



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057647  
(43) 공개일자 2020년05월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04W 28/06 (2009.01) H04W 28/04 (2009.01)  
 H04W 72/04 (2009.01) H04W 72/12 (2009.01)  
 H04W 76/15 (2018.01) H04W 80/02 (2009.01)
- (52) CPC특허분류  
 H04W 28/065 (2013.01)  
 H04W 28/04 (2018.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0145954
- (22) 출원일자 2019년11월14일  
 심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장  
 1020180142061 2018년11월16일 대한민국(KR)  
 1020190037095 2019년03월29일 대한민국(KR)

- (71) 출원인  
 한국전자통신연구원  
 대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
- (72) 발명자  
 김은경  
 대전광역시 유성구 은구비남로 34, 814동 1004호  
 김윤주  
 경기도 성남시 분당구 백현로 227, 504동 1003호  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인이상

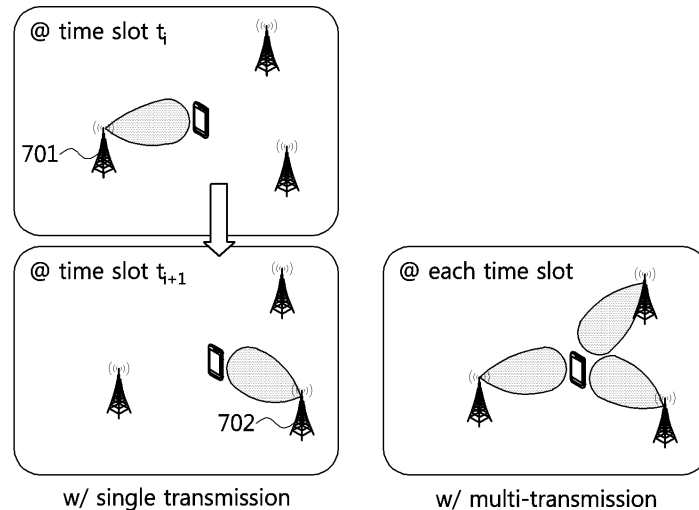
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 무선 접속 시스템에서의 다중 연결 지원과 데이터 전송 효율 향상을 위한 네트워크 제어 방법 및 장치

(57) 요약

제1 통신 노드의 네트워크 제어 방법으로서, N개(N은 1이상의 자연수)의 전송점 들 각각에 대한 K개(K는 1이상의 자연수)의 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율(achievable throughput)을 산출하는 단계; 시간 t에서, 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계; 상기 N개의 전송점들 중 전송점 n(n은 1 이상 N이하의 자연수)에 대응되는 사용자 단말들의 그룹에서, 상기 시간 t에서 상기 전송점 n에 의해서 서비스될 최적의 사용자 단말 k(k는 1이상 K이하의 자연수)를 결정하는 단계; 및 상기 시간 t에서 상기 전송점 n을 이용하여 상기 사용자 단말 k에게 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

*H04W 72/04* (2013.01)  
*H04W 72/1268* (2013.01)  
*H04W 72/1278* (2013.01)  
*H04W 76/15* (2018.02)  
*H04W 80/02* (2013.01)

**이유로**

대전광역시 유성구 배울1로 35, 403동 1201호

**장성철**

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 309동 901호

(72) 발명자

**김태중**

대전광역시 유성구 가정로 63, 106동 1505호

**박현서**

대전광역시 유성구 지족로 343, 207동 201호

**이안석**

대전광역시 유성구 지족북로 60, 203동 1901호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GK18P0500

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 (초저지연-2세부) 5G URLLC 서비스를 위한 초저지연 무선 접속 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

단일 전송점 전송에서, 제1 통신 노드의 네트워크 제어 방법으로서,

N개(N은 1이상의 자연수)의 전송점 들 각각에 대한 K개(K는 1이상의 자연수)의 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율(achievable throughput)을 산출하는 단계;

시간 t에서, 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계;

상기 N개의 전송점들 중 전송점 n(n은 1이상 N이하의 자연수)에 대응되는 사용자 단말들의 그룹에서, 상기 시간 t에서 상기 전송점 n에 의해서 서비스될 최적의 사용자 단말 k(k는 1이상 K이하의 자연수)를 결정하는 단계; 및  
상기 시간 t에서 상기 전송점 n을 이용하여 상기 사용자 단말 k에게 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함한, 네트워크 제어 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율은 상기 K개의 사용자 단말들로부터 보고받은 하향링크 채널 상태 정보 또는 상기 K개의 사용자 단말들로부터 수신된 사운드링 참조 신호에 기초하여 산출되는,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

$$r_k^n(p_n) = B \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n) \right)$$

상기 사용자 단말 k에 대한 상기 전송점 n의 달성 가능한 전송율은  $r_k^n(p_n)$ 에 의해서

$$\frac{1}{\Gamma}$$

$$\gamma_k^n(p_n)$$

산출되며, B는 시스템 대역폭,  $\frac{1}{\Gamma}$ 는 상수값(SINR gap to capacity)이고,  $\gamma_k^n(p_n)$ 는 주어진 전송 파워  $p_n$ 에 대해서 전송점으로부터 사용자 k에 대한 수신 SINR이며 상기 하향링크 채널 상태 정보 및/또는 사운드링 참조 신호에 의해서 산출되는,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계는 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 최

$$n = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t]) = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} \frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]} \quad R_k^m[t]$$

적의 전송점 n을 구하는 수학적  $L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t])$ 에 기초하여 수행되며,  $R_k^m[t]$ 은 시간 t에서 상기 N개 전송점 중 선택된 n로부터 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의 평균 전송율이고,  $D_k^m[t]$

는 상기 사용자 단말 k에 대한 전체 데이터 양인,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 최적의 사용자 단말  $k$ 를 결정하는 단계는, 상기 전송점  $n$ 에 의해서 상기 시간  $t$ 에 서비스되는 상기 최적의

$$k = \underset{k \in S_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t] \quad w_k[t] > 0$$

사용자 단말  $k$ 를 구하는 수학적식에 기초하여 선택하여 서비스되며,  $w_k[t]$ 는 가

$$r_k^n(p_n)[t] \quad p_n$$

중치 함수이고,  $p_n$ 는 주어진 전송 전력으로 상기 전송점  $n$ 에 의해서 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말  $k$ 의 달성 가능한 전송율인,

네트워크 제어 방법.

### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

$$w_k[t] \quad w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]} \quad U(R_k) = \log R_k$$

상기  $w_k[t]$ 는  $U(R_k)$ 로 정의되며,  $U(R_k)$ 로 정의되는,

네트워크 제어 방법.

### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기  $N$ 개의 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)인,

네트워크 제어 방법.

### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 통신 노드와 상기  $N$ 개의 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기  $N$ 개의 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)인,

네트워크 제어 방법.

### 청구항 9

다중 전송점 전송에서 제1 통신 노드의 네트워크 제어 방법으로서,

$N$ 개( $N$ 은 1이상의 자연수)의 전송점들 각각에 대한  $K$ 개( $K$ 는 1이상의 자연수)의 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율(achievable throughput)을 산출하는 단계;

시간  $t$ 에서, 상기  $N$ 개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계;

상기 시간  $t$ 에서, 상기  $N$ 개의 전송점들 중 사용자 단말  $k$ 에 대한 최적의 데이터 전송을 수행할 복수의 전송점들을 선택하는 단계;

상기 시간  $t$ 에서, 상기 복수의 전송점들 각각에 할당될 상기 단말  $k$ 에 대한 데이터 양을 결정하는 단계; 및

상기 시간  $t$ 에서 상기 복수의 전송점들을 이용하여 상기 사용자 단말  $k$ 에게 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함한다,

네트워크 제어 방법.

### 청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율은 상기  $K$ 개의 사용자 단말들로부터 보고받은 하향링크 채널 상

태 정보 또는 상기 K개의 사용자 단말들로부터 수신된 사운드 참조 신호에 기초하여 산출되는, 네트워크 제어 방법.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,

상기 사용자 단말 k에 대한 상기 전송점 n이 서비스하는 경우의 달성 가능한 전송율은  $r_k^n(p_n) = B \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n) \right)$ 에 의해서 산출되며, B는 시스템 대역폭,  $\Gamma$ 는 상수값(SINR gap to capacity)이

$$\gamma_k^n(p_n)$$

고,  $\gamma_k^n(p_n)$ 는 주어진 전송 파워  $p_n$ 에 대해서 상기 전송점으로부터 상기 사용자 k에 대한 수신 SINR이며 상기 하향링크 채널 상태 정보 및/또는 사운드 참조 신호에 의해서 산출되는,

네트워크 제어 방법.

**청구항 12**

청구항 9에 있어서,

상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계는 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 최

$$n = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t]) = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} \frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]} \quad R_k^m[t]$$

적의 전송점 n을 구하는 수학적  $R_k^m[t]$ 에 기초하여 수행되며,  $R_k^m[t]$ 은 시간 t에서 상기 N개의 전송점 중 선택된 전송점 n로부터 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의 평균 전송율

$$D_k^m[t]$$

이고,  $D_k^m[t]$ 는 상기 사용자 단말 k에 대한 전체 데이터 양인,

네트워크 제어 방법.

**청구항 13**

청구항 9에 있어서,

상기 N개의 전송점들 중 사용자 단말 k에 대한 최적의 데이터 전송을 수행할 하나 또는 그 이상의 전송점들을 선택하는 단계는 상기 전송점 n에 의해서 시간 t에서 서비스되는 상기 사용자 단말 k를 구하는 수학적

$$k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t]$$

$$w_k[t] > 0$$

$$r_k^n(p_n)[t]$$

에 기초하여 수행되며,  $w_k[t] > 0$ 는 가중치 함수이고,  $r_k^n(p_n)[t]$ 는 주어진 전송 전

$$p_n$$

력  $p_n$ 으로 상기 전송점 n에 의해서 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의 달성 가능한 전송율인,

네트워크 제어 방법.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

$$w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]} \quad U(R_k) = \log R_k$$

상기  $w_k[t]$ 는  $\left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$ 로 정의되며,  $U(R_k) = \log R_k$ 로 정의되는,

네트워크 제어 방법.

**청구항 15**

청구항 9에 있어서,

상기 복수의 전송점들 중 상기 전송점 n에 할당될 상기 사용자 단말 k에 대한 데이터 양은

$$D_k^n[t] \leftarrow \frac{R_k^n[t] I_k^n[t]}{\sum_{n \in \mathcal{N}} R_k^n[t] I_k^n[t]} D_k[t]$$

에 의해서 결정되며,  $R_k^n[t]$  는 상기 전송점 n에 의해서 서비스가 제공되는 상기 사용자 단말 k의 평균 전송율(average throughput, bps),  $D_k[t]$  는 상기 사용자 단말 k에게 전송될 전체 데이터

$$I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if } k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t], \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

량, 로 정의되는,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 16

청구항 9에 있어서,

상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기 N개의 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)인,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 17

청구항 9에 있어서,

상기 제1 통신 노드와 상기 N개의 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기 N개의 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)인,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 18

제1 통신 노드에 의해서 수행되는, 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송을 선택하는 방법으로서,

사용자 단말 k의 데이터를 처리하기 위한 지연 시간이 최소인 제1 전송점을 선택하는 단계;

상기 제1 전송점의 지연 시간이 지연 시간 임계값(LatencySplitThreshold)보다 작은 경우, 상기 제1 전송점을 이용하여 단일 전송점 전송으로 상기 사용자 단말 k의 데이터를 전송하는 단계; 및

상기 제1 전송점의 지연 시간이 상기 지연 시간 임계값보다 큰 경우, 1개 이상의 추가 전송점을 선택하고 상기 제1 전송점 및 상기 1개 이상의 추가 전송점을 이용하여 다중 전송점 전송으로 상기 사용자 단말 k의 데이터를 전송하는 단계를 포함하는,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기 제1 전송점 및 상기 1개 이상의 추가 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)인,

네트워크 제어 방법.

