値を記述してもよい。また、マクロブロックまたはブロックをフィルタリング方法の切り替え単位とする場合には、各マクロブロックまたは各ブロックのフィルタ種別データFilterType1の値をスライスごとにまとめて、スライスヘッダに記述しておけばよい。

【００３０】更に、パケット等で伝送する場合はヘッダ部とデータ部を分離して別に伝送してもよい。その場合は、図３のようにヘッダ部とデータ部が１つのビットストリームとなることはない。しかしながら、パケットの場合は、伝送する順序が多少前後することがあっても、対応するデータ部に対応するヘッダ部が別のパケットで伝送されるだけであり、１つのビットストリームとなっていなくても、概念は図３で説明したビットストリームの場合と同じである。

【００３１】以上説明したように、本発明の画像符号化装置に入力されるフィルタ種別データFilterType1の値を、画像復号化装置の処理能力に応じた画素間フィルタを選択するよう設定しておくことにより、本発明の画像符号化装置が出力する符号化データを再生する画像復号化装置の処理能力に応じた符号化データを作成することが可能になる。また、画像符号化装置の処理能力に応じて画素間フィルタを選択することができる。また、処理量に応じて切り替えるのではなく、画質を向上するようにフィルタを切り替えてもよい。

【００３２】図４は、本実施の形態１に係る画像符号化装置によって生成された符号化データBitstream1を復号化する画像復号化装置１０００の構成を示すブロック図である。画像復号化装置１０００は、入力される符号化データBitstream1のヘッダに記述されているフィルタ種別データFilterType1に従ってピクチャごとまたはスライスごとに画素間フィルタを切り替え、符号化データBitstream1の符号化データを復号化する画像復号化装置であって、可変長復号化部２０１、画像復号化部２０２、加算器２０３、画像メモリ２０５、ピクチャ間予測部２０６、スイッチ１００１、スイッチ１００２、画素間フィルタＡ１００３および画素間フィルタＢ１００４を備える。

【００３３】画像復号化装置１０００には、外部から符号化データBitstream1が入力される。この符号化データBitstream1は、例えば実施の形態１における画像符号化装置３００または画像符号化装置４００によって符号化されたものである。可変長復号化部２０１は、入力された符号化データBitstream1を可変長復号化し、差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとフィルタ種別データFilterType1とに分離し、差分画像符号化データCodedResを画像復号化部２０２に、予測パラメータデータPredParamをピクチャ間予測部２０６に、フィルタ種別データFilterType1をスイッチ１００１とスイッチ１００２とにそれぞれ出力する。スイッチ１００１およびスイッチ１００２は、フィルタ種別データFilterType1として値”１”が入力された場合には、端子”１”側に切り替わり、復号化画像データReconに画素間フィルタＡ１００３によるフィルタリングを適用する。フィルタ種別データFilterType1として値”２”が入力された場合には、スイッチ１００１およびスイッチ１００２は、端子”２”側に切り替わり、復号化画像データReconに画素間フィルタＢ１００４によるフィルタリングを適用する。いずれの画素間フィルタにより画素間フィルタ演算が施された場合にも、フィルタ済復号化画像データFilteredImg1は画像メモリ２０５に格納されるとともに、画像復号化装置１０００の外部、例えば、表示装置などに出力される。

【００３４】以上説明したように、本発明の画像復号化装置１０００によれば、ヘッダ部に画素間フィルタの種別を特定するフィルタ種別データFilterType１を含んだ符号化データBitstream1を復号化することが可能になる。

【００３５】なお、本実施の形態の画像復号化装置の備える画素間フィルタは２つであるが、３つ以上の画素間フィルタを備えてもよい。この場合、本実施の形態と同様に、符号化データBitstream内のフィルタ種別データに従い３つ以上の画素間フィルタのいずれかを選択し、使用すればよい。

【００３６】なお、実施の形態１で示したように、フィルタ種別がピクチャ単位、或いは、ピクチャより小さい画像領域の単位で切り替わる場合には、フィルタ種別が変更された時点で画素間フィルタを切り替える。

【００３７】図５は、指定された画素間フィルタが内部に備えられていない場合には、備えられている画素間フィルタを代用する画像復号化装置１１００の構成を示すブロック図である。画像復号化装置１１００は、符号化データ中に含まれるフィルタ種別データで選択された画素間フィルタが画像復号化装置１１００内に備えられていない場合には、画像符号化装置１１００に備えられているいずれかの画素間フィルタを代わりに用いることを

特徴とする。この画像復号化装置１１００は、可変長復号化部２０１、画像復号化部２０２、加算器２０３、画像メモリ２０５、ピクチャ間予測部２０６、スイッチ１００１、スイッチ１００２、画素間フィルタＡ１００３、画素間フィルタＢ１００４およびフィルタ種別データ変換部１１０１を備える。

【００３８】例えば、画像復号化装置１１００には、フィルタ種別データFilterType1の値”１”と値”２”とが示す２種類の画素間フィルタＡ１００３と、画素間フィルタＢ１００４としか備えられていないとする。画像復号化装置１１００には、外部から符号化データBitstream3が入力される。可変長復号化部２０１は、入力される符号化データBitstream3を可変長復号化し、差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとフィルタ種別データFilterType3とに分離し、差分画像符号化データCodedResを画像復号化部２０２に、予測パラメータデータPredParamをピクチャ間予測部２０６に、フィルタ種別データFilterType3をフィルタ種別データ変換部１１０１にそれぞれ出力する。フィルタ種別データ変換部１１０１は、フィルタ種別データFilterType3の値が画像復号化装置１１００に備えられていない画素間フィルタを示す値”３”をとる場合には、フィルタ種別データFilterType3の値”３”を、例えば画像復号化装置１１００に備えられている画素間フィルタのうち、指定された画素間フィルタと平滑度が最も近似する画素間フィルタを示す”２”の値に変換して、フィルタ種別データFilterType4として出力する。

【００３９】この変換処理を行うことにより、画像復号化装置１１００において、符号化時とは異なる画素間フィルタを用いるため多少の画質劣化は生じるが本来の復号化画像に近い復号化処理が可能であるため、簡易的な画像復号機能としては十分有効性がある。フィルタ種別データFilterType4として値”１”が入力された場合には、スイッチ１００１とスイッチ１００２とは、いずれも端子”１”側に切り替わり、復号化画像データReconに対して画素間フィルタＡ１００３によるフィルタリングを適用する。フィルタ種別データFilterType4として値”２”が入力された場合には、スイッチ１００１とスイッチ１００２とは、いずれも端子”２”側に切り替わり、復号化画像データReconに対して画素間フィルタＢ１００４によるフィルタリングを適用する。画素間フィルタによる処理結果であるフィルタ済復号化画像データFilteredImg3は、画像復号化装置１１００外の表示装置などに出力される。

【００４０】以上説明したように、画像復号化装置１１００によれば、画像復号化装置１１００に備えられていない画素間フィルタを指定したフィルタ種別データFilterType3が、入力符号化データBitstream3に含まれている場合でも、内部に備えられている画素間フィルタを代用して復号化を行うことができる。したがって、大幅な画質の劣化を招くことなく、符号化データBitstreamを復号化することができる。

【００４１】なお、画像復号化装置１１００が備えている画素間フィルタ（画素間フィルタ演算なしも含む）が１つの場合には強制的にその画素間フィルタを使用することで復号化を行うことができる。

【００４２】なお、本実施の形態の画像復号化装置では、２個の画素間フィルタ（画素間フィルタ演算なしも１つのフィルタとして数える）を備えているが３個以上の画素間フィルタがあっても同様の処理が可能である。すなわち、画素間フィルタの１つとして、画素間フィルタ演算を行わず復号化画像データReconをそのまま画像メモリ２０５に格納する処理を含めてもよい。

【００４３】なお、実施の形態１で示したように、フィルタ種別がピクチャ単位、或いは、ピクチャより小さい画像領域の単位で切り替わる場合には、フィルタ種別が変更された時点で画素間フィルタを切り替える。

【００４４】画素間フィルタ３０３、３０４、１００３、１００４の動作について図７および図８を用いてより詳細に説明する。図７は、画素間フィルタの一例であるデブロック・フィルタの演算内容を示す図である。図７（ａ）は、フィルタリング前におけるブロック境界付近の画素値を示す図である。図７（ｂ）は、フィルタリング後におけるブロック境界付近の画素値を示す図である。図８は、画素間フィルタのフィルタリング処理の流れを示すフローチャートである。図７（ａ）は、同一水平走査線上の画素６０１～画素６０８におけるそれぞれの画素値を示している。画素６０１～画素６０４はいずれもブロック６１０内の画素であるが、画素６０５～画素６０８はブロック６１０に隣接するブロック６１１内の画素である。画素６０１～画素６０４の画素値は、それぞれｐ３、ｐ２、ｐ１およびｐ０であり、画素６０５～画素６０８の画素値は、それぞれｑ０、ｑ１、ｑ２およびｑ３である。画像符号化装置において、ピクチャ間予測、画像符号化、可変長符号化および画像復号化などの処理は一般に、ブロック（またはマクロブロック）などを単位として行われる。このため、隣接ブロック（またはマクロブロック）間の境界、例えばブロック６１０とブロック６１１との境界をまたぐ画素間、例えば画素６０４と画素６０５とで高周波数に符号化ノイズが生じやすい。例えば、図７（ａ）に示す画素６０４の画素値ｐ０と画素６０５の画素値ｑ０とでは符号化ノイズの影響によって画素値の差が大きくなり易いという傾向がある。このため、画素間フィルタは、複数のパラメータを用いてフィルタを決定することができ、例えばフィルタを決定するパラメータα、βに対応したフィルタであり、この画素間フィルタによりブロック境界をまたぐ画素群の画素値をフィルタリングする。

【００４５】図８に示すように、画素間フィルタは、まず、ブロック境界をまたぐ画素６０４と画素６０５との

画素値の差（ｐ０－ｑ０）の絶対値を求め、求められた絶対値がパラメータαの値未満であるか否かを判定する（Ｓ７０１）。判定の結果、画素値の差（ｐ０－ｑ０）の絶対値がパラメータαの値以上であれば、画素間フィルタは、復号化画像データReconで表される画素値に対してデブロック・フィルタ処理を行わない（Ｓ７０４）。一方、ステップＳ７０１における判定の結果、ブロック境界をまたぐ隣接画素間の画素値の差（ｐ０－ｑ０）の絶対値がパラメータαの値未満であれば、画素間フィルタはさらに、画素６０４と画素６０３との画素値の差（ｐ１－ｐ０）の絶対値を求め、求められた絶対値が、パラメータβの値未満であるか否かを判定する（Ｓ７０２）。ここで、画素６０４と画素６０３とは、同一ブロック６１０内の隣接画素である。判定の結果、画素値の差（ｐ１－ｐ０）の絶対値がパラメータβの値以上であれば、画素間フィルタ５０３は、復号化画像データReconで表される画素値に対してデブロック・フィルタ処理を行わない（Ｓ７０４）。また、判定の結果、画素値の差（ｐ１－ｐ０）の絶対値がパラメータβの値未満であれば、さらに、画素６０５と画素６０６との画素値の差（ｑ１－ｑ０）の絶対値を求め、求められた絶対値が、パラメータβの値未満であるか否かを判定する（Ｓ７０３）。ここで、画素６０５と画素６０６とは、同一ブロック６１１内の隣接画素である。判定の結果、画素値の差（ｑ１－ｑ０）の絶対値がパラメータβの値以上であれば、画素間フィルタは復号化画像データReconで表される画素値に対してデブロック・フィルタ処理を行わない（Ｓ７０４）。一方、画素値の差（ｑ１－ｑ０）の絶対値がパラメータβの値未満であれば、画素間フィルタ５０３は、復号化画像データReconに対してフィルタリングを行って符号化ノイズを除去し、処理を終了する。画素間フィルタは、以上の処理をブロック境界をまたぐ水平走査線方向および垂直走査線方向の各画素列について繰り返す。このように、３組の隣接画素の画素値の差のいずれかが一定値未満の場合にデブロック・フィルタ処理を施すことでブロック歪みを除去する。

【００４６】なお、上記ステップＳ７０４におけるデブロック・フィルタ処理では、境界近傍の画素に平滑化フィルタ（高域周波数成分抑圧フィルタ）を行う。例えば、平滑化による画素６０４の新たな画素値Ｐ０は、画素６０４の画素値ｐ０、画素６０５の画素値ｑ０、画素６０３の画素値ｐ１および画素６０６の画素値ｑ１に高域周波数成分を抑圧する低域通過フィルタ（Low Pass Filter）を用いて生成することができる。

【００４７】（実施の形態２）図６は、第２の実施の形態に係る画像符号化装置５００の構成を示すブロック図である。画像符号化装置５００が画像符号化装置３００と異なるのは、画素間フィルタ処理として、復号化画像データReconをそのまま参照画像データRefとして画像メモリ１０７に格納することを選択できることである。画像符号化装置５００は、差分器１０１、画像符号化部１０２、画像復号化部１０４、加算器１０５、画像メモリ１０７、ピクチャ間予測部１０８、ピクチャ間予測推定部１０９、スイッチ５０１、スイッチ５０２、画素間フィルタ５０３、テーブル保持部５０４および可変長符号化部５０５を備える。

【００４８】スイッチ５０１とスイッチ５０２とは、フィルタ種別データFilterType2の値が”０”のとき、いずれも端子”０”側に切り替わり、加算器１０５から出力される復号化画像データReconをそのまま画像メモリ１０７に格納する。スイッチ５０１とスイッチ５０２とは、フィルタ種別データFilterType2の値が”１”のとき、いずれも端子”１”側に切り替わり、加算器１０５から出力された復号化画像データReconを画素間フィルタ５０３に導通する。画素間フィルタ５０３は、画素値のフィルタリングに用いられるフィルタで、例えば、ブロック境界における高周波成分の符号化ノイズを抑圧するデブロック・フィルタである。画素間フィルタ５０３により画素間フィルタ演算されたフィルタ済復号化画像データFilteredImg2は画像メモリ１０７に格納される。可変長符号化部５０５は、このフィルタ種別データFilterType2と差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとを可変長符号化して図３（ａ）に示したような１つの符号化データBitstream2にまとめ、画像符号化装置５００の外部へ出力する。

【００４９】なお、画像符号化装置５００の備える画素間フィルタは１つであるが、２つ以上の画素間フィルタを備えてもよい。２つ以上の画素間フィルタのいずれか、もしくは、画素間フィルタ演算なしを選択して使用し、使用した画素間フィルタの種別（画素間フィルタ演算なしを含む）を示すフィルタ種別データを符号化データに含めればよい。また、画像符号化装置５００では、テーブル保持部５０４を省略し、テーブル保持部５０４の機能を画素間フィルタ５０３の内部に備えるようにしてもよい。

【００５０】以上説明したように、本発明の画像符号化装置５００では、当該画像符号化装置５００から出力された符号化データBitstream2を再生する画像復号化装置の処理能力に応じた画素間フィルタを用いて符号化データを作成することが可能になる。また、画像符号化装置５００の処理能力に応じて画素間フィルタを選択することもできる。また、フィルタ種別をピクチャ単位またはピクチャより小さい画像領域の単位で切り替えるとしてもよい。

【００５１】図９は、画素間フィルタ処理を行うか行わないかを選択できる実施の形態２に係る画像復号化装置１２００の構成を示すブロック図である。画像復号化装置１２００が図４の画像復号化装置１０００と異なる点は、画素間フィルタ処理として画素間フィルタ演算を行わず、復号化画像データReconをそのまま参照画像デー

タRefとして画像メモリ２０５に格納することが選択できることである。画像復号化装置１２００は、可変長復号化部２０１、画像復号化部２０２、加算器２０３、画像メモリ２０５、ピクチャ間予測部２０６、スイッチ１２０１、スイッチ１２０２および画素間フィルタ１２０３を備える。

【００５２】画像復号化装置１２００には、例えば、図６の画像符号化装置５００によって符号化された図７（ａ）の符号化データのように、ヘッダ内に符号化の際に適用された画素間フィルタを示すフィルタ種別データFilterType2が含まれている符号化データBitstream2が入力される。フィルタ種別データFilterType2には、フィルタ種別として"画素間フィルタ演算なし"を示す値が含まれている。可変長復号化部２０１は、入力された符号化データBitstream2を可変長復号化し、差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとフィルタ種別データFilterType2とに分離する。分離された差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとフィルタ種別データFilterType2とは、それぞれ、画像復号化部２０２とピクチャ間予測部２０６とスイッチ１２０１およびスイッチ１２０２とに出力される。

【００５３】スイッチ１２０１およびスイッチ１２０２は、いずれも、フィルタ種別データFilterType2として値"０"が入力された場合には、端子"０"側に切り替わり、加算器２０３から出力された復号化画像データReconは、そのまま画像メモリ２０５に格納される。スイッチ１２０１とスイッチ１２０２とは、フィルタ種別データFilterType2として値"１"が入力された場合には、いずれも端子"１"側に切り替わり、復号化画像データReconに対して画素間フィルタ１２０３によるフィルタリングを適用する。

【００５４】また、フィルタ種別データから、参照画像となる復号化画像に画素間フィルタを使用しないと判断される場合には、その復号化画像を参照画像として画像メモリに格納するときには画素間フィルタによるフィルタリングを行わず、画像復号化装置の外部に出力するときのみ画素間フィルタを使用するとしてもよい。図１０は、さらに画像出力部に選択可能な画素間フィルタを備えた画像復号化装置１３００の構成を示すブロック図である。すでに説明したように、画像復号化装置１３００は、加算器２０３から出力される復号化画像に対して、画素間フィルタによるフィルタリングを行わないことをフィルタ種別データFilterType2が示している場合には、画像メモリに格納される復号化画像にはフィルタリングせず、外部に出力される復号化画像には出力側に設けた画素間フィルタによってフィルタリングを行う画像復号化装置であって、可変長復号化部２０１、画像復号化部２０２、加算器２０３、画像メモリ２０５、ピクチャ間予測部２０６、スイッチ１２０１、スイッチ１２０２、画素間フィルタ１２０３、スイッチ１３０１、スイッチ１３０２および画素間フィルタ１３０３を備える。

【００５５】スイッチ１２０１、スイッチ１２０２、スイッチ１３０１、スイッチ１３０２は、フィルタ種別データFilterType2の値が"１"の場合には全て端子"１"側に切り替わる。この場合には、スイッチ１２０１とスイッチ１２０２とは、加算器２０３の出力と、画素間フィルタ１２０３と、画像メモリ２０５とを導通し、スイッチ１３０２は、スイッチ１２０２の出力と画素間フィルタ１３０３との導通を遮断してスイッチ１３０１と短絡する。したがって、画素間フィルタ１２０３が復号化画像データReconに対してフィルタ演算を行い、フィルタ済復号化画像データFilterdImg3を出力する。フィルタ済復号化画像データFilteredImg3は、そのまま、すなわち、重ねて画素間フィルタ１３０３でフィルタリングされることなく、出力画像OutImgとして画像復号化装置外の表示装置などに出力される。フィルタ種別データFilterType2の値が"０"の場合には、スイッチ１２０１、スイッチ１２０２、スイッチ１３０１およびスイッチ１３０２は全て端子"０"側に切り替わる。この場合には、スイッチ１２０１は、加算器２０３の出力と、画素間フィルタ１２０３との導通を遮断し、スイッチ１２０２と短絡する。一方、スイッチ１３０２は、スイッチ１２０２の出力と画素間フィルタ１３０３とスイッチ１３０１の外部出力端子とを導通する。したがって、加算器２０３から出力された復号化画像データReconは、画素間フィルタ１２０３では画素間フィルタ演算されず、そのまま、画像メモリ２０５に参照画像として格納される。スイッチ１２０２の出力側から取り出された復号化画像データRecon、すなわち、実際にはフィルタリングされていないフィルタ済復号化画像データFilteredImg3は、画素間フィルタ１３０３によって画素間フィルタ演算が施され、出力画像OutImgとして画像復号化装置１３００外の表示装置などに出力される。

【００５６】なお、ここでは説明のために、画素間フィルタ１２０３と画素間フィルタ１３０３とは異なる構成要素として記載したが、実装上は同じ画素間フィルタを使用してもよい（２つの画素間フィルタは同時に動作することがないため、同じ画素間フィルタを用いても問題はない）。また、画素間フィルタ１２０３と画素間フィルタ１３０３とは従来の画素間フィルタ１０６であってもよいし、図６に示したテーブル保持部５０４を内蔵する画素間フィルタ５０３であってもよい。またさらに、複数のパラメータ表６２０を保持するテーブル保持部５０４を内蔵した画素間フィルタ５０３であってもよい。ただし、この場合には、画素間フィルタ５０３にもフィルタ種別データFilterType2'が入力される必要がある。

【００５７】以上説明したように、画像復号化装置１３００によれば、参照画像となる復号化画像に対してフィルタリングを施さない場合であっても、その復号化画像

に対して画素間フィルタによるフィルタリングを施すことができるので、画像復号化装置１３００から出力される出力画像OutImgを表示する表示装置では、より高画質の動画像を表示することができる。これは、参照画像となる復号化画像に対してフィルタリングを施さない場合には処理能力に余裕がある機器の場合に特に有効である。

