



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0018249
(43) 공개일자 2015년02월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 28/06 (2009.01) H04W 36/02 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2013-0094916
(22) 출원일자 2013년08월09일
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
에스앤아이퍼특허법인

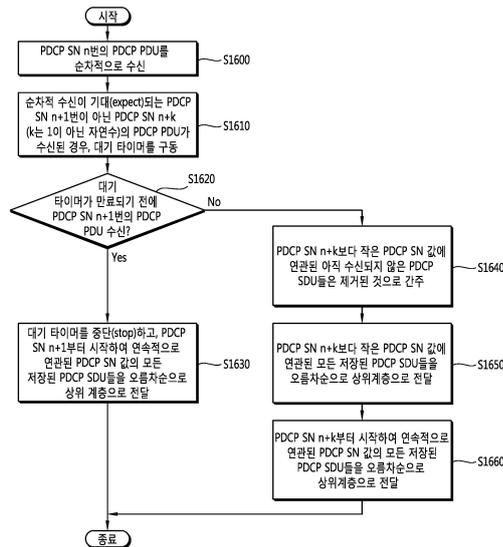
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열(reordering) 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)이 구성된 단말(UE)의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering) 방법을 제공한다. 본 발명에 따르면 단말이 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우(multi flow) 하향링크 수신을 수행함에 있어, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU가 수신된 경우에 구동되는 대기 타이머를 기반으로 PDCP SDU들의 재배열을 수행하고, 상위 계층으로 PDCP SDU들의 오름차순 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.

대표도 - 도16



(72) 발명자

권기범

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D
센터)

안재현

서울 마포구 성암로 179, (상암동, 팬택계열R&D
센터)

특허청구의 범위

청구항 1

매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)이 구성된 단말(UE)의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering) 방법으로,

PDCP SN(sequence number) n번의 PDCP PDU(Packet Data Unit)를 순차적으로 수신하는 단계;

다음 순차적 수신에 기대(expect)되는 PDCP SN n+1번이 아닌 PDCP SN n+k의 PDCP PDU가 수신된 경우, 대기 타이머(wait timer)를 구동하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 대기 타이머의 값(value)은 상기 매크로 기지국과 상기 스몰 기지국 간 Xn 인터페이스 경로 지연에 해당하는 20ms-60ms 내의 임의의 값으로 설정됨을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

비순차적 수신인 PDCP SN n+k의 PDCP PDU가 수신된 경우에도, 대기 타이머가 동작 중이 아닌 경우에만 대기 타이머를 구동함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 대기 타이머가 만료되기 전에 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 상기 PDCP SN n+1부터 시작하여(starting from) 연속적으로(consecutively) 연관된(associated) PDCP SN 값을 갖는 모든 저장된 PDCP SDU 들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, 상기 PDCP SN n+k번 보다 작은(less than) PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 대기 타이머가 만료된 시점에, 상기 PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달함을 특징으로 하는, PDCP SDU 배열 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 대기 타이머가 만료된 후 처음으로 임의의 PDCP PDU가 수신되는 시점에, 상기 PDCP SN $n+k$ 부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달함을 특징으로 하는, PDCP SDU 배열 방법.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN $n+1$ 번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, PDCP SN $n+k$ 부터 시작하여 연속적으로 연관되는 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 대기 타이머가 만료된 시점에 상기 PDCP SN $n+k$ 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달함을 특징으로 하는, PDCP SDU 배열 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 대기 타이머가 만료된 후 처음으로 임의의 PDCP PDU가 수신되는 시점에 상기 PDCP SN $n+k$ 부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달함을 특징으로 하는, PDCP SDU 배열 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열(reordering) 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

[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 사용함으로써 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 이중 연결(dual connectivity)을 구성할 수 있다. 이중 연결은 무선 자원 제어 연결(RRC_CONNECTED) 모드에서 적어도 두 개의 서로 다른 네트워크 포인트(예, 매크로 기지국 및 스몰 기지국)에 의해 제공되는 무선 자원들을 해당 단말이 소비하는 동작(operation)이다. 이 경우 상기 적어도 두 개의 서로 다른 네트워크 포인트는 이상적이지 않은 백홀(non-ideal backhaul)로 연결될 수 있다.

[0004] 이때, 상기 적어도 두개의 서로 다른 네트워크 포인트 중 하나는 매크로 기지국(또는 마스터 기지국 또는 앵커 기지국)이라 불릴 수 있고, 나머지는 스몰 기지국(또는 세컨더리 기지국 또는 어시스팅 기지국 또는 슬레이브 기지국)들이라 불릴 수 있다.

[0005] 일반적으로 무선 통신 시스템은 하나의 EPS 베어러서비스를 위하여 하나의 RB(radio bearer)를 통하여 서비스가 단말에 제공되는 싱글 플로우(single flow) 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 플로우(multi-flow)를 통하여 서비스가 단말로 제공될 수 있다. 상기에서 하나의 RB는 매크로 셀만을 통하여 제공되며 다른 하나의 RB는 매크로 셀과 스몰 셀에 해당하는 두 개의 기지국에 걸쳐서 설정될 수 있다. 다시 말해, 하나의 RB는 단일 기지국에 설정되며 나머지 하나의 RB는 두 개의 기지국에 분할된 형태 (Bearer split)로 설정될 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 PDU를 수신하고, RLC SDU를 상위 계층(즉, PDCP 계층)으로 전달할 수 있고, 이 경우 PDCP 엔티티에서는 RLC SDU의 순차적인 수신을 기대할 수 없다. 따라서, 멀티 플로우가 구성된 단말의 경우 PDCP 엔티티에서의 상위계층으로 PDCP SDU의 오름차순 전달을 위한 PDCP 재배열 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0008] 본 발명의 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 PDCP 엔티티의 수신단이 PDCP SDU를 상위계층으로 오름차순으로 전달하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0009] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 타이머를 기반으로 PDCP 재배열을 수행함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 양태에 따르면, 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)이 구성된 단말(UE)의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering) 방법을 제공한다. 상기 PDCP SDU 재배열 방법은 PDCP SN(sequence number) n번의 PDCP PDU(Packet Data Unit)를 순차적으로 수신하는 단계, 및 다음 순차적 수신이 기대(expect)되는 PDCP SN n+1번이 아닌 PDCP SN n+k의 PDCP PDU가 수신된 경우, 대기 타이머(wait timer)를 구동하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 대기 타이머가 만료되기 전에 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 상기 PDCP SN n+1부터 시작하여(starting from) 연속적으로 (consecutively) 연관된(associated) PDCP SN 값을 갖는 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, 상기 PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단할 수 있다.

[0013] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 재배열 타이머가 만료되기 까지 상기 PDCP SN n+1 번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, 상기 PDCP SN n+1 번을 제거된 것으로 판단할 수 있다.

[0014] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되지 않은 경우, 상기 PDCP SN n+k부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면 단말이 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우(multi flow) 하향링크 수신을 수행함에 있어, 전송경로 지연으로 인하여, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU들이 수신되더라도, 대기 타이머를 기반으로 PDCP SDU들의 재배열을 수행하고, 상위 계층으로 PDCP SDU들의 오름차순 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.
- [0016] 또한, 비순차 수신된 PDCP PDU를 기준으로 대기 타이머를 구동하므로, 서비스 단절로 인하여 매크로 기지국으로 패킷이 수신되는 도중에 시간 지연이 발생하더라도, 원활하게 PDCP SDU 재배열을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 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 발명이 적용되는 PDCP 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- 도 6은 본 발명에 적용되는 단말의 이중 연결 상황의 일 예를 나타낸다.
- 도 7은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- 도 8은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- 도 9는 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- 도 10은 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- 도 11은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- 도 12는 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- 도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU 수신 타이밍의 예를 나타낸다.
- 도 14는 서비스 단절로 인하여 패킷이 간헐적으로 수신되는 경우를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 본 발명의 일 예에 따른 멀티 플로우를 고려한, PDCP SDU 재배열 방법을 나타낸다.
- 도 16은 본 발명의 일 예에 다른 대기 타이머를 이용한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- 도 17은 본 발명에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 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.
- [0019] 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.
- [0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 단말과 기지국간의 무선 인터페이스를 Uu 인터페이스라 한다. 단말과 네트워크 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 계층들은 통신시스템에서 널리 알려진 개방형 시스템간 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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 그래프를 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.

[0031] MAC 계층은 논리채널과 전송채널간의 맵핑 및 논리채널에 속하는 MAC SDU(service data unit)의 전송채널 상으

로 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.

- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] 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.
- [0036] NAS 계층은 RRC 계층 상위에 위치하며 연결관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [0037] 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.
- [0038] 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)와 그 이외에 사용자 트래픽이나 제어메시지를 전송하는 상향링크 SCH(Shared Channel)가 있다.
- [0039] 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.
- [0040] 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.
- [0041] 도 4는 본 발명의 실시예가 적용되는 RLC 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [0042] 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.
- [0043] 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 UM PDU(Unacknowledged Mode Data PDU)를 전달하거나 수신할 수

있다.

- [0044] UM RLC 엔티티는 송신 UM RLC 엔티티 또는 수신 UM RLC 엔티티로 구성된다.
- [0045] 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.
- [0046] 수신 UM RLC 엔티티는 상위 계층으로 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 제거하고, 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 제거할 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 할 수 없었던 남아있는 UMD PDU들은 모두 제거하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.
- [0047] 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.
- [0048] AM RLC 엔티티(440)은 RLC PDU(또는 그 일부분)의 포지티브(positive) 및/또는 네거티브(negative) ACK(acknowledgement)을 제공하기 위하여 STATUS PDU를 피어 AM RLC 엔티티로 전달한다. 이는 STATUS 보고(reporting)라고 불릴 수 있다. STATUS 보고를 트리거하기 위하여 피어 AM RLC 엔티티로부터 폴링(polling) 절차가 수반될 수 있다. 즉, AM RLC 엔티티는 그의 피어 AM RLC 엔티티에서 STATUS 보고를 트리거하기 위하여 상기 피어 AM RLC 엔티티를 폴(poll)할 수 있다.
- [0049] 만약, STATUS 보고가 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.
- [0050] AM RLC 엔티티는 송신부(transmitting side)와 수신부(receiving side)로 구성된다.
- [0051] 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 AMD PDU들을 구성한다. 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 AMD PDU segment들로 재분할(re-segment)한다.
- [0052] 이때, 재분할의 개수(the number of re-segmentation)는 제한되지 않는다. AM RLC 엔티티의 송신부가 상위계층으로부터 수신된 RLC SDU들로부터 AMD PDU들을 만들거나 또는 재전송될 RLC data PDU들로부터 AMD PDU 세그먼트들을 만들 때, RLC data PDU안에 관련 RLC 헤더들이 포함된다.
- [0053] AM RLC 엔티티의 수신부는 상위 계층으로 RLC SDU들을 전달하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 AM RLC 엔티티로부터 수신한다.
- [0054] AM RLC 엔티티의 수신부는 RLC 데이터 PDU들을 수신했을 때, RLC 데이터 PDU들이 중복으로 수신되었는지 여부를 감지하고, 중복된 RLC 데이터 PDU들은 제거하고, 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.
- [0055] 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 제거하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.

