



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0107664
(43) 공개일자 2018년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 24/08 (2009.01) H04W 72/12 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01) H04W 92/20 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 24/08 (2013.01)

H04W 72/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0036307

(22) 출원일자 2017년03월22일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이텔레콤 주식회사

서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

김윤성

서울특별시 중구 을지로 65 SK T-타워

여운영

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 310동 2103호
(신천동, 파크리오)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

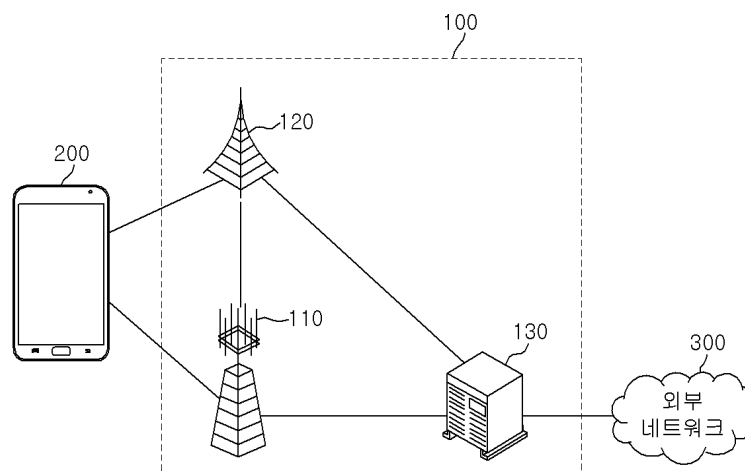
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 이중 연결 네트워크에서의 연계 기지국의 데이터 전송 속도를 추정하는 방법 및 그 방법이 적용된 기지국

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 패킷 스플릿(packet split) 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 마스터 기지국(MeNB)은, 상기 네트워크의 세컨더리 기지국(SeNB)과의 사이에서 PDCP(packet data convergence protocol) PDU(protocol data unit)의 송수신을 수행하는 통신부, 소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양인 전송 데이터 양 및 상기 세컨더리 기지국으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양인 수신 데이터 양을 산출하는 통계부 및 상기 전송 데이터 양, 상기 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 세컨더리 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 제어부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04W 88/08 (2013.01)

H04W 92/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

패킷 스플릿(packet split) 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 마스터 기지국(MeNB)으로서, 상기 네트워크의 세컨더리 기지국(SeNB)과의 사이에서 PDCP(packet data convergence protocol) PDU(protocol data unit)의 송수신을 수행하는 통신부;

소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양인 전송 데이터 양 및 상기 세컨더리 기지국으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양인 수신 데이터 양을 산출하는 통계부; 및

상기 전송 데이터 양, 상기 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 세컨더리 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 제어부를 포함하는

마스터 기지국.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 하향링크(downlink) 데이터 전송 속도인 경우, 상기 제어부는, 상기 전송 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 하향링크 데이터 전송 속도를 추정하는

마스터 기지국.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 하향링크 데이터 전송 속도인 경우, 상기 제어부는, 상기 소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU 중, 상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로 전송되었음이 확인되지 않은 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 상기 전송 데이터 양에서 제외한 값을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 세컨더리 기지국의 하향링크 데이터 전송 속도를 추정하는

마스터 기지국.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 통신부는 상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로의 데이터 전송 상태에 관한 메시지를 수신하고,

상기 제어부는, 상기 데이터 전송 상태에 관한 메시지 내의 정보에 기초하여 상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로의 상기 PDCP PDU의 전송 여부를 확인하는

마스터 기지국.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 데이터 전송에 관한 메시지는, 상기 PDCP PDU 중 상기 세컨더리 기지국이 상기 단말로 전송한 PDCP PDU에 관한 정보 및 상기 PDCP PDU 중 상기 세컨더리 기지국이 상기 마스터 기지국으로부터 성공적으로 수신하지 못한 PDCP PDU에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함하는

마스터 기지국.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 상향링크(uplink) 데이터 전송 속도인 경우, 상기 제어부는, 상기 수신 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 상향링크 데이터 전송 속도를 추정하는

마스터 기지국.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 추정된 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도와 상기 소정 시간 이전까지의 상기 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 가중평균하여 상기 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 산출하는

마스터 기지국.

청구항 8

패킷 스플릿 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 세컨더리 기지국으로서,

상기 네트워크의 마스터 기지국 혹은 단말과의 사이에서 PDCP PDU의 송수신을 수행하는 통신부;

소정 시간 동안 상기 통신부를 통해 수신된 PDCP PDU의 각각의 일련번호를 추출하고, 상기 수신된 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 산출하는 통계부; 및

상기 일련번호, 상기 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 제어부를 포함하는

세컨더리 기지국.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 PDCP PDU 각각에 대하여 상기 소정 시간의 시작점 이전에 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호를 초과하고 상기 소정 시간 동안 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호 미만인 일련번호 중에서 상기 소정 시간 동안 추출된 일련번호를 제외한 일련번호를 갖는 PDCP PDU가 상기 마스터 기지국과 상기 단말 사이에서 전송되었다고 판단하는

세컨더리 기지국.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 데이터 양을 상기 소정 시간 동안 추출된 일련번호의 개수로 나눔으로써 상기 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 구하는

세컨더리 기지국.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 마스터 기지국과 상기 단말 사이에서 전송되었다고 판단된 PDCP PDU의 개수에 상기 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 곱한 후 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 데이터 전송 속도를 추정하는

세컨더리 기지국.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 추정된 마스터 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도와 상기 소정 시간 이전까지의 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 가중평균하여 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 산출하는

세컨더리 기지국.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 마스터 기지국의 상향링크 데이터 전송 속도인 경우, 상기 소정 시간의 종점은, 상기 통신부가 상기 세컨더리 기지국의 RLC 계층으로부터 전달받은 상기 PDCP PDU를 상기 마스터 기지국으로 전송하는 시점인

세컨더리 기지국.

청구항 14

패킷 스플릿 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 마스터 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법으로서,

상기 네트워크의 세컨더리 기지국과의 사이에서 PDCP PDU의 송수신을 수행하는 단계;

소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양인 전송 데이터 양 및 상기 세컨더리 기지국으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양인 수신 데이터 양을 산출하는 단계; 및

상기 전송 데이터 양, 상기 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 세컨더리 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 하향링크(downlink) 데이터 전송 속도인 경우, 상기 추정하는 단계는, 상기 전송 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 하향링크 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 하향링크 데이터 전송 속도인 경우, 상기 추정하는 단계는, 상기 소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU 중, 상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로 전송되었음이 확인되지 않은 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 상기 전송 데이터 양에서 제외한 값을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 세컨더리 기지국의 하향링크 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로의 데이터 전송 상태에 관한 메시지를 수신하는 단계; 및

상기 데이터 전송 상태에 관한 메시지 내의 정보에 기초하여 상기 세컨더리 기지국으로부터 상기 단말로의 상기 PDCP PDU의 전송 여부를 확인하는 단계를 더 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 데이터 전송에 관한 메시지는, 상기 PDCP PDU 중 상기 세컨더리 기지국이 상기 단말로 전송한 PDCP PDU에 관한 정보 및 상기 PDCP PDU 중 상기 세컨더리 기지국이 상기 마스터 기지국으로부터 성공적으로 수신하지 못한 PDCP PDU에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 세컨더리 기지국의 상향링크(uplink) 데이터 전송 속도인 경우, 상기 추정하는 단계는, 상기 수신 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 상향링크 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 더 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 추정하는 단계는, 상기 추정된 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도와 상기 소정 시간 이전까지의 상기 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 가중평균하여 상기 세컨더리 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 산출하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 21

패킷 스플릿 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 세컨더리 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법으로서,

상기 네트워크의 마스터 기지국 혹은 단말과의 사이에서 PDCP PDU의 송수신을 수행하는 단계;

소정 시간 동안 수신된 PDCP PDU의 각각의 일련번호를 추출하고, 상기 수신된 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 산출하는 단계; 및

상기 일련번호, 상기 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 추정하는 단계는, 상기 PDCP PDU 각각에 대하여 상기 소정 시간의 시작점 이전에 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호를 초과하고 상기 소정 시간 동안 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호 미만인 일련번호 중에서 상기 소정 시간 동안 추출된 일련번호를 제외한 일련번호를 갖는 PDCP PDU가 상기 마스터 기지국과 상기 단말 사이에서 전송되었다고 판단하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 추정하는 단계는, 상기 데이터 양을 상기 소정 시간 동안 추출된 일련번호의 개수로 나눔으로써 상기 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 구하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 추정하는 단계는, 상기 마스터 기지국과 상기 단말 사이에서 전송되었다고 판단된 PDCP PDU의 개수에 상기 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 곱한 후 상기 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상기 데이터 전송 속도를 추정하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 추정하는 단계는, 상기 추정된 마스터 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도와 상기 소정 시간 이전까지의 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 가중평균하여 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 평균 데이터 전송 속도를 산출하는 단계를 포함하는

데이터 전송 속도 추정 방법.

