(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월10일
(11) 등록번호 10-2372488
(24) 등록일자 2022년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 72/12 (2009.01) *H04W 28/02* (2009.01)
H04W 72/10 (2009.01) *H04W 88/08* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 72/1242 (2013.01)
H04W 28/0278 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0076241
(22) 출원일자 2015년05월29일
심사청구일자 2020년05월20일
(65) 공개번호 10-2016-0140098
(43) 공개일자 2016년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050024938 A
KR1019980063618 A
KR1020080000480 A
US20060182128 A1

(73) 특허권자
삼성전자 주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
김요한
서울특별시 강동구 암사19길 25, 101동 204호 (암사동, 암사동한솔아파트)
정송
대전광역시 유성구 대학로 291, IT융합센터 918호 (구성동, 한국과학기술원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤동열

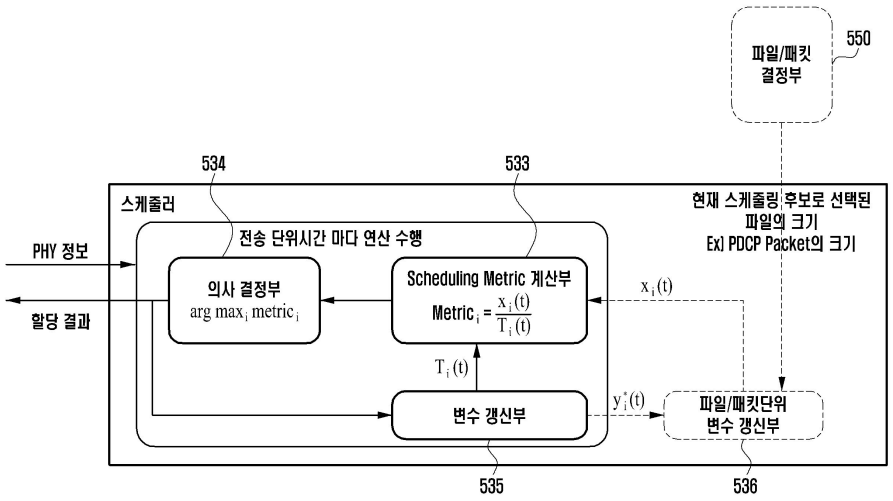
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 이철수

(54) 발명의 명칭 **무선 패킷 네트워크를 위한 스케줄링 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 기지국이 전송하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법은, 미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하는 단계; 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하는 단계; 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하는 단계; 및 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 단계를 포함하여, 인지 쓰루풋 관점에서 우수한 성능을 제공한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H04W 72/10 (2013.01)
H04W 88/08 (2013.01)
(72) 발명자
김은용
경기도 용인시 수지구 광교마을로 2, 4306동 1102호 (상현동, 광교경남아너스빌)
전요셉
경기도 성남시 분당구 산운로 97, 505동 1303호 (운중동, 한성필하우스아파트)
최옥영
대전광역시 유성구 대학로 291, IT융합센터 918호 (구성동, 한국과학기술원)
이창식
대전광역시 유성구 대학로 291, IT융합센터 918호 (구성동, 한국과학기술원)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기지국이 전송하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법에 있어서,

미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하는 단계;

각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하는 단계;

상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하는 단계; 및

상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

하나 이상의 이전(previous) 제1시간 및 하나 이상의 이전 제2시간을 고려하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 평균 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 평균 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 누적 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 누적 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1시간의 업데이트 단계는,

각 단말에 대하여 상기 기지국의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 상기 제1시간을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 6

기지국이 수신하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법에 있어서,

미리 정해진 주기마다 상기 기지국으로 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하는 단계;

각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하는 단계;

상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하

여 우선순위 값을 결정하는 단계; 및

상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

하나 이상의 이전(previous) 제1시간 및 하나 이상의 이전 제2시간을 고려하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 평균 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 평균 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 우선순위 값의 결정 단계는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 누적 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 누적 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 제1 시간을 업데이트하기에 앞서서, 하나 이상의 단말로부터 상기 하나 이상의 단말의 버퍼 상태 정보(buffer status report)를 수신하는 단계; 및

상기 수신한 버퍼 상태 정보에 기초하여 상기 하나 이상의 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기를 판단하는 단계를 더 포함하고,

상기 제1시간의 업데이트 단계는,

상기 하나 이상의 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 상기 제1시간을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 기지국의 자원 스케줄링 방법.

청구항 11

단말과 데이터를 송수신하는 기지국에 있어서,

하나 이상의 단말과 데이터를 송수신하는 통신부;

미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하고, 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하고, 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하고, 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 제어부; 및

상기 업데이트된 제1 시간, 상기 업데이트된 제2 시간 및 상기 결정된 우선순위 값 중에서 적어도 하나를 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제어부는,

하나 이상의 이전(previous) 제1시간 및 하나 이상의 이전 제2시간을 고려하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것

을 특징으로 하는 기지국.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 평균 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 평균 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 누적 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 누적 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 제어부는,

각 단말에 대하여 상기 기지국의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 상기 제1시간을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 16

단말과 데이터를 송수신하는 기지국에 있어서,

하나 이상의 단말과 데이터를 송수신하는 통신부;

미리 정해진 주기마다 상기 기지국으로 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하고, 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하고, 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하고, 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 제어부; 및

상기 업데이트된 제1 시간, 상기 업데이트된 제2 시간 및 상기 결정된 우선순위 값 중에서 적어도 하나를 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제어부는,

하나 이상의 이전(previous) 제1시간 및 하나 이상의 이전 제2시간을 고려하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 평균 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 평균 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 업데이트된 제1시간과 상기 하나 이상의 이전 제1시간의 누적 시간, 및 상기 업데이트된 제2시간과 상기 하나 이상의 이전 제2시간의 누적 시간에 기초하여 상기 우선순위 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 통신부는 하나 이상의 단말로부터 상기 하나 이상의 단말의 버퍼 상태 정보(buffer status report)를 수신

하고,

상기 제어부는 상기 수신한 버퍼 상태 정보에 기초하여 상기 하나 이상의 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기를 판단하고, 상기 하나 이상의 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 상기 제1시간을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 기지국.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 스케줄링을 위한 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 패킷 기반 무선 네트워크에서 패킷을 송신 또는 수신할 사용자를 효과적으로 결정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 대표적인 스케줄러에는 PF (proportional fair) 스케줄러가 있다. PF 스케줄러는 매 전송 단위시간마다 각 사용자에 대하여 순시 채널에 기초하여 선택 기준값을 계산하고, 계산된 선택 기준값에 기초하여 사용자를 선택한다. PF 스케줄러는 사용자의 순시 채널 rate 가 크게 변하지 않는 환경에서는 모든 사용자를 번갈아가면서 선택하는 성질을 가진다.