【００５８】なお、実施の形態１で示したように、フィルタ種別データFilterType2で示される画素間フィルタの種別がピクチャ単位、或いは、ピクチャより小さい画像領域の単位で切り替わる場合には、フィルタ種別が変更された時点で画素間フィルタを切り替える。

【００５９】図１１は、各ピクチャのピクチャタイプに応じて画素間フィルタ１２０３を選択することができる画像復号化装置１４００の構成を示すブロック図である。画像復号化装置１４００は、復号化済みのピクチャが参照画像として使用されるか否かの情報、例えば、各ピクチャのピクチャタイプなどを含む符号化データを復号化する画像復号化装置であって、画像復号化部２０２、加算器２０３、画像メモリ２０５、ピクチャ間予測部２０６、画素間フィルタ１２０３、可変長復号化部１４０１、スイッチ１４０２、スイッチ１４０３およびピクチャ種別データ変換部１４０４を備える。

【００６０】可変長復号化部１４０１は、外部から入力される符号化データBitstream4を可変長復号化し、ピクチャ種別データPTypeと差分画像符号化データCodedResと予測パラメータデータPredParamとに分離する。分離されたピクチャ種別データPTypeはピクチャ種別データ変換部１４０４に、差分画像符号化データCodedResは画像復号化部２０２に、予測パラメータデータPredParamはピクチャ間予測部２０６に、それぞれ、出力される。ピクチャ種別データPTypeは、当該ピクチャが参照画像として使用されるか否かを示す情報である。例えば、国際標準規格であるＭＰＥＧ-1、2では、フレーム毎にピクチャタイプと呼ばれる情報が符号化データに含まれており、Ｂピクチャと呼ばれるフレームは参照画像として使用されることはない。従って、符号化データに含まれているこのピクチャタイプを本実施の形態のピクチャ種別データPTypeとして用いてもよい。参照画像として使用されないピクチャには、画素間フィルタによるフィルタリングを行わなくとも、他のピクチャの復号化にはあまり悪影響を与えない。

【００６１】ここで、画像復号化装置１４００は、当該ピクチャが参照画像として使用されない場合には画素間フィルタを行わない。例えば、画像復号化装置１４００の処理能力が低く、再生時刻に間に合った復号化を実行できない場合には、参照画像として使用されないピクチャに画素間フィルタによるフィルタリングを行わないことによって画像復号化装置１４００の処理量を軽減することができる。図１１のブロック図を用いて説明すると、まず、ピクチャ種別データ変換部１４０４は、入力されるピクチャタイプデータPTypeがＢピクチャ以外のピクチャを示していれば、すなわち、当該ピクチャが参照画像として使用されることを示していれば、スイッチ１４０２とスイッチ１４０３とは、いずれも端子”１”に切り替わる。これにより画像復号化装置１４００は、画素間フィルタ１２０３を使用して復号化画像データReconに画素間フィルタ演算を行い、演算結果を、フィルタ済復号化画像データFilteredImg5として画像メモリ２０５に格納するとともに、画像復号化装置１４００外の表示装置などに出力する。一方、ピクチャタイプデータPTypeが、当該ピクチャがＢピクチャであることを示していれば、すなわち、当該ピクチャが参照画像として使用されないことを示していれば、スイッチ１４０２とスイッチ１４０３とは端子”０”に切り替わり、画素間フィルタ１２０３は使用されず、加算器１０５から出力された復号化画像データReconは、そのまま外部に出力される。

【００６２】以上のように、画像復号化装置１４００によれば、あまり他のピクチャに参照されることがないＢピクチャに対して画素間フィルタ１２０３によるフィルタリングを省略するので、他のピクチャの復号化に大きな影響を与えることなく、符号化データBitstreamの復号化に要求される処理量を軽減することができる。また、このように画像復号化装置１４００は、符号化データのピクチャタイプに応じて画素間フィルタを選択するので、ピクチャヘッダなどのヘッダ情報の中に画素間フィルタの選択情報が入っていない、従来の画像符号化装置から出力される符号化データに対しても、参照されない画像に対してフィルタリング処理を省略して、フィルタリング処理の負荷を軽減することができる。

【００６３】なお、参照されないピクチャはフィルタリング処理をするしないに関わらず、例えば図１１で示せば画像メモリ２０５には保存する必要がない。よって、参照されるピクチャのみ、画像メモリ２０５にフィルタリング処理をしたデータを保存すればよい。

【００６４】なお、厳密にはBピクチャは参照されない画像を意味するのではなく、Bピクチャを参照するような画像符号化方法も考えられる。従って、ピクチャタイプによって単純に画素間フィルタを選択するのではなく、実際に参照されるピクチャであるかどうかを判断すれば、Bピクチャを参照する場合でもより適切な処理が可能である。ただし、Bピクチャを参照する場合でも、実装を簡単化するために、単純にピクチャタイプで切り替えてもよい。

【００６５】また、画素間フィルタを行うかどうかを切り替えるのでなく、図４または図５に示すように、画素間フィルタ１００３、画素間フィルタ１００４と２つのフィルタをピクチャタイプ、もしくは参照されるピクチャかどうかによって切り替えてもよい。

【００６６】更に、ピクチャタイプ、およびピクチャが参照されるかどうかによって画素間フィルタを切り替える画像復号化装置の例を説明したが、この切り替えを画像符号化装置でも同様に行うことができる。

【００６７】（実施の形態３）図１２は、本発明の実施の形態３に係る画像符号化装置１５００の機能構成を示すブロック図である。画像符号化装置１５００は、ＣＰＵ、メモリ、画像符号化のためのプログラムをインストールしたハードディスク（ＨＤ）等を備えるコンピュータ装置により実現され、その機能として、操作受付部１５０５、前処理部１５１０、減算部１５１２、直交変換部１５１３、量子化部１５１４、可変長符号化部１５１７、後処理部１５２０、逆量子化部１５２１、逆直交変換部１５２２、加算部１５２４、スイッチ部１５３０、画素間フィルタ１５４０、画像メモリ１５４１、動き検出部１５４２、動き補償部１５４３、優先順位決定部１５５０およびフィルタ処理制御部１５６０を備える。

【００６８】操作受付部１５０５は、操作者の入力操作を受け付ける。前処理部１５１０は、入力された画像信号を操作受付部１５０５の操作で指定され空間解像度にフォーマット変換するフォーマット変換部、およびピクチャタイプに合わせてピクチャを並べ替えるピクチャ並べ替え部等を備え、ピクチャタイプおよびフレームごとのフレーム画像等を順次出力する。

【００６９】なお、ピクチャタイプには、画面内符号化モード時に作成される、参照画像のないＩピクチャ（Ｉｎｔｒａ　Ｐｉｃｔｕｒｅ：面内符号化画像）と、画面間符号化モード時に作成され１つのピクチャのみを参照するＰピクチャ（Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ　Ｐｉｃｔｕｒｅ：予測符号化画像）及び後方画像も参照できるＢピクチャ（Ｂｉ　Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ　Ｐｉｃｔｕｒｅ：複数予測画像）とがあり、画面間符号化モード時における動き検出の際に、画像メモリ１５４１に格納された、動き検出部１５４２によって同時に参照可能な復号化画像の枚数が制限される。

【００７０】また、フレーム画像を符号化する場合、３つのピクチャタイプを使用して符号化する場合のモード（このモードを以下、「ＩＰＢ符号化モード」とも記す。）と、Ｉピクチャ及びＰピクチャの２つだけを使用して符号化する場合のモードとがある。このＩピクチャ及びＰピクチャの２つだけを使用して符号化する場合のモードには、参照の可能性があるＰピクチャ及び可能性のないＰピクチャについて符号化するモード（このモードを以下、「第1ＩＰ符号化モード」とも記す。）と、階層符号化における基本レイアのＰピクチャ、補強レイアで参照の可能性があるＰピクチャ及び可能性のないＰピクチャについて符号化するモード（このモードを以下、「第2ＩＰ符号化モード」とも記す。）とがある。階層符号化とは、ピクチャを基本レイアと補強レイアの２つに分類し、基本レイアは基本レイアのピクチャ群のみで単独で再生できるまとまりであり、補強レイアは符号化・復号化のためにベースラインのピクチャ群が必要となるピクチャ群である。基本レイアのみだとビット数が少なく、基本レイアと補強レイアを合わせるとビット数が多いがピクチャ数が多くなることから、ベースラインは全ての場合に記録・伝送し、補強レイアは高画質が必要な場合のみ記録・伝送することで、2通りの用途が容易に実現できるのが階層符号化の特徴である。

【００７１】第1ＩＰ符号化モードの場合には、フレーム画像に「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加されると共に、ピクチャタイプに「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加される。また、第2符号化モードの場合には、フレーム画像に「基本」、「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加されると共に、ピクチャタイプに「基本」、「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加される。

【００７２】減算部１５１２は、画面内符号化モード時には前処理部１５１０から出力されたフレーム画像をそのまま出力し、画面間符号化モード時にはフレーム画像と、動き補償部１５４３から出力された動き補償画像との差分値である動き補償誤差（残差画像）を計算する。

【００７３】直交変換部１５１３は、減算部１５１２から出力された画面内符号化モード時のフレーム画像及び画面間符号化モード時の動き補償誤差に対してそれぞれ離散コサイン変換等の直交変換を行うことにより、周波数領域に変換した周波数成分を出力する。量子化部１５１４は、直交変換部１５１３から出力された周波数成分を量子化することにより、量子化値を出力する。可変長符号化部１５１７は、量子化部１５１４から出力された量子化値に対してその発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号（ハフマン符号）を用いることで、さらなる情報圧縮を施した符号化信号を出力する。後処理部１５２０は、符号化信号等を一時的に記憶するバッファや、量子化部１５１４における量子化幅を制御するためのレート制御部等を備え、上記動きベクトル、ピクチャタイプ等や、可変長符号化部１５１７から出力された符号化信号をビットストリームの符号化信号に変換して出力する。

【００７４】逆量子化部１５２１は、量子化部１５１４によって生成された量子化値を逆量子化することにより周波数成分を復号化する。逆直交変換部１５２２は、逆量子化部１５２１によって復号化された周波数成分を逆直交変換することにより、画面内符号化モード時にはフレーム画像を、画面間符号化モード時には画素の差分値である動き補償誤差（残差画像）を復号化する。加算部１５２４は、画面内符号化モード時には逆直交変換部１５２２によって復号化されたフレーム画像（復号化画像）をそのまま出力し、画面間符号化モード時には逆直交変換部１５２２によって復号化された残差画像と、動き補償部１５４３によって生成された動き補償画像とを

加算することによりフレーム画像を復号化する。

【００７５】スイッチ部１５３０は、フィルタ処理制御部１５６０によるピクチャごとのスイッチＯＮ／ＯＦＦ制御によりスイッチング態様を同期して切り替える一対のスイッチ１５３１，１５３２からなり、画素間フィルタ１５４０をループ内に組み入れたり、ループから外したり、すなわち、画素間フィルタ１５４０による処理をスキップさせたりする。画素間フィルタ１５４０は、スイッチ１５３１，１５３２のＯＮ時に、加算部１５２４から出力された復号化画像に対してブロック単位で空間的な低域通過フィルタ処理を行い、ブロック歪み等のない復号化画像を生成する。例えば、ある画素とその周囲の画素と平均値を算出し、ある画素と周囲の画素との差が所定の範囲内であれば、そのある画素を算出した平均値に置き換える処理をブロック境界付近の画素に対して１つずつ実行する。

【００７６】画像メモリ１５４１は、スイッチ部１５３０から出力された復号化画像を複数フレーム分、記憶する。これにより、後処理部１５２０から出力される符号化信号を復号化する画像復号化装置と同じ状態で復号化画像をモニタしたり、復号化画像を画面間符号化モード時における参照画像として用いることが可能になる。なお、第1ＩＰ符号化モード及び第2ＩＰ符号化モードにおいて、参照の可能性ありの情報が付加されたＰピクチャの復号化画像は画像メモリ１５４１に必ず格納され、参照の可能性なしの情報が付加されたＰピクチャの復号化画像は画像メモリ１５４１に格納される必要はない。このため、可能性あり／なしの情報は、復号化画像を画像メモリ１５４１に格納する／しないと同じ意味を表している。

【００７７】動き検出部１５４２は、画面間符号化モード時に画像メモリ１５４１に格納されている復号化画像の中から前処理部１５１０から出力されたフレーム画像と差分が最も小さい参照画像をサーチし、差分画素の動き量である動きベクトルを出力する。なお、動きベクトル出力の際に、参照する画像が前方画像であるか、後方画像であるか、両画像の平均値であるかをブロック予測タイプを出力する。動き補償部１５４３は、動きベクトル及びブロック予測タイプで示される演算を行い、動き補償画像を生成する。優先順位決定部１５５０は、ピクチャタイプや、基本レイヤ、補強レイヤに応じてそのピクチャの優先度を出力する。フィルタ処理制御部１５６０は、優先順位決定部１５５０から出力された優先度またはＣＰＵ稼働率に応じてスイッチ１５３１，１５３２をＯＮ／ＯＦＦ制御する。

【００７８】図１３は、図１２に示される優先順位決定部１５５０の詳細な機能構成を示すブロック図である。同図に示されるように、優先順位決定部１５５０は、ピクチャタイプ及び基本レイア、補強レイアに応じてそのピクチャの優先度を出力するものであり、図１３に示されるように、３つのテーブル１５５１～１５５３と、セレクタ１５５４と、決定処理部１５５５とからなる。なお、第２ＩＰ符号化モードにおけるＰピクチャの場合には、そのピクチャタイプに「基本」、「参照される可能性のあり」又は「なし」を示す情報も付加されている。

【００７９】テーブル１５５１は、操作受付部１５０５の操作によってＩＰＢ符号化モードが指定された場合に選択され、フレーム画像のピクチャタイプと優先度とを対応付けたテーブルであって、Ｉピクチャでは優先度が「０」，Ｐピクチャでは優先度が「１」，Ｂピクチャでは優先度が「２」に設定されている。なお、数値が大きくなるに従って、優先度が低くなるように定められている。

【００８０】テーブル１５５２は、操作受付部１５０５の操作によって第1ＩＰ符号化モードが指定された場合に選択され、フレーム画像のピクチャタイプと優先度とを対応付けたテーブルであって、Ｉピクチャでは優先度が「０」，Ｐ（参照される可能性あり）ピクチャでは優先度が「１」、Ｐ（参照される可能性なし）ピクチャでは優先度が「２」に設定されている。

【００８１】テーブル１５５３は、第２IP符号化モードＩ，Ｐ（基本、参照の可能性あり、参照の可能性なし）符号化モードが指定された場合に選択されるテーブルであって、Ｉピクチャでは優先度が「０」，Ｐ（基本）ピクチャでは優先度が「１」、Ｐ（参照される可能性あり）ピクチャでは優先度が「２」、Ｐ（参照される可能性なし）ピクチャでは優先度が「３」に設定されている。

【００８２】セレクタ１５５４は、操作受付部１５０５により指定された符号化モード（ＩＰＢ符号化モード、第1ＩＰ符号化モード）に基づいて、テーブル１５５１～１５５３のいずれか１つを選択する。決定処理部１５５５は、セレクタ１５５４によって選択されたテーブルを参照し、前処理部１５１０から出力されたピクチャタイプ及び基本レイヤ、補強レイヤに応じた優先度を決定し、決定した優先度を出力する。具体的には、ＩＰＢ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５５４はテーブル１５５１を選択しており、決定処理部１５５５は、前処理部１５１０からピクチャタイプが出力されるごとに、Ｉピクチャ、Ｐピクチャ、Ｂピクチャに対応付けられた優先度を出力する。また、第１ＩＰ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５５４はテーブル１５５２を選択しており、決定処理部１５５５は、ピクチャタイプと、Ｐピクチャに付加されているデータ（「可能性あり」、「可能性なし」）に基づいて、優先度を出力する。さらに、第２ＩＰ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５５４はテーブル１５５３を選択しており、決定処理部１５５５は、ピクチャタイプと、Ｐピクチャタイプに付加されているデータ（参照の「基本」、「可能性あり」、「可能性なし」）に基づい

て、優先度を出力する。

【００８３】図１４は、図１２に示されるフィルタ処理制御部１５６０の詳細な機能構成を示すブロック図である。同図に示されるように、フィルタ処理制御部１５６０は、優先順位決定部１５５０から出力された優先度及びＣＰＵ稼働率に応じてスイッチ１５３１，１５３２をＯＮ／ＯＦＦ制御するものであり、図１４に示されるように、３つのテーブル１５６１～１５６３と、セレクタ１５６４と、スイッチ切換処理部１５６５とからなる。テーブル１５６１は、ＩＰＢ符号化モードが指定される場合に選択され、フィルタ処理を施す場合の優先度とＣＰＵの稼働率との組み合わせを示すテーブルであって、ＣＰＵの稼働率が７０％未満では優先度が０～２の場合にスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が７０％以上８０％未満では優先度が０と１の場合にだけスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が８０％以上では優先度が０の場合にだけスイッチＯＮするように設定されている。

【００８４】テーブル１５６２は、第１ＩＰ符号化モードが指定される場合に選択され、フィルタ処理を施す場合の優先度とＣＰＵの稼働率との組み合わせを示すテーブルであって、ＣＰＵの稼働率が７０％未満では優先度が０～２の場合にスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が７０％以上８０％未満では優先度が０と１の場合にだけスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が８０％以上では優先度が０の場合にだけスイッチＯＮするように設定されている。

【００８５】テーブル１５６３は、第２ＩＰ符号化モードが指定される場合に選択され、フィルタ処理を施す場合の優先度とＣＰＵの稼働率との組み合わせを示すテーブルであって、ＣＰＵの稼働率が７０％未満では優先度が０～３の場合にスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が７０％以上８０％未満では優先度が０と１と２の場合にだけスイッチＯＮし、ＣＰＵの稼働率が８０％以上では優先度が０と１の場合にだけスイッチＯＮするように設定されている。

【００８６】セレクタ１５６４は、操作受付部１５０５により指定された符号化モード（ＩＰＢ符号化モード、新第１ＩＰ符号化モード）に基づいて、テーブル１５６１～１５６３のいずれか１つを選択する。スイッチ切換処理部１５６５は、セレクタ１５６４によって選択されたテーブルを参照し、優先順位決定部１５５０から出力された優先度及びピクチャごとに取得したＣＰＵ稼働率に基づいて、スイッチＯＮあるいはＯＦＦの信号を出力し、スイッチ部１５３０のスイッチ１５３１，１５３２をＯＮ／ＯＦＦ制御する。

【００８７】具体的には、ＩＰＢ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５６４はテーブル１５６１を選択しており、スイッチ切換処理部１５６５は、ＣＰＵ稼働率が７０％未満の場合、Ｉピクチャ、Ｐピクチャ、Ｂピクチャの全てについてスイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が７０％以上で８０％未満の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャと、Ｐピクチャとの場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が８０％以上の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャの場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。

【００８８】また、第１ＩＰ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５６４はテーブル１５６２を選択しており、スイッチ切換処理部１５６５は、ＣＰＵ稼働率が７０％未満の場合、Ｉピクチャ、Ｐピクチャ（可能性あり）、Ｐピクチャ（可能性なし）の全てについてスイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が７０％以上で８０％未満の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャと、Ｐピクチャ（可能性あり）との場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が８０％以上の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャの場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。

【００８９】さらに、第２ＩＰ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５６４はテーブル１５６３を選択しており、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャ、Ｐピクチャ（ベース）、Ｐピクチャ（可能性あり）、Ｐピクチャ（可能性なし）の全てについてスイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が７０％以上で８０％未満の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャと、Ｐピクチャ（ベース）と、Ｐピクチャ（可能性あり）との場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。また、ＣＰＵ稼働率が８０％以上の場合、スイッチ切換処理部１５６５は、Ｉピクチャと、Ｐピクチャ（ベース）との場合にだけ、スイッチＯＮの信号を出力する。

【００９０】次いで、このように構成された画像符号化装置１５００の動作を説明する。フレーム画像をＩピクチャとして符号化する画面内符号化モード時には、前処理部１５１０から出力されたフレーム画像は、直交変換部１５１３による直交変換によって周波数成分に圧縮符号化され、量子化部１５１４による量子化によって量子化値に圧縮符号化される。この量子化値は、可変長符号化部１５１７による可変長符号化によって可変長に圧縮符号化され、後処理部１５２０によってＩピクチャのビットストリームの符号化信号に変換され、ハードディスク等の記憶媒体に格納される。

【００９１】一方、量子化部１５１４から出力された量子化値は、逆量子化部１５２１による逆直交変換によって周波数成分に復号化され、逆直交変換部１５２２による逆直交変換によってフレーム画像に復号化される。この復号化されたフレーム画像（復号化画像）は、フィルタ処理制御部１５６０の制御によりスイッチ１５３１，１５３２がＯＮされている場合には画素間フィルタ１５４０によってブロック歪みを除去するフィルタ処理が施