청구항 26

제 21 항에 있어서,

상기 데이터 전송 속도가 상기 마스터 기지국의 상향링크 데이터 전송 속도인 경우, 상기 소정 시간의 종점은, 상기 통신부가 상기 세컨더리 기지국의 RLC 계층으로부터 전달받은 상기 PDCP PDU를 상기 마스터 기지국으로 전송하는 시점인

데이터 전송 속도 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동통신 단말이 마스터 기지국(MeNB)과 세컨더리 기지국(SeNB)에 동시에 접속하여 데이터의 송신 및 수신을 수행하는 것이 가능한 패킷 스플릿(packet split) 방식의 이중 연결 네트워크(dual-connectivity network) 시스템에 있어서, 상호 연계된 마스터 기지국과 세컨더리 기지국 각각이 상대 연계 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하고 이를 스케줄링에 반영함으로써 이동통신 환경을 개선하기 위한 방법 및 그 방법이 적용된 기지국에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생활수준의 향상과 정보통신 기술의 발달에 힘입어, 절대다수의 사람들이 휴대용 전화기(cell phone)와 같은 개인용의 이동통신 단말을 소지하여 사용하고 있다. 또한, 이와 같은 이동통신 단말을 통해 이용할 수 있는 콘텐츠들 역시 나날이 고용량화되고 있다. 따라서, 이동통신 가입자들에 의해 사용되는 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있는 실정이다.

[0003] 이러한 상황을 극복하기 위해, 이중 연결 기술이 고안되었다. 이중 연결 기술에 의하면, 단말이 두 개 이상의 서로 다른 네트워크 노드, 예컨대 마스터 기지국(master eNB, MeNB)과 세컨더리 기지국(secondary eNB, SeNB)으로부터 제공되는 무선 자원(radio resource)을 동시에 모두 사용할 수 있다. 마스터 기지국은 사용자 평면(user plane) 데이터 및 제어 평면(control plane) 데이터의 송수신을 모두 수행하며, 세컨더리 기지국은 주로 사용자 평면 데이터의 송수신을 수행하게 된다. 이와 같이 두 기지국에 동시에 연결되어 있는 단말의 상향링크(uplink) 및 하향링크(downlink) 데이터 전송속도는 크게 개선되며, 그럼으로써 보다 향상된 통신 환경을 누릴

수 있게 된다.

[0004] 도 1은 이중 연결 서비스에 대해 개념적으로 도시한 도면이다. 도 1의 이중 연결 서비스를 지원하는 이동통신 시스템(10)에서, 단말(20)은 마스터 기지국(11)과 세컨더리 기지국(12) 양자 모두를 통해 데이터 통신을 수행할 수 있다. 마스터 기지국(11)과 세컨더리 기지국(12)은 X2 인터페이스라 불리는 백홀(backhaul)을 통해 연결되어 서로 데이터를 주고받을 수 있다. 여기서 마스터 기지국(11)은 세컨더리 기지국(12)의 변경 시에 앵커(anchor)로서의 역할을 수행하면서 끊김이 없는(seamless) 접속을 단말(20)에 제공해야 하기 때문에, 세컨더리 기지국(12)에 비해 넓은 커버리지(coverage)를 갖는 것이 바람직하다.

[0005] 전술한 바와 같은 이중 연결 네트워크를 지원하는 이동통신 시스템(10)에서, 서로 다른 기지국으로 데이터를 스플릿(split)하는 방식으로는 패킷 스플릿(packet split) 방식과 베어러 스플릿(bearer split) 방식이 있다. 패킷 스플릿 방식에 의하면 하나의 통신 서비스에 대하여 마스터 기지국(11)에서 스플릿이 이루어지나, 베어러 스플릿 방식에 의하면 서로 다른 통신 서비스에 대하여 마스터 기지국(11)의 후단에 위치한 코어 네트워크에서 스플릿이 이루어진다. 패킷 스플릿 방식은 마스터 기지국(11)과 세컨더리 기지국(12) 각각의 무선 환경을 고려한 적응적 스플릿이 가능하기 때문에, 베어러 스플릿 방식에 비해 데이터 전송 속도 등 성능 측면에서 장점을 가질 수 있다.

[0006] 전술한 적응적 스플릿은, 상호 연계된 마스터 기지국(11)과 세컨더리 기지국(12) 각각이 상대 연계 기지국과 단말 사이의 데이터 전송 속도를 알 수 있는 경우 더욱 개선될 수 있다. 상대 연계 기지국과 단말과의 데이터 전송 속도는 기지국이 물리적으로 분리되어 있는 이중 연결 네트워크에서 무선자원을 효과적으로 분배할 수 있는 기본적인 정보가 될 수 있기 때문이다. 이를 위해서는 기지국 사이에서 단말과의 데이터 전송 속도에 관한 정보를 교환할 필요가 있으나, 이러한 명시적인 정보 교환을 이용한 방법은 현재까지 표준 등을 통해 반영되지 않았기 때문에 실제 도입에는 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보, 제 10-2015-0088746 호 (2015.08.03. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 패킷 스플릿 방식의 이중 연결 네트워크 시스템에서 데이터 스트림을 상향 링크 혹은 하향링크를 통해 전송하는 경우에 있어서, 마스터 기지국과 세컨더리 기지국이 상호간에 데이터 전송 속도에 관한 명시적인 정보 교환 없이도 상대 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하고 이를 패킷 스케줄링에 반영함으로써 이동통신 환경을 개선하기 위한 방법 및 그 방법이 적용된 기지국에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 의한 패킷 스플릿(packet split) 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 마스터 기지국(MeNB)은, 상기 네트워크의 세컨더리 기지국(SeNB)과의 사이에서 PDCP(packet data convergence protocol) PDU(protocol data unit)의 송수신을 수행하는 통신부, 소정 시간 동안 상기 마스터 기지국으로부터 상기 세컨더리 기지국으로 전송된 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양인 전송 데이터 양 및 상기 세컨더리 기지국으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양인 수신 데이터 양을 산출하는 통계부 및 상기 전송 데이터 양, 상기 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 세컨더리 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 스플릿 방식의 이중 연결 네트워크를 단말에 제공하기 위한 세컨더리 기지국은, 상기 네트워크의 마스터 기지국 혹은 단말과의 사이에서 PDCP PDU의 송수신을 수행하는 통신부, 소정 시간 동안 상기 통신부를 통해 수신된 PDCP PDU의 각각의 일련번호를 추출하고, 상기 수신된 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 산출하는 통계부 및 상기 일련번호, 상기 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상기 마스터 기지국과 상기 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하는 제어부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 소정 시간 동안 상대 기지국과 단말 사이에서 전송되었을 것으로 예상되는 PDCP(packet data convergence protocol) PDU(protocol data unit)의 개수를 PDCP PDU 일련번호와 관련된 정보를 통해 알아내고, 상기 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 상대 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정할 수 있다. 이에 의해 추정된 상대 기지국의 데이터 전송 속도를 단말에 대한 스케줄링에 반영함으로써, 이동통신 환경을 최적화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 이중 연결 네트워크에 대해 개념적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 연결 서비스를 제공하는 이동통신 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 마스터 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 순서를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국 사이에서 전송되는 메시지를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 세컨더리 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 순서를 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국의 세컨더리 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 설명을 위해 가능한 데이터 전송의 한 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0014] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0015] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 연결 서비스를 제공하는 이동통신 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 2의 이동통신 시스템(100)은 단말(200)에 이동통신 서비스를 제공하기 위한 시스템으로, 마스터 기지국(110), 세컨더리 기지국(120) 및 코어 네트워크(130)를 포함할 수 있다. 다만, 도 2의 이동통신 시스템(100)의 구성 요소 및 이하에서 설명할 각 구성 요소들의 연결 관계는 본 발명의 일 실시예에 불과하므로, 도 2에 의해 본 발명의 기술적 사상이 한정 해석되는 것은 아니다.
- [0016] 우선 단말(200)은 마스터 기지국(110) 혹은 세컨더리 기지국(120)을 이용해 이동통신 네트워크에 접속하여 데이터 송수신 등의 이동통신 서비스를 사용자에게 제공하기 위한 장치이다. 예컨대 이러한 단말(200)은 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet PC), 스마트 워치(smart watch) 등 휴대성과 이동성이 보장되는 핸드헬드(hand-held) 기반의 이동통신 장치를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단말(200)은 이중 연결이 가능한 단말일 것이 요구된다. 즉, 단말(200)은 마스터 기지국(110)과 세컨더리 기지국(120)에 동시에 접속하여 데이터 통신을 수행하는 것이 가능하다.
- [0017] 마스터 기지국(110)과 세컨더리 기지국(120)은 단말(200)에 이동통신 서비스를 제공하기 위해 코어 네트워크(130)와 단말(200)을 연결하는 역할을 수행하는 장비이다. 각 기지국은 X2 인터페이스와 같은 백홀을 통하여 서로 데이터를 주고받을 수 있으며, 단말(200)과는 무선 채널을 통해 데이터를 주고받을 수 있다. 또한, 각 기지

국은 코어 네트워크(130)와는 광통신 등의 유선 네트워크를 통해 연결될 수 있다.