- [0056] 도 5는 본 발명이 적용되는 PDCP 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [0057] PDCP 서브계층은 적어도 하나의 PDCP 엔티티(500)를 포함한다. 각 RB(예를 들어, DRB 및 SRB, 다만 SRB0는 제외)는 하나의 PDCP 엔티티(500)와 연관(associated)된다. 각 PDCP 엔티티는 RB의 특성(characteristic) 및 RLC 모드에 따라 하나 또는 두개의 RLC 엔티티(들)과 연관될 수 있다.
- [0058] PDCP 엔티티(500)는 상위 계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로부터 사용자 데이터를 수신하거나 상위 계층으로 사용자 데이터(user data)를 전달한다. 여기서 사용자 데이터는 IP 패킷이다. 사용자 데이터는 PDCP-SAP(Service Access Point)를 통해 전달될 수 있다. PDCP 계층은 RRC 계층으로부터 시그널링 데이터인 PDCP 구성 요청(PDCP_CONFIG_REQ) 메시지를 전달받는다. PDCP 구성 요청 메시지는 C-SAP(Control-Service Access Point)를 통해 전달될 수 있다. PDCP 구성 요청 메시지는 PDCP 구성 파라미터에 따라 PDCP를 구성할 것을 요청하는 메시지이다.
- [0059] PDCP 엔티티(500)의 송신단(trnasmitting side)은 상위 계층으로부터 사용자 데이터의 수신에 따라 제거(discard) 타이머를 개시(start)한다. 사용자 데이터(즉, PDCP SDU)는 헤더 압축, 무결점 보호(제어 평면에서), 암호화(cipering)을 거쳐 PDCP 헤더가 추가되어, PDCP PDU(즉, RLC SDU)가 된다. 송신단 PDCP는 PDCP PDU를 하위 계층(예를 들어 RLC 계층)으로 전달한다. PDCP PDU는 PDCP Data PDU 및 PDCP Control PDU를 포함할 수 있다. PDCP Data PDU는 사용자 평면 데이터, 제어 평면 데이터 등을 나르며, PDCP SDU SN(Sequence Number)을 나른다. PDCP SDU SN은 PDCP SN이라 불릴 수 있다. PDCP Control PDU는 PDCP 상태 보고(PDCP status report) 및 헤더 압축 제어 정보를 나른다.
- [0060] RLC SDU는 RLC-SAP를 통해 RLC 계층으로 전달될 수 있다. 만일, 제거 타이머가 만료될 때까지 사용자 데이터가 전송되지 않으면, 송신단 PDCP는 사용자 데이터(사용자 데이터를 포함하는 PDCP SDU)를 제거한다.
- [0061] PDCP 엔티티(500)의 수신단(receiving side)은 하위 계층으로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)를 수신한다. PDCP PDU는 PDCP 헤더 압축해제, 판독(deciphering) 및 무결점 검사(integrity verification, 제어 영역에서)을 거쳐 PDCP SDU가 된다. PDCP 엔티티(500)의 수신단은 PDCP SDU를 상위 계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로 전달한다.
- [0062] PDCP 엔티티(500)의 수신단은 하위 계층의 재설정(re-establishment)을 제외한 경우, 일반적으로 RLC SDU(즉, PDCP PDU)를 순차적으로 전달받는 것으로 기대한다. 따라서 PDCP 엔티티(500)의 수신단은 하위 계층의 재설정을 통하여 RLC SDU를 수신한 경우를 제외하고는, PDCP PDU를 수신한 경우, 이에 대응하는 PDCP SDU를 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있었다. 만약 저장되어 있는 PDCP SDU가 있으면, 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다. 예를 들어, PDCP 엔티티(500)는 하위계층의 재설정이 아닌 이유로 PDCP PDU를 수신한 경우, 수신된 PDCP SDU의 카운트 값보다 낮은 카운트 값의 모든 저장된 PDCP SDU(s)를 오름차순으로 상위 계층으로 전달하고, 수신된 PDCP SDU의 카운트 값에서 시작하여 연속적으로(consecutively) 연관된 카운트 값의 모든 저장된 PDCP SDU(s)를 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 실시예가 적용되는 단말에 이중 연결이 구성된 일 예를 나타낸다.
- [0064] 도 6을 참조하면, 매크로 기지국(또는 마스터 기지국 또는 앵커 기지국, 600) 내 매크로 셀의 서비스 지역에 위치하는 단말(650)이 스몰 기지국(또는 세컨더리 기지국 또는 어시스팅(assisting) 기지국 또는 슬레이브 기지국, 610) 내 스몰 셀의 서비스 지역과 중첩(over-laid)된 지역으로 진입한 경우이다.
- [0065] 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.
- [0066] 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.
- [0067] 도 7은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [0068] 도 7을 참조하면, RB는 사용자의 서비스를 지원하기 위해 Uu 인터페이스에서 제공되는 베어러(bearer)이다. 상

기 무선통신 시스템에서는 각 인터페이스마다 각각의 베어를 정의하여, 인터페이스들간의 독립성을 보장하고 있다.

[0069] 상기 무선통신 시스템이 제공하는 베어를 총칭하여 EPS(Evolved Packet System) 베어리라고 한다. EPS 베어리는 단말과 P-GW 간에 생성되는 전송로(transmission path)이다. P-GW는 인터넷으로부터 IP 플로우를 수신 또는 인터넷으로 IP 플로우를 전송할 수 있다. EPS 베어리는 단말당 하나 이상 구성될 수 있으며, 각 EPS 베어리는 E-RAB(E-UTRAN Radio Access Bearer) 및 S5/S8 베어리로 나누어질 수 있고, 상기 E-RAB는 RB(Radio Bearer), S1 베어리로 나누어질 수 있다. 즉, 하나의 EPS 베어리는 각각 하나의 RB, S1 베어리, S5/S8 베어리에 대응된다. 어떤 서비스(또는 어플리케이션)를 이용하는가에 따라 IP 플로우는 다른 QoS(Quality of Service) 특성을 가질 수 있고, 각 EPS 베어리별로 서로 다른 QoS 특성을 가지는 IP 플로우가 맵핑되어 전송될 수 있다. EPS 베어리 식별자(EPS bearer identity)를 기반으로 EPS 베어리가 구분될 수 있다. 상기 EPS 베어리 식별자는 UE 또는 MME에 의하여 할당(allocate)된다.

[0070] P-GW(Packet Gateway)는 본 발명에 따른 무선통신 네트워크(예를 들어 LTE 네트워크)와 다른 네트워크 사이를 연결하는 네트워크 노드이다. EPS 베어리는 단말과 P-GW사이에 정의된다. EPS 베어리는 각 노드(node) 사이에 더욱 세분화되어, 단말과 기지국 사이는 RB, 기지국과 S-GW 사이는 S1 베어리, 그리고 EPC 내부의 S-GW와 P-GW 사이는 S5/S8 베어리로 정의된다. 각각의 베어리는 QoS를 통해 정의된다. QoS는 데이터율(data rate), 에러율(error rate), 지연(delay) 등을 통해 정의된다.

[0071] 따라서, 상기 무선통신 시스템이 전체적으로 제공해야 하는 QoS가 EPS 베어리로 정의되고 나면, 각 인터페이스마다 각각의 QoS가 정해진다. 각 인터페이스는 자신이 제공해야 하는 QoS에 맞춰 베어를 설정하는 것이다. 각 인터페이스의 베어리는 전체 EPS 베어리의 QoS를 인터페이스별로 나누어 제공하므로, EPS 베어리와 RB, S1 베어리 등은 모두 기본적으로 일대일의 관계에 있다.

[0072] 즉, LTE 무선 통신 시스템은 기본적으로 싱글 플로우 구조로서, 하나의 EPS 베어를 위하여 하나의 RB가 구성된다. 다시 말해, 하나의 EPS 베어리는 하나의 RB를 통하여 S1 베어리와 맵핑된다. 싱글 플로우의 경우 하나의 EPS 베어리가 하나의 RB를 통하여 서비스된다. 이 경우 기지국에는 해당 EPS 베어를 위하여 하나의 RB(예를 들어, PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, PHY 계층)가 설정되고, 단말에서도 하나의 RB가 설정된다.

[0073] 도 8은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다. 도 8은 두 EPS 베어를 통하여 단말에 서비스가 제공되고 있는 경우이다.

[0074] 도 8을 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 베어리 #1(800)은 매크로 기지국에 구성된 RB(PDCP/RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 반면에 EPS 베어리 #2(850)는 매크로 기지국에 구성된 PDCP 엔티티와 스몰 기지국에 구성된 RB(RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 따라서, 싱글 플로우에서 하나의 EPS 베어리 별로 하나의 RB를 통하여 서비스가 제공된다.

[0075] 도 9는 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어리 구조 예를 나타낸다.

[0076] 도 9를 참조하면, 멀티 플로우가 구성된 경우 하나의 EPS 베어리에 대하여 하나의 RB가 아닌 매크로 기지국 및 스몰 기지국에 각각 구성된 2개의 RB를 통하여 서비스가 제공된다. 단말은 하나의 EPS 베어리에 대하여 매크로 기지국에 구성된 RB와 스몰 기지국에 구성된 RB를 통하여 동시에 서비스를 제공받을 수 있다. 이는 하나의 EPS 베어리가 두 개의 RB를 통하여 서비스를 제공하는 형태이다. 상기와 같이 하나의 EPS 베어리가 두 개 이상의 RB를 통하여 단말에 서비스를 제공하는 경우를 단말에 멀티 플로우가 구성되었다고 볼 수 있다. 또는 하나의 RB를 분할하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통해 단말에 서비스를 제공하는 경우를 단말에 멀티 플로우가 구성되었다고 할 수도 있다. 또는 매크로 기지국을 통해서만 서비스를 제공하는 RB와 매크로 기지국과 스몰 기지국으로 하나의 RB를 분할하여 제공하는 다른 RB가 동시에 단말에 제공될 경우에 멀티 플로우가 구성되었다고 볼 수 있다. 상기에서 하나의 RB를 분할하여 매크로 기지국과 스몰 기지국을 통해 단말에 서비스를 제공하는 경우를 베어리 분할(Bearer split) 이라고 할 수 있다.

[0077] 도 10은 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.

[0078] 도 10을 참조하면, 매크로 기지국은 PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, 그리고 PHY 계층을 포함하지만, 스몰 기지국은 RLC 엔티티, MAC 엔티티 그리고 PHY 계층을 포함한다. 도 10에서는 도 8과 달리 하나의 EPS 베어리(1000)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.

