

I, Harumi Morota, hereby declare:

That I possess advanced knowledge of the Japanese and English languages. The attached Japanese into English translation has been translated by me and to the best of my knowledge and belief, it is a true and accurate translation of the document with Bates number JP2002190979A.

I declare that all statements made above of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true. I have been warned and understand that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under § 1001 of Title 18 of the United States Code.

I declare (or certify, verify, or state) under penalty of perjury that the foregoing is true and correct.

Executed on February 22, 2024 in Camas, Washington.

Harumi Morota
Harumi Morota

State of Washington }	
County of Clark }	
I hereby certify that I know or have satisfactory evidence that	
Harumi Morota	
Name of Signer	
Is the person who appeared before me, and said person acknowledged that he/she signed this instrument and acknowledged it to be his/her free and voluntary act for the uses and purposes mentioned in the instrument.	
Dated:	February 22, 2024
Month/Day/Year	
<i>Chris Tarr</i>	
Signature of Notarizing Officer	
<i>Notary Public</i>	
Title (such as "Notary Public")	
My appointment expires	
<i>1-15-25</i>	
Month / Day / Year of Appointment Expiration	

NOTARY PUBLIC
STATE OF WASHINGTON
CHRIS TARR
MY COMMISSION EXPIRES
JANUARY 15, 2025
COMMISSION # 21005469

(51) Int. Cl. ⁷	Identification code	FI	Theme code (reference)
H04N 5/228		H04N 5/228	Z 2H002
G03B 7/20		G03B 7/20	2H054
	19/02	19/02	5B057
G06T 3/00	200	G06T 3/00	200 5C022
// H04N 101:00		H04N 101:00	

Examination Request: Not yet made Number of Claims: 11 OL (Total 11 pages)

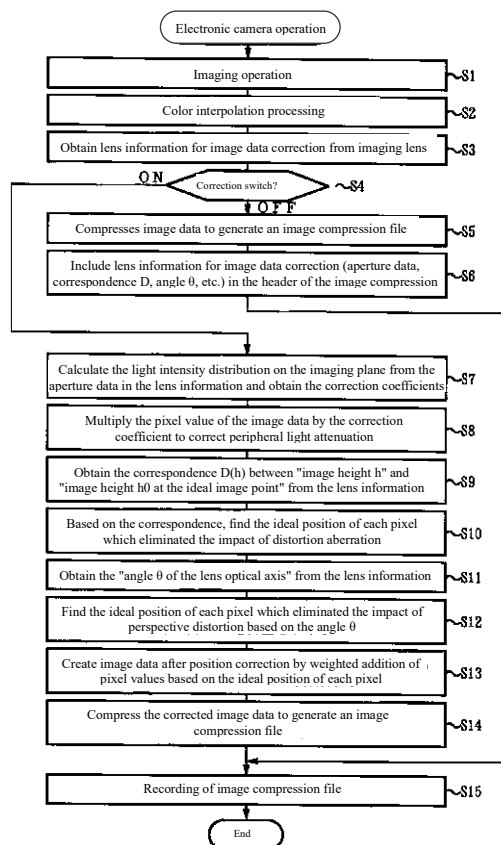
(21) Application No.:	Patent Application 2000-386385 (P2000-386385)	(71) Applicant:	000004112 Nikon Corporation 3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
(22) Application Date:	12.20.2000	(72) Inventor	Hideyasu Kuniba 3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
		(74) Agent	Nikon Corporation 100072718 Patent Attorney Fumiou Furuya
		F term (reference)	2H002 EB11 EB13 2H054 AA01 BB11 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01 CD12 CE16 CH11 CH18 5C022 AA13 AB68 AC54 AC69

(54) [Name of Invention] Electronic camera, and storage medium of image processing program

(57) [Abstract]

[Problem to Be Solved] This invention relates to an electronic camera (or image processing program), and the purpose of this invention is to automatically perform correction processing of image data arising from the imaging lens.

[Means for Solving the Problem] An electronic camera is configured with an imaging unit that captures an image of an object formed on an imaging plane through an imaging lens to generate image data, and a correcting unit that corrects peripheral light attenuation, etc., in the image data based on lens information related to peripheral light attenuation of the imaging lens.



[Scope of patent claims]

[Claim 1] An electronic camera, which is equipped with an imaging unit that captures an image of an object formed on an imaging plane through an imaging lens to generate image data, and a correcting unit that corrects peripheral light attenuation, etc., in the aforesaid image data based on lens information on peripheral light attenuation of the aforesaid imaging lens.

[Claim 2] An electronic camera as described in Claim 1, wherein in such an electronic camera, the aforesaid lens information is aperture data related to the position and diameter of multiple pupils optically formed in the aforesaid imaging lens, and the aforesaid correcting unit calculates the light intensity distribution reaching the aforesaid imaging plane through the aforesaid multiple pupils based on the aforesaid aperture data, and corrects the luminance distribution of the aforesaid image data in a direction to eliminate the aforesaid light intensity distribution.

[Claim 3] An electronic camera, which is equipped with an imaging unit that captures an image of an object formed on an imaging plane through an imaging lens and then generates image data, and

a correcting unit for correcting the distortion aberration of the aforesaid image data based on lens information related to the distortion aberration of the aforesaid imaging lens.

[Claim 4] An electronic camera as described in Claim 3, wherein in such an electronic camera, the aforesaid lens information is the correspondence between "image height h of the aforesaid imaging lens" and "image height h_0 of the ideal image point," and

the aforesaid correcting unit corrects the pixel positions of the aforesaid image data in the direction where the aforesaid image height h is roughly consistent with the aforesaid image height h_0 based on the aforesaid correspondence.

[Claim 5] An electronic camera, which is equipped with an imaging unit that captures the object image formed on the imaging plane through the imaging lens and then generates image data, and

a correcting unit that corrects the perspective distortion of the aforesaid image data based on lens information about the perspective distortion of the aforesaid imaging lens

[Claim 6] An electronic camera as described in Claim 5, wherein in such an electronic camera, the aforesaid lens information is lens information about the angle of the lens optical axis at the time of imaging, and the aforesaid correcting unit corrects the pixel positions of the aforesaid image data in the direction to eliminate perspective distortion in the aforesaid image data based on the angle of the aforesaid lens optical axis.

[Claim 7] An electronic camera as described in any claim of Claim 1 to Claim 6, wherein in such an electronic camera, it is equipped with an operating member for correction prohibition that prohibits correction processing of the aforesaid image data by the aforesaid correcting unit.

[Claim 8] An electronic camera, which is equipped with an imaging unit that captures the image of an object formed on the imaging plane through the imaging lens and then generates image data, and

a file generation unit that generates an image file by combining the lens information on at least one of peripheral attenuation, distortion aberration, and perspective distortion of the aforesaid

imaging lens and the image data generated by the aforesaid imaging unit.

[Claim 9] An electronic camera as described in any claim of Claim 1 to Claim 8, wherein in such an electronic camera, the aforesaid imaging lens is an interchangeable lens, and it is equipped with an information acquiring unit that communicates with the aforesaid imaging lens mounted to the aforesaid electronic camera to acquire the aforesaid lens information from the aforesaid imaging lens side.

[Claim 10] An electronic camera, which is equipped with an imaging unit that captures the image of an object formed on the imaging plane through an imaging lens and then generates image data, and

a correcting unit that applies at least two of the following to the aforesaid image data: peripheral light attenuation correction, distortion aberration correction, magnification chromatic aberration correction, and perspective distortion correction, wherein the aforesaid correcting unit corrects the aforesaid image data in the following order of priority: ① peripheral light attenuation correction, ② distortion aberration correction, magnification chromatic aberration correction, and ③ perspective distortion correction.

[Claim 11] A machine-readable storage medium that stores an image processing program so that the computer can function as an image data acquiring unit to read image data from an image file,

an information acquiring unit that reads lens information from the aforesaid image file regarding at least one of peripheral light attenuation, distortion aberration, and perspective distortion; and

a correcting unit that corrects the aforesaid image data based on the aforesaid lens information obtained from the aforesaid image file.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Technical field to which the invention belongs] This invention relates to an electronic camera for capturing an image of an object and generating image data. This invention relates to an image processing program for applying image processing to image data and its storage medium.

[0002]

[Conventional technology] In the past, image data captured by an electronic camera is often processed on a computer. In such an image processing program, it was also possible to correct defects caused by imaging lenses, such as the following:

- distortion aberration correction,
 - peripheral light attenuation correction,
 - color shift correction,
 - perspective distortion correction,
- and so on.

[0003]

[Problems to be solved by the invention] By the way, in such conventional image processing programs, the user must select the correction processing items and then adjust the amount of correction one by one. Therefore, the user must determine the appropriate amount of correction for each image data one by one, which is time-consuming and labor intensive. In particular, there is a problem that when processing a large amount of image data that has already been photographed, the amount of correction

and correction items vary widely depending on the type of imaging lens used at the time of photographing, making the process cumbersome.

[0004] In addition, in conventional image processing programs, the user freely decides the order of correction processes. Therefore, there was a risk that correction processes would be performed in an inappropriate order. If multiple corrections are performed in an inappropriate order, the image may have complex distortions that cannot be repaired. Therefore, the purpose of this invention is to provide an electronic camera that properly determines the amount of correction of image data. Another purpose of this invention is to provide an image processing program and its storage medium that appropriately determines the amount of correction of image data. Also, the purpose of this invention is to properly determine the order of correction processing of image data.

[0005]

[Means for solving the problems] In order to solve the above-mentioned issues, the invention in each Claim is configured as follows.

[0006] <<Claim 1>> The invention described in Claim 1 has the characteristics that it is equipped with an imaging unit that captures an image of an object formed on an imaging plane through an imaging lens to generate image data, and a correcting unit that corrects peripheral light attenuation, etc., in the image data based on lens information related to peripheral light attenuation of the imaging lens.

[0007] <<Claim 2>> The invention described in Claim 2 has the characteristics that in such an electronic camera as described in Claim 1, the lens information is aperture data related to the position and diameter of multiple pupils optically formed in the imaging lens, and the correcting unit calculates the light intensity distribution reaching the imaging plane through the multiple pupils based on the aperture data, and corrects the luminance distribution of the image data in a direction to eliminate the light intensity distribution.

[0008] <<Claim 3>> The invention described in Claim 3 has the characteristics that it is equipped with an imaging unit that captures an image of an object formed on an imaging plane through an imaging lens and then generates image data, and a correcting unit for correcting distortion aberration of the image data based on lens information related to distortion aberration of the imaging lens.

[0009] <<Claim 4>> The invention described in Claim 4 has the characteristics that in such an electronic camera as described in Claim 3, the lens information is the correspondence between "image height h of the imaging lens" and "image height h_0 of the ideal image point," and the correcting unit corrects the pixel positions of the image data in the direction where the image height h is roughly consistent with the image height h_0 based on the correspondence.

[0010] <<Claim 5>> The invention described in Claim 5 has the characteristics that it is equipped with an imaging unit that captures the object image formed on the imaging plane through the imaging lens and then generates image data, and a correcting unit that corrects perspective distortion of the image data based on lens information about the perspective distortion of the imaging lens.

[0011] <<Claim 6>> The invention described in Claim 6 has the characteristics that in such an electronic camera as described in Claim 5, the lens information is lens information about the angle of the lens optical axis at the time of imaging, and the correcting

unit corrects the pixel positions of the image data in the direction to eliminate perspective distortion in the image data based on the angle of the lens optical axis.

[0012] <<Claim 7>> The invention described in Claim 7 has the characteristics that in such an electronic camera as described in any claim of Claim 1 to Claim 6, it is equipped with an operating member for correction prohibition that prohibits correction processing of the image data by the correcting unit.