- [0018] 코어 네트워크(130)는 이동통신 시스템(100)을 관리하는 역할을 수행할 수 있다. 구체적으로, 코어 네트워크(130)는 단말(200)의 사용자에 대한 인증 및 보안을 위한 절차를 수행할 수 있다. 또한, 코어 네트워크(130)는 단말(200)이 상향링크를 통해 마스터 기지국(110) 또는 세컨더리 기지국(120)으로 전송하는 데이터 패킷을 인터넷과 같은 외부 네트워크(300)에 전달할 수 있으며, 반대로 단말(200)이 외부 네트워크(300)로부터 전송받고자 하는 데이터 패킷을 하향링크를 통해 마스터 기지국(100) 또는 세컨더리 기지국(120)을 경유하여 단말(200)에 전달되도록 할 수 있다.
- [0019] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 연계 기지국의 데이터 전송 속도를 추정하는 과정에 대해 구체적으로 설명하기 전에, 우선 무선 프로토콜에 의한 데이터 처리 과정을 간략히 설명하도록 한다.
- [0020] 상위 계층으로부터 전달된 IP 패킷 형태의 데이터는 PDCP(packet data convergence protocol), RLC(radio link control), MAC(media access control) 계층에서의 처리를 각각 거친 후 TB(transport block)의 형태로 물리계층(PHY)으로 전달된 후 OFDM 심볼로 변환된다. 참고로, 프로토콜 계층 구조에서 각 프로토콜의 처리를 거치기 전의 데이터를 SDU(service data unit)라고 하며, 프로토콜의 처리를 거친 후 헤더가 더해진 데이터 형태를 PDU(protocol data unit)라고 한다.
- [0021] PDCP 계층은 상위계층으로부터 전달받은 IP 패킷(즉, PDCP SDU)을 PDCP PDU로 변환할 수 있다. 구체적으로, PDCP 계층은 IP 패킷을 전달받아 고유한 헤더압축을 통해 그 크기를 줄인 후 헤더를 추가하여 PDCP PDU를 구성할 수 있다. 이러한 PDCP PDU 헤더에는 D/C필드와 PDCP SN(sequence number)이 포함될 수 있다. D/C필드는 해당 데이터 포맷이 포함하고 있는 데이터가 제어(control) PDU인지 데이터(data) PDU인지를 나타내는 1비트 정보이고, PDCP SN은 해당 데이터의 순차적인 송수신을 위한 일련번호이다. 3GPP (3rd Generation Partnership Project) Release-13 표준 규격에 의하면, LTE/LTE-A 네트워크의 전송 용량에 따라 5, 7, 12, 15 비트의 SN를 지원할 수 있다.
- [0022] RLC 계층은 PDCP 계층으로부터 전달된 PDCP PDU(즉, RLC SDU)에 대한 분할 혹은 결합을 수행하며, RLC PDU의 일련번호를 통해 중복제거, 재전송, 상위계층으로의 순차적인 전송(in-sequence delivery)을 지원할 수 있다. 이에 따라, 다수의 RLC SDU가 하나의 RLC PDU를 구성하거나, 하나의 RLC SDU가 다수의 RLC PDU들을 구성할 수 있다. RLC PDU는 데이터 필드 앞에 RLC 헤더가 추가된 구조로 구성될 수 있는데, 데이터 필드는 상위 계층인 PDCP 계층에서 전달된 PDCP PDU(즉, RLC SDU)를 포함한다. RLC 헤더는 목적과 용도에 따라 다양한 필드가 추가될 수 있는데, 이러한 필드들 중 SN(sequence number) 필드는 RLC PDU의 생성 순서에 따라 부여되는 일련번호로서, RLC의 모드 중 하나인 AM(acknowledged mode)의 경우 10비트의 SN이 사용되고 있다.
- [0023] 더불어, RLC 계층에서는 RLC PDU의 헤더에 포함된 일련번호를 통해 RLC PDU의 재전송을 지원할 수 있다. PDCP 계층과 마찬가지로, 수신기의 RLC 계층에서는 수신된 PDU가 송신기로부터 전송된 순서대로 상위 계층으로 전달될 수 있도록 순차적 전달 기능을 지원할 수 있다. 즉, 수신기의 RLC 계층에서는 순서에 맞지 않게 수신된 PDU들을 버퍼에 저장하며, 해당 PDU의 일련번호보다 작은 RLC PDU들이 모두 수신되는 경우에만 RLC PDU들을 PDCP PDU로 변환하여 상위계층으로 전달할 수 있다.
- [0024] MAC 계층은 HARQ(hybrid automatic repeat request) 재전송 및 상/하향링크 스케줄링을 담당하며, 무선자원의 효율적 제어를 수행할 수 있다. MAC 스케줄러는 상/하향링크 무선자원을 소정 주파수 대역(예컨대, 180kHz)의 RB(resource block) 단위로 단말(200)에게 할당할 수 있다. MAC 계층에서 구성된 데이터 형태인 TB(즉, MAC PDU)는 다수의 RLC PDU들을 연결하여 구성될 수 있으며, RLC PDU의 구성정보가 포함된 헤더가 추가되어 물리계층으로 전달된다.
- [0025] 물리 계층(PHY)은 무선 채널을 이용하여 단말과 기지국 사이에서 데이터를 송수신하는 역할을 담당한다. 무선채널을 통해 전송되는 데이터 패킷은 기본적인 전송 단위로서 소정 시간(예컨대, 1ms) 단위의 서브프레임(subframe)으로 구성될 수 있고, 소정 개수(예컨대, 10개)의 서브프레임이 하나의 프레임(frame)을 구성할 수 있다. 각 서브프레임은 2개의 슬롯(slot, 각 0.5ms)으로 구성되는데, 각 슬롯은 일반적으로 7개의 OFDM 심볼로 구성될 수 있다.
- [0026] 순차적 전달(in-sequence delivery)은 송신측에서 전송한 데이터가 순서대로 수신측에 전달되는 것을 의미한다. RLC 계층은 MAC계층으로부터 재전송을 통해 데이터를 전달받게 되는데, 서브프레임 단위로 독립적으로 진행되는 MAC 계층 재전송의 특성상 RLC PDU가 순차적으로 수신되지 않을 수 있다. 따라서, 이와 같은 RLC PDU의 비순차적 수신을 보완하기 위하여 RLC 계층에서는 RLC PDU의 일련번호에 따라 앞 번호의 일련번호가 모두 수신된 경

우에만 RLC SDU를 추출하여 상위계층(PDCP)으로 전달한다. 만약 데이터가 순차적으로 도착하지 않는다면, 실시간 서비스나 스트리밍 서비스의 경우 지연시간이 길어질 수도 있고, IP의 상위에서 이를 교정하기 위한 추가적인 작업이 진행되어 성능 저하가 발생할 수도 있다.

[0027] 더불어, 이중 연결을 지원하는 경우 RLC와 함께 PDCP 계층에서도 순차적 전달을 지원할 필요가 있다. 왜냐하면, RLC 자체적으로 순차적 전달을 지원하더라도 서로 다른 두 기지국이 데이터를 송수신하기 때문에 PDCP PDU가 순차적으로 도착하지 않을 수 있기 때문이다. 이중 연결이 지원되지 않는 이전 PDCP 규격에도 순차적 전달이 포함되어 있었지만, 주 용도는 핸드오버와 RRC re-establishment와 같은 재설정 과정에서 데이터의 손실을 줄이거나 중복을 방지하기 위해 사용하였다. 하지만, 이중 연결이 지원되면서 양쪽 RLC 계층에서 전달된 데이터의 순차적 전달이 반드시 필요하게 되었고, 특별히 이 기능을 재정렬(reordering)이라고 부르고 있다.

[0028] 도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국의 구성을 도시한 도면이다. 도 3a의 기지국은 도 2의 마스터 기지국(110)을, 도 3b의 기지국은 도 2의 세컨더리 기지국(120)을 각각 나타낸다. 도 3a의 마스터 기지국(110)은 통신부(111), 통계부(112) 및 제어부(113)를 포함할 수 있으며, 도 3b의 세컨더리 기지국(120) 역시 통신부(121), 통계부(122) 및 제어부(123)를 포함할 수 있다.

[0029] 우선 도 3a를 참조하여 마스터 기지국(110)부터 설명한다. 통신부(111)는 단말(200) 혹은 세컨더리 기지국(120)과의 사이에서, PDCP PDU의 송수신을 수행할 수 있다. 이러한 “송수신”은 상향링크 방향과 하향링크 방향의 전송을 모두 포함할 수 있다. 마스터 기지국(110)을 비롯한 기지국은 대상에 따라 서로 다른 통신 방식을 이용할 수 있는 바, 통신부(111)는 유선 통신 모듈 및 무선 통신 모듈을 모두 포함하도록 하드웨어적으로 구성될 수 있다. 즉, 통신부(111)는 마스터기지국(110) 내의 다양한 통신용 하드웨어 구성 요소들을 포괄할 수 있으며, 이는 후술할 세컨더리 기지국(120)의 통신부(121) 역시 같다.

[0030] 통계부(112)는 소정 시간 동안 마스터 기지국(110)으로부터 세컨더리 기지국(120)으로 전송된 PDCP PDU에 포함된 데이터의 양인 전송 데이터 양 및 마스터 기지국(110)이 세컨더리 기지국(120)으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양인 수신 데이터 양을 각각 산출할 수 있다. 즉, 통계부(112)는 상기 소정 시간 동안 송신된 PDCP PDU 각각의 데이터 양을 모두 합산하여 전송 데이터 양을, 상기 소정 시간 동안 수신된 PDCP PDU 각각의 데이터 양을 모두 합산하여 수신 데이터 양을 각각 산출할 수 있다. 통계부(112)는 후술할 제어부(113)와 함께 마이크로프로세서(microprocessor)를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있으며, 이는 후술할 세컨더리 기지국(120)의 통계부(122)와 제어부(123) 역시 같다.

