

Translation Certificate

I, **Gyujung Lee**, Attorney-at-Law and Patent Attorney of **AIP Patent & Law Firm**, having my principal place of business at AIP building, 30-1, Teheran-ro 14gil, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea, hereby declare as follows:

1. That I am a citizen of the Republic of Korea.
2. That I am the translator responsible for the attached translation and I am well acquainted with the Korean and English languages and am qualified to translate technical and legal documents in the field of patents.
3. That the attached document is, to the best of my knowledge and belief, a true and accurate translation into the English language of **Korean Patent Publication No. 10-2013-0053408**.
4. That I believe that all statements made herein are true.

December 31, 2025

Gyujung Lee



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: 10-2013-0053408

Filing Date: May 10, 2013

Applicant(s): PANTECH CO., LTD.

May 13, 2014

Chief of Patent Office

Commissioner

[BIBLIOGRAPHIC INFORMATION]

[DOCUMENT NAME] PATENT APPLICATION

[REFERENCE NUMBER] 0215

[APPLICATION TYPE] PATENT APPLICATION

[APPLICANT]

[NAME] PANTECH INC.

[APPLICANT CODE] 1-1998-004053-1

[AGENT]

[NAME] S&IP PATENT & LAW FIRM

[AGENT CODE] 9-2013-100001-8

[DESIGNATED PATENT ATTORNEY] Oh Jae-Eon

[GENERAL POWER OF ATTORNEY REGISTRATION NUMBER] 2013-009900-1

[KOREAN TITLE OF THE INVENTION] 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한

순차적 전달 방법 및 장치

[ENGLISH TITLE OF THE INVENTION] METHOD AND APPARATUS OF IN SEQUENCE

DELIVERY CONSIDERING MULTI-FLOW IN DUAL

CONNECTIVITY SYSTEM

[INVENTOR]

[KOREAN NAME] 정명철

[ENGLISH NAME] JUNG Myung Cheul

[RESIDENT REGISTRATION NUMBER] 740410-1XXXXXX

[ZIP CODE] 121-792

[ADDRESS] PANTECH R&D CENTER BLDG., 1-2 DMC, SANGAM-DONG, MAPO-GU, SEOUL

[NATIONALITY] KR

[INVENTOR]

[NAME] 허강석

[ENGLISH NAME] HUH Kang Suk

[RESIDENT REGISTRATION NUMBER] 700815-1XXXXXX

[ZIP CODE] 121-792

[ADDRESS] PANTECH R&D CENTER BLDG., 1-2 DMC, SANGAM-DONG, MAPO-GU, SEOUL

[NATIONALITY] KR

[INVENTOR]

[NAME] 안재현

[ENGLISH NAME] AHN Jae Hyun

[RESIDENT REGISTRATION NUMBER] 800831-1XXXXXX

[ZIP CODE] 121-792

[ADDRESS] PANTECH R&D CENTER BLDG., 1-2 DMC, SANGAM-DONG, MAPO-GU, SEOUL

[NATIONALITY] KR

[INVENTOR]

[NAME] 권기범

[ENGLISH NAME] KWON Ki Bum

[RESIDENT REGISTRATION NUMBER] 771104-1XXXXXX

[ZIP CODE] 121-792

[ADDRESS] PANTECH R&D CENTER BLDG., 1-2 DMC, SANGAM-DONG, MAPO-GU, SEOUL

[NATIONALITY] KR

[PURPOSE] I HEREBY SUBMIT TO THE COMMISSIONER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE (KIPO) AS ABOVE.

AGENT: S&IP PATENT LAW FIRM (SIGNATURE OR SEAL)

[FEES]

[APPLICATION FILING FEE] 0 PAGES KRW 38,000

[ADDITIONAL APPLICATION FILING FEE] 51 PAGES KRW 0

[PRIORITY CLAIM FEE] 0 CASES KRW 0

[EXAMINATION REQUEST FEE] 0 CLAIMS KRW 0

[TOTAL] KRW 38,000

【Specification】

【Title of the Invention】

METHOD AND APPARATUS OF IN-SEQUENCE DELIVERY CONSIDERING MULTI-FLOW IN DUAL CONNECTIVITY SYSTEM

【Technical Field】

[0001] The present invention relates to wireless communications, and more particularly, to a method and an apparatus for in-sequence delivery considering multi-flows in a wireless communication system supporting dual connectivity.

【Background Art】

[0002] Particularly many communication demands are generated in a specific area such as a hotspot in a cell, and receiving sensitivity of radio waves may be degraded in a specific area such as a cell edge or a coverage hole. With the development of wireless communication technology, small cells, for example, a pico cell, a femto cell, a micro cell, a remote radio head (RRH), a relay, a repeater, and the like are installed together in a macro cell for the purpose of enabling communications in areas such as the hot spot, the cell edge, and the coverage hole. Such a network is called a heterogeneous network (HetNet). In heterogeneous network environments, the macro cell is a cell having a relatively large coverage, and the small cells such as the femto cell and the pico cell are cells having a relatively small coverage. Since the small cells such as the femto cell and the pico cell use power relatively lower than that of the macro cell, the network is also referred to as a low power network (LPN). In the heterogeneous network environments, coverages of multiple macro cells and small cells overlap with each other.

[0003] User Equipment (UE) may perform wireless communications through two or more base stations among base stations constituting at least one serving cell. This is referred to as dual connectivity, and a wireless communication system supporting the dual connectivity is referred to as a dual connectivity system. In this case, one of a plurality of base stations physically or logically divided, which constitute the dual connectivity may be a macro base station (alternatively, referred to as an anchor base station) and the other one may be a small base station (alternatively, referred to as an assisting base station). The UE may be ‘dually connectable UE’ allowing for dual connectivity and ‘dually inconnectable UE’ not allowing for dual connection support.

[0004] A macro base station manages data flow control, security, and header compression according to a packet data convergence protocol (PDCP) for data transmitted to a small base station through a radio bearer (RB).

[0005] In general, a wireless communication system is a single flow structure in which a service is provided to UE through one RB for one EPS bearer service. However, in the case of the wireless communication system supporting dual connectivity, the service of one EPS bearer may be provided to the UE through not one RB but through two RBs established in the macro cell and the small cell, respectively. That is, the service may be provided to the UE through multi-flows.

[0006] In the case of a radio link control acknowledged mode (RLC AM), an RLC entity of the UE reorders RLC packet data units (PDUs) when received RLC PDUs are received out of the order in a downlink. In the case of the RLC AM, a transmitting side may retransmit an RLC PDU of which receiving is missed at a receiving side, again. The RLC entity reassembles an RLC service data unit (SDU) based on the reordered RLC PDU and sequentially deliver the reassembled RLC SDU to an upper layer (that is, a PDCP entity). In the case of the RLC AM, the RLC SDUs may be sequentially delivered through reordering and retransmission methods of the RLC PDUs. In other words, the PDCP entity needs to sequentially receive the RLC SDUs except for re-establishment of a lower layer. However, in the case of the UE in which multi-flows are constituted, the RLC entity for the small base station and the RLC entity for the macro base station may be distinguished to receive the respective RLC SDUs and obtain PDCP SDUs to deliver the obtained PDCP SDUs to the upper layer. In this case, the PDCP entity may not sequentially obtain the PDCP SDUs. Accordingly, in the case of the UE using multi-flows, a new method for in-sequence delivery of the PDCP SDUs to the upper layer from the PDCP entity is required.

【Summary of the Invention】

【Task to be Solved】

[0007] The present invention provides a method and an apparatus for in-sequence delivery considering multi-flows in a dual connectivity system.

[0008] The present invention also provides a method and an apparatus in which a packet data convergence protocol (PDCP) entity at user equipment (UE) end sequentially delivers PDCP SDUs to an upper layer in sequence in a multi-flow structure.

[0009] The present invention also provides configuring an in-sequence delivery timer in UE in a multi-flow structure.

【Means for Solving the Technical Task】

[0010] According to an aspect of the present invention, there is provided a method for receiving, by user equipment (UE), multi-flow data with respect to one evolved packet system (EPS) bearer through a macro base station (macro eNB) and a small base station (small eNB) in a wireless communication system supporting dual connectivity. The method includes receiving, by a packet data convergence protocol (PDCP) entity of the UE, PDCP packet data units (PDUs) through the macro base station and the small base station from a PDCP entity of the macro base station; obtaining PDCP service data units (SDUs) corresponding to the PDCP PDUs; and receiving from the macro base station, information regarding an in-sequence timer for the PDCP SDUs through a radio resource control (RRC) message, wherein the PDCP SDUs are indicated by a predefined PDCP sequence number (SN).

[0011] According to another aspect of the present invention, there is provided a method for transmitting multi-flow data with respect to one evolved packet system (EPS) bearer from a macro base station through the macro base station and a small base station in a wireless communication system supporting dual connectivity. The method includes generating packet data convergence protocol (PDCP) packet data units (PDUs) in a PDCP entity with respect to packets received by the macro base station according to a PDCP sequence number (SN) of a PDCP service data unit (SDU); distributing the PDCP PDUs to a radio link control (RLC) entity of the macro base station and an RLC entity of the small base station according to a determined rule and transmitting the distributed PDCP PDUs to the UE; and transmitting to the UE, a radio resource control (RRC) message including information regarding an in-sequence timer for the PDCP SDUs.

【Technical Effect】

[0012] According to the present invention, in performing downlink transmission through multi-flows in a dual connectivity system, even in the case that a PDCP entity of UE receives PDCP PDUs in a non-sequential manner, the PDCP PDUs can be sequentially delivered to an upper layer of PDCP SDUs, and transmission efficiency can be improved.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

[0013] FIG. 1 illustrates a wireless communication system according to the present invention.

FIG. 2 is a block diagram illustrating a radio protocol architecture for a user plane.

FIG. 3 is a block diagram illustrating a radio protocol architecture for a control plane.

FIG. 4 is a diagram illustrating an overview of an example of an RLC sublayer model according to the present invention.

FIG. 5 illustrates an example of a dual connectivity situation of UE applied to the present invention.

FIG. 6 illustrates an example of an EPS bearer structure when a single flow is configured.

FIG. 7 illustrates an example of a network structure of the macro base station and the small base station in the case of a single flow in a dual connectivity situation.

FIG. 8 illustrates an example of an EPS bearer structure when multi-flows are configured in the dual connectivity situation.

FIG. 9 illustrates an example of a network structure of the macro base station and the small base station in the case of multi-flows.

FIG. 10 illustrates a packet delivery process in the case of a single flow when dual connectivity is considered.

FIG. 11 illustrates a packet delivery process in the case of multi-flows when dual connectivity is considered.

FIG. 12 illustrates an example of a PDCP PDU receiving timing in a PDCP entity of UE.

FIG. 13 illustrates an example of sequential upper layer transmission according to a PDCP sequence number (SN) in a PDCP entity of UE.

FIG. 14 illustrates a method for in-sequence delivery of PDCP SDUs, which is performed by a UE considering multi-flows according to the present invention.

FIG. 15 is a block diagram of a macro base station, a small base station, and UE according to the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0014] Hereinafter, in the specification, contents associated with the present invention will be described in detail through illustrated drawings and embodiments together with contents of the present invention. In the figures, even in the case that parts are illustrated in different

drawings, it should be understood that like reference numerals refer to the same or equivalent parts of the present invention as possible throughout the drawings. In describing the embodiments of the present invention, when it is determined that the detailed description of the known art configurations or functions related to the present invention may obscure the gist of the present invention, the detailed description thereof will be omitted.

[0015] Further, a wireless communication network is described as a target in the specification, and works performed in the wireless communication network may be performed while a system (for example, a base station) controlling a corresponding wireless communication network controls the network and transmits data, or the works may be performed by user equipment (UE) coupled to the corresponding wireless network.

[0016] FIG. 1 illustrates a wireless communication system according to the present invention. This wireless communication system may be a network architecture of an evolved-universal mobile telecommunications system (E-UMTS). The E-UMTS may be called a long-term evolution (LTE) or LTE-A (advanced) system. The wireless communication system may use various multiple access techniques, such as code division multiple access (CDMA), time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA), orthogonal frequency division multiple access (OFDMA), single carrier-FDMA (SC-FDMA), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, and OFDM-CDMA.

[0017] Referring to FIG. 1, the E-UTRAN includes an evolved NodeB (eNB) 20 that provides a control plane (CP) and a user plane (UP) to user equipment (UE) 10.

[0018] The UE 10 may be fixed or movable and may be called other terms such as a mobile station (MS), an advanced MS (AMS), a user terminal (UT), a subscriber station (SS), a wireless device, and the like.

[0019] The eNB 20 generally refers to a station in communication with the UE 10, and may be called other terms such as a base station (BS), a base transceiver system (BTS), an access point, a femto-eNB, a pico-eNB, a home eNB, a relay, and the like. The eNBs 20 may be connected to each other through an X2 interface. The eNB 20 is connected with an evolved packet core (EPC) 30 through an S1 interface, more particularly, a mobility management entity (MME) through an S1-MME and a serving gateway (S-GW) through an S1-U. The S1 interface transmits and receives operation and management (OAM) information for supporting the movement of the UE 10 by exchanging a signal with the MME.

[0020] The EPC 30 includes the MME, the S-GW, and a packet data network gateway (P-GW). The MME has access information of the UE 10 or information on capability of the UE 10, and the information is mainly used for mobility management of the UE 10. The S-GW

is a gateway having the E-UTRAN as an end point and the P-GW is a gateway having the PDN as an end point.

[0021] The E-UTRAN and the EPC 30 are integrated to be called an evolved packet system (EPS), and a traffic flow from a wireless link through which the UE 10 is connected to the eNB 20 to the PDN connected to a service entity operates based on an Internet protocol (IP).

[0022] A radio interface between the UE and the eNB is referred to as a Uu interface. Layers of a radio interface protocol between the UE and the network may be divided into a first layer L1, a second layer L2, and a third layer L3 based on three lower layers of an open system interconnection (OSI) reference model which is widely known in a communication system. Among the layers, a physical layer which belongs to the first layer provides an information transfer service using a physical channel and a radio resource control (RRC) layer positioned at the third layer controls a radio resource between the UE and the network by exchanging an RRC message.

[0023] FIG. 2 is a block diagram illustrating a radio protocol architecture for a user plane, and FIG. 3 is a block diagram illustrating a radio protocol architecture for a control plane. The user plane is a protocol stack for transmitting user data, and the control plane is a protocol stack for transmitting a control signal.

[0024] Referring to FIGS. 2 and 3, a physical (PHY) layer provides information transfer service to the upper layer by using the physical channel. The PHY layer is connected with a medium access control (MAC) layer which is an upper layer through a transport channel. Data is transmitted between the MAC layer and the PHY layer through the transport channel. The transport channel is classified according to how data is transmitted through the radio interface.

[0025] Further, data is transmitted between different PHY layers (that is, between the PHY layers of a transmitter and a receiver) through the physical channel. The physical channel may be modulated by an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) scheme and uses a time and a frequency as radio resources.

[0026] As an example, a physical downlink control channel (PDCCH) among the physical channels notifies resource allocation of a paging channel (PCH) and a downlink shared channel (DL-SCH) and hybrid automatic repeat request (HARQ) information associated with the DL-SCH to the UE, and the PDCCH may transport an uplink scheduling grant notifying the resource allocation of the uplink transmission to the UE. Further, a physical control format indicator channel (PCFICH) notifies the number of OFDM symbols used in the PDCCHs to the UE, and this is transmitted every sub-frame. Further, a physical hybrid ARQ indicator

channel (PHICH) transports an HARQ ACK/NAK signal as a response of uplink transmission. Further, a physical uplink control channel (PUCCH) transports uplink control information such as HARQ ACK/NAK, a scheduling request, a CQI for downlink transmission. Furthermore, a physical uplink shared channel (PUSCH) transports an uplink shared channel (UL-SCH).

[0027] The MAC layer may perform mapping between a logic channel and the transport channel and multiplexing or demultiplexing to a transport block provided to the physical channel onto the transport channel of an MAC service data unit (SDU) that belongs to the logic channel. The MAC layer provides a service to a radio link control (RLC) layer through the logic channel. The logic channel may be divided into a control channel for transferring control area information and a traffic channel for transferring user area information.

[0028] The functions of the RLC layer include concatenation, segmentation, and reassembly of radio link control service data units (RLC SDUs). In order to assure various quality of services (QoS) requested by a radio bearer (RB), the RLC layer provides three operating modes of a transparent mode (TM), an unacknowledged mode (UM), and an acknowledged mode (AM).

[0029] The RLC SDUs may be supported in various sizes and as an example, may be supported by a byte unit. RLC protocol data units (PDUs) are defined only when transmission opportunity is notified from the lower layer (for example, the MAC layer), and when the transmission opportunity is notified, the RLC PDUs are transferred to the lower layer. The transmission opportunity may be notified together with the sizes of the total RLC PDUs to be transmitted. Hereinafter, the RLC layer will be described in detail with reference to FIG. 4.

[0030] The functions of a packet data convergence protocol (PDCP) layer on the user plane include transferring of user data, header compression, and ciphering. The functions of the PDCP layer on the user plane include transferring of control plane data and ciphering/integrity protection.

[0031] The RRC layer serves to control the logic channel, the transport channel, and the physical channels in association with the configuration, re-configuration, and release of the RBs. The RB means a logic path provided by the first layer (PHY layer) and the second layers (the MAC layer, the RLC layer, and the PDCP layer) in order to transfer data between the UE and the network. Configuring the RB defines features of the radio protocol layer and the channel in order to provide a specific service and means a process of setting respective detailed parameters and operating methods. The RB may be divided into two types of a signaling RB (SRB) and a data RB (DRB) again. The SRB is used as a passage for transmitting a non-access stratum (NAS) message and the RRC message on the control plane, and the DRB is used as a

passage for transmitting the user data on the user plane.

[0032] An NAS layer is positioned above the RRC layer and performs functions such as session management and mobility management.

[0033] When an RRC connection is established between the RRC layer of the UE and the RRC layer of the E-UTRAN, the UE is in an RRC connected state, and if it is not, the UE is in an RRC idle state.

[0034] A downlink transport channel for transmitting data from the network to the UE includes a broadcast channel (BCH) for transmitting system information and besides, a downlink shared channel (SCH) for transmitting user traffic or a control message. Traffic or a control message of a downlink multicast or broadcast service may be transported through the downlink SCH or transported through a separate downlink multicast channel (MCH). Meanwhile, an uplink transport channel for transmitting data from the UE to the network includes a random access channel (RACH) for transporting an initial control message and besides, an uplink shared channel (SCH) for transporting the user traffic or the control message.

[0035] The logical channel that is positioned above the transport channel and mapped to the transport channel includes a broadcast control channel (BCCH), a paging control channel (PCCH), a common control channel (CCCH), a multicast control channel (MCCH), a multicast traffic channel (MTCH), and the like.

[0036] The physical channel is constituted by a plurality of symbols in a time domain and a plurality of sub-carriers in a frequency domain. One sub-frame is constituted by a plurality of OFDM symbols in a time domain. One sub-frame is constituted by a plurality of resource blocks, and one resource block is constituted by a plurality of symbols and a plurality of sub-carriers. Further, each sub-frame may use specific sub-carriers of specific symbols (e.g., first symbols) of a corresponding sub-frame for the PDCCH. A transmission time interval (TTI) which is a unit time when the data is transmitted is 1 ms corresponding to one sub-frame.

[0037] FIG. 4 is a diagram illustrating an outline of an example of an RLC sublayer model according to an embodiment of the present invention.

[0038] Referring to FIG. 4, an RLC entity is divided into different RLC entities according to a data transmission scheme. As an example, the RLC entity includes a TM RLC entity 400, an UM RLC entity 420, and an AM RLC entity 440.

[0039] The UM RLC entity 420 may be configured to receive or transfer RLC PDUs through logical channels (for example, DL/UL DTCH, MCCH or MTCH). Further, the UM RLC entity 420 may transfer or receive an unacknowledged mode data (UMD) PDU.

[0040] The UM RLC entity is constituted by a transmission UM RLC entity or a

reception UM RLC entity.

[0041] The transmission UM RLC entity receives RLC SDUs from the upper layer and transmits the RLC PDUs to a peer reception UM RLC entity through the lower layer. When the transmission UM RLC entity configures UMD PDUs from the RLC SDUs, if a specific transmission opportunity is notified by the lower layer, the RLC SDUs are segmented or concatenated to constitute the UMD PDUs to be within a total size of the RLC PDUs indicated by the lower layer, and the UMD PDUs are configured so that related RLC headers are included in the UMD PDU.

[0042] The reception UM RLC entity transfers the RLC SDUs to the upper layer and receives the RLC PDUs from the peer reception UM RLC entity through the lower layer. When the reception UM RLC entity receives the UMD PDUs, the reception UM RLC entity may detect whether the UMD PDUs are duplicately received to discard the duplicated UMD PDUs, reorder a sequence of the UMD PDUs when the UMD PDUs are received out of the sequence, avoid excessive reorder delays by detecting loss of the UMD PDUs in the lower layer, reassemble the RLC SDUs from the reordered UMD PDUs, transfer the reassembled RLC SDUs to the upper layer in an ascending order of an RLC sequence number (SN), and discard the UMD PDUs which cannot be reassembled into the RLC SDU due to the UMD PDU loss which belongs to the specific RLC SDU in the lower layer. During the RLC re-establishment, the reception UM RLC entity reassembles the RLC SDUs from the UMD PDUs received out of the sequence to transfer the reassembled RLC SDUs to the upper layer, if possible, and all of the remaining UMD PDUs which cannot be reassembled into the RLC SDUs are discarded, and related status parameters are initialized and related timers are stopped.