された後、画像メモリ１５４１に格納され、スイッチ１５３１，１５３２がＯＦＦされている場合にはフィルタ処理が施されることなく画像メモリ１５４１に格納される。

【００９２】また、フレーム画像をＰピクチャ及びＢピクチャとして符号化する画面間符号化モード時には、動き検出部１５４２によって動きベクトルが生成され、動き補償部１５４３によって動き補償画像（予測画像）が生成され、減算部１５１２によって動き補償誤差（差分画像）が生成される。なお、動き検出部１５４２は、画像メモリ１５４１に格納されている復号化画像の中から前処理部１５１０から出力されたフレーム画像と差分が最も小さい予測画像を、前方または後方の１つもしくは複数の参照画像から探索する。

【００９３】図１５は、画像メモリ１５４１に格納されているフレーム画像の参照関係を示す図である。特に、図１５（ａ）はＩＰＢ方式の場合の予測における参照画像を示す図であり、図１５（ｂ）は第１ＩＰ方式の場合の予測における参照画像を示す図であり、図１５（ｃ）は第２ＩＰ方式の場合の予測における参照画像を示す図である。なお、各方式の各ピクチャの下欄にそのピクチャに対応付けられた優先順位（優先度）が示されている。

【００９４】図１５（ａ）のＩＰＢ方式の場合におけるＰピクチャの予測では、前方のＩピクチャ及びＰピクチャを参照することができる。Ｂピクチャの予測では、前方のＩピクチャ又はＰピクチャを参照することができると共に、後方で時間的に最も近いＩピクチャ又はＰピクチャを１つ参照することができる。

【００９５】なお、Ｈ．２６ＬのＢピクチャの予測では、Ｉピクチャ、Ｐピクチャに加え、Ｂピクチャを前方画像として参照することもできるようになっている。このＢピクチャを参照画像として用いるモードの場合には、Ｂピクチャのフレーム画像に「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加されると共に、ピクチャタイプに「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加される。そして、このモードにおいて、参照の可能性ありの情報が付加されたＢピクチャの復号化画像は必ず画像メモリ１５４１に格納され、参照の可能性なしの情報が付加されたＢピクチャの復号化画像は画像メモリ１５４１に格納される必要はない。

【００９６】図１５（ｂ）の第１ＩＰ方式の場合におけるＰ（参照の可能性あり）ピクチャの予測では、前方のＩピクチャ及びＰ（参照の可能性あり）ピクチャを参照することができる。Ｐ（参照の可能性なし）ピクチャの予測では、前方のＩピクチャ又はＰ（参照の可能性あり）ピクチャを参照することができる。

【００９７】図１５（ｃ）の第２ＩＰ方式の場合におけるＰ（ベース）ピクチャの予測では、前方のＩピクチャ及びＰ（ベース）ピクチャを参照することができる。Ｐ（参照の可能性あり）ピクチャの予測では、前方のＩピクチャ及びＰ（ベース）ピクチャを参照することができる。Ｐ（参照の可能性なし）ピクチャの予測では、前方のＩピクチャ、Ｐ（ベース）ピクチャ又はＰ（参照の可能性あり）ピクチャを複数参照することができる。

【００９８】なお、説明の便宜上、ＩＰＢ符号化モードが指定されている場合について説明する。このような制限下、動き検出部１５４２は、サーチした参照画像と前処理部１５１０から出力されたフレーム画像との差分画素の動き量を動きベクトルとして出力すると共に、参照する画像が前方画像であるか、後方画像であるか、双方向画像の平均値であるかを示すブロック予測タイプを出力する。また、動き補償部１５４３は、動き検出部１５４２から出力された動きベクトルと、ブロック予測タイプとで示される演算を差分画素に対して行い、動き補償画像を生成する。そして、減算部１５１２は、前処理部１５１０から出力されたフレーム画像と動き補償部１５４３によって生成された動き補償画像とを減算することにより、動き補償誤差（差分画像）を生成する。

【００９９】減算部１５１２から出力された動き補償誤差（差分画像）は、直交変換部１５１３による直交変換によって周波数成分に圧縮符号化され、量子化部１５１４による量子化によって量子化値に圧縮符号化される。この量子化値は、可変長符号化部１５１７による可変長符号化によって可変長に圧縮符号化され、後処理部１５２０によって動きベクトル等と共にＰピクチャ又はＢピクチャのビットストリームの符号化信号に変換され、ハードディスク等の記憶媒体に格納される。

【０１００】一方、量子化部１５１４から出力された参照の可能性を有するＰピクチャ又はＢピクチャの量子化値は、逆量子化部１５２１による逆直交変換によって周波数成分に復号化され、逆直交変換部１５２２による逆直交変換によって動き補償誤差（差分画像）に復号化される。そして、加算部１５２４によって、動き補償誤差（差分画像）と動き補償画像とを加算することにより、フレーム画像に復号化される。この復号化されたフレーム画像（復号化画像）は、フィルタ処理制御部１５６０の制御によりスイッチ１５３１，１５３２がＯＮされている場合には画素間フィルタ１５４０によってブロック歪みを除去するフィルタ処理が施された後、画像メモリ１５４１に格納され、スイッチ１５３１，１５３２がＯＦＦされている場合にはフィルタ処理が施されることなく画像メモリ１５４１に格納される。

【０１０１】ここで、フィルタ処理制御部１５６０によるスイッチ１５３１，１５３２のＯＮ／ＯＦＦ制御をより詳細に説明する。図１６は、フィルタ処理制御部１５６０のスイッチ切換処理部１５６５が実行するスイッチ駆動処理を示すフローチャートである。

【０１０２】ところで、優先順位決定部１５５０の決定処理部１５５５は、セレクタ１５５４によって選択され

たテーブル１５５１を参照し、前処理部１５１０から出力されたピクチャごとにピクチャタイプに応じた優先度を決定し、決定した優先度を出力している。具体的には、ＩＰＢ符号化モードが指定されている場合、セレクタ１５５４はテーブル１５５１を選択しており、決定処理部１５５５は、前処理部１５１０からピクチャタイプが出力されるごとに、Ｉピクチャの場合には優先度「０」を、Ｐピクチャの場合には「１」を、Ｂピクチャの場合には優先度「２」を出力する。

【０１０３】フィルタ処理制御部１５６０のスイッチ切換処理部１５６５は、ピクチャの符号化ごとにそのピクチャの優先度と、この画像符号化装置１５００が備えるＣＰＵの稼働率とを取得し（Ｓ２１）、テーブル（図１４の例では、テーブル１５６１）の参照するエントリーを決定する（Ｓ２２）。

【０１０４】具体的には、ＣＰＵ稼働率が７０％未満であれば、参照するエントリーを１行目と決定し、ＣＰＵ稼働率が７０％以上で８０％未満であれば、参照するエントリーを２行目と決定し、ＣＰＵ稼働率が８０％以上であれば、参照するエントリーを３行目と決定する。

【０１０５】参照するエントリーを決定し終わると、スイッチ切換処理部１５６５は、そのエントリーの右欄を読み出し（Ｓ２３）、復号化画像のピクチャタイプに設定された優先度が右欄にあるかどうか判断する（Ｓ２４）。右欄にあれば（Ｓ２４でＹｅｓ）、スイッチ切換処理部１５６５は、スイッチオンの信号をスイッチ１５３１，１５３２に出力する（Ｓ２５）。これにより復号化画像にフィルタ処理が施され、フィルタ処理が施された復号化画像が画像メモリ１５４１に格納される。

【０１０６】これに対して、右欄になければ（Ｓ２４でＮｏ）、スイッチ切換処理部１５６５は、スイッチオフの信号をスイッチ１５３１，１５３２に出力する（Ｓ２６）。これにより復号化画像に対するフィルタ処理がスキップされ、フィルタ処理を施さずに復号化画像が画像メモリ１５４１に格納される。

【０１０７】このような制御がピクチャごとに行われ、フィルタ処理が施された復号化画像やフィルタ処理が施されない復号化画像が順次画像メモリ１５４１に格納される。従って、画像符号化において、常に、ノイズ除去等の画素間フィルタをかけるのではなく、必要に応じて、選択的に画素間フィルタをかけることができるので、例えば、画質に大きく影響するフレーム画像だけに対して画素間フィルタをかけることで、処理能力が小さい画像符号化装置であっても画像メモリに格納される重要なフレームの画質を維持し、画像メモリに格納された復号化画像にブロック歪みが蓄積されることが少なくなり、動き補償部による予測効率が向上され、ＭＰＥＧの技術よりも画質劣化を減少させることができ、低ビットレートで高い画質改善効果が得られる。

【０１０８】すなわち、他のフレーム画像に対して大きい影響度を持つフレーム画像、つまり、画面内符号化フレーム画像、前方向予測符号化フレーム画像、基本レイヤのフレーム画像等について優先的に画素間フィルタが施されるので、同じ処理負荷の増大に対して、より有効に画素間フィルタによるノイズ除去等の画質改善効果を得ることができる。

【０１０９】また、画像符号化装置の処理能力がフルに発揮されるように、フィルタ処理のＯＮ／ＯＦＦを制御することができるので、高い効率でＣＰＵが使用されることとなり、同じハードウェア資源であっても、高画質の符号化が実現される。

【０１１０】（実施の形態４）次いで、本発明の実施の形態に係る画像復号化装置について説明する。図１７は、本発明の実施の形態４に係る画像復号化装置１６００の機能構成を示すブロック図である。

【０１１１】この画像復号化装置１６００は、図１２に示される画像符号化装置１５００で符号化された符号化信号を復号化するものであって、ＣＰＵ、メモリ、画像復号化のためのプログラムをインストールしたハードディスク（ＨＤ）等を備えるコンピュータ装置により実現され、その機能として、前処理部１６１０と、可変長復号化部１６１７と、逆量子化部１６２１と、逆直交変換部１６２２と、加算部１６２４と、スイッチ部１６３０と、画素間フィルタ１６４０と、後処理部１６７０と、画像メモリ１６４１と、動き補償部１６４３と、優先順位決定部１６５０と、フィルタ処理制御部１６６０とからなる。

【０１１２】前処理部１６１０は、符号化信号を一時的に格納するバッファ等を備え、符号化信号に含まれるピクチャタイプ、動きベクトル、画像自体の符号化信号を分離して出力する。なお、画像の符号化信号が第１ＩＰ符号化モードの場合には、フレーム画像に「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加されると共に、ピクチャタイプに「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加される。また、第２ＩＰ符号化モードの場合には、フレーム画像に「基本」、「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加されると共に、ピクチャタイプに「基本」、「可能性あり」あるいは「可能性なし」の情報が付加される。

【０１１３】可変長復号化部１６１７は、前処理部１６１０から出力された符号化信号に対して復号化（ハフマン復号化）することにより、固定長の量子化値を出力する。逆量子化部１６２１は、可変長復号化部１６１７から出力された量子化値を逆量子化することにより周波数成分を復号化する。逆直交変換部１６２２は、逆量子化部１６２１によって復号化された周波数成分を逆直交変換することにより、画面内符号化モード時にはフレーム画像を、画面間符号化モード時には画素の差分値である動き補償誤差（残差画像）を復号化する。

【０１１４】加算部１６２４は、画面内符号化モード時

には逆直交変換部１６２２によって復号化されたフレーム画像（復号化画像）をそのまま出力し、画面間符号化モード時には逆直交変換部１６２２によって復号化された動き補償誤差（残差画像）と動き補償部１６４３によって生成された動き補償画像とを加算することによりフレーム画像を復号化する。スイッチ部１６３０は、フィルタ処理制御部１６６０によるピクチャごとのスイッチＯＮ／ＯＦＦ制御によりスイッチング態様を同期して切り替える一対のスイッチ１６３１，１６３２からなり、画素間フィルタ１６４０をループ内に組み入れたり、ループから外したり、すなわち、画素間フィルタ１６４０による処理をスキップさせたりする。

【０１１５】画素間フィルタ１６４０は、スイッチ１６３１，１６３２のＯＮ時に、加算部１６２４から出力された復号化画像に対してブロック単位で空間的な低域通過フィルタ処理を行い、ブロック歪み等のない復号化画像を生成する。例えば、ある画素とその周囲の画素と平均値を算出し、ある画素と周囲の画素との差が所定の範囲内であれば、そのある画素を算出した平均値に置き換える処理をブロック境界付近の画素に対して１つずつ実行する。

【０１１６】後処理部１６７０は、所定の空間解像度にフォーマット変換するフォーマット変換部や、ピクチャタイプに合わせて並べ替えられた画面を元の順序に戻す画面順序戻し部等を備え、復号化画像をモニタ等に出力する。画像メモリ１６４１は、スイッチ部１６３０から出力された参照の可能性を有する復号化画像を複数フレーム分記憶する。動き補償部１６４３は、前処理部１６１０から出力された動きベクトル及びブロック予測タイプで示される演算を画像メモリ１６４１に格納されている復号化画像に対して行い、動き補償画像を生成する。優先順位決定部１６５０は、図１３に示される優先順位決定部１５５０と同構成であって、前処理部１６１０から出力されたピクチャタイプや、基本レイヤ、補強レイヤに応じてそのピクチャの優先度を出力する。フィルタ処理制御部１６６０は、図１４に示されるフィルタ処理制御部１５６０と同構成であって、優先順位決定部１６５０から出力された優先度及び監視によって得られたＣＰＵ稼働率に応じてスイッチ部１６３０のスイッチ１６３１，１６３２をＯＮ／ＯＦＦ制御する。

【０１１７】次いで、このように構成された画像復号化装置１６００の動作を説明する。なお、画像符号化装置１５００と合わせて説明する便宜上、ＩＰＢ符号化モードが指定されている場合について説明する。

【０１１８】Ｉピクチャの符号化信号をフレーム画像に復号化する画面内符号化モード時には、前処理部１６１０から出力された符号化信号は、可変長復号化部１６１７によって可変長復号化され量子化値に復号化され、逆量子化部１６２１による逆直交変換によって周波数成分に伸張復号化され、逆直交変換部１６２２による逆直交変換によってフレーム画像（復号化画像）に復号化される。この復号化されたフレーム画像（復号化画像）は、フィルタ処理制御部１６６０の制御によりスイッチ１６３１，１６３２がＯＮされている場合には画素間フィルタ１６４０によってブロック歪みを除去するフィルタ処理が施された後、画像メモリ１６４１に格納されると共に、後処理部１６７０において画像の順番が元に戻されたり、フォーマット変換され、モニタ等に出力される。これに対して、スイッチ１６３１，１６３２がＯＦＦされている場合には、復号化画像は、フィルタ処理が施されることなく画像メモリ１６４１に格納されると共に、後処理部１６７０において画像の順番が元に戻されたり、フォーマット変換され、モニタ等に出力される。

【０１１９】また、Ｐピクチャ及びＢピクチャの符号化信号をフレーム画像に復号化する画面間符号化モード時には、前処理部１６１０から出力された符号化信号は、可変長復号化部１６１７によって可変長復号化され量子化値に復号化され、逆量子化部１６２１による逆直交変換によって周波数成分に伸張復号化され、逆直交変換部１６２２による逆直交変換によって動き補償誤差（差分画像）に復号化される。

【０１２０】一方、動き補償部１６４３によって動き補償画像（予測画像）が生成される。なお、動き補償部１６４３は、前処理部１６１０から出力された動きベクトルと、ブロック予測タイプとで示される演算を画像メモリ１６４１から読み出した参照画像の差分画素に対して行い、動き補償画像を生成する。

【０１２１】そして、加算部１６２４によって、動き補償誤差（差分画像）と動き補償画像とを加算することにより、フレーム画像に復号化される。この復号化されたフレーム画像（復号化画像）は、フィルタ処理制御部１６６０の制御によりスイッチ１６３１，１６３２がＯＮされている場合には画素間フィルタ１６４０によってブロック歪みを除去するフィルタ処理が施された後、後処理部１６７０において画像の順番が元に戻されたり、フォーマット変換され、モニタ等に出力されると共に、参照鹿瀬委を有する復号化画像は画像メモリ１６４１に格納される。これに対してスイッチ１６３１，１６３２がＯＦＦされている場合にはフィルタ処理が施されることなく、後処理部１６７０において画像の順番が元に戻されたり、フォーマット変換され、モニタ等に出力されると共に、参照可能性を有する復号化画像は、画像メモリ１６４１に格納される。ここで、画像符号化装置１５００のスイッチ１５３１，１５３２の場合と同様に、スイッチ１６３１，１６３２は、フィルタ処理制御部１６６０によりＯＮ／ＯＦＦ制御されている。

【０１２２】すなわち、フィルタ処理制御部１６６０のスイッチ切換処理部は、ピクチャの符号化ごとにそのピクチャの優先度と、この画像復号化装置１６００が備えるＣＰＵの稼働率とを取得し、ＩＰＢ符号化モード用の

テーブルの参照するエントリーを決定し、そのエントリーの右欄を読み出し、復号化画像のピクチャタイプに設定された優先度が右欄にあるかどうか判断する。右欄にあれば、フィルタ処理制御部１６６０のスイッチ切換処理部は、スイッチオンの信号をスイッチ１６３１，１６３２に出力する。これにより復号化画像にフィルタ処理が施され、フィルタ処理が施された復号化画像が画像メモリ１６４１に格納される。これに対して、右欄になければ、フィルタ処理制御部１６６０のスイッチ切換処理部は、スイッチオフの信号をスイッチ１６３１，１６３２に出力する。これにより復号化画像に対するフィルタ処理がスキップされ、フィルタ処理を施さずに復号化画像が画像メモリ１６４１に格納される。このような制御がピクチャごとに行われ、フィルタ処理が施された復号化画像やフィルタ処理が施されない復号化画像が順次画像メモリ１６４１に格納される。

【０１２３】従って、画像復号化において、常に、ノイズ除去等の画素間フィルタをかけるのではなく、必要に応じて、選択的に画素間フィルタをかけることができるので、例えば、画質に大きく影響するフレーム画像だけに対して画素間フィルタをかけることで、処理能力が小さい画像復号化装置であっても画像メモリに格納される重要なフレームの画質を維持し、画像メモリに格納された復号化画像にブロック歪みが蓄積されることが少なくなり、動き補償部による予測効率が向上され、ＭＰＥＧの技術よりも画質劣化を減少させることができ、低ビットレートで高い画質改善効果が得られる。

【０１２４】すなわち、他のフレーム画像に対して大きい影響度を持つフレーム画像、つまり、画面内符号化フレーム画像、前方向予測符号化フレーム画像、ベース・レイヤフレーム画像等について優先的に画素間フィルタが施されるので、同じ処理負荷の増大に対して、より有効に画素間フィルタによるノイズ除去等の画質改善効果を得ることができる。

【０１２５】また、画像復号化装置の処理能力がフルに発揮されるように、フィルタ処理のＯＮ／ＯＦＦを制御することができるので、高い効率でＣＰＵが使用されることとなり、同じハードウェア資源であっても、高画質の復号化が実現される。

【０１２６】なお、本発明は、このような画像符号化装置や画像復号化装置として実現することができるだけでなく、これらの装置が備える特徴的な手段をステップとする画像符号化方法や画像復号化方法として実現したり、それらのステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現することもできる。そして、そのプログラムは、ＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体やインターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのは言うまでもない。

【０１２７】（実施の形態５）さらに、上記各実施の形態で示した画像符号化方法または画像復号化方法の構成を実現するためのプログラムを、フレキシブルディスク等の記憶媒体に記録するようにすることにより、上記各実施の形態で示した処理を、独立したコンピュータシステムにおいて簡単に実施することが可能となる。

【０１２８】図１８は、上記実施の形態１から実施の形態２の画像符号化方法または画像復号化方法を格納したフレキシブルディスクを用いて、コンピュータシステムにより実施する場合の説明図である。

【０１２９】図１８（ｂ）は、フレキシブルディスクの正面からみた外観、断面構造、及びフレキシブルディスクを示し、図１８（ａ）は、記録媒体本体であるフレキシブルディスクの物理フォーマットの例を示している。フレキシブルディスクＦＤはケースＦ内に内蔵され、該ディスクの表面には、同心円状に外周からは内周に向かって複数のトラックＴｒが形成され、各トラックは角度方向に１６のセクタＳｅに分割されている。従って、上記プログラムを格納したフレキシブルディスクでは、上記フレキシブルディスクＦＤ上に割り当てられた領域に、上記プログラムとしての画像符号化方法が記録されている。

【０１３０】また、図１８（ｃ）は、フレキシブルディスクＦＤに上記プログラムの記録再生を行うための構成を示す。上記プログラムをフレキシブルディスクＦＤに記録する場合は、コンピュータシステムＣｓから上記プログラムとしての画像符号化方法または画像復号化方法をフレキシブルディスクドライブを介して書き込む。また、フレキシブルディスク内のプログラムにより上記画像符号化方法をコンピュータシステム中に構築する場合は、フレキシブルディスクドライブによりプログラムをフレキシブルディスクから読み出し、コンピュータシステムに転送する。