#### 청구항 20

청구항 18에 있어서,

상기 제1 통신 노드와 상기 제1 전송점 및 상기 1개 이상의 추가 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기 제1 전송점 및 상기 1개 이상의 추가 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)인,

네트워크 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 접속 시스템에서 무선 자원 사용을 통한 전송 효율의 향상과 다중 연결 지원을 위한 네트워크 제어 방법 및 이를 이용한 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 무선 접속(이동통신) 시스템을 이용하는 모바일 인터넷 사용자가 증가하면서, 이동통신 사업자들은 이동통신 시스템의 서비스 향상을 위한 효율적인 방안을 모색 중이다. 서비스 향상을 위하여 전송 지연 감소, 데이터 전송/재전송 효율 향상을 통한 신뢰성 제공 및 향상, 사용자 단말 특성 및 서비스 특성을 고려한 유연하고 확장성이 용이한 서비스의 제공, 주파수 운용에 따른 주파수 특징을 반영한 서비스의 제공, 및 사용자 요구에 따라 고속(또는 대량)의 데이터 서비스 제공을 달성하기 위한 방안을 모색 중이며, 이들을 위해서는 현재의 이동 무선 접속 시스템의 개선이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 무선 접속 시스템에서 무선 자원 사용을 통한 전송 효율의 향상과 다중 연결 지원을 위한 네트워크 제어 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예는, 단일 전송점 전송에서, 제1 통신 노드의 네트워크 제어 방법으로서, N개(N은 1이상의 자연수)의 전송점 들 각각에 대한 K개(K는 1이상의 자연수)의 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율(achievable throughput)을 산출하는 단계; 시간 t에서, 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계; 상기 N개의 전송점들 중 전송점 n(n은 1이상 N이하의 자연수)에 대응되는 사용자 단말들의 그룹에서, 상기 시간 t에서 상기 전송점 n에 의해서 서비스될 최적의 사용자 단말 k(k는 1 이상 K이하의 자연수)를 결정하는 단계; 및 상기 시간 t에서 상기 전송점 n을 이용하여 상기 사용자 단말 k에게 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 상기 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율은 상기 K개의 사용자 단말들로부터 보고받은 하향링크 채널 상태 정보 또는 상기 K개의 사용자 단말들로부터 수신된 사운드링 참조 신호에 기초하여 산출될 수 있다.

$$r_k^n(p_n) = B \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n) \right)$$

[0006] 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 전송점 n의 달성 가능한 전송율은  $\frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n)$ 에 의해서

산출될 수 있다. 여기서, B는 시스템 대역폭,  $\frac{1}{\Gamma}$ 는 상수 값(SINR gap to capacity)이고,  $\gamma_k^n(p_n)$ 는 주어진 전송 파워  $p_n$ 에 대해서 전송점으로부터 사용자 k에 대한 수신 SINR이며 상기 하향링크 채널 상태 정보 및/또는 사운드링 참조 신호에 의해서 산출될 수 있다.

[0007] 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계는 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 최

$$n = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t]) = \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} \frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]}$$

적의 전송점 n을 구하는 수학적  $\frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]}$ 에 기초하여 수행될 수 있다. 여

기서,  $\frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]}$ 은 시간 t에서 상기 N개 전송점 중 선택된 전송점 n로부터 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의

$$D_k^m[t]$$

평균 전송율이고, 는 상기 사용자 단말 k에 대한 전체 데이터 량일 수 있다.

[0008] 상기 최적의 사용자 단말 k를 결정하는 단계는, 상기 전송점 n에 의해서 상기 시간 t에 서비스되는 상기 최적의

$$k = \operatorname{argmax}_{k \in \mathcal{S}_n} w_k[t] r_k^n(p_n)[t]$$

사용자 단말 k를 구하는 수학적 에 기초하여 선택하여 서비스될 수 있다. 여기서,

$w_k[t] > 0$  는 가중치 함수이고,  $r_k^n(p_n)[t]$  는 주어진 전송 전력  $p_n$  으로 상기 전송점 n에 의해서 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의 달성 가능한 전송율일 수 있다.

$$w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]} \quad U(R_k) = \log R_k$$

[0009] 상기 는 로 정의되며, 로 정의될 수 있다.

[0010] 상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기 N개의 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)일 수 있다.

[0011] 상기 제1 통신 노드와 상기 N개의 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기 N개의 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)일 수 있다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예는, 다중 전송점 전송에서 제1 통신 노드의 네트워크 제어 방법으로서, N개(N은 1이상의 자연수)의 전송점 들 각각에 대한 K개(K는 1이상의 자연수)의 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율(achievable throughput)을 산출하는 단계; 시간 t에서, 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계; 상기 시간 t에서, 상기 N개의 전송점들 중 사용자 단말 k에 대한 최적의 데이터 전송을 수행할 복수의 전송점들을 선택하는 단계; 상기 시간 t에서, 상기 복수의 전송점들 각각에 할당될 상기 단말 k에 대한 데이터 양을 결정하는 단계; 및 상기 시간 t에서 상기 복수의 전송점들을 이용하여 상기 사용자 단말 k에게 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 사용자 단말들 각각의 달성 가능한 전송율은 상기 K개의 사용자 단말들로부터 보고받은 하향링크 채널 상태 정보 또는 상기 K개의 사용자 단말들로부터 수신된 사운드링 참조 신호에 기초하여 산출될 수 있다.