[0003] 무선 네트워크의 성능 지표 중 하나로서 인지 쓰루풋 (Perceived Throughput)이 있다. 인지 쓰루풋이란, 유한한 크기(B) 의 파일 또는 패킷을 모두 전송하는데 걸린 시간(W) 으로 나눈 값이다. 사용자는 어플리케이션을 사용할 때 쓰루풋 성능을 쉽게 인지할 수 있다. 인지 쓰루풋은 LTE 의 규격문서인 TS 36.814 문서에 정의되어있으며 수학식 1과 같이 표현할 수 있다.

수학식 1

[0004] $$R^p = \frac{B}{W}$$

[0005] 여기서 유한한 크기의 파일/또는 패킷은 매우 작은 단위의 데이터 단위일 수도 있고, 통신 시스템이 전송 가능한 한도 내에서의 매우 큰 단위의 파일이나 패킷일 수도 있다. 편의상 본 발명에서는 파일 또는 패킷이라는 용어를 사용하였으나 이에 한정되는 것은 아니며, 다른 데이터 집합과의 구분이 가능한 데이터 집합은 모두 이에 해당할 수 있다. 예를 들어 LTE, WCDMA, WiMAX, WiFi 등에서 전송되는 통상적인 패킷 단위를 모두 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] PF 스케줄러는 매 전송단위시간마다 선택 기준값 계산에 사용되는 변수를 update 하여서 자원을 할당하지만, 파일 또는 패킷을 모두 전송하는데 걸린 시간을 고려하지 않으므로 사용자가 쉽게 인지하는 인지 쓰루풋 관점에서는 최적의 스케줄러라고 할 수 없다. 인지 쓰루풋(특히 롱-텀 인지 쓰루풋 (long-term perceived throughput)) 관점에서 우수한 성능을 보이는 스케줄러의 구현이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시 예에 따른 기지국이 전송하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법은, 미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하는 단계; 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하는 단계; 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하는 단계; 및 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 기지국이 수신하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법은, 미리 정해진 주기마다 상기 기지국으로 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하는 단계; 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하는 단계; 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하는 단계; 및 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말과 데이터를 송수신하는 기지국은, 하나 이상의 단말과 데이터를 송수신하는 통신부; 미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하고, 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하고, 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하고, 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 제어부; 및 상기 업데이트된 제1 시간, 상기 업데이트된 제2 시간 및 상기 결정된 우선순위 값 중에서 적어도 하나를 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말과 데이터를 송수신하는 기지국은, 하나 이상의 단말과 데이터를 송수신하는 통신부; 미리 정해진 주기마다 상기 기지국으로 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트하고, 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트하고, 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정하고, 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행하는 제어부; 및 상기 업데이트된 제1 시간, 상기 업데이트된 제2 시간 및 상기 결정된 우선순위 값 중에서 적어도 하나를 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 스케줄러는, 짧은 시간 구간(short-term)에서 보았을 때에는 파일 또는 패킷 단위 전송을 유도하여 사용자간의 공평성(fairness)이 깨지더라도, 긴 시간 구간(long-term)에서 보았을 때에는 사용자간 파일 또는 패킷 전송 우선 순위를 돌아가며 할당하여 공평성을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 LTE 시스템의 구조를 도시하는 도면이다.

도 2는 LTE 시스템에서 무선 프로토콜 구조를 나타낸 도면이다.

도 3은 PF 스케줄러와 인지 쓰루풋 간의 관계를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 스케줄링이 적용되는 경우의 LTE의 계층별 동작을 나타낸다.

도 5는 본 발명이 적용되는 경우의 스케줄러의 구체적 동작을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 스케줄러와 인지 쓰루풋 간의 관계를 나타낸다.

도 7은 기지국이 전송하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법을 나타낸다.

도 8은 자원 스케줄링을 수행하는 장치의 구성을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명에 있어 관련된 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 발명에서의 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.

[0014] 본 발명은 기지국에서 패킷 기반 무선 네트워크의 성능 향상을 위해 상향링크 또는 하향링크에 대한 스케줄링을

수행하는 방법에 대해 설명하며, 이는 다른 형태의 통신 시스템으로 확장 가능하다.

[0015] 이하 설명의 편의를 위하여, 본 발명은 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution)에서 정의하고 있는 용어 및 명칭들을 사용한다. 하지만, 본 발명이 상기 용어 및 명칭들에 의해 한정되는 것은 아니며, LTE 외의 다른 시스템에도 동일하게 적용될 수 있다. 본 발명의 기지국(base station)은 evolved nodeB(eNodeB), nodeB, Radio Network Subsystem(RNS), Base Transceiver Station(BTS), wireless access point 등을 포함하며, 다른 단말과의 데이터 송수신을 위한 자원 스케줄링을 수행하는 단말도 이에 포함될 수 있다.

[0016] 본 명세서 및 청구범위에 있어서 "포함하는"은 다른 요소들 또는 동작들을 배제한다는 의미가 아니다. 본 명세서 및 청구범위에 있어서 단수 명사는 달리 특별히 언급되지 않는다면 복수 명사를 포함할 수 있다. 예컨대 "단말"은 하나의 단말을 가리킬 수도 있고 2 이상의 단말을 포함할 수도 있다. 본 명세서 및 청구범위에 있어서 구성요소에 대한 접미사 "부(unit)"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 본 명세서 및 청구범위에 있어서 "제1, 제2, 제3"는 유사한 요소들을 구별하기 위해 사용되었으며, 반드시 순차적 또는 연대순으로 기술하기 위해 사용된 것은 아니다.