[0013] <<Claim 8>> The invention described in Claim 8 has the characteristics that it is equipped with an imaging unit that captures the image of an object formed on the imaging plane through the imaging lens and then generates image data, and a file generation unit that generates an image file by combining the lens information on at least one of peripheral attenuation, distortion aberration, and perspective distortion of the imaging lens and the image data generated by the imaging unit.

[0014] <<Claim 9>> The invention described in Claim 9 has the characteristics that in such an electronic camera as described in any claim of Claim 1 to Claim 8, the imaging lens is an interchangeable lens, and it is equipped with an information acquiring unit that communicates with the imaging lens mounted to the electronic camera to acquire the lens information from the imaging lens side.

[0015] <<Claim 10>> The invention described in Claim 10 has the characteristics that it is equipped with an imaging unit that captures the image of an object formed on the imaging plane through an imaging lens and then generates image data, and a correcting unit that applies at least two of the following to the image data: peripheral light attenuation correction, distortion aberration correction, magnification chromatic aberration correction, and perspective distortion correction, wherein the correcting unit corrects the image data in the following order of priority: ① peripheral light attenuation correction, ② distortion aberration correction, magnification chromatic aberration correction, and ③ perspective distortion correction.

[0016] <<Claim 11>> The invention described in Claim 11 has the characteristics that an image processing program is stored so that a computer can function as an image data acquiring unit to read image data from an image file, an information acquiring unit that reads lens information from the image file regarding at least one of peripheral light attenuation, distortion aberration, and perspective distortion; and a correcting unit that corrects the image data based on the lens information obtained from the image file.

[0017]

[Embodiments of the invention] The following is a description of the embodiments for Claims 1 to 11 based on the figures. Fig. 1 is a diagram showing the electronic camera 11 and computer 31. In Fig. 1, a replaceable imaging lens 12 is mounted on an electronic camera 11. This imaging lens 12 has a built-in in-lens memory 12a that stores lens information and other data, and an in-lens MPU 12b that controls the system within the lens. On the other hand, the imaging plane of the imaging element 13 is placed in the image space of the imaging lens 12. The output of the imaging element 13 is connected to the bus 16 via A/D converter 14 and the signal processing unit 15.

[0018] The following configurations are connected to this bus 16.

① An in-camera microprocessor unit (MPU) 17 for system control

- ② Memory 16A for storing image data, etc.
- ③ An image correcting unit 18 that applies correction processing to image data
- ④ An image compressing unit 19 that compresses image data
- ⑤ A recording and reproducing unit 20 that performs recording and reproducing processing for a memory card 21
- ⑥ An external interface 22 for exchanging data with an external computer 31

Moreover, the in-camera MPU 17 communicates with the in-lens MPU 12b via the lens communication contact 12c provided in the lens mounting part. The electronic camera 11 is also provided with a correction switch 17a to turn on/off the correction process. The switch output of the correction switch 17a is input to the in-camera MPU 17.

[0019] [Correspondence with this invention] The following is an explanation of the above-mentioned configuration of this embodiment and its correspondence with this invention. Moreover, the correspondence here is for illustrative purposes only and is not intended to limit this invention.

[0020] For the correspondence between the descriptions in Claims 1 to 6 and this embodiment, the imaging unit corresponds to the imaging element 13 and the correcting unit corresponds to the image correcting unit 18. For the correspondence between the description in Claim 7 and this embodiment, the operating component corresponds to the correction switch 17a. For the correspondence between the description in Claim 8 and this embodiment, the imaging unit corresponds to the imaging element 13, and the file generating unit corresponds to the image compressing unit 19 and the record and reproducing unit 20. For the correspondence between the description in Claim 9 and this embodiment, the imaging lens corresponds to the imaging lens 12, and the information acquiring unit corresponds to the in-camera MPU 17. For the correspondence between the description in Claim 10 and this embodiment, the imaging unit corresponds to the imaging element 13 and the correcting unit corresponds to the image correcting unit 18. For the correspondence between the description in Claim 11 and this embodiment, the computer corresponds to the computer 31, and the storage medium corresponds to the storage medium 32 shown in Fig. 1, or a hard disk or system memory in the computer 31.

[0021] [Explanation about operation of the electronic camera 11] Fig. 2 is a flow chart explaining the operation of the electronic camera 11. The following is an explanation of the operation of the electronic camera 11 in order of the step numbers shown in Fig. 2.

[0022] Step S1: In response to the operation of the release button (not shown in the figure) on the electronic camera 11, the in-camera MPU 17 controls the imaging element 13 and the imaging lens 12 to perform the image capture operation. This imaging operation outputs the image data sequentially from the imaging element 13. Such image data are digitized through the A/D converting unit 14 and then provided to the signal processing unit 15. The signal processing unit 15 applies gamma correction, black level correction, etc., to this image data in real time, and then temporarily stores the processed image data in the memory 16a.

[0023] Step S2: The signal processing unit 15 performs color interpolation processing on the image data in the memory 16a to generate image data in which all RGB color components are included.

[0024] Step S3: The in-camera MPU 17 communicates with the in-lens MPU 12b on the imaging lens 12 side to obtain the lens information to be used in the image data correction process. This lens information consists of the following groups of data.

- ① Aperture data at the time of image capture
- ② Data table D(h) for distortion aberration at the time of image capture
- ③ Optical axis angle θ during image capture
- ④ Focal length f at the time of image capture
- ⑤ Object distance s_1 (distance from the object's focus plane to the front principal point of the imaging lens 12) calculated from the lens position at the time of image capture.

[0025] Step S4: Here, the in-camera MPU 17 determines the switch state of the correction switch 17a. If the correction switch 17a is in the OFF state, the in-camera MPU 17 moves the operation to step S5. On the other hand, if the correction switch 17a is in the ON state, the operation moves to step S7.

[0026] Step S5: The image compressing unit 19 compresses the image data into an image compression file.

[0027] Step S6: The recording and reproducing unit 20 stores the lens information obtained in step S3 in the header section of this image compression file. After such operation, the in-camera MPU 17 omits the image data correction process described below and moves the operation to step S15.

[0028] Step S7: The image correcting unit 18 obtains aperture data from the lens information obtained in step S3. Such aperture data are information on the position and diameter of multiple pupils (aperture images such as the aperture, inner wall of the lens barrel, and lens frame that are visible from the image space side) optically formed on the imaging lens 12. The image correcting unit 18 calculates the light intensity distribution that passes through multiple pupils in order to reach the imaging plane, calculates the correction coefficient that eliminates changes in the light intensity distribution, and creates a correction table.

[0029] The concept of this calculation process for aperture data is explained below. Fig. 3 shows a schematic diagram of the positional relationship between the imaging plane of imaging element 13 and two pupils A1 and A2. In Fig. 3, pupil A1 with radius r_1 is placed at a distance of D_1 from the imaging plane. In addition, pupil A2 of radius r_2 is positioned at a distance of D_2 from the imaging plane. The outermost pupil A2 has the coordinates (x_2, y_2) and is considered to have a small area ds . This small area ds is the perfect diffusion surface of luminance I_o . In this case, the brightness $da(x, y)$ arriving from this small area ds to the pixel position (x, y) on the imaging plane is:

[Equation 1]

$$da(x,y) = \frac{I_{ods}}{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2} \left(\frac{D_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2}} \right)^2$$

$$= \frac{IoD_2^2 ds}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} \quad \dots \text{ [Equation 1]}$$

However, not all light departing from pupil A2 reaches the imaging plane. For example, light departing from the small area ds' shown in Fig. 3 does not reach the pixel position (x,y) on the imaging plane because it is blocked by pupil A1 along the way. Thus, to determine the coordinates (x_1, y_1) where the line segment connecting the coordinates (x_2, y_2) of pupil A2 and the pixel position (x, y) on the imaging plane intersects with pupil A1, it is:

[Equation 2]

$$\begin{cases} x_1 = x + \frac{D_1}{D_2}(x_2 - x) \\ y_1 = y + \frac{D_1}{D_2}(y_2 - y) \end{cases} \quad \dots \text{ [Equation 2]}$$

From the above equation, the brightness $a(x,y)$ of pixel position (x,y) on the imaging plane is:

[Equation 3]

$$a(x,y) = \int_{(x_2, y_2) \in A_2 \text{ and } (x_1, y_1) \in A_1} \frac{IoD_2^2}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} dx_2 dy_2$$

\dots \text{ [Equation 3]}

Moreover, the limiting conditions for the integral range in the above equation is provided for the number of pupils. If the sensitivity of imaging element 13 is roughly equal, the above brightness $a(x,y)$ is the light intensity distribution that is photoelectrically converted in the imaging element 13. Thus, the image correcting unit 18 calculates this [Equation 3] by an analytical method or numerical method to obtain the brightness $a(x,y)$ at multiple representative points (x,y) . (Moreover, the above brightness $a(x,y)$ is symmetrical to the optical axis unless there are special circumstances, such as the fact that the imaging lens 12 has a rectangular aperture built in. Thus, it is fine for several to several tens of representative points to be taken as the above-mentioned representative points at different image heights. In addition, it is further preferable to obtain the light intensity distribution that actually appears in the image data by adding the nonlinear grayscale conversion characteristics of the imaging element 13 and the signal processing unit 15 to the

brightness $a(x,y)$ of the representative points obtained in this way.) The image correcting unit 18 interpolates the light intensity distribution of representative points obtained in this way to the increments required for pixel-by-pixel correction. The image correcting unit 18 calculates the inverse of this light intensity distribution to obtain the correction coefficient of peripheral light attenuation, which is used to create a correction table.

[0030] Next, the case in which the directional sensitivity of the imaging element 13 is not equal will be explained. In this case, the values of the directional sensitivity $S_{xy}(\epsilon, \Phi)$ at the pixel position (x,y) of the imaging element 13 have actually been measured in advance and are stored as a data table in the image correcting unit 18. Moreover, ϵ and Φ are the angles of light incidence, and are defined as shown in Fig. 4. The incidence angles ϵ and Φ have the following relationship with the variables in [Equation 1].

[Equation 4]

$$\begin{cases} \epsilon = \cos^{-1} \left(\frac{D_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2}} \right) \\ \Phi = \cos^{-1} \left(\frac{y-y_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2}} \right) \end{cases} \quad \dots \text{ [Equation 4]}$$

By considering such directional sensitivity $S_{xy}(\epsilon, \Phi)$, the brightness $a(x,y)$ of the pixel position (x,y) on the imaging plane is:

[Equation 5]

$$a(x,y) = \int_{(x_2, y_2) \in A_2 \text{ and } (x_1, y_1) \in A_1} \frac{S_{xy}(\epsilon, \Phi) IoD_2^2}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} dx_2 dy_2$$

\dots \text{ [Equation 5]}

This brightness $a(x,y)$ is the light intensity distribution that is photoelectrically converted in the imaging element 13. Thus, the image correcting unit 18 calculates this [Equation 5] by an analytical method or numerical method to obtain the brightness $a(x,y)$ at multiple representative points (x,y) . (Moreover, it is further preferable to obtain the light intensity distribution that actually appears in the image data by adding the nonlinear grayscale conversion characteristics of the imaging element 13 and the signal processing unit 15 to the brightness $a(x,y)$ of the representative

point obtained in this way.)

The image correcting unit 18 interpolates the light intensity distribution of representative points obtained in this way to the increments required for pixel-by-pixel correction. The image correcting unit 18 calculates the inverse of this light intensity distribution to obtain the correction coefficient of peripheral light attenuation, which is used to create a correction table. The above series of calculation methods can be used to obtain a correction table for peripheral light attenuation.