[0014] 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 전송점 n이 서비스하는 경우의 달성 가능한 전송율은  $r_k^n(p_n) = B \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n) \right)$   $\frac{1}{\Gamma}$

에 의해서 산출될 수 있다. 여기서, B는 시스템 대역폭, 는 상수값(SINR gap

$$\gamma_k^n(p_n)$$

to capacity)이고, 는 주어진 전송 파워  $p_n$  에 대해서 상기 전송점으로부터 상기 사용자 k에 대한 수신 SINR이며 상기 하향링크 채널 상태 정보 및/또는 사운드링 참조 신호에 의해서 산출될 수 있다.

[0015] 상기 N개의 전송점들 각각에 대한 사용자 단말들의 그룹을 결정하는 단계는 상기 사용자 단말 k에 대한 상기 최

$$n = \operatorname{argmin}_{m \in \mathcal{N}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t]) = \operatorname{argmin}_{m \in \mathcal{N}} \frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]}$$

적의 전송점 n을 구하는 수학적 에 기초하여 수행될 수 있다. 여

$$R_k^m[t]$$

기서, 은 시간 t에서 상기 N개의 전송점 중 선택된 전송점 n로부터 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k

$$D_k^m[t]$$

의 평균 전송율이고, 는 상기 사용자 단말 k에 대한 전체 데이터 량일 수 있다.

[0016] 상기 N개의 전송점들 중 사용자 단말 k에 대한 최적의 데이터 전송을 수행할 하나 또는 그 이상의 전송점들을 선택하는 단계는 상기 전송점 n에 의해서 시간 t에서 서비스되는 상기 사용자 단말 k를 구하는 수학적

$$k = \operatorname{argmax}_{k \in \mathcal{G}_n} w_k[t] r_k^n(p_n)[t]$$

$$w_k[t] > 0$$

$$r_k^n(p_n)[t]$$

에 기초하여 수행될 수 있다. 여기서, 는 가중치 함수이고, 는

주어진 전송 전력  $p_n$  으로 상기 전송점 n에 의해서 서비스를 제공받는 상기 사용자 단말 k의 달성 가능한 전송율 일 수 있다.

[0017] 상기  $w_k[t]$  는  $w_k[t] = \frac{dU(R_k)}{dR_k} \Big|_{R_k=R_k[t]}$  로 정의되며,  $U(R_k) = \log R_k$  로 정의될 수 있다.

[0018] 상기 복수의 전송점들 중 상기 전송점 n에 할당될 상기 사용자 단말 k에 대한 데이터 양은

$D_k^n[t] \leftarrow \frac{R_k^n[t] I_k^n[t]}{\sum_{n \in \mathcal{N}} R_k^n[t] I_k^n[t]} D_k[t]$   $R_k^n[t]$  에 의해서 결정될 수 있다. 여기서,  $R_k^n[t]$  는 상기 전송점 n에 의해서 서비스가 제공되는 상기 사용자 단말 k의 평균 전송율(average throughput, bps),  $D_k[t]$  는 상기 사용자 단말 k에게 전송될

$$I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if } k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t], \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

전체 데이터 양,  $I_k^n[t]$  로 정의될 수 있다.

[0019] 상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기 N개의 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)일 수 있다.

[0020] 상기 제1 통신 노드와 상기 N개의 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기 N개의 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)일 수 있다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예는, 제1 통신 노드에 의해서 수행되는, 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송을 선택하는 방법으로서, 사용자 단말 k의 데이터를 처리하기 위한 지연 시간이 최소인 제1 전송점을 선택하는 단계; 상기 제1 전송점의 지연 시간이 지연 시간 임계값(LatencySplitThreshold)보다 작은 경우, 상기 제1 전송점을 이용하여 단일 전송점 전송으로 상기 사용자 단말 k의 데이터를 전송하는 단계; 및 상기 제1 전송점의 지연 시간이 상기 지연 시간 임계값보다 큰 경우, 1개 이상의 추가 전송점을 선택하고 상기 제1 전송점 및 상기 1개 이상의 추가 전송점을 이용하여 다중 전송점 전송으로 상기 사용자 단말 k의 데이터를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 제1 통신 노드는 CU(Central Unit) 또는 BBU(baseband unit)이며, 상기 N개의 전송점들 각각은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)일 수 있다.

[0023] 상기 제1 통신 노드와 상기 N개의 전송점들은 기지국(base station)들이며, 상기 제1 통신 노드는 상기 N개의 전송점들에 포함되는 주 기지국(primary base station)일 수 있다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명의 구성에 따르면, 이동 무선 접속 시스템에서 지연이 감소되고 신뢰성이 향상된 서비스 제공이 가능하다. 따라서 통신 성능이 향상될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 실시예들의 적용 대상인 무선 접속 시스템을 도시한 개념도이다.

도 2는 하향 링크 전송 지연을 설명하기 위한 개념도이며, 도 3은 상향 링크 전송 지연을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 무선 구간 전송/접속을 위한 제어정보 전송, 데이터 전송, 및 ACK/NACK 정보 전송들 간의 시간 지연들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 5는 송신단에서의 중복/분할을 통한 전송을 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 PDCP PDU에 대한 중복/분할 절차를 의사코드(pseudo code)로 표현한 개념도이다.

도 7은 본 발명의 실시예들에 따라 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송이 수행되는 개념을 설명하기 위한

개념도이다.