【０１３１】なお、上記説明では、記録媒体としてフレキシブルディスクを用いて説明を行ったが、光ディスクを用いても同様に行うことができる。また、記録媒体はこれに限らず、ＩＣカード、ＲＯＭカセット等、プログラムを記録できるものであれば同様に実施することができる。

【０１３２】図１９から図２２は、上記実施の形態で示した符号化処理または復号化処理を行う機器、およびこの機器を用いたシステムを説明する図である。

【０１３３】図１９は、コンテンツ配信サービスを実現するコンテンツ供給システムex１００の全体構成を示すブロック図である。通信サービスの提供エリアを所望の大きさに分割し、各セル内にそれぞれ固定無線局である基地局ex１０７～ex１１０が設置されている。このコンテンツ供給システムex１００は、例えば、インターネットex１０１にインターネットサービスプロバイダex１０２および電話網ex１０４を介して、コンピュータex１１１、ＰＤＡ（personal digital assistant）ex１１２、カメラex１１３、携帯電話ex１１４が接続される。しか

し、コンテンツ供給システムex１００は図１９のような組み合わせに限定されず、いずれかを組み合わせて接続するようにしてもよい。また、固定無線局である基地局ex１０７～ex１１０を介さずに、電話網ex１０４に直接接続されてもよい。

【０１３４】カメラex１１３はデジタルビデオカメラ等の動画撮影が可能な機器である。また、携帯電話は、ＰＤＣ（Personal Digital Communications）方式、ＣＤＭＡ（Code Division Multiple Access）方式、Ｗ－ＣＤＭＡ（Wideband-Code Division Multiple Access）方式、若しくはＧＳＭ（Global System for Mobile Communications）方式の携帯電話機、またはＰＨＳ（Personal Handyphone System）等であり、いずれでも構わない。

【０１３５】また、ストリーミングサーバex１０３は、カメラex１１３から基地局ex１０９、電話網ex１０４を通じて接続されており、カメラex１１３を用いてユーザが送信する符号化処理されたデータに基づいたライブ配信等が可能になる。撮影したデータの符号化処理はカメラex１１３で行っても、データの送信処理をするサーバ等で行ってもよい。また、カメラ１１６で撮影した動画データはコンピュータex１１１を介してストリーミングサーバex１０３に送信されてもよい。カメラex１１６はデジタルカメラ等の静止画、動画が撮影可能な機器である。この場合、動画データの符号化はカメラex１１６で行ってもコンピュータex１１１で行ってもどちらでもよい。また、符号化処理はコンピュータex１１１やカメラex１１６が有するＬＳＩex１１７において処理することになる。なお、画像符号化・復号化用のソフトウェアをコンピュータex１１１等で読み取り可能な記録媒体である何らかの蓄積メディア（ＣＤ－ＲＯＭ、フレキシブルディスク、ハードディスクなど）に組み込んでもよい。さらに、カメラ付きの携帯電話ex１１５で動画データを送信してもよい。このときの動画データは携帯電話ex１１５が有するＬＳＩで符号化処理されたデータである。

【０１３６】図２０は、携帯電話ex１１５の一例を示す図である。携帯電話ex１１５は、基地局ex１１０との間で電波を送受信するためのアンテナex２０１、ＣＣＤカメラ等の映像、静止画を撮ることが可能なカメラ部ex２０３、カメラ部ex２０３で撮影した映像、アンテナex２０１で受信した映像等が復号化されたデータを表示する液晶ディスプレイ等の表示部ex２０２、操作キー群から構成される本体部ex２０４、音声出力をするためのスピーカ等の音声出力部ex２０８、音声入力をするためのマイク等の音声入力部ex２０５、撮影した動画もしくは静止画のデータ、受信したメールのデータ、動画のデータもしくは静止画のデータ等、符号化されたデータまたは復号化されたデータを保存するための記憶メディアex２０７、携帯電話ex１１５に記憶メディアex２０７を装着可能とするためのスロット部ex２０６を有している。記憶メディアex２０７はＳＤカード等のプラスチックケース内に電気的に書換えや消去が可能な不揮発性メモリであるＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory）の一種であるフラッシュメモリ素子を格納したものである。

【０１３７】このコンテンツ供給システムex１００では、ユーザがカメラex１１３、カメラex１１６等で撮影しているコンテンツ（例えば、音楽ライブを撮影した映像等）を上記実施の形態同様に符号化処理してストリーミングサーバex１０３に送信する一方で、ストリーミングサーバex１０３は要求のあったクライアントに対して上記コンテンツデータをストリーム配信する。クライアントとしては、上記符号化処理されたデータを復号化することが可能な、コンピュータex１１１、ＰＤＡex１１２、カメラex１１３、携帯電話ex１１４等がある。このようにすることでコンテンツ供給システムex１００は、符号化されたデータをクライアントにおいて受信して再生することができ、さらにクライアントにおいてリアルタイムで受信して復号化し、再生することにより、個人放送をも実現可能になるシステムである。

【０１３８】さらに、携帯電話ex１１５について図２１を用いて説明する。携帯電話ex１１５は表示部ex２０２及び本体部ex２０４の各部を統括的に制御するようになされた主制御部ex３１１に対して、電源回路部ex３１０、操作入力制御部ex３０４、画像符号化部ex３１２、カメラインターフェース部ex３０３、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）制御部ex３０２、画像復号化部ex３０９、多重分離部ex３０８、記録再生部ex３０７、変復調回路部ex３０６及び音声処理部ex３０５が同期バスex３１３を介して互いに接続されている。電源回路部ex３１０は、ユーザの操作により終話及び電源キーがオン状態にされると、バッテリパックから各部に対して電力を供給することによりカメラ付ディジタル携帯電話ex１１５を動作可能な状態に起動する。携帯電話ex１１５は、ＣＰＵ、ＲＯＭ及びＲＡＭ等でなる主制御部ex３１１の制御に基づいて、音声通話モード時に音声入力部ex２０５で集音した音声データを音声処理部ex３０５によってディジタル音声データに変換し、これを変復調回路部ex３０６でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部ex３０１でディジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナex２０１を介して送信する。また携帯電話機ex１１５は、音声通話モード時にアンテナex２０１で受信した受信データを増幅して周波数変換処理及びアナログディジタル変換処理を施し、変復調回路部ex３０６でスペクトラム逆拡散処理し、音声処理部ex３０５によってアナログ音声データに変換した後、これを音声出力部２０８を介して出力する。さらに、データ通信モード時に電子メールを送信する場合、本体部ex２０４の操作キーの操作によって入力された電子メールのテキストデータは操作入力制御部ex３０４を介して主制御部ex

３１１に送出される。主制御部ex３１１は、テキストデータを変復調回路部ex３０６でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部ex３０１でディジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナex２０１を介して基地局ex１１０へ送信する。

【０１３９】データ通信モード時に画像データを送信する場合、カメラ部ex２０３で撮像された画像データをカメラインターフェース部ex３０３を介して画像符号化部ex３１２に供給する。また、画像データを送信しない場合には、カメラ部ex２０３で撮像した画像データをカメラインターフェース部ex３０３及びＬＣＤ制御部ex３０２を介して表示部ex２０２に直接表示することも可能である。

【０１４０】画像符号化部ex３１２は、カメラ部ex２０３から供給された画像データを上記実施の形態で示した符号化方法によって圧縮符号化することにより符号化画像データに変換し、これを多重分離部ex３０８に送出する。また、このとき同時に携帯電話機ex１１５は、カメラ部ex２０３で撮像中に音声入力部ex２０５で集音した音声を音声処理部ex３０５を介してディジタルの音声データとして多重分離部ex３０８に送出する。

【０１４１】多重分離部ex３０８は、画像符号化部ex３１２から供給された符号化画像データと音声処理部ex３０５から供給された音声データとを所定の方式で多重化し、その結果得られる多重化データを変復調回路部ex３０６でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部ex３０１でディジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナex２０１を介して送信する。

【０１４２】データ通信モード時にホームページ等にリンクされた動画像ファイルのデータを受信する場合、アンテナex２０１を介して基地局ex１１０から受信した受信データを変復調回路部ex３０６でスペクトラム逆拡散処理し、その結果得られる多重化データを多重分離部ex３０８に送出する。

【０１４３】また、アンテナex２０１を介して受信された多重化データを復号化するには、多重分離部ex３０８は、多重化データを分離することにより符号化画像データと音声データとに分け、同期バスex３１３を介して当該符号化画像データを画像復号化部ex３０９に供給すると共に当該音声データを音声処理部ex３０５に供給する。

【０１４４】次に、画像復号化部ex３０９は、符号化画像データを上記実施の形態で示した符号化方法に対応した復号化方法で復号することにより再生動画像データを生成し、これをＬＣＤ制御部ex３０２を介して表示部ex２０２に供給し、これにより、例えばホームページにリンクされた動画像ファイルに含まれる動画データが表示される。このとき同時に音声処理部ex３０５は、音声データをアナログ音声データに変換した後、これを音声出力部ex２０８に供給し、これにより、例えばホームページにリンクされた動画像ファイルに含まる音声データが再生される。

【０１４５】なお、上記システムの例に限られず、最近は衛星、地上波によるディジタル放送が話題となっており、図２２に示すようにディジタル放送用システムにも上記実施の形態の少なくとも符号化方法または復号化方法いずれかを組み込むことができる。具体的には、放送局ex４０９では映像情報の符号化ビットストリームが電波を介して通信または放送衛星ex４１０に伝送される。これを受けた放送衛星ex４１０は、放送用の電波を発信し、この電波を衛星放送受信設備をもつ家庭のアンテナex４０６で受信し、テレビ（受信機）ex４０１またはセットトップボックス（ＳＴＢ）ex４０７などの装置により符号化ビットストリームを復号化してこれを再生する。また、記録媒体であるCDやDVD等の蓄積メディアex４０２に記録した符号化ビットストリームを読み取り、復号化する再生装置ex４０３にも上記実施の形態で示した画像復号化装置を実装することが可能である。この場合、再生された映像信号はモニタex４０４に表示される。また、ケーブルテレビ用のケーブルex４０５または衛星／地上波放送のアンテナex４０６に接続されたセットトップボックスex４０７内に画像復号化装置を実装し、これをテレビのモニタex４０８で再生する構成も考えられる。このときセットトップボックスではなく、テレビ内に画像復号化装置を組み込んでも良い。また、アンテナex４１１を有する車ex４１２で衛星ex４１０からまたは基地局ex１０７等から信号を受信し、車ex４１２が有するカーナビゲーションex４１３等の表示装置に動画を再生することも可能である。

【０１４６】更に、画像信号を上記実施の形態で示した画像符号化装置で符号化し、記録媒体に記録することもできる。具体例としては、DVDディスクｅｘ４２１に画像信号を記録するDVDレコーダや、ハードディスクに記録するディスクレコーダなどのレコーダｅｘ４２０がある。更にSDカードｅｘ４２２に記録することもできる。レコーダｅｘ４２０が上記実施の形態で示した画像復号化装置を備えていれば、DVDディスクｅｘ４２１やSDカードｅｘ４２２に記録した画像信号を再生し、モニタｅｘ４０８で表示することができる。

【０１４７】なお、カーナビゲーションex４１３の構成は例えば図２１に示す携帯電話機ex１１５と同様であるが、図２１に示した構成のうち、カメラ部ex２０３とカメラインターフェース部ex３０３、画像符号化部ｅｘ３１２を除いた構成が考えられる。同様なことがコンピュータex１１１やテレビ（受信機）ex４０１等でも考えられる。また、上記携帯電話ex１１４等の端末は、符号化器・復号化器を両方持つ送受信型の端末の他に、符号化器のみの送信端末、復号化器のみの受信端末の３通りの実装形式が考えられる。

【０１４８】このように、本明細書に示した符号化方

法、復号化方法を実装することにより本実施の形態で示したいずれの装置・システムに関しても実現可能になる。

【０１４９】

【発明の効果】本発明に係る画像符号化装置は、入力画像を表す入力画像データと、前記入力画像のピクチャに対する予測画像を表す予測画像データとの差分である差分画像データを符号化して符号化画像データを生成する画像符号化装置であって、前記差分画像データを符号化した後、前記符号化した差分画像データを復号化して前記予測画像データと加算する復号化手段と、前記復号化手段で得られた復号化画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタと、前記画素間フィルタのうちから、１つを選択する選択手段と、選択された前記画素間フィルタで得られたフィルタ済み復号化画像データを参照画像データとして用いて、入力画像データに対する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする。

【０１５０】したがって、本発明に係る画像符号化装置は、画像符号化装置側での処理能力や、符号化信号を受信する画像復号化装置側での処理能力、もしくは符号化対象の画像の性質や圧縮率等に応じて適切な画素間フィルタを切り替えて符号化信号を作成することができるという効果がある。

【０１５１】また、本発明に係る画像復号化装置は、動画像中のピクチャを表す画像データと動画中の他のピクチャを表す予測画像データとの差分を符号化して得られた符号化画像データから、元の動画像を表す複数の画像データを復号化する画像復号化装置であって、前記符号化画像データの復号化結果と、当該符号化画像データに対応する、すでに復号化された予測画像データとを加算して、元のピクチャを表す画像データを復号化する復号手段と、復号化された前記画像データに対して画素間フィルタ演算を施す複数の画素間フィルタのうちから１つを選択する選択手段と、選択された前記画素間フィルタによる前記演算が施された画像データから、別の符号化画像データに対応する予測画像データを生成する予測画像生成手段とを備えることを特徴とする。

【０１５２】従って、本発明に係る画像復号化装置では、画像復号化装置の処理能力や画像の参照の有無に応じて画素間フィルタを選択し、予測画像を生成することができるという効果がある。また、画像符号化装置で画素間フィルタを切り替えた場合は、画像復号化装置でも対応する画素間フィルタを用いて正しく復号化できる。

【０１５３】さらに、本発明に係る画像符号化装置（及び画像復号化装置）は、繰り返し入力されるフレーム画像を符号化する画像符号化装置等であって、フレーム画像に所定の変換処理を施すことによって符号化を行う符号化手段と、前記符号化手段によって符号化されたフレーム画像に前記変換処理の逆の変換処理を施す逆変換手段と、フレーム画像にフィルタ処理を施すフィルタ手段と、フレーム画像を記憶するための記憶手段と、前記逆変換手段による逆変換処理で得られたフレーム画像に対して、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施した後に当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するか、又は、前記フィルタ手段によるフィルタ処理を施さずに当該フレーム画像を前記記憶手段に格納するように制御する制御手段とを備え、前記符号化手段は、前記記憶手段に格納された過去のフレーム画像を参照しながら前記フレーム画像を符号化することを特徴とする。

【０１５４】これによって、画像符号化（及び画像復号化）において、常に、ノイズ除去等の画素間フィルタをかけるのではなく、必要に応じて、選択的に画素間フィルタをかけることができるので、例えば、画質に大きく影響するフレーム画像だけに対して画素間フィルタをかけることで、処理能力が小さい画像符号化装置（画像復号化装置）であっても画素間フィルタを採用することが可能となり、低ビットレートで高い画質改善効果が得られる。

【０１５５】ここで、前記制御手段は、前記フレーム画像の重要度が高い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像の重要度が低い場合に、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御してもよい。例えば、前記制御手段は、前記フレーム画像が前記符号化手段によって面内符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって面間符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御したり、前記フレーム画像が前記符号化手段によって前方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によって双方向予測符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御したり、前記フレーム画像が前記符号化手段によってベース・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が高いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施し、前記フレーム画像が前記符号化手段によってエンハンスメント・レイヤ符号化が行われたものである場合に、当該フレームの重要度が低いと判断し、当該フレーム画像に対して前記フィルタ処理を施さないように制御してもよい。

【０１５６】これによって、他のフレーム画像に対して大きい影響度を持つフレーム画像、つまり、面内符号化フレーム画像、前方向予測符号化フレーム画像、ベース・レイヤフレーム画像等について優先的に画素間フィル

タが施されるので、同じ処理負荷の増大に対して、より有効に画素間フィルタによるノイズ除去等の画質改善効果を得ることができる。

【０１５７】また、前記制御手段は、当該画像符号化装置（画像復号化装置）の処理能力についての余裕を監視し、余裕がある場合には、より重要度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施し、余裕がない場合には、より重要度の高いフレーム画像までフィルタ処理を施さないように制御してもよい。例えば、前記フレーム画像には、前記重要度に対応する優先順位が対応付けられ、前記制御手段は、当該画像符号化装置が備えるＣＰＵの稼働率を監視することによって前記余裕を監視し、前記稼働率が高い場合には、優先度の高いフレーム画像だけフィルタ処理を施し、前記稼働率が低い場合には、優先度の低いフレーム画像までフィルタ処理を施すように制御してもよい。

【０１５８】これによって、画像符号化装置（画像復号化装置）の処理能力がフルに発揮されるように、フィルタ処理のＯＮ／ＯＦＦを制御することができるので、高い効率でＣＰＵが使用されることとなり、同じハードウェア資源であっても、高画質の符号化（復号化）が実現される。

【０１５９】以上のように、本発明により、低ビットレート（高圧縮率）で高画質の画像符号化及び画像復号化が実現され、特に、限られたハードウェア資源下でのソフトウェアによる画像符号化処理及び画像復号化処理における高い画質改善効果が発揮され、情報通信技術とコンピュータが広く普及した今日における実用的価値は極めて高いと言える。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図２】入力画像のスライスごとに画素間フィルタを切り替える画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図３】（ａ）は、本発明の画像符号化装置が出力する符号化データBitstreamのストリーム構成を示す図である。（ｂ）は、本発明の画像符号化装置が画素間フィルタをスライスを単位として切り替えた場合に出力される符号化データBitstreamのストリーム構成を示す図である。

【図４】本実施の形態１に係る画像符号化装置によって生成された符号化データBitstream1を復号化する画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

【図５】指定された画素間フィルタが内部に備えられていない場合には、備えられている画素間フィルタを代用する画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

【図６】本発明の第２の実施の形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図７】図６に示した画素間フィルタの一例であるデブロック・フィルタの演算内容を示す図である。（ａ）は、フィルタリング前におけるブロック境界付近の画素値を示す図である。（ｂ）は、フィルタリング後におけるブロック境界付近の画素値を示す図である。

【図８】画素間フィルタのフィルタリング処理の流れを示すフローチャートである。

【図９】画素間フィルタ処理を行うか行わないかを選択できる画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

【図１０】さらに出力段に選択可能な画素間フィルタを備えた画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

【図１１】各フレームのピクチャタイプに応じて画素間フィルタを選択することができる画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

【図１２】本発明の実施の形態３に係る画像符号化装置の機能構成を示すブロック図である。

【図１３】図１２に示される優先順位決定部の詳細な機能構成を示すブロック図である。

【図１４】図１２に示されるフィルタ処理制御部の詳細な機能構成を示すブロック図である。

【図１５】図１２に示される画像メモリに格納されているフレーム画像の参照関係を示す図である。

【図１６】図１４に示されるスイッチ切換処理部が実行するスイッチ駆動処理を示すフローチャートである。

【図１７】本発明の実施の形態４に係る画像復号化装置の機能構成を示すブロック図である。

【図１８】上記実施の形態１から実施の形態３の画像符号化方法または画像復号化方法を格納したフレキシブルディスクを用いて、コンピュータシステムにより実施する場合の説明図である。（ａ）は、記録媒体本体であるフレキシブルディスクの物理フォーマットの例を示している。（ｂ）は、フレキシブルディスクの正面からみた外観、断面構造、及びフレキシブルディスクを示し、（ｃ）は、フレキシブルディスクＦＤに上記プログラムの記録再生を行うための構成を示す。

【図１９】コンテンツ配信サービスを実現するコンテンツ供給システムの全体構成を示すブロック図である。

【図２０】携帯電話の外観の一例を示す図である。

【図２１】携帯電話の構成を示すブロック図である。

【図２２】上記実施の形態で示した符号化処理または復号化処理を行う機器、およびこの機器を用いたシステムを説明する図である。

【図２３】従来の画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図２４】従来の画像復号化装置の構成を示すブロック図である。