[0031] 제어부(113)는 통계부(112)에 의해 산출된 전송 데이터 양, 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 간의 데이터 전송 속도를 추정할 수 있다. 보다 구체적으로, 제어부(113)는 상기 전송 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눈 값을 하향링크 데이터 전송 속도의 추정값으로 할 수 있으며, 상기 수신 데이터 양을 상기 소정 시간의 길이로 나눈 값을 상향링크 데이터 전송 속도의 추정값으로 할 수 있다. 이와 같은 데이터 양의 정확한 추정을 위해 제어부(113)가 수행하는 구체적인 동작에 대해서는 도 4 및 5를 참조하여 이후에 설명하도록 한다.

[0032] 다음으로 도 3b를 참조하여 세컨더리 기지국(120)에 대해 설명한다. 통신부(121)는 단말(200) 혹은 마스터 기지국(110)과의 사이에서, PDCP PDU의 송수신을 수행할 수 있다. 이러한 “송수신”은 상향링크 방향과 하향링크 방향의 전송을 모두 포함할 수 있음은 앞에서 언급한 마스터 기지국(110)의 통신부(111)와 같다.

[0033] 통계부(122)는 소정 시간 동안 세컨더리 기지국(120)의 통신부(121)를 통해 송수신된 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 산출할 수 있다. 이러한 동작은 기본적으로 마스터 기지국(110)의 통계부(112)와 유사하나, 세컨더리 기지국(120)의 통계부(122)는 마스터 기지국(110)이 단말(200)과 소정 시간 동안 송수신한 PDCP PDU에 관한 정보를 직접적으로 알 수 없다. 따라서, 통계부(122)는 소정 시간 동안 통신부(121)가 상기 마스터 기지국 또는 단말(200)과 송수신한 PDCP PDU 각각의 일련번호를 추출하고, 추출된 일련번호에 기초하여 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에 송수신한 PDCP PDU 및 이에 포함된 데이터 양을 산출할 수 있다. 이는 마스터 기지국(110)에서 PDCP PDU를 생성할 때 순차적으로 증가하는 일련번호를 갖는다는 점에 착안한 것이며, 상세한 원리에 대해서는 도 6 및 7을 참조하여 이후에 설명하도록 한다.

[0034] 제어부(123)는 통계부(122)에 의해 추출된 PDCP PDU의 일련번호, 통계부(122)에 의해 산출된 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 마스터 기지국(110)과 단말(200) 간의 데이터 전송 속도를 추정할 수 있다. 보다 구체적으로, 제어부(123)는 통계부(122)에 의해 추출된 PDCP PDU의 일련번호에 기초하여 소정 시간 내에 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에서 송수신된 PDCP PDU의 개수를 알 수 있으며, 상기 개수에 PDCP PDU 하나의 테

이터 양을 곱한 후 상기 소정 시간의 길이로 나눈 값을 상기 데이터 전송 속도의 추정값으로 할 수 있다. 데이터 전송 속도의 정확한 추정을 위해 제어부(123)가 수행하는 구체적인 동작에 대해서는 도 6 및 7을 참조하여 이후에 설명하도록 한다.

[0035] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 마스터 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 순서를 도시한 도면이다. 단, 도 4에 도시된 방법은 본 발명의 일 실시예에 불과하므로 도 4에 의해 본 발명의 사상이 한정 해석되는 것은 아니며, 도 4에 도시된 방법의 각 단계는 경우에 따라 도면에 제시된 바와 그 순서를 달리하여 수행될 수 있음은 물론이다.

[0036] 이하에서는 마스터 기지국(110)에서 수행되는 세컨더리 기지국(120)의 전송 속도 추정 과정에 대해, 데이터 전송 방향에 따라 상향링크와 하향링크의 두 가지 경우로 나누어 설명하도록 한다.

[0037] [마스터 기지국의 세컨더리 기지국 상향링크 전송 속도 추정]

[0038] 이하에서는 마스터 기지국(110)에 의해 수행되는, 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 사이에서의 상향링크 전송 속도 추정 과정에 대해 설명하도록 한다. 우선, 통신부(111)는 세컨더리 기지국(120)으로부터 PDCP PDU를 수신할 수 있다(S101). 세컨더리 기지국(120)에서는 세컨더리 기지국(120)의 RLC(radio link control) 계층에서 PDCP 계층으로 데이터가 순차적으로 수신되면 즉시 마스터 기지국(110)으로 백홀을 통해 PDCP PDU의 형태로 데이터를 전달하는데, 이와 같이 마스터 기지국(110)으로 전달되는 데이터는 단말(200)이 세컨더리 기지국(120)으로 전송한 데이터와 시간적인 차이만 있을 뿐 동일하다. 따라서, 소정 시간 동안 세컨더리 기지국(120)으로부터 수신되는 PDCP PDU에 포함된 데이터 양에 기초하여, 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 사이의 상향링크 전송 속도를 추정할 수 있다.

[0039] 이에 따라, 통계부(112)는 소정 시간 동안 세컨더리 기지국(120)으로부터 수신한 PDCP PDU에 포함된 수신 데이터 양을 산출할 수 있다(S102). 그러면 제어부(113)는 상기 산출된 수신 데이터 양 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 간의 상향링크 전송 속도를 추정할 수 있다(S103). 보다 구체적으로, 제어부(113)는 아래의 수학적 식 1에서 보는 바와 같이, 소정 시간 동안 산출된 수신 데이터 양인 데이터 총량을 소정 시간의 길이로 나눔으로써 상향링크 전송 속도($R_{S,UL}$)를 구할 수 있다.

수학적 식 1

$$R_{S,UL} = \sum_{i \in S} B(PDU_i) / T$$

[0040]

[0041] $B(PDU_i)$ 는 일련번호상 i 번째 PDCP PDU에 포함되어 있는 데이터의 비트 수를 의미하며, PDCP PDU의 헤더는 상기 비트 수로부터 제외할 수도 있다. S 는 소정 시간 동안에 세컨더리 기지국(120)으로부터 전달된 PDCP PDU의 집합을 의미한다. T 는 상기 소정 시간의 길이인데, 이러한 소정 시간의 길이는 예컨대 세컨더리 기지국(120)으로부터 수신되는 후술할 DL USER DATA 메시지의 수신 주기로 설정할 수 있을 것이다.

[0042] 전술한 바와 같은 상향링크 전송 속도의 추정은 이중 연결 서비스가 단말(200)에 제공되는 동안 반복적으로 수행될 수 있다(S105).

[0043] [마스터 기지국의 세컨더리 기지국 하향링크 전송 속도 추정]

[0044] 이하에서는 마스터 기지국(110)에 의해 수행되는, 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 사이에서의 하향링크 전송 속도 추정 과정에 대해 설명하도록 한다. 우선, 통신부(111)는 세컨더리 기지국(120)으로 PDCP PDU를 송신할 수 있다(S101). 다만 상향링크의 경우와는 달리, 소정 시간 동안 통신부(111)가 세컨더리 기지국(120)으로 송신한 모든 PDCP PDU가 상기 소정 시간 내에 단말(200)로 성공적으로 송신된다고 단정할 수 없다. 따라서, 상기 PDCP PDU 중 단말(200)로의 전송에 성공한 PDCP PDU에 대한 정보를 알 필요가 있다.

[0045] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국 사이에서 전송되는 메시지를 설명하기 위한 도면이다. 이중 연결 서비스와 관련된 표준이 포함된 3GPP Release 12에서는 패킷 스플릿 방식에서 마스터 기지국(110)에서 세컨더리 기지국(120)으로의 하향링크 데이터 전송을 제어하기 위한 프로토콜 규격인 “TS 36.425:

X2 User Plane(X2-UP)”을 제정하였다. 이 프로토콜에 의하면, 마스터 기지국(110)은 세컨더리 기지국(120)으로 PDCP PDU 형태의 데이터를 포함하는 메시지인 DL USER DATA 메시지를 송신하고, 세컨더리 기지국(120)은 상기 메시지에 응답하여 마스터 기지국(110)으로 피드백 정보를 포함하는 메시지인 DL DATA DELIVERY STATUS 메시지를 송신할 수 있다. 여기서 “DL”은 downlink, 즉 다운링크를 의미한다. 상기 메시지를 통해 마스터 기지국(110)과 세컨더리 기지국(120)은 PDCP PDU를 상호 간에 교환하는 동시에, X2 구간의 흐름 제어도 함께 수행할 수 있다.

[0046] 먼저, DL USER DATA 메시지는 마스터 기지국(110)에서 세컨더리 기지국(120)으로 전송되는 DL PDCP PDU 그룹의 일련번호인 SN 필드를 포함한다. 해당 SN은 마스터 기지국(110)에서 세컨더리 기지국(120)으로 사용자 데이터를 전송할 필요가 있을 때마다 항상 헤더 정보에 포함되어 같이 전송될 수 있다. 마스터 기지국(110)에서는 DL PDCP PDU 그룹이 하나씩 전송될 때마다 SN 값을 하나씩 증가시키기 때문에, 세컨더리 기지국(120)에서는 SN을 관찰하면 마스터 기지국(110)이 전송한 패킷 중에서 소실되거나 빠진 패킷을 확인할 수 있다.