도 8은 단일 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 단일 전송점을 선택하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

도 9는 다중 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 복수의 전송점을 선택하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

도10은 본 발명의 실시예에 따라 중복/분할 전송을 수행하는 전송점을 지시하는 정보의 구성 예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송점 전환 시점을 설명하기 위한 개념도이다.

도 12은 본 발명의 일 실시예에 따라 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송을 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 결정된 전송점에 대한 사용자 단말 및 사용자 단말에게 서비스할 데이터 크기를 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터 분할 또는 중복을 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터 분할 또는 중복이 결정된 이후에 각 전송점에서 스케줄링될 사용자 단말 및 사용자 단말에게 서비스할 데이터 크기를 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0028] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0033] 무선 자원을 사용하여 향상된 서비스 제공을 위한 장치들은 고용량 데이터 제공을 위한 장치인 eMBB(enhanced

Mobile Broadband) 장치, 저지연 서비스를 제공하기 위한 장치인 LL(Low Latency enabled) 장치, 향상된 전송 거리를 제공하기 위한 장치인 CE(Coverage Enhanced) 장치, 및 개선된 구현 복잡도를 가진 장치인 LC(Low complexity) 장치들로 분류될 수 있다. 본 명세서에서, 향상된 서비스 제공을 위한 장치는 전송된 eMBB, LL, CE, 및 LC기능들에 추가적으로 신뢰성을 제공하기 위한 장치를 의미한다.

[0034] 이하의 설명에서 설명되는 기술들의 하나 또는 그 이상의 조합이 본 발명에 따른 향상된 서비스 제공을 위한 장치에 적용될 수 있다. 한편, 본 발명에 따른 향상된 서비스 제공을 위한 장치는 전송 장치, 수신 장치, 및 중계 장치로 분류될 수 있다. 설명의 편의상, '하향 링크 전송'의 경우, 기지국이 전송 장치로 가정되고, 단말이 수신 장치로 가정될 수 있다. '상향 링크 전송'의 경우, 단말이 전송 장치로 가정되고, 기지국이 수신 장치로 가정될 수 있다. '사이드링크 전송'의 경우 제1 단말이 전송 장치로 가정되고, 제2 단말이 수신 장치로 가정될 수 있다. 또한, 이하의 설명에서, 설명의 이해를 돕기 위해 3GPP에서 정의한 명칭을 그대로 사용하지만, 본 발명에 따른 기술들은 3GPP 시스템 이외의 다른 이동 무선 접속 시스템에도 유사하게 또는 동일하게 적용될 수 있다.

[0035] 또한, 특별한 언급이 없으면, 이하의 설명에서 각각의 주체(entity)들은 3GPP에서 정의된 각 주체의 동작을 기본적으로 수행한다고 가정한다. 또한, 본 발명에 따른 장치들은 데이터 전송/수신을 수행하는 모든 장치(예, 기지국, 중계기, 사용자 단말, 버스, 기차, 드론, 자동차 등)를 포함할 수 있다.

[0037] 무선 접속 망은 고용량의 데이터 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 무선 접속 망은 고품질의 음성통화 및 영상통화 기능, 밀집한(dense) 생활공간에서 정확하고 신속한 정보 공유 기능, 영상 데이터를 포함한 고속 데이터 전송 기능을 제공하도록 발전 중이다. 또한, 무선 접속 망은 실시간 상호 작용 기반 융합 서비스 제공을 통한 새로운 기술 패러다임 변화에 적응적으로 발전 중이다. 무선 접속 망을 이용하는 대표적인 실시간 상호 작용 기반 융합 서비스는 자율 주행을 위한 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신, 드론(drone) 통신, 원격 의료 통신, 산업용 IoT 통신, 증강/가상 현실 등을 위한 초저지연 서비스이다.

[0039] **무선 전송 지연의 개념 및 정의**

[0040] 도 1은 본 발명에 따른 실시예들의 적용 대상인 무선 접속 시스템을 도시한 개념도이다.

[0041] 도 1에서 보여지는 바와 같이, 무선 접속 시스템에서는, 무선 데이터를 교환하는 통신 주체들(기지국 및 단말들(actuator, sensor, utility))에 대한 제어와 무선 데이터 전송에 대한 직접적/간접적 무선 전송 지연(latency)들이 존재할 수 있다. 특히, 통신 주체간 높은 전송속도 및 전송 효율에 추가적으로, 밀집된 환경에서 극단적으로 짧은 전송 지연, 강건한 데이터 전송, 및 제어를 위한 엄격한 시간 지연이 요구된다.

[0042] 무선 전송 지연은 크게 무선 통신 링크 지연, 전송 처리 지연, 및 수신 처리 지연(processing latency)으로 구분될 수 있다. 또한, 전송/수신 처리 지연은 프로토콜 계층 별로 기저 대역 처리 성능과 RF 안테나 처리 성능에 의해 결정되는 L1 처리 지연과 L1 계층과 응용 계층 사이의 데이터를 응용 계층으로부터 L1 계층 또는 L1 계층으로부터 응용 계층으로 전달하기 위해 L2 계층에서 처리하는 L2 처리 지연으로 구분될 수 있다.