[0017] 본 명세서 및 청구범위에 있어서 "사용자" 또는 "단말"은 LTE 표준에서 정의된 user equipment (UE) 와 혼용해서 사용될 수 있다. 단말은 기지국과 통신을 하는 모든 형태의 기기를 포함한다. 단말은, 예를 들면, 태블릿(Tablet) 개인 컴퓨터(Personal Computer: PC), 휴대용 멀티미디어 재생 장치(Portable Multimedia Player: PMP), 개인용 휴대 단말기(Personal Digital Assistant: PDA), 스마트 폰(Smart Phone), 스마트 장치, 스마트 카, 휴대폰, 헤드폰, 이어폰, 디지털 액자, 웨어러블 디바이스(Wearable Device) 등을 포함할 수 있다. 또한 단말은 특정 위치에 고정적으로 설치된 장치일 수도 있다.

[0018] 이하, 본 발명의 다양한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흩트리지 않도록 간략화되거나 생략된다. 여기서 본 발명의 특징이 상술한 예시들로 한정되는 것은 아니며, 이하에서 설명하는 각 구성들의 형태 변경이나, 추가적인 기능들까지도 포함할 수 있다. 도면들에서, 일부 요소들의 크기는 예시를 위해 확대될 수 있으며, 크기에 비례하여 도시한 것이 아니다.

[0019] 도 1은 LTE 시스템의 구조를 도시하는 도면이다.

[0020] 도 1을 참조하면, LTE 시스템의 무선 액세스 네트워크는 차세대 기지국(Evolved Node B, 이하 ENB) (105, 110, 115, 120)과 MME (125, Mobility Management Entity) 및 S-GW(130, Serving-Gateway)로 구성된다. 사용자 단말(User Equipment, 이하 UE) (135)은 ENB(105 ~ 120) 및 S-GW(130)를 통해 외부 네트워크에 접속할 수 있다.

[0021] 도 1에서 ENB(105 ~ 120)는 UMTS 시스템의 노드 B에 대응된다. ENB는 UE(135)와 무선 채널로 연결되며 노드 B보다 복잡한 역할을 수행한다. LTE 시스템에서는 인터넷 프로토콜을 통한 VoIP(Voice over IP)와 같은 실시간 서비스를 비롯한 모든 사용자 트래픽이 공용 채널(shared channel)을 통해 서비스 되므로, UE들의 버퍼 상태, 가용 전송 전력 상태, 채널 상태 등의 상태 정보를 취합해서 스케줄링을 하는 장치가 필요하며, 이를 ENB(105 ~ 120)가 담당한다. 하나의 ENB는 통상 다수의 셀들을 제어한다. 예컨대, 100 Mbps의 전송 속도를 구현하기 위해서 LTE 시스템은 예컨대, 20 MHz 대역폭에서 직교 주파수 분할 다중 방식(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 OFDM이라 한다)을 무선 접속 기술로 사용한다. 또한 단말의 채널 상태에 맞춰 변조 방식(modulation scheme)과 채널 코딩률(channel coding rate)을 결정하는 적응 변조 코딩(Adaptive Modulation & Coding, 이하 AMC라 한다) 방식을 적용한다. S-GW(130)는 데이터 베어러를 제공하는 장치이며, MME(125)의 제어에 따라서 데이터 베어러를 생성하거나 제거한다. MME는 단말에 대한 이동성 관리 기능은 물론 각종 제어 기능을 담당하는 장치로 다수의 기지국 들과 연결된다.

[0022] 도 2는 LTE 시스템에서 무선 프로토콜 구조를 나타낸 도면이다.

[0023] 도 2를 참조하면, LTE 시스템의 무선 프로토콜은 단말과 ENB에서 각각 PDCP(Packet Data Convergence Protocol 205, 240), RLC(Radio Link Control 210, 235), MAC (Medium Access Control 215,230)으로 이루어진다. PDCP(Packet Data Convergence Protocol) (205, 240)는 IP 헤더 압축/복원 등의 동작을 담당하고, 무선 링크 제어(Radio Link Control, 이하 RLC라고 한다) (210, 235)는 PDCP PDU(Packet Data Unit)를 적절한 크기로 재구성한다. MAC(215,230)은 한 단말에 구성된 여러 RLC 계층 장치들과 연결되며, RLC PDU들을 MAC PDU에 다중화하고 MAC PDU로부터 RLC PDU들을 역다중화하는 동작을 수행한다. 물리 계층(220, 225)은 상위 계층 데이터를 채

널 코딩 및 변조하고, OFDM 심벌로 만들어서 무선 채널로 전송하거나, 무선 채널을 통해 수신한 OFDM 심벌을 복조하고 채널 디코딩해서 상위 계층으로 전달하는 동작을 한다. 또한 물리 계층에서도 추가적인 오류 정정을 위해, HARQ (Hybrid ARQ) 를 사용하고 있으며, 수신단에서는 송신단에서 전송한 패킷의 수신여부를 1 비트로 전송한다. 이를 HARQ ACK/NACK 정보라 한다. 업링크 전송에 대한 다운링크 HARQ ACK/NACK 정보는 PHICH (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 물리 채널을 통해 전송되며 다운링크 전송에 대한 업링크 HARQ ACK/NACK 정보는 PUCCH (Physical Uplink Control Channel)이나 PUSCH (Physical Uplink Shared Channel) 물리 채널을 통해 전송될 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 스케줄러 및 PF 스케줄러는 MAC(230)에 주로 포함되며 이에 대해서는 도 4에서 자세히 설명하도록 한다.

[0025] 도 3은 PF 스케줄러와 인지 쓰루풋 간의 관계를 나타낸다.

[0026] 도 3에서는 채널이 변화하지 않는 환경에서 PF스케줄러의 스케줄링에 의해 UE1과 UE2에 대하여 번갈아 자원이 할당되어 패킷이 전송되는 것을 나타내고 있다. 도 3에서 UE1과 UE2 모두, 100의 크기를 가지는 패킷이 전송을 위해 버퍼에 전달된다. 버퍼에 남은 패킷의 크기가 0가 되는 시점은 UE1의 경우 199, UE2의 경우 200이 된다. 따라서 UE1과 UE2 모두 100의 크기를 가지는 packet 을 약 200의 시간 동안 전송하게 되어서, 인지 쓰루풋 관점에서는 UE1과 UE2 모두 100/200 에 가까운 성능을 보인다.