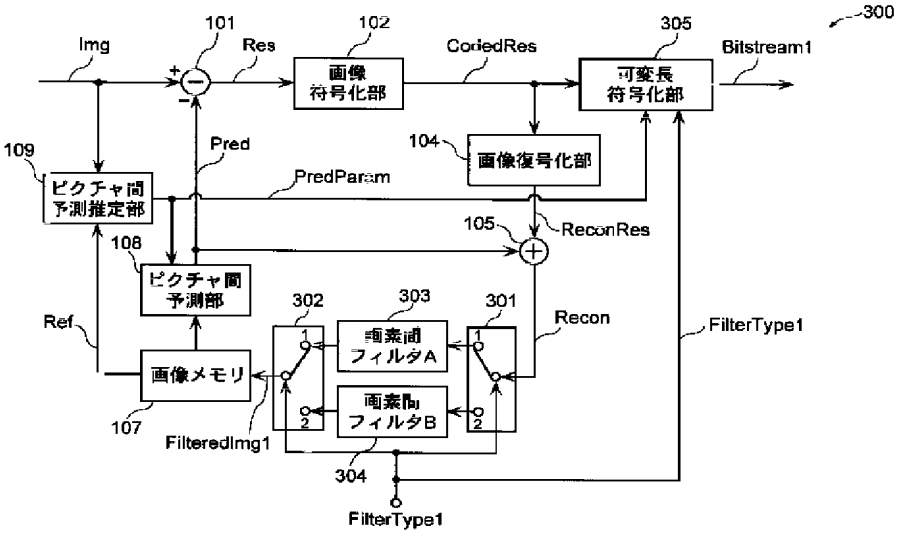
【符号の説明】

３００　画像符号化装置
１０１　差分器
１０２　画像符号化部
１０４　画像復号化部

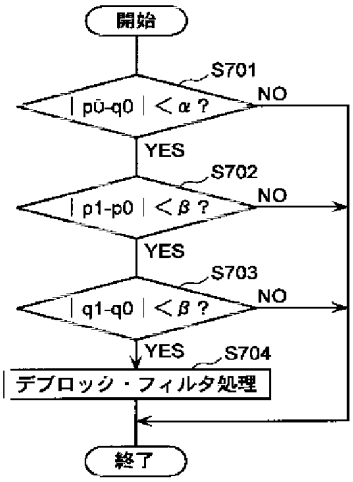
１０５	加算器
１０７	画像メモリ
１０８	ピクチャ間予測部
１０９	ピクチャ間予測推定部
３０１	スイッチ
３０２	スイッチ
３０３	画素間フィルタＡ
３０４	画素間フィルタＢ
３０５	可変長符号化部

Img	画像データ
FilterType1	フィルタ種別データ
Res	差分画像データ
Bitstream1	符号化データ
PredParam	予測パラメータデータ
CodedRes	差分画像符号化データ
FilteredImg1	フィルタ済復号化画像データ
Ref	参照画像データ
Recon	復号化画像データ

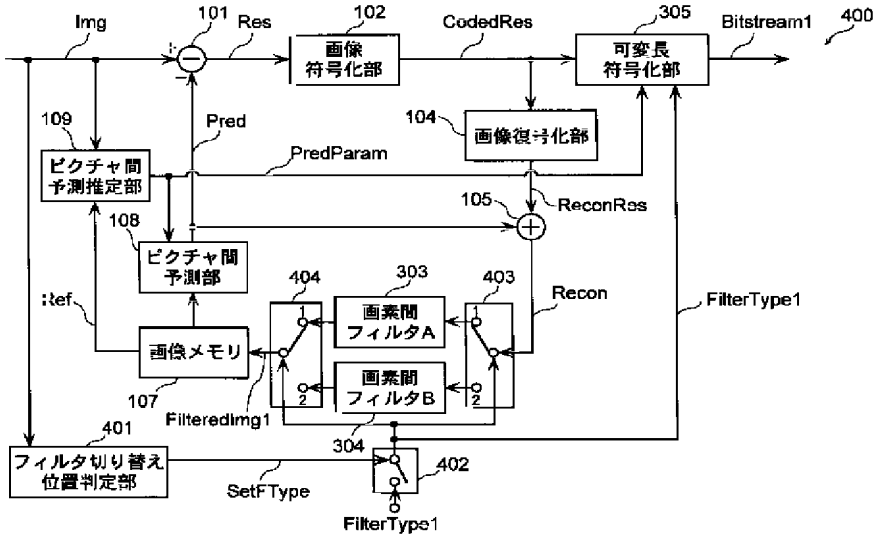
【図１】



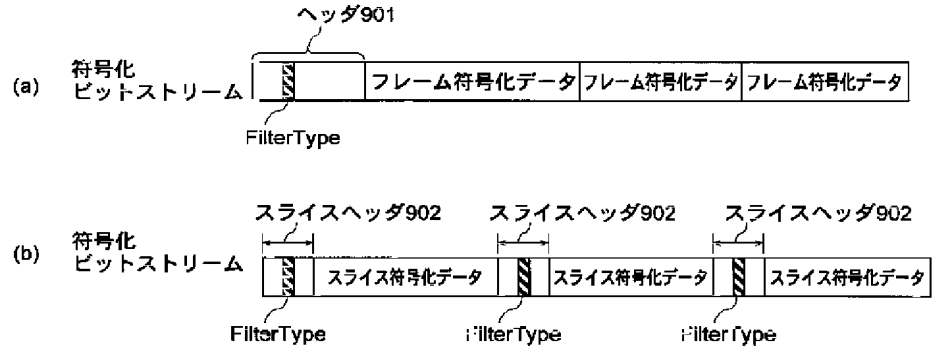
【図８】



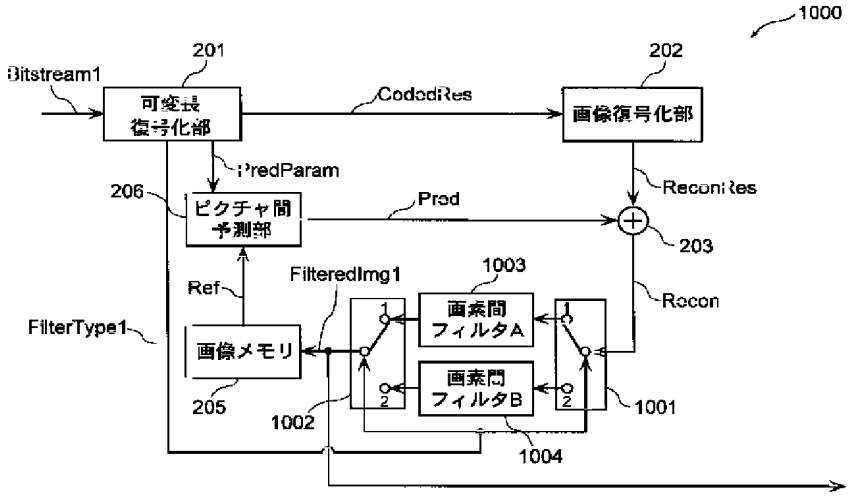
【図２】



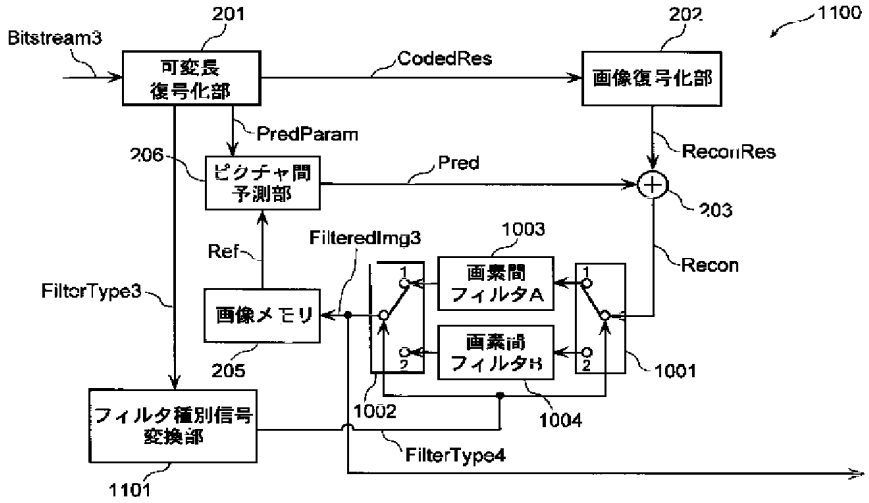
【図３】


(a)
符号化
ビットストリーム
ヘッダ901
フレーム符号化データ
フレーム符号化データ
フレーム符号化データ
FilterType
(b)
符号化
ビットストリーム
スライスヘッダ902
スライスヘッダ902
スライスヘッダ902
スライス符号化データ
スライス符号化データ
スライス符号化データ
FilterType
FilterType
FilterType

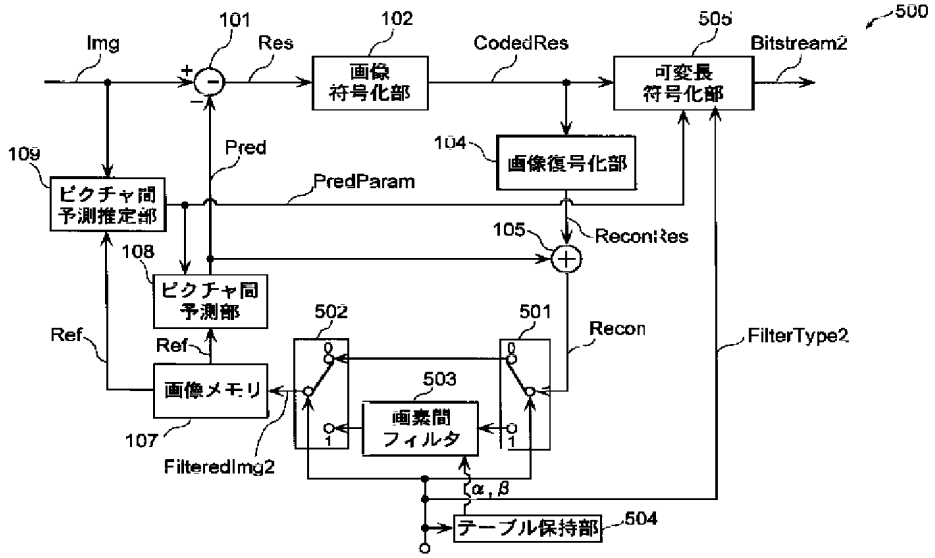
【図４】


1000
201
Bitstream1
可変長
復号化部
CodedRes
202
画像復号化部
PredParam
206
ピクチャ間
予測部
Pred
ReconRes
203
Recon
Ref
FilteredImg1
1003
画素間
フィルタA
画素間
フィルタB
FilterType1
画像メモリ
205
1002
1001
1004

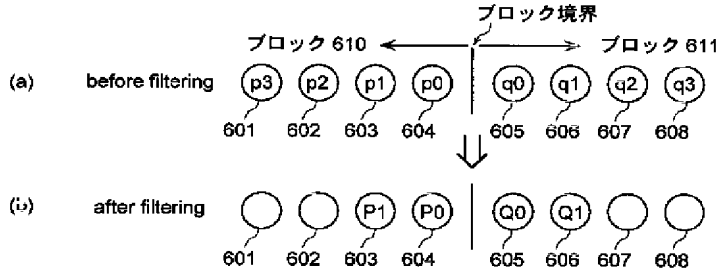
【図５】


1100
201
Bitstream3
可変長
復号化部
CodedRes
202
画像復号化部
PredParam
206
ピクチャ間
予測部
Pred
ReconRes
203
Recon
Ref
FilteredImg3
1003
画素間
フィルタA
画素間
フィルタB
FilterType3
画像メモリ
205
1002
1001
1004
フィルタ種別信号
変換部
1101
FilterType4

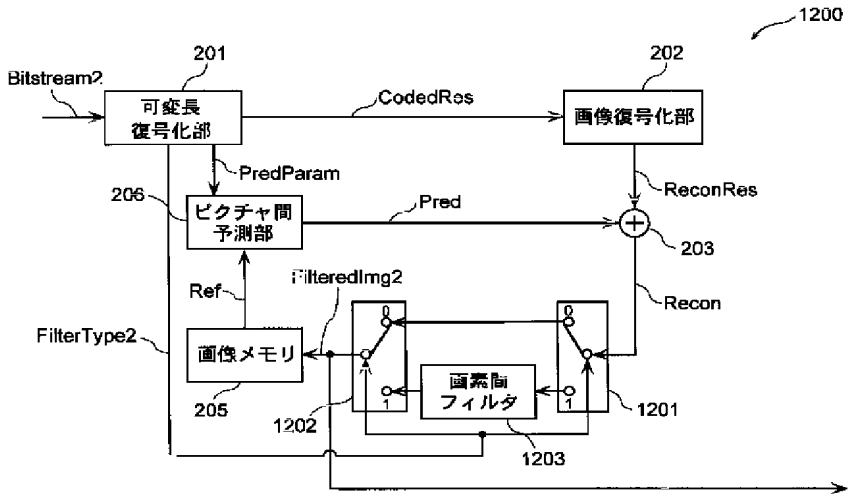
【図6】


500
Img
101
Res
102
画像
符号化部
CodedRes
505
可変長
符号化部
Bitstream2
109
ピクチャ間
予測推定部
Pred
PredParam
104
画像復号化部
105
ReconRes
108
ピクチャ間
予測部
Ref
Ref
画像メモリ
107
FilteredImg2
502
501
Recon
FilterType2
503
画素間
フィルタ
α, β
テーブル保持部
504

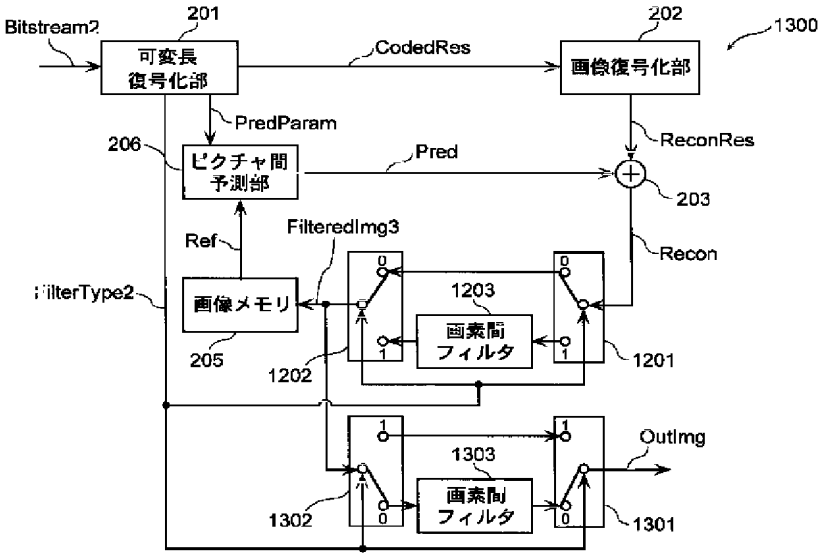
【図7】


ブロック境界
ブロック 610
ブロック 611
(a)
before filtering
p3
p2
p1
p0
q0
q1
q2
q3
601
602
603
604
605
606
607
608
(b)
after filtering
P1
P0
Q0
Q1

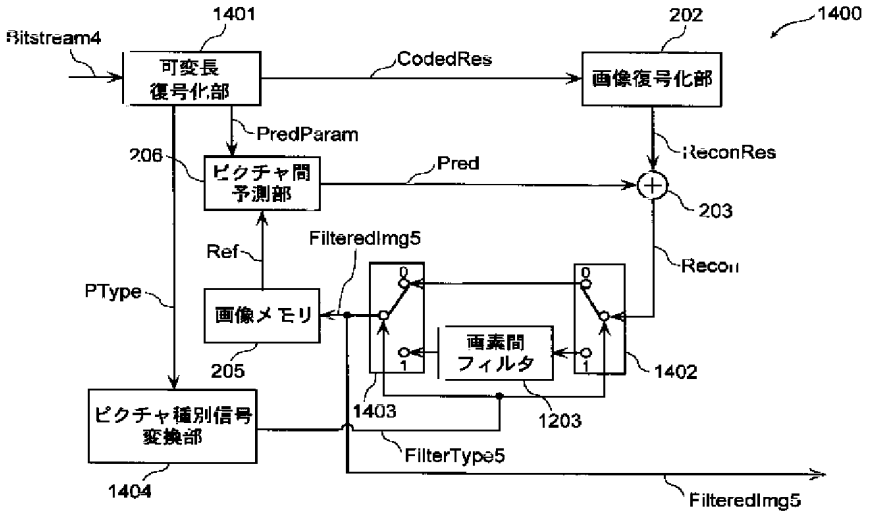
【図9】


1200
201
Bitstream2
可変長
復号化部
CodedRes
202
画像復号化部
PredParam
206
ピクチャ間
予測部
Pred
ReconRes
203
Ref
FilteredImg2
Recon
FilterType2
画像メモリ
205
画素間
フィルタ
1202
1201
1203

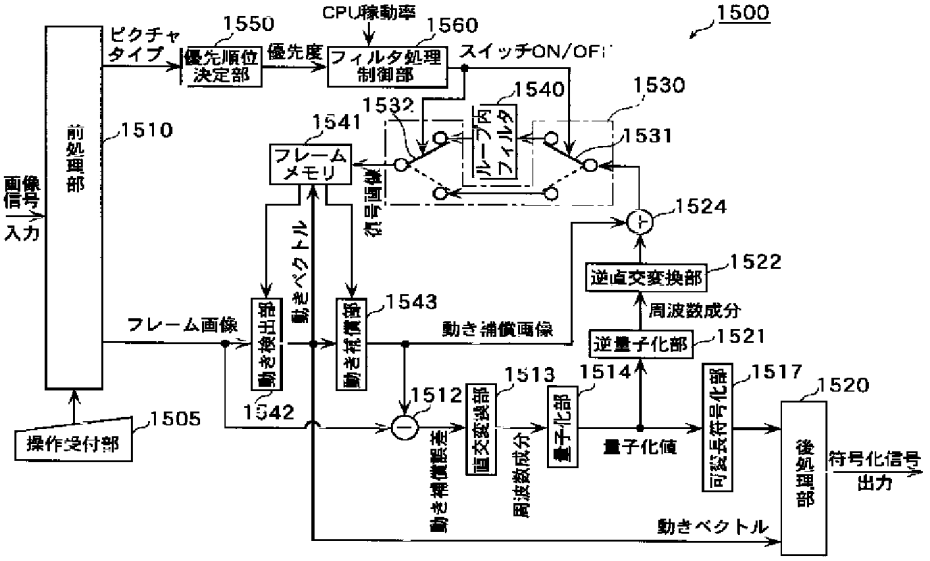
【図１０】


Bitstream2
201
可変長
復号化部
CodedRes
202
画像復号化部
1300
PredParam
206
ピクチャ間
予測部
Pred
ReconRes
203
Ref
FilteredImg3
Recon
FilterType2
画像メモリ
1203
画素間
フィルタ
205
1202
1201
OutImg
1303
画素間
フィルタ
1302
1301

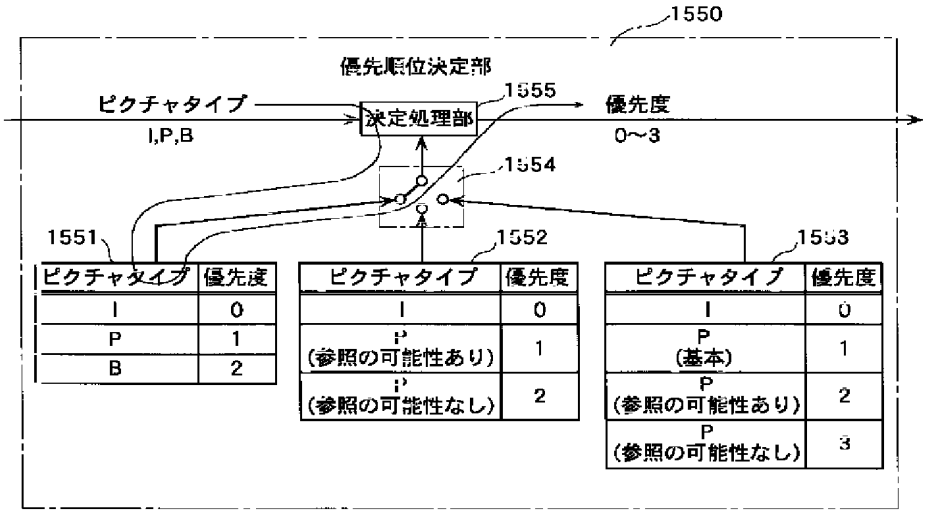
【図１１】


Bitstream4
1401
可変長
復号化部
CodedRes
202
画像復号化部
1400
PredParam
206
ピクチャ間
予測部
Pred
ReconRes
203
Ref
FilteredImg5
Recon
PType
画像メモリ
画素間
フィルタ
205
1402
ピクチャ種別信号
変換部
1403
1203
FilterType5
1404
FilteredImg5