[0047] 다음으로, DL DATA DELIVERY STATUS 메시지는 마스터 기지국(110)과 세컨더리 기지국(120) 사이의 흐름 제어를 위해 사용하는 세컨더리 기지국(120)의 피드백 정보를 포함할 수 있다. 본 메시지 역시 세컨더리 기지국(120)이 마스터 기지국(110)으로 보내는 데이터 정보의 헤더에 함께 포함되어 전송될 수 있다. 더불어, 세컨더리 기지국(120)의 스케줄러가 마스터 기지국(110) 측에 데이터를 요구하기 위한 다양한 정보가 포함될 수 있다. 대표적으로, 세컨더리 기지국(120)에서 단말(200)에게 전송한 데이터 정보, 마스터 기지국(110)에게 요구하는 흐름 제어 정보, 마스터 기지국(110)이 보낸 데이터 중 세컨더리 기지국(120)이 정상적으로 수신하지 못한 데이터에 관한 정보가 포함될 수 있다.

[0048] 상기 정보들은 구체적으로 다음과 같은 세부 정보들을 포함할 수 있다. 우선, 단말(200)에게 전송한 데이터 정보로는, 세컨더리 기지국(120)이 단말에게 성공적으로 전송한 PDCP PDU 중 가장 높은 일련번호이다. 마스터 기지국(110)은 상기 정보를 통해 세컨더리 기지국(120)이 단말(200)에게 전송을 시도한 최신 PDCP PDU의 정보를 알 수 있다. 다음으로, 마스터 기지국(110)에게 요구하는 흐름 제어 정보로는, 특정 서비스를 위해 요구되는 버퍼의 양, 해당 단말(200)에서 최소로 요구되는 데이터 양(buffer size) 등을 포함할 수 있다. 특별한 일이 없다면 마스터 기지국(110)에서는 세컨더리 기지국(120)이 요청한 데이터를 확보하여 해당 세컨더리 기지국(120)에 전달할 것이다. 또한, 이전에 마스터 기지국(110)이 세컨더리 기지국(120)에 전송한 데이터 중에 세컨더리 기지국(120)이 정상적으로 수신하지 못한 DL PDCP PDU 그룹의 SN이 포함될 수 있다.

[0049] 도 5와 관련된 본 발명의 일 실시예에 대해 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 마스터 기지국(110)이 세컨더리 기지국(120)으로 전달하는 DL USER DATA 메시지 안에는 세컨더리 기지국(120)이 단말(200)로 전송할 PDCP PDU 그룹이 포함되어 있음은 앞서 말한 바와 같다. 이러한 각각의 PDCP PDU는 일련번호(SN, sequence number)를 갖고 있는데, 이러한 일련번호는 예컨대 0 이상의 정수로 표현될 수 있다. 마스터 기지국(110)은 하나의 DL USER DATA 메시지 내에 복수의 PDCP PDU를 포함시켜 전송할 수 있다. 예컨대, 일련번호 0부터 9까지의 PDCP PDU를 첫 번째 DL USER DATA 메시지에 포함시켜 전송하였다면, 일련번호 10부터 19까지의 PDCP PDU는 마스터 기지국에서 자체적으로 전송하도록 결정하고, 두 번째 DL USER DATA 메시지에는 일련번호 20부터 35까지의 PDCP PDU를 포함시킬 수 있다. 이러한 일련번호는 PDCP PDU의 헤더 정보에 포함되어 세컨더리 기지국(120)으로 전송될 수 있다. 이와 같이 PDCP PDU를 전송하기 위한 DL USER DATA 메시지의 전송은 일정한 시간 간격을 두고 주기적으로 또는 필요시 자체 판단으로 이루어질 수 있다.

[0050] 마스터 기지국(110)은 세컨더리 기지국(120)으로부터 전달받은 DL DATA DELIVERY STATUS 메시지에 포함된 Highest successfully delivered PDCP Sequence Number 필드를 이용하여 세컨더리 기지국(120)으로 전달된 PDCP PDU의 개수를 근사적으로 유추할 수 있을 것이다. 이 필드는 세컨더리 기지국(120)이 단말(200)에게 성공적으로 전송한 PDCP PDU 중에서 가장 큰 일련번호를 지시하고 있기 때문에, 상기 메시지가 생성될 시점을 기준으로 세컨더리 기지국(120)이 단말(200)에게 전송을 시도한 최근 PDCP PDU에 해당할 수 있다. 하지만, 이 PDCP PDU 이전 패킷들이 모두 단말(200)에게 의해 성공적으로 수신되었는지는 확인이 어렵기 때문에, 추정된 하향링크 전송속도가 실제보다 높을 수 있다.

[0051] 마스터 기지국(110)은 전송한 DL DATA DELIVERY STATUS 메시지를 이용하면 세컨더리 기지국(120)의 하향링크 전송 속도를 계산할 수 있다. 보다 구체적으로, 통계부(112)는 통신부(111)에 의해 소정 시간 동안 세컨더리 기지국(120)으로 전송된 PDCP PDU에 포함되어 있는 전송 데이터 양을 데이터 총량으로서 산출할 수 있다(S102). 그러면 제어부(113)는 상기 산출된 데이터 총량 및 상기 소정 시간의 길이에 기초하여 세컨더리 기지국(120)과 단말(200) 간의 하향링크 전송 속도를 추정할 수 있다(S104). 경우에 따라 제어부(113)는 상기 S104 단계의 수행

전에, 상기 소정 시간 동안 세컨더리 기지국(120)으로 전송된 PDCP PDU 중, 세컨더리 기지국(120)이 제대로 수신하지 못한 PDCP PDU에 포함된 데이터 양을 상기 데이터 총량에서 제외함으로써 데이터 총량을 보정할 수도 있다(S103).

[0052] 제어부(113)에 의해 추정되는 하향링크 전송 속도($R_{S,DL}$)는 구체적으로는 아래의 수학적 식 2를 이용하여 계산될 수 있다.

수학적 식 2

$$R_{S,DL} = \left(\sum_{i \in S} B(PDU_i) - \sum_{i \in (missing PDU_s)} B(PDU_i) \right) / T$$

[0053]

[0054] 상기 식에서, $B(PDU_i)$ 는 일련번호상 i 번째 PDCP PDU에 포함되어 있는 데이터의 비트 수를 의미하며, PDCP PDU의 헤더는 상기 비트 수에서 제외될 수도 있을 것이다. S 는 소정 시간 동안 마스터 기지국(110)이 DL DATA DELIVERY STATUS 메시지와 이전 메시지에 포함되어 있는 Highest successfully delivered PDCP Sequence Number 필드 값 사이에 포함된 PDCP PDU의 집합을 의미할 수 있다.

[0055] 이 때, DL DATA DELIVERY STATUS 메시지에는 세컨더리 기지국(120)으로 전달되지 않은 PDCP PDU에 관한 정보가 들어 있는데, 전송 속도 계산 시에는 상기 소정 시간 내에 마스터 기지국(110)에서 세컨더리 기지국(120)으로 전송된 PDCP PDU 중 이러한 미전송 PDCP PDU를 제외하고 계산할 수 있다. 상기 수학적 식 2에서 “missing PDUs”란 이와 같이 전송 속도를 계산할 때 제외해야 하는 PDCP PDU들을 의미한다. T 는 상기 소정 시간의 길이인데, 이러한 소정 시간의 길이는 전송 속도를 구하기 위한 관찰기간으로서의 의미를 가지며, T 는 DL DATA DELIVERY STATUS 메시지의 수신 주기 또는 그 정수배로 설정할 수도 있을 것이다. 한편, 상기 수학적 식 2에서 미전송 PDCP PDU를 제외하는 과정은 실시예에 따라 생략될 수도 있다.

[0056] 이상 설명한 바와 같은 마스터 기지국(110)에서 추정한 세컨더리 기지국(120)의 하향링크 전송 속도는 마스터 기지국(110)에서의 하향링크 스케줄링에 반영될 수 있다. 이와 같은 하향링크 전송 속도 추정 과정은 이중 연결 서비스가 단말(200)에 제공되는 동안 반복적으로 수행될 수 있다(S105).

[0057] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 세컨더리 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 순서를 도시한 도면이다. 단, 도 6에 도시된 방법은 본 발명의 일 실시예에 불과하므로 도 6에 의해 본 발명의 사상이 한정 해석되는 것은 아니며, 도 6에 도시된 방법의 각 단계는 경우에 따라 도면에 제시된 바와 그 순서를 달리하여 수행될 수 있음은 물론이다.

[0058] 이하에서는, 전송한 마스터 기지국(110)의 경우와 유사하게 하향링크 방향의 전송과 상향링크 방향의 전송으로 나누어 설명하도록 한다.

[세컨더리 기지국의 마스터 기지국 하향링크 전송 속도 추정]

[0060] 이하에서는 세컨더리 기지국(120)에 의해 수행되는, 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에서의 하향링크 전송 속도 추정 과정에 대해 설명하도록 한다.