[0027] 도 4는 본 발명의 스케줄링이 적용되는 경우의 LTE의 계층별 동작을 나타낸다.

[0028] 도 4에서는, 기지국에서 사용자(단말)에게 하향링크 데이터를 전송하는 동작을 설명한다. IP Packet 이 인터넷망을 통해서 도착하면, PDCP 계층(410)에서 PDCP Processing (ROHC, Cyphering 등) 의 처리를 거쳐 RLC 계층(420)으로 전달할 PDCP PDU 를 생성한다. PHY 계층(440)에서는 스케줄링에 필요한 PHY 정보를 MAC 계층(430)에 전달한다. 이때 스케줄링에 필요한 PHY 정보의 구체적 구성은 구현에 따라 달라질 수 있다. MAC 계층(430)의 스케줄러 기능 제어부(431)에서 PHY 정보를 Processing 한 이후, 스케줄러(432)로 해당 processing한 정보를 전송한다.

[0029] 도 4를 참조하면 스케줄러(432)는 스케줄링 Metric 계산부(433), 의사결정부(434), 변수갱신부(435) 및 파일/패킷 단위 변수 갱신부(436)를 포함한다. 스케줄러(432)는 매 전송 단위시간 (LTE 에서는 TTI(Transmission Time Interval) 또는 Subframe) 마다 스케줄링을 수행한다. 스케줄링 Metric 계산부(433)에서는 각 사용자별로 스케줄링 metric 을 계산한다. 의사결정부(434)에서는 각 사용자에 대한 스케줄링 metric 을 바탕으로 스케줄링 되는 사용자를 선택한다. 변수갱신부(435)에서는 할당 결과를 바탕으로 Scheduling metric 을 계산하기 위해 필요한 변수를 갱신한다.

[0030] 파일/패킷 결정부(450)는 RLC/PDCP/IP 의 세 계층 중 하나 이상의 계층의 정보를 이용하여 어떤 크기의 파일 또는 패킷 단위로 스케줄러의 파일/패킷 단위 변수 갱신을 할지에 대해 결정한다. 도 4에서는 파일/패킷 결정부(450)가 스케줄러(432)와 별개의 블록인 것으로 도시하고 있으나, 이와 달리 파일/패킷 결정부(450)가 스케줄러(432)에 포함될 수 있다. 파일 또는 패킷의 크기를 결정하는 기준은 어느정도 단위로 사용자간의 공평성을 보장할지에 대한 policy 에 의해서 결정될 수 있다. 이때, 계층에 따라 패킷 크기를 결정하는 방식은 다를 수 있으며, 파일의 용도 파악을 위해 Deep Packet Inspection 등의 다양한 방법을 결합하여 동작할 수 있다.

[0031] 스케줄링 Metric 계산부(433), 의사결정부(434), 변수갱신부(435)는 전송 단위시간마다 연산을 수행하므로 파일/패킷의 단위에서의 성능은 고려하지 못한다. 파일/패킷 단위 변수 갱신부(436)는, 매 전송 단위시간마다가 아니라, 하나의 파일/패킷 결정부(450)에서 결정한 크기의 파일/패킷의 전송이 완료될 때마다 변수를 update 하고, 상기 update된 변수를 Scheduling metric 계산부(433)로 보내어, 상기 Scheduling metric 계산부(433)에서 상기 update된 변수를 사용할 수 있게 한다.

[0032] 스케줄러(432)는 스케줄링을 수행한 이후에, 선택된 사용자의 정보와 해당 사용자에게 전송해야 하는 Data 의 크기를 RLC PDU 의 size 의 형태로 RLC 계층(420)에 전달한다. RLC 계층(420)은, MAC 계층(430)으로부터 통보받은 RLC PDU 를 생성하기 위해서, PDCP 계층(410) 에서 생성한 PDCP PDU 들에 대하여 Segmentation/Concatenation 을 수행하여 RLC PDU 의 형태로 구성하여 MAC 계층(430)으로 전달한다. MAC 계층(430)에서는 전달받은 RLC PDU 를 Processing 후 PHY 계층(440)으로 전달하고, PHY 계층(440)에서는 PHY 신호처리를 수행한다.

[0033] 스케줄러(432)는 PF 스케줄러가 고려하지 못하는 파일/패킷 단위의 성능을 고려하여, 전송 순서가 매 전송단위 시간마다 바뀌어서 인지 쓰루풋이 떨어지는 현상을 방지할 수 있다. 또한, Scheduling Metric에서 파일/패킷 단

위로 갱신되는 변수를 사용함으로써 파일/패킷이 특정 사용자에게 계속해서 할당되는 현상을 방지할 수 있다. 적절히 설계된 변수가 사용되면, 도 4의 동작에 의해 인지 쓰루풋을 향상 시키고, 동시에 fairness 도 보장할 수 있다.

[0034] 본 발명의 스케줄링은 인지 쓰루풋 최적화를 위해 수학식 2의 목적함수를 고려한다.

수학식 2

[0035] $$\min_{w} \max_{i} \frac{\overline{W_i}}{\overline{T_i}}$$

[0036] $\overline{T_i}$ 값은 평균 파일 크기를 평균 채널 rate 로 나눈 값, 즉, 파일이 전송을 위해 채널을 점유한 평균 시간을 나타낸다. $\overline{W_i}$ 값은 평균지연시간이다. 따라서, 목적함수의 의미는, (평균 지연시간/평균 채널 점유 시간)을 최대화 하는 사용자를 찾을 때, 평균 지연 시간 또한 최소가 되도록 스케줄링하는 것을 의미 한다. (평균 지연 시간/평균 채널 점유 시간)을 최대화 한다는 것은, 채널 점유 시간에 비례하도록 평균 지연시간이 큰 사용자를 찾는다는 의미이고, 이는 공평성을 보장하기 위함이다. 단순히 평균 지연시간이 큰 사용자만을 스케줄링 하게 되면, 채널이 좋지 않아서 계속 기다리는 시간이 큰 사용자만 스케줄링이 되기 때문에, 채널이 좋은 사용자에게는 자원이 할당되기 어렵다. 하지만, 평균 채널 점유 시간에 비해 평균 지연시간이 큰 사용자를 기준으로 스케줄링하면, 상기 문제를 해소할 수 있다. 또한 이 의도와 동시에, 평균 지연 시간 자체를 최소가 되도록 스케줄링 하기 때문에, 기본적으로 인지 쓰루풋을 최대화 하는 방향으로 동작하게 된다. 따라서, 위의 목적함수는 Fairness 와 인지 쓰루풋 성능을 동시에 고려한 것임을 알 수 있다.