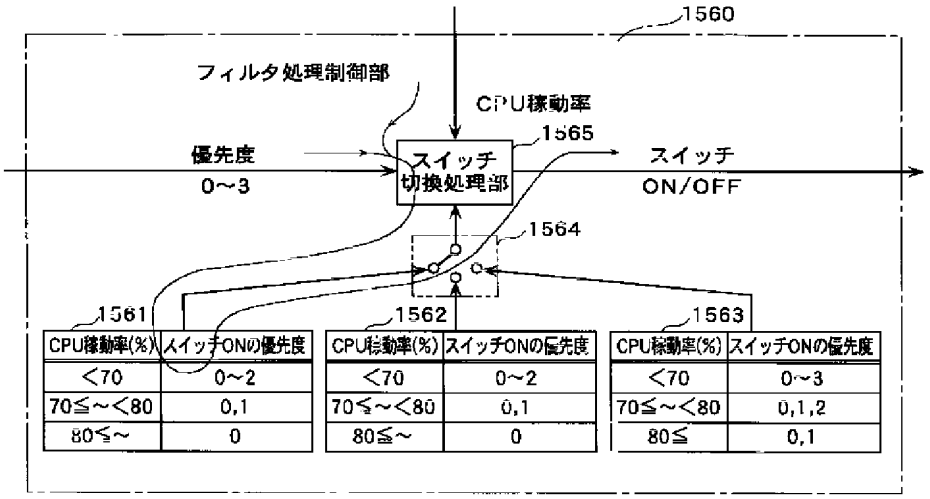
【図１２】


1500
CPU稼動率
1560
フィルタ処理制御部
スイッチON/OFF
1550
優先順位決定部
ピクチャタイプ
優先度
1510
前処理部
画像信号入力
1540
1530
1532
1541
フレームメモリ
ループ内フィルタ
1531
符号化
1524
逆直交変換部
1522
周波数成分
逆量子化部
1521
1543
動き補償画像
フレーム画像
動き検出部
動きベクトル
動き補償部
1513
1514
1517
1520
1512
1542
直交変換部
量子化部
可変長符号化部
後処理部
符号化信号出力
量子化値
周波数成分
動き補償画像
動きベクトル
1505
操作受付部

【図１３】


1550
優先順位決定部
ピクチャタイプ
I,P,B
1555
決定処理部
優先度
0〜3
1554
1551
1552
1553
ピクチャタイプ
優先度
I
0
P
1
B
2
ピクチャタイプ
優先度
I
0
P
(参照の可能性あり)
1
P
(参照の可能性なし)
2
ピクチャタイプ
優先度
I
0
P
(基本)
1
P
(参照の可能性あり)
2
P
(参照の可能性なし)
3

【図14】

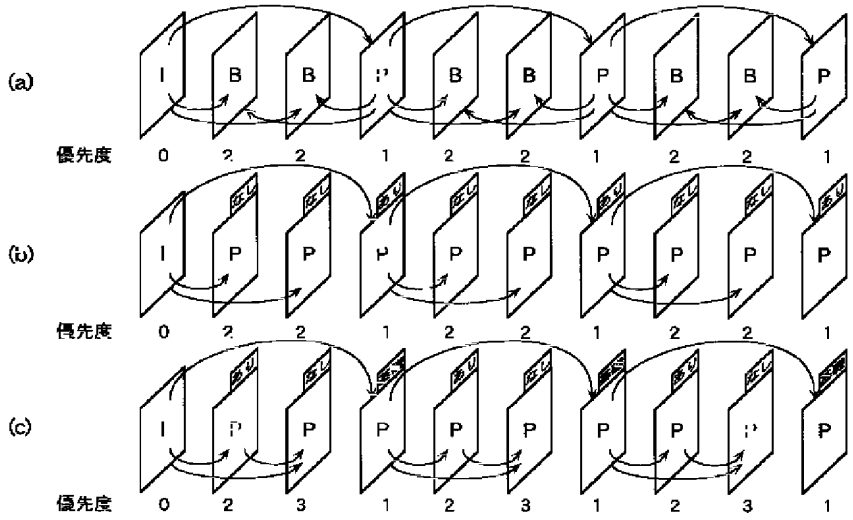


CPU稼動率(%)	スイッチONの優先度
<70	0〜2
70≦〜<80	0,1
80≦〜	0

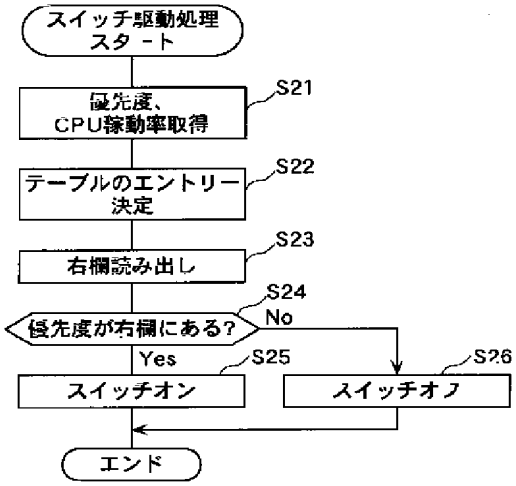
CPU稼動率(%)	スイッチONの優先度
<70	0〜2
70≦〜<80	0,1
80≦〜	0

CPU稼動率(%)	スイッチONの優先度
<70	0〜3
70≦〜<80	0,1,2
80≦	0,1

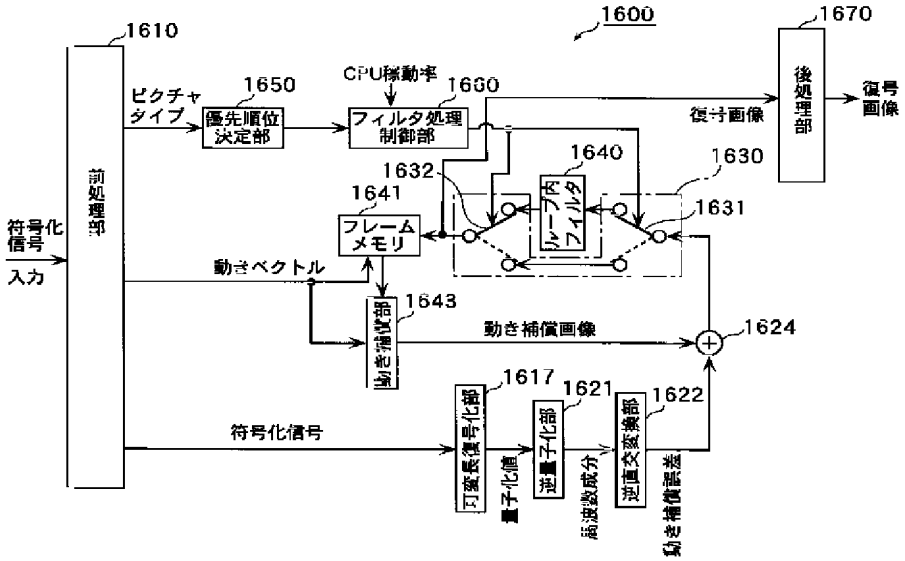
【図15】



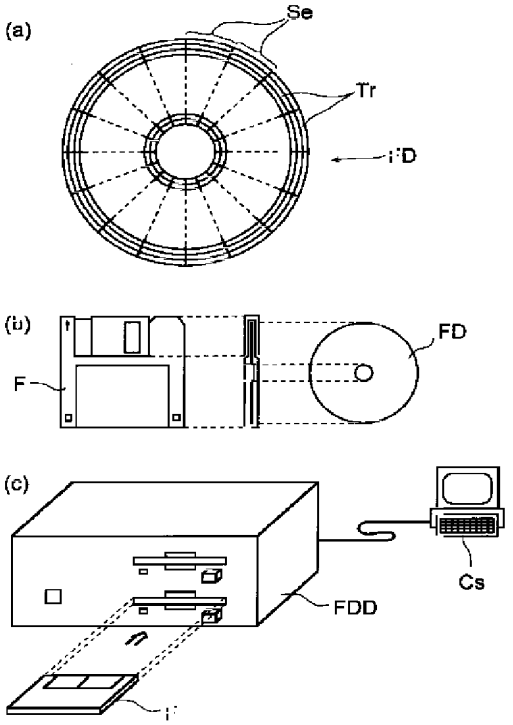
【図１６】


スイッチ駆動処理
スタ ート
優先度、
CPU稼動率取得
S21
テーブルのエントリー
決定
S22
右欄読み出し
S23
S24
優先度が右欄にある?
No
Yes
S25
S26
スイッチオン
スイッチオフ
エンド

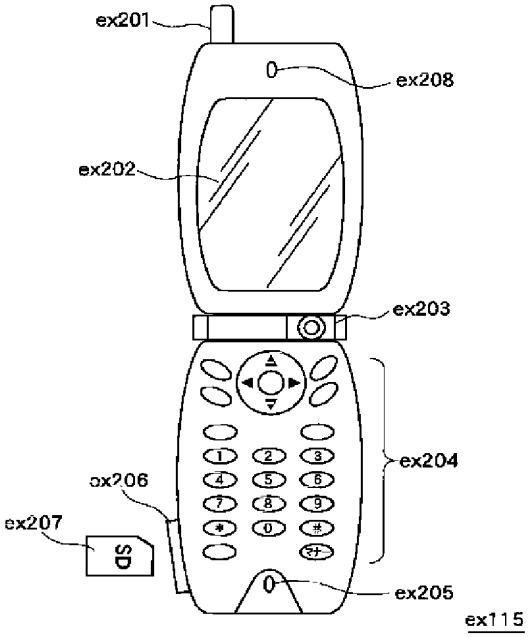
【図１７】


1600
1610
前処理部
符号化
信号
入力
ピクチャ
タイプ
1650
優先順位
決定部
CPU稼動率
フィルタ処理
制御部
1660
復号画像
1670
後処理部
復号
画像
1632
1640
1630
1641
フレーム
メモリ
ループ内
フィルタ
1631
動きベクトル
1643
動き補償部
動き補償画像
1624
1617
1621
1622
符号化信号
可変長復号化部
逆量子化部
逆直交変換部
量子化値
高域成分
動き補償誤差

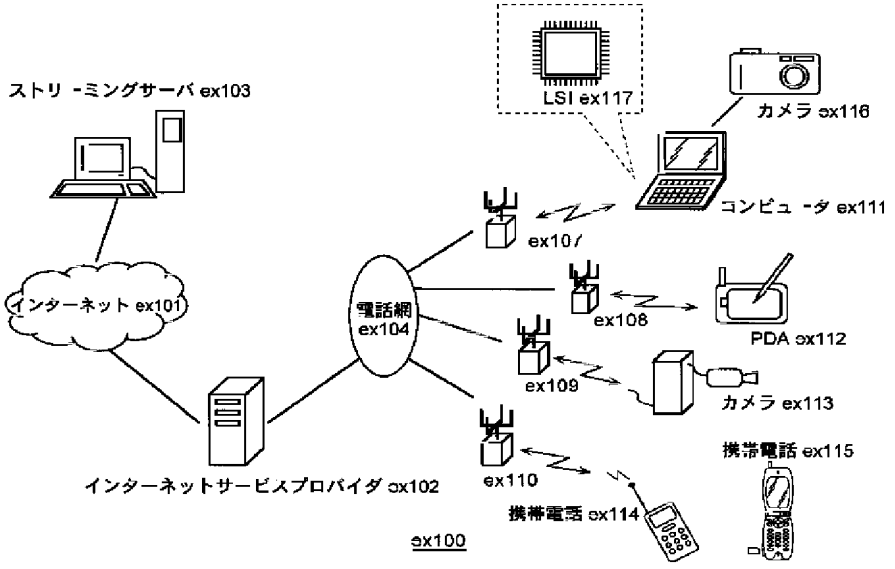
【図１８】


(a)
Se
Tr
(b)
FD
F
(c)
Cs
FDD

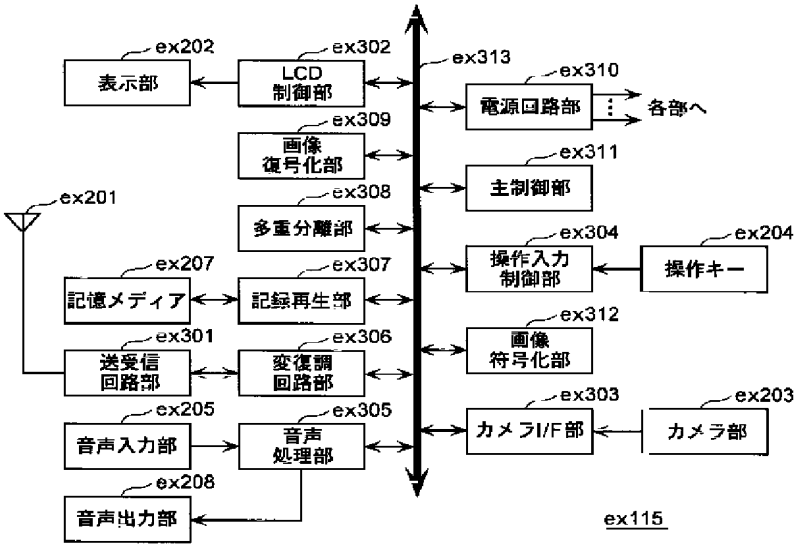
【図２０】


ex201
ex208
ex202
ex203
ex204
ex206
ex207
ex205
ex115

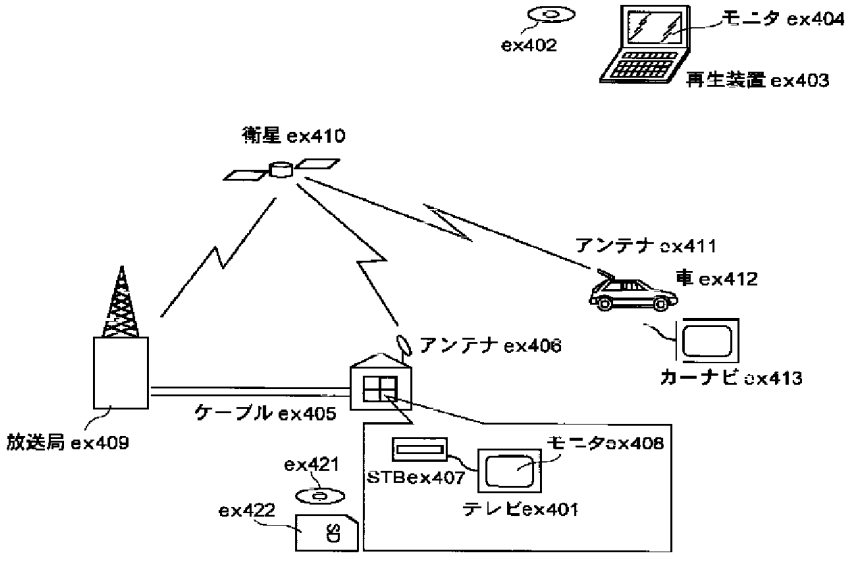
【図１９】


ストリ -ミングサーバ ex103
LSI ex117
カメラ ex116
コンピュ -タ ex111
ex107
インターネット ex101
電話網 ex104
ex108
PDA ex112
ex109
カメラ ex113
携帯電話 ex115
ex110
インターネットサービスプロバイダ ex102
携帯電話 ex114
ex100

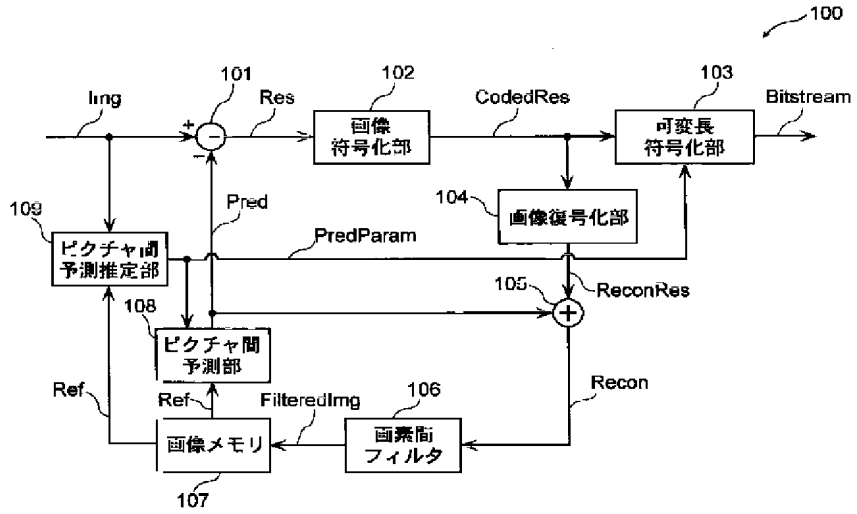
【図２１】


ex202
表示部
ex302
LCD
制御部
ex313
ex310
電源回路部
各部へ
ex309
画像
復号化部
ex311
主制御部
ex201
ex308
多重分離部
ex304
操作入力
制御部
ex204
操作キー
ex207
記憶メディア
ex307
記録再生部
ex312
画像
符号化部
ex301
送受信
回路部
ex306
変復調
回路部
ex303
ex203
カメラI/F部
カメラ部
ex205
音声入力部
ex305
音声
処理部
ex208
音声出力部
ex115

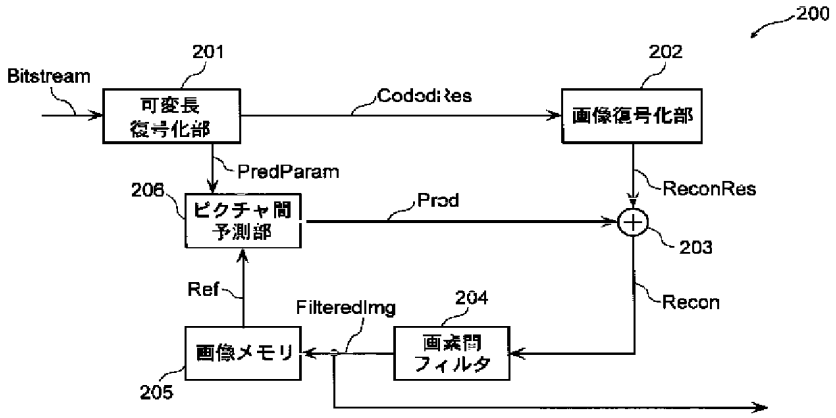
【図２２】


ex402
モニタ ex404
再生装置 ex403
衛星 ex410
アンテナ ex411
車 ex412
アンテナ ex406
カーナビ ex413
ケーブル ex405
放送局 ex409
モニタex408
ex421
STBex407
ex422
テレビex401

【図２３】



【図２４】



フロントページの続き

Ｆターム(参考)　5C059 KK01 MA05 MA14 ME01 PP05
PP06 PP07 SS10 SS20 TA69
TB04 TC01 TD13 UA02 UA12
UA33 UA38 UA39
5J064 AA01 AA04 BA16 BB01 BC01
BC11 BC16 BC26 BD02

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14981345
Filing Date:	28-Dec-2015
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
RCE- 1st Request	1801	1	1200	1200
		Total in USD ($)		**1200**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	27039680
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Filer Authorized By:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	27-SEP-2016
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	09:15:26
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$1200
RAM confirmation Number	10721
Deposit Account	070832
Authorized User	Lu, Xiaoan

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Request for Continued Examination (RCE)	PU060222_CNT_RCE_signed.pdf	697905 e4308a75c780b061bbb4ed0b18151e9386287ce8	no	3
Warnings:					
Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	PU060222_US_CNT_IDS_signed.pdf	613490 4594ff71cfbe743f7947394d02de544eef6d1224	no	5
Warnings:					
Information:					
3	Foreign Reference	EP772365.pdf	1719433 592febb9c0804c74845876765c5282f1e7497993	no	39
Warnings:					
Information:					
4	Foreign Reference	EP781053.pdf	600054 a304d84c92f9931bebc90a1c0b5d0102882bb521	no	9
Warnings:					
Information:					
5	Foreign Reference	JP2000059769.pdf	1307870 bc545d8014c24e568a610ad7cf032f6cb7a9f537	no	25
Warnings:					
Information:					
6	Foreign Reference	CN1663258.pdf	2794702 e081c4250035b68309d72114abb2d0292de261d1	no	54
Warnings:					
Information:					

7	Foreign Reference	JP2003179933.pdf	2216308 9fead61981e646316dfe3d478518635a414359d1	no	37
Warnings:					
Information:					
8	Non Patent Literature	FAN_ETAL_JPEG_Decompression.pdf	361453 2538254c2ae59b4b5c1f6f67f598a3fd376088ef	no	6
Warnings:					
The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing					
Information:					
9	Non Patent Literature	GULERYUZ_A_nonlinear_loop_filter.pdf	391083 389b0cd3cdb5b2b6978c61a1b0f0c78de24ab674	no	4
Warnings:					
Information:					
10	Non Patent Literature	LEE_ETAL_LoopFilteringAndPostFiltering.pdf	435602 788838bb9945c7bd4ca3799fd4ab663a6a635337	no	6
Warnings:					
The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing					
Information:					
11	Non Patent Literature	ITU_H264_MPEG4_AVC_cute.pdf	4685971 5c9e4e7c5ca7bafcbbe44e3fbaff79a3da36b653	no	564
Warnings:					
Information:					
12	Non Patent Literature	ITUT_H264_AdvancedVideoCoding2005.pdf	2846011 f3e81a7e5276d4004ca0b9115c2ce0a33a371157	no	343
Warnings:					
Information:					
13	Non Patent Literature	Park_etal_TheoryOfProjectionOntoTheNarrowQuantization.pdf	1340734 a0de85a499eefd14350cca3843dcb0727e53c225	no	13

Warnings:					
The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing					
Information:					
14	Non Patent Literature	ITUT_H261_LineTransmissionOfNonTelephoneSignals.pdf	981274 4e502d4cd77fe430503c0fe5d3384aadc71cc73f	no	29
Warnings:					
Information:					
15	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30323 c8f0d51d1fc63ffe8c806a4951121f02a0d2652f	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	21022213		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/06 (09-11)
Approved for use through 1/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 14/981,345	Filing Date 12/28/2015	☐ To be Mailed

ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $310 ($155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).			
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT **09/27/2016**

	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
Total (37 CFR 1.16(i))	* 20	Minus	** 24	= 0	X $80 =	0
Independent (37 CFR 1.16(h))	* 5	Minus	***6	= 0	X $420 =	0
☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
					TOTAL ADD'L FEE	0

AMENDMENT

	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =	
Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =	
☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
					TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

LIE
Davina Butler

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

24498 7590 11/03/2016

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER
AHMED, SAMIR ANWAR

ART UNIT	PAPER NUMBER
2665	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
11/03/2016	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

uspto@technicolor.com
pat.verlangieri@technicolor.com
russell.smith@technicolor.com

Examiner-Initiated Interview Summary	Application No.	Applicant(s)	
	14/981,345	KAO ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	SAMIR AHMED	2665	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

(1) *SAMIR AHMED*. (3)_____.