[0061] 세컨더리 기지국(120)에서 마스터 기지국(110)의 상향링크 및 하향링크 전송 속도 정보를 추정하는 것은 쉽지 않다. 왜냐하면, 하향링크와 상향링크로 전송되는 데이터들이 분할 혹은 취합되는 곳은 마스터 기지국(110)이므로, 마스터 기지국(110)이 단말(200)과 송수신하는 데이터는 세컨더리 기지국(120)을 거치지 않기 때문이다.

[0062] 이에 본 발명에서는 마스터 기지국(110) 혹은 단말(200)로부터 세컨더리 기지국(120)으로 전달된 PDCP PDU의 일련번호를 관찰함으로써, 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에 송수신된 데이터에 대한 직접적인 정보 없이도 세컨더리 기지국(120)이 마스터 기지국(110)의 데이터 전송 속도를 알 수 있는 방법을 제안한다. 이 방법은 하향링크와 상향링크 모두에 적용될 수 있다.

[0063] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템의 기지국의 세컨더리 기지국에서 수행되는 데이터 전송 속도 추정 방법의 설명을 위해 가능한 데이터 전송의 한 예를 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면, PDCP PDU의 일련번호는 해당 PDCP PDU가 생성될 때마다 순차적으로 할당되기 때문에, 이러한 특성을 활용하면 각 기지국에 할

당되는 PDCP PDU를 구분할 수 있을 것이다. 보다 구체적으로, 세컨더리 기지국(120)으로 전달되는 PDCP PDU의 일련번호를 관찰했을 때, 연속되어야 할 일련번호 중 비어있는 일련번호가 있다면 해당 일련번호를 가진 PDCP PDU가 마스터 기지국(110)으로 할당되었다고 간주할 수 있다. 예컨대, 도 7을 보면 T2라는 시각에 세컨더리 기지국(120)이 마스터 기지국(110)으로부터 일련번호 11, 14, 18, 19인 PDCP PDU를 수신하였음을 볼 수 있는데, 해당 시간 동안 적어도 일련번호 12, 13, 15, 16인 PDCP PDU는 마스터 기지국(110)에 의해 단말(200)로부터 수신되었다고 생각할 수 있는 것이다.

[0064] 현재 표준 규격에 따르면, 세컨더리 기지국(120)에서는 RLC 계층이 가장 상위 계층이기 때문에, RLC 계층보다 상위 계층인 PDCP 계층에서 취급되는 PDCP PDU의 일련번호를 관찰하지 않고 있다. 하지만, 본 발명에서는 세컨더리 기지국(120)의 RLC 계층에서도 PDCP PDU의 일련번호를 관찰할 수 있다고 가정한다. 실제로 해당 기능은 세컨더리 기지국(120)에서 쉽게 구현이 가능하다. 만약, 세컨더리 기지국(120)에서, 즉, 본 발명의 구성요소에 의하면 세컨더리 기지국(120)의 통계부(122)에서 세컨더리 기지국(120)에게 전달된 PDCP PDU의 일련번호를 관찰할 수 있다면, 해당 일련번호의 PDCP PDU 이외의 PDCP PDU들은 마스터 기지국(110)으로 할당되었다고 간주할 수 있을 것이다.

[0065] 마스터 기지국(110)에서는 DL USER DATA 메시지를 통해 세컨더리 기지국(120)에게 하나 이상의 PDCP PDU를 전달할 수 있다. 도 7을 참조하면, 시각 T₁에는 3, 4, 7, 8, 9번의 5개 PDCP PDU가, T₂에는 11, 14, 18, 19번의 4개 PDCP PDU가, T₃에는 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33번의 7개 PDCP PDU가 마스터 기지국(110)으로부터 세컨더리 기지국(120)으로 도착했음을 볼 수 있다. 여기에서, 세컨더리 기지국(120)에 도착하는 PDCP PDU 중에서 가장 큰 일련번호를 HSN(highest sequence number)이라고 부르기로 한다. n(n은 자연수)번째 DL USER DATA 메시지가 세컨더리 기지국(120)에 도착하는 시점을 T_n이라고 하고, 이 때 도착하는 PDCP PDU들에 대한 HSN을 HSN_n이라고 표기하면, 세컨더리 기지국(120)에서 추정된 마스터 기지국(110)에서의 하향링크 전송 속도(R_{M,DL})는 마스터 기지국(110)에게 할당된 데이터의 양을 토대로 다음의 수학적 식 3과 같이 표현할 수 있을 것이다.

수학적 식 3

$$R_{M,DL} = \frac{\text{mod}(HSN_n - HSN_{n-1}, 2^M) - N_n}{T_n - T_{n-1}} \times L_{PDU}$$

[0066]

[0067] 여기에서 mod(a, b)는 모듈러스(modulus) 연산, 즉 a를 b로 나눈 나머지를 의미하는데, PDCP 버퍼의 크기가 제한되어 있으므로 가장 큰 일련번호를 넘어가면 일련번호가 0으로 회귀하기 때문에, 단순한 뺄셈 연산은 음수가 될 수 있어 도입하였다. 만일 버퍼의 크기가 충분히 크다고 가정하면, 일반적으로 “mod(HSN_n-HSN_{n-1}, 2^M)”라는 부분은 “HSN_n-HSN_{n-1}”, 즉 현재의 HSN에서 바로 전의 DL USER DATA 메시지를 받은 시점에서의 HSN을 뺀 값으로 생각할 수 있을 것이다. M은 PDCP 계층에서 지원하는 일련번호를 나타내기 위한 비트 수의 최대 크기를 의미하고, Release-13 표준 규격에 따르면 5, 7, 12, 15비트로 설정될 수 있다. 하지만, 이들 중 일부가 마스터 기지국(110)에 할당될 수 있기 때문에, 세컨더리 기지국(120)에게 실제로 전달된 PDCP PDU의 개수(N_n, 즉 n번째 DL USER DATA 메시지에 포함된 PDCP PDU의 개수)를 상기 PDCP PDU 개수에서 빼면 마스터 기지국(110)에게 할당된 PDCP PDU의 개수가 된다.

[0068] 식의 분모에 존재하는 “T_n-T_{n-1}”이라는 부분은 n번째 DL USER DATA 메시지가 도착한 시점과 n-1번째 DL USER DATA 메시지가 도착한 시점 사이의 간격이 된다. 즉, 식의 분모는 마스터 기지국(110)에게 할당된 PDCP PDU가 단말(200)로 전송되는 데 걸리는 시간으로 간주될 수 있다. 다만, 이는 실제로 마스터 기지국(110)에서 전송이 이루어진 시간과는 차이가 있을 수 있으나, 데이터의 전송이 원활히 이루어지고 있다면 상기 수학적 식 3을 통해 구한 전송 속도는 실제의 값과 크게 다르지 않을 것이다.

[0069] 또한, 식의 분자의 L_{PDU}는 PDCP PDU 하나의 평균 데이터 크기이다. 전송한 바와 같이, 세컨더리 기지국(120)에서는 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에서 전송되는 PDCP PDU의 데이터 크기를 알 수 없기 때문에, 세컨더리

기지국(120) 자체적으로 측정한 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 사용하는 것이며, 여기에서도 PDCP PDU의 헤더는 평균 데이터 크기에서 제외될 수 있다. 세컨더리 기지국(120)에게 전달되는 PDCP PDU의 데이터 크기가 마스터 기지국(110)에게 전달되는 PDCP PDU의 데이터 양과 실질적으로 비슷하다는 가정 하에 이와 같은 계산법을 적용할 수 있다. L_{PDU} 를 구하기 위해, 세컨더리 기지국(120)은 예컨대 n 번째 DL USER DATA 메시지 내의 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 이용할 수 있을 것이다. 즉, n 번째 DL USER DATA 메시지 내의 PDCP PDU에 포함된 데이터 크기를 모두 더하고, 이를 상기 메시지 내의 PDCP PDU의 개수(즉, 일련번호의 개수)로 나누는 것이다. 평균 데이터 크기 산정의 자료가 되는 대상 PDCP PDU의 범위는 이와 다르게(예컨대, 한 개가 아닌 복수의 DL USER DATA 메시지 내의 PDCP PDU를 대상으로 설정) 정해질 수도 있을 것이다.

[0070] 다시 도 6으로 돌아와서, 지금까지 설명한 바와 같은 원리가 적용된 세컨더리 기지국(120)에서 마스터 기지국(110)의 하향링크 전송 속도를 추정하기 위한 방법을 설명하면 다음과 같다. 우선, 제어부(123)는 방법을 맨 처음 시작할 때 방법 수행을 위해 필요한 인자들을 초기화할 수 있다(S201). 예컨대, 이전의 자료가 없는 상태이므로 현재의 HSN의 값을 0으로 둘 수 있다.