[0043] 또한, 무선 전송 지연은, 프로세싱의 시작 시점 및 종료 시점을 기준으로 무선 구간 전송 지연(wireless transmission latency), 단대단 전송 지연(end-to-end transmission latency), 및 재전송 지연(retransmission latency)으로 구분될 수 있다. 이들 지연들은 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0044] -무선 구간 전송 지연: 송신단의 L2계층으로부터 데이터가 전달된 시점부터, 송신단의 L1 계층에서 변조 등의 무선 데이터 전송 처리(TX L1 Proc.)를 수행한 후 무선 링크를 통해 전송한 무선 데이터에 대한 수신 처리(RX L1 Proc.)를 수신단의 L1계층에서 완료하고 처리된 데이터를 수신단의 L2계층으로 전달하기 직전까지의 시간

[0045] -단대단 전송 지연: 송신단의 응용 계층(application layer)으로부터 데이터가 전달된 시점부터, 송신단의 L2/L3 계층에서 데이터 헤더 생성 등의 무선 데이터 전송 처리(TX L2/L3 Proc.)와 송신단의 L1계층에서 무선 데이터 전송 처리(TX L1 Proc.)를 수행한 후 무선 링크를 통해 전송한 무선 데이터에 대한 수신단의 L1 계층의 수신 처리(RX L1 Proc.)와 수신단의 L2/L3 계층의 수신 처리(RX L2/L3 Proc.)를 수신단의 L1/L2/L3 계층에서 완료하고 처리된 데이터를 수신단의 응용 계층으로 전달하기 직전까지의 시간

[0046] -재전송 지연: 송신단의 L1 계층의 무선 데이터 전송 처리(TX L1 Proc.) 후 무선 링크를 통해 전송한 무선 데이터에 대한 L1계층 수신 처리(RX L1 Proc.)가 수신단의 L1 계층에서 완료된 후, 수신단의 L1 계층에서 수신 성공

여부를 무선 링크를 통해 피드백한 신호(ACK/NACK)에 대한 송신단의 L1 계층의 수신 처리(TX L1 Proc.)가 완료되어 재전송을 준비하는데 까지 걸리는 시간

[0048] 한편, 단말의 배터리 소모를 줄이기 위해서 단말의 동작 상태는 비활성(INACTIVE) 상태, 활성(CONNECTED) 상태 등으로 구분될 수 있다. 이 경우, 상태 천이(state transition)에 의한 무선 접속 지연이 정의될 수 있다. 또한, 단말의 핸드오버 절차에 의해서 발생하는 지연인 핸드오버 서비스 지연이 정의될 수 있다. 이들 지연들은 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0049] -무선 접속 지연: 단말이 비활성 상태에서 데이터 송/수신 등을 위한 활성 상태로 천이하는데 소요되는 시간

[0050] -핸드오버 서비스 지연: 단말이 기지국을 변경하는 핸드오버를 수행하는 동안 데이터 통신이 단절되는 시간인 핸드오버 서비스 단절 시간(mobility interruption time; MIT)

[0052] 구체적으로, 상술된 무선 구간 전송 지연은 하향 링크 전송 지연과 상향 링크 접속 지연으로 분류될 수 있다.

[0053] 도 2는 하향 링크 전송 지연을 설명하기 위한 개념도이며, 도 3은 상향 링크 전송 지연을 설명하기 위한 개념도이다.

[0054] 도 2에서는 하향 링크 전송 지연의 요소들이 표시되어 있고, 도 3에서는 상향 링크 전송 지연의 요소들이 표시되어 있다. 한편, 도 2 및 도 3과 병행 참조되는 아래 표 1 및 표 2에서는 도 2 및 도 3에서 표시된 지연 요소들에 대한 정의, 각 지연 요소를 결정하는 주체(기지국(BS) 또는 단말(MS)), 각 지연 요소가 상술된 단대단 무선 전송 지연, 단방향 무선 전송 지연, 및 무선 재전송 지연, 및/또는 무선 접속 지연에 연관되어 있는지 여부를 나타낸다.

[0055] 아래 표 1은 하향 링크 전송 지연 요소들에 대한 매핑을 나타낸다.

표 1

	Description	BS	MS	단대단	단방향	재전송	접속
T <sub>DL,1</sub>	L2/L3 Processing delay for incoming data	X		X			X
T <sub>DL,2</sub>	L1 Processing delay to encode DL (inc. TTI alignment)	X		X	X		X
T <sub>DL,3</sub>	Time to transmit DL data	X		X	X	X	X
T <sub>DL,4</sub>	L1 Processing delay to decode DL		X	X	X	X	X
T <sub>DL,5</sub>	L1 Processing delay to encode HARQ ACK/NAK		X			X	X
T <sub>DL,6</sub>	Time to feedback		X			X	X
T <sub>DL,7</sub>	L1 Processing delay to decode received FB	X				X	X
T <sub>DL,8</sub>	L1 Processing delay to encode DL	X				X	X
T <sub>DL,9</sub>	Time to retransmit DL data	X					X
T <sub>DL,10</sub>	L1 Processing delay to decode (re-)DL data		X				X
T <sub>DL,11</sub>	L2/L3 processing delay for outgoing data		X	X			X

[0056]

[0058] 아래 표 2은 상향 링크 전송 지연 요소들에 대한 매핑을 나타낸다.

표 2

	Description	BS	MS	단대단	단방향	재전송	접속
T <sub>UL,0</sub>	Avg. waiting time for SR (inc. L2/L3 Processing delay for incoming data)		X	X			X
T <sub>UL,1</sub>	L1 Processing delay to decode SG		X	X			X
T <sub>UL,2</sub>	Time to transmit SR		X	X			X
T <sub>UL,3</sub>	L1 Processing delay to decode SR	X		X			X
T <sub>UL,4</sub>	L1 Processing delay to encode SG	X		X			X
T <sub>UL,5</sub>	Time to transmit SG	X		X			X
T <sub>UL,6</sub>	Processing delay (to decode SG)		X	X			X
T <sub>UL,7</sub>	L1 Processing delay to encode UL data		X	X	X		X
T <sub>UL,8</sub>	Time to transmit UL data		X	X	X	X	X
T <sub>UL,9</sub>	L1 Processing delay (to decode received UL)	X		X	X	X	X
T <sub>UL,10</sub>	L1 Processing delay (to encode (re-)SG)	X				X	X
T <sub>UL,11</sub>	Time to transmit (re-)SG	X				X	X
T <sub>UL,12</sub>	L1 Processing delay to decode (re-)SG		X			X	X
T <sub>UL,13</sub>	L1 Processing delay to encode (re-)UL data		X			X	X
T <sub>UL,14</sub>	Time to transmit (re-)UL data		X				X
T <sub>UL,15</sub>	L1 Processing delay (to decode received UL data)	X					X
T <sub>UL,16</sub>	L2 Processing delay for outgoing data	X		X			X

[0059]

[0061] 도 4는 무선 구간 전송/접속을 위한 제어정보 전송, 데이터 전송, 및 ACK/NACK 정보 전송 간의 시간 지연들을 설명하기 위한 개념도이다.