(2) *Xiaoan Lu (Reg.# 68,449)*. (4)_____.

Date of Interview: *26 October 2016*.

Type: ☒ Telephonic ☐ Video Conference
☐ Personal [copy given to: ☐ applicant ☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: ☐ Yes ☒ No.
If Yes, brief description: _____.

Issues Discussed ☐101 ☐112 ☐102 ☐103 ☐Others
(For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: *21-24*.

Identification of prior art discussed: _____.

Substance of Interview
(For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Applicant's representative did not agree to cancel claims 21-24..

Applicant recordation instructions: It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of interview.

Examiner recordation instructions: Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

☐ Attachment

/SAMIR AHMED/ Primary Examiner, Art Unit 2665	

Office Action Summary	Application No. 14/981,345	Applicant(s) KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

1)☐ Responsive to communication(s) filed on *interview on 10/26/2016*.

☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.

2a)☐ This action is **FINAL**. 2b)☒ This action is non-final.

3)☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

4)☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims*

5)☐ Claim(s) _____ is/are pending in the application.

5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.

6)☒ Claim(s) *1-20* is/are allowed.

7)☒ Claim(s) *21-24* is/are rejected.

8)☐ Claim(s) _____ is/are objected to.

9)☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

10)☐ The specification is objected to by the Examiner.

11)☐ The drawing(s) filed on _____ is/are: a)☐ accepted or b)☐ objected to by the Examiner.

Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).

Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

12)☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

Certified copies:

a)☐ All b)☐ Some** c)☐ None of the:

1.☐ Certified copies of the priority documents have been received.

2.☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.

3.☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

** See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

1) ☒ Notice of References Cited (PTO-892)

2) ☒ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b) Paper No(s)/Mail Date _____.

3) ☒ Interview Summary (PTO-413) Paper No(s)/Mail Date. _____ .

4) ☐ Other: _____.

DETAILED ACTION

1. The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

Continued Examination Under 37 CFR 1.114

2. A request for continued examination under 37 CFR 1.114, including the fee set forth in 37 CFR 1.17(e), was filed in this application after allowance or after an Office action under *Ex Parte Quayle*, 25 USPQ 74, 453 O.G. 213 (Comm'r Pat. 1935). Since this application is eligible for continued examination under 37 CFR 1.114, and the fee set forth in 37 CFR 1.17(e) has been timely paid, prosecution in this application has been reopened pursuant to 37 CFR 1.114. Applicant's submission filed on 9/27/2016 has been entered.

Terminal Disclaimer

3. The terminal disclaimer filed on 6/13/2016 disclaiming the terminal portion of any patent granted on this application which would extend beyond the expiration date of US 9,277,243 has been reviewed and is accepted. The terminal disclaimer has been recorded.

4. In response to the terminal disclaimer filed on 6/13/2016, the nonstatutory double patenting rejection of claim 1 over claim 1 of U.S. Patent No. Patent 9,277,243 in view of Francois et al. (US Application Publication 2010/0150229) mailed on 4/12/2016 is withdrawn.

Claim Rejections - 35 USC § 102

5. The following is a quotation of the appropriate paragraphs of pre-AIA 35 U.S.C. 102 that form the basis for the rejections under this section made in this Office action:

> A person shall be entitled to a patent unless –
>
> (b) the invention was patented or described in a printed publication in this or a foreign country or in public use or on sale in this country, more than one year prior to the date of application for patent in the United States.

6. Claim(s) 21-24 is/are rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Lee et al. (US 2003/0219073).

Claim 21 recites “a non-transitory computer readable medium with a video signal stored therein, the video signal comprising an image region encoded using in-loop filtering”. “Video signal comprising an image region encoded using in-loop filtering” is non-functional descriptive data. Non-functional descriptive data does not distinguish over the prior art because the difference is in the structure of the data. Lee et al. discloses a CD-ROMs (non-transitory computer readable medium) (par. [0032]) storing video images (par [0014] and Fig. 4) encoded using in-loop filtering (par [0009]-[0010]). The claim is anticipated by Lee et al. because non-functional descriptive data does not distinguish over the prior art as the difference is in the structure of the data.

As to claims 22-24 refer to claim 21 rejection.

7. Claims 1-20 are allowed.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to SAMIR AHMED whose telephone number is (571)272-7413. The examiner can normally be reached on Mon-Fri 8:30am-6:00pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Bhavesh Mehta can be reached on (571) 272-7453. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/SAMIR AHMED/
Primary Examiner, Art Unit 2665

Examiner-Initiated Interview Summary	Application No.	Applicant(s)	
	14/981,345	KAO ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	SAMIR AHMED	2665	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

(1) *SAMIR AHMED*. (3)_____.

(2) *Xiaoan Lu (Reg.# 68,449)*. (4)_____.

Date of Interview: *26 October 2016*.

Type: ☒ Telephonic ☐ Video Conference
☐ Personal [copy given to: ☐ applicant ☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: ☐ Yes ☒ No.
If Yes, brief description: _____.

Issues Discussed ☐101 ☐112 ☐102 ☐103 ☐Others
(For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: *21-24*.

Identification of prior art discussed: _____.

Substance of Interview
(For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Applicant's representative did not agree to cancel claims 21-24..

Applicant recordation instructions: It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of interview.

Examiner recordation instructions: Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

☐ Attachment

/SAMIR AHMED/ Primary Examiner, Art Unit 2665	

Notice of References Cited	Application/Control No. 14/981,345	Applicant(s)/Patent Under Reexamination KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	CPC Classification	US Classification
*	A	US-2006/0153301 A1	07-2006	Guleryuz; Onur G.	H04N19/159	375/240.16
	B	US-				
	C	US-				
	D	US-				
	E	US-				
	F	US-				
	G	US-				
	H	US-				
	I	US-				
	J	US-				
	K	US-				
	L	US-				
	M	US-				

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	CPC Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO Meng-Ping
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/S.A./	1	5590064		1996-12-31	ASTLE	
/S.A./	2	6909745		2005-06-21	PURI ET AL.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/S.A./	1	20020080882		2002-06-27	KITAGAWA	
/S.A./	2	20030219073		2003-11-27	LEE ET AL.	=JP2000059769
/S.A./	3	20130077693		2013-03-28	DOLBY LABS LICENSING CORP.	=CN1663258
/S.A./	4	20120213276		2012-08-23	HAGAI ET AL.	=JP2003179933

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO Meng-Ping
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
/S.A./	1	EP0781053	EP		1997-06-25	LUCENT TECHNOLOGIES INC.		
/S.A./	2	EP0772365	EP		1997-05-07	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD		
/S.A./	3	JP200059769	JP		2000-02-25	SAMSUNG ELECTRONIC CO LTD	=US20030219073	
/S.A./	4	CN1663258	CN		2005-08-30	DOLBY LABS LICENSING CORP.	=US20130077693	
/S.A./	5	JP2003179933	JP		2003-06-27	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD.	=US20120213276	

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
/S.A./	1	FAN ET AL.: "JPEG decompression with reduced artifacts' Journal of the American Veterinary Medical Association, vol. 2186, 9 February 1994, pages 50-55, ISSN: 0003-1488 page 53, paragraph 2.2	
/S.A./	2	LEE ET AL.: "Loop-filtering and post-filtering for low bit-rates moving picture coding" Image processing, 1999. ICIP 99. Proceedings 1999 international conference on Kobe, Japan 24-28 Oct. 1999, Vol. 1, 24 October 1999, pages 94-98.	
/S.A./	3	GULERYUZ ET AL.: "A Nonlinear Loop Filter for Quantization Noise Removal in Hybrid Video Compression," Proc. IEEE Int'l Conf. on Image Proc. (ICIP2005), Genova, Italy, Sept. 2005.	

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO Meng-Ping
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

/S.A./	4	PARK ET AL., "Theory of Projection onto the Narrow Quantization Constraint Set and Its Application", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 3, No. 10, October 1999.
/S.A./	5	ITU-T H.261 Line transmission of non telephone signals, Video codec for audiovisual services AT px64kbits; March 1993, pages I, 1-25, XP55224103
/S.A./	6	ITU-T H264: "Advanced video coding for generic audiovisual services", May 2005.
/S.A./	7	ITU-T H.264: "Audiovisual and Multimedia Systems, November 2007.

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/Samir Ahmed/	Date Considered	10/27/2016

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO Meng-Ping
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

Fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ None

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Xiaoan Lu/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-09-27
Name/Print	Xiaoan Lu	Registration Number	68449

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these record s.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	04/01/2016	06/22/2016	10/27/2016						
	1	✓	=	=						
	2		=	=						
	3		=	=						
	4		=	=						
	5		=	=						
	6		=	=						
	7		=	=						
	8		=	=						
	9		=	=						
	10		=	=						
	11		=	=						
	12		=	=						
	13		=	=						
	14		=	=						
	15		=	=						
	16		=	=						
	17		=	=						
	18		=	=						
	19		=	=						
	20		=	=						
	21		-	✓						
	22		-	✓						
	23		-	✓						
	24		-	✓						

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	1	14/981345	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:08
L2	2	12/312386	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:09
L3	3	"9277243"	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:11
L4	72021	first near2 filter$3 with second near2 filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:14
L5	34	L4 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:15
L6	9011	375/240.12.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:15
L7	5	L6 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:15
L8	183	L6 and L4	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:16
L9	29	L8 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:17
L10	1680	375/240.13.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:19
L11	0	L10 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or	US-PGPUB; USPAT; USOCR;	OR	ON	2016/10/27 20:19

		deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			
L12	18	L10 and L4	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:19
L13	2	L12 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:20
L14	2175	375/240.27.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:20
L15	2	L14 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:21
L16	24	L14 and L4	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:21
L17	1	L16 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:21
L18	21793	((382/232) or (382/236) or (382/238) or (382/251) or (375/240.02) or (375/240.03) or 9375/12)or (375/13) or (375/240.13)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:22
L19	12	L18 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:22
L20	338	L18 and L4	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:22
L21	45	L20 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:23
L22	23	L21 and signaling	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:23
L23	6744	(G06T5/001 OR G06T5/002 OR H04N7/50 OR H04N7/64 OR H04N7/26888 OR H04N7/26244 OR H04N7/26276).CPC.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:23
L24	2	L23 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:23
L25	520	L23 and L4	US-PGPUB;	OR	ON	2016/10/27

			USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			20:24
L26	1	L25 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:24
L27	917	G06T5/001.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:24
L28	0	L27 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:25
L29	56	L27 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:26
L30	0	L29 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:26
L31	14260	G06T5/002.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:26
L32	2	L31 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:27
L33	468	L31 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:27
L34	0	L33 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:27
L35	2117	H04N7/50.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:28
L36	0	L35 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:28
L37	4	L35 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:28
L38	1	L37 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:28
L39	98	H04N7/64.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:29
L40	0	L39 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT;	OR	ON	2016/10/27 20:29

			IBM_TDB			
L41	0	L39 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2016/10/27 20:29
L42	1	L39 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:29
L43	225	H04N7/26888.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:30
L44	0	L43 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:30
L45	2	L43 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:30
L46	0	L45 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:31
L47	1044	H04N7/26244.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:31
L48	0	L47 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:31
L49	2	L47 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:32
L50	0	L49 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:32
L51	145	H04N7/26276.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:32
L52	0	L51 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:32
L53	2	L51 and ((macroblock adj1 level)	US-PGPUB;	OR	ON	2016/10/27

		(slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			20:33
L54	45	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:33
L55	31	L54 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:33
L56	13	L55 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:34
L57	43	L54 and level	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:34
L58	35	L57 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:34
L59	19398	quantization with filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:34
L60	12577	L59 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:34
L61	32	L60 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:35
L62	15	L61 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:35
L63	45	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:35
L64	31	L63 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:36
L65	13	L64 and ((macroblock adj1 level)	US-PGPUB;	OR	ON	2016/10/27

		(slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			20:36
L66	17	(meng-ping near2 kao).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:36
L67	2403	(peng near2 yin).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:37
L68	15	L67 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:37
L69	258	(oscar near2 escoda).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:37
L70	4	L69 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:38
L71	21215	(thomson near2 licensing).as.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:38
L72	135	L71 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:38
L73	2	L72 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:38
L74	4	"5590064".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:40
L75	5	"6909745".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:42
L76	3	"20020080882".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:43
L77	2	"20030219073".pn.	US-PGPUB;	OR	ON	2016/10/27

			USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			20:43
L78	3	"20130077693".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:44
L79	2	"20120213276".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/27 20:46

10/27/2016 8:48:09 PM
C:\Users\sahmed1\Documents\EAST\Workspaces\14981345.wsp

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

CPC- SEARCHED

Symbol	Date	Examiner
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	4/1/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	6/22/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	10/27/2016	/SA/

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED

Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
382	232, 236, 238, 251	4/1/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	4/1/2016	/SA/
382	232, 236, 251	6/22/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	6/22/2016	/SA/
382	232, 236, 238, 251.	10/27/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27.	10/27/2016	/SA/

SEARCH NOTES

Search Notes	Date	Examiner
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	6/22/2016	/SA/

SEARCH NOTES		
Search Notes	**Date**	**Examiner**
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	6/22/2016	/SA/
Searched inventors' names	6/22/2016	/SA/
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	10/27/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	10/27/2016	/SA/
Inventor and assignee search	10/27/2016	/SA/
EAST text limited search (USPAT, US-PUPUB, EPO, JPO, DERWENT, IBM_TDB, USOCR, FPRS) - See search history__printout.	10/27/2016	/SA/

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	**US Subclass / CPC Group**	**Date**	**Examiner**
	EAST PGPUB text search see interference history printout	6/22/2016	/SA/

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	6807317		2004-10-19	MATHEW ET AL.	
	2	8537903		2013-09-17	LIM	
	3	8135234		2012-03-13	TOURAPIS ET AL.	
	4	7924925		2011-04-12	HE	
	5	7551232		2009-06-23	WINGER ET AL.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1							

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1	JIANG: "Adaptive Rate Control for Advanced Video Coding", Santa Clara University Department of Computer Engineering, January 25, 2006, pages 1-153.	
	2	KALVA ETAL: "Complexity Estimation of the H264 Coded Video Bitstreams", Department of Computer and Engineering, Florida Atlantic University, Boca Raton, FL. The computer journal Vol. 48, No 5, 2005, pages 504-513.	
	3	OSTERMANN ETAL: "Video coding with H264 AVC: Tools, Performance, and Complexity" IEEE CIRCUITS AND SYSTEMS MAGAZINE, FIRST QUARTER 2004, pages 7-28	
	4	WIEGAND ETAL, Overview of the H264 AVC Video Coding Standard, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 13, NO. 7, JULY 2003	
	5	YADAV: "Optimization of the Deblocking Filter in H264 Codec for Real Time Implementation, The University of Texas at Arlington, MAY 2006	

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature		Date Considered	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

☒ Fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

None

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Xiaoan Lu/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-12-01
Name/Print	Xiaoan Lu	Registration Number	68449

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these record s.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14981345
Filing Date:	28-Dec-2015
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Submission- Information Disclosure Stmt	1806	1	180	180
		Total in USD ($)		**180**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	27664783
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Filer Authorized By:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	01-DEC-2016
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	13:56:37
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	$180
RAM confirmation Number	120216INTEFSW00000216070832
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	PU060222_US_CNT_IDS_01DEC2016_signed.pdf	612892 6caa4a529bd94f95f7a1f1f547c3d769fddc96e4	no	5
Warnings:					
Information:					
2	Non Patent Literature	JIANG_AdaptiveRateControlForAdvancedVideoCoding.pdf	16134966 d24e0ca1381242fb402e35e1fef0dab733ad34a7	no	153
Warnings:					
Information:					
3	Non Patent Literature	KALVA_ETAL_ComplexityEstimationH264CodedVideoBitstreams.pdf	719876 bd83ee76b9307febd4b2efa67a98c521c820fdd8	no	10
Warnings:					
The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing					
Information:					
4	Non Patent Literature	OSTERMANN_etal_Video_coding_with_H264_AVC.pdf	3770004 cf64f6e93c3a3fe346b560fb61589672258c73f7	no	22
Warnings:					
Information:					
5	Non Patent Literature	WIEGAND_etal_Overview_H264_AVC_VideoCodingStandard.pdf	1309145 9fc89832416be15154e2730cd6844fbc724023dd	no	17
Warnings:					
Information:					
6	Non Patent Literature	YADAV_Optimization_of_theDeblockingFilter_H264.pdf	7328239 92509a4b2e7777c4b0579a739038f504d6cf6d22	no	112
Warnings:					

The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing

Information:

7	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30595 01cb56a20c0fb11d49864f6663ebc44538f813be	no	2

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	29905717

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	**:**	**Meng-Ping Kao, et al.**
Serial No.	**:**	**14/981,345**
Filed	**:**	**December 28, 2015**
Title	**:**	**Methods and Apparatus for In-loop De-artifact Filtering**
Examiner	**:**	**AHMED, SAMIR ANWAR**
Art Unit	**:**	**2665**
Conf. No.	**:**	**6062**

AMENDMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Responsive to the Office action mailed November 3, 2016, in the above-identified patent application having a shortened period for response set to expire on February 3, 2017, Applicants submit the following Amendment and remarks. No fee is believed to be incurred for the amendments. However, if a fee is incurred on the basis of the amendments, please charge the fee to deposit account 07-0832.

Amendments to and Listing of the Claims begin on page 2 of this paper.
Remarks/Arguments begin on page 6 of this paper.

Amendments to and Listing of the Claims

This listing of claims will replace all prior versions, and listings, of claims in the application:

1. (Previously Presented) A method comprising:

decoding an image region, wherein the decoding includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact using at least two filters in succession, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

2. (Previously Presented) The method of claim 1, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

3. (Previously Presented) The method of claim 1, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

4. (Previously Presented) The method of claim 1, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

5. (Previously Presented) An apparatus comprising at least a memory and one or more processors, the one or more processors being configured to:

decode an image region, the one or more processors including at least two filters for successively performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce

noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

6. (Previously Presented) The apparatus of claim 5, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

7. (Previously Presented) The apparatus of claim 5, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

8. (Previously Presented) The apparatus of claim 5, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

9. (Previously Presented) A method comprising:

encoding an image region, wherein the encoding includes performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact using at least two filters in succession, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

10. (Previously Presented) The method of claim 9, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

11. (Previously Presented) The method of claim 9, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

12. (Previously Presented) The method of claim 9, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

13. (Previously Presented) An apparatus comprising at least a memory and one or more processors, the one or more processors being configured to:

encode an image region, the one or more processors including at least two filters for successively performing in-loop filtering to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

14. (Previously Presented) The apparatus of claim 13, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

15. (Previously Presented) The apparatus of claim 13, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

16. (Previously Presented) The apparatus of claim 13, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

17. (Previously Presented) An apparatus comprising:

a transmitter configured to transmit a signal that includes an image region encoded using in-loop filtering with at least two filters in succession to reduce at least a first and a second type of coding artifact, the at least two filters including a deblocking filter for

performing a first pass to reduce blocking artifacts and an adaptive sparse de-noising filter for performing a second pass to reduce noise, wherein the adaptive sparse de-noising filter is selectively enabled or disabled at a given level, the given level being at least a macroblock level, a slice level, a picture level or a sequence level.

18. (Previously Presented) The apparatus of claim 17, wherein at least one of the at least two filters is used to enforce at least one compression constraint.

19. (Previously Presented) The apparatus of claim 17, wherein at least one of the at least two filters is adaptively enabled or disabled depending upon at least data characteristics corresponding to the image region or data statistics corresponding to the image region.

20. (Previously Presented) The apparatus of claim 17, wherein a version of the image region that is displayed is different from at least one of an output signal corresponding to the image region after the at least two in-loop filters and an initial input signal corresponding to the image region before the at least two in-loop filters.

21-24. (Cancelled).

REMARKS

Claims 1-20 are pending.

Claims 1-20 are allowed. Claims 21-24 have been cancelled.

Reconsideration of this application is requested in view of the following remarks and accompanying amendments.