[0037] 도 5는 본 발명이 적용되는 경우의 스케줄러의 구체적 동작을 나타낸다.

[0038] 도 5를 참조하면 스케줄러(532)는 스케줄링 Metric 계산부(533), 의사결정부(534), 변수갱신부(535) 및 파일/패킷 단위 변수 갱신부(536)를 포함한다.

[0039] 변수 갱신부(535)의 출력인 $T_i(t)$은 버퍼에 남아있는 파일의 크기 $b_i(t)$ 를 현재의 전송 채널 rate $\mu_i(t)$ 로 계속 전송한다고 가정할 때의 전송완료에 필요한 시간이다. 파일 전송이 오래 걸리지 않을 것으로 예상되는 사용자 ($b_i(t)$가 작거나 $\mu_i(t)$가 작은 사용자)는 일반적으로 $T_i(t)$의 값이 작다. $T_i(t)$은 매 전송단위시간마다 변경되며, 채널 상태가 변하지 않는 상황에서는 현재 전송단위시간에 스케줄링된 사용자만 다음 전송단위시간에서 $T_i(t)$의 크기가 줄어들게 되므로, $x_i(t)$가 시간에 따라 많이 변하지 않는다면 이전 전송단위시간에서 선택된 사용자가 다시 선택될 확률이 높다. 따라서, 하나의 파일을 전송하기 시작한 사용자가 해당 파일을 모두 전송할 때까지 계속 선택될 경향이 크다.

[0040] $y_i(t)$은 각 스케줄링 시점에서 특정 사용자가 선택되는 경우 선택되지 않은 사용자에게 추가되는 값이다. 예를 들어, 스케줄링 시에 만약 3명의 사용자 중의 한명만 선택될 경우, 나머지 두명은 공통적으로 $y_i(t)$가 기본 단위 시간만큼 추가된다. 즉, $y_i(t) \geq T_i(t)$ 가 기본적으로 성립하며, 매 전송단위시간마다의 사용자 선택에 의해서 update 되는 값이다. 따라서, 현재 할당 대상인 파일의 delay 값으로 볼 수 있다.

[0041] 변수 갱신부(535)의 출력인 $y_i^*(t)$ 은 각 사용자(패킷)에 대응하여 할당되는 지연시간 값을 나타낸다. 기지국은 별도의 계산부를 이용하여 $y_i^*(t)$ 을 결정할 수도 있다. 이 때, 각 패킷의 인지 쓰루풋을 최대화 하기 위해 스케줄러가 기대(expect)한 최적의 delay 를 $y_i^*(t)$ 로 결정할 수 있다. 또한, 기지국은 각

packet 에 대해 동일한 값을 지정할 수도 있고 동일하지 않은 값을 지정할 수도 있다. 즉, $y_i^*(t)$는 성능 이득을 위해 스케줄러에 의해 별도의 기준으로 결정되는 값이다.

[0042] 파일/패킷 단위 변수 갱신부(536)의 출력인 $x_i(t)$은, 매 파일(패킷)의 전송이 완료된 후에 update 되는 형태로 운용된다. 이때, 파일의 전송이 완료되는 기준점은 파일/패킷 결정부(550)에서 지정할 수 있다. 예를 들어 파일/패킷 결정부(550)는 PDCP Packet 의 크기로 파일/패킷 단위 변수를 갱신하도록 결정할 수 있다.

[0043] $x_i(t)$은 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 시간을 누적된 값에 해당할 수 있다. 즉, $x_i(t)$은 실제 지연 시간인 yi(t)에서 예정된 지연시간 $y_i^*(t)$를 뺀 값을 누적한 값에 해당할 수 있다. 이와 달리 $x_i(t)$은 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 시간의 평균값에 해당할 수 있다. 이 경우 데이터가 전송된 경우에 대해서만 실제 지연시간인 $y_i(t)$에서 예정된 지연시간 $y_i^*(t)$를 뺀 값을 고려한다. $x_i(t)$가 큰 사용자는, 예정된(할당된) 지연시간보다 실제 지연시간이 큰 데이터 전송이 많았었음을 알 수 있다. $x_i(t)$은 과거의 값을 고려하지 않고 계산될 수도 있다.

[0044] 스케줄링 Metric 계산부(533)의 출력인 $metric_i$는 $x_i(t)$를 $T_i(t)$로 나눈 값이며, 의사결정부(534)는 수학식 3을 이용하여 스케줄링을 수행할 수 있다.

수학식 3

[0045]
$$i^* = \arg\max_i \frac{x_i(t)}{T_i(t)}$$

[0046] 이 때,
$$T_i(t) = \frac{b_i(t)}{\mu_i(t)}, \; x_i(t+\sum_i y_i(t)) = [x_i(t) + y_i(t) - y_i^*(t)]^+$$

[0047] 도 6은 본 발명의 스케줄러와 인지 쓰루풋 간의 관계를 나타낸다.

[0048] 도 6에서는 채널이 변화하지 않는 환경에서 본 발명의 스케줄러의 스케줄링에 의해 UE1의 패킷 전송이 완료된 후에 UE2에 대하여 자원이 할당되어 패킷이 전송되는 것을 나타내고 있다. 도 6에서는 UE1의 경우 100의 크기를 가지던 버퍼에 남은 패킷의 크기가 되는 시점이 100이다. 따라서 적어도 UE1에 대해서는 인지 쓰루풋이 100/100에 해당하므로 도 3의 경우보다 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.

[0049] 도 7은 기지국이 전송하는 데이터에 대한 자원 스케줄링 방법을 나타낸다.