[0062] 도 4와 병행 참조되는 하기 표 3은 상기 무선 구간 전송/접속을 위한 제어정보 전송, 데이터 전송, 및 ACK/NACK 정보 전송 간의 시간 지연들(K0~K4, N0~N4)을 정의한다.

표 3

Delay	Definition
K0	[in TTI] Delay b/w DL grant & corresponding DL Data (PDSCH) RX
K1	[in TTI] Delay b/w DL data (PDSCH) RX & corresponding ACK TX on UL
K2	[in TTI] Delay b/w UL grant RX in DL & UL data (PUSCH) TX
K3	[in TTI] Delay b/w ACK/NAK RX in UL & corresponding Re-TX of data (PDSCH) on DL
K4	[in TTI] Delay b/w UL data (PUSCH) TX & corresponding ACK RX on DL
N0	- # of OSs required for e(g)NB processing from the end of DL grant TX to the earliest possible start of the corresponding PDSCH TX from BS perspective - # of OSs required for UE processing from the end of the DL grant RX to the earliest receiving of the corresponding PDSCH RX from UE perspective
N1	# of OSs required for UE processing from the end of PDSCH RX to the earliest possible start of the corresponding ACK/NACK TX from UE perspective
N2	# of OSs required for UE processing from the end of PDSCH containing the UL grant RX to the earliest possible start of the corresponding PUSCH TX from UE perspective
N3	# of OSs required for e(g)NB processing from the end of ACK/NAK RX in UL to the earliest possible start of the corresponding Re-TX of data(PDSCH) on DL
N4	- # of OSs required for e(g)NB processing from the end of PUSCH RX to the earliest possible start of the corresponding ACK/NACK TX from BS perspective - # of OSs required for UE receiving time from the end of PUSCH TX to the earliest receiving of the corresponding ACK/NACK RX from UE perspective

[0063]

[0065]

신뢰성 향상과 지연 감소를 위해 여러 전송점(transmission point)들은 하나의 단말에 중복(duplication) 또는 분할(split or segmentation)을 통해 데이터를 전송할 수 있다.

[0066]

도 5는 송신단에서의 중복/분할을 통한 전송을 설명하기 위한 개념도이다.

[0067]

도 5를 참조하면, 중복/분할 전송은 중복/분할이 수행되는 계층(layer)에 따라, MAC 중복/분할 및 PDCP(packet data convergence protocol) 중복/분할로 구분될 수 있다. 또한, 중복/분할 전송은 중복/분할의 대상이 되는 데이터 단위(data unit)을 기준으로 SDU(service data unit) 중복/분할 및 PDU(protocol data unit) 중복/분할로 구분될 수 있다. 각 전송 기술을 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0068]

-PDCP PDU 중복/분할 전송: 도 5의 (a)를 참조하면, PDCP PDU 중복/분할 전송은 수신(단말)측에서 이중 연결(dual connectivity) 또는 다중 연결(multi-connectivity)을 지원하는 경우에 적용이 가능하다. 송신측 PDCP 계층에서 PDCP PDU에 대한 중복/분할을 수행할 수 있고, 수신측 PDCP 계층에서 PDCP PDU에 대한 중복/분할을 검출(detection)할 수 있다. 중복 전송의 경우, 수신측은 송신측으로부터 중복 전송된 PDCP PDU들 중 적어도 하나 이상의 수신된 PDU를 처리(검출)한다. 하나만 수신한 경우, 수신한 PDCP PDU만 처리한다. 만약, 2개 이상의 중복 수신된 경우 하나의 RLC entity로부터 전달된 PDU만 처리한다. 하나의 PDCP PDU는 Master Cell Group(MCG)의 RLC entity에 전달되며, 다른 PDCP PDU는 Secondary Cell Group(SCG)의 RLC entity로 전달된다. 각 RLC PDU는 해당 cell group을 통해 전송되도록 한다.

[0069]

-MAC SDU 중복/분할 전송: 도 5의 (b)를 참조하면, 송신측의 PHY 계층에서 MAC SDU에 대한 중복/분할을 수행할 수 있고, 수신측의 MAC 계층에서 MAC SDU에 대한 중복/분할을 검출할 수 있다. 중복 전송의 경우, 수신측은 송신측으로부터 중복 전송된 MAC SDU들 중 적어도 하나 이상의 수신된 SDB를 처리(검출)한다. 하나만 수신한 경우, 수신한 하나의 MAC SDU만 처리한다. 2개 이상의 중복 수신된 경우 수신한 MAC SDU 중 하나의 MAC SDU만 처리한다.

[0070]

-MAC PDU 중복/분할 전송: 도 5의 (c)를 참조하면, 송신측의 PHY 계층에서 MAC PDU에 대한 중복/분할을 수행할 수 있고, 수신측의 MAC 계층에서 MAC PDU에 대한 중복/분할을 검출할 수 있다. 중복 전송의 경우, 수신측은 송

신축으로부터 중복 전송된 MAC PDU들 중 적어도 하나 이상의 수신된 PDU를 처리(검출)한다. 하나만 수신한 경우 수신한 하나의 MAC PDU만 처리한다. 만약, 2개 이상의 중복 수신인 경우 수신한 MAC PDU 중 하나의 MAC PDU만 처리한다.