[0031] Step S8: The image correcting unit 18 refers to the correction table obtained as described above based on the pixel positions of the image data to obtain the correction coefficients sequentially. The image correcting unit 18 multiplies this correction coefficient by the pixel value of the corresponding pixel position in the image data. As a result, the peripheral light attenuation in the image data is corrected.

[0032] Step S9: The image correcting unit 18 obtains a data table D(h) for distortion aberration from the lens information obtained in step S3. This data table D(h) is defined as follows based on the image height h and the image height h0 of the ideal image point.

$$D(h)=(h-h_0)/h_0$$

Fig. 5 is a diagram showing the relationship between the appearance of distortion aberration and the data table D(h). The in-lens memory 12a in the imaging lens 12 stores such a data table D(h) for each focal length and photographing distance (the distance from the object's focus plane to the imaging plane). The in-lens MPU 12b reads from this memory the data table D(h) that matches the focal length and the photographing distance at the time of photographing, and transmits it to the in-camera MPU 17 as lens information.

[0033] Step S10: The image correcting unit 18 calculates the image height h at each pixel position (x,y) of the image data as shown below:

[Equation 6]

$$h = \sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2} \quad \dots \text{[Equation 6]}$$

[where (xc,yc) is the pixel position at the center of the optical axis]

The image correcting unit 18 calculates based on this image height h and the data table D(h)...

[Equation 7]

$$\begin{cases} x' = \frac{x}{1+D(h)} \\ y' = \frac{y}{1+D(h)} \end{cases} \quad \dots \text{[Equation 7]}$$

...to obtain the ideal position (x',y') in pixel units, which eliminated the impact of distortion aberration.

[0034] Step S11: The image correcting unit 18 obtains the angle θ of the lens optical axis at the time of photographing from the lens information obtained in step S3.

[0035] Step S12: Fig. 6 is a diagram showing the occurrence situation of perspective distortion (distortion caused by perspective difference). Fig. 6A is a diagram showing a "swing and tilt" photographing situation using a so-called shift lens. In this case, the object and the imaging plane are kept in a parallel relationship, so there is no perspective distortion in the image of the object. On the other hand, Fig. 6B shows the state of photographing the object as if looking up at it, using the normal imaging lens 12. In this case, the parallel relationship between the object and the imaging plane is broken, so perspective distortion occurs in the image of object. In this case, the impact of perspective distortion can be eliminated by moving the pixel

position (x', y') of h1' to the pixel position (x1',y1') of hO'. This pixel position (x1',y1') is,

[Equation 8]

$$\begin{cases} x1' = x' \cdot \frac{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta}{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta - y' \sin \theta} \\ y1' = \frac{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} y'}{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta - y' \sin \theta} \end{cases} \quad \dots \text{[Equation 8]}$$

[where f is the focal length and s1 is the object distance].

Moreover, if $s1 \gg f$, as in a landscape photo, it can be approximated to:

[Equation 9]

$$\begin{cases} x1' = \frac{x' \cdot f \cos \theta}{f \cos \theta - y' \sin \theta} \\ y1' = \frac{f \cdot y'}{f \cos \theta - y' \sin \theta} \end{cases} \quad \dots \text{[Equation 9]}$$

Thus, the image correcting unit 18 substitutes the ideal position (x', y') obtained in step S10 into [Equation 8] or [Equation 9] to obtain the ideal position (x1',y1') which eliminated the impact of perspective distortion in pixel units.

[0036] Step S13: The image correcting unit 18 rearranges the pixel values based on the ideal position (x1',y1') of each pixel. At this time, the ideal position (x1',y1') of each pixel is not necessarily equally spaced. Thus, the image correcting unit 18 prepares new pixel positions separated by equally spaced squares, and determines the pixel value of the new pixel position by weighted addition (interpolation process) of the pixel values of the ideal positions (x1',y1') in the neighborhood. Through this correction process (S7 to S13), image data can be generated which eliminates the effects of peripheral light attenuation, distortion aberration, and perspective distortion.

[0037] Step S14: The image compressing unit 19 compresses the corrected image data to generate an image compression file.

[0038] Step S15: The recording and reproducing unit 20 records the image compression file to a memory card 21. The above series of operations complete operation of the electronic camera 11.

[0039] [Description of image processing program] Fig. 8 is a flow chart describing the image processing program executed by the computer 31. The following is an explanation of the image processing program according to the step numbers in Fig. 8.

[0040] Step S31: The computer 31 decompresses the image compression file back to image data.

[0041] Step S32: The computer 31 determines whether or not lens information for image data correction (stored in step S6

above) exists in the header of the image compression file. Here, if no lens information exists, the computer 31 terminates the operation without performing the correction process. On the other hand, if lens information exists, the computer 31 moves the operation to step S37.

[0042] Steps S33 to S39: The computer 31 performs the same correction process as in steps S7 to S13 above based on the lens information obtained from the image compression file. Moreover, for a detailed explanation, it is fine to refer to the above explanation of steps S7 to S13, so the explanation is omitted here.

[0043] The above series of operations automatically perform correction processing on the computer 31 side for image compression files that have not been corrected by the electronic camera 11.

[0044] [Effects of this embodiment] In this embodiment, the aperture data are used to calculate an accurate light intensity distribution that takes into account vignetting of the imaging lens and the impact of the cosine quadrature law. Therefore, it is possible to accurately correct the peripheral light attenuation.

[0045] In addition, this embodiment performs distortion aberration correction based on the table data D(h) of distortion aberration. Therefore, it is possible to correct not only simple distortions such as barrel-shaped and pincushion-shaped distortions, but also complex distortions such as distortions in a shape of a *jingasa* [an ancient Japanese soldier's hat], etc.

[0046] Furthermore, this embodiment corrects perspective distortion. Therefore, image data without perspective distortion can be easily obtained without using special lenses such as shift lenses.

[0047] In addition, the electronic camera 11 can prohibit the correction process using the correction switch 17a. In this case, the electronic camera 11 records the lens information for image data correction in an image compression file. Therefore, on the electronic camera 11 side, the image capture operation can be performed quickly without time-consuming image data correction processing. On the other hand, on the computer 31 side, correction processing based on the lens information in the file is performed on the compressed image file that has not yet been corrected. Therefore, on the computer 31 side, the user does not need to input any special instructions for the amount of correction, and the correction process can be performed easily and properly.

[0048] Furthermore, the electronic camera 11 acquires lens information from the currently mounted imaging lens 12. Therefore, the electronic camera 11 can flexibly accommodate a wide variety of interchangeable lenses and always correct the image data appropriately.

[0049] In addition, in this embodiment, the correction process is performed according to the order of priorities: ① peripheral light attenuation correction, ② distortion aberration correction, and ③ perspective distortion correction. In this case, it is possible to avoid problems such as distortion of the shape of peripheral light attenuation due to pixel position correction or complex distortion of distortion aberration due to perspective distortion correction.

[0050] Furthermore, in this embodiment, position correction of distortion aberration and position correction of perspective distortion are performed only in the position calculation, and interpolation of pixel values is performed based on the final ideal position ($x1', y1'$). Therefore, image degradation caused by repeated position correction of pixel positions can be suppressed to be as low as possible.

[0051] [Supplementary matters of this embodiment] Moreover, in the above-mentioned embodiment, the following lens information is obtained from the imaging lens 12 side: ① aperture data, ② data table D(h) relating to distortion aberration, ③ optical axis angle θ at the time of image capture, ④ focal length f , and ⑤ object distance $s1$. However, this invention is not limited to this embodiment. For example, there is of course no need to reacquire the lens information that is indicated from the electronic camera 11 side to the imaging lens 12 side. In addition, it is of course acceptable to detect the optical axis angle θ on the electronic camera 11 side by installing a posture sensor or the like on the electronic camera 11 side.

[0052] In addition, in the embodiment described above, the case in which the electronic camera 11 performs the correction process continuously during the image capture operation was explained. However, this invention is not limited to this embodiment. For example, only image data and lens information may be recorded during image capture in order to minimize the possible photographing interval. In this case, it is preferable for the electronic camera 11 to apply correction processing to the image data later, utilizing free time, etc., during the image capture operation.

[0053] Moreover, in the above-mentioned embodiment, lens information is acquired and the correction coefficient is calculated for each image data. However, this invention is not limited to this embodiment. For example, the electronic camera 11 or computer 31 may store lens information and correction coefficient, which were used once, and reuse such stored data for the correction process for other image data. In this case, the time required for the second and subsequent correction processes can be reduced.

[0054] In addition, in the above-mentioned embodiment, it is preferable to set a recording mode on the electronic camera side for RAW data (image data that are almost immediately after A/D conversion of the imaging element output, with almost no image processing on the electronic camera side). In this RAW data recording mode, it is preferable to include the lens information in the RAW data image file without correction processing based on the lens information. Moreover, on the computer side (image processing program side), if the RAW data image file contains lens information, it is preferable to perform additional correction processing based on the lens information in addition to image processing (color interpolation processing, etc.) specifically for such RAW data.

[0055]

[Effects of the invention] <<Claim 1>> The electronic camera described in Claim 1 corrects the peripheral light attenuation of the image data based on lens information about the peripheral light attenuation of the imaging lens. For this reason, it is possible to determine the degree of peripheral light attenuation

in the image data based on the lens information and to automatically determine the appropriate amount of peripheral light attenuation correction. Therefore, there is no need for the user to adjust the correction amount one by one, and the peripheral light attenuation correction process is less time-consuming than in the past.

[0056] <<Claim 2>> The electronic camera described in Claim 2 acquires aperture data concerning the position and diameter of multiple pupils optically formed on the imaging lens as lens information. The electronic camera obtains the light intensity distribution on the imaging plane from such aperture data. The light intensity distribution on the imaging plane is accurate data that takes into account vignetting of the imaging lens and the impact of the cosine quadrature law. As a result, the peripheral light attenuation can be further corrected appropriately.

[0057] <<Claim 3>> The electronic camera described in Claim 3 corrects distortion aberration of the image data based on the lens information concerning the distortion aberration of the imaging lens. For this reason, it is possible to determine the degree of distortion aberration in the image data based on the lens information and to automatically determine an appropriate amount of correction for the distortion aberration. Therefore, there is no need for the user to adjust the correction amount one by one, and the process of correcting distortion aberration is less time-consuming than in the past.

[0058] <<Claim 4>> The electronic camera described in Claim 4 acquires the correspondence between "image height h of the imaging lens" and "image height h_0 of the ideal image point" as lens information. The object light transmitted through the imaging lens forms an image at image height h when it should be formed at the image height h_0 , resulting in distortion aberrations such as barrel, pincushion, and *jingasa*-shaped aberrations. Thus, based on this correspondence, the electronic camera corrects the pixel positions in the direction where the image height h is roughly equal to the image height h_0 . As a result, distortion aberration can be corrected more appropriately.

[0059] <<Claim 5>> The electronic camera described in Claim 5 corrects the perspective distortion of the image data based on the lens information concerning the perspective distortion of the imaging lens. For this reason, it is possible to determine the degree of perspective distortion in the image data based on the lens information and to automatically determine an appropriate amount of perspective distortion correction. Therefore, there is no particular need for the user to adjust the correction amount one by one, and the perspective distortion correction process is less time-consuming than in the past.

[0060] <<Claim 6>> The electronic camera described in Claim 6 acquires the angle of the lens optical axis during photographing as lens information. The electronic camera calculates the perspective distortion on the imaging plane from this angle. For example, from this calculation, it is possible to determine the direction or degree to which the object is shrinking on the screen. The electronic camera corrects the pixel positions in the image data in a direction which eliminates the impact of this perspective distortion. As a result, the perspective distortion of the image data becomes less noticeable, and the perspective distortion can be further corrected appropriately.