[0043] Meanwhile, the AM RLC entity 440 may be configured to receive or transfer the RLC PDUs through logical channels (for example, DL/UL DCCH or DL/UL DTCH). The AM RLC entity transfers or receives an AMD PDU or ADM PDU segment and transfers or receives an RLC control PDU (for example, a STATUS PDU).

[0044] If the STATUS PDU is triggered and a block timer (t-StatusProhibit) is not running or has expired, the STATUS PDU is transmitted at the next transmission opportunity. Accordingly, the UE predicts the size of the STATUS PDU and considers the STATUS PDU as data available for transmission in the RLC layer.

[0045] The AM RLC entity is constituted by a transmitting side and a receiving side.

[0046] The transmitting side of the AM RLC entity receives the RLC SDUs from the upper layer and transmits the RLC PDUs to a peer AM RLC entity through the lower layer. When the transmitting side of the AM RLC entity constitutes AMD PDUs from the RLC SDUs,

the RLC SDUs are segmented or concatenated so as to be suitable within the total size of the RLC PDU(s) indicated by the lower layer when the specific transmission opportunity is notified by the lower layer, thereby constituting the AMD PDUs. The transmitting side of the AM RLC entity supports retransmission (ARQ) of the RLC data PDUs. If the RLC data PDU to be retransmitted is not suitable within the total size of the RLC PDU(s) indicated by the lower layer when the specific transmission opportunity is notified by the lower layer, the AM RLC entity re-segments the RLC data PDUs to the AMD PDU segments.

[0047] In this case, the number of re-segmentation is not limited. When the transmitting side of the AM RLC entity creates the AMD PDUs from the RLC SDUs received from the upper layer or AMD PDU segments from the RLC data PDUs to be retransmitted, related RLC headers are included in the RLC data PDU.

[0048] The receiving side of the AM RLC entity transfers the RLC SDUs to the upper layer and receives the RLC PDUs from the peer AM RLC entity through the lower layer.

[0049] When receiving the RLC data PDUs, the receiving side of the AM RLC entity detects whether the RLC data PDUs are duplicatively received, discards the duplicated RLC data PDUs, reorders the sequence of the RLC data PDUs when the RLC data PDUs are received out of the sequence, detects the loss of the RLC data PDUs generated in the lower layer and requests the retransmission to the AM RLC entity, reassembles the RLC SDUs from the reordered RLC data PDUs, and transfers the reassembled RLC SDUs to the upper layer in the reassembled sequence.

[0050] During the RLC re-establishment, the receiving side of the AM RLC entity reassembles the RLC SDUs from the RLC data PDUs received out of the sequence, if possible, to transfer the reassembled RLC SDUs to the upper layer, discards all of the remaining RLC data PDUs which cannot be reassembled into the RLC SDUs, and initializes the related status parameters and stops the related timers.

[0051] FIG. 5 illustrates an example of a dual connectivity situation of the UE applied to the embodiment of the present invention.

[0052] Referring to FIG. 5, UE 550 positioned in a service area of a macro cell in a macro eNB 500 (alternatively, an anchor base station) enters an area over-laid with a service area of a small cell in a small eNB 510 (alternatively, an assisting base station).

[0053] In order to support an additional data service through the small cell in the small eNB while maintaining existing wireless connection and data service connection through the macro cell in the macro eNB, the network configures dual connection with respect to the UE.

[0054] Accordingly, the user data reaching the macro cell may be transferred to the UE

through the small cell in the small eNB. Specifically, a F2 frequency band is allocated to the macro eNB and a F1 frequency band is allocated to the small eNB. The UE may receive the service from the macro eNB through the F2 frequency band and simultaneously, receive the service from the small eNB through the F1 frequency band.

[0055] FIG. 6 illustrates an example of an EPS bearer structure in the case where a single flow is constituted.

[0056] Referring to FIG. 6, a radio bearer (RB) is a bearer provided from the Uu interface in order to support the service of a user. In the wireless communication system, each bearer is defined for each interface to ensure independency between the interfaces.

[0057] Bearers provided by the wireless communication system are collectively called an evolved packet system (EPS) bearer. The EPS bearer is a transmission path generated between the UE and the P-GW. The P-GW may receive an IP flow from the Internet or transmit the IP flow to the Internet. One or more EPS bearers may be constituted per UE, each EPS bearer may be divided into an E-UTRAN radio access bearer (E-RAB) and an S5/S8 bearer, and the E-RAB may be divided into a radio bearer (RB) and an S1 bearer. That is, one EPS bearer corresponds to one RB, one S1 bearer, or one S5/S8 bearer, respectively. The IP flow may have a different quality of service (QoS) characteristic according to which service (alternatively, application) is used, and the IP flow having the different QoS characteristics may be mapped and transmitted for each EPS bearer. The EPS bearers may be divided based on an EPS bearer identity. The EPS bearer identity is allocated by the UE or the MME.

[0058] The packet gateway (P-GW) is a network node connecting the wireless communication network (for example, an LTE network) and another network according to the present invention. The EPS bearer is defined between the UE and the P-GW. The EPS bearer is further subdivided between respective nodes, and the RB, the S1 bearer, and the S5/S8 bearer are defined between the UE and the base station, between the base station and the S-GW, and between the S-GW in the EPS and the P-GW, respectively. Each bearer is defined through the QoS. The QoS is defined through a data rate, an error rate, a delay, and the like.

[0059] Accordingly, if the QoS which needs to be entirely provided by the wireless communication system is defined as the EPS bearer, each QoS is defined for each interface. Each interface is to set the bearer according to the QoS which needs to be provided by the interface. Since the bearer of each interface is provided by dividing the QoS of the entire EPS bearer for each interface, the EPS bearer, the RB, and the SI bearer are basically in a one-to-one relationship.

[0060] That is, an LTE wireless communication system basically has a single flow

structure, where one RB is constituted for one EPS bearer. In other words, one EPS bearer is mapped with the S1 bearer through one RB. In the case of the single flow, one EPS bearer is serviced through one RB. In this case, one RB (for example, a PDCP entity, an RLC entity, a MAC entity, and a PHY layer) is set in the base station for the corresponding EPS bearer and one RB is set even in the UE.

[0061] FIG. 7 illustrates an example of a network structure of the macro base station and the small base station in the case of a single flow in a dual connectivity situation. FIG. 7 illustrates a case in which the service is provided to UE through two EPS bearers.

[0062] Referring to FIG. 7, the macro base station includes two PDCP entities, an RLC entity, an MAC entity, and a PHY layer, while the small base station an RLC entity, a MAC entity, and a PHY layer. EPS bearer #1 700 provides the service to the UE through an RB (PDCP/RLC/MAC/PHY) configured in the macro base station. On the other hand, EPS bearer #2 750 provides the service to the UE through the PDCP entity configured in the macro base station and the RB (PDCP/RLC/MAC/PHY) configured in the small base station. Therefore, the service is provided through one RB for each EPS bearer in the single flow.

[0063] FIG. 8 illustrates an example of an EPS bearer structure when multi-flows are configured in a dual connectivity situation.

[0064] Referring to FIG. 8, when multi-flows are configured, the service is provided through not one RB but through two RBs configured in the macro base station and the small base station, respectively with respect to one EPS bearer. The UE may simultaneously receive the service through the RB configured in the macro base station and the RB configured in the small base station with respect to one EPS bearer. This is a type in which one EPS bearer provides the service through two RBs. As described above, in the case where one EPS bearer provides the service to the UE through two or more RBs, it can be considered that the multi-flows are configured.

[0065] FIG. 9 illustrates an example of a network structure of the macro base station and the small base station in the case of multi-flows.

[0066] Referring to FIG. 9, the macro base station includes a PDCP entity, an RLC entity, a MAC entity, a PHY layer, while the small base station includes the RLC entity, the MAC entity, and the PHY layer. In FIG. 9, unlike FIG. 7, the RBs are configured in the macro base station and the small base station, respectively with respect to one EPS bearer 900 to provide the UE with the service. That is, the macro base station and the small base station provide the service to the UE through the multi-flows with respect to one EPS bearer.

[0067] Meanwhile, when dual connectivity is considered, packet delivery processes in

the case of the single flow and in the case of the multi-flows may be described below.

[0068] FIG. 10 illustrates a packet delivery process in the case of the single flow when the dual connectivity is considered.

[0069] Referring to FIG. 10, a macro base station 1030 receives packets for two EPS bearers, respectively through P-GW and S-GW. Herein, the flow in which the packets are transmitted is mapped to each EPS bearer. It is assumed that packets transmitted through EPS bearer #1 are packet 1 and packets transmitted through EPS bearer #2 are packet 2.

[0070] A PDCP 1035-1 of the macro base station 1030 receives packet 1 from the S-GW and a PDCP 1035-2 receives packet 2 from the S-GW. The PDCP 1035-1 generates PDCP PDU1 based on packet 1, and the PDCP PDU1 is delivered to an RLC 1040 of the macro base station 1030 and transformed to a format suitable for each entity and layer to be transmitted to UE 1000 through an MAC 1045 and a PHY 1050.

[0071] The PDCP 1035-2 of the macro base station 1030 generates PDCP PDU2 based on packet 2 and the PDCP PDU 2 is delivered to an RLC 1070 of a small base station 1060 and transformed to a format suitable for each entity and layer to be transmitted to the UE 1000 through an MAC 1075 and a PHY 1080.

[0072] Radio protocol entities are present in the UE 1000 with respect to EPS bearer #1 and EPS bearer #2, respectively. In other words, in the UE 1000, a PDCP/RLC/MAC/PHY entity (alternatively, layer) is present with respect to EPS bearer #1 and a PDCP/RLC/MAC/PHY entity (alternatively, layer) is present with respect to EPS bearer #2. Specifically, a PHY 1005-1, an MAC 1010-1, an RLC 1015-1, and a PDCP 1020-1 are present with respect to EPS bearer #1, so that service data and packets for EPS bearer #1 are processed. A PHY 1005-2, an MAC 1010-2, an RLC 1015-2, and a PDCP 1020-2 are present with respect to EPS bearer #2, so that service data and packets for EPS bearer #2 are processed.

[0073] Meanwhile, the macro base station 1030 and the small base station 1060 may be connected through an X2 interface. That is, the macro base station 1030 delivers PDCP PDU2 of the PDCP 1035-2 to the RLC 1040 of the small base station 1060 through the X2 interface. Herein, the X2 interface may be used as an X3 interface or another expression designating an interface between another macro base station and another small base station may be used. In this case, when the X2 interface between the macro base station 1030 and the small base station 1060 is constituted by a non-ideal backhaul, the transmission delay of approximately 20 to 60 ms may occur. However, even in this case, since the RLC 1015-1 and the PDCP 1020-1 for EPS bearer #1 and the RLC 1015-2 and the PDCP 1020-2 for EPS bearer #2 are separately configured in the UE 1000, a problem does not occur even when the RLC

SDUs are sequentially delivered from the RLC entity to the PDCP entity of the AM.

[0074] FIG. 11 illustrates a packet delivery process in the case of the multi-flows when the dual connectivity is considered.

[0075] Referring to FIG. 11, a macro base station 1130 receives packets for one EPS bearer through a P-GW and an S-GW. The macro base station 1130 and a small base station 1160 configure RBs, respectively with respect to one EPS bearer. Specifically, the macro base station 1130 constitutes a PDCP 1135, an RLC 1140, an MAC 1145, and a PHY 1150 and the small base station 1160 constitutes an RLC 1170, an MAC 1175, and a PHY 1180.

[0076] The PDCP 1135 of the macro base station 1130 receives the packet from the S-GW. The PDCP 1135 generates PDCP PDUs based on the packet and appropriately distributes and delivers the PDCP PDUs to the RLC 1140 of the macro base station 1130 and the RLC 1170 of the small base station 1160 according to a predefined rule or a predetermined method. For example, PDCP PDUs having odd numbered SNs among the PDCP PDUs may be transmitted to the RLC 1140 of the base station 1130 and PDCP PDUs having even numbered SNs may be transmitted to the RLC 1170 of the small base station 1160.

[0077] The RLC 1140 generates RLC PDU1(s) and the RLC PDU1(s) is transformed to a format suitable for each entity or layer to be transmitted to the UE 1100 through the MAC 1145 and the PHY 1150. Further, the RLC 1170 generates RLC PDU2(s) and the RLC PDU2(s) is transformed to a format suitable for each entity or layer to be transmitted to the UE 1100 through the MAC 1175 and the PHY 1180.

[0078] Two radio protocol entities are present with respect to the EPS bearer. In other words, in the UE 1100, the PDCP/RLC/MAC/PHY entity (alternatively, layer) is present as the RB corresponding to the macro base station 1130, and the RLC/MAC/PHY entity (alternatively, layer) is present as the RB corresponding to the small base station 1160. Specifically, the PHY 1105-1, the MAC 1110-1, the RLC 1115-1, and a PDCP 1120 corresponding to the macro base station 1130 are present, and the PHY 1005-2, the MAC 1010-2, and the RLC 1015-2 corresponding to the small base station 1160 are present, with respect to the EPS bearer. The PDCP 1120 is a PDCP entity corresponding to the macro base station 1130 and the small base station 1160, simultaneously. That is, in this case, two RLC entities 1115-1 and 1115-2 are present at the UE 1100 end, but two RLC entities 1115-1 and 1115-2 correspond to one PDCP entity 1120.

[0079] As described above, the macro base station 1130 and the small base station 1160 may be connected through the X2 interface. That is, the macro base station 1130 delivers some of PDCP PDUs of the PDCP 1135-2 to the RLC 1140 of the small base station 1160 through

the X2 interface. Herein, the X2 interface may be used as an X3 interface or another expression designating an interface between another macro base station and another small base station may be used. In this case, when the X2 interface between the macro base station 1130 and the small base station 1160 is constituted by the non-ideal backhaul, the transmission delay of approximately 20 to 60 ms may occur. The PDCP entity 1120 of the UE 1100 receives RLC SDUs (that is, PDCP PDUs) from two RLC entities 1115-1 and 1115-2, respectively and generates PDCP SDUs and delivers the generated PDCP SDUs to the upper layer. Due to the transmission delay, in the RLC SDUs (that is, PDCP PDUs) received from the PDCP entity 1120, a difference in time occurs between the RLC SDUs received from the RLC entity 1115-1 and the RLC SDUs from the RLC entity 1115-2, and a problem may occur when the PDCP entity 1120 performs in-sequence delivery of the PDCP SDUs to the upper layer.

[0080] As illustrated in FIG. 11, one PDCP 1135 is present in the macro base station 1130 and one PDCP entity 1120 is present in the UE 1100 for the multi-flows in dual connectivity environments. In addition, the RLC entities 1140 and 1170 are present in the macro base station 1130 and the small base station 1160, respectively, and two RLC entities 1115-1 and 1115-2 are present in the UE 1100 to correspond to the RLC entities 1140 and 1170. That is, in-sequence delivery to the upper layer may be guaranteed at the ends of the RLC entities 1115-1 and 1115-2 of the UE 1100. However, the RLC SDUs (that is, PDCP PDUs) are delivered from not one RLC entity but from two RLC entities 1115-1 and 1115-2 at the end of the PDCP entity 1120 of the UE 1100. In-sequence delivery at the ends of the RLC entities 1115-1 and 1115-2 may not guarantee in-sequence receiving of the PDCP PDUs at the end of the PDCP entity. Further, the transmission delay of 20 to 60 ms may be accompanied in the transmission of the PDCP PDU(s) from the PDCP entity 1135 of the macro base station 1130 to the RLC entity 1170 of the small base station 1160, and a time delay may occur between transmission of the PDCP PDU(s) toward the RLC entity 1140 of the macro base station 1130 and transmission of the PDCP PDU(s) toward the RLC entity 1170 of the small base station 1160. Consequently, even when the PDCP entity 1120 of the UE 1100 receives the PDCP PDU(s) transmitted by the PDCP entity 1135 of the macro base station 1130, a difference in receiving time occurs between transmission through a lower end of the RLC of the macro base station and transmission through a lower end of the RLC of the small base station occurs, and it is difficult for the PDCP entity 1120 of the UE 1100 to sequentially receive the PDCP PDU(s).

[0081] FIG. 12 illustrates an example of a PDCP PDU receiving timing in a PDCP entity of UE. FIG. 12 exemplarily illustrates a time when a PDCP PDU transmitted through a macro base station and a PDCP PDU transmitted through a small base station reach a PDCP

entity of UE. The macro base station may determine the PDCP PDU to be transmitted through the macro base station and the PDCP PDU to be transmitted through the small base station with respect to the service for one EPS bearer. FIG. 12 exemplarily illustrates a case in which odd numbers among the PDCP sequence numbers (SNs) are transmitted through the macro base station and even numbers among the PDCP are transmitted through the small base station.

[0082] Referring to FIG. 12, there is a difference in time delay between a receiving time of the PDCP PDU transmitted through the macro base station, in the UE, and a receiving time of the PDCP PDU transmitted through the small base station, in the UE. The transmission delay of approximately 20 to 60 ms may occur in the PDCP PDU transmitted through the small base station. In this case, when the PDCP entity of the UE receives the PDCP PDUs in a non-sequential manner due to a difference in time between RLC (AMD) SDUs delivered from two RLC entities. When the PDCP entity immediately delivers the received PDCP PDUs to the upper layer (for example, an application layer), it is problematic that sequential transmission is not performed.

[0083] That is, since the PDCP PDU transmitted from one PDCP entity of the macro base station is transmitted through the RLC entity of the macro base station and the RLC entity of the small base station in the multi-flow structure, the time delay occurs in receiving the PDCP PDUs in the PDCP entity of the UE. Accordingly, there is a problem in sequentially transmitting the PDCP SDUs from the PDCP entity to the upper layer.

[0084] The PDCP entity of the UE performs deciphering and header decompression on the received PDCP PDU and transmits the PDCP SDU to the upper layer. In this case, when there are PDCP SDUs having the sequence number (SN) which is smaller than the sequence number (SN) of the current PDCP SDU, the PDCP SDUs are transmitted to the upper layer in the order from the smaller SN to the larger SN.

[0085] Meanwhile, a transmission side of the PDCP entity may operate a discard timer. The duration of the discard timer may be configured from the upper layer, and when the PDCP SDU is received from the upper layer, the timer starts. When the discard timer has expired, the PDCP entity discards the corresponding PDCP SDU. Accordingly, even in the existing case, a PDCP SDU of a specific SN may be missed due to the expiration of the discard timer.

[0086] That is, when the multi-flows are supported in a dual connectivity situation, in the case where the PDCP PDUs are not sequentially received, the case may be determined as any one of two cases described below. However, which case of two cases described below the case is may not be distinguished.

[0087] The first case may be a case in which the discard timer has expired. In the base

station, the discard timer is driven every PDCP SDU processed by the PDCP entity of the base station during the downlink transmission. In the case where the quantity of packets input into the PDCP by driving the discard timer is greater than a predetermined reference, packets which are not processed within the duration of the discard timer may be discarded and the corresponding packets may be newly processed based on a retransmission request performed in the upper layer.

[0088] The second case may be a case of a receiving delay of a transmission path of the PDCP PDU. The PDCP entity of the macro base station may separate and transmit the PDCP PDUs through the macro base station and the small base station due to the multi-flows. In this case, a time difference may occur at the time of receiving the PDCP PDUs in the PDCP entity of the UE due to a delay caused due to different paths.

[0089] In such a situation, in each of the case of the multi-flow transmission path receiving delay and the case where the PDCP discard timer has expired, a method that may sequentially transmit the PDCP SDUs to the upper layer in the PDCP entity of the UE is required.

[0090] A sequential transmission method of the PDCP SDUs to the upper layer considering the multi-flows will be described below.

[0091] The PDCP sequence number (SN) of the PDCP SDU corresponding to the PDCP PDU received in the PDCP entity is confirmed, and if the PDCP SN of the PDCP SDU is not sequential (that is, when the SN prior to the PDCP SN of the PDCP SDU is missed), an in-sequence timer for the PDCP SDU is driven. In this case, the duration of the in-sequence timer may be determined by considering the receiving delay of the transmission path of the PDCP PDU in the case of the multi-flows. Alternatively, the duration of the in-sequence timer may be determined by considering an overall situation of the system.

[0092] When the in-sequence timer for the PDCP SDU has expired, the PDCP SDU is transmitted to the upper layer. The reason is that when the PDCP PDU corresponding to the PDCP SDU for the PDCP SN which has been missed is not received by the PDCP entity of the UE until the in-sequence timer has expired, it can be considered that the corresponding PDCP SDU is removed by the elapse of the discard timer at the transmission side of the PDCP entity of the macro base station.

[0093] While the in-sequence timer for the PDCP SDU is running, when the PDCP PDU corresponding to the PDCP SDU for the PDCP SN prior to (that is, missed from) the PDCP SN of the PDCP SDU is received, and thus, the PDCP SDUs may be sequentially transmitted, the in-sequence timer has expired and the corresponding PDCP SDUs are

sequentially transmitted to the upper layer.

[0094] A transmission control protocol (TCP) is a protocol designed based on sequential reception of the packets. When the packet is not received in the TCP according to implementations, a window which may be transmitted at the end of the TCP may be reduced, which may reduce the transmission efficiency. Accordingly, when the packet is transmitted to the upper layer at a predetermined radio protocol end, even in the case that the delay time is added, guaranteeing the sequential transmission may be more advantageous in terms of the overall capability of the network.

[0095] FIG. 13 illustrates an example of sequential upper layer transmission according to the PDCP sequence number (SN) in the PDCP entity of the UE. FIG. 13 illustrates a case in which PDCP SDUs having odd numbered PDCP SNs are received by the UE through the macro base station and PDCP SDUs having even numbered PDCP SNs are received by the UE through the small base station.