- [0079] 한편, 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우와 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정은 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [0080] 도 11은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- [0081] 도 11을 참조하면, 매크로 기지국(1130)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.
- [0082] 매크로 기지국(1130)의 PDCP(1135-1)은 패킷1을 S-GW로부터 수신하고, PDCP(1135-2)는 패킷2를 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1135-1)은 패킷1을 기반으로 PDCP PDU1을 생성하고, 상기 PDCP PDU1은 매크로 기지국(1130)의 RLC(1140)으로 전달되고, MAC(1145), PHY(1150)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다.
- [0083] 매크로 기지국(1130)의 PDCP(1135-2)는 패킷2를 기반으로 PDCP PDU2를 생성하고, 상기 PDCP PDU2는 스몰 기지국(1160)의 RLC(1170)로 전달하고, MAC(1175), PHY(1180)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다.
- [0084] 단말(1100)에는 EPS 베어러 #1 및 EPS 베어러 #2 각각에 대하여 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1100)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(1105-1), MAC(1110-1), RLC(1115-1), 및 PDCP(1120-1)이 존재하여 EPS 베어러 #1에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다. EPS 베어러 #2에 대하여 PHY(1105-2), MAC(1110-2), RLC(1115-2), 및 PDCP(1120-2)가 존재하며, EPS 베어러 #2에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다.
- [0085] 한편, 매크로 기지국(1130)과 스몰 기지국(1160)은 X2 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1130)은 PDCP(1135-2)의 PDCP PDU2를 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 백홀(non-ideal backhaul)로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 상기 전송 지연의 크기는 하나의 예로서 전송 선로 혹은 방식 등에 따라서 변경될 수 있다.
- [0086] 다만, 이 경우에도 단말(1100)에는 EPS 베어러 #1에 대한 RLC(1115-1), PDCP(1120-1)와 EPS 베어러 #2에 대한 RLC(1115-2), PDCP(1120-2)가 따로 구성되므로, AM의 RLC 엔티티에서 PDCP 엔티티로 RLC SDU의 순차적인 전달을 수행하는 경우에도 문제가 발생하지 않는다. 다시 말해, PDCP(1120-1)와 PDCP(1120-2)에 해당하는 각 PDCP 엔티티는 RLC(1115-1)와 RLC(1115-2)에 해당하는 각 RLC 엔티티에서 전송되는 순차대로 처리하면 순차가 바뀌거나 하는 문제가 발생하지 않는다.
- [0087] 도 12는 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- [0088] 도 12를 참조하면, 매크로 기지국(1230)은 P-GW 및 S-GW를 통하여 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷들을 수신한다. 상기 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1260)은 각각 RB를 구성한다. 구체적으로 매크로 기지국(1230)은 PDCP(1235), RLC(1240), MAC(1245), PHY(1250)을 구성하고, 스몰 기지국(1240)은 RLC(1270), MAC(1275), PHY(1280)을 구성한다. 스몰 기지국(1240)이 구성한 RB는 매크로 기지국(1230)이 구성한 PDCP(1235)를 공유한다. 따라서, 하나의 RB가 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260)으로 분할되어 구성된다.
- [0089] 매크로 기지국(1230)의 PDCP(1235)는 패킷을 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1235)은 패킷을 기반으로 PDCP PDUs를 생성하고, 미리 정의된 규칙 또는 임의의 방법을 따라 상기 PDCP PDUs를 매크로 기지국(1230)의 RLC(1240) 및 스몰 기지국(1260)의 RLC(1270)로 적절히 배분하여 전달한다. 예를 들면, PDCP PDU 들 중에 홀수 번의 SN을 가지는 PDCP PDU는 매크로 기지국(1230)의 RLC(1240)로 전송하고, 짝수 번의 SN을 가지는 PDCP PDU는 스몰 기지국(1260)의 RLC(1270)로 전송할 수 있다.
- [0090] RLC(1240)은 RLC PDU1(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU1(s)는 MAC(1245), PHY(1250)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1200)로 전송된다. 또한, RLC(1270)은 RLC PDU2(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU2(s)는 MAC(1275), PHY(1280)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1200)로

전송된다.

- [0091] 단말(1200)에는 EPS 베어러에 대하여 두개의 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1200)에는 매크로 기지국(1230)에 대응하는 RB로서 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재하고, 스몰 기지국(1260)에 대응하는 RB로서 RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재한다. 구체적으로 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1230)에 대응하는 PHY(1205-1), MAC(1210-1), RLC(1215-1), 및 PDCP(1220)이 존재하고, 스몰 기지국(1260)에 대응하는 PHY(1205-2), MAC(1210-2), RLC(1215-2)가 존재한다. PDCP(1220)는 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1260)에 동시에 대응되는 PDCP 엔티티이다. 즉, 이 경우는 단말(1200) 단에 2개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)가 존재하나, 상기 두 개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)는 하나의 PDCP 엔티티(1220)에 대응한다.
- [0092] 상술한 바와 같이 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260)은 X2(또는 Xn) 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1230)는 PDCP(1235-2)의 PDCP PDU들 중 일부를 X2 인터페이스를 통하여 스몰 기지국(1260)의 RLC(1240)로 전달한다. 여기서 X2 인터페이스는 Xn 인터페이스 혹은 기타 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 인터페이스를 지칭하는 다른 표현이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260) 간의 X2 인터페이스가 비-이상적인 백홀로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 단말(1200)의 PDCP 엔티티(1220)는 두개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들을 각각 수신하고, PDCP SDU를 생성하여 상위 계층으로 전달해야 하는데, 상기 전송 지연으로 인하여 PDCP 엔티티(1220)에서 수신하는 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들은 RLC 엔티티(1215-1)로부터 수신되는 것과, RLC 엔티티(1215-2)로부터 수신되는 것에 시간차가 발생하고, PDCP 엔티티(1220)는 PDCP SDU의 상위 계층으로의 오름차순 전송을 수행함에 있어 문제가 발생할 수 있다.
- [0093] 도 12에서 볼 수 있는 바와 같이 이중 연결 환경에서 멀티 플로우를 위하여 매크로 기지국(1230)에 하나의 PDCP(1235)가 존재하고, 단말(1200)에 하나의 PDCP 엔티티(1220)가 존재한다. 그리고, 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1260)에 RLC 엔티티(1240, 1270)가 각각 존재하고, 단말(1200)에도 이에 대응하여 2개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)가 존재한다. 즉, 단말(1200)의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2) 단에서는 상위 계층으로 순차적인(in-sequence) 전달이 보장될 수 있다. 하지만 단말(1200)의 PDCP 엔티티(1220) 단에서는 하나의 RLC 엔티티가 아닌 두개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)가 전달된다. 따라서, RLC 엔티티(1215-1, 1215-2) 단에서의 순차적인 전달이 PDCP 엔티티 단에서의 PDCP PDU의 순차적인 수신을 보장하지 못한다. 또한, 매크로 기지국(1230)의 PDCP 엔티티(1235)로부터 스몰 기지국(1260)의 RLC 엔티티(1270)로의 PDCP PDU(s)의 전송은 20~60ms의 전송 지연을 수반할 수 있으며, 매크로 기지국(1230)의 RLC 엔티티(1240)를 향한 PDCP PDU(s)의 전송과 스몰 기지국(1260)의 RLC 엔티티(1270)를 향한 PDCP PDU(s)의 전송 사이에는 시간지연이 발생할 수 있다. 결국 매크로 기지국(1230)의 PDCP 엔티티(1235)에서 전송한 PDCP PDU(s)를 단말(1200) 단의 PDCP 엔티티(1220)에서 수신함에 있어도 매크로 기지국(1230)의 RLC 이하 단을 통한 전송과 스몰 기지국(1260)의 RLC 이하 단을 통한 전송에 있어 수신시간에 차이가 발생하고, 단말(1200) 단의 PDCP 엔티티(1220)는 PDCP PDU(s)의 순차적인 수신을 기대하기 어렵게 된다.
- [0094] 도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU들 수신 타이밍의 예를 나타낸다. 도 13은 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 13에서는 PDCP SN(Sequence Number) 중 홀수 번에 연관된 PDCP PDU들은 매크로 기지국을 통하여 단말로 전송되고, 짝수 번에 연관된 PDCP PDU들은 스몰 기지국을 통하여 단말로 전송되는 경우를 예시적으로 나타낸다.
- [0095] 도 13를 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. 이는 매크로 기지국에서 스몰 기지국으로 PDCP PDU를 전송하는 경우 X2(또는 Xn) 인터페이스에서 발생하는 전송지연이 주된 원인이다. 이러한 경우 단말의 PDCP 엔티티가 두 개의 RLC 엔티티로부터 전달받는 RLC (AMD) SDU의 시간 차이로 인하여 비순차적으로 PDCP PDU를 수신하게 되고, PDCP 엔티티가 이를 처리하여 상위계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로 전송하게 될 경우, PDCP SDU들의 오름차순 전송을 보장하기 어렵다. 즉, 멀티 플로우 구조에서 매크로 기지국의 하나의 PDCP 엔티티에서 전송되는 PDCP PDU들이 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 오름차순 전송을 수행하는 데 있어 문제가 발생하게 된다.