[0061] <<Claim 7>> The electronic camera described in Claim 7 is provided with an operation component to prohibit correction processing of the correcting unit. This operation component enables the user to freely select whether or not to perform correction processing of the correcting unit. Moreover, it is

preferable for the electronic camera to store the lens information that was scheduled to be used for the correction process together with the image file (or included in the image file) when the correction process is prohibited. In this case, it is possible to retrieve the lens information later and apply the appropriate correction to the image data.

[0062] <<Claim 8>> The electronic camera described in Claim 8 contains the lens information used for correction processing of the image data in the image file. Therefore, it is possible to retrieve the lens information later and apply appropriate correction to the image data.

[0063] <<Claim 9>> In the electronic camera described in Claim 9, the imaging lens can be replaced. In this case, the electronic camera communicates with the installed imaging lens to obtain lens information which will be used for image data correction. Therefore, even if the imaging lens is replaced, the electronic camera can perform correction processing that is compatible with the installed imaging lens. In addition, the user also does not need to adjust the amount of correction each time the imaging lens is replaced.

[0064] <<Claim 10>> The electronic camera described in Claim 10 performs correction processing according to the following order of priorities: ① peripheral light attenuation correction, ② distortion aberration correction, magnification chromatic aberration correction, and ③ perspective distortion correction. The following is an explanation of the problems when the above order of priorities is not followed. First, if either correction ② or ③ is performed before correction ①, the circular shape of the peripheral light attenuation in the screen will be distorted by position correction of the pixel positions. For this reason, accurate peripheral light attenuation correction is difficult. In addition, if correction ③ is performed before correction ②, the shape of distortion aberration (or magnification chromatic aberration) in the image will be complexly distorted due to perspective distortion correction. For this reason, accurate distortion aberration correction (or magnification chromatic aberration correction) becomes difficult. Therefore, by performing correction processing according to the priority order of ①, ②, and ③, the above-mentioned problems can be avoided reliably and a good correction effect can be obtained. Moreover, since both distortion aberration correction and magnification chromatic aberration correction are position correction of the image height, it is preferable to correct them together without setting an order of priority. In other words, distortion aberration and magnification chromatic aberration can be corrected simultaneously by position correction of the actual image height to the ideal image height in units of color components.

[0065] <<Claim 11>> By executing the image processing program described in Claim 11 on a computer, it is possible to apply appropriate correction processing to the image data in the image file based on the lens information recorded in the image file.

[Brief description of the figures]

[Fig. 1] It is a diagram showing the electronic camera 11 and the computer 31.

[Fig. 2] It is a flow chart explaining the operation of the electronic camera 11.

[Fig. 3] It is a diagram showing the positional relationship

between the imaging plane of the imaging element 13 and multiple pupils.

[Fig. 4] It is a diagram showing the definitions of the angles ε and Φ of the sensitivity by direction.

[Fig. 5] It is a diagram showing the relationship between the appearance of distortion aberration and the data table D(h).

[Fig. 6] It is a diagram showing the occurrence situation of perspective distortion.

[Fig. 7] It is a diagram viewed from the side about the situation in Fig. 6B.

[Fig. 8] It is a flow chart of the image processing program.

[Description of the reference numerals]

11 electronic camera

12 imaging lens

12a in-lens memory

12b in-lens MPU

12c lens communication contact

13 imaging element

14 A/D converting unit

15 signal processing unit

16 bus

16a memory

17 in-camera MPU

17a correction switch

18 image correcting unit

19 image compressing unit

20 recording and reproducing unit

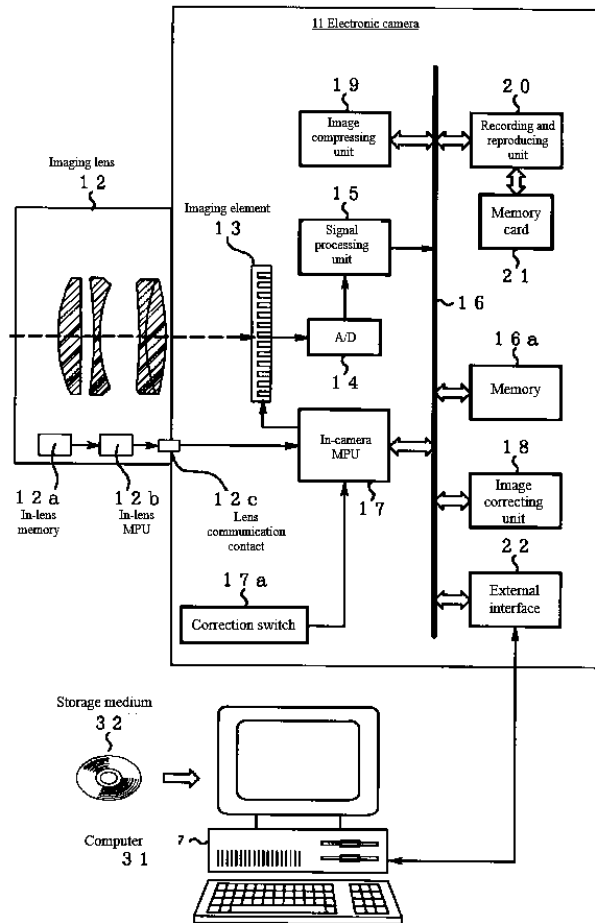
21 memory card

22 external interface

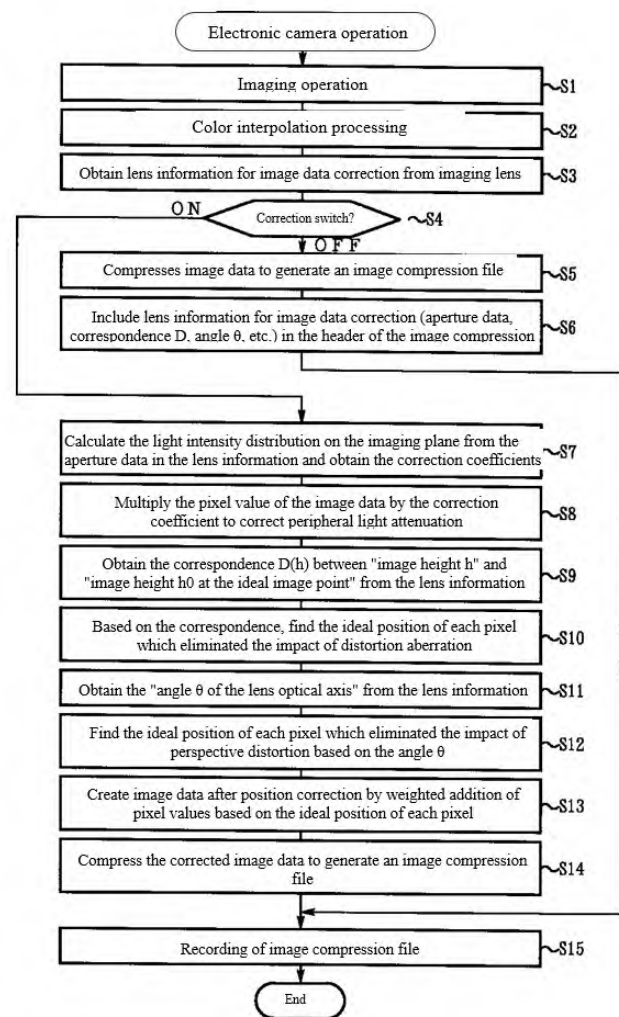
31 computer

32 storage medium of image processing program

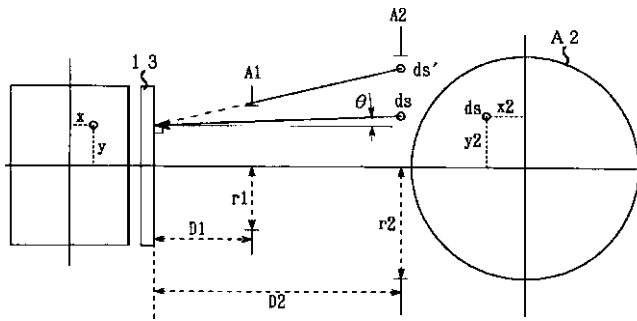
[Fig. 1]



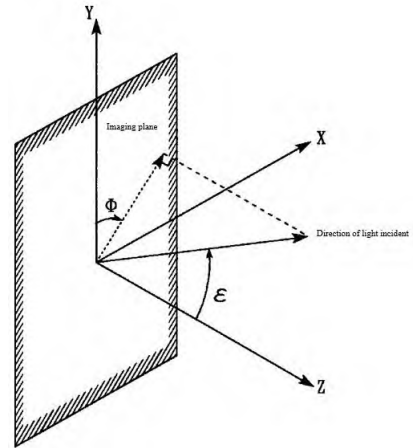
[Fig. 2]



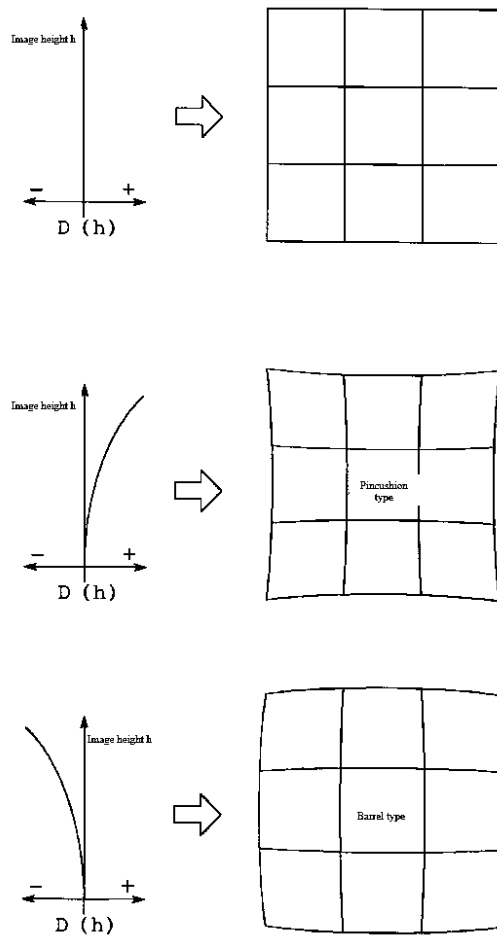
[Fig. 3]



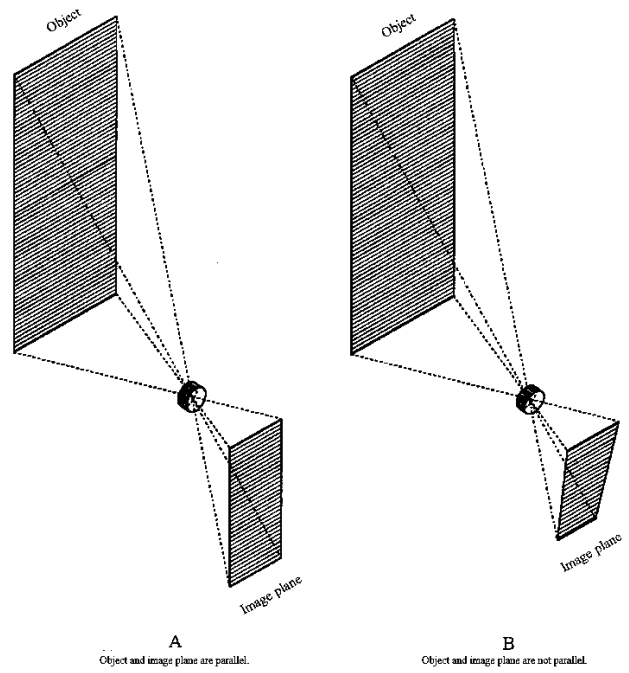
[Fig. 4]