[0071] 다음으로, 통신부(121)는 마스터 기지국(110)으로부터 PDCP PDU를 수신할 수 있다(S202). 이러한 PDCP PDU의 수신은 DL USER DATA 메시지의 수신을 통해 이루어질 수 있음은 전술한 바와 같다. 통계부(122)는 수신한 PDCP PDU 각각의 일련번호를 확인하고(S203), 비어 있는 일련번호를 확인할 수 있다(S204). 이와 같은 과정을 통해, 통계부(122)는 DL USER DATA 메시지를 통해 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호보다는 작지만, 상기 메시지 수신 전의 HSN보다는 큰 일련번호 중에서, 상기 메시지를 통해 수신된 PDCP PDU의 일련번호를 제외한 일련번호를 갖는 PDCP PDU는 마스터 기지국(110)이 단말(200)로 직접 전송하였다고 판단할 수 있다.

[0072] 제어부(123)는 상기 통계부(122)의 일련번호 추출 결과에 기초하여 데이터 총량을 확정할 수 있다(S205). 즉, 통계부(122)에 의해 산출된 비어 있는 일련번호의 총 개수에 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 곱함으로써 데이터 총량을 확정할 수 있다. 여기서 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 구하는 방법에 대해서는 전술한 수학적식 3 중 LPDU와 관련된 설명을 통해 살펴본 바 있으며, 이러한 평균 데이터 크기의 산출 역시 제어부(123)에 의해 수행될 수 있다. 다음으로, 제어부(123)는 상기 데이터 총량을 소정 시간의 값으로 나눔으로써 마스터 기지국(110)과 단말(200) 간의 하향링크 전송 속도를 구할 수 있다(S206). 여기서 “소정 시간의 값”은 수학적식 3의 “ $T_n - T_{n-1}$ ”에 해당하는 것으로, 가장 최근의 DL USER DATA 메시지를 수신한 시점에서 바로 전의 DL USER DATA 메시지를 수신한 시점을 뺀 값이 된다. 만일 가장 최근의 DL USER DATA 메시지가 방법 수행 이후 최초의 DL USER DATA 메시지여서 바로 전의 DL USER DATA 메시지가 존재하지 않는다면, 바로 전의 DL USER DATA 메시지를 수신한 시점 대신 방법 시작 시점을 이용할 수 있을 것이다. 한편, 상기 소정 시간은 필요에 따라 보다 긴 시간으로 설정할 수도 있다. 예컨대, 한 개가 아니라 복수 개의 DL USER DATA의 전송에 걸리는 시간으로 상기 소정 시간을 설정할 수 있을 것이다.

[0073] 하향링크 전송 속도를 구한 제어부(123)는 필요 인자를 갱신할 수 있다(S207). 예컨대, 다음 DL USER DATA 메시지에 포함된 PDCP PDU를 대상으로 한 전송 속도 산출 과정을 위해, 현재의 HSN의 값을 다음 과정을 위한 “바로 이전의 HSN”으로 설정할 수 있다. 또한, 현 단계에서 구해진 전송 속도의 값을 저장할 수 있으며, 저장된 전송 속도 값의 이용에 대해서는 후술한다. 지금까지 설명한 바와 같은 마스터 기지국(110)의 하향링크 전송 속도의 추정 과정은 이중 연결 서비스가 단말(200)에 제공되는 동안 반복적으로 수행될 수 있다(S208).

[0074] **[세컨더리 기지국의 마스터 기지국 상향링크 전송 속도 추정]**

[0075] 이하에서는 세컨더리 기지국(120)에 의해 수행되는, 마스터 기지국(110)과 단말(200) 사이에서의 상향링크 전송 속도 추정 과정에 대해 설명하도록 한다.

[0076] 하향링크의 경우와 마찬가지로, 마스터 기지국(110)이 단말(200)로부터 직접 수신하는 데이터는 세컨더리 기지국(120)을 거쳐가지 않기 때문에, 세컨더리 기지국(120)에서 마스터 기지국(110)의 상향링크 전송 속도 정보를 추정하는 과정 역시 단말(200)로부터 세컨더리 기지국(120)으로 전송되는 PDCP PDU의 일련번호 관찰을 통해 간접적으로 이루어져야 한다.

[0077] 세컨더리 기지국(120)이 마스터 기지국(110)의 상향링크 전송 속도를 추정하기 위한 과정 역시, 앞에서 설명한 하향링크 전송의 경우와 유사하게 이루어질 수 있다. 따라서 수학적식 3을 이용한 데이터 전송 속도 산출의 원리 역시 상향링크의 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0078] 다만, 세컨더리 기지국(120)이 단말(200)로부터 상향링크 데이터를 수신할 때에는 세컨더리 기지국(120)의 RLC

계층이 하위 계층인 MAC(medium access control) 계층으로부터 데이터를 순차적으로 전달받지 못하여, 비어 있는 PDCP PDU 일련번호가 수시로 발생할 수 있다. RLC 계층에 도착하는 RLC PDU의 도착순서가 비순차적일 수 있는 특징을 고려하면, 단순히 RLC 계층에 도착한 RLC PDU로부터 일련번호를 관찰한 결과를 전송 속도 추정 과정에 이용하는 것은 정확도가 낮아질 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 상향링크 전송 속도를 추정하는 시점을 세컨더리 기지국(120)의 RLC 계층에서 순차적 데이터 수신을 확인한 후, 순차적으로 전달된 PDCP PDU들을 마스터 기지국(110)으로 전달하는 시점으로 설정할 수 있다. 즉, 전송한 하향링크 전송속도 추정과는 달리, 데이터의 n 번째 순차적 수신을 확인한 후 마스터 기지국으로 데이터를 송신하는 시점을 T_n 라고 하고, 해당 PDCP PDU들에 대한 HSN을 HSN_n 이라고 표기한다.

[0079] 이하에선 도 6을 참조하여 세컨더리 기지국(120)에서 마스터 기지국(110)의 상향링크 전송 속도를 추정하기 위한 방법을 설명하도록 하며, 하향링크 전송 속도 추정의 경우와 중복되는 설명은 생략될 수 있다.

[0080] 우선, 제어부(123)는 방법을 맨 처음 시작할 때 방법 수행을 위해 필요한 인자들을 초기화할 수 있다(S201). 다음으로, 통신부(121)는 단말(200)로부터 PDCP PDU를 수신할 수 있다(S202). 통계부(122)는 수신한 PDCP PDU 각각의 일련번호를 확인하고(S203), 비어 있는 일련번호를 확인할 수 있다(S204). 이와 같은 과정을 통해, 통계부(122)는 수신한 PDCP PDU의 일련번호 중 가장 큰 일련번호보다는 작지만, 메시지 수신 전의 HSN보다는 큰 일련번호 중에서, 상기 수신된 PDCP PDU로부터 추출된 일련번호를 제외한 일련번호를 갖는 PDCP PDU는 단말(200)이 마스터 기지국(110)으로 바로 전송하였다고 판단할 수 있다.

[0081] 제어부(123)는 상기 통계부(122)의 일련번호 추출 결과에 기초하여 데이터 총량을 확정할 수 있다(S205). 즉, 통계부(122)에 의해 산출된 비어 있는 일련번호의 총 개수에 PDCP PDU의 평균 데이터 크기를 곱함으로써 데이터 총량을 확정할 수 있으며, 구체적인 사항에 대해서는 전술한 수학적식 3 및 관련 설명을 참고할 수 있다. 다음으로, 제어부(123)는 상기 데이터 총량을 소정 시간의 값으로 나눔으로써 마스터 기지국(110)과 단말(200) 간의 상향링크 전송 속도를 구할 수 있으며(S206), 필요 인자를 갱신할 수 있다(S207). 지금까지 설명한 바와 같은 마스터 기지국(110)의 상향링크 전송 속도의 추정 과정은 이중 연결 서비스가 단말(200)에 제공되는 동안 반복적으로 수행될 수 있다(S208).

[0082] 한편, 짧은 시간의 데이터만으로 추정된 전송 속도 간에는 비교적 큰 편차가 있을 수 있다. 따라서 가장 최근에 수신된 DL USER DATA 메시지 내의 PDCP PDU만을 이용하여 추정된 데이터 전송 속도를 바로 스케줄링에 사용할 경우, 동작 변동성이 커질 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로서, 소정 시간 이전까지 누적된 평균 데이터 전송 속도와, 가장 최근에 추정된 데이터 전송 속도를 가중 평균하여 평균 데이터 전송 속도를 산출하고, 이와 같이 산출된 평균 데이터 전송 속도를 스케줄링에 이용할 수도 있다. 즉, 이는 일종의 지수평활(exponential smoothing) 방식으로서, 순간적으로 추정된 전송 속도를 이용하여 평균 전송 속도를 업데이트시켜 나가는 것이다. 이는 마스터 기지국(110) 및 세컨더리 기지국(120)의 상향링크 및 하향링크 전송 속도 모두에 대해 적용될 수 있으며, 각 기지국의 제어부(113, 123)에 의해 수행될 수 있다. 이와 같은 지수평활을 사용하여 구한 j번째 평균 데이터 전송 속도($R_{exp}(j)$)는 다음과 같은 수학적식 4을 통해 구할 수 있다.

수학적식 4

$$R_{exp}(j) = \alpha R(j) + (1 - \alpha) R_{exp}(j-1)$$

[0083]

[0084] 여기에서 α 는 0-1 사이의 값을 갖고, α 가 1에 가까울수록 최근에 구한 전송속도가 평균 전송속도에 많이 반영될 것이다. 더불어, $R(j)$ 는 j번째 단기 구간에서 측정된 전송속도에 해당하고, 이러한 단기 구간에서의 개별 전송속도를 구하는 데에는 수학적식 1 내지 3의 결과가 이용될 수 있다.