- [0096] 단말의 PDCP 엔티티는 수신한 PDCP PDU를 관독(deciphering) 및 헤더 압축해제(header decompression) 등을 수행하고, PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다. 이 때, 만약 현재의 PDCP SDU의 SN(sequence number)보다 작은 SN의 PDCP SDU가 저장되어 있으면 작은 SN부터 큰 SN 순으로 PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다.
- [0097] 한편, PDCP 엔티티의 전송단(transmission side)은 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, 제거 타이머의 만료로 인하여 특정 SN의 PDCP SDU가 제거될 수 있고, PDCP 엔티티의 수신단은 모든 PDCP SDU들을 순차적으로 상위 계층에 전송할 필요 없이 오름차순으로 전송할 있다.
- [0098] 하지만, 상술한 이중 연결 상황에서 멀티 플로우를 지원하는 경우, PDCP 엔티티는 연관되는 두 개의 RLC 엔티티들로부터 RLC SDU(PDCP PDU)들을 수신할 수 있다. 이와 같은 경우 PDCP 엔티티에 PDCP PDU(특히, RLC AMD SDU)들이 순차적으로 수신되지 않고, 전송경로 수신지연의 문제로 인하여 PDCP SN이 더 큰 PDCP PDU가 먼저 수신될 수 있고, PDCP 엔티티가 상위계층으로 PDCP SDU 오름차순 전송을 보장하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.
- [0099] 한편, 사용자에게 제공되는 다양한 통신 서비스는 여러 가지 이유로 인하여 서비스 단절(service gap)이 있을 수 있다. 서비스 단절이란 인터넷 서비스 제공에 있어서 사용자와 서버 간에 패킷 전송의 흐름이 계속하여 연속적으로 발생하지 않고, 특정 시간 동안 패킷 전송이 중단되거나 불연속적으로 전송되는 등의 현상을 의미한다. 인터넷 상에서 제공되는 서비스는 어플리케이션 서버에서 사용자에게 인터넷 네트워크를 거쳐 전송될 수 있다. 이 때 네트워크의 부하(load) 상황 등에 따라서 사용자에게 전송되는 패킷은 불연속적으로 전송될 수 있다. 네트워크 내의 여러 노드(node) 측면에서도 유입되는 패킷이 불연속적으로 유입될 수 있다. 또한, 어플리케이션에 따라서는 연속적인 패킷 발생이 아닌, 불연속적으로 패킷이 발생하는 특징을 가질 수도 있다.
- [0100] 본 발명에 따른 무선 통신 시스템의 네트워크(예를 들어 LTE 네트워크)에서도 기지국(예를 들어 매크로 기지국)으로 유입되는 서비스에 대한 패킷이 계속하여 연속적으로 수신되지 않고, 서비스 단절로 인하여 패킷 흐름이 중단될 수 있다.
- [0101] 도 14는 서비스 단절로 인하여 패킷이 간헐적으로 수신되는 경우를 나타내는 도면이다.
- [0102] 도 14를 참조하면, 단말(1400)에 제공되는 서비스를 위하여 GW(gateway, 1460)에서 기지국(1430)으로 패킷이 전송된다. 여기서 기지국(1430)은 예를 들어 매크로 기지국일 수 있다. 어플리케이션 서비스는 서버 등을 통하여 제공될 수 있으며, 이는 무선 네트워크로 전송되어 GW(1460)를 거쳐서 패킷 형태로 기지국(1430)으로 전송된다. 이때 패킷 트래픽(packet traffic)은 GW(1460)로부터 기지국(1430)으로 일반적으로 계속적으로 전송된다. 하지만, 네트워크 상황이나 어플리케이션 등에 따라서 일정한 또는 임의의 간격으로 패킷이 전송되지 않는 서비스 단절이 발생할 수 있다.
- [0103] 비록 도 14에서는 패킷 1에서 패킷 4까지 약간의 간격이 있는 것으로 도시되었으나, 이는 패킷의 흐름을 명시적으로 도식하기 위한 것으로, 실제적으로는 패킷간에 거의 간격이 없거나 미미한 시간차를 가지고 전송된다. 하지만 패킷 4번과 패킷 5번 사이는 Gap 1에 해당하는 상대적으로 긴 시간 간격 동안에 패킷이 전송되지 않는다. 또한 패킷 8번과 패킷 9번 사이에서도 Gap 2에 해당하는 상대적으로 긴 시간 간격 동안에 패킷이 전송되지 않는다. 여기서 Gap1 및 Gap2는 서비스 단절로 취급될 수 있다. 기지국(1430) 측면에서는 상기 전송되는 패킷들을 패킷 1번부터 순서대로 수신하게 된다. 수신된 패킷들은 PDCP SDU에 대응된다. 즉, 수신된 패킷은 PDCP 계층의 PDCP 엔티티에서 PDCP SDU 형태로 PDCP 버퍼에 저장된다. 이 때, 버퍼에 저장된 PDCP SDU들은 순서대로 PDCP PDU로 처리되고, 하위계층에 전달된다. 상술한 바와 같이 서비스 단절로 인하여 패킷들이 기지국(1430)에 수신되는 시간 간격의 차이가 발생하면, 기지국(1430)의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU들이 하위계층으로 전달되는 시간에도 시간 간격이 발생할 수 있다. 즉, Gap1, Gap2의 시간 간격을 두고 기지국(1430)에 수신되는 패킷 4,5번과 패킷 8,9번에 대응하는 PDCP SDU들이 처리된 PDCP PDU들 또한 시간의 차이를 가지고 하위계층으로 전달될 수 있다.
- [0104] 단말에 이중 연결이 구성된 경우에, 싱글 플로우 상황의 경우, 일반적으로 하나의 PDCP 엔티티가 하나의 RLC 엔티티와 연관된다. 따라서, 서비스 단절이 발생하더라도 단말의 PDCP 엔티티에서 수신하는 PDCP PDU들 간 시간 간격은 존재할 수 있지만, 이러한 상황이 문제를 발생하지는 않는다. PDCP 엔티티에서 생성된 PDCP PDU는 하위계층의 RLC 엔티티를 거쳐서 전달되며, 특히 RLC AM의 경우 순차 전달을 지원하기 때문이다. 따라서, 시간 간격을 두고 유입되는 PDCP PDU는 일정 시간 뒤에 처리되면 되고, 서비스단절이 시스템 성능에 특별한 문제를 발생시키지는 않는다.

- [0105] 그러나, 단말에 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우 상황의 경우, 단말은 상기 패킷들을 두 가지 다른 전송경로를 통하여 수신할 수 있다. 다시 말하면, 단말과 네트워크에 구성된 하나의 EPS 베어러에 대하여, 단말은 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 서비스를 수신한다. 예를 들어, 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국에 하나의 PDCP 엔티티가 존재하고, RLC 엔티티는 매크로 기지국과 스몰 기지국에 각각 존재하는 경우, 매크로 기지국의 PDCP 엔티티에서 전달하는 PDCP PDU들은 매크로 기지국의 RLC 엔티티 또는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 거쳐서 단말의 PDCP 엔티티로 전달된다. 따라서, 단말의 PDCP 엔티티는 서로 다른 경로 지연을 겪은 PDCP PDU들을 수신하게 된다. 이 경우 PDCP SN이 큰 PDCP PDU가 PDCP SN이 작은 PDCP PDU보다 먼저 도착하는 등의 문제가 발생할 수 있고, 따라서, PDCP 엔티티에서 PDCP SDU들을 재배열하는 방법을 고려해야 한다. PDCP 엔티티에서 PDCP SDU를 재배열 하기 위하여 경로 지연시간을 고려한 타이머 등을 사용할 수 있다. 하지만 서비스 단절 등으로 인한 추가적인 PDCP PDU 전송 지연시간도 함께 고려되어야 PDCP SDU 들을 재배열 할 수 있다.
- [0106] 이와 같이 서비스 단절로 인하여 시간 간격이 발생하는 경우에는 서비스 단절 시간이 경로 지연시간보다 매우 클 수 있다. 따라서, 경로 지연 뿐 아니라 서비스 단절을 고려하여, PDCP 엔티티에서 PDCP SDU를 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있는, PDCP SDU 재배열 방법이 요구된다.
- [0107] 이하, 본 발명에서는 다중 경로를 통한 수신 지연 및 서비스단절 등의 상황을 고려하여, PDCP 엔티티가 PDCP PDU를 비순차적(out-of-sequence)으로 수신한 경우에 구동되는 대기 타이머(wait timer)를 기반으로, PDCP SDU 재배열을 수행하는 방법에 대하여 제안한다. 여기서 상기 대기 타이머는 비순차 타이머(out-of-sequence timer)라고 불릴 수 있다. 본 발명은 하향링크 데이터 전달(DL Data transfer) 절차 및 상향링크 데이터 전달 절차 모두에 적용될 수 있으며, 이하 하향링크 데이터 전달 절차를 위주로 설명한다.
- [0108] 도 15는 본 발명의 일 예에 따른 멀티 플로우를 고려한, PDCP SDU 재배열 방법을 나타낸다. 도 15는 PDCP SN 1번 내지 8번의 PDCP PDU는 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전달되고, PDCP SN 9, 10, 14, 15, 16, 23, 24번의 PDCP PDU는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전달되는 경우를 가정한다. 또한, 도 15는 PDCP SN 7번의 PDCP PDU가 전달된 이후 서비스 단절로 인하여 일정 시간 다른 PDCP PDU들이 전달되지 않는 경우를 가정한다.
- [0109] 도 15a는 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP SN 1,2,3,4,5,6,7번의 PDCP PDU 수신 후, PDCP SN 8번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 9번의 PDCP PDU를 수신한 경우이다.
- [0110] 도 15a를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 1번부터 7번까지의 PDCP PDU들을 순차적으로 수신한다. 단말의 PDCP 엔티티는 수신된 PDCP PDU들을 처리하고, 대응하는 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다. PDCP PDU들이 순차적으로 수신되는 경우 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머를 구동하지 않는다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 일정 시간 다른 PDCP PDU들을 수신하지 못하다가, PDCP SN 9번의 PDCP PDU를 수신한다. 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU를 아직 수신하지 않은 상태이기에, PDCP SN9번의 PDCP PDU 수신은 비순차적인 수신으로 판단하고, 대기 타이머를 구동시킨다.
- [0111] 여기서 상기 순차적 수신이라 함은 예를 들어, 다음과 같은 기준에 따라 판단될 수 있다. 만약, 상위계층으로 마지막으로 전달한 PDCP SDU의 PDCP SN을 Last_Submitted_PDCP_RX_SN로 정의하고, 다음에 순차적으로 수신할 것으로 기대되는 PDCP SDU의 PDCP SN을 Next_PDCP_RX_SN이라 정의한다면, Next_PDCP_RX_SN은 다음 수학적 식 1 및 수학적 식 2 중 하나를 따를 수 있다.

수학적 식 1

$$\text{Next_PDCP_RX_SN} = \text{Last_Submitted_PDCP_RX_SN} + 1$$

[0112]

수학적 식 2

$$\text{Next_PDCP_RX_SN} = \text{Last_Submitted_PDCP_RX_SN} - \text{Maximum_PDCP_SN}$$

[0113]

[0114] 수학적 식 2에서 Maximum_PDCP_SN은 허용된 PDCP SN의 최대값을 나타낸다. 즉, 수학적 식 2는 PDCP SN의 최대값 이후

에 번호가 0부터 다시 시작하는 것을 나타낸다.