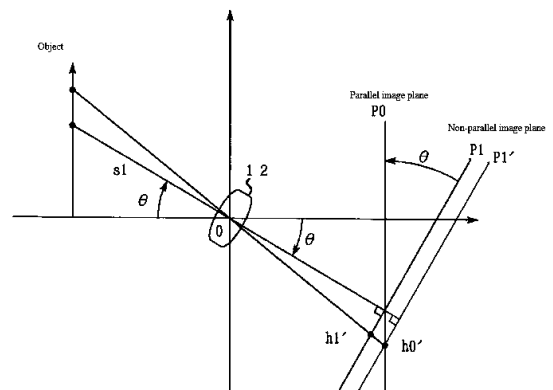
[Fig. 5]



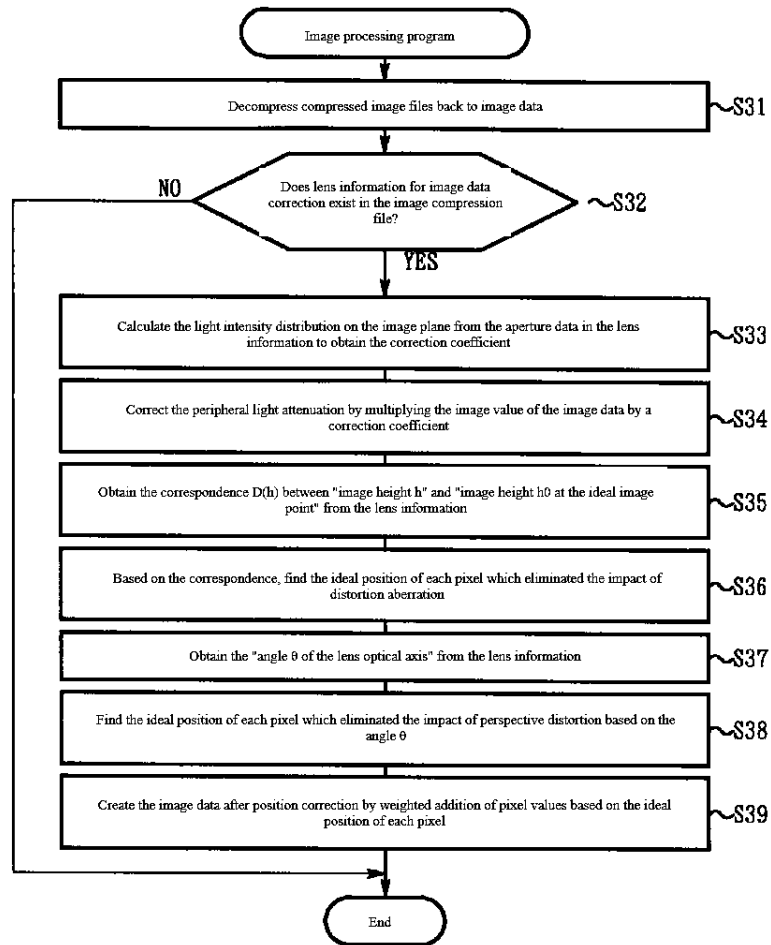
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-190979
(P2002-190979A)

(43) 公開日 平成14年7月5日(2002.7.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 N 5/228		H 0 4 N 5/228	Z 2 H 0 0 2
G 0 3 B 7/20		G 0 3 B 7/20	2 H 0 5 4
	19/02	19/02	5 B 0 5 7
G 0 6 T 3/00	2 0 0	G 0 6 T 3/00	2 0 0 5 C 0 2 2
// H 0 4 N 101:00		H 0 4 N 101:00	
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-386835(P2000-386835)

(22) 出願日 平成12年12月20日(2000.12.20)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 国場 英康

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 2H002 EB11 EB13

2H054 AA01 BB11

5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01

CB08 CB12 CB16 CC01 CD12

CE16 CH11 CH18

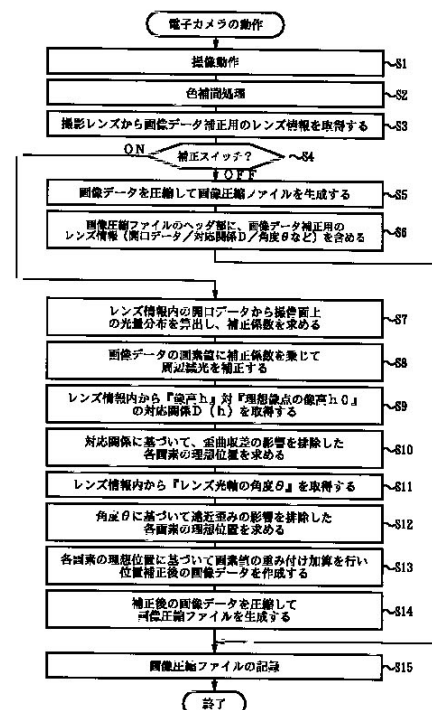
5C022 AA13 AB68 AC54 AC69

(54) 【発明の名称】 電子カメラ、および画像処理プログラムの記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、電子カメラ（または画像処理プログラム）に関し、撮影レンズに起因する画像データの補正処理を自動的に行うことを目的とする。

【解決手段】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、撮影レンズの周辺減光に関するレンズ情報に基づいて、画像データの周辺減光などを補正する補正部とを備えて、電子カメラを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、
前記撮影レンズの周辺減光に関するレンズ情報に基づいて、前記画像データの周辺減光を補正する補正部とを備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項2】 請求項1に記載の電子カメラにおいて、前記レンズ情報は、前記撮影レンズに光学的に形成される複数の瞳の位置および径に関する開口データであり、前記補正部は、前記開口データに基づいて、前記複数の瞳を介して前記撮像面に到達する光量分布を算出し、前記光量分布をうち消す方向へ前記画像データの輝度分布を補正することを特徴とする電子カメラ。

【請求項3】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、
前記撮影レンズの歪曲収差に関するレンズ情報に基づいて、前記画像データの歪曲収差を補正する補正部とを備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項4】 請求項3に記載の電子カメラにおいて、前記レンズ情報は、「前記撮影レンズの像高h」と「理想像点の像高h0」との対応関係であり、前記補正部は、前記対応関係に基づいて前記像高hが前記像高h0に略一致する方向に、前記画像データの画素位置を位置補正することを特徴とする電子カメラ。

【請求項5】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、
前記撮影レンズの遠近歪みに関するレンズ情報に基づいて、前記画像データの遠近歪みを補正する補正部とを備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項6】 請求項5に記載の電子カメラにおいて、前記レンズ情報は、撮影時のレンズ光軸の角度に関するレンズ情報であり、前記補正部は、前記レンズ光軸の角度に基づいて、前記画像データに生じる遠近歪みをうち消す方向に前記画像データの画素位置を位置補正することを特徴とする電子カメラ。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の電子カメラにおいて、前記補正部による前記画像データの補正処理を禁止する補正禁止用の操作部材を備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項8】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、
前記撮影レンズの周辺減光、歪曲収差、および遠近歪みの少なくとも一つに関するレンズ情報と、前記撮像部で生成された画像データとを併せて画像ファイルを生成す

るファイル生成部とを備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項9】 請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の電子カメラにおいて、前記撮影レンズは、交換可能なレンズであり、前記電子カメラに装着された前記撮影レンズと情報通信を行って、前記レンズ情報を前記撮影レンズ側から取得する情報取得部を備えたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項10】 撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、
前記画像データに対して、周辺減光補正、歪曲収差補正、倍率色収差補正、および遠近歪み補正の内の少なくとも2つを施す補正部とを備え、前記補正部は、前記画像データに施す補正を、①周辺減光補正、②歪曲収差補正、倍率色収差補正、③遠近歪み補正の優先順位で行うことを特徴とする電子カメラ。

【請求項11】 コンピュータを、画像ファイルから画像データを読み出す画像データ取得部と、

前記画像ファイルから、周辺減光、歪曲収差、および遠近歪みの少なくとも一つに関するレンズ情報を読み出す情報取得部と、

前記画像ファイルから取得した前記レンズ情報に基づいて、前記画像データを補正する補正部として機能させるための画像処理プログラムを記録した機械読み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、被写体像を撮像して画像データを生成する電子カメラに関する。本発明は、画像データに画像処理を施すための画像処理プログラムおよびその記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子カメラで撮影した画像データを、コンピュータ上において画像処理することがよく行われている。このような画像処理プログラムでは、

- ・歪曲収差補正
- ・周辺減光補正
- ・色ずれ補正
- ・遠近歪み補正

などの撮影レンズに起因する不具合の補正処理も可能であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来の画像処理プログラムでは、ユーザーが補正処理の項目を選択した上で、補正量を逐一調整する必要があった。そのため、ユーザーは画像データ一つ一つについて適正な補正量を逐一決定しなければならず、手間がかかるといった問題点があった。特に、大量の撮影済みの画像

データを処理する場合、撮影時に使用した撮影レンズの種類によって補正量や補正項目が多岐にわたるため、面倒な作業になるという問題点があった。

【0004】また、従来の画像処理プログラムでは、ユーザーが補正処理の順序を自由に決定する。そのため、補正処理が不適切な順序で行われるおそれがあった。もし、不適切な順序で複数の補正がなされた場合、画像に修復不可能な複雑な歪みを与えてしまうなどの問題点があった。そこで、本発明の目的は、画像データの補正量を適正に決定する電子カメラを提供することである。また、本発明の他の目的は、画像データの補正量を適正に決定する画像処理プログラムおよびその記録媒体を提供することである。また、本発明の他の目的は、画像データの補正処理の順序を適正に決定することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、各請求項の発明は下記のように構成される。

【0006】《請求項1》請求項1に記載の発明は、撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、撮影レンズの周辺減光に関するレンズ情報に基づいて、画像データの周辺減光を補正する補正部とを備えたことを特徴とする。

【0007】《請求項2》請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の電子カメラにおいて、レンズ情報は、撮影レンズに光学的に形成される複数の瞳の位置および径に関する開口データであり、補正部は、開口データに基づいて、複数の瞳を介して撮像面に到達する光量分布を算出し、光量分布をうち消す方向へ画像データの輝度分布を補正することを特徴とする。

【0008】《請求項3》請求項3に記載の発明は、撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、撮影レンズの歪曲収差に関するレンズ情報に基づいて、画像データの歪曲収差を補正する補正部とを備えたことを特徴とする。

【0009】《請求項4》請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の電子カメラにおいて、レンズ情報は、「撮影レンズの像高 h 」と「理想像点の像高 h_0 」との対応関係であり、補正部は、対応関係に基づいて像高 h が像高 h_0 に略一致する方向に、画像データの画素位置を位置補正することを特徴とする。

【0010】《請求項5》請求項5に記載の発明は、撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、撮影レンズの遠近歪みに関するレンズ情報に基づいて、画像データの遠近歪みを補正する補正部とを備えたことを特徴とする。

【0011】《請求項6》請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の電子カメラにおいて、レンズ情報は、撮影時のレンズ光軸の角度に関するレンズ情報であり、補正部は、レンズ光軸の角度に基づいて、画像データに生じる遠近歪みをうち消す方向に画像データの画素位置を