[0050] 도 7에서는 기지국이 전송하는 하향링크 데이터를 기준으로 설명하지만, 도 7의 각 동작은 기지국이 수신하는 상향링크 데이터에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다. 기지국은 각 단말로부터 수신한 채널 상태 정보를 고려하여 아래의 동작을 수행할 수 있다.

[0051] 710 단계에서, 기지국은 미리 정해진 주기마다 상기 기지국이 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트한다. 상향링크 데이터 전송의 경우에는 미리 정해진 주기마다 상기 기지국으로 데이터를 전송 중인 각 단말에 대하여 현재 진행중인(ongoing) 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간을 업데이트한다. 미리 정해진 주기는 TTI 또는 subframe에 해당할 수 있지만, 이와 다르게 구현될 수도 있다. 데이터는 유한한 크기의 파일 또는 패킷으로서 매우 작은 단위의 데이터 단위일 수도 있고 매우 큰 단위의 파일이나 패킷일 수도 있다. 제1 시간은 도 5의 $T_i(t)$에 해당할 수 있다.

[0052] 제1시간은, 하향링크 데이터 전송의 경우, 각 단말에 대하여 상기 기지국의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의

크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 업데이트될 수 있다. 제1시간은, 상향링크 데이터 전송의 경우, 각 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기 및 현재 전송 속도에 기초하여 업데이트될 수 있다. 각 단말의 버퍼에 남아있는 전송중인 데이터의 크기는 각 단말이 기지국에 전송하는 버퍼 상태 보고(buffer status report)에 기초하여 판단할 수 있다.

[0053] 720 단계에서, 기지국은 각 단말에 대하여 데이터 전송이 완료될 때마다 예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간을 업데이트할 수 있다. 제2 시간은 도 5의 $x_i(t)$에 해당할 수 있다. 상기 데이터 전송은 상향링크 데이터 및 하향링크 데이터 중 어느 하나에 해당할 수 있다.

[0054] 730 단계에서, 기지국은 상기 미리 정해진 주기마다 각 단말에 대하여 상기 업데이트된 제1시간 및 상기 업데이트된 제2 시간에 기초하여 우선순위 값을 결정할 수 있다. 730 단계에서는, 현재 업데이트된 제1시간 및 현재 업데이트된 제2 시간만을 고려하여 우선순위 값을 결정할 수도 있고, 업데이트되기 전의 하나 이상의 제1시간 및 업데이트되기 전의 하나 이상의 제2시간을 고려하여 우선순위 값을 결정할 수도 있다. 우선순위 값은 도 5의 $metric_i$에 해당할 수 있다.

[0055] 740 단계에서, 기지국은 상기 미리 정해진 주기마다 상기 결정된 우선순위 값에 기초하여 하나 이상의 단말에 대한 자원 스케줄링을 수행할 수 있다. 이 때 수학식 3이 적용될 수 있다.

[0056] 도 8은 자원 스케줄링을 수행하는 장치의 구성을 나타낸다.

[0057] 도 8를 참조하면, 상기 장치는 통신부(810), 저장부(820) 및 제어부(830)의 구성을 포함할 수 있다. 상기 장치는 기지국을 포함할 수 있다.

[0058] 통신부(810)는 다른 네트워크 장치(기지국 또는 단말 등)와 통신을 수행하여 데이터 또는 자원 스케줄링에 관련된 정보 등을 송수신할 수 있다.

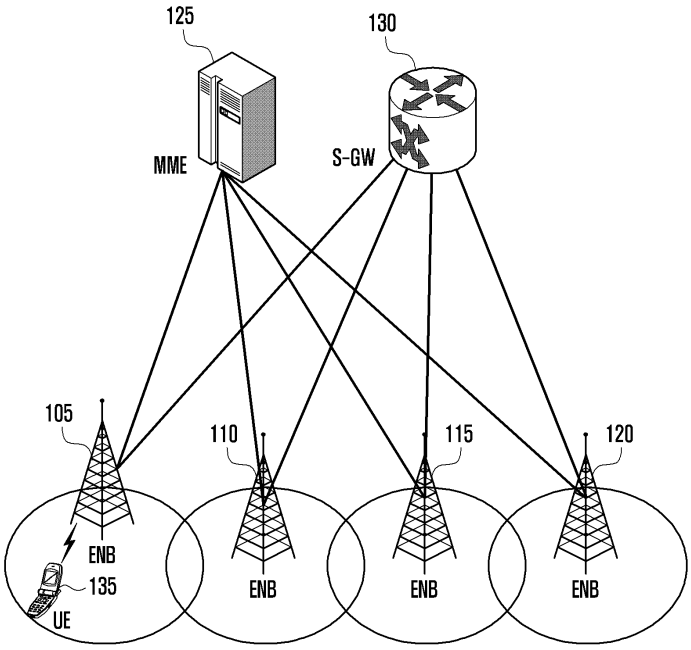
[0059] 저장부(820)는 상기 장치가 수집한 정보 또는 별도로 입력된 정보를 기록할 수 있다. 저장부(820)는 상기 장치에서 수행될 수 있는 기능에 해당하는 응용 프로그램과 단말기에서 기능 수행되는 중에 발생되는 데이터 등을 저장할 수 있다. 저장부(820)는 예를 들어 도 5의 $T_i(t)$, $y_i(t)$, $metric_i$ 등의 변수 들을 저장할 수 있다. 저장부(820)는 도 7의 업데이트된 제1 시간, 업데이트된 제2 시간 및 결정된 우선순위 값 중에서 적어도 하나를 저장할 수 있다.

[0060] 제어부(830)는 상기 장치를 구성하는 부들의 전반적인 상태 및 동작을 제어한다. 제어부(830)는 통신부(810)를 통해 전달받은 정보를 저장부(820)에 저장하도록 제어할 수 있다. 제어부(830)는 본 발명에서 설명하고 있는 다양한 실시예를 수행하도록 다른 부들을 제어할 수 있다. 예를 들어 제어부(830)는 도 4 또는 도 5의 스케줄러로서 동작할 수 있다.