- [0115] 또한, 상기 대기 타이머는 비순차적인 PDCP PDU를 수신한 PDCP 엔티티가 순차적인 PDCP PDU의 수신을 기다리는 타이머를 의미할 수 있다. 상기 대기 타이머는 매크로 기지국과 스몰 기지국 간 X2(또는 Xn) 인터페이스의 경로 지연시간을 고려하여 예를 들어, 20~60ms의 값으로 설정될 수 있다.
- [0116] 상기와 같이 PDCP PDU의 비순차적 수신을 기준으로 대기 타이머를 구동시키는 경우, 서비스 단절로 인한 시간지연으로 인하여 타이머가 만료됨을 방지할 수 있다. 예를 들어, PDCP PDU의 순차적 수신을 기준으로 PDCP SDU 재배열을 위한 타이머를 운용할 수도 있으나, 이 경우 상기와 같은 서비스 단절의 경우에 원치 않게 타이머가 만료될 수 있고, 더 기다리면 수신될 수 있는 PDCP PDU를 제거된 것으로 잘못 취급할 수 있다. 그러나, 상기와 같이 PDCP PDU의 비순차적 수신을 기준으로 대기 타이머를 운용함으로써, 서비스 단절로 인한 시간지연으로 인하여 발생하는 문제를 해결할 수 있다.
- [0117] 도 15b는 도 15a 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 10, 14번의 PDCP PDU들 수신 후, 상기 대기 타이머가 만료되기 전에 PDCP SN 8번의 PDCP PDU를 수신한 경우를 가정한다.
- [0118] 도 15b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 10, 14번의 PDCP PDU들이 수신도 여전히 비순차적인 수신으로 판단한다. 이후에 PDCP SN 8번의 PDCP PDU가 수신되면, 이를 순차적인 수신으로 판단한다. 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU가 수신되면 상기 대기 타이머를 중단(stop)시킨다. 그리고, PDCP SN 8번부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다. 예를 들어, 단말의 PDCP 엔티티 PDCP SN 8, 9, 10번의 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다.
- [0119] 도 15c는 도 15b 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 15번의 PDCP PDU를 수신한 경우를 가정한다.
- [0120] 도 15c를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 15번의 PDCP PDU를 수신하면, 이는 비순차적 수신으로 판단하고, 다시 대기 타이머를 구동시킨다. 단말의 PDCP 엔티티는 상기 대기 타이머가 만료되기까지 순차 수신을 기대하는 PDCP SN 11번의 PDCP PDU가 수신되기를 기다린다.
- [0121] 만약 상기 대기 타이머가 만료되기까지 상기 PDCP SN 11번의 PDCP PDU가 수신되지 않는 경우, 일 예로, 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머 만료시 상기 PDCP SN 11부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장되지 않은 PDCP SDU들(예를 들어, PDCP SN 11, 12, 13번의 PDCP SDU들)은 제거된 것으로 판단하고, 그 다음 PDCP SN부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP PDU들(예를 들어, PDCP SN 14, 15번의 PDCP SDU들)을 상위계층으로 전송한다.
- [0122] 다른 예로, 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머 만료 후 처음으로 PDCP PDU 수신시, 상기 PDCP SN 11부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단하고, 그 다음 PDCP SN부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP PDU들을 상위계층으로 전송한다.
- [0123] 상기와 같은 본 발명에 따르면 단말이 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우(multi flow) 하향링크 수신을 수행함에 있어, 전송경로 지연으로 인하여, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU들이 수신되더라도, 대기 타이머를 기반으로 PDCP SDU들의 재배열을 수행하고, 상위 계층으로 PDCP SDU들의 오름차순 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.
- [0124] 또한, 비순차 수신된 PDCP PDU를 기준으로 대기 타이머를 구동하므로, 서비스 단절로 인하여 매크로 기지국으로 패킷이 수신되는 도중에 시간 지연이 발생하더라도, 원활하게 PDCP SDU 재배열을 수행할 수 있다.
- [0125] 도 16은 본 발명의 일 예에 따른 대기 타이머를 이용한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- [0126] 도 16을 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n번의 PDCP PDU를 순차적으로 수신하였을 경우에, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다(S1600). 단말의 PDCP 엔티티는 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN을 기반으로 해당 PDCP PDU가 순차적으로 수신되었는지 확인할 수 있다.
- [0127] 단말의 PDCP 엔티티는 순차적 수신에 기대(expect)되는 PDCP SN n+1번이 아닌 PDCP SN n+k(k는 1이 아닌 자연수)의 PDCP PDU가 수신된 경우, 대기 타이머를 구동한다(S1610). 상기 대기 타이머는 비순차적인 PDCP PDU를 수신한 PDCP 엔티티가 순차적인 PDCP PDU의 수신을 기다리는 타이머를 의미할 수 있다.
- [0128] 예를 들면, 도 15a 에서 단말은 PDCP SN 7번에 해당하는 PDCP PDU를 수신한 이후에 PDCP SN 7+1 인 8번의 PDCP

PDU의 수신을 기대하는 상태일 수 있다. 이때, 일정한 시간 경과 후에 단말이 수신을 기대하는 PDCP SN 8번이 아닌 SN 9번에 해당하는 PDCP PDU를 수신한 상황이다. 단말은 PDCP PDU 9번 수신 이후에 PDCP PDU 8번의 수신을 기다리기 위하여 타이머를 구동 시키는 것이다. 상기에서 단말이 PDCP SN 9번에 해당하는 PDCP PDU를 수신하는 시점에 PDCP SN 7번에 해당하는 PDCP PDU는 상위계층으로 전송되어 더 이상 단말에 저장되어 있지 않은 상태이다. 하지만, 단말은 상위계층으로 전송된 PDCP PDU의 SN를 기억하고 있고 다음에 수신하기를 기대하는 PDCP SN를 알 수 있다.

- [0129] 또한, 도 15b를 참조하면 단말은 PDCP PDU 8번의 수신 시에 PDCP SN 8, 9, 10번까지에 해당하는 PDCP PDU를 모두 상위계층으로 전송하도록 한다 따라서, 단말은 PDCP SN 10번에 해당하는 PDCP PDU를 상위계층으로 전송한 것으로 파악하고 있다. 이때, 단말은 다음에 수신하기를 기대하는 PDCP SN를 11번으로 파악하고 있는 상황이다. 도 15c에서 단말은 PDCP SN 15번에 해당하는 PDCP PDU를 수신하면 다음에 수신하기를 기대했던 PDCP SN 11번과 다르므로 PDCP SN 11번에 해당하는 PDCP PDU 수신을 기다리기 위하여 대기 타이머를 구동하도록 한다. 이때, 단말은 PDCP PDU 14번, 15번을 저장하고 있는 상황이다. 비록 PDCP SN 11번에 대한 수신을 기대하고 대기 타이머를 구동하였지만 PDCP PDU 12번, 13번의 경우에도 PDCP PDU 14번과 15번 전송 이전에 매크로 혹은 스몰 기지국을 통하여 전송했을 것으로 판단하는 것이 타당하다. 따라서, 단말이 PDCP PDU 15번을 수신하였을 경우 대기 타이머 동작 구간 내에 수신하는 것이 타당하다. 만약 수신되지 않으면 discard 된 것으로 볼 수 있다. 따라서, 단말이 PDCP PDU 15번 수신 시에 구동 시킨 대기 타이머가 만료되는 시점에 도착하지 않은 PDCP PDU들은 제거된 것으로 판단할 수 있다.
- [0130] 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머가 만료되기 전에 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되는지 확인한다(S1620). 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머가 동작 중에 다른 비순차적인 PDCP PDU를 수신하더라도 대기 타이머를 시작/재시작하지 않는다.
- [0131] 만약 S1620에서 단말의 PDCP 엔티티가 대기 타이머가 만료되기 전에 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU를 수신하는 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 대기 타이머를 중단(stop)하고, PDCP SN n+1부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다(S1630).
- [0132] 만약 S1620에서 대기 타이머가 만료된 경우, 즉, 단말의 PDCP 엔티티가 대기 타이머가 만료되기까지 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU를 수신하지 못한 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n+k번보다 작은 아직 수신되지 않은 PDCP SN 값에 연관된 모든 PDCP SDU들은 제거된 것으로 본다(S1640). 즉, 단말의 PDCP 엔티티는 순차 수신을 기대한 PDCP SN 값 n+1부터 시작하여 PDCP SN 값n+k보다 작은 PDCP SN 값의 연관된 PDCP SDU들 중 현재 저장된 PDCP SDU들을 제외한 PDCP SDU들을 제거된 것으로 간주할 수 있다. 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들은 상위계층으로 전달하고(S1650), PDCP SN n+k부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값을 갖는 모든 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다(S1660). 일 예로, 단말의 PDCP 엔티티는 대기 타이머 만료 시점에 PDCP SN n+k번보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하고, n+k번부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다. 다른 예로, 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머가 만료된 이후 처음으로 임의의 PDCP PDU 수신시점에, PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하고, n+k번부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다.
- [0133] 또는 PDCP SN n+1부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값인 PDCP SN n+m까지의 모든 저장되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 보고, 상기 제거된 것으로 보는 PDCP SDU들의 마지막(가장 큰) PDCP SN 값 n+m의 +1번부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수도 있다.
- [0134] 도 17은 본 발명에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.
- [0135] 도 17을 참조하면, 본 발명에 따른 단말(1700)은 매크로 기지국(1730) 및 스몰 기지국(1760)과 이중 연결(dual connectivity)를 구성할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 단말(1700), 매크로 기지국(1730) 및 스몰 기지국(1760)은 상술한 멀티 플로우를 지원한다.
- [0136] 매크로 기지국(1730)은 매크로 전송부(1735), 매크로 수신부(1740) 및 매크로 프로세서(1750)를 포함한다.
- [0137] 매크로 수신부(1740)은 S-GW로부터 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷을 수신한다. 매크로 프로세서(1750)는 매크로 기지국(1730)의 PDCP 엔티티를 제어하여 수신한 패킷에 대응하는 PDCP SDU들을 처리하고, PDCP PDU들을 생성

한다. 매크로 프로세서(1750)는 상기 PDCP PDU들을 기준에 따라 분배하여 일부를 매크로 기지국(2140)의 RLC 엔티티로 전달(또는 전송)하고 매크로 전송부(1735)를 통하여 단말로 전송한다. 매크로 프로세서(1750)는 나머지 일부를 매크로 전송부(1735)를 통하여 스몰 기지국(1760)의 RLC 엔티티로 전송(또는 전달)한다. 이 경우 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 PDCP SN으로 구분 및 지시될 수 있다.

[0138] 또한, 매크로 프로세서(1750)는 PDCP SDU에 대한 대기 타이머에 대한 정보를 생성하고 매크로 전송부(1735)를 통하여 단말로 전송한다. 상기 대기 타이머에 대한 정보는 단말(1700)에 전용하게 시그널링될 수도 있고, 또는 브로드캐스트 방식으로 시그널링될 수도 있다. 매크로 전송부(1735)는 상기 대기 타이머에 대한 정보를 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)를 통하여 단말(1700)로 전송할 수 있다.

[0139] 스몰 기지국(1760)은 스몰 전송부(1765), 스몰 수신부(1770) 및 스몰 프로세서(1780)를 포함한다.

[0140] 스몰 수신부(1770)은 매크로 기지국(1730)으로부터 상기 나머지 일부의 PDCP PDU들을 수신한다.

[0141] 스몰 프로세서(1780)는 스몰 기지국(2130)의 RLC 엔티티, MAC 엔티티, 및 PHY 계층을 제어하여 상기 PDCP PDU를 처리하고, 스몰 전송부(1565)를 통하여 단말로 전송한다.

[0142] 단말(1700)은 단말 수신부(1705), 단말 전송부(1710) 및 단말 프로세서(1720)를 포함한다. 단말 프로세서(1720)는 상술한 바와 같은 본 발명의 특징이 구현되도록 필요한 기능과 제어를 수행한다.