位置補正することを特徴とする。

【0012】《請求項7》請求項7に記載の発明は、請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の電子カメラにおいて、補正部による画像データの補正処理を禁止する補正禁止用の操作部材を備えたことを特徴とする。

【0013】《請求項8》請求項8に記載の発明は、撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、撮影レンズの周辺減光、歪曲収差、および遠近歪みの少なくとも一つに関するレンズ情報と、撮像部で生成された画像データとを併せて画像ファイルを生成するファイル生成部とを備えたことを特徴とする。

【0014】《請求項9》請求項9に記載の発明は、請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の電子カメラにおいて、撮影レンズは、交換可能なレンズであり、電子カメラに装着された撮影レンズと情報通信を行って、レンズ情報を撮影レンズ側から取得する情報取得部を備えたことを特徴とする。

【0015】《請求項10》請求項10に記載の発明は、撮影レンズを介して撮像面上に形成される被写体像を撮像して、画像データを生成する撮像部と、画像データに対して、周辺減光補正、歪曲収差補正、倍率色収差補正、および遠近歪み補正の内の少なくとも2つを施す補正部とを備え、補正部は、画像データに施す補正を、①周辺減光補正、②歪曲収差補正、倍率色収差補正、③遠近歪み補正の優先順位で行うことを特徴とする。

【0016】《請求項11》請求項11に記載の記録媒体には、コンピュータを、画像ファイルから画像データを読み出す画像データ取得部と、画像ファイルから、周辺減光、歪曲収差、倍率色収差、および遠近歪みの少なくとも一つに関するレンズ情報を読み出す情報取得部と、画像ファイルから取得したレンズ情報に基づいて、画像データを補正する補正部として機能させるための画像処理プログラムが記録される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、請求項1～11にかかる実施形態を説明する。図1は、電子カメラ11およびコンピュータ31を示す図である。図1において、電子カメラ11には、交換可能な撮影レンズ12が装着される。この撮影レンズ12には、レンズ情報等を記憶するレンズ内メモリ12a、およびレンズ内のシステム制御を行うレンズ内MPU12bが内蔵される。一方、撮影レンズ12の像空間には、撮像素子13の撮像面が配置される。撮像素子13の出力は、A/D変換部14および信号処理部15を介して、バス16に接続される。

【0018】このバス16には、下記の構成が接続される。

①システム制御用のカメラ内MPU (Micro Processor Unit) 17

②画像データなどを記憶するためのメモリ16a

③画像データに補正処理を施す画像補正部18

④画像データを圧縮する画像圧縮部19

⑤メモ리카ード21の記録処理および再生処理を行う記録再生部20

⑥外部のコンピュータ31との間でデータのやり取りするための外部インターフェース22

なお、カメラ内MPU17は、レンズマウント部に設けられたレンズ通信接点12cを介して、レンズ内MPU12bとデータ通信を行う。また、電子カメラ11には、補正処理のオン/オフ設定を行うための補正スイッチ17aが設けられる。この補正スイッチ17aのスイッチ出力は、カメラ内MPU17に入力される。

【0019】[本発明との対応関係]以下、上述した本実施形態の構成と本発明との対応関係について説明する。なお、ここでの対応関係は、参考のために一解釈を例示するものであり、本発明を徒らに限定するものではない。

【0020】請求項1～6の記載事項と本実施形態との対応関係については、撮像部は撮像素子13に対応し、補正部は画像補正部18に対応する。請求項7の記載事項と本実施形態との対応関係については、操作部材は補正スイッチ17aに対応する。請求項8の記載事項と本実施形態との対応関係については、撮像部は撮像素子13に対応し、ファイル生成部は画像圧縮部19および記録再生部20に対応する。請求項9の記載事項と本実施形態との対応関係については、撮影レンズは撮影レンズ12に対応し、情報取得部はカメラ内MPU17に対応する。請求項10の記載事項と本実施形態との対応関係については、撮像部は撮像素子13に対応し、補正部は画像補正部18に対応する。請求項11の記載事項と本実施形態との対応関係については、コンピュータはコンピュータ31に対応し、記録媒体は、図1に示す記録媒体32、またはコンピュータ31内のハードディスクもしくはシステムメモリに対応する。

【0021】[電子カメラ11の動作説明]図2は、電子カメラ11の動作を説明する流れ図である。以下、図2に示すステップ番号の順番に、電子カメラ11の動作を説明する。

【0022】ステップS1： 電子カメラ11のリリース鉤（不図示）の操作に応じて、カメラ内MPU17は、撮像素子13および撮影レンズ12を制御して、撮像動作を行う。この撮像動作により、撮像素子13からは、画像データが順次出力される。この画像データは、A/D変換部14を介してデジタル化された後、信号処理部15に与えられる。信号処理部15は、この画像データに対して、ガンマ補正、黒レベル補正などをリアルタイムに施した後、処理後の画像データをメモリ16aに一旦蓄積する。

【0023】ステップS2： 信号処理部15は、このメモリ16a内の画像データに対して色補間処理を逐一施し、RGBの色成分が全画素揃った画像データを生成する。

【0024】ステップS3： カメラ内MPU17は、撮影レンズ12側のレンズ内MPU12bと通信を行い、画像データの補正処理に使用するレンズ情報を取得する。このレンズ情報は、下記のようなデータ群から構成される。

①撮像時の開口データ

②撮像時の歪曲収差に関するデータテーブルD(h)

③撮像時の光軸角度 θ

④撮像時の焦点距離f

⑤撮像時のレンズ位置から求めた被写体距離s1（被写体のピント面から撮影レンズ12の前側主点までの距離）

【0025】ステップS4： ここで、カメラ内MPU17は、補正スイッチ17aのスイッチ状態を判定する。もしも補正スイッチ17aがオフ状態の場合、カメラ内MPU17はステップS5に動作を移行する。一方、補正スイッチ17aがオン状態の場合、ステップS7に動作を移行する。

【0026】ステップS5： 画像圧縮部19は、画像データを画像圧縮して、画像圧縮ファイルを生成する。

【0027】ステップS6： 記録再生部20は、ステップS3で得たレンズ情報を、この画像圧縮ファイルのヘッダ部に格納する。このような動作の後、カメラ内MPU17は、後述する画像データの補正処理を省略して、ステップS15に動作を移行する。

【0028】ステップS7： 画像補正部18は、ステップS3で得たレンズ情報の中から、開口データを取得する。この開口データは、撮影レンズ12に光学的に形成される複数の瞳（像空間側から見える「絞り」や「鏡筒内壁」や「レンズ枠」などの開口像）の位置および径に関する情報である。画像補正部18は、この複数の瞳を順番に通過して、撮像面に到達する光量分布を算出し、その光量分布の変化をうち消す補正係数を算出して、補正テーブルを作成する。

【0029】以下、この開口データの計算処理の考え方について説明する。図3は、撮像素子13の撮像面と、2つの瞳A1、A2との位置関係を模式的に示す図である。図3では、半径r1の瞳A1が、撮像面から距離D1だけ離れて配置される。また、半径r2の瞳A2が、撮像面から距離D2だけ離れて配置される。この内、一番外側の瞳A2上の座標(x2,y2)に微小面積dsを考える。この微小面積dsを輝度Ioの完全拡散面とする。この場合、この微小面積dsから撮像面上の画素位置(x,y)に到達する明るさda(x,y)は、

【数1】

$$da(x,y) = \frac{I_0 ds}{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2} \left(\frac{D_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2}} \right)^2$$

$$= \frac{I_0 D_2^2 ds}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} \quad \dots \text{【式1】}$$

となる。しかしながら、この瞳A2から出発した光が、全て撮像面に到達する訳ではない。例えば、図3中に示す微小面積 ds' から出発した光は、途中の瞳A1によって遮られるため、撮像面上の画素位置 (x,y) には到達しない。そこで、瞳A2の座標 (x_2, y_2) と撮像面の画素位置 (x,y) とを結ぶ線分が、瞳A1と交わる座標 (x_1, y_1) を求めると、
【数2】

$$\begin{cases} x_1 = x + \frac{D_1}{D_2}(x_2 - x) \\ y_1 = y + \frac{D_1}{D_2}(y_2 - y) \end{cases} \quad \dots \text{【式2】}$$

となる。以上の式から、撮像面上の画素位置 (x,y) の明るさ $a(x,y)$ は、
【数3】

$$a(x,y) = \int_{(x_2, y_2) \in A_2 \text{ and } (x_1, y_1) \in A_1} \frac{I_0 D_2^2}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} dx_2 dy_2$$

$$\dots \text{【式3】}$$

となる。なお、上式中の積分範囲の制限条件は、瞳の数だけ用意する。撮像素子13の感度が略均等であれば、上記の明るさ $a(x,y)$ が、撮像素子13に光電変換される光量分布となる。そこで、画像補正部18は、この【式3】を解析的手法や数値的手法により計算し、複数の代表点 (x,y) における明るさ $a(x,y)$ を求める。(なお、撮影レンズ12が矩形開口を内蔵するなどの特殊な事情がない限り、上記の明るさ $a(x,y)$ は光軸対称となる。そこで、上記の代表点としては、像高を変えて数〜数十点とればよい。また、このように求めた代表点の明るさ $a(x,y)$ に、撮像素子13および信号処理部15の非線形な階調変換特性を加味することにより、画像データに実際に現れる光量分布を求めることが更に好ましい。)

画像補正部18は、このように求めた代表点の光量分布を補間して、画素単位の補正に必要な刻みにする。画像補正部18は、この光量分布の逆数を算出して、周辺減光の補正係数を求めて補正テーブルを作成する。

【0030】次に、撮像素子13の方向別感度が略均等でない場合について説明する。この場合は、撮像素子13の画素位置 (x,y) における方向別感度 $S_{xy}(\epsilon, \Phi)$ の値が予め実測済みであり、画像補正部18内にデータテーブルとして格納されている。なお、 ϵ 、 Φ は光の入射角度であり、図4に示すように定義付けられる。この入射角度 ϵ 、 Φ は、【式1】中の変数と次のような関係を有する。

【数4】

$$\begin{cases} \epsilon = \cos^{-1} \left(\frac{D_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2}} \right) \\ \Phi = \cos^{-1} \left(\frac{y-y_2}{\sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2}} \right) \end{cases} \quad \dots \text{【式4】}$$

このような方向別感度 $S_{xy}(\epsilon, \Phi)$ を考慮することにより、撮像面上の画素位置 (x,y) の明るさ $a(x,y)$ は、

【数5】

$$a(x,y) = \int_{(x_2, y_2) \in A_2 \text{ and } (x_1, y_1) \in A_1} \frac{S_{xy}(\epsilon, \Phi) I_0 D_2^2}{((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + D_2^2)^2} dx_2 dy_2$$

$$\dots \text{【式5】}$$

となる。この明るさ $a(x,y)$ が、撮像素子13に光電変換される光量分布となる。そこで、画像補正部18は、この【式5】を解析的手法や数値的手法により計算し、複数の代表点 (x,y) における明るさ $a(x,y)$ を求める。(なお、このように求めた代表点の明るさ $a(x,y)$ に、撮像素子13および信号処理部15の非線形な階調変換特性を加味することにより、画像データに実際に現れる光量分

布を求めることが更に好ましい。)

画像補正部18は、このように求めた代表点の光量分布を補間して、画素単位の補正に必要な刻みにする。画像補正部18は、この光量分布の逆数を算出して、周辺減光の補正係数を求めて補正テーブルを作成する。以上の一連の計算方法により、周辺減光の補正テーブルを得ることが可能になる。