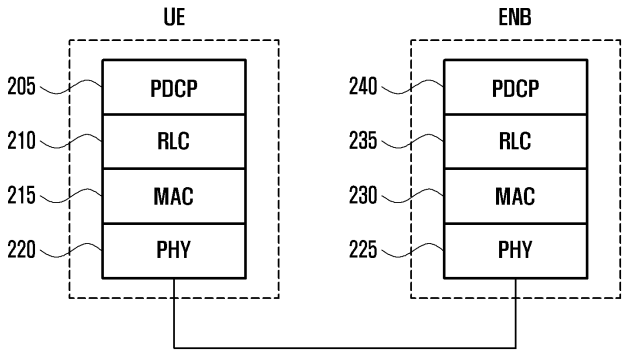
[0061] 도 8에서 통신부(810), 저장부(820) 및 제어부(830)가 별도의 블록으로 구성되고, 각 블록이 상이한 기능을 수행하는 것으로 기술하였지만 이는 기술상의 편의를 위한 것일 뿐, 반드시 이와 같이 각 기능이 구분되어지는 것은 아니다. 또한 도 8의 장치는 상기 블록들 외의 다른 블록(예를 들어, 입력부)을 더 포함할 수 있다.본 발명의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.

도면

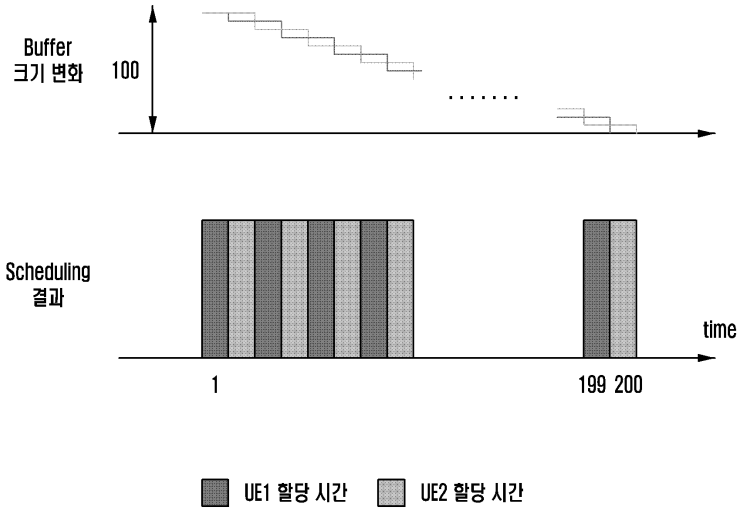
도면1


125
130
MME
S-GW
105
110
115
120
ENB
135
UE
ENB
ENB
ENB

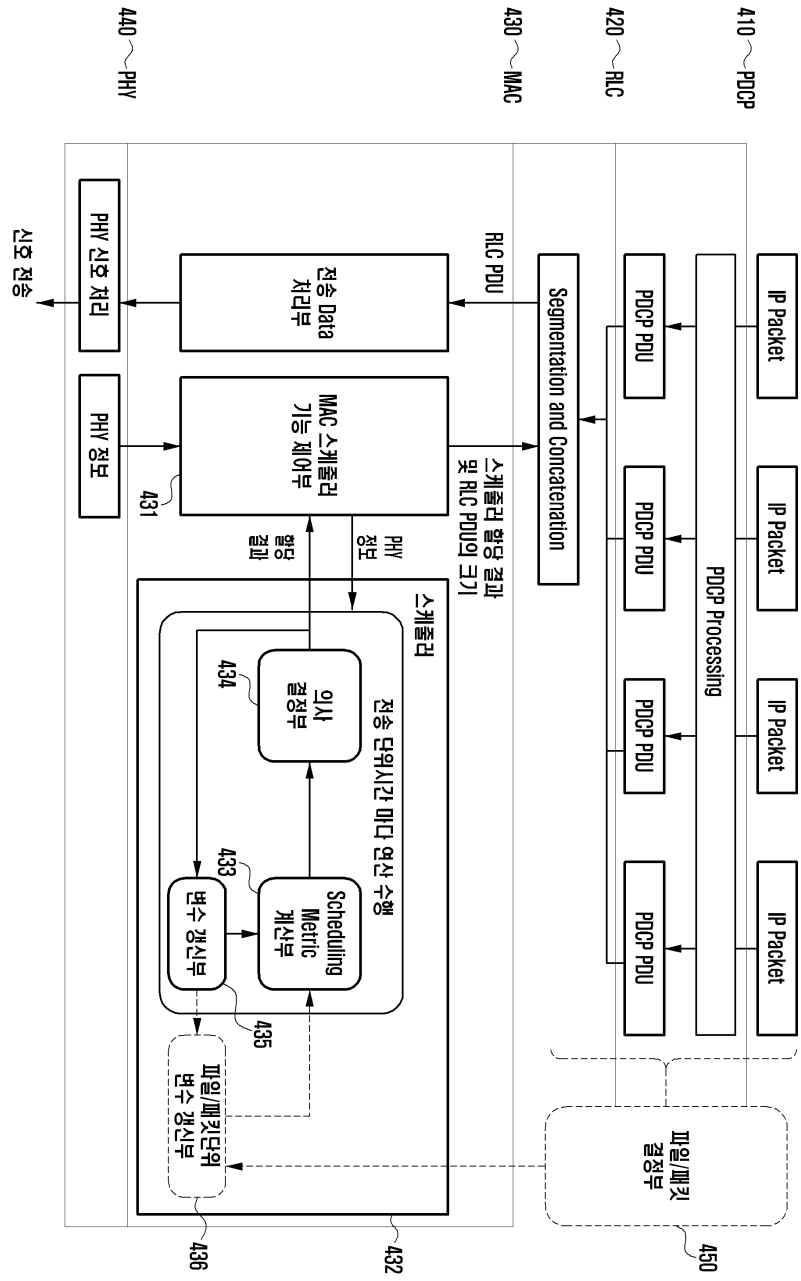
도면2


UE
ENB
205
PDCP
210
RLC
215
MAC
220
PHY
240
PDCP
235
RLC
230
MAC
225
PHY

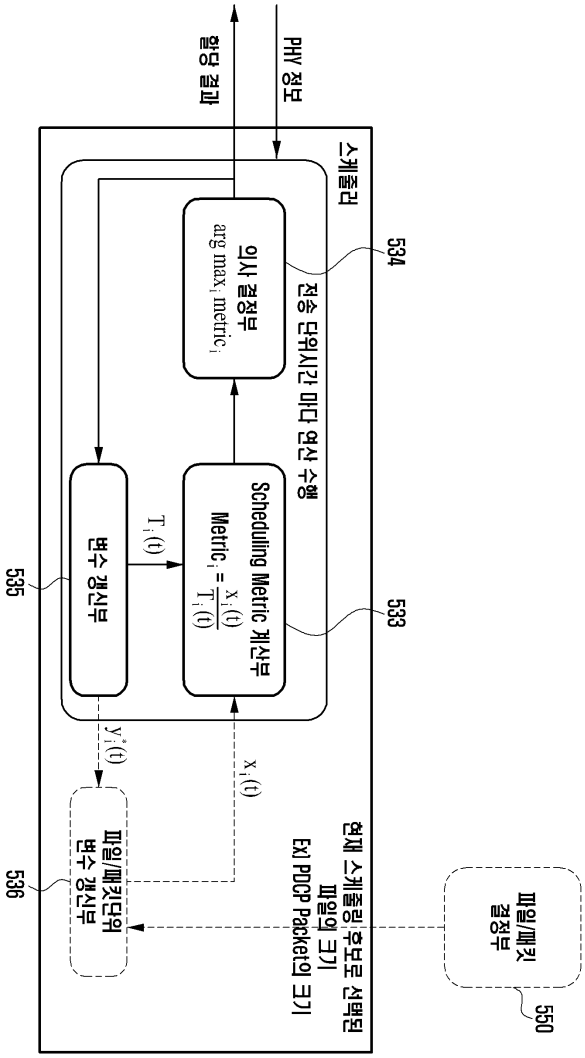
도면3


Buffer
크기 변화
100
Scheduling
결과
time
1
199 200
UE1 할당 시간
UE2 할당 시간

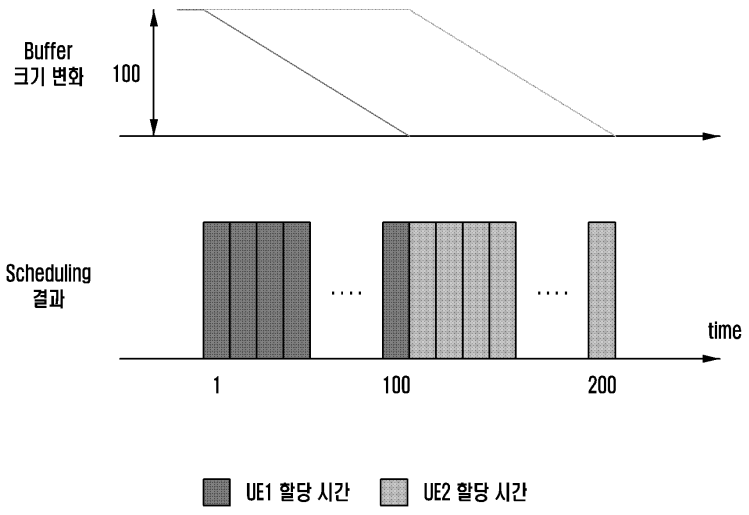
도면4


410 ~ PDCP
420 ~ RLC
430 ~ MAC
440 ~ PHY
IP Packet
PDCP PDU
PDCP Processing
Segmentation and Concatenation