[0143] 단말 수신부(1705)는 매크로 기지국(1730)으로부터 대기 타이머에 대한 정보를 수신한다. 상기 대기 타이머에 대한 정보는 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)에 포함되어 단말 수신부(1705)가 수신할 수 있다. 이 경우 단말 전송부(1710)는 매크로 기지국(1730)으로 RRC 연결 재구성 완료 메시지를 전송할 수도 있다.

[0144] 또한, 단말 수신부(1705)는 매크로 기지국(1730) 및 스몰 기지국(1760)으로부터 각각 PDCP PDU들에 대한 데이터를 수신한다.

[0145] 단말 프로세서(1720)는 상기 데이터를 해석하고, 단말(1700)의 PHY 계층(s), MAC 엔티티(s), RLC 엔티티(s), 및 PDCP 엔티티를 제어하여 PDCP SDU들을 획득한다.

[0146] 단말 프로세서(1720)는 PDCP 엔티티에서 PDCP SN n번의 PDCP PDU를 순차적으로 수신하였을 경우에, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다. 여기서 단말 프로세서(1720)는 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN을 기반으로 해당 PDCP PDU가 PDCP 엔티티에 순차적으로 수신되었는지 확인할 수 있다. 예를 들어 상술한 수학식 1 또는 2를 기반으로 순차적으로 수신되기를 기대하는 PDCP SDU(또는 PDU)의 PDCP SN 값을 판단할 수 있다.

[0147] 단말 프로세서(1720)는 PDCP 엔티티에 순차적 수신이 기대되는 PDCP SN n+1번이 아닌 PDCP SN n+k(여기서 k는 1이 아닌 자연수)의 PDCP PDU가 수신된 경우, 대기 타이머를 구동한다.

[0148] 대기 타이머가 만료되기 전에 PDCP 엔티티에 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 단말 프로세서(1720)는 대기 타이머를 중단(stop)한다. 그리고 단말 프로세서(1720)는 PDCP SN n+1부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 PDCP 엔티티의 상위 계층으로 전달한다.

[0149] 대기 타이머가 만료된 경우, 즉, PDCP 엔티티에 대기 타이머가 만료되기까지 PDCP SN n+1번의 PDCP PDU가 수신되지 못한 경우, 단말 프로세서(1720)는 PDCP SN n+k번보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 볼 수 있다.

[0150] 이 경우, 단말 프로세서(1720)는 PDCP SN n+k번보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다. 또한, 단말 프로세서(1720)는 PDCP SN n+k번부터 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다.

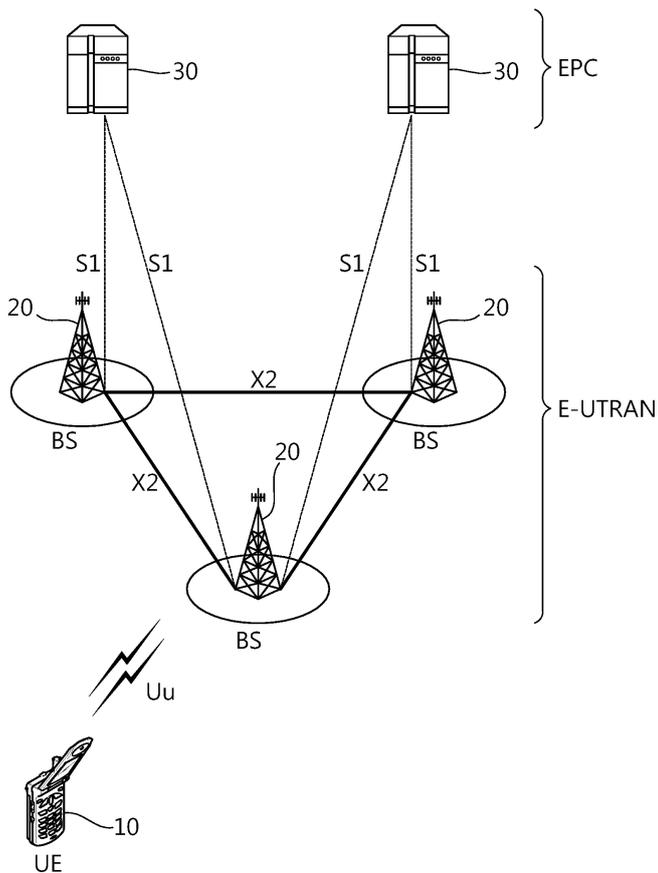
[0151] 일 예로, 단말 프로세서(1720)는 재배열 타이머 만료 시점에 PDCP 엔티티에 저장된 PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있고, PDCP SN n+k부터 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다. 다른 예로, 단말 프로세서(1720)는 재배열 타이머가 만료된 이후 처음으로 임의의 PDCP PDU 수신시점에, PDCP 엔티티에 저장된 PDCP SN n+k보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있고, PDCP SN n+k부터 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다.

[0152] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에

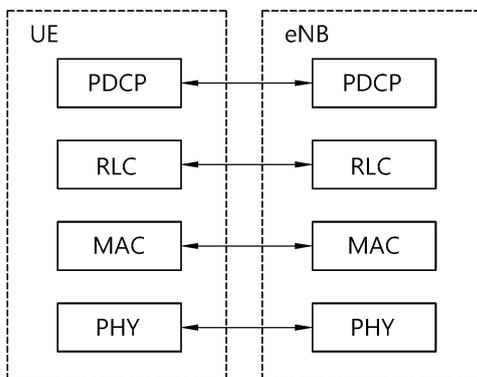
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