【0031】ステップS8： 画像補正部18は、上記のように求めた補正テーブルを画像データの画素位置に基づいて参照して、補正係数を順次を得る。画像補正部18は、この補正係数を画像データの該当する画素位置の画素値に乘じる。その結果、画像データの周辺減光が補正される。

【0032】ステップS9： 画像補正部18は、ステップS3で得たレンズ情報の中から、歪曲収差に関するデータテーブルD(h)を取得する。このデータテーブルD(h)は、像高hと理想像点の像高h0とから次のように定義される。

$$D(h) = (h - h_0) / h_0$$

図5は、歪曲収差の見え方とデータテーブルD(h)との関係を示した図である。なお、撮影レンズ12内のレンズ内メモリ12aには、このようなデータテーブルD(h)が、焦点距離および撮影距離（被写体のピント面から撮像面までの距離）毎に予め格納されている。レンズ内MPU12bは、このメモリ内から、撮影時の焦点距離および撮影距離に合ったデータテーブルD(h)を読み出し、カメラ内MPU17にレンズ情報として伝達する。

【0033】ステップS10： 画像補正部18は、画像データの各画素位置(x,y)の像高hを、

【数6】

$$h = \sqrt{(x - xc)^2 + (y - yc)^2} \quad \dots \text{【数6】}$$

【ただし、(xc,yc)は光軸中心の画素位置】

を用いて求める。画像補正部18は、この像高hとデータテーブルD(h)とに基づいて、

【数7】

$$\begin{cases} x' = \frac{x}{1 + D(h)} \\ y' = \frac{y}{1 + D(h)} \end{cases} \quad \dots \text{【数7】}$$

を算出し、歪曲収差の影響を排除した理想位置(x',y')を画素単位に求める。

【0034】ステップS11： 画像補正部18は、ステップS3で得たレンズ情報の中から、撮影時のレンズ光軸の角度θを取得する。

【0035】ステップS12： 図6は、遠近歪み（遠近差に起因する歪み）の発生状況を説明する図である。図6Aは、いわゆるシフトレンズを使用したアオリ撮影の状態である。この場合、被写体と撮像面が平行関係に維持されるため、被写体像に遠近歪みは生じない。一方、図6Bは、通常の撮影レンズ12を使用して、被写体を見上げるように撮影している状態である。この場合、被写体と撮像面の平行関係が崩れるため、被写体像に遠近歪みが発生する。図7は、図6Bの状態を側方から見た図である。この場合、h1'の画素位置(x',y')

を、h0'の画素位置(x1',y1')に移動することにより、遠近歪みの影響を排除することができる。この画素位置(x1',y1')は、

【数8】

$$\begin{cases} x1' = x' \cdot \frac{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta}{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta - y' \sin \theta} \\ y1' = \frac{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} y'}{\frac{s1 \cdot f}{s1 - f} \cos \theta - y' \sin \theta} \end{cases} \quad \dots \text{【数8】}$$

【ただし、fは焦点距離であり、s1は被写体距離である】

なお、風景写真のようにs1 ≫ fの場合は、

【数9】

$$\begin{cases} x1' = \frac{x' \cdot f \cos \theta}{f \cos \theta - y' \sin \theta} \\ y1' = \frac{f \cdot y'}{f \cos \theta - y' \sin \theta} \end{cases} \quad \dots \text{【数9】}$$

に近似することができる。そこで、画像補正部18は、【式8】もしくは【式9】に、ステップS10で求めた理想位置(x',y')を代入し、遠近歪みの影響を排除した理想位置(x1',y1')を画素単位に求める。

【0036】ステップS13： 画像補正部18は、各画素の理想位置(x1',y1')に基づいて、画素値の再配置を行う。このとき、各画素の理想位置(x1',y1')は必ずしも等間隔にならない。そこで、画像補正部18は、等間隔の升目に区切った新しい画素位置を用意し、その新画素位置の画素値を、近傍の理想位置(x1',y1')の画素値の重み付け加算（補間処理）により決定する。このような補正処理（S7～S13）により、周辺減光、歪曲収差および遠近歪みの影響を排除した画像データが生成される。

【0037】ステップS14： 画像圧縮部19は、補正処理後の画像データを画像圧縮して、画像圧縮ファイルを生成する。

【0038】ステップS15： 記録再生部20は、画像圧縮ファイルをメモリカード21に記録する。以上の一連の動作により、電子カメラ11の動作が完了する。

【0039】〔画像処理プログラムの説明〕図8は、コンピュータ31によって実行される画像処理プログラムの説明する流れ図である。以下、図8のステップ番号に従って、画像処理プログラムの説明を行う。

【0040】ステップS31： コンピュータ31は、画像圧縮ファイルを伸張して画像データに戻す。

【0041】ステップS32： コンピュータ31は、画像圧縮ファイルのヘッダ部に、画像データ補正用のレ

レンズ情報（上記のステップS6で格納されたもの）が存在するか否かを判定する。ここで、レンズ情報が存在しない場合、コンピュータ31は、補正処理を行わずに、動作を終了する。一方、レンズ情報が存在した場合、コンピュータ31は、ステップS37に動作を移行する。

【0042】ステップS33～S39： コンピュータ31は、画像圧縮ファイルから取得したレンズ情報に基づいて、上述したステップS7～S13と同一の補正処理を行う。なお、詳細な説明については、ステップS7～S13の上記説明を参照することとし、ここでの説明を省略する。

【0043】以上の一連の動作により、電子カメラ11で補正処理を行わなかった圧縮画像ファイルに対して、コンピュータ31側で補正処理が自動的に実施される。

【0044】〔本実施形態の効果など〕本実施形態では、開口データに基づいて撮影レンズの口径蝕およびコサイン4乗則の影響を考慮した正確な光量分布を算出する。したがって、周辺減光を正確に補正することが可能になる。

【0045】また、本実施形態では、歪曲収差のテーブルデータD(h)に基づいて、歪曲収差補正を行う。したがって、樽型や糸巻き型のような単純な歪曲に限らず、陣笠型などの複雑な歪曲についても確実に補正することが可能になる。

【0046】さらに、本実施形態では、遠近歪みを補正する。したがって、シフトレンズなどの特殊レンズを使用することなく、遠近歪みのない画像データを簡易に得ることが可能になる。

【0047】また、電子カメラ11では補正スイッチ17aにより補正処理を禁止することができる。この場合、電子カメラ11は、画像データ補正用のレンズ情報を、画像圧縮ファイルに記録する。したがって、電子カメラ11側では、画像データの補正処理に時間を消費することなく、撮像動作を迅速に実施することが可能になる。一方、コンピュータ31側では、補正未処理の圧縮画像ファイルに対して、ファイル内のレンズ情報に基づく補正処理を実施する。したがって、コンピュータ31側では、ユーザーが補正量を特に指示入力するなどの手間がかからず、簡単かつ適正に補正処理を実施することが可能になる。

【0048】さらに、電子カメラ11は、装着中の撮影レンズ12からレンズ情報を取得する。したがって、電子カメラ11は、多種多様な交換レンズに柔軟に対応して、画像データを常に適正に補正することが可能になる。

【0049】また、本実施形態では、①周辺減光補正、②歪曲収差補正、③遠近歪み補正の優先順位に従って、補正処理を行う。この場合、画素位置の位置補正によって周辺減光の形状が歪んだり、遠近歪みの補正によって歪曲収差が複雑に歪むなどの不具合を避けることが可能

になる。

【0050】さらに、本実施形態では、歪曲収差の位置補正と、遠近歪みの位置補正とを位置計算でのみ行い、最終的な理想位置($x1'$, $y1'$)に基づいて画素値の補間処理を行う。したがって、画素位置の位置補正を繰り返すことに伴う画像劣化を極力抑えることができる。

【0051】〔本実施形態の補正事項〕なお、上述した実施形態では、撮影レンズ12側からレンズ情報として①開口データ、②歪曲収差に関するデータテーブルD(h)、③撮像時の光軸角度 θ 、④焦点距離f、および⑤被写体距離s1を取得している。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではない。例えば、電子カメラ11側から撮影レンズ12側に指示したレンズ情報については、撮影レンズ12側から改めて取得する必要は勿論ない。また、電子カメラ11側に姿勢センサなどを搭載することにより、電子カメラ11側で光軸角度 θ を検出しても勿論かまわない。

【0052】また、上述した実施形態では、電子カメラ11が撮像動作に継続して補正処理を行う場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、撮影可能間隔を極力短縮するために、撮像時には、画像データおよびレンズ情報の記録のみを行ってもよい。この場合、電子カメラ11が、撮像動作の空き時間などを利用して、画像データに補正処理を後から施すことが好ましい。

【0053】なお、上述した実施形態では、画像データごとにレンズ情報の取得や補正係数の計算を行っている。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではない。例えば、電子カメラ11やコンピュータ31が、一回使用したレンズ情報や補正係数を記憶しておき、この記憶データを別の画像データの補正処理に再利用してもよい。この場合、2回目以降の補正処理の時間を短縮することが可能になる。

【0054】また、上述した実施形態において、RAWデータ（電子カメラ側で画像処理を殆ど加えず、撮像素子出力のA/D変換直後に近い画像データ）の記録モードを電子カメラ側に設けておくことが好ましい。このRAWデータの記録モードでは、レンズ情報に基づく補正処理を行わずに、レンズ情報をRAWデータの画像ファイルに含めることが好ましい。なお、コンピュータ側（画像処理プログラム側）では、このRAWデータの画像ファイルにレンズ情報が含まれていた場合、このRAWデータ専用の画像処理（色補間処理など）に加えて、レンズ情報に基づく補正処理を追加実施することが好ましい。

【0055】

【発明の効果】《請求項1》請求項1に記載の電子カメラは、撮影レンズの周辺減光に関するレンズ情報に基づいて、画像データの周辺減光を補正する。そのため、レンズ情報に基づいて、画像データに生じる周辺減光の度

合いを求め、適正な周辺減光の補正量を自動的に決定することが可能になる。したがって、ユーザーが補正量を逐一調整する必要が特になく、従来に比べて周辺減光の補正処理に手間がかからない。

【0056】《請求項2》請求項2に記載の電子カメラは、レンズ情報として、撮影レンズに光学的に形成される複数の瞳の位置および径に関する開口データを取得する。電子カメラは、この開口データから撮像面上の光量分布を求める。この撮像面上の光量分布は、撮影レンズの口径蝕およびコサイン4乗則の影響を考慮した正確なデータとなる。電子カメラは、この光量分布をうち消す方向へ画像データの輝度分布を補正する。その結果、周辺減光を更に適正に補正することが可能になる。

【0057】《請求項3》請求項3に記載の電子カメラは、撮影レンズの歪曲収差に関するレンズ情報に基づいて、画像データの歪曲収差を補正する。そのため、レンズ情報に基づいて、画像データに生じる歪曲収差の度合いを求め、適正な歪曲収差の補正量を自動的に決定することが可能になる。したがって、ユーザーが補正量を逐一調整する必要が特になく、従来に比べて歪曲収差の補正処理に手間がかからない。

【0058】《請求項4》請求項4に記載の電子カメラは、レンズ情報として、「撮影レンズの像高 h 」と「理想像点の像高 h_0 」との対応関係を取得する。撮影レンズを透過した被写体光が、像高 h_0 に結像すべきところを像高 h に結像するために、樽型、糸巻き型、陣笠などの歪曲収差が生じる。そこで、電子カメラは、この対応関係に基づいて像高 h が像高 h_0 に略一致する方向に、画素位置を位置補正する。その結果、歪曲収差を更に適正に補正することが可能になる。