[0096] Referring to FIG. 13, since there is no previous or missed PDCP SN, PDCP SDU #1 may be transmitted to the upper layer. However, in the case of PDCP SDU #3, at the time when a PDCP PDU corresponding to the PDCP SDU #3 is received by the PDCP entity of the UE, a PDCP PDU corresponding to PDCP PDU #2 is not received. Accordingly, in this case, an in-sequence timer for PDCP PDU #3 is driven. Similarly in the cases of PDCP SDU #5 and PDCP SDU #7, the in-sequence timer for each of PDCP SDU #5 and PDCP SDU #7 is driven.

[0097] When PDCP SDU #2 is present in the PDCP entity of the UE (that is, the PDCP PDU corresponding to PDCP SDU #2) before the in-sequence timer for PDCP SDU #3 has expired, the UE confirms that PDCP SDU #2 and PDCP SDU #3 are sequentially present after PDCP SDU #1 and sequentially delivers PDCP SDU #2 and PDCP SDU #3 to the upper layer. In this case, the in-sequence timer for PDCP SDU #3 expires or ends. However, even in this case, PDCP SDU #4 has not yet reached and an in-sequence timer for PDCP SDU #5 and an in-sequence timer for PDCP SDU #7 still operate.

[0098] Thereafter, when PDCP SDU #4 is present in the PDCP entity of the UE before the in-sequence timer for PDCP SDU#5 has expired, the UE transmits PDCP SDU #4 and PDCP SDU #5 to the upper layer and the in-sequence timer for PDCP SDU#5 expires or ends.

[0099] Further, when PDCP SDU #6 is present in the PDCP entity of the UE before an in-sequence timer for PDCP SDU#7 has expired, the UE transmits PDCP SDU #6 and PDCP SDU #7 to the upper layer and the in-sequence timer for PDCP SDU#7 expires or ends.

[00100] In the above description, the in-sequence timer duration may be set when the

PDCCP entity is configured in the macro base station. The in-sequence timer duration may be set by considering a transmission delay time of the backhaul between the macro base station and the small base station.

[00101] The in-sequence timer may be transmitted from the macro base station to the UE through the RRC message. Specifically, for example, the in-sequence timer may be included in a PDCCP configuration (config) which is an RRC information element as the following syntax.

[00102] [Table 1]

-- ASN1START			
PDCCP-Config ::=	SEQUENCE {		
discardTimer	ENUMERATED {		
	ms50, ms100, ms150, ms300, ms500,		
	ms750, ms1500, infinity		
}		OPTIONAL,	-- Cond Setup
inseqTimer	ENUMERATED {		
	ms20, ms30, ms40, ms50, ms60,		
}		OPTIONAL,	-- Cond Setup
rlc-AM	SEQUENCE {		
statusReportRequired	BOOLEAN		
}		OPTIONAL,	-- Cond Rlc-AM
rlc-UM	SEQUENCE {		
pdcp-SN-Size	ENUMERATED {len7bits, len12bits}		
}		OPTIONAL,	-- Cond Rlc-UM
headerCompression	CHOICE {		
notUsed	NULL,		
rohc	SEQUENCE {		
maxCID	INTEGER (1..16383)	DEFAULT 15,	
profiles	SEQUENCE {		
profile0x0001	BOOLEAN,		
profile0x0002	BOOLEAN,		
profile0x0003	BOOLEAN,		
profile0x0004	BOOLEAN,		
profile0x0006	BOOLEAN,		
profile0x0101	BOOLEAN,		
profile0x0102	BOOLEAN,		
profile0x0103	BOOLEAN,		
profile0x0104	BOOLEAN		
},			
...			
}			
},			
....			
[[rn-IntegrityProtection-r10	ENUMERATED {enabled}	OPTIONAL	-- Cond RN
]],			
[[pdcp-SN-Size-v11x0	ENUMERATED {len15bits}	OPTIONAL	-- Cond Rlc-AM2
]]			
}			
-- ASN1STOP			

[00103] Referring to Table 1, the PDCP configuration (config) information element includes an inseqTimer field. The inseqTimer field indicates an in-sequence timer value. The inseqTimer field is driven when the PDCP SDU corresponding to the PDCP PDU received by the PDCP entity is not sequentially formed in the sequence of the PDCP SN. That is, when a PDCP SDU of PDCP SN #n-1 smaller than PDCP SN #n of the PDCP SDU is missed, the in-sequence timer may be driven for the PDCP SDU of the corresponding PDCP SN #n.

[00104] FIG. 14 illustrates a method for in-sequence delivery of the PDCP SDUs, which is performed by UE considering the multi-flows according to an embodiment of the present invention.

[00105] Referring to FIG. 14, the UE confirms whether obtained PDCP SDUs are sequentially present in the sequence of the PDCP SN (S1400).

[00106] When the PDCP SDU of PDCP SN #n is present, but the PDCP SDU of PDCP SN #n-1 is missed, the in-sequence timer for the PDCP SDU of the PDCP SN #n is driven (S1410).

[00107] When the UE obtains the PDCP SDU of PDCP SN #n-1 before the in-sequence timer for the PDCP SDU of PDCP SN #n has expired, the UE sequentially delivers the PDCP SDU of PDCP SN #n-1 and the PDCP SDU of PDCP SN #n to the upper layer (S1420).

[00108] When the in-sequence timer for the PDCP SDU of PDCP SN #n has expired in S1410, the UE delivers the PDCP SDU of PDCP SN #n to the upper layer (S1430). It is because that this case is not the case caused by the receiving delay of the transmission path of the PDCP PDU due to dual connectivity but a case in which the PDCP SDU of PDCP SN #n-1 is discarded by the PDCP discard timer.

[00109] FIG. 15 is a block diagram of a macro base station, a small base station, and UE according to an embodiment of the present invention.

[00110] Referring to FIG. 15, UE 1500 according to the embodiment of the present invention may configure dual connectivity with a macro eNB 1530 and a small eNB 1560. Further, the UE 1500, the macro eNB 1530, and the small eNB 1560 according to the present invention support the multi-flows described above.

[00111] The macro eNB 1530 includes a macro transmitting unit 1535, a macro receiving unit 1540, and a macro processor 1550.

[00112] The macro receiving unit 1540 receives a packet for one EPS bearer from the S-GW. The macro processor 1550 controls the PDCP entity of the macro eNB 1530 to generate PDCP PDUs. The macro processor 1550 distributes the PDCP PDUs according to a predetermined reference to transfer (alternatively, transmit) some of the PDCP PDUs to the

RLC entity of the macro receiving unit 1540 and transmit some of the PDCP PDUs to the UE through the macro transmitting unit 1535. The macro processor 1550 transfers (alternatively, transmits) a remaining portion of the PDCP PDUs to the RLC entity of the small eNB 1560 through the macro transmitting unit 1535. In this case, the PDCP SDUs corresponding to the PDCP PDUs may be divided and indicated according to the SN.

[00113] Further, the macro processor 1550 generates information on an in-sequence timer for the PDCP SDU and transmits the information to the UE through the macro transmitting unit 1535. The information on the in-sequence timer may be defined every PDCP SDU. The macro transmitting unit 1535 may transmit the information on the in-sequence timer, including the RRC message (for example, a RRC connection reconfiguration message), to the UE 1500.

[00114] The small eNB 1560 includes a small transmitting unit 1565, a small receiving unit 1570, and a small processor 1580.

[00115] The small receiving unit 1570 receives the PDCP PDU from the macro eNB 1530.

[00116] The small processor 1580 processes the PDCP PDU by controlling the RLC entity, the MAC entity, and the PHY layer of the small eNB 1560 and transmits the processed PDCP PDU to the UE through the small transmitting unit 1565.

[00117] The UE 1500 includes a UE receiving unit 1505, a UE transmitting unit 1510, and a UE processor 1520. The UE processor 1520 performs a function and a control required to implement the features of the present invention described above.

[00118] The UE receiving unit 1505 receives information on the in-sequence timer from the macro eNB 1530. The information on the in-sequence timer may be defined every PDCP SDU, and the information on the in-sequence timer may be included in the RRC message (for example, the RRC connection reconfiguration message) and be received by the UE receiving unit 1505. In this case, the UE transmitting unit 1510 may transmit an RRC connection reconfiguration completion message to the macro eNB 1530.

[00119] Further, the UE receiving unit 1505 receives data for the respective PDCP PDUs from the macro eNB 1530 and the small eNB 1560.

[00120] The UE processor 1505 analyzes the data and controls the PHY layer(s), the MAC entity(s), the RLC entity(s), and the PDCP entity of the UE 1500 to obtain the PDCP SDU.

[00121] The UE processor 1505 confirms the PDCP SN of the PDCP SDU obtained from the PDCP entity and confirms whether there exists a PDCP SDU of omitted PDCP SN

#n-1. When there exists the PDCP SDU of the omitted PDCP SN #n-1, the UE processor 1505 operates the in-sequence timer with respect to a PDCP SDU of the next PDCP SN #n of the omitted PDCP SN #n-1.

[00122] When the UE processor 1505 obtains the PDCP SDU of the omitted PDCP SN #n-1 before the in-sequence timer has expired, the UE processor 1505 performs in-sequence delivery of the PDCP SDU of the PDCP SN #n-1 and the PDCP SDU of the PDCP SN #n to the upper layer.

[00123] When the in-sequence timer has expired, the UE processor 1505 transfers the PDCP SDU of the PDCP SN #n to the upper layer without waiting until the SDU of the omitted PDCP SN #n-1 is obtained.

[00124] The above description is merely an illustrative description of the technical idea of the present invention, and those skilled in the art will appreciate that various modifications and variations may be made without departing from the essential characteristics of the present invention. Therefore, the embodiments disclosed in the present invention are intended to illustrate rather than limit the technical idea of the present invention, and the scope of the technical idea of the present invention is not limited by these embodiments. The scope of the present invention should be interpreted by the following claims, and all technical ideas within a scope equivalent thereto should be interpreted as being included in the scope of the present invention.

CLAIMS

1. A method for receiving, by user equipment (UE), multi-flow data with respect to one evolved packet system (EPS) bearer through a macro base station (macro eNB) and a small base station (small eNB) in a wireless communication system supporting dual connectivity, the method comprising:

receiving, by a packet data convergence protocol (PDCP) entity of the UE, PDCP packet data units (PDUs) through the macro base station and the small base station from a PDCP entity of the macro base station;

obtaining PDCP service data units (SDUs) corresponding to the PDCP PDUs; and

receiving from the macro base station, information regarding an in-sequence timer for the PDCP SDUs through a radio resource control (RRC) message,

wherein the PDCP SDUs are indicated by a predefined PDCP sequence number (SN).

2. The method according to claim 1, further comprising:

confirming respective PDCP SNs of the obtained PDCP SDUs and performing in-sequence delivery of the PDCP SDUs to an upper layer from the PDCP entity according to the PDCP SN.

3. The method according to claim 2, further comprising:

confirming whether there exists a PDCP SDU of PDCP SN # $n-1$ which has been missed, notwithstanding obtaining a PDCP SDU of PDCP SN # n ; and

driving the in-sequence timer for the PDCP SDU of PDCP SN # n when there exists the PDCP SDU of PDCP SN # $n-1$ which has been missed.

4. The method according to claim 3, wherein when the in-sequence timer for the PDCP SDU of PDCP SN # n has expired, the PDCP SDU of PDCP SN # n is exceptionally delivered to the upper layer of the PDCP entity, even when there is no PDCP SDU of PDCP SN # $n-1$.

5. The method according to claim 3, wherein before the in-sequence timer for the PDCP SDU of PDCP SN # n has expired, when the PDCP SDU of PDCP SN # $n-1$ is obtained, the PDCP SDU of PDCP SN # $n-1$ and the PDCP SDU of PDCP SN # n are delivered to the upper layer according to the sequence of the PDCP SN.

6. A method for transmitting multi-flow data with respect to one evolved packet system (EPS) bearer from a macro base station through the macro base station and a small base station in a wireless communication system supporting dual connectivity, the method comprising:

generating packet data convergence protocol (PDCP) packet data units (PDUs) in a PDCP entity with respect to packets received by the macro base station according to a PDCP sequence number (SN) of a PDCP service data unit (SDU);

distributing the PDCP PDUs to a radio link control (RLC) entity of the macro base station and an RLC entity of the small base station according to a determined rule and transmitting the distributed PDCP PDUs to the UE; and

transmitting to the UE, a radio resource control (RRC) message including information regarding an in-sequence timer for the PDCP SDUs.

7. The method according to claim 6, wherein the RRC message including the information regarding the in-sequence timer is an RRC connection reconfiguration message.

ABSTRACT

The present invention provides a method for receiving, by user equipment (UE), multi-flow data with respect to one evolved packet system (EPS) bearer through a macro base station (macro eNB) and a small base station (small eNB) in a wireless communication system supporting dual connectivity. The method includes receiving, by a packet data convergence protocol (PDCP) entity of the UE, PDCP packet data units (PDUs) through the macro base station and the small base station from a PDCP entity of the macro base station; obtaining PDCP service data units (SDUs) corresponding to the PDCP PDUs; and receiving from the macro base station, information regarding an in-sequence timer for the PDCP SDUs through a radio resource control (RRC) message, wherein the PDCP SDUs are indicated by a predefined PDCP sequence number (SN).