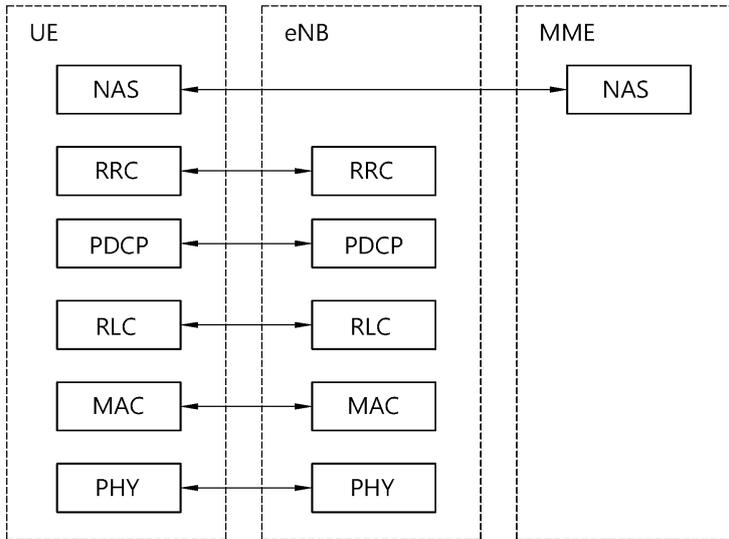
도면1



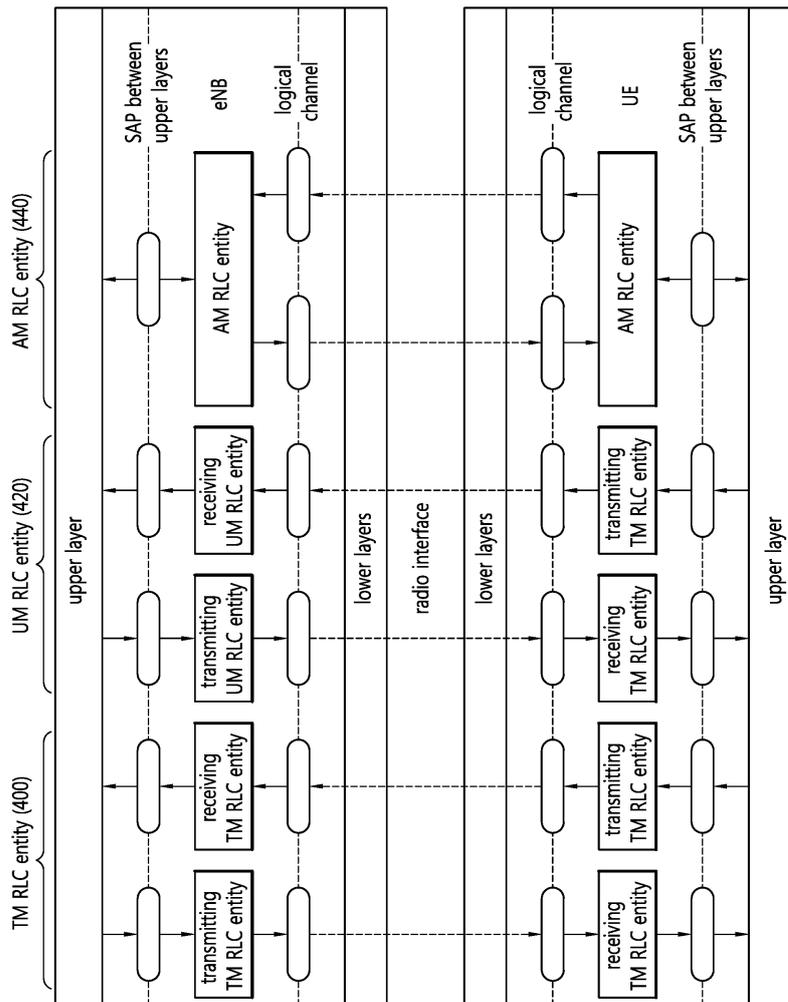
도면2



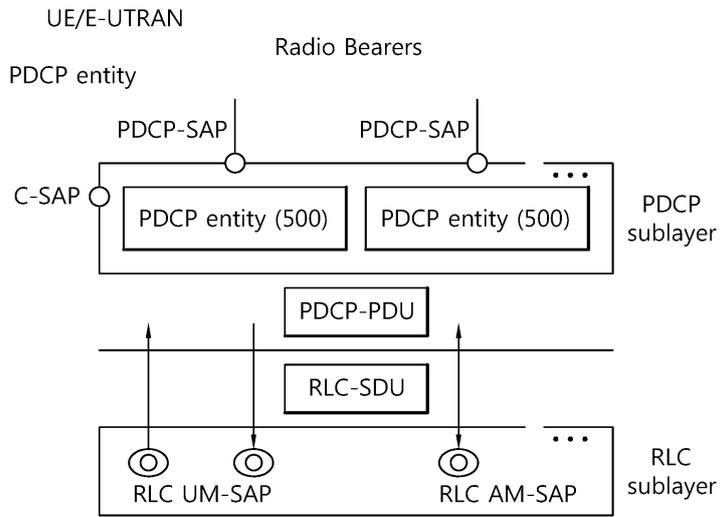
도면3



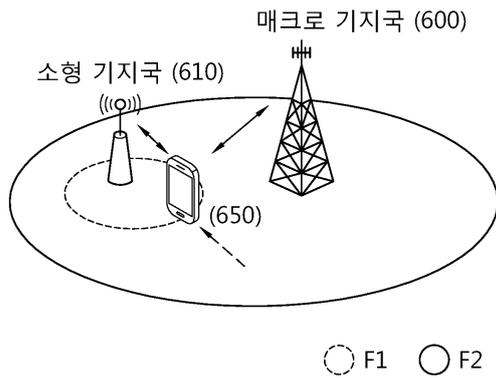
도면4



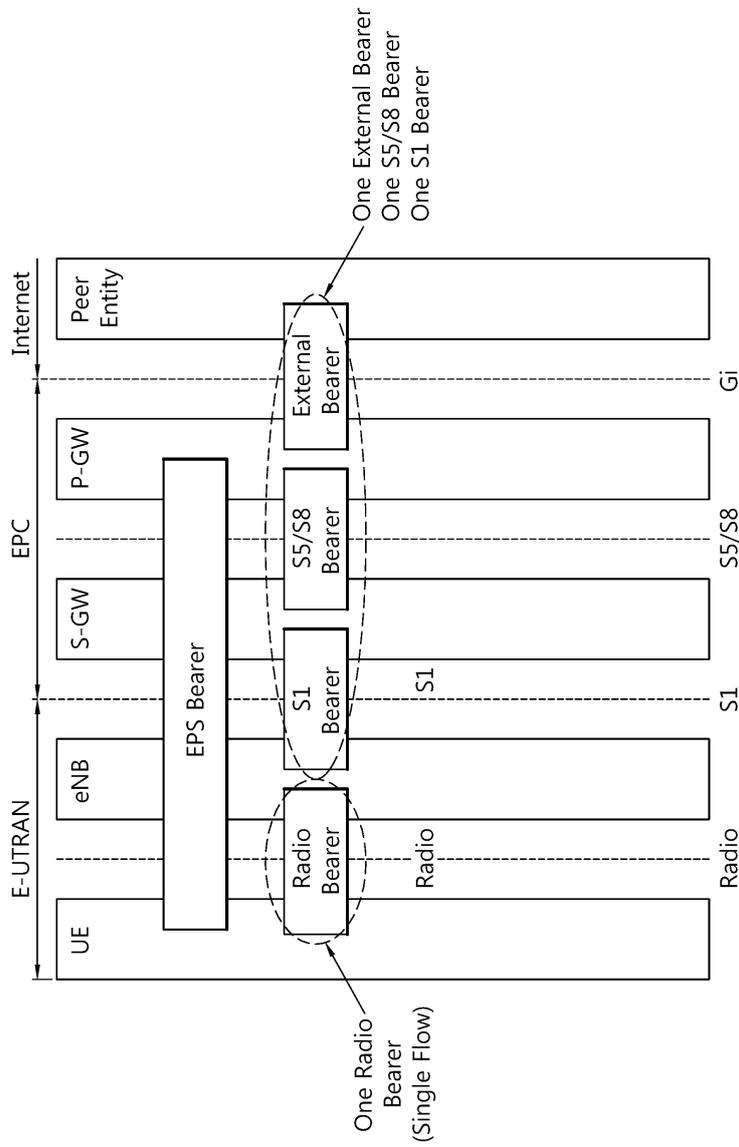
도면5



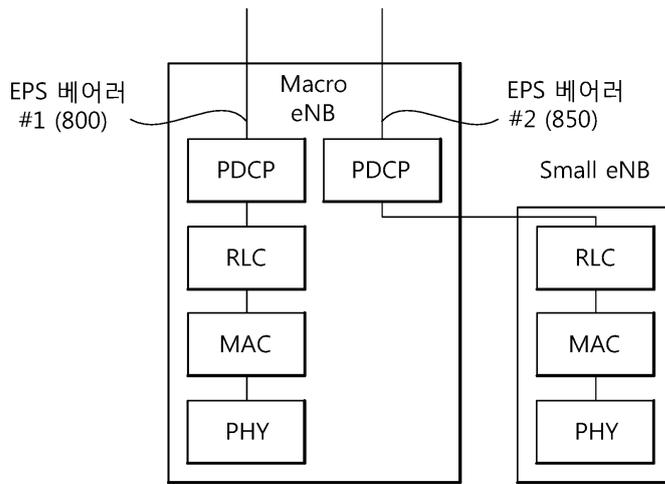
도면6



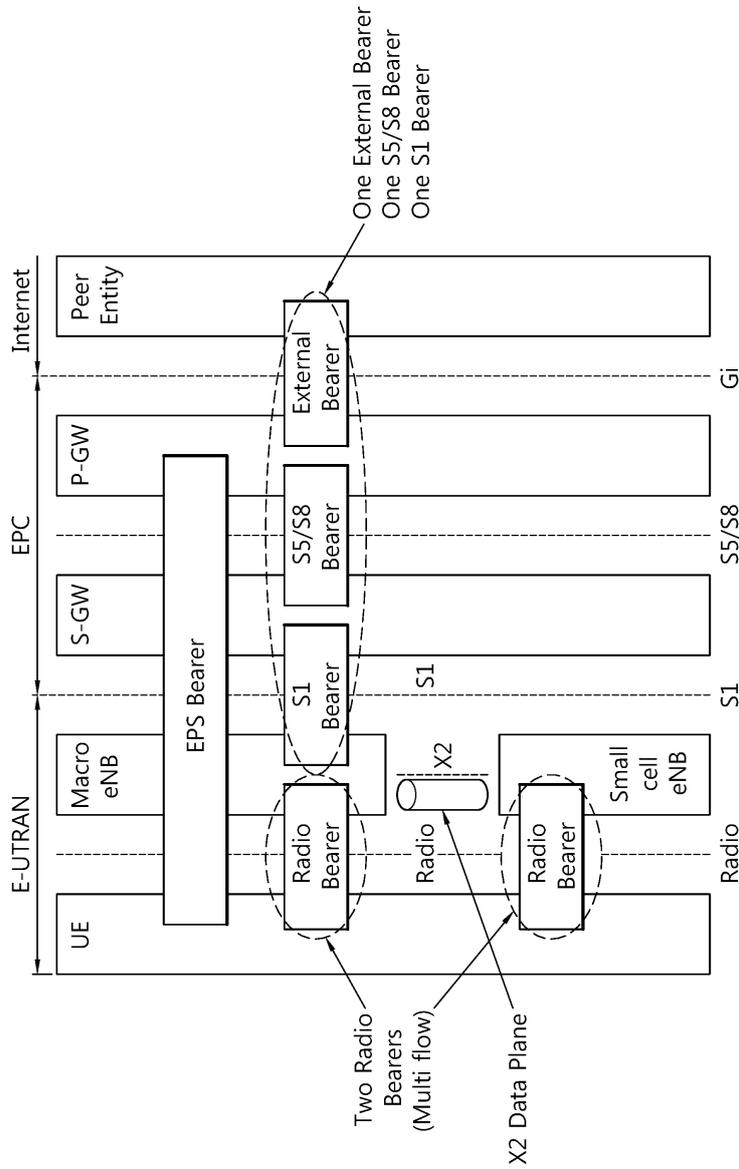
도면7



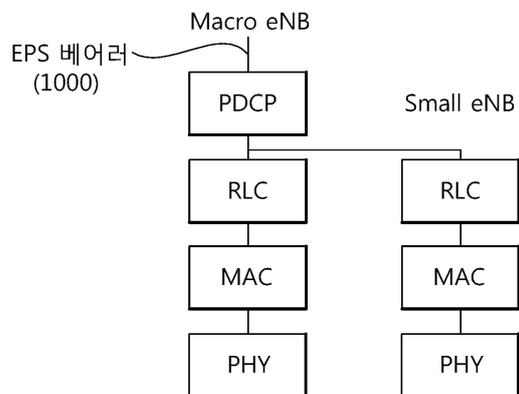
도면8