【0059】《請求項5》請求項5に記載の電子カメラは、撮影レンズの遠近歪みに関するレンズ情報に基づいて、画像データの遠近歪みを補正する。そのため、レンズ情報に基づいて、画像データに生じる遠近歪みの度合いを求め、適正な遠近歪みの補正量を自動的に決定することが可能になる。したがって、ユーザーが補正量を逐一調整する必要が特になく、従来に比べて遠近歪みの補正処理に手間がかからない。

【0060】《請求項6》請求項6に記載の電子カメラは、レンズ情報として、撮影時のレンズ光軸の角度を取得する。電子カメラは、この角度から撮像面上に生じる遠近歪みを求める。例えば、この判定から被写体のすばむ画面方向またはすばむ度合いを求めることができる。電子カメラは、この遠近歪みの影響をうち消す方向に、画像データの画素位置を位置補正する。その結果、画像データの遠近歪みが目立たなくなり、遠近歪みを更に適正に補正することが可能になる。

【0061】《請求項7》請求項7に記載の電子カメラは、補正部の補正処理を禁止する操作部材を備える。この操作部材により、ユーザーは、補正部の補正処理を行

うか否かを自在に選択することが可能になる。なお、電子カメラは、補正処理が禁止された場合に、補正処理に使用する予定だったレンズ情報を画像ファイルと一緒に（あるいは画像ファイルに含めて）記憶しておくことが好ましい。この場合、レンズ情報を後から取り出して、画像データに適正な補正処理を施すことが可能になる。

【0062】《請求項8》請求項8に記載の電子カメラは、画像データの補正処理に使用するレンズ情報を画像ファイルに含める。したがって、レンズ情報を後から取り出して、画像データに適正な補正処理を施すことが可能になる。

【0063】《請求項9》請求項9に記載の電子カメラは、撮影レンズが交換される。この場合、電子カメラは、装着中の撮影レンズと情報通信を行って、画像データの補正に使用するレンズ情報を取得する。したがって、撮影レンズが交換されても、電子カメラは、装着中の撮影レンズに適合した補正処理を行うことが可能になる。また、ユーザーも、撮影レンズを交換するたびに、補正処理の補正量を逐一調整するなどの手間が不要になる。

【0064】《請求項10》請求項10に記載の電子カメラは、①周辺減光補正、②歪曲収差補正、倍率色収差補正、③遠近歪み補正の優先順位に従って、補正処理を行う。以下、上記優先順位に従わない場合の不具合について説明する。まず、①の補正前に②③のいずれかの補正を行った場合、画素位置の位置補正によって画面内の周辺減光の円形状が歪んでしまう。そのため、正確な周辺減光補正が困難になる。また、②の補正前に③の補正を行った場合、遠近歪みの補正により、画面内の歪曲収差（または倍率色収差）の形状が複雑に歪んでしまう。そのため、正確な歪曲収差補正（または倍率色収差補正）が困難になる。したがって、①②③の優先順位に従って補正処理を行うことにより、上記不具合を確実に避け、良好な補正効果を得ることが可能になる。なお、歪曲収差補正および倍率色収差補正については、どちらも像高の位置補正であるため、優先順位を設けずに一緒に補正を行うことが好ましい。すなわち、色成分の単位に、実際の像高を理想像高へ位置補正することにより、歪曲収差と倍率色収差を同時に補正することができる。

【0065】《請求項11》請求項11に記載の画像処理プログラムをコンピュータで実行することにより、画像ファイル内に記録されたレンズ情報に基づいて、画像ファイル内の画像データに適正な補正処理を施すことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電子カメラ11およびコンピュータ31を示す図である。

【図2】電子カメラ11の動作を説明する流れ図である。

【図3】撮像素子13の撮像面と、複数の瞳との位置関

係を模式的に示す図である。

【図4】方向別感度の角度 ε 、 Φ の定義を示す図である。

【図5】歪曲収差の見え方とデータテーブルD(h)との関係を示した図である。

【図6】遠近歪みの発生状況を説明する図である。

【図7】図6Bの状況を側方から見た図である。

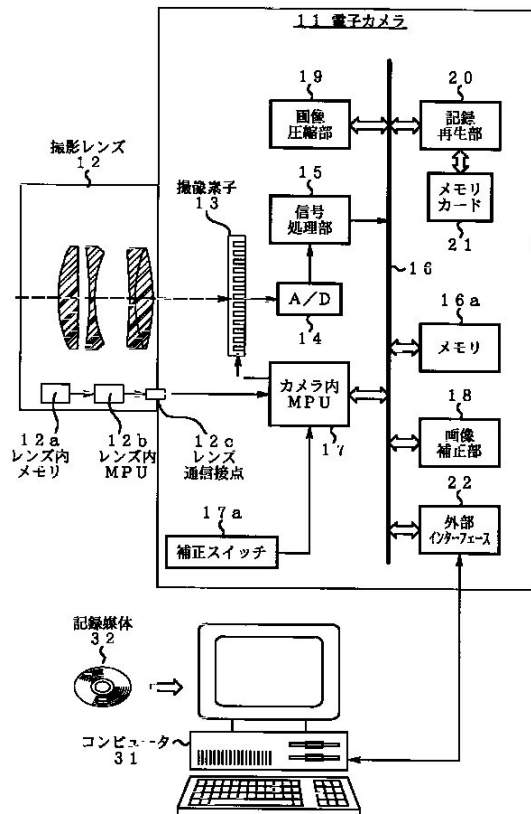
【図8】画像処理プログラムの流れ図である。

【符号の説明】

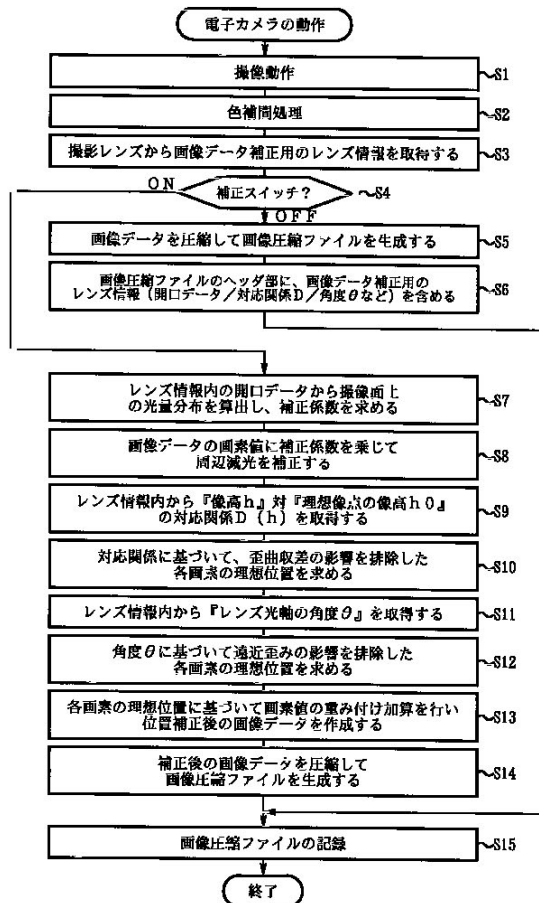
- 11 電子カメラ
- 12 撮影レンズ
- 12a レンズ内メモリ
- 12b レンズ内MPU
- 12c レンズ通信接点

- 13 撮像素子
- 14 A/D変換部
- 15 信号処理部
- 16 バス
- 16a メモリ
- 17 カメラ内MPU
- 17a 補正スイッチ
- 18 画像補正部
- 19 画像圧縮部
- 20 記録再生部
- 21 メモリカード
- 22 外部インターフェース
- 31 コンピュータ
- 32 画像処理プログラムの記録媒体

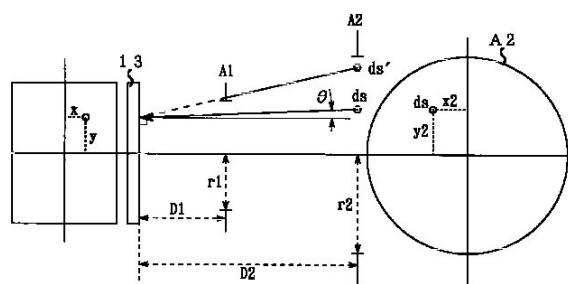
【図1】



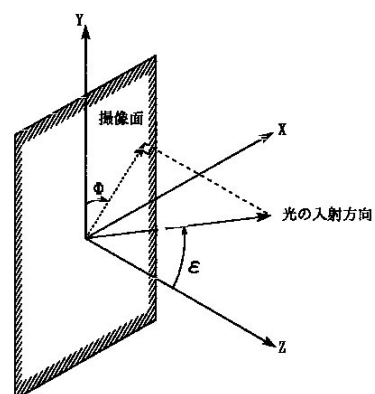
【図2】



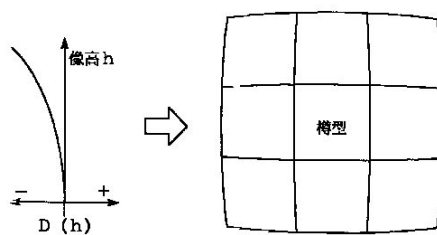
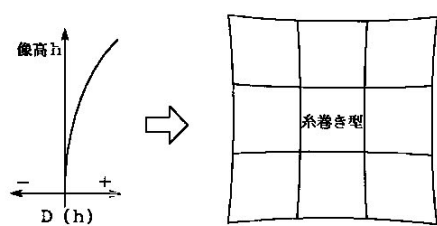
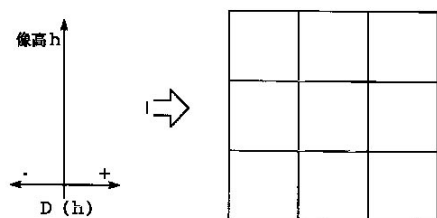
【図3】



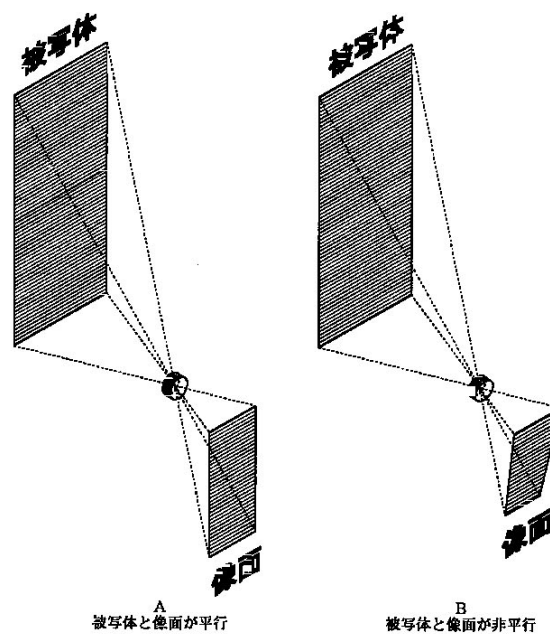
【図4】



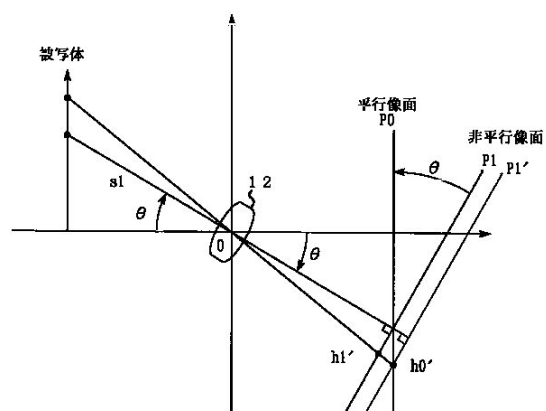
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