<Representative Drawing>

FIG. 14

DRAWINGS

FIG. 1

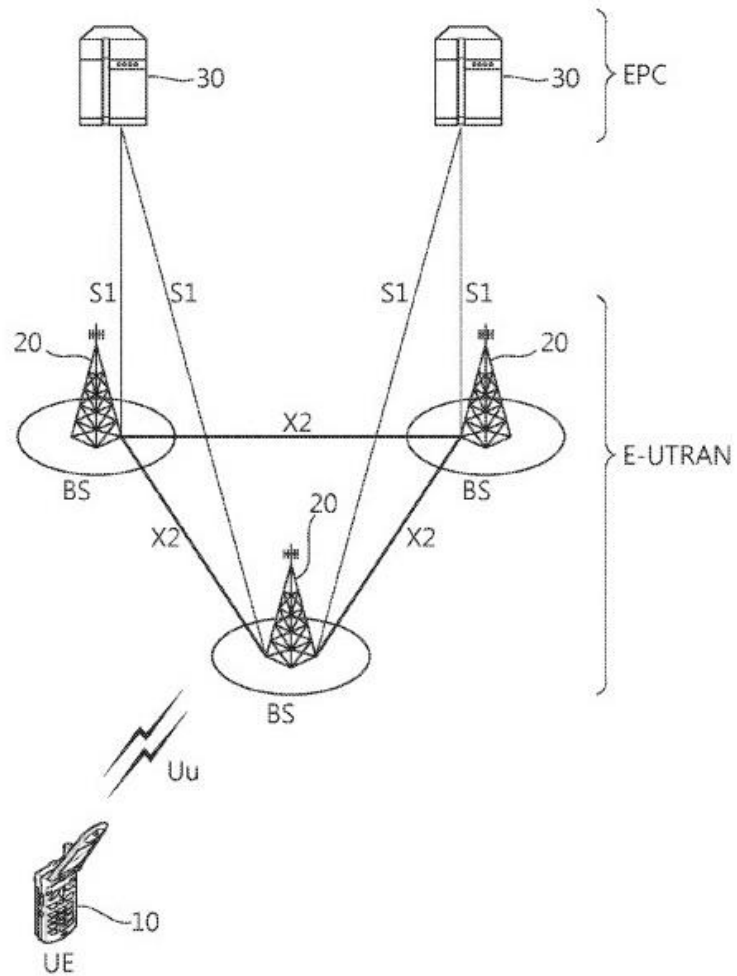


FIG. 2

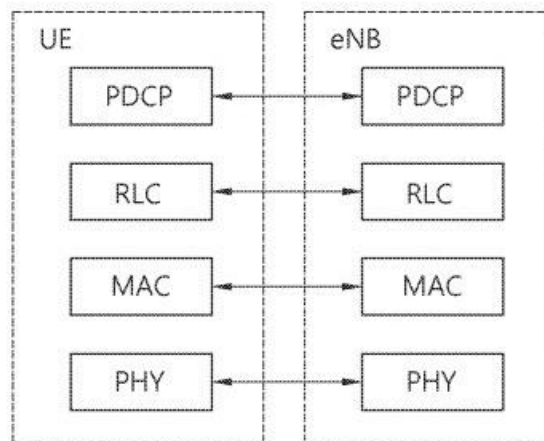


FIG. 3

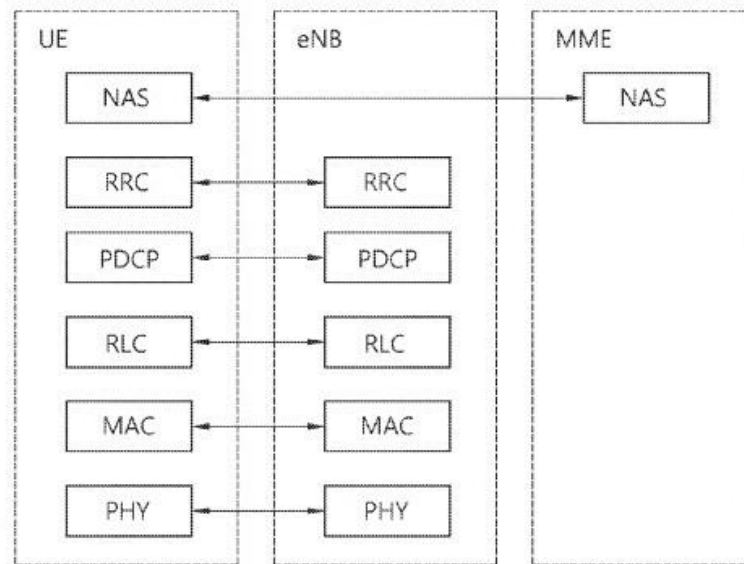


FIG. 4

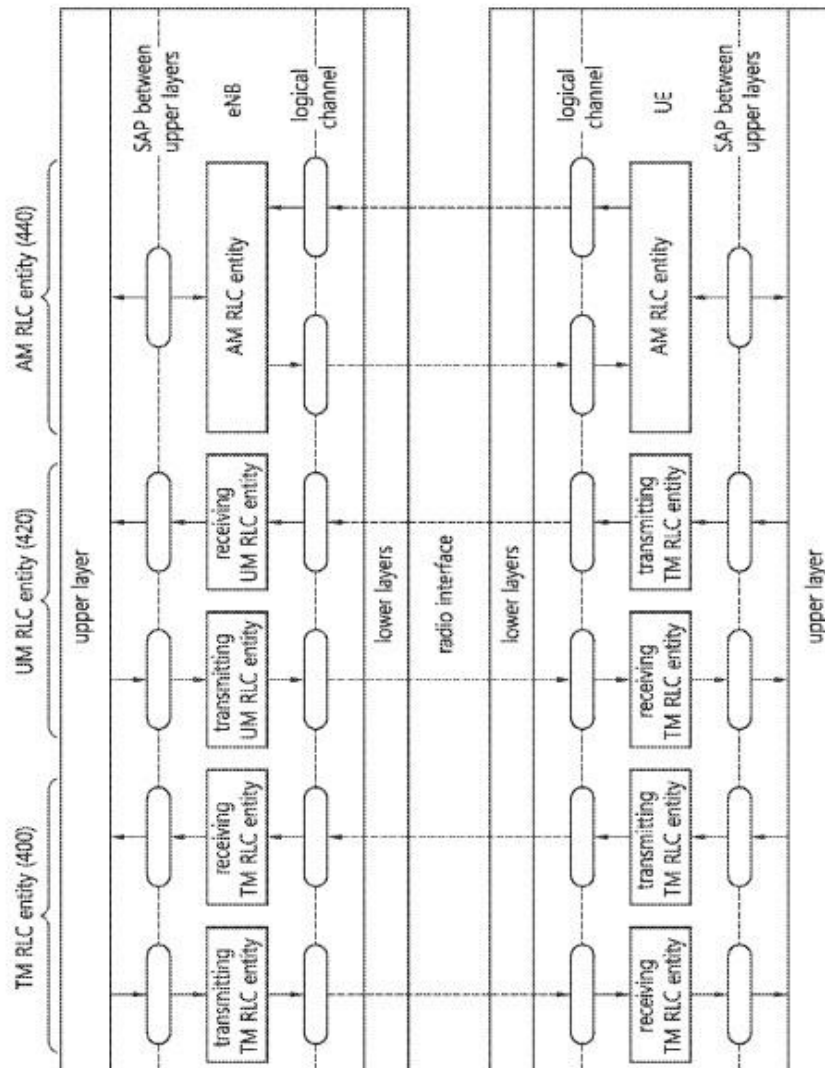


FIG. 5

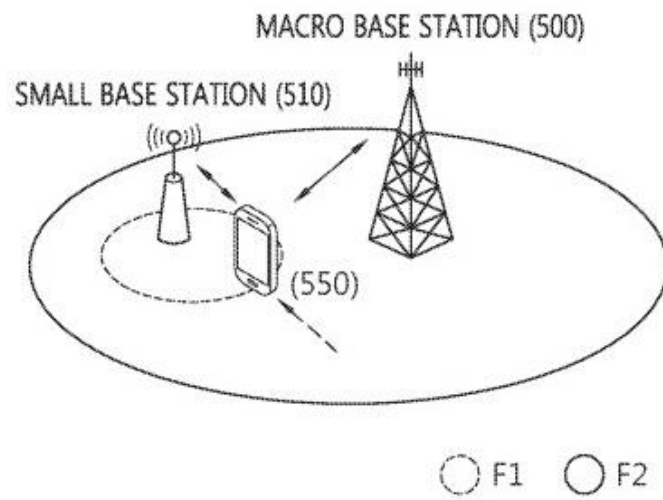


FIG. 6

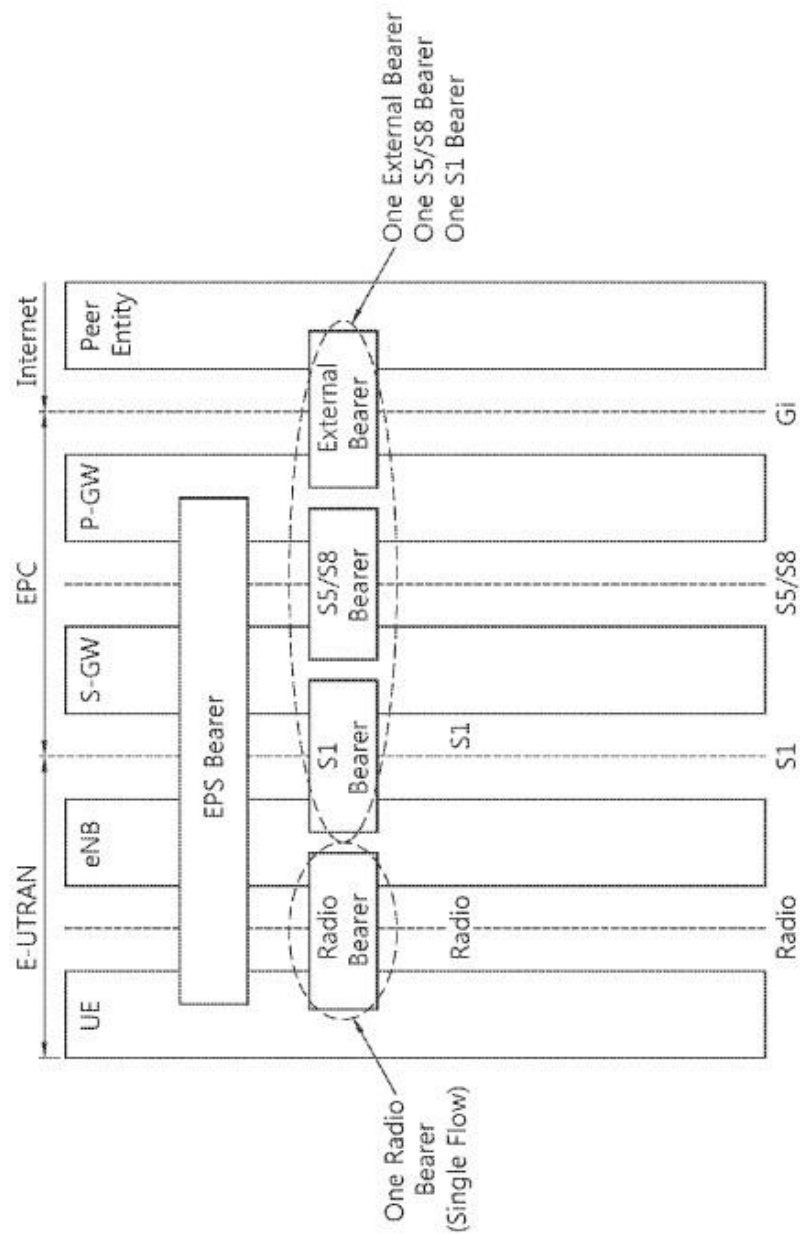


FIG. 7

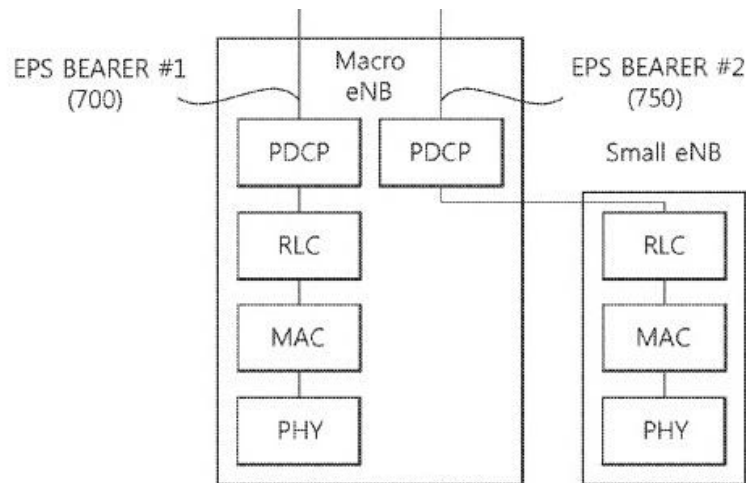


FIG. 8

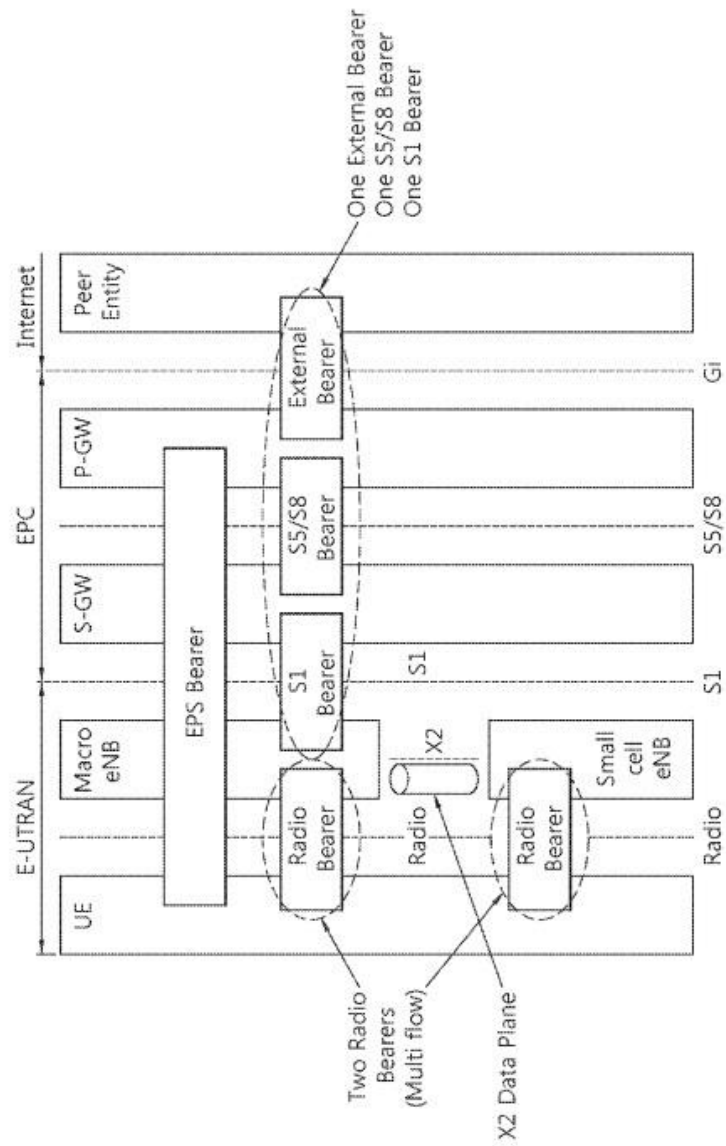


FIG. 9

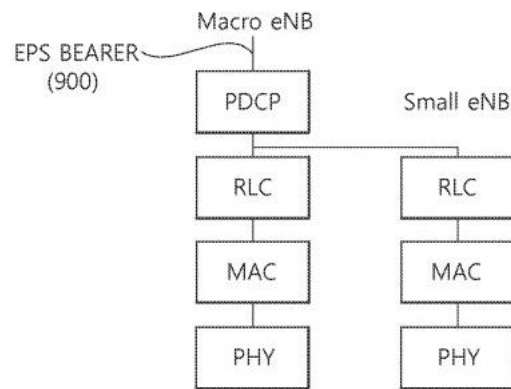


FIG. 10

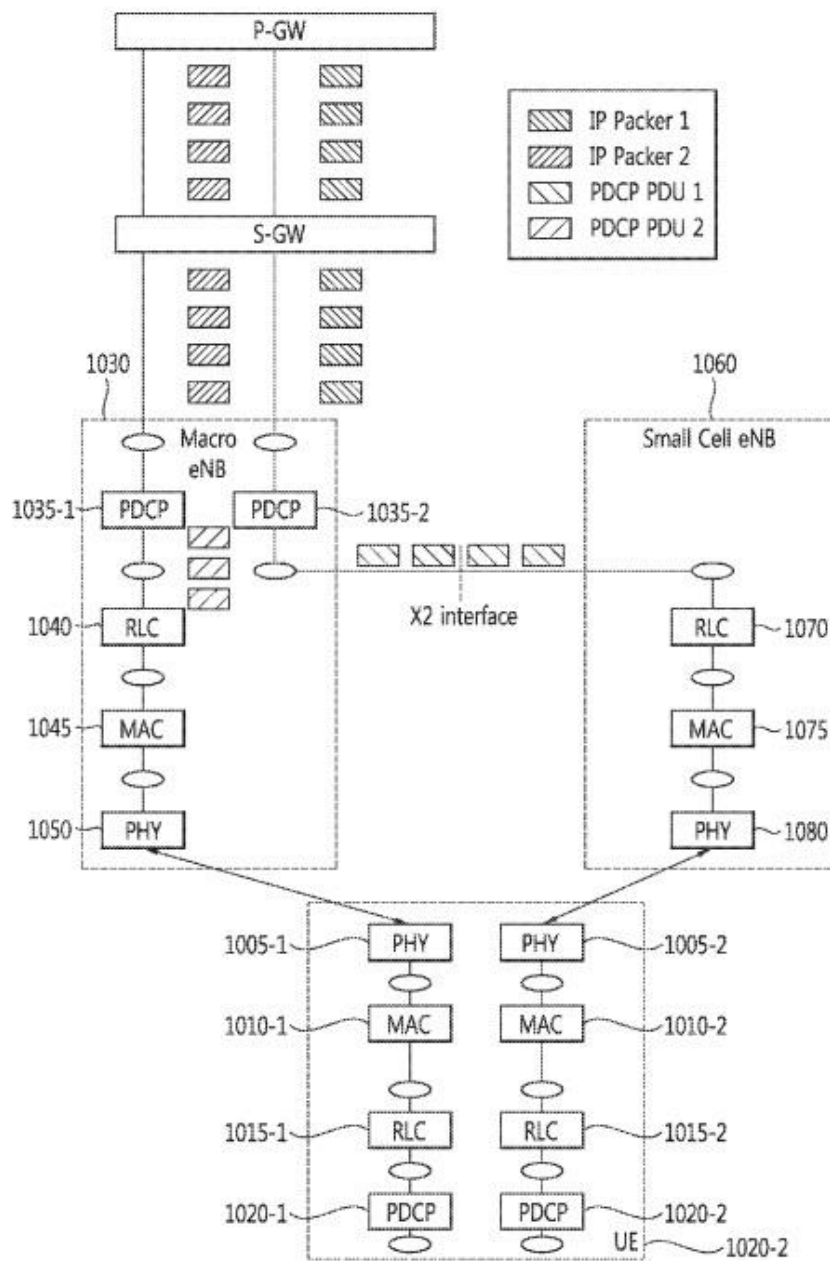


FIG. 11

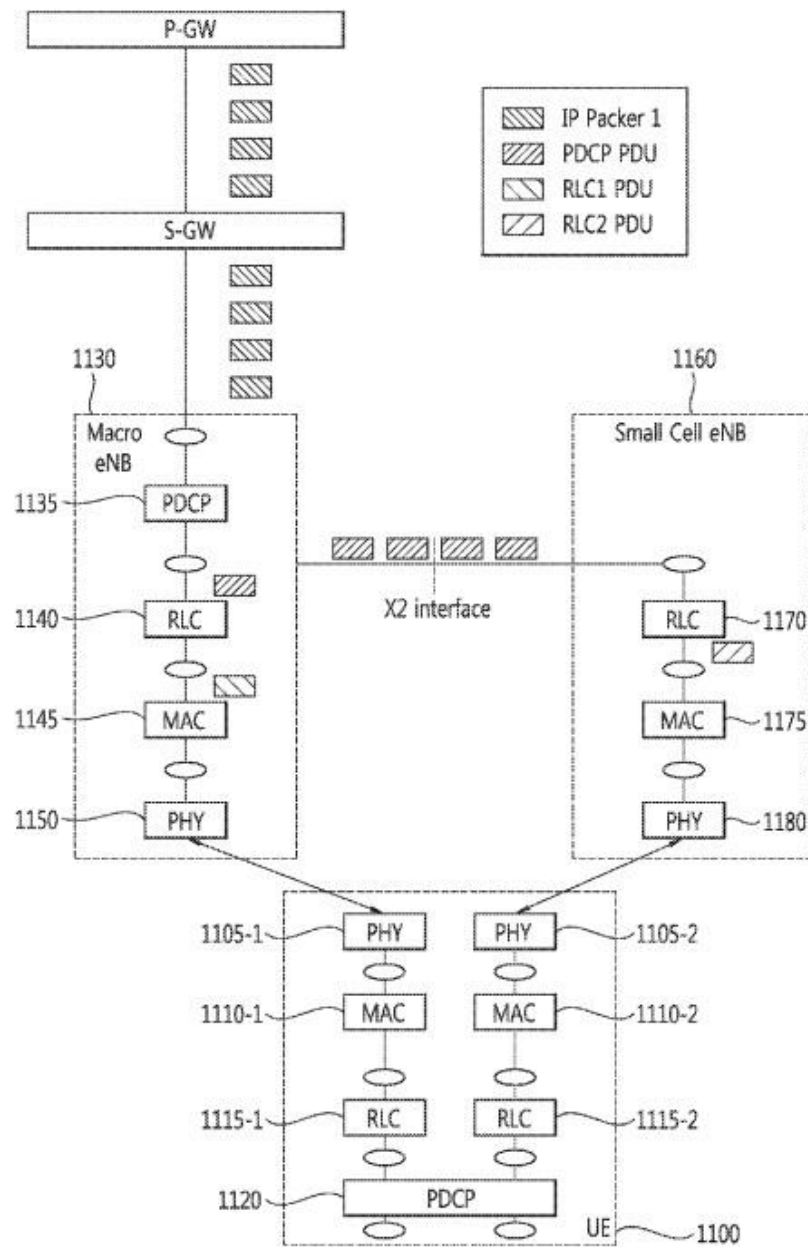


FIG. 12

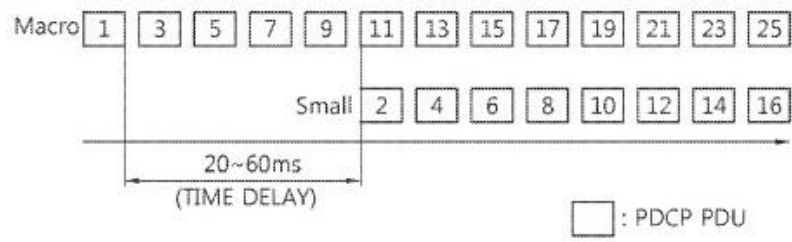


FIG. 13

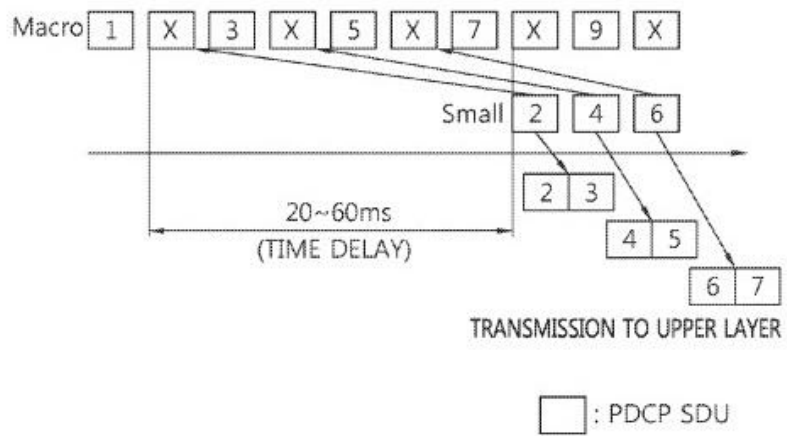


FIG. 14

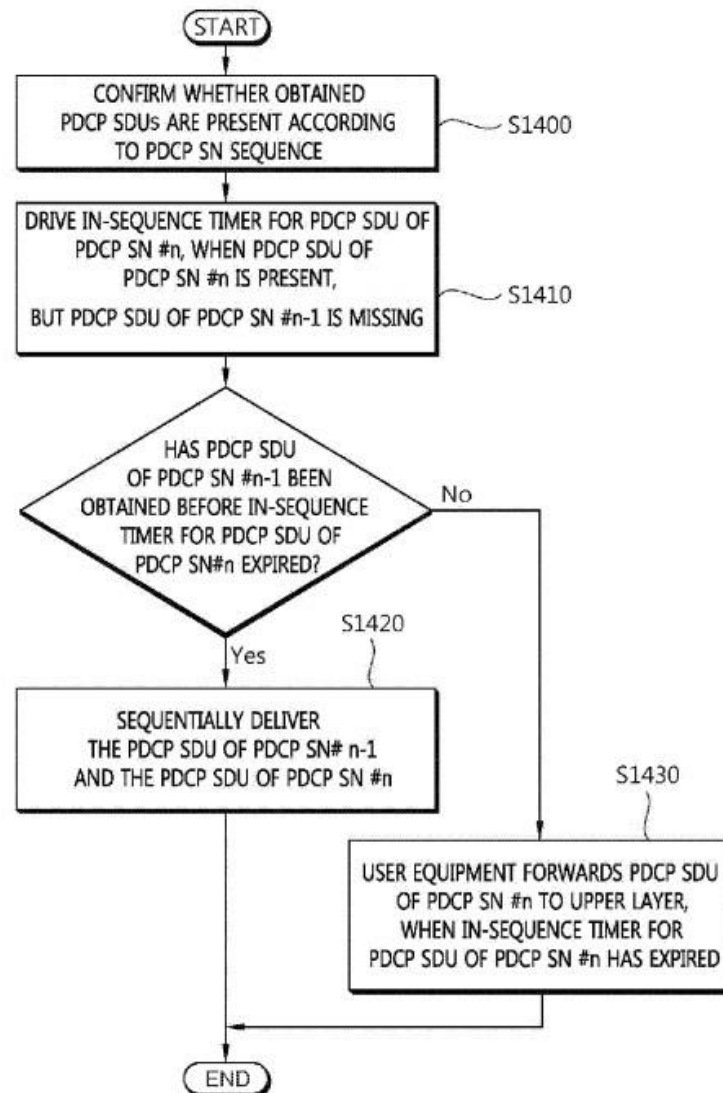
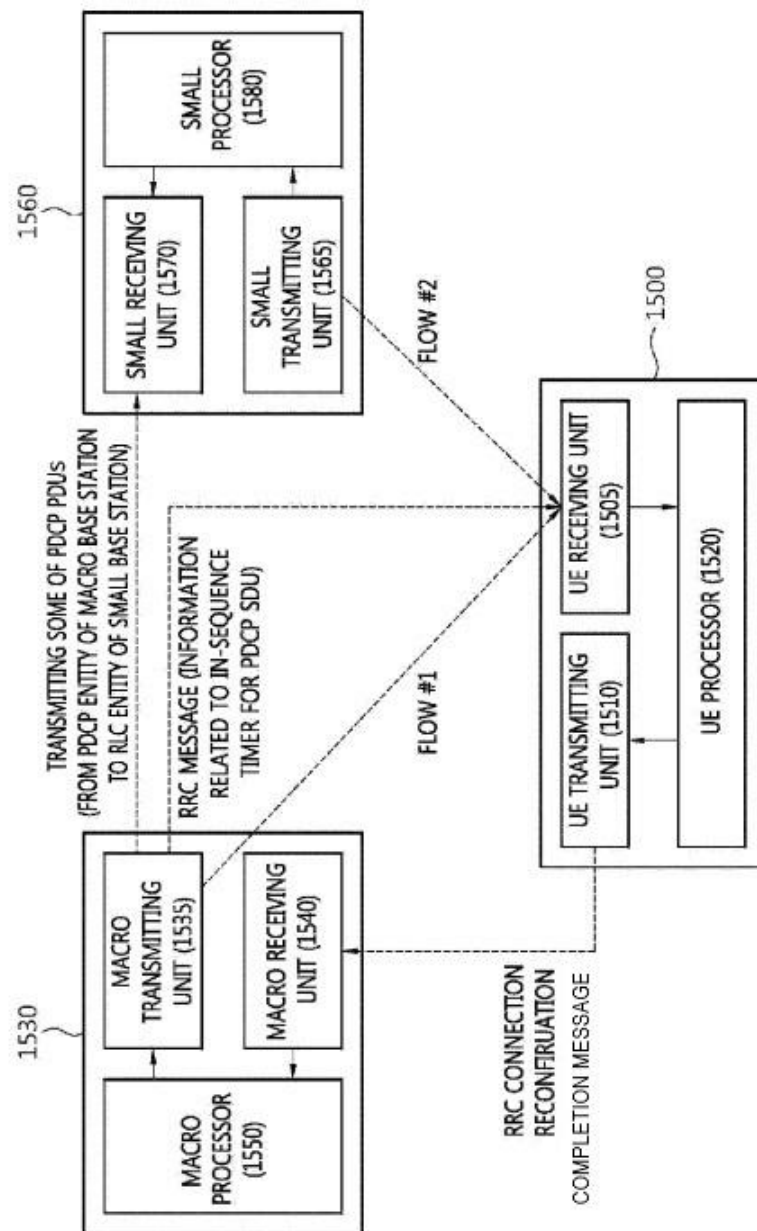


FIG. 15





(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0133346
(43) 공개일자 2014년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0053408

(22) 출원일자 2013년05월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

주식회사 팬택

서울특별시 마포구 성암로 179 (상암동, 팬택계열 알앤디센터빌딩)

(72) 발명자

정명철

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D센터)

허강석

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D센터)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

에스앤아이피특허법인

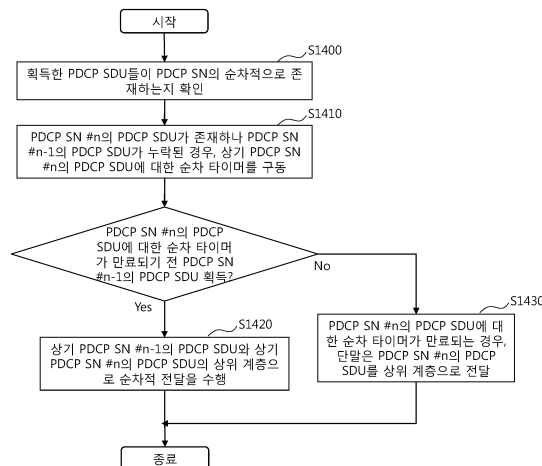
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 순차적 전달 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말(UE)이 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(Small eNB)을 통하여 하나의 EPS(Evolved Packet System) 베어러(bearer)에 대한 멀티 플로우(multi flow) 데이터를 수신하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 상기 단말의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)는 상기 매크로 기지국의 PDCP 엔티티로부터 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계, 상기 PDCP PDU(Packet Data Unit)들에 대응하는 PDCP SDU(Service Data Unit)들을 획득하는 단계, 및 상기 매크로 기지국으로부터 RRC(radio resource control) 메시지를 통하여 상기 PDCP SDU들에 대한 순차 타이머에 관한 정보를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 PDCP SDU들은 미리 정의된 PDCP SN(Sequence Number)으로 지시됨을 특징으로 한다.