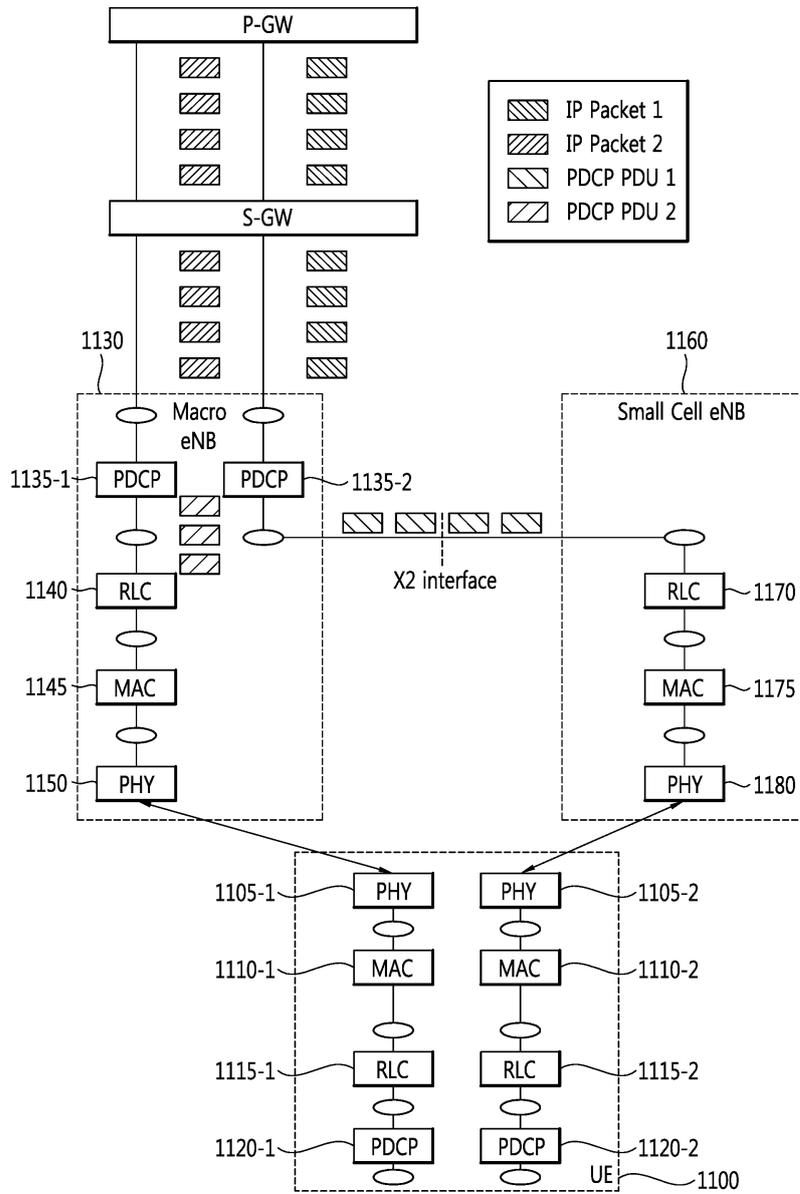
도면9



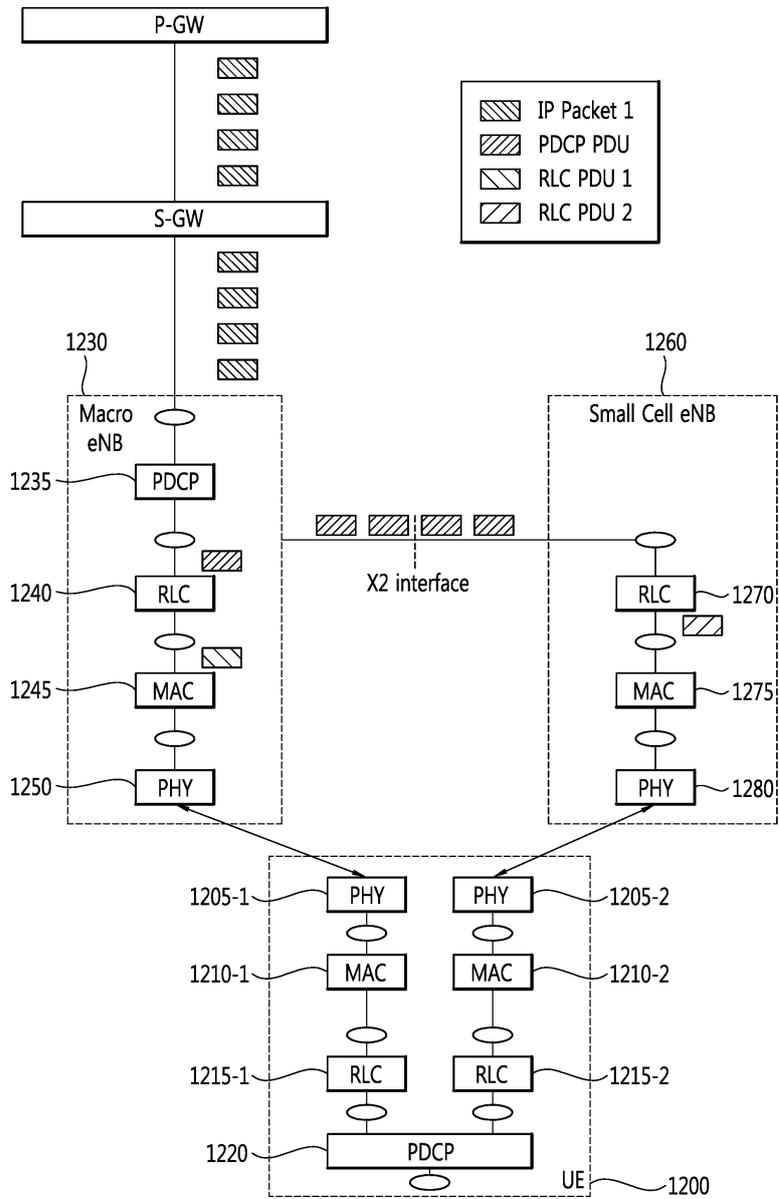
도면10



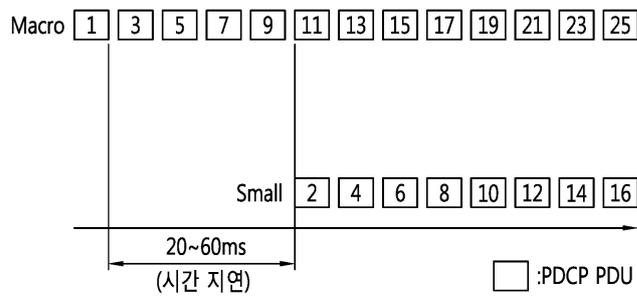
도면11



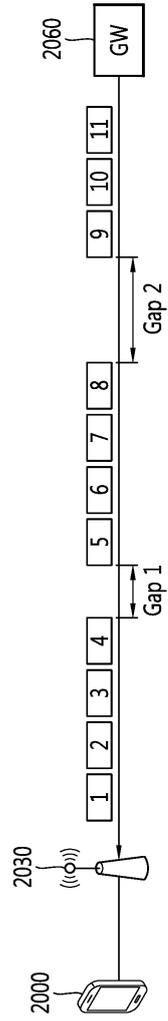
도면12



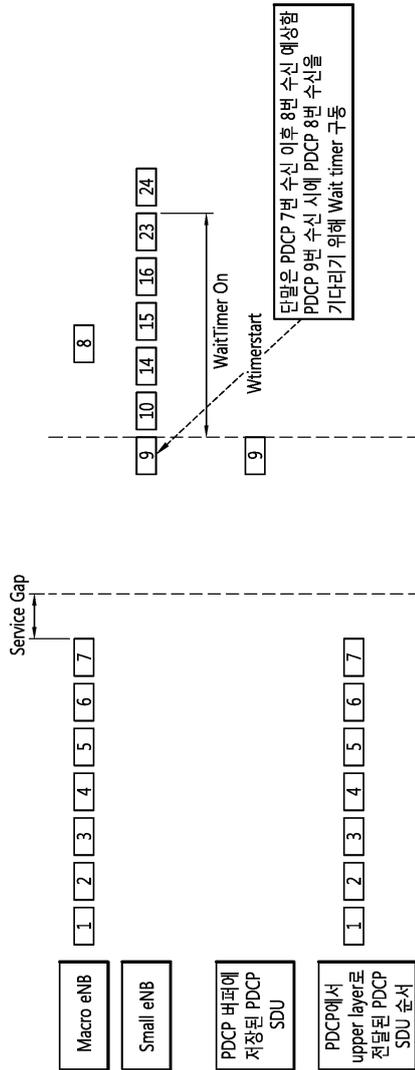
도면13



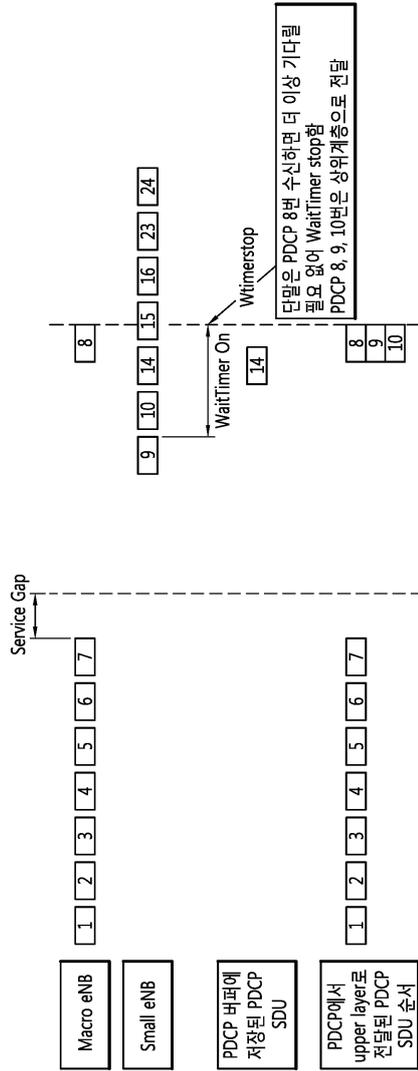
도면14



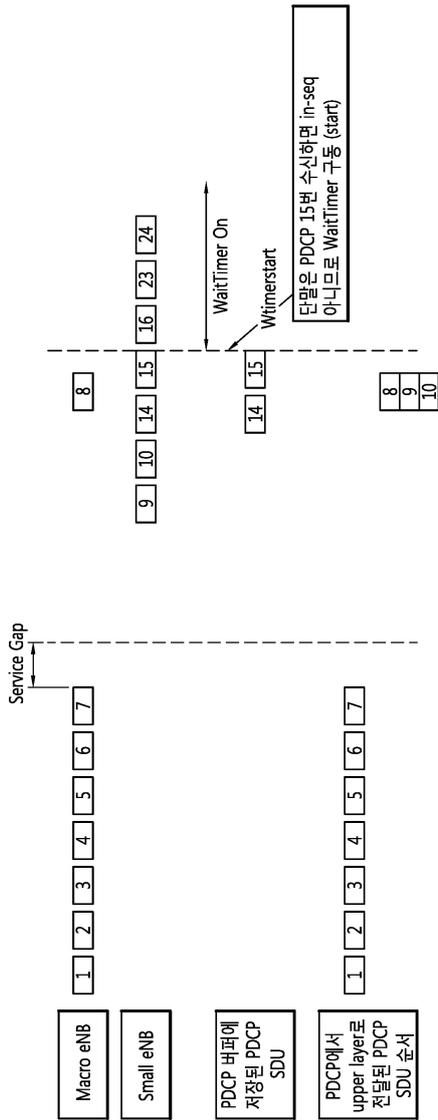
도면15a



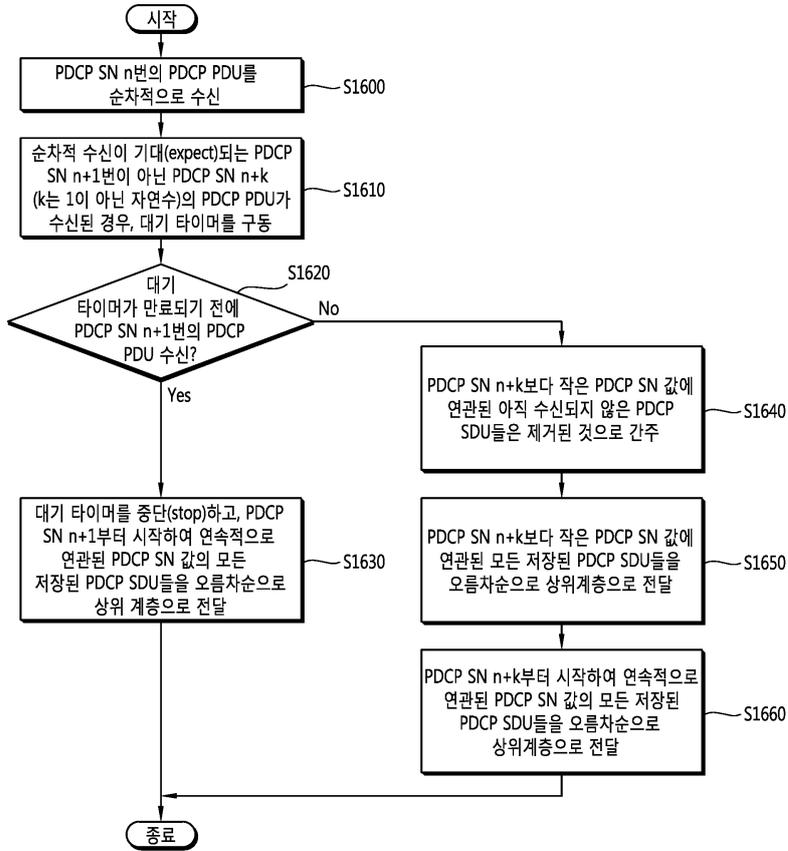
도면15b



도면15c



도면16



도면17