RLC PDU
전송 Data 처리부
MAC 스케줄러 기능 제어부
스케줄러 할당 결과 및 RLC PDU의 크기
PHY 정보
할당 결과
PHY 신호 처리
PHY 정보
신호 전송
431
스케줄러
전송 단위시간 마다 연산 수행
잉사 결정부
434
Scheduling Metric 계산부
433
변수 갱신부
435
파일/패킷단위 변수 갱신부
436
432
파일/패킷 결정부
450

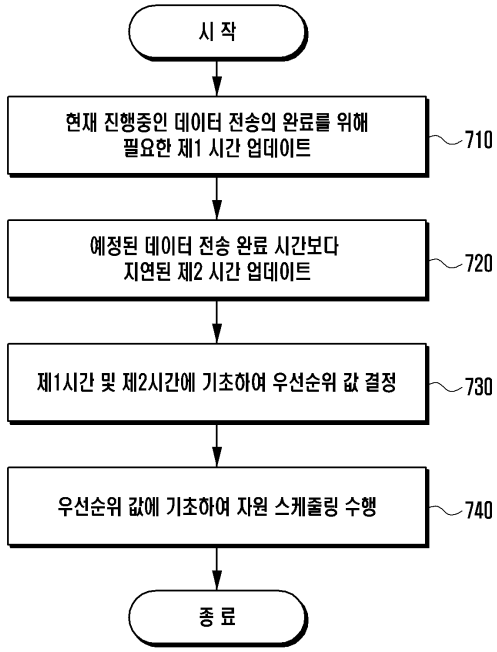
도면5


할당 결과
PHY 정보
스케줄러
534
인사 결정부
$\arg\max_i \text{metric}_i$
전송 단위시간 마다 연산 수행
535
변수 갱신부
$T_i(t)$
Scheduling Metric 계산부
$\text{Metric}_i = \frac{x_i(t)}{T_i(t)}$
533
$y_i(t)$
$x_i(t)$
536
파일/패킷단위 변수 갱신부
현재 스케줄링 후보로 선택된 파일의 크기
Ext PDCP Packet의 크기
파일/패킷 결정부
550

도면6


Buffer 크기 변화
100
Scheduling 결과
time
1
100
200
UE1 할당 시간
UE2 할당 시간

도면7


시 작
현재 진행중인 데이터 전송의 완료를 위해 필요한 제1 시간 업데이트
710
예정된 데이터 전송 완료 시간보다 지연된 제2 시간 업데이트
720
제1시간 및 제2시간에 기초하여 우선순위 값 결정
730
우선순위 값에 기초하여 자원 스케줄링 수행
740
종 료

도면8

810
통신부
830
제어부
820
저장부