Claim Rejections – 35 U.S.C. § 102

The rejections of claims 21-24 are moot in view of the cancellations of the subject claims.

Conclusion

Applicants believe they have addressed all outstanding grounds raised by the Examiner and respectfully submit that the present case is in condition for allowance, early notification of which is earnestly solicited.

Should there be any questions or outstanding matters, the Examiner is cordially invited and requested to contact Applicants' undersigned agent at her number listed below.

Respectfully submitted,
Meng-Ping Kao, et al.

/Xiaoan Lu; Reg. No. 68,449/

By: Xiaoan Lu
Registration No.: 68,449
Phone: (609)734-6826

Thomson Licensing LLC
4 Research Way, 3rd floor
Princeton, NJ 08540
Date: January 31, 2017

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	28217718
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Filer Authorized By:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	31-JAN-2017
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	13:41:14
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	PU060222_US_CNT_response_to_OA_mailed_03NOV2016.pdf	41930 4786e15ca6541c4ab150910ff38ce15204925741	no	6

Warnings:

Information:	
Total Files Size (in bytes):	41930

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/06 (09-11)
Approved for use through 1/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 14/981,345	Filing Date 12/28/2015	☐ To be Mailed

ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $310 ($155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).			
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT **01/31/2017**

	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
Total (37 CFR 1.16(i))	* 20	Minus	** 24	= 0	X $80 =	0
Independent (37 CFR 1.16(h))	* 5	Minus	***6	= 0	X $420 =	0
☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
					TOTAL ADD'L FEE	0

AMENDMENT

	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =	
Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =	
☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
					TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.
** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".
*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".
The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

LIE
ERIC V. BURNS

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**
If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

24498 7590 03/01/2017

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER
AHMED, SAMIR ANWAR

ART UNIT	PAPER NUMBER
2665	

DATE MAILED: 03/01/2017

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

TITLE OF INVENTION: METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	06/01/2017

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the ENTITY STATUS shown above. If the ENTITY STATUS is shown as SMALL or MICRO, verify whether entitlement to that entity status still applies.

If the ENTITY STATUS is the same as shown above, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

If the ENTITY STATUS is changed from that shown above, on PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, complete section number 5 titled "Change in Entity Status (from status indicated above)".

For purposes of this notice, small entity fees are 1/2 the amount of undiscounted fees, and micro entity fees are 1/2 the amount of small entity fees.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

24498 7590 03/01/2017

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

TITLE OF INVENTION: METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	06/01/2017

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
AHMED, SAMIR ANWAR	2665	382-233000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 _____

2 _____

3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ❑ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

❑ Issue Fee

❑ Publication Fee (No small entity discount permitted)

❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

❑ A check is enclosed.

❑ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

❑ The director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credits any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

❑ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.

❑ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27

NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.

❑ Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

24498 7590 03/01/2017

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

EXAMINER
AHMED, SAMIR ANWAR

ART UNIT	PAPER NUMBER
2665	

DATE MAILED: 03/01/2017

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(Applications filed on or after May 29, 2000)

The Office has discontinued providing a Patent Term Adjustment (PTA) calculation with the Notice of Allowance.

Section 1(h)(2) of the AIA Technical Corrections Act amended 35 U.S.C. 154(b)(3)(B)(i) to eliminate the requirement that the Office provide a patent term adjustment determination with the notice of allowance. See Revisions to Patent Term Adjustment, 78 Fed. Reg. 19416, 19417 (Apr. 1, 2013). Therefore, the Office is no longer providing an initial patent term adjustment determination with the notice of allowance. The Office will continue to provide a patent term adjustment determination with the Issue Notification Letter that is mailed to applicant approximately three weeks prior to the issue date of the patent, and will include the patent term adjustment on the patent. Any request for reconsideration of the patent term adjustment determination (or reinstatement of patent term adjustment) should follow the process outlined in 37 CFR 1.705.

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

OMB Clearance and PRA Burden Statement for PTOL-85 Part B

The Paperwork Reduction Act (PRA) of 1995 requires Federal agencies to obtain Office of Management and Budget approval before requesting most types of information from the public. When OMB approves an agency request to collect information from the public, OMB (i) provides a valid OMB Control Number and expiration date for the agency to display on the instrument that will be used to collect the information and (ii) requires the agency to inform the public about the OMB Control Number's legal significance in accordance with 5 CFR 1320.5(b).

The information collected by PTOL-85 Part B is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Notice of Allowability	Application No. 14/981,345	Applicant(s) KAO ET AL.	
	Examiner SAMIR AHMED	Art Unit 2665	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to *1/31/2017*.
   ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on_____.
2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
3. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-20*. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.
4. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

   Certified copies:

   a) ☐ All b) ☐ Some *c) ☐ None of the:
      1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
      2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
      3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).
6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☒ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____
3. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
4. ☐ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____ .
5. ☒ Examiner's Amendment/Comment
6. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
7. ☐ Other _____.

DETAILED ACTION

1. The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

Terminal Disclaimer

2. The terminal disclaimer filed on 6/13/2016 disclaiming the terminal portion of any patent granted on this application which would extend beyond the expiration date of US 9,277,243 has been reviewed and is accepted. The terminal disclaimer has been recorded.

Reasons for Allowance

3. The following is an examiner's statement of reasons for allowance: a terminal disclaimer has been submitted to overcome obviousness-type double patenting over US 9,277,243.

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled "Comments on Statement of Reasons for Allowance."

4. Claims 1-20 are allowed.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to SAMIR AHMED whose telephone number is (571)272-7413. The examiner can normally be reached on Mon-Fri 8:30am-6:00pm.

Examiner interviews are available via telephone, in-person, and video conferencing using a USPTO supplied web-based collaboration tool. To schedule an interview, applicant is encouraged to use the USPTO Automated Interview Request (AIR) at http://www.uspto.gov/interviewpractice.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Bhavesh Mehta can be reached on (571) 272-7453. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/SAMIR AHMED/
Primary Examiner, Art Unit 2665

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	6807317		2004-10-19	MATHEW ET AL.	
	2	8537903		2013-09-17	LIM	
	3	8135234		2012-03-13	TOURAPIS ET AL.	
	4	7924925		2011-04-12	HE	
	5	7551232		2009-06-23	WINGER ET AL.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /S.A./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1							

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1	JIANG: "Adaptive Rate Control for Advanced Video Coding", Santa Clara University Department of Computer Engineering, January 25, 2006, pages 1-153.	
	2	KALVA ETAL: "Complexity Estimation of the H264 Coded Video Bitstreams", Department of Computer and Engineering, Florida Atlantic University, Boca Raton, FL. The computer journal Vol. 48, No 5, 2005, pages 504-513.	
	3	OSTERMANN ETAL: "Video coding with H264 AVC: Tools, Performance, and Complexity" IEEE CIRCUITS AND SYSTEMS MAGAZINE, FIRST QUARTER 2004, pages 7-28	
	4	WIEGAND ETAL, Overview of the H264 AVC Video Coding Standard, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 13, NO. 7, JULY 2003	
	5	YADAV: "Optimization of the Deblocking Filter in H264 Codec for Real Time Implementation, The University of Texas at Arlington, MAY 2006	

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/SAMIR A AHMED/	Date Considered	02/20/2017

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14981345
	Filing Date	2015-12-28
	First Named Inventor	KAO
	Art Unit	2665
	Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
	Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /S.A./

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

☒ Fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

None

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Xiaoan Lu/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-12-01
Name/Print	Xiaoan Lu	Registration Number	68449

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /S.A./

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these record s.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /S.A./

EAST Search History

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	0	(decod$3 and image and region and in-loop and filtering and first and second and type and artifact and two and filters and succession and deblocking and filter and first and pass and adaptive and sparse and denoising and second and pass and selectively and enabled and disabled and level and macroblock and slice and picture and sequence).CLM.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2017/02/20 22:14

2/20/2017 10:14:49 PM

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	4/1/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	6/22/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	10/27/2016	/SA/
G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276	2/20/2017	/SA/

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
382	232, 236, 238, 251	4/1/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	4/1/2016	/SA/
382	232, 236, 251	6/22/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	6/22/2016	/SA/
382	232, 236, 238, 251.	10/27/2016	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27.	10/27/2016	/SA/
382	232, 236, 251	2/20/2017	/SA/
375	240.02; 240.03; 240.12; 240.13; 240.27	2/20/2017	/SA/

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	4/1/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	4/1/2016	/SA/

SEARCH NOTES

Search Notes	Date	Examiner
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	6/22/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	6/22/2016	/SA/
Searched inventors' names	6/22/2016	/SA/
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	10/27/2016	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	10/27/2016	/SA/
Inventor and assignee search	10/27/2016	/SA/
EAST text limited search (USPAT, US-PUPUB, EPO, JPO, DERWENT, IBM_TDB, USOCR, FPRS) - See search history__printout.	10/27/2016	/SA/
Text limited search within the followinging CPC subgroups:G06T 5/001; G06T 5/002; H04N 7/26888; H04N 7/50; H04N 7/26244; H04N 7/64; H04N 7/26276. See search history printout.	2/20/2017	/SA/
Text limited search within the following U.S. class/subclass: 382/232; 236; 238; 251; 375/ 240.02; 240.04; 240.12; 240.13; 240.27. See search history printout.	2/20/2017	/SA/
EAST text limited search (USPAT, US-PUPUB, EPO, JPO, DERWENT, IBM_TDB, USOCR, FPRS) - See search history prinout.	2/20/2017	/SA/
Inventors and assignee search	2/20/2017	/SA/

INTERFERENCE SEARCH

US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
	EAST PGPUB text search see interference history printout	6/22/2016	/SA/
	EAST PGPUB text search see interference history printout	2/20/2017	/SA/

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	Art Unit
	SAMIR AHMED	2665

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☒ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	04/01/2016	06/22/2016	10/27/2016	02/20/2017					
	1	✓	=	=	=					
	2		=	=	=					
	3		=	=	=					
	4		=	=	=					
	5		=	=	=					
	6		=	=	=					
	7		=	=	=					
	8		=	=	=					
	9		=	=	=					
	10		=	=	=					
	11		=	=	=					
	12		=	=	=					
	13		=	=	=					
	14		=	=	=					
	15		=	=	=					
	16		=	=	=					
	17		=	=	=					
	18		=	=	=					
	19		=	=	=					
	20		=	=	=					
	21		-	✓	-					
	22		-	✓	-					
	23		-	✓	-					
	24		-	✓	-					

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

CPC								
Symbol							**Type**	**Version**
H04N		19	/	86			F	2014-11-01
H04N		19	/	159			I	2014-11-01
H04N		19	/	176			I	2014-11-01
H04N		19	/	70			I	2014-11-01
H04N		19	/	46			I	2014-11-01
H04N		19	/	61			I	2014-11-01
H04N		19	/	117			I	2014-11-01
H04N		19	/	126			I	2014-11-01
H04N		19	/	154			I	2014-11-01
H04N		19	/	174			I	2014-11-01
H04N		19	/	44			I	2014-11-01
H04N		19	/	82			I	2014-11-01
H04N		19	/	124			I	2014-11-01
H04N		19	/	80			I	2014-11-01
			/					

CPC Combination Sets								
Symbol							**Type**	**Set**	**Ranking**	**Version**
			/							
			/							

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665	02/20/2017	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

US ORIGINAL CLASSIFICATION		INTERNATIONAL CLASSIFICATION										
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED					NON-CLAIMED					
		G	0	6	K	9 / 64 (2006.01.01)						
CROSS REFERENCE(S)												
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)											

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665	02/20/2017	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	14981345	KAO ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	SAMIR AHMED	2665

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☒ T.D. ☐ R.1.47

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
	1		17												
	2		18												
	3		19												
	4		20												
	5	----	21												
	6	----	22												
	7	----	23												
	8	----	24												
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
	16														

NONE (Assistant Examiner)	(Date)	**Total Claims Allowed:** 20	
/SAMIR AHMED/ Primary Examiner.Art Unit 2665 (Primary Examiner)	02/20/2017 (Date)	O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Figure 3

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	1	14/981345	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:31
L2	2	12/312386	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:31
L4	3	"9277243"	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:32
L6	4	"6807317".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:33
L7	3	"8537903".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:36
L8	3	"8135234".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:37
L9	3	"7924925".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:39
L10	2	"7551232".pn.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:39
L11	73689	first near2 filter$3 with second near2 filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:41
L12	36	L11 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:41
L13	9100	375/240.12.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR;	OR	ON	2017/02/20 21:41

			FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			
L14	5	L13 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:42
L15	183	L13 and L11	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:42
L16	29	L15 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:42
L17	1701	375/240.13.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:43
L18	0	L17 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:43
L19	18	L17 and L11	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:44
L20	2	L19 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:44
L21	2186	375/240.27.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:45
L22	2	L21 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:45
L23	23	L21 and L11	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:46
L24	1	L23 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:46
L25	21962	((382/232) or (382/236) or (382/238) or (382/251) or (375/240.02) or (375/240.03) or 9375/12)or (375/13) or (375/240.13)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:46

L26	12	L25 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:47
L27	337	L25 and L11	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:47
L28	45	L27 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:47
L29	23	L28 and signaling	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:48
L30	7014	(G06T5/001 OR G06T5/002 OR H04N7/50 OR H04N7/64 OR H04N7/26888 OR H04N7/26244 OR H04N7/26276).CPC.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:48
L31	3	L30 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:48
L32	536	L30 and L11	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:48
L33	1	L32 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:50
L34	960	G06T5/001.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:50
L35	0	L34 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:51
L36	56	L34 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:51
L37	0	L36 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:51
L38	15953	G06T5/002.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:52
L39	3	L38 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:52
L40	484	L38 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:52
L41	0	L40 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:53

		level) (sequence adj1 level))				
L42	2088	H04N7/50.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:53
L43	0	L42 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:53
L44	4	L42 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:54
L45	1	L44 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:54
L46	99	H04N7/64.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:54
L47	0	L46 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:54
L48	0	L46 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2017/02/20 21:55
L49	1	L46 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:55
L50	216	H04N7/26888.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:55
L51	0	L50 and (encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:55
L52	2	L50 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:56
L53	0	L52 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:56
L54	1039	H04N7/26244.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:56
L55	0	L54 and (encod$3 or decod$3 or	US-PGPUB;	OR	ON	2017/02/20

		deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			21:56
L56	2	L54 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:57
L57	139	H04N7/26276.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:57
L58	0	L57 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:57
L59	2	L57 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:57
L60	47	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:58
L61	31	L60 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:58
L62	13	L61 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:58
L63	43	L60 and level	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:58
L64	35	L63 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:59
L65	19968	quantization with filter$3	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:59
L66	12978	L65 and (on/off or on or off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:59
L67	32	L66 and (encod$3 or decod$3 or	US-PGPUB;	OR	ON	2017/02/20

		deblock$3 or denois$3 or deartifact$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			21:59
L68	15	L67 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 21:59
L69	47	(encod$3 or decod$3 or deblock$3 or denois$3) same ((adapt$3 adj1 filter) and (quantiz$5 adj1 filter))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:00
L70	31	L69 and (on/off or enabl$3 or disabl$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:00
L71	13	L70 and ((macroblock adj1 level) (slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:00
L72	17	(meng-ping near2 kao).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:00
L73	2502	(peng near2 yin).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:01
L74	15	L73 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:01
L75	263	(oscar near2 escoda).in.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:01
L76	4	L75 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:02
L77	21545	(thomson near2 licensing).as.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:02
L78	137	L77 and (first near2 filter$3 with second near2 filter$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/02/20 22:03
L79	2	L78 and ((macroblock adj1 level)	US-PGPUB;	OR	ON	2017/02/20

		(slice adj1 level) (picture adj1 level) (sequence adj1 level))	USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			22:03

2/ 20/ 2017 10:04:06 PM
C:\ Users\ sahmed1\ Documents\ EAST\ Workspaces\ 14981345.wsp

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Customer No. 24498

or Fax **(571)-273-2885**

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

24498 7590 03/01/2017

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	12/28/2015	MENG-PING KAO	PU060222-US-CNT	6062

TITLE OF INVENTION: METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	06/01/2017

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
AHMED, SAMIR ANWAR	2665	382-233000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

☐ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

☐ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 Brian J. Dorini
2 Xiaoan Lu
3

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE: Thomson Licensing

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY): Issy les moulineaux, France

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ☐ Individual ☑ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

☒ Issue Fee
☒ Publication Fee (No small entity discount permitted)
☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

☐ A check is enclosed.
☐ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
☒ The director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credits any overpayment, to Deposit Account Number 07-0832 (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

☐ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29
NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.

☐ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27
NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.

☐ Applicant changing to regular undiscounted fee status.
NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature /Xiaoan Lu/ Date May 3, 2017

Typed or printed name Xiaoan Lu Registration No. 68449

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14981345
Filing Date:	28-Dec-2015
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
UTILITY APPL ISSUE FEE	1501	1	960	960

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**960**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	29104616
Application Number:	14981345
International Application Number:	
Confirmation Number:	6062
Title of Invention:	METHODS AND APPARATUS FOR IN-LOOP DE-ARTIFACT FILTERING
First Named Inventor/Applicant Name:	MENG-PING KAO
Customer Number:	24498
Filer:	Xiaoan Lu/Adele Izzo
Filer Authorized By:	Xiaoan Lu
Attorney Docket Number:	PU060222-US-CNT
Receipt Date:	03-MAY-2017
Filing Date:	28-DEC-2015
Time Stamp:	14:26:10
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	$960
RAM confirmation Number	050417INTEFSW00000730070832
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	PU060222_CNT_Notice_of_Allowance_Issue_fee_signed.pdf	512961 c54ea64381fc69e85588051440d1b1ec23b3142c	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30467 605b82bd3e52d6842b28dba7001d7e0ae0392458	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	543428		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14981345
Filing Date	2015-12-28
First Named Inventor	KAO Meng-Ping
Art Unit	2665
Examiner Name	AHMED, SAMIR ANWAR
Attorney Docket Number	PU060222-US-CNT

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/S.A./	1	5590064		1996-12-31	ASTLE	
/S.A./	2	6909745		2005-06-21	PURI ET AL.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/S.A./	1	20020080882		2002-06-27	KITAGAWA	
/S.A./	2	20030219073		2003-11-27	LEE ET AL.	=JP2000059769
/S.A./	3	20130077693		2013-03-28	Demos ~~DOLBY LABS LICENSING CORP~~.	=CN1663258
/S.A./	4	20120213276		2012-08-23	HAGAI ET AL.	=JP2003179933

Change(s) applied to document
/S.A./
/J.H./
5/10/2017

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
14/981,345	06/06/2017	9674556	PU060222-US-CNT	6062

24498 7590 05/17/2017

Robert D. Shedd, Patent Operations
THOMSON Licensing LLC
4 Research Way
3rd Floor
Princeton, NJ 08543

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 0 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Data Management (ODM) at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site http://pair.uspto.gov for additional applicants):

THOMSON LICENSING, Issy les Moulineaux, FRANCE;
MENG-PING KAO, LA JOLLA, CA;
PENG YIN, ITHACA, NY;
OSCAR DIVORRA ESCODA, BARCELONA, SPAIN;

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage and facilitate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit SelectUSA.gov.

AO 120 (Rev. 08/10)

TO:	REPORT ON THE FILING OR DETERMINATION OF AN ACTION REGARDING A PATENT OR TRADEMARK
Mail Stop 8 Director of the U.S. Patent and Trademark Office P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450	

In Compliance with 35 U.S.C. § 290 and/or 15 U.S.C. § 1116 you are hereby advised that a court action has been filed in the U.S. District Court Eastern District of North Carolina on the following

☐ Trademarks or ☑ Patents. (☐ the patent action involves 35 U.S.C. § 292.):

DOCKET NO.	DATE FILED	U.S. DISTRICT COURT
5:23-CV-493-FL	9/1/2023	Eastern District of North Carolina

PLAINTIFF	DEFENDANT
IntrDigital, Inc. et al	Lenovo Group Limited et al

	PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK
1	10,250,877 B2	4/2/2019	Interdigital Madison Patent Holdings
2	8,674,859 B2	3/18/2014	Thomson Licensing
3	9,674,556 B2	6/6/2017	Thomson Licensing
4	9,173,054 B2	10/27/2015	IntrDigital Patent Holdings, Inc.
5	8,737,933 B2	5/27/2014	Interigital Patent Holdings, Inc.

In the above—entitled case, the following patent(s)/ trademark(s) have been included:

DATE INCLUDED	INCLUDED BY ☐ Amendment ☐ Answer ☐ Cross Bill ☐ Other Pleading	
PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK
1		
2		
3		
4		
5		

In the above—entitled case, the following decision has been rendered or judgement issued:

DECISION/JUDGEMENT

CLERK	(BY) DEPUTY CLERK	DATE
Peter A. Moore, Jr., Clerk of Court	Donna Rucker	9/1/2023

Copy 1—Upon initiation of action, mail this copy to Director **Copy 3—Upon termination of action, mail this copy to Director**
Copy 2—Upon filing document adding patent(s), mail this copy to Director **Copy 4—Case file copy**