대표도 - 도14



(72) 발명자

안재현

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D 센터)

권기범

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D 센터)

특허청구의 범위

청구항 1

이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말(UE)이 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(Small eNB)을 통하여 하나의 EPS(Evolved Packet System) 베어러(bearer)에 대한 멀티 플로우(multi flow) 데이터를 수신하는 방법으로,

상기 단말의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)는 상기 매크로 기지국의 PDCP 엔티티로부터 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계;

상기 PDCP PDU(Packet Data Unit)들에 대응하는 PDCP SDU(Service Data Unit)들을 획득하는 단계; 및

상기 매크로 기지국으로부터 RRC(radio resource control) 메시지를 통하여 상기 PDCP SDU들에 대한 순차 타이머에 관한 정보를 수신하는 단계를 포함하되,

상기 PDCP SDU들은 미리 정의된 PDCP SN(Sequence Number)으로 지시됨을 특징으로 하는, 수신 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 획득한 PDCP SDU들의 각 PDCP SN을 확인하고, 상기 PDCP SDU에 대하여 상기 PDCP SN에 따라 PDCP 엔티티에서 상위 계층으로 순차적 전달(in-sequence delivery)를 수행하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 수신 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

PDCP SN #n의 PDCP SDU를 획득하였음에도 불구하고, 누락된 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 있는지 확인하는 단계;

상기 누락된 PDCP SN#n-1의 PDCP SDU가 있는 경우, 상기 PDCP SN#n의 PDCP SDU에 대하여 상기 순차 타이머를 구동하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, 수신 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

만약 상기 PDCP SN#n의 PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 만료되는 경우, 상기 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 없음에도 불구하고, 예외적으로 상기 PDCP SN#n의 PDCP SDU를 PDCP 엔티티의 상위 계층으로 전달함을 특징으로 하는, 수신 방법.

청구항 5

제 3항에 있어서,

만약 상기 PDCP SN#n의 PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 만료되기 전에, 상기 PDCP SN#n-1의 PDCP SDU를 획득하는 경우, PDCP SN의 순차에 따라 상기 PDCP SN#n-1의 PDCP SDU 및 상기 PDCP SN#n의 PDCP SDU를 상위 계층으로 전달함을 특징으로 하는, 수신 방법.

청구항 6

이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 매크로 기지국에서 상기 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 하나의 EPS 베어러에 대한 멀티 플로우 데이터를 단말로 전송하는 방법으로,

상기 매크로 기지국이 수신하는 패킷에 대하여 PDCP 엔티티에서 PDCP SDU의 PDCP SN에 따라 PDCP PDU들을 생성하는 단계;

상기 PDCP PDU들을 정해진 규칙에 따라 상기 매크로 기지국의 RLC(Radio Link Control) 엔티티 및 상기 스몰 기

지국의 RLC 엔티티에 분배하여 상기 단말로 전송하는 단계; 및

상기 PDCP SDU들에 대한 순차 타이머에 관한 정보를 포함하는 RRC 메시지를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, 전송 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 순차 타이머에 관한 정보를 포함하는 상기 RRC 메시지는 RRC 연결 재구성(RRC connection reconfiguration) 메시지임을 특징으로 하는, 전송 방법.

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 순차적 전달(in-sequence delivery) 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 셀 내부의 핫 스팟(hotspot)과 같은 특정 지역에서는 특별히 많은 통신 수요가 발생하고, 셀 경계(cell edge) 또는 커버리지 홀(coverage hole)과 같은 특정 지역에서는 전파의 수신 감도가 떨어질 수 있다. 무선 통신 기술이 발달함에 따라, 핫 스팟이나, 셀 경계, 커버리지 홀과 같은 지역에서 통신을 가능하게 하기 위한 목적으로 매크로 셀(Macro Cell)내에 스몰 셀(small cell)들, 예를 들어, 피코 셀(Pico Cell), 펌토 셀(Femto Cell), 마이크로 셀(Micro Cell), 원격 무선 헤드(remote radio head: RRH), 릴레이(relay), 중계기(repeater)등이 함께 설치된다. 이러한 네트워크를 이중 네트워크(Heterogeneous Network: HetNet)라 부른다. 이중 네트워크 환경에서는 상대적으로 매크로 셀은 커버리지(coverage)가 큰 셀(large cell)이고, 펌토 셀과 피코 셀과 같은 스몰 셀은 커버리지가 작은 셀이다. 매크로 셀에 비하여 펌토 셀과 피코 셀과 같은 스몰 셀은 저전력을 사용하므로 저전력네트워크(LPN: Low Power Network)라고도 한다. 이중 네트워크 환경에서 다수의 매크로 셀들 및 스몰 셀들 간에 커버리지 중첩이 발생한다.
- [0003] 단말은 적어도 하나의 서빙셀을 구성하는 기지국들 중 둘 이상의 기지국을 통하여 무선 통신을 수행할 수 있다. 이를 이중 연결(dual connectivity)이라 하고, 상기 이중 연결을 지원하는 무선 통신 시스템을 이중 연결 시스템이라 한다. 이때, 이중 연결을 구성하는 물리적으로 또는 논리적으로 구분된 복수의 기지국들 중 하나는 매크로 기지국(또는 앵커기지국)이고, 다른 하나는 스몰 기지국(또는 어시스팅 기지국)일 수 있다. 단말은 이중 연결이 가능한 ‘이중 연결 가능 단말’과 이중 연결 지원이 불가능한 ‘이중 연결 불가능 단말’일 수 있다.
- [0004] 매크로 기지국은 무선베어러(Radio Bearer:RB)를 통해 스몰 기지국으로 전송되는 데이터들에 대한 패킷 데이터 수렴 규약(PDCP: Packet Data Convergence Protocol)에 따라서 데이터 흐름 제어, 보안 및 헤더압축(Header compression) 등을 관리한다.
- [0005] 일반적으로 무선 통신 시스템은 하나의 EPS 베어러 서비스를 위하여 하나의 RB를 통하여 서비스가 단말에 제공되는 싱글 플로우 구조이다. 그러나, 이중 연결을 지원하는 무선 통신 시스템의 경우 하나의 EPS 베어러를 하나의 RB가 아닌 매크로 셀과 스몰 셀에 각각 설정되는 두 개의 RB를 통하여 서비스를 단말에 제공할 수 있다. 즉, 멀티 플로우를 통하여 서비스가 단말로 제공될 수 있다.
- [0006] RLC AM(Acknowledged mode)의 경우 하향링크에서 단말의 RLC 엔티티는 수신한 RLC PDU(Packet Data Unit)가 순차에 어긋나게 수신된 경우, 상기 RLC PDU를 재배열(reorder)한다. RLC AM의 경우 수신 측에서 수신누락된 RLC PDU를 송신 측에서 다시 재전송(retransmission)할 수 있다. 상기 RLC 엔티티는 상기 재배열된 RLC PDU를 기반으로 RLC SDU(Service Date Unit)를 재조립(reassemble)하고, 상위 계층(즉, PDCP 엔티티)으로 순차적으로 전달한다. RLC AM의 경우 RLC PDU의 재배열(Reordering)과 재전송(Retransmission)방식을 통하여 순차적인 전달이 가능하다. 다시 말해, PDCP 엔티티는 하위 계층의 재설정(re-establishment)를 제외한 경우, RLC SDU를 순차적으로 전달받아야 한다. 그러나 멀티 플로우가 구성되는 단말의 경우 스몰 기지국에 대한 RLC 엔티티와 매크로 기지국에 대한 RLC 엔티티가 구분되어 각각의 RLC SDU를 수신하고, PDCP SDU를 획득하여 상위 계층으로 전달할 수 있고, 이 경우 PDCP 엔티티에서는 PDCP SDU를 순차적으로 획득하지 못할 수 있다. 따라서, 멀티

플로우를 사용하는 단말의 경우 PDCP 엔티티에서 상위계층으로 PDCP SDU의 순차적인 전달을 위한 새로운 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 기술적 과제는 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 순차적 전달 방법 및 장치를 제공함에 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 단말 단에서의 PDCP 엔티티가 PDCP SDU를 상위계층으로 순차적으로 전달하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 단말에 순차적 전달 타이머를 구성함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 양태에 따르면, 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말(UE)이 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(Small eNB)을 통하여 하나의 EPS(Evolved Packet System) 베어러(bearder)에 대한 멀티 플로우(multi flow) 데이터를 수신하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 상기 단말의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)는 상기 매크로 기지국의 PDCP 엔티티로부터 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계, 상기 PDCP PDU(Packet Data Unit)들에 대응하는 PDCP SDU(Service Data Unit)들을 획득하는 단계, 및 상기 매크로 기지국으로부터 RRC(radio resource control) 메시지를 통하여 상기 PDCP SDU들에 대한 순차 타이머에 관한 정보를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 PDCP SDU들은 미리 정의된 PDCP SN(Sequence Number)으로 지시됨을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 매크로 기지국에서 상기 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 하나의 EPS 베어러에 대한 멀티 플로우 데이터를 단말로 전송하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 상기 매크로 기지국이 수신하는 패킷에 대하여 PDCP 엔티티에서 PDCP SDU의 PDCP SN에 따라 PDCP PDU들을 생성하는 단계, 상기 PDCP PDU들을 정해진 규칙에 따라 상기 매크로 기지국의 RLC(Radio Link Control) 엔티티 및 상기 스몰 기지국의 RLC 엔티티에 분배하여 상기 단말로 전송하는 단계, 및 상기 PDCP SDU들에 대한 순차 타이머에 관한 정보를 포함하는 RRC 메시지를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따르면 이중 연결 시스템에서 멀티 플로우(multi flow)를 하향링크 전송을 수행함에 있어, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU가 수신되더라도, PDCP SDU의 상위 계층으로 순차적 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다.
- 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 본 발명이 적용되는 RLC 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- 도 5는 본 발명에 적용되는 단말의 이중 연결 상황의 일 예를 나타낸다.
- 도 6은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- 도 7은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- 도 8은 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- 도 9는 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.

도 10은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.

도 11은 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.

도 12는 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU 수신 타이밍의 예를 나타낸다.

도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP SN(Sequence Number)에 따른 순차적 상위 계층 전송의 예를 나타낸다.

도 14는 본 발명에 따른 멀티 플로우를 고려한 단말에 의해 수행되는 PDCP SDU 순차 전달 방법을 나타낸다.

도 15는 본 발명에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 명세서에서는 본 발명과 관련된 내용을 본 발명의 내용과 함께 예시적인 도면과 실시 예를 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 명세서의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0015] 또한 본 명세서는 무선 통신 네트워크를 대상으로 설명하며, 무선 통신 네트워크에서 이루어지는 작업은 해당 무선 통신 네트워크를 관할하는 시스템(예를 들어 기지국)에서 네트워크를 제어하고 데이터를 송신하는 과정에서 이루어지거나, 해당 무선 네트워크에 결합한 단말에서 작업이 이루어질 수 있다.
- [0016] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다. 이는 E-UMTS 시스템(Evolved- Universal Mobile Telecommunications System)의 네트워크 구조일 수 있다. E-UMTS 시스템은 LTE(Long Term Evolution) 또는 LTE-A(advanced)시스템 일 수 있다. 무선통신 시스템은 CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier-FDMA), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, OFDM-CDMA와 같은 다양한 다중 접속 기법을 사용할 수 있다.
- [0017] 도 1을 참조하면, E-UTRAN은 단말(10; User Equipment, UE)에게 제어 평면(control plane:CP)과 사용자 평면(user plane:UP)을 제공하는 기지국(20; evolved NodeB :eNB)을 포함한다.
- [0018] 단말(10)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile station), AMS(Advanced MS), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(Wireless Device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0019] 기지국(20)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 지점(station)을 말하며, BS(Base Station, BS), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), 펌토 기지국(femto-eNB), 피코 기지국(pico-eNB), 홈기지국(Home eNB), 릴레이(relay) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(20)들은 X2 인터페이스를 통하여 서로 연결될 수 있다. 기지국(20)은 S1 인터페이스를 통해 EPC(Evolved Packet Core, 30), 보다 상세하게는 S1-MME를 통해 MME(Mobility Management Entity)와 S1-U를 통해 S-GW(Serving Gateway)와 연결된다. S1 인터페이스는 MME와 신호를 교환함으로써 단말(10)의 이동을 지원하기 위한 OAM(Operation and Management) 정보를 주고받는다.
- [0020] EPC(30)는 MME, S-GW 및 P-GW(Packet data network-Gateway)를 포함한다. MME는 단말(10)의 접속 정보나 단말(10)의 능력에 관한 정보를 가지고 있으며, 이러한 정보는 단말(10)의 이동성 관리에 주로 사용된다. S-GW는 E-UTRAN을 종단점으로 갖는 게이트웨이이며, P-GW는 PDN(Packet Data Network)을 종단점으로 갖는 게이트웨이이다.
- [0021] E-UTRAN과 EPC(30)를 통합하여 EPS(Evolved Packet System)라 불릴 수 있으며, 단말(10)이 기지국(20)에 접속하는 무선링크로부터 서비스 엔티티로 연결해주는 PDN까지의 트래픽 흐름은 모두 IP(Internet Protocol) 기반으로 동작한다.
- [0022] 단말과 기지국간의 무선 인터페이스를 Uu 인터페이스라 한다. 단말과 네트워크 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 계층들은 통신시스템에서 널리 알려진 개방형 시스템 상호접속(Open System Interconnection; OSI) 기준 모델의 하위 3개 계층을 바탕으로 제1계층(L1), 제2계층(L2), 제3계층(L3)로 구분될 수 있다. 이 중에서 제1계층에 속하는 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용한 정보전송서비스(Information Transfer Service)를 제공하며, 제3계층에 위치하는 RRC(Radio Resource Control) 계층은 RRC 메시지를 교환하여 단말과 네트워크 간에 무선자원을 제어한다.

- [0023] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이고, 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다. 사용자 평면은 사용자 데이터 전송을 위한 프로토콜 스택(protocol stack)이고, 제어 평면은 제어신호 전송을 위한 프로토콜 스택이다.
- [0024] 도 2 및 도 3을 참조하면, 물리계층(PHY(physical) layer)은 물리채널(physical channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 전송 서비스(information transfer service)를 제공한다. 물리계층은 상위 계층인 매체접근제어(Medium Access Control: MAC) 계층과는 전송채널(transport channel)을 통해 연결된다. MAC 계층과 물리계층 사이에서 전송채널을 통해 데이터가 전달된다. 무선 인터페이스를 통해 데이터가 어떻게 전송되는가에 따라 전송채널이 분류된다.
- [0025] 또한, 서로 다른 물리계층 사이(즉, 송신기와 수신기의 물리계층 사이)에서 물리채널을 통해 데이터가 전달된다. 상기 물리채널은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식으로 변조될 수 있으며, 시간과 주파수를 무선자원으로 활용한다.
- [0026] 일 예로, 물리채널 중 PDCCH(physical downlink control channel)는 단말에게 PCH(paging channel)와 DL-SCH(downlink shared channel)의 자원 할당 및 DL-SCH와 관련된 HARQ(hybrid automatic repeat request) 정보를 알려주며, PDCCH는 단말에게 상향링크 전송의 자원 할당을 알려주는 상향링크 스케줄링 그랜트를 나눌 수 있다. 또한, PCFICH(physical control format indicator channel)는 단말에게 PDCCH들에 사용되는 OFDM 심벌의 수를 알려주고, 매 서브프레임마다 전송된다. 또한, PHICH(physical Hybrid ARQ Indicator Channel)는 상향링크 전송의 응답으로 HARQ ACK/NAK 신호를 나른다. 또한, PUCCH(Physical uplink control channel)은 하향링크 전송에 대한 HARQ ACK/NAK, 스케줄링 요청 및 CQI와 같은 상향링크 제어 정보를 나른다. 또한, PUSCH(Physical uplink shared channel)은 UL-SCH(uplink shared channel)을 나른다.
- [0027] MAC 계층은 논리채널과 전송채널간의 맵핑 및 논리채널에 속하는 MAC SDU(service data unit)의 전송채널 상으로 물리채널로 제공되는 전송블록(transport block)으로의 다중화 또는 역다중화를 수행할 수 있다. MAC 계층은 논리채널을 통해 RLC(Radio Link Control) 계층에 서비스를 제공한다. 논리채널은 제어 영역 정보의 전달을 위한 제어채널과 사용자 영역 정보의 전달을 위한 트래픽 채널로 나눌 수 있다.
- [0028] RLC 계층의 기능은 RLC SDU의 연결(concatenation), 분할(segmentation) 및 재결합(reassembly)을 포함한다. 무선 베어러(Radio Bearer:RB)가 요구하는 다양한 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해, RLC 계층은 투명 모드(Transparent Mode, TM), 비확인 모드(Unacknowledged Mode, UM) 및 확인모드(Acknowledged Mode, AM)의 세 가지의 동작모드를 제공한다.
- [0029] RLC SDU들은 다양한 사이즈로 지원되며, 일 예로 바이트(byte) 단위로 지원될 수 있다. RLC PDU(protocol data unit)들은 하위계층(예, MAC 계층)으로부터 전송 기회(transmission opportunity)가 통보(notify)될 때에만 규정되며, 상기 전송기회가 통보될 때 RLC PDU들은 하위계층으로 전달된다. 상기 전송기회는 전송될 총 RLC PDU들의 크기와 함께 통보될 수 있다. 이하 도 4에서 RLC 계층에 대해서 자세히 설명한다.
- [0030] 사용자 평면에서의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층의 기능은 사용자 데이터의 전달, 헤더 압축(header compression) 및 암호화(ciphering)를 포함한다. 사용자 평면에서의 PDCP 계층의 기능은 제어 평면 데이터의 전달 및 암호화/무결점 보호(integrity protection)를 포함한다.
- [0031] RRC 계층은 RB들의 구성(configuration), 재구성(re-configuration) 및 해제(release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크간의 데이터 전달을 위해 제1 계층(PHY 계층) 및 제2 계층(MAC 계층, RLC 계층, PDCP 계층)에 의해 제공되는 논리적 경로를 의미한다. RB가 구성된다는 것은 특정 서비스를 제공하기 위해 무선 프로토콜 계층 및 채널의 특성을 규정하고, 각각의 구체적인 파라미터 및 동작 방법을 설정하는 과정을 의미한다. RB는 다시 SRB(Signaling RB), DRB(Data RB)로 구분될 수 있다. SRB는 제어 평면에서 RRC 메시지 및 NAS(Non-Access Stratum) 메시지를 전송하는 통로로 사용되며, DRB는 사용자 평면에서 사용자 데이터를 전송하는 통로로 사용된다.
- [0032] NAS 계층은 RRC 계층 상위에 위치하며 연결관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [0033] 단말의 RRC 계층과 E-UTRAN의 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC Connection)이 있을 경우 단말은 RRC 연결 상태(RRC connected state)에 있고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(RRC idle state)에 있다.