[0085] 지금까지 설명한 본 발명의 기술에 의하면, 각 기지국이 특정 단말에 대한 평균 전송속도를 연계 기지국에 직접적으로 전달하지 못하는 이중 연결 네트워크 구조에서 자신에게 전달되는 데이터 패킷을 관찰하여 연계 기지국에서의 특정 단말에 대한 평균 상향링크 및 하향링크 전송 속도를 추정할 수 있다. 연계 기지국의 평균 전송 속도를 스케줄링에 이용하면 셀 내 단말의 전반적인 전송 효율이 개선될 수 있고, 특히 경계 단말의 전송속도가 크게 개선될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 연계 기지국의 데이터 전송 속도 추정 방법은 무선 자원의 효율적 이용에 중요한 역할을 수행할 수 있다.

[0086] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방법으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0087] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0088] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

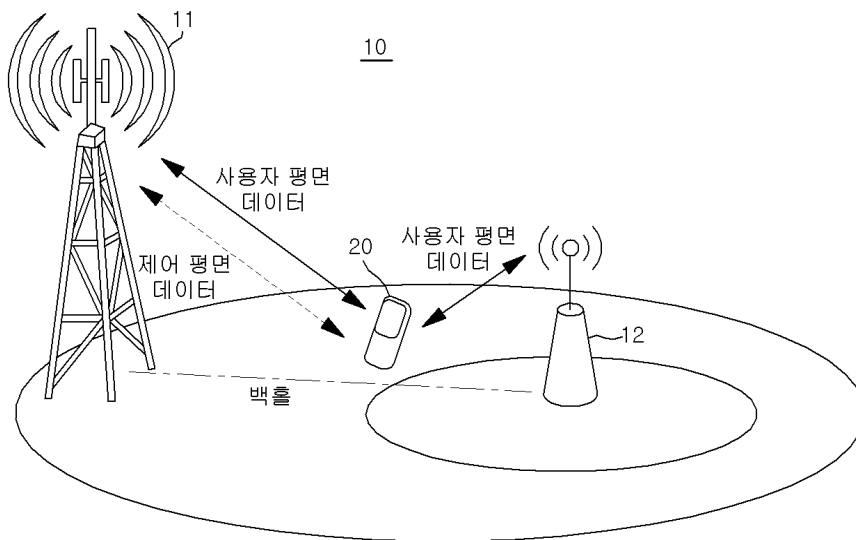
[0089] 본 발명은 현재 마스터 기지국과 세컨더리 기지국 간의 데이터 전송 속도에 관한 상호 정보 교환에 대해 표준 등에 정의되지 않은 상황에서, 이와 같은 명시적인 정보 교환이 없이도 상대 기지국과 단말 간의 데이터 전송 속도를 추정하고 이를 스케줄링에 반영함으로써 이동통신 환경을 최적화할 수 있다.

부호의 설명

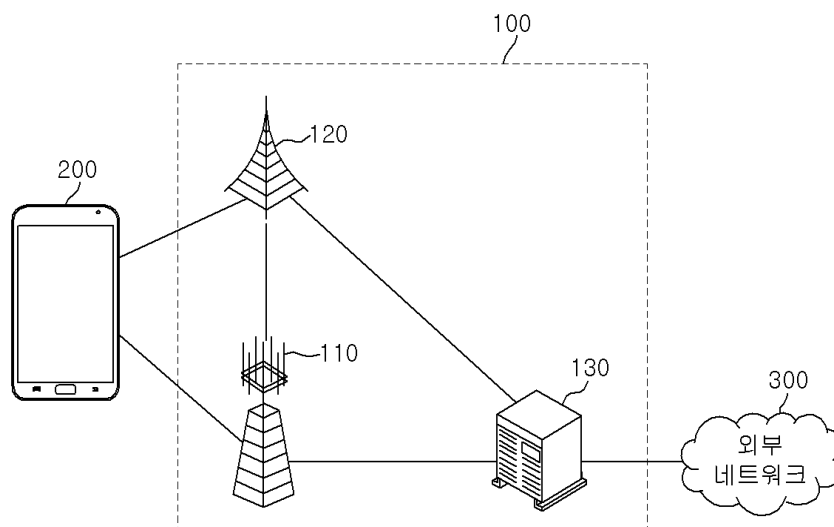
[0090] 100: 이동통신 시스템
110: 마스터 기지국
111: 통신부
112: 통계부
113: 제어부
120: 세컨더리 기지국
121: 통신부
122: 통계부
123: 제어부
130: 코어 네트워크
200: 단말
300: 외부 네트워크

도면

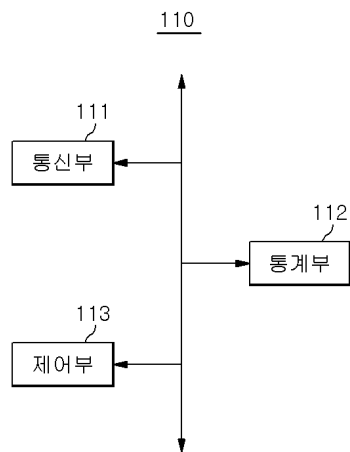
도면1



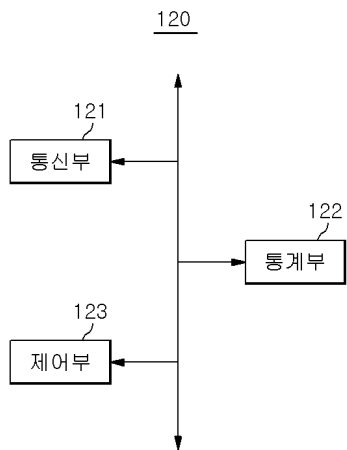
도면2



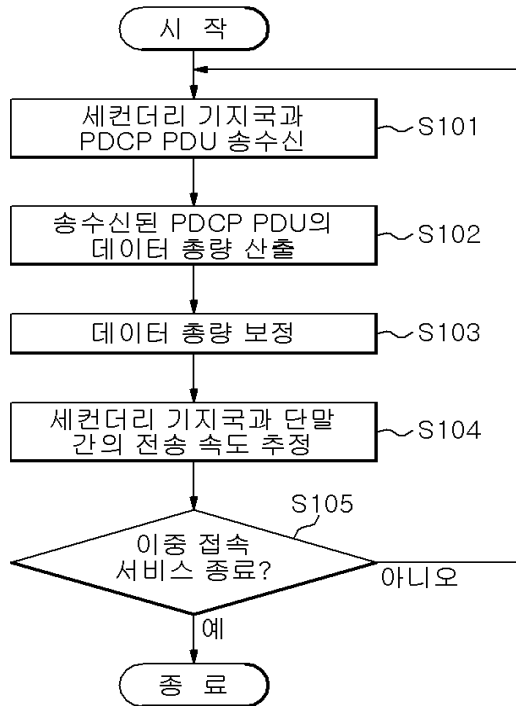
도면3a



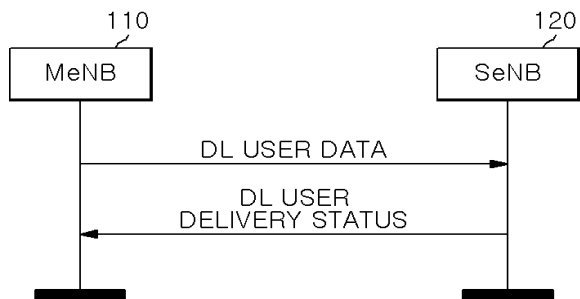
도면3b



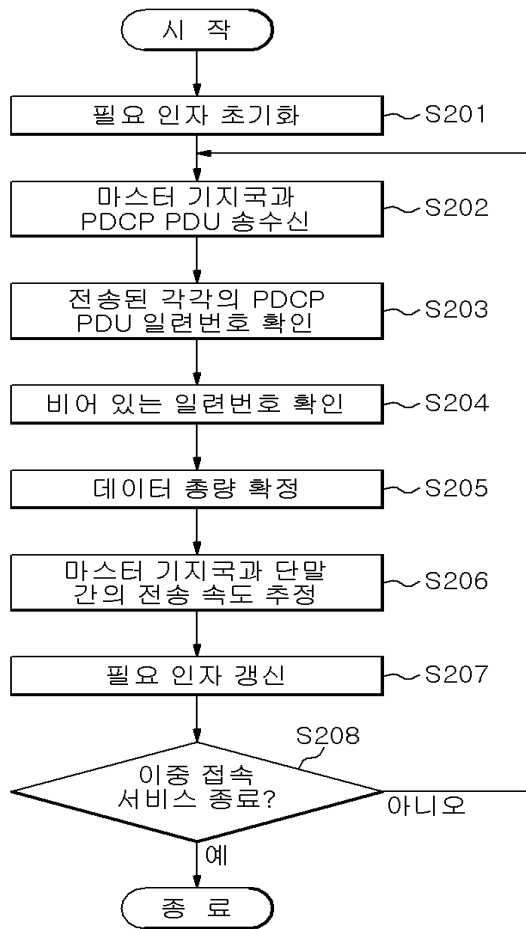
도면4



도면5



도면6



도면7