- [0034] 네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향링크 전송채널로는 시스템정보를 전송하는 BCH(Broadcast Channel)과 그 이외에 사용자 트래픽이나 제어메시지를 전송하는 하향링크 SCH(Shared Channel)이 있다. 하향링크 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 서비스의 트래픽 또는 제어메시지의 경우 하향링크 SCH를 통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향링크 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향링크 전송채널로는 초기 제어메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel)과 그 이외에 사용자 트래픽이나 제어메시지를 전송하는 상향링크 SCH(Shared Channel)가 있다.
- [0035] 전송채널 상위에 있으며, 전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.
- [0036] 물리채널(Physical Channel)은 시간 영역에서 여러 개의 심벌과 주파수 영역에서 여러 개의 부반송파(Sub-carrier)로 구성된다. 하나의 서브프레임(Sub-frame)은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌(Symbol)들로 구성된다. 하나의 서브프레임은 복수의 자원블록(Resource Block)들로 구성되며, 하나의 자원블록은 복수의 심벌들과 복수의 부반송파(sub-carrier)들로 구성된다. 또한 각 서브프레임은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 위해 해당 서브프레임의 특정 심벌들(가령, 첫 번째 심벌)의 특정 부반송파들을 이용할 수 있다. 데이터가 전송되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 1개의 서브프레임에 해당하는 1ms이다.
- [0037] 도 4는 본 발명의 실시예가 적용되는 RLC 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [0038] 도 4를 참조하면, 임의의 RLC 엔티티(entity)는 데이터 전송 방식에 따라 서로 다른 RLC 엔티티로 분류된다. 일 예로, TM RLC 엔티티(400), UM RLC 엔티티(420), AM RLC 엔티티(440)가 있다.
- [0039] UM RLC 엔티티(400)는 RLC PDU들을 논리채널들(예, DL/UL DTCH, MCCH 또는 MTCH)을 통해 수신 또는 전달되도록 구성될 수 있다. 또한, UM RLC 엔티티는 UMD PDU(Unacknowledged Mode Data PDU)를 전달하거나 수신할 수 있다.
- [0040] UM RLC 엔티티는 송신 UM RLC 엔티티 또는 수신 UM RLC 엔티티로 구성된다.
- [0041] 송신 UM RLC 엔티티는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 수신하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 수신 UM RLC 엔티티로 전송한다. 송신 UM RLC 엔티티가 RLC SDU들로부터 UMD PDU들을 구성할 때, 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보되면 RLC SDU들을 분할(segment)하거나 연결(concatenate)하여 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU들의 총 크기 이내가 되도록 UMD PDU들을 구성하고, UMD PDU내에 관련 RLC 헤더들이 포함되도록 구성한다.
- [0042] 수신 UM RLC 엔티티는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 전달하고 하위 계층을 통해 피어(peer) 수신 UM RLC 엔티티로부터 RLC PDU들을 수신한다. 수신 UM RLC 엔티티가 UMD PDU들을 수신했을 때, 수신 UM RLC 엔티티는 UMD PDU들이 중복으로 수신되었는지 여부를 감지하여 중복된 UMD PDU들은 폐기하고, UMD PDU들이 순차에서 벗어나(out of sequence) 수신된 경우 UMD PDU들의 순서를 재배열(reorder)하고, 하위계층에서의 UMD PDU들의 손실을 감지하여 과도한 재배열 지연들을 방지하고(avoid), 재배열된 UMD PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립(reassemble)하고, 상기 재조립된 RLC SDU들을 RLC SN(sequence number)의 오름차순(ascending order)으로 상위계층으로 전달하고, 하위계층에서의 특정 RLC SDU에 속한 UMD PDU 손실로 인해 RLC SDU로 재조립이 불가능한 UMD PDU들은 폐기할 수 있다. RLC 재설정(re-establishment)시, 수신 UM RLC 엔티티는 가능하다면 순차에서 벗어나 수신된 UMD PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립하여 상위계층으로 전달하고, RLC SDU들로 재조립할 수 없었던 남아있는 UMD PDU들은 모두 폐기하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.
- [0043] 한편, AM RLC 엔티티(440)는 RLC PDU들을 논리채널(예, DL/UL DCCH or DL/UL DTCH)들을 통해 수신 또는 전달되도록 구성될 수 있다. AM RLC 엔티티는 AMD PDU 또는 ADM PDU 세그먼트(segment)를 전달하거나 수신하고, RLC 제어 PDU(예, STATUS PDU)를 전달하거나 수신한다.
- [0044] 만약, STATUS PDU가 트리거되어 있으며 차단타이머(t-StatusProhibit)가 진행중(running)이지 않거나 만료되었을 때, 상기 STATUS PDU는 다음 전송 기회에 전송된다. 따라서 단말은 STATUS PDU의 크기를 예측하고, RLC 계층에서 전송을 위해 사용 가능한 데이터로써 상기 STATUS PDU를 고려한다.
- [0045] AM RLC 엔티티는 송신부(transmitting side)와 수신부(receiving side)로 구성된다.
- [0046] AM RLC 엔티티의 송신부는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 수신하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 AM RLC 엔티티로 전송한다. AM RLC 엔티티의 송신부는 RLC SDU들로부터 AMD PDU들을 구성할 때, 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보될 때 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU(들)의 총 크기 내로 맞추기 위해 RLC SDU들을 분할

(segment)하거나 연결(concatenate)하여 AM RLC 엔티티의 송신부는 RLC data PDU들의 재전송(ARQ)을 지원한다. 만일 재전송될 상기 RLC data PDU가 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보될 때 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU(들)의 총 크기 내로 맞지 않는다면 AM RLC 엔티티는 RLC data PDU를 AM RLC segment들로 재분할(re-segment)한다.

- [0047] 이때, 재분할의 개수(the number of re-segmentation)는 제한되지 않는다. AM RLC 엔티티의 송신부가 상위계층으로부터 수신된 RLC SDU들로부터 AM RLC PDU들을 만들거나 또는 재전송될 RLC data PDU들로부터 AM RLC PDU 세그먼트들을 만들 때, RLC data PDU안에 관련 RLC 헤더들이 포함된다.
- [0048] AM RLC 엔티티의 수신부는 상위 계층으로 RLC SDU들을 전달하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 AM RLC 엔티티로부터 수신한다.
- [0049] AM RLC 엔티티의 수신부는 RLC 데이터 PDU들을 수신했을 때, RLC 데이터 PDU들이 중복으로 수신되었는지 여부를 감지하고, 중복된 RLC 데이터 PDU들은 폐기하고, RLC 데이터 PDU들이 시퀀스에서 벗어나(out of sequence) 수신된 경우 RLC 데이터 PDU들의 순서를 재배열(reorder)하고, 하위계층에서 발생한 RLC 데이터 PDU들의 손실을 감지하고 피어 AM RLC 엔티티에 재전송을 요구하고, 재배열된 RLC 데이터 PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립(reassemble)하고, 상기 재조립된 RLC SDU들을 재조립된 순차대로(in sequence) 상위계층으로 전달한다.
- [0050] RLC 재설정시, AM RLC 엔티티의 수신부는 가능하다면 시퀀스에서 벗어나 수신된 RLC 데이터 PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립하여 상위계층으로 전달하고, RLC SDU들로 재조립할 할 수 없는 남아있는 RLC 데이터 PDU들을 모두 폐기하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.
- [0051] 도 5는 본 발명의 실시예에 적용되는 단말의 이중 연결 상황의 일 예를 나타낸다.
- [0052] 도 5를 참조하면, 매크로 기지국(또는 앵커(anchor) 기지국, 500) 내 매크로 셀의 서비스 지역에 위치하는 단말(550)이 스몰 기지국(또는 어시스팅(assisting) 기지국, 510) 내 스몰 셀의 서비스 지역과 중첩(over-laid)된 지역으로 진입한 경우이다.
- [0053] 매크로 기지국 내 매크로 셀을 통한 기존 무선 연결 및 데이터 서비스 연결을 유지한 채로 스몰 기지국 내 스몰 셀을 통한 추가적인 데이터 서비스를 지원하기 위하여, 네트워크는 단말에 대하여 이중 연결을 구성한다.
- [0054] 이에 따라, 매크로 셀에 도착한 사용자 데이터는 스몰 기지국내 스몰 셀을 통해 단말에게 전달될 수 있다. 구체적으로, F2 주파수 대역이 매크로 기지국에 할당되고, F1 주파수 대역이 스몰 기지국에 할당된다. 단말은 매크로 기지국으로부터 F2 주파수 대역을 통해 서비스를 수신하는 동시에, 스몰 기지국으로부터 F1 주파수 대역을 통해 서비스를 수신할 수 있는 상황이다.
- [0055] 도 6은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [0056] 도 6을 참조하면, RB는 사용자의 서비스를 지원하기 위해 Uu 인터페이스에서 제공되는 베어러(bearer)이다. 상기 무선통신 시스템에서는 각 인터페이스마다 각각의 베어러를 정의하여, 인터페이스들간의 독립성을 보장하고 있다.
- [0057] 상기 무선통신 시스템이 제공하는 베어러를 총칭하여 EPS(Evolved Packet System) 베어러라고 한다. EPS 베어러는 단말과 P-GW 간에 생성되는 전송로(transmission path)이다. P-GW는 인터넷으로부터 IP 플로우를 수신 또는 인터넷으로 IP 플로우를 전송할 수 있다. EPS 베어러는 단말당 하나 이상 구성될 수 있으며, 각 EPS 베어러는 E-RAB(E-UTRAN Radio Access Bearer) 및 S5/S8 베어러로 나누어질 수 있고, 상기 E-RAB는 RB(Radio Bearer), S1 베어러로 나누어질 수 있다. 즉, 하나의 EPS 베어러는 각각 하나의 RB, S1 베어러, S5/S8 베어러에 대응된다. 어떤 서비스(또는 어플리케이션)를 이용하는가에 따라 IP 플로우는 다른 QoS(Quality of Service) 특성을 가질 수 있고, 각 EPS 베어러별로 서로 다른 QoS 특성을 가지는 IP 플로우가 맵핑되어 전송될 수 있다. EPS 베어러 식별자(EPS bearer identity)를 기반으로 EPS 베어러가 구분될 수 있다. 상기 EPS 베어러 식별자는 UE 또는 MME에 의하여 할당(allocate)된다.
- [0058] P-GW(Packet Gateway)는 본 발명에 따른 무선통신 네트워크(예를 들어 LTE 네트워크)와 다른 네트워크 사이를 연결하는 네트워크 노드이다. EPS 베어러는 단말과 P-GW사이에 정의된다. EPS 베어러는 각 노드(node) 사이에 더욱 세분화되어, 단말과 기지국 사이는 RB, 기지국과 S-GW 사이는 S1 베어러, 그리고 EPC 내부의 S-GW와 P-GW 사이는 S5/S8 베어러로 정의된다. 각각의 베어러는 QoS를 통해 정의된다. QoS는 데이터율(data rate), 에러율(error rate), 지연(delay) 등을 통해 정의된다.

- [0059] 따라서, 상기 무선통신 시스템이 전체적으로 제공해야 하는 QoS가 EPS 베어러로 정의되고 나면, 각 인터페이스마다 각각의 QoS가 정해진다. 각 인터페이스는 자신이 제공해야 하는 QoS에 맞춰 베어러를 설정하는 것이다. 각 인터페이스의 베어러는 전체 EPS 베어러의 QoS를 인터페이스별로 나누어 제공하므로, EPS 베어러와 RB, S1 베어러 등은 모두 기본적으로 일대일의 관계에 있다.
- [0060] 즉, LTE 무선 통신 시스템은 기본적으로 싱글 플로우 구조로서, 하나의 EPS 베어러를 위하여 하나의 RB가 구성된다. 다시 말해, 하나의 EPS 베어러는 하나의 RB를 통하여 S1 베어러와 맵핑된다. 싱글 플로우의 경우 하나의 EPS 베어러가 하나의 RB를 통하여 서비스된다. 이 경우 기지국에는 해당 EPS 베어러를 위하여 하나의 RB(예를 들어, PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, PHY 계층)가 설정되고, 단말에서도 하나의 RB가 설정된다.
- [0061] 도 7은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다. 도 7은 두 EPS 베어러를 통하여 단말에 서비스가 제공되고 있는 경우이다.
- [0062] 도 7을 참조하면, 매크로 기지국은 2개의 PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, 그리고 PHY 계층을 포함하지만, 스몰 기지국은 RLC 엔티티, MAC 엔티티 그리고 PHY 계층을 포함한다. EPS 베어러 #1(700)은 매크로 기지국에 구성된 RB(PDCP/RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 반면에 EPS 베어러 #2(750)는 매크로 기지국에 구성된 PDCP 엔티티와 스몰 기지국에 구성된 RB(RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 따라서, 싱글 플로우에서 하나의 EPS 베어러 별로 하나의 RB를 통하여 서비스가 제공된다.
- [0063] 도 8은 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [0064] 도 8을 참조하면, 멀티 플로우가 구성된 경우 하나의 EPS 베어러에 대하여 하나의 RB가 아닌 매크로 기지국 및 스몰 기지국에 각각 구성된 2개의 RB를 통하여 서비스가 제공된다. 단말은 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국에 구성된 RB와 스몰 기지국에 구성된 RB를 통하여 동시에 서비스를 제공받을 수 있다. 이는 하나의 EPS 베어러가 두 개의 RB를 통하여 서비스를 제공하는 형태이다. 상기와 같이 하나의 EPS 베어러가 두 개 이상의 RB를 통하여 단말에 서비스를 제공하는 경우를 멀티 플로우가 구성되었다고 볼 수 있다.
- [0065] 도 9는 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- [0066] 도 9를 참조하면, 매크로 기지국은 PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, 그리고 PHY 계층을 포함하지만, 스몰 기지국은 RLC 엔티티, MAC 엔티티 그리고 PHY 계층을 포함한다. 도 9에서는 도 7과 달리 하나의 EPS 베어러(900)에 대하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국에 RB가 각각 구성되어 단말에 서비스를 제공한다. 즉, 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국이 멀티플로우를 통하여 단말에 서비스를 제공한다.
- [0067] 한편, 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우와 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정은 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [0068] 도 10은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- [0069] 도 10을 참조하면, 매크로 기지국(1030)은 P-GW 및 S-GW를 통하여 2개의 EPS 베어러 각각에 대한 패킷들을 수신한다. 여기서 패킷들이 전송되는 플로우는 각 EPS 베어러에 맵핑된다. EPS 베어러 #1을 통하여 전송되는 패킷들을 패킷1이라 하고, EPS 베어러 #2를 통하여 전송되는 패킷들을 패킷2라고 가정한다.
- [0070] 매크로 기지국(1030)의 PDCP(1035-1)은 패킷1을 S-GW로부터 수신하고, PDCP(1035-2)는 패킷2를 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1035-1)은 패킷1을 기반으로 PDCP PDU1을 생성하고, 상기 PDCP PDU1은 매크로 기지국(1030)의 RLC(1040)으로 전달되고, MAC(1045), PHY(1050)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1000)로 전송된다.
- [0071] 매크로 기지국(1030)의 PDCP(1035-2)는 패킷2를 기반으로 PDCP PDU2를 생성하고, 상기 PDCP PDU2는 스몰 기지국(1060)의 RLC(1070)로 전달하고, MAC(1075), PHY(1080)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1000)로 전송된다.
- [0072] 단말(1000)에는 EPS 베어러 #1 및 EPS 베어러 #2 각각에 대하여 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1000)에는 EPS 베어러 #1에 대하여 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재하고, EPS 베어러 #2에 대하여 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)이 존재한다. 구체적으로 EPS 베어러 #1에 대하여 PHY(1005-1), MAC(1010-1), RLC(1015-1), 및 PDCP(1020-1)이 존재하여 EPS 베어러 #1에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다. EPS 베어러 #2에 대하여 PHY(1005-2), MAC(1010-2), RLC(1015-2), 및 PDCP(1020-2)가 존재하며, EPS 베어러 #2에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다.

- [0073] 한편, 매크로 기지국(1030)과 스몰 기지국(1060)은 X2 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1030)은 PDCP(1035-2)의 PDCP PDU2를 X2 인터페이스를 통하여 스몰 기지국(1060)의 RLC(1040)로 전달한다. 여기서 X2 인터페이스는 X3 인터페이스 혹은 기타 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 인터페이스를 지칭하는 다른 표현이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 매크로 기지국(1030)과 스몰 기지국(1060) 간의 X2 인터페이스가 비-이상적인 백홀(non-ideal backhaul)로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 다만, 이 경우에도 단말(1000)에는 EPS 베어러 #1에 대한 RLC(1015-1), PDCP(1020-1)와 EPS 베어러 #2에 대한 RLC(1015-2), PDCP(1020-2)가 따로 구성되므로, AM의 RLC 엔티티에서 PDCP 엔티티로 RLC SDU의 순차적인 전달을 수행하는 경우에도 문제가 발생하지 않는다.
- [0074] 도 11은 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- [0075] 도 11을 참조하면, 매크로 기지국(1130)은 P-GW 및 S-GW를 통하여 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷들을 수신한다. 상기 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1130) 및 스몰 기지국(1160)은 각각 RB를 구성한다. 구체적으로 매크로 기지국(1130)은 PDCP(1135), RLC(1140), MAC(1145), PHY(1150)을 구성하고, 스몰 기지국(1160)은 RLC(1170), MAC(1175), PHY(1180)을 구성한다.
- [0076] 매크로 기지국(1130)의 PDCP(1135)는 패킷을 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1135)은 패킷을 기반으로 PDCP PDUs를 생성하고, 미리 정의된 규칙 또는 임의의 방법을 따라 상기 PDCP PDUs를 매크로 기지국(1130)의 RLC(1140) 및 스몰 기지국(1160)의 RLC(1170)로 적절히 배분하여 전달한다. 예를 들면, PDCP PDU 들 중에 홀수 번의 SN 를 가지는 PDCP PDU는 매크로 기지국(1130)의 RLC(1140)로 전송하고, 짝수 번의 SN를 가지는 PDCP PDU는 스몰 기지국(1160)의 RLC(1170)로 전송할 수 있다.
- [0077] RLC(1140)은 RLC PDU1(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU1(s)는 MAC(1145), PHY(1150)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다. 또한, RLC(1170)은 RLC PDU2(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU2(s)는 MAC(1175), PHY(1180)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다.
- [0078] 단말(1100)에는 EPS 베어러에 대하여 두개의 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1100)에는 매크로 기지국(1130)에 대응하는 RB로서 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재하고, 스몰 기지국(1160)에 대응하는 RB로서 RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)이 존재한다. 구체적으로 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1130)에 대응하는 PHY(1105-1), MAC(1110-1), RLC(1115-1), 및 PDCP(1120)이 존재하고, 스몰 기지국(1160)에 대응하는 PHY(1005-2), MAC(1010-2), RLC(1015-2)가 존재한다. PDCP(1120)은 매크로 기지국(1130) 및 스몰 기지국(1160)에 동시에 대응되는 PDCP 엔티티이다. 즉, 이 경우는 단말(1100) 단에 2개의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2)가 존재하나, 상기 두 개의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2)는 하나의 PDCP 엔티티(1120)에 대응한다.
- [0079] 상술한 바와 같이 매크로 기지국(1130)과 스몰 기지국(1160)은 X2 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1130)은 PDCP(1135-2)의 PDCP PDUs 중 일부를 X2 인터페이스를 통하여 스몰 기지국(1160)의 RLC(1140)로 전달한다. 여기서 X2 인터페이스는 X3 인터페이스 혹은 기타 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 인터페이스를 지칭하는 다른 표현이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 매크로 기지국(1130)과 스몰 기지국(1160) 간의 X2 인터페이스가 비-이상적인 백홀로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 단말(1100)의 PDCP 엔티티(1120)는 두개의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들을 각각 수신하고, PDCP SDU를 생성하여 상위 계층으로 전달해야 하는데, 상기 전송 지연으로 인하여 PDCP 엔티티(1120)에서 수신하는 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들은 RLC 엔티티(1115-1)로부터 수신되는 것과, RLC 엔티티(1115-2)로부터 수신되는 것에 시간차가 발생하고, PDCP 엔티티(1120)는 PDCP SDU의 상위 계층으로의 순차적 전송을 수행함에 있어 문제가 발생할 수 있다.
- [0080] 도 11에서 볼 수 있는 바와 같이 이중 연결 환경에서 멀티 플로우를 위하여 매크로 기지국(1130)에 하나의 PDCP(1135)가 존재하고, 단말(1100)에 하나의 PDCP 엔티티(1120)가 존재한다. 그리고, 매크로 기지국(1130) 및 스몰 기지국(1160)에 RLC 엔티티(1140, 1170)가 각각 존재하고, 단말(1100)에도 이에 대응하여 2개의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2)가 존재한다. 즉, 단말(1100)의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2) 단에서는 상위 계층으로 순차적인(in-sequence) 전달이 보장될 수 있다. 하지만 단말(1100)의 PDCP 엔티티(1120) 단에서는 하나의 RLC 엔티티가 아닌 두개의 RLC 엔티티(1115-1, 1115-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)가 전달된다. RLC 엔티티(1115-1, 1115-2) 단에서의 순차적인 전달이 PDCP 엔티티 단에서의 PDCP PDU의 순차적인 수신을 보장하지 못한다. 또한, 매크로 기지국(1130)의 PDCP 엔티티(1135)로부터 스몰 기지국(1160)의 RLC 엔티티(1170)로의 PDCP PDU(s)의 전송은 20~60ms의 전송 지연을 수반할 수 있으며, 매크로 기지국(1130)의 RLC 엔티티(1140)를 향한 PDCP PDU(s)

의 전송과 스몰 기지국(1130)의 RLC 엔티티(1170)을 향한 PDCP PDU(s)의 전송 사이에는 시간지연이 발생할 수 있다. 결국 매크로 기지국(1130)의 PDCP 엔티티(1135)에서 전송한 PDCP PDU(s)를 단말(1100) 단의 PDCP 엔티티(1120)에서 수신함에 있어도 매크로 기지국의 RLC 이하 단을 통한 전송과 스몰 기지국의 RLC 이하 단을 통한 전송에 있어 수신시간에 차이가 발생하고, 단말(1100) 단의 PDCP 엔티티(1120)는 PDCP PDU(s)를 순차적으로 수신하기 어렵게 된다.

- [0081] 도 12는 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU 수신 타이밍의 예를 나타낸다. 도 12는 매크로 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU와 스몰 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU가 단말의 PDCP 엔티티에 도착하는 시간을 예시적으로 나타낸다. 매크로 기지국은 하나의 EPS 베어러에 대한 서비스에 대하여 매크로 기지국을 통하여 전송할 PDCP PDU와 스몰 기지국을 통하여 전송할 PDCP PDU를 결정할 수 있다. 도 12에서는 PDCP SN(Sequence Number) 중 홀수 번은 매크로 기지국을 통하여 전송하고, 짝수 번은 스몰 기지국을 통하여 전송한 경우를 예시적으로 나타낸다.
- [0082] 도 12를 참조하면, 매크로 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU의 단말에서의 수신 시점과 스몰 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU의 단말에서의 수신 시점은 시간 지연 차이가 있다. 스몰 기지국을 통하여 전송되는 PDCP PDU에 약 20-60ms의 전송 지연이 발생할 수 있다. 이러한 경우 단말의 PDCP 엔티티가 두 개의 RLC 엔티티로부터 전달 받는 RLC (AMD) SDU의 시간 차이로 인하여 비순차적으로 PDCP PDU를 수신하게 되고, PDCP 엔티티가 이를 바로 상위계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로 전송하게 될 경우, 순차적인 전송이 수행되지 않는 문제점이 있다.
- [0083] 즉, 멀티 플로우 구조에서 매크로 기지국의 하나의 PDCP 엔티티에서 전송된 PDCP PDU가 매크로 기지국의 RLC 엔티티 및 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되기에 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU를 수신함에 있어, 시간 지연이 발생하고, 따라서 PDCP 엔티티에서 상위계층으로 PDCP SDU의 순차적인 전송을 수행하는 데 있어 문제가 발생하게 된다.
- [0084] 단말의 PDCP 엔티티는 수신한 PDCP PDU를 판독(deciphering) 및 헤더 압축해제(header decompression)하고, PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다. 이 때, 만약 현재의 PDCP SDU의 SN(sequence number)보다 작은 SN의 PDCP SDU가 존재하면 작은 SN부터 큰 SN 순으로 PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다.
- [0085] 한편, PDCP 엔티티의 전송부(transmission side)는 제거 타이머(discard timer)를 운용할 수 있다. 상기 제거 타이머의 지속시간(duration)은 상위 계층으로부터 구성될 수 있으며, 상위계층으로부터 PDCP SDU를 수신하면 타이머가 시작된다. 상기 제거 타이머가 만료되면 PDCP 엔티티는 해당하는 PDCP SDU를 제거한다. 따라서, 기존의 경우에도 제거 타이머의 만료로 인하여 특정 SN의 PDCP SDU가 빠질 수 있었다.
- [0086] 즉, 이중 연결 상황에서 멀티 플로우를 지원하는 경우, PDCP 엔티티에 PDCP PDU가 순차적으로 수신되지 않는 경우, 다음과 같은 두 가지 경우 중 어느 하나로 파악할 수 있다. 하지만, 아래의 두 경우 중 어느 경우인지는 구분되지 않을 수 있다.
- [0087] 첫째, 제거 타이머 만료된 경우일 수 있다. 기지국에서는 하향링크 전송 시에 기지국의 PDCP 엔티티에서 처리하는 PDCP SDU마다 제거 타이머(discard timer)를 구동한다. 상기 제거 타이머의 구동에 의하여 PDCP로 유입되는 패킷의 양이 일정 기준보다 많을 경우 등의 경우, 제거 타이머 지속시간 내에 처리되지 않은 패킷은 제거하고, 상위 계층에서 수행되는 재전송 요구 등을 기반으로 해당 패킷에 대한 처리가 새로이 수행될 수 있다.
- [0088] 둘째, PDCP PDU 전송경로 수신지연의 경우일 수 있다. 매크로 기지국의 PDCP 엔티티에서는 멀티 플로우로 인하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU를 분리하여 전송할 수 있다. 이 경우 서로 다른 경로로 인하여 발생하는 지연으로 인하여 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU 수신시 시간차가 발생할 수 있다.
- [0089] 이와 같은 상황에서 상기 멀티 플로우 전송경로 수신지연의 경우와 PDCP 제거 타이머 만료의 경우와 구분하여, 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP SDU를 순차적으로 상위계층으로 전송할 수 있는 방안이 요구된다.
- [0090] 멀티 플로우를 고려하는 상위계층으로의 PDCP SDU 순차적 전송 방법은 다음과 같다.
- [0091] PDCP 엔티티에서 수신된 PDCP PDU에 대응하는 PDCP SDU의 PDCP SN(sequence number)를 확인하고, 만약 PDCP SDU의 PDCP SN가 순차적이지 아니라면(즉, 상기 PDCP SDU의 PDCP SN 앞의 SN이 누락되었다면), 상기 PDCP SDU에 대한 순차 타이머(in-sequence timer)를 구동한다. 이 때 상기 순차 타이머의 지속시간은 멀티 플로우의 경우 PDCP PDU 전송경로 수신지연을 고려하여 정해질 수 있다. 혹은 시스템 전체의 상황을 고려하여 정해질 수 있다.
- [0092] 만약, PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 만료되는 경우 상위 계층으로 상기 PDCP SDU를 전송한다. 이는 상기 순차 타이머가 만료되기까지 누락된 PDCP SN에 대한 PDCP SDU에 대응하는 PDCP PDU가 단말의 PDCP 엔티티에 수신되지 않는 경우, 해당 PDCP SDU는 매크로 기지국의 PDCP 엔티티 송신부에서 제거 타이머의 경과에 의하여 제거된 것

으로 볼 수 있기 때문이다.

- [0093] 만약, PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 동작중에(running) 상기 PDCP SDU의 PDCP SN보다 앞서는(즉, 누락되었던) PDCP SN에 대한 PDCP SDU에 대응하는 PDCP PDU가 단말의 PDCP 엔티티에 수신되어, PDCP SDU의 순차적 전송이 가능한 경우, 상기 순차 타이머는 만료되고, 해당 PDCP SDU는 순차적으로 상위 계층으로 전송된다.
- [0094] TCP(Transmission Control Protocol) 등은 순차적으로 패킷이 수신되는 것을 기반으로 설계되어 있는 프로토콜이다. 구현에 따라서 TCP에 패킷이 수신되지 않는 경우 TCP 단에서 전송할 수 있는 윈도우(window)가 줄어들 수 있고, 이는 전송효율을 감소시킬 수 있다. 따라서, 일정 무선 프로토콜 단에서 상위 계층으로 패킷 등을 전송함에 있어 지연시간이 추가되더라도 상기와 같이 순차적인 전송을 보장함이 네트워크 전반적인 성능에 있어서는 더 유리할 수 있다.
- [0095] 도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP SN(Sequence Number)에 따른 순차적 상위 계층 전송의 예를 나타낸다. 도 13은 PDCP SN 홀수번은 매크로 기지국을 통하여 단말로 수신되고, PDCP SN 짝수번은 스몰 기지국을 통하여 단말로 수신되는 경우이다.
- [0096] 도 13을 참조하면, PDCP SDU #1은 이전 또는 누락된 PDCP SN이 없기 때문에 상위 계층으로 전송될 수 있다. 하지만, PDCP SDU #3의 경우 단말의 PDCP 엔티티에 상기 PDCP SDU #3에 대응하는 PDCP PDU가 수신되는 시점에는 PDCP PDU #2에 대응하는 PDCP PDU가 수신되지 못하였다. 따라서 이 경우 PDCP PDU #3에 대한 순차 타이머가 구동된다. PDCP SDU #5, PDCP SDU #7의 경우도 마찬가지로 순차 타이머가 각각 구동된다.
- [0097] PDCP SDU #3에 대한 순차 타이머가 만료되기 전에 단말의 PDCP 엔티티에 PDCP SDU #2가 존재(즉, PDCP SDU #2에 대응하는 PDCP PDU가 수신)하는 경우, 단말은 PDCP SDU #1 이후에 PDCP SDU #2 및 PDCP SDU #3이 순차적으로 존재함을 확인하고, 상기 PDCP SDU #2 및 PDCP SDU #3을 상위계층으로 순차적으로 전달한다. 이 때 PDCP SDU #3에 대한 순차 타이머는 만료 또는 종료된다. 하지만, 이 경우에도 아직 PDCP SDU #4가 도착하지 않았고, PDCP SDU #5에 대한 순차 타이머, PDCP SDU #7에 대한 순차 타이머는 여전히 동작한다.
- [0098] 이후, PDCP SDU#5에 대한 순차 타이머가 만료 되기 전에 단말의 PDCP 엔티티에 PDCP SDU #4가 존재하는 경우, 단말은 PDCP SDU #4 및 PDCP SDU #5를 상위 계층으로 전송하고, PDCP SDU#5에 대한 순차 타이머는 만료 또는 종료된다.
- [0099] 또한, PDCP SDU#7에 대한 순차 타이머가 만료 되기 전에 단말의 PDCP 엔티티에 PDCP SDU #6가 존재하는 경우, 단말은 PDCP SDU #6 및 PDCP SDU #7을 상위 계층으로 전송하고, PDCP SDU#7에 대한 순차 타이머는 만료 또는 종료된다.
- [0100] 상기에서 순차 타이머 지속시간은 매크로 기지국에서 PDCP 엔티티를 구성할 때 설정될 수 있다. 상기 순차 타이머 지속시간은 매크로 기지국과 스몰 기지국 간 백홀의 전송 지연시간을 고려하여 설정될 수 있다.
- [0101] 상기 순차 타이머는 RRC 메시지를 통하여 매크로 기지국에서 단말로 전송될 수 있다. 구체적으로 예를 들어 상기 순차 타이머는 RRC 정보 요소인 PDCP-구성(config)에 다음과 같은 구문으로 포함될 수 있다.

표 1

[0102]

```
-- ASN1START

PDCP-Config ::=
    discardTimer          SEQUENCE {
                            ENUMERATED {
                                ms50, ms100, ms150, ms300, ms500,
                                ms750, ms1500, infinity
                            }
                            OPTIONAL,      -- Cond Setup
    inseqTimer            ENUMERATED {
                            ms20, ms30, ms40, ms50, ms60,
                            OPTIONAL,      -- Cond Setup
    rlc-AM                SEQUENCE {
                            statusReportRequired    BOOLEAN
                            OPTIONAL,      -- Cond Rlc-AM
    rlc-UM                SEQUENCE {
                            pdcp-SN-Size            ENUMERATED {len7bits, len12bits}
                            OPTIONAL,      -- Cond Rlc-UM
    headerCompression    CHOICE {
                            notUsed                NULL,
                            rohc                  SEQUENCE {
                                maxCID            INTEGER (1..16383)    DEFAULT 15,
                                profiles          SEQUENCE {
                                    profile0x0001    BOOLEAN,
                                    profile0x0002    BOOLEAN,
                                    profile0x0003    BOOLEAN,
                                    profile0x0004    BOOLEAN,
                                    profile0x0006    BOOLEAN,
                                    profile0x0101    BOOLEAN,
                                    profile0x0102    BOOLEAN,
                                    profile0x0103    BOOLEAN,
                                    profile0x0104    BOOLEAN
                                }
                            },
                            ...
                        }
    },
    ...,
    [[ rn-IntegrityProtection-r10    ENUMERATED {enabled}    OPTIONAL    -- Cond RN
    ]],
    [[ pdcp-SN-Size-v11x0            ENUMERATED {len15bits}  OPTIONAL    -- Cond Rlc-AM2
    ]]
}

-- ASN1STOP
```

[0103]

표 1을 참조하면, PDCP-구성(config) 정보 요소는 inseqTimer 필드를 포함한다. 상기 inseqtimer 필드는 순차 타이머 값을 지시한다. 상기 inseqtimer 필드는 PDCP 엔티티에 수신되는 PDCP PDU에 대응하는 PDCP SDU가 PDCP SN의 순차적으로 형성되지 않는 경우, 구동된다. 즉, PDCP SDU의 PDCP SN #n보다 작은 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 누락된 경우, 해당 PDCP SN #n의 PDCP SDU에 대하여 순차 타이머가 구동될 수 있다.

[0104]

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 멀티 플로우를 고려한 단말에 의해 수행되는 PDCP SDU 순차 전달 방법을 나타낸다.

- [0105] 도 14를 참조하면, 단말은 획득한 PDCP SDU들이 PDCP SN의 순차적으로 존재하는지 확인한다(S1400).
- [0106] 단말은 PDCP SN #n의 PDCP SDU가 존재하나 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 누락된 경우, 상기 PDCP SN #n의 PDCP SDU에 대한 순차 타이머를 구동한다(S1410).
- [0107] 단말은 PDCP SN #n의 PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 만료되기 전 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU를 획득하게 된 경우, 상기 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU와 상기 PDCP SN #n의 PDCP SDU의 상위 계층으로 순차적 전달을 수행한다(S1420).
- [0108] 만약, S1410에서 PDCP SN #n의 PDCP SDU에 대한 순차 타이머가 만료되는 경우, 단말은 PDCP SN #n의 PDCP SDU를 상위 계층으로 전달한다(S1430). 이 경우는, 이중 연결에 의한 PDCP PDU 전송경로 수신지연에 의한 경우가 아닌, PDCP 제거 타이머에 의하여 상기 PDCP SN #n01의 PDCP SDU가 제거된 것으로 볼 수 있기 때문이다.
- [0109] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.
- [0110] 도 15를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 단말(1500)은 매크로 기지국(1530) 및 스몰 기지국(1560)과 이중 연결(dual connectivity)을 구성할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 단말(1500), 매크로 기지국(1530) 및 스몰 기지국(1560)은 상술한 멀티 플로우를 지원한다.
- [0111] 매크로 기지국(1530)은 매크로 전송부(1535), 매크로 수신부(1540) 및 매크로 프로세서(1550)를 포함한다.
- [0112] 매크로 수신부(1540)은 S-GW로부터 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷을 수신한다. 매크로 프로세서(1550)는 매크로 기지국(1530)의 PDCP 엔티티를 제어하여 PDCP PDU들을 생성한다. 매크로 프로세서(1550)는 상기 PDCP PDU들을 정해진 기준에 따라 분배하여 일부를 매크로 기지국(1540)의 RLC 엔티티로 전달(또는 전송)하고 매크로 전송부(1535)를 통하여 단말로 전송한다. 매크로 프로세서(1550)는 나머지 일부를 매크로 전송부(1535)를 통하여 스몰 기지국(1560)의 RLC 엔티티로 전송(또는 전달)한다. 이 경우 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 SN으로 구분 및 지시될 수 있다.
- [0113] 또한, 매크로 프로세서(1550)는 PDCP SDU에 대한 순차 타이머에 대한 정보를 생성하고 매크로 전송부(1535)를 통하여 단말로 전송한다. 상기 순차 타이머에 대한 정보는 PDCP SDU마다 정의될 수 있다. 매크로 전송부(1535)는 상기 순차 타이머에 대한 정보를 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)에 포함하여 단말(1500)로 전송할 수 있다.
- [0114] 스몰 기지국(1560)은 스몰 전송부(1565), 스몰 수신부(1570) 및 스몰 프로세서(1580)를 포함한다.
- [0115] 스몰 수신부(1570)은 매크로 기지국(1530)으로부터 PDCP PDU를 수신한다.
- [0116] 스몰 프로세서(1580)는 스몰 기지국(1530)의 RLC 엔티티, MAC 엔티티, 및 PHY 계층을 제어하여 상기 PDCP PDU를 처리하고, 스몰 전송부(1565)를 통하여 단말로 전송한다.
- [0117] 단말(1500)은 단말 수신부(1505), 단말 전송부(1510) 및 단말 프로세서(1520)를 포함한다. 단말 프로세서(1520)는 상술한 바와 같은 본 발명의 특징이 구현되도록 필요한 기능과 제어를 수행한다.
- [0118] 단말 수신부(1505)는 매크로 기지국(1530)으로부터 순차 타이머에 대한 정보를 수신한다. 상기 순차 타이머에 대한 정보는 PDCP SDU마다 정의될 수 있으며, 상기 순차 타이머에 대한 정보는 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)에 포함되어 단말 수신부(1505)가 수신할 수 있다. 이 경우 단말 전송부(1510)는 매크로 기지국(1530)으로 RRC 연결 재구성 완료 메시지를 전송할 수도 있다.
- [0119] 또한, 단말 수신부(1505)는 매크로 기지국(1530) 및 스몰 기지국(1560)으로부터 각각 PDCP PDU에 대한 데이터를 수신한다.
- [0120] 단말 프로세서(1505)는 상기 데이터를 해석하고, 단말(1500)의 PHY 계층(s), MAC 엔티티(s), RLC 엔티티(s), 및 PDCP 엔티티를 제어하여 PDCP SDU를 획득한다.
- [0121] 단말 프로세서(1505)는 PDCP 엔티티에서 획득한 PDCP SDU의 PDCP SN을 확인하고, 누락된 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 있는지 확인한다. 누락된 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU가 있는 경우 단말 프로세서(1505)는 상기 누락된 PDCP SN #n-1의 다음 PDCP SN #n의 PDCP SDU에 대하여 상기 순차 타이머를 구동한다.
- [0122] 만약 단말 프로세서(1505)가 상기 순차 타이머가 만료되기 전에 상기 누락된 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU를 획득하는 경우 상기 PDCP SN #n-1의 PDCP SDU 및 상기 PDCP SN #n의 PDCP SDU의 상위계층으로의 순차적 전달을 수행

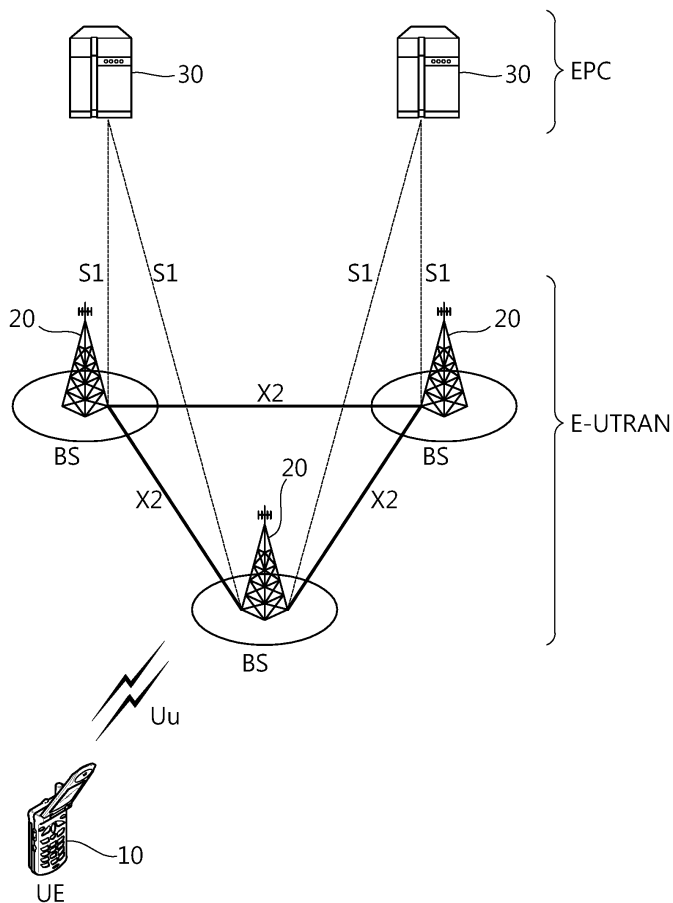
한다.

[0123] 만약 단말 프로세서(1505)는 상기 순차 타이머가 만료된 경우, 상기 누락된 PDCP SN #n-1의 SDU가 획득되기까지 기다리지 않고, 상기 PDCP SN #n의 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다.

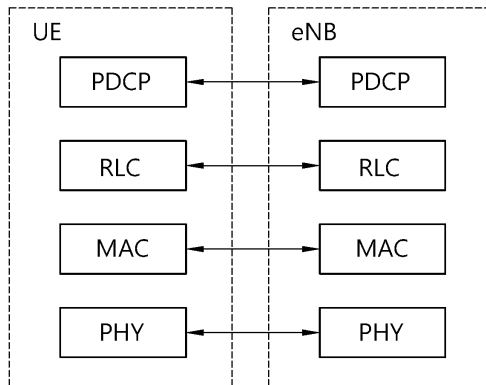
[0124] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

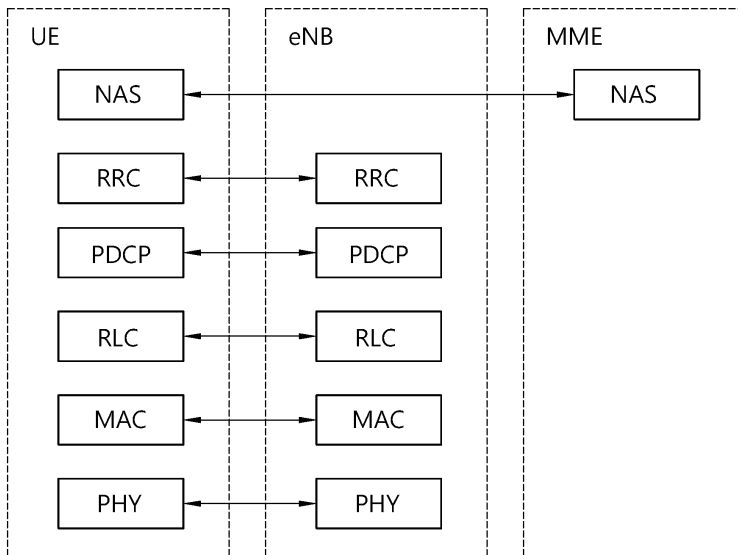
도면1



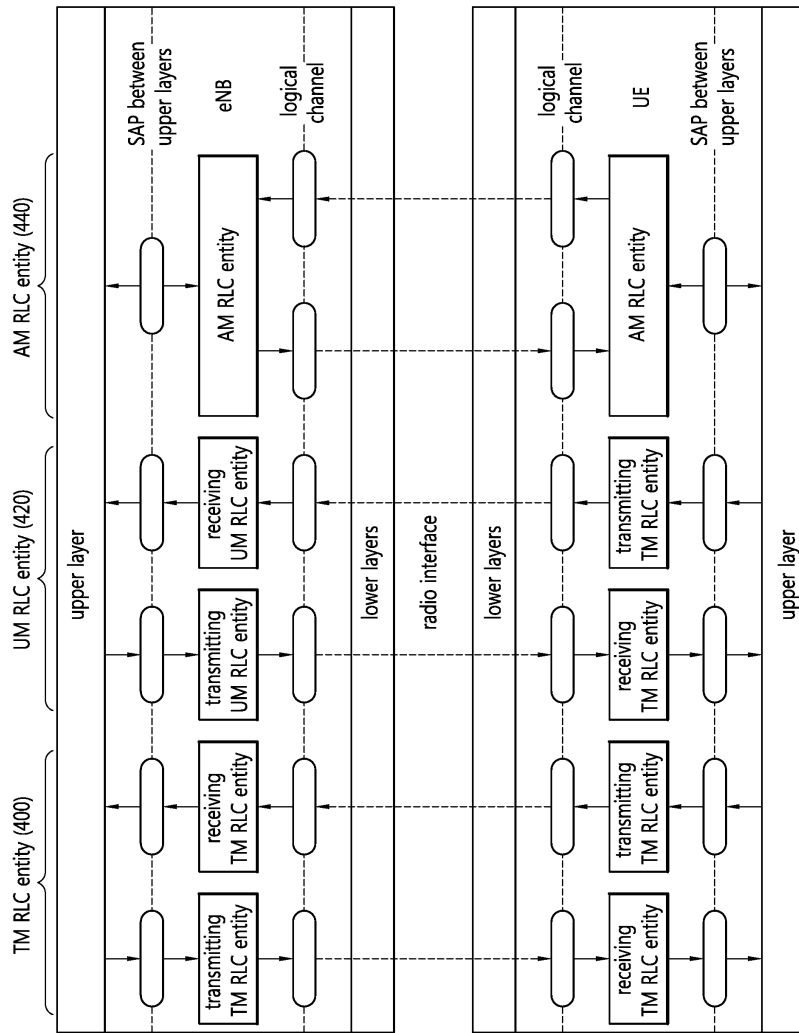
도면2



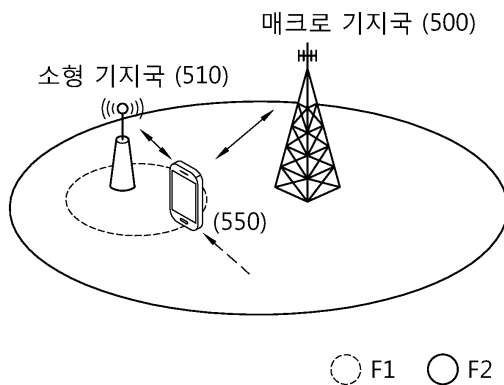
도면3



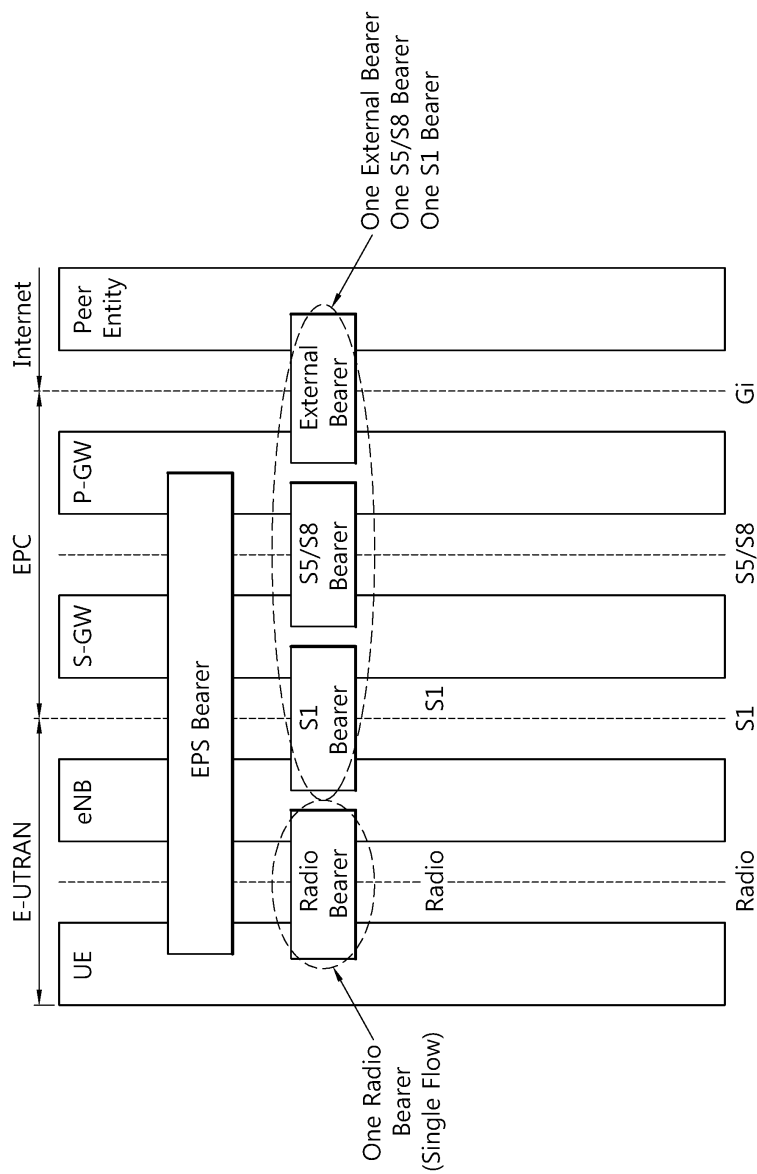
도면4



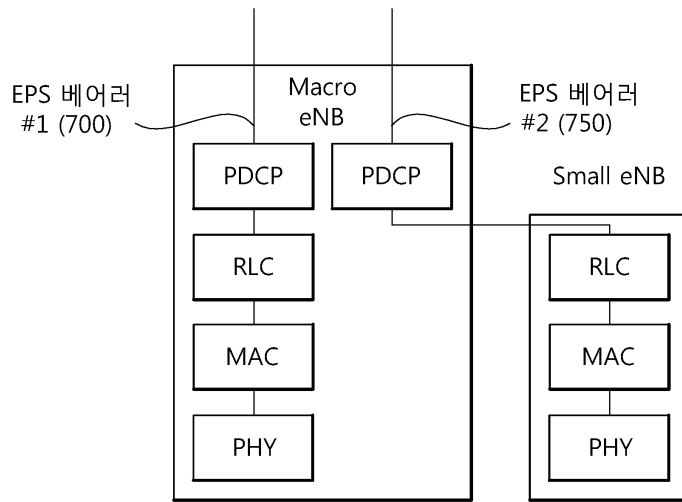
도면5



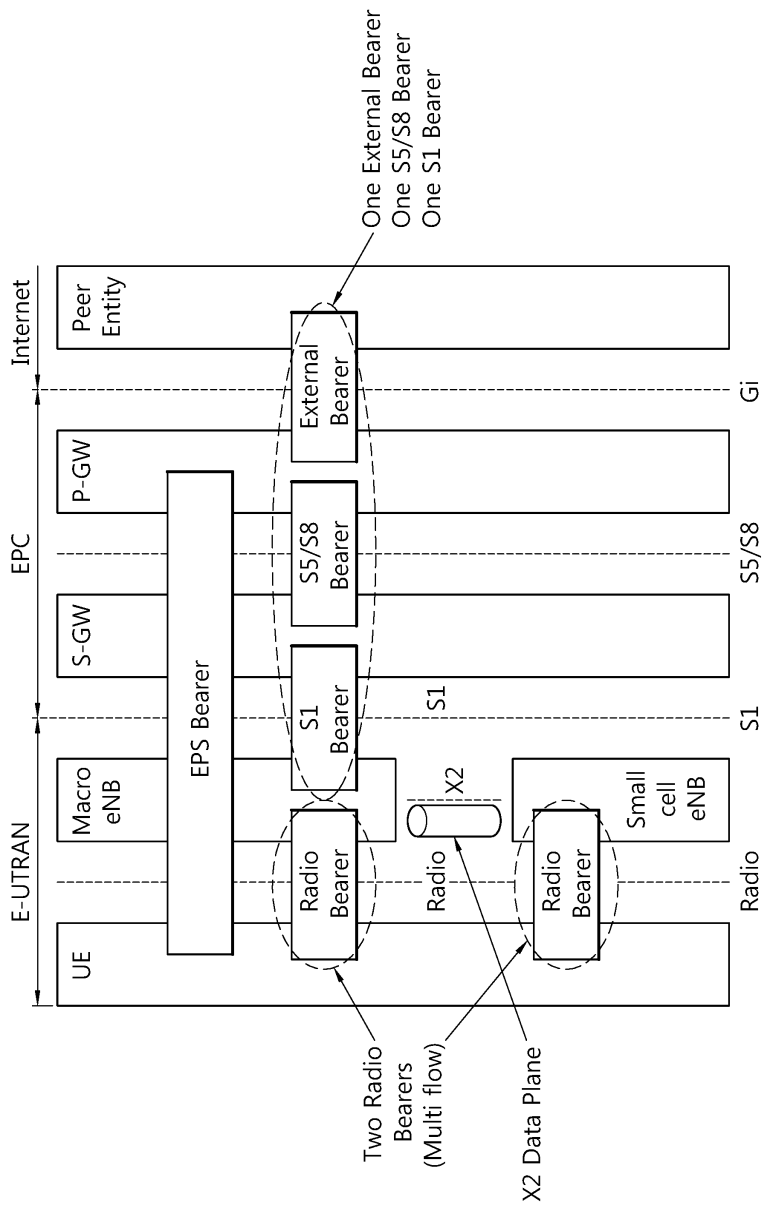
도면6



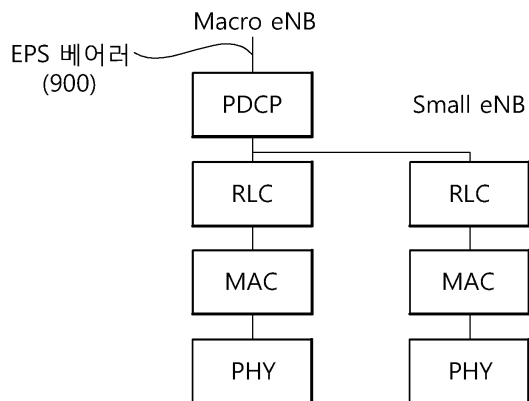
도면7



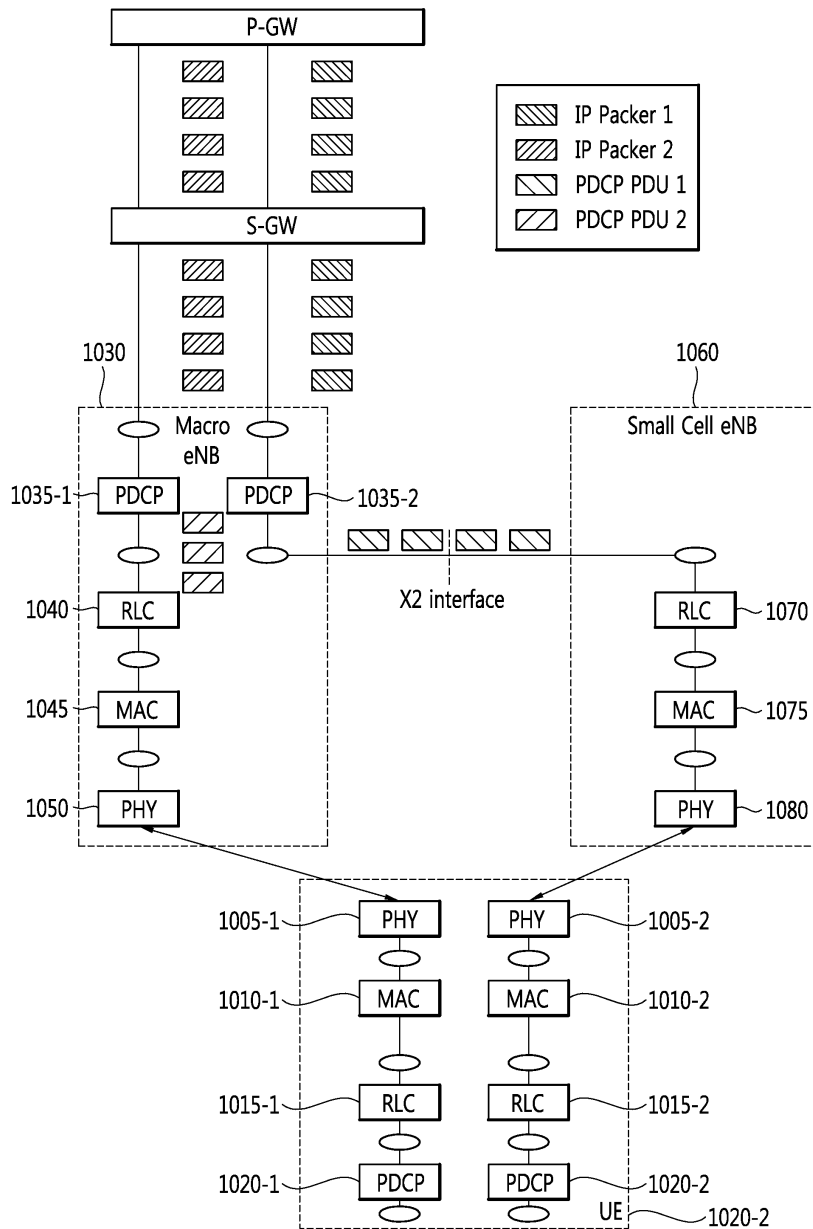
도면8



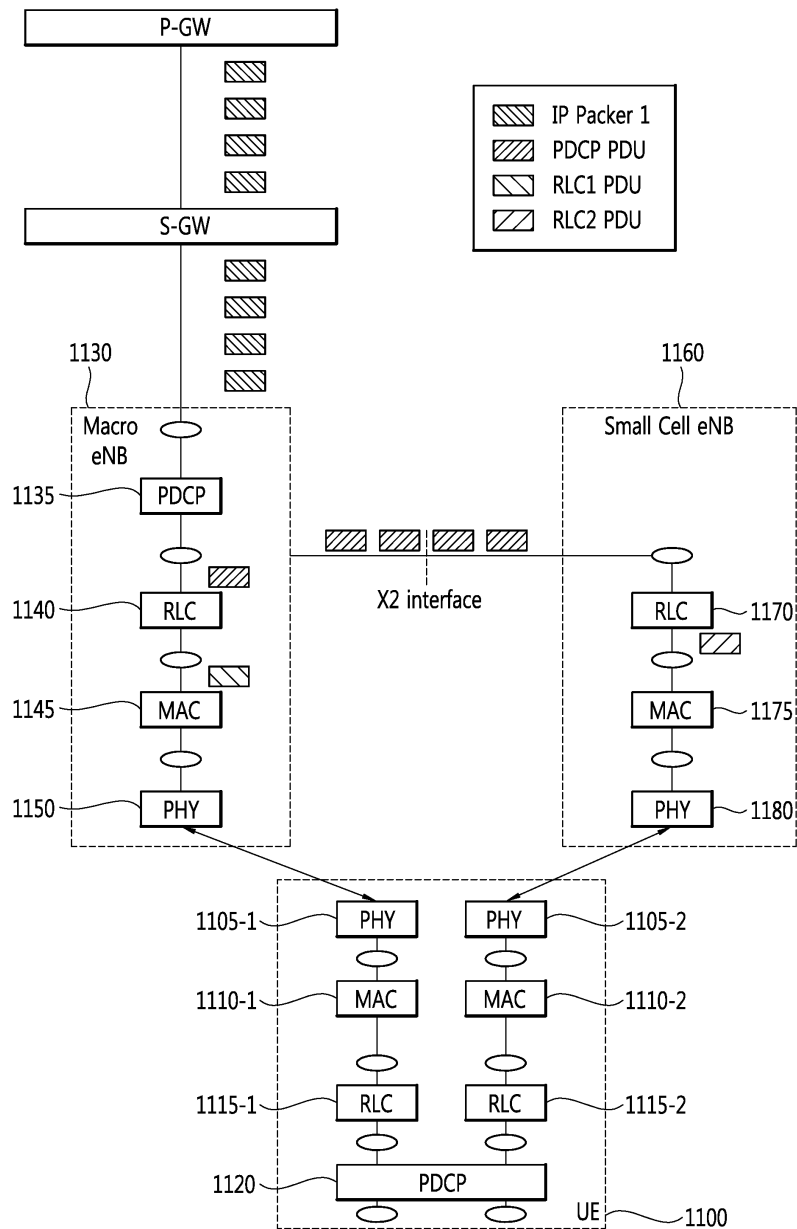
도면9



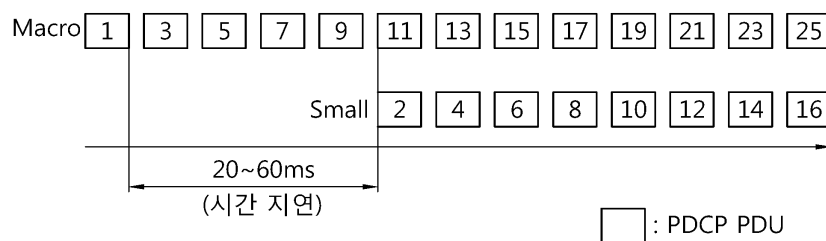
도면10



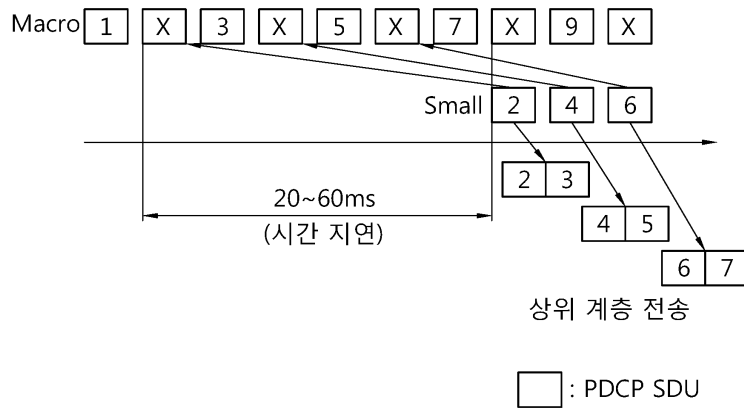
도면11



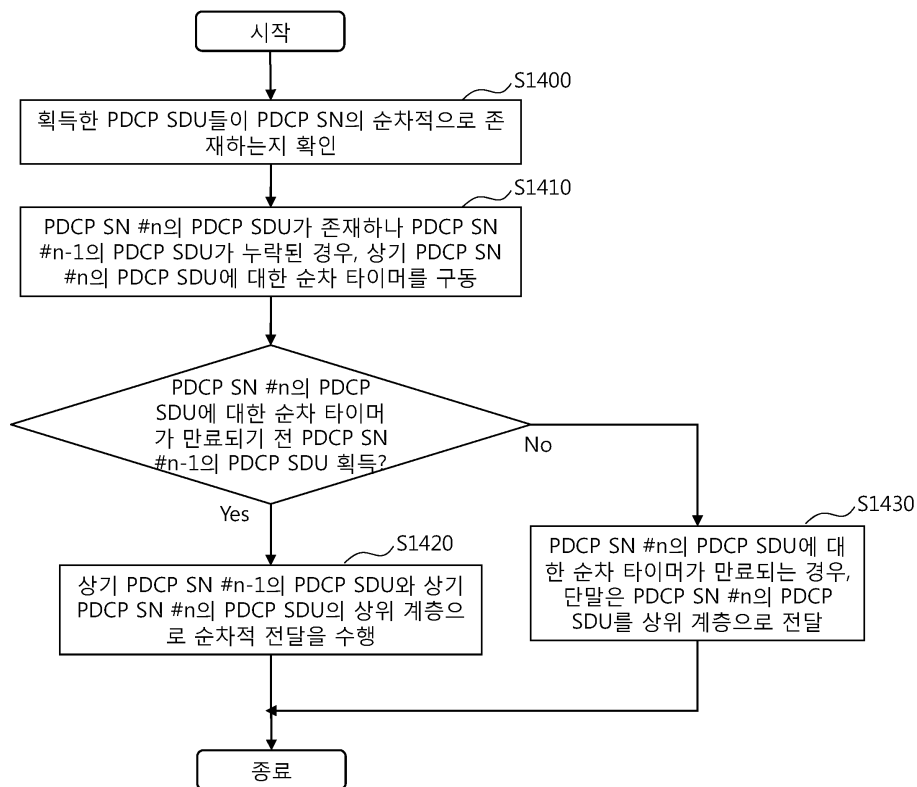
도면12



도면13



도면14



도면15