[0072] 이하의 설명에서, 중복/분할 전송을 수행하는 객체는 기지국(base station), 전송점(transmission point) 또는 RLC(radio link control) 엔터티(entity)일 수 있다. 즉, 복수의 기지국 중에서 하나의 기지국들 중 하나의 기지국이 주 기지국(primary base station)이 되어 단일 주체로서 전송을 수행하거나, 다른 기지국(secondary base station)을 제어하여 자신을 포함한 복수의 주체에 의한 전송을 수행할 수 있다. 이 경우, 기지국들은 기지국 간 인터페이스(예컨대, X2 인터페이스)를 통하여 필요한 시그널링을 수행할 수 있다. 또는, 하나의 기지국에 속하거나 서로 다른 기지국들에 속한 전송점(transmission point)들 또는 RLC 엔터티들에 의해서 복수 주체에 의한 전송이 수행될 수 있다. 이 경우, 동일한 기지국에 속한 전송점들은 해당 기지국에 의해서 제어될 수 있고, 서로 다른 기지국에 속한 전송점들은 각각의 기지국에 의해서 제어될 수 있다. 한편, 직접 전송을 수행하는 주체로서의 기지국은 기능 분할(functional split)이 되지 않은 기지국을 의미할 수 있다. 또한, 복수의 전송점을 관리하는 기지국은 CU(central unit) 또는 BBU(baseband unit)을 의미하며, 각각의 전송점은 DU(distributed unit) 또는 RRH(remote radio head)를 의미할 수 있다.

[0074] **지연을 고려한 중복/분할 전송**

[0075] 도 6은 PDCP PDU에 대한 중복/분할 절차를 의사코드(pseudo code)로 표현한 개념도이다.

[0076] 도 6에서 보여지는 바와 같이, 2개 이상의 다중 연결을 지원하는 시스템에서 하나의 단말에 연결 설정된 2개 이상의 기지국, 전송점, 또는 RLC entity 개수에 대응하는 개수(k)로 PDCP PDU를 중복/분할하여 전달할 수 있다. 분할된(segmented) PDCP PDU들은 MAC/PHY 계층으로 전달되고, MAC/PHY 계층에서 수신측으로 전송될 수 있다. MAC SDU/PDU 중복/분할 전송도 유사하게 수행될 있고, 중복/분할된 MAC SDU/PDU는 PHY 계층으로 전달되어 수신측으로 전송될 수 있다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따라, 지연을 고려한 중복/분할 전송의 지원을 위해 새롭게 지연 함수(latency function)가 정의될 수 있다. 즉, 지연 함수에 기초하여 최소 지연이 소요되는 분할된 PDCP PDU의 크기가 결정될 수 있고, 분할된 PDCP PDU가 전달될 RLC entity(또는 전송점)이 결정될 수 있다. 한편, 분할의 대상이 되는 PDCP PDU의 분할은 결정된 RLC entity(또는 전송점)에 따라 수행될 수 있다. 즉, 지연을 최소화하기 위해 하기 수학적 식 1이 정의될 수 있다.

**수학적 식 1**

[0078] 
$$D_k^n \leftarrow \frac{R_k^n}{\sum_{n \in N} R_k^n} D_k$$

[0080] 여기서,  $D_k$  는 단말 k에게 전송할 데이터 크기를 의미하며,  $R_k^n$  는 전송점(또는 RLC entity) n에 의해서 서비스를 제공받는 단말 k의 달성 가능한 데이터 전송율(achievable data throughput)을 의미한다. 데이터 전송율은 bps(bits per second)로 표현될 수 있다.

[0082] 이하에서는, 데이터 중복/분할 전송을 위한 시스템의 모델이 정의된다.

[0083] (네트워크 모델(Network model) 본 발명의 실시예들이 적용되는 시스템에는 N개의 전송점들과 K개의 단말이 존재하며, 하나의 전송점은 적어도 하나 또는 그 이상의 단말을 서비스할 수 있다고 가정한다. 전송점(송신측)과 단말(user)(수신측)은 아래 수학적 식 2와 같이 정의될 수 있다.

수학식 2

[0084] BS:  $N \doteq \{1, 2, \dots, N\}$

[0085] User:  $K \doteq \{1, 2, \dots, K\}$

[0087]  $K_n$  이 전송점  $n$ 에 접속되어 있는 단말들의 집합을 의미하면, 아래 수학식 3이 정의될 수 있다.

수학식 3

[0088]  $K = K_1 \cup K_2 \cup K_3 \cup \dots \cup K_n \dots \cup K_N$

[0090] (사용자 스케줄링 제약(User scheduling constraint)) 자원 할당을 위해 시간  $t$ 에 스케줄링되는 사용자들을 지시한 사용자 스케줄링 지시자 벡터(user scheduling indicator vector)  $I[t]$  는 하기 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

[0091]  $I[t] \doteq \{I_k^n[t]: k \in K, n \in N\}$

[0093] 여기서,  $I_k^n[t]$  는 단말  $k$ 가 전송점  $n$ 에 의해 시간  $t$ 에 서비스되는가를 지시하는 지시 함수로 하기 수학식 5와 같이 정의될 수 있다.

수학식 5

[0094]  $I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if BS } n \text{ schedules the associated user } k, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$

[0096] 일반적으로, 단말  $k$ 에 시간  $t$ 에 하나의 전송점에 의해서만 서비스가 제공되는 경우에는 하기 수학식 6과 같은 제약이 적용될 수 있다.

수학식 6

$$\sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} I_k^n[t] \leq 1$$

[0097]

[0099] (링크 모델(Link model)) 전송점  $n$  에서 사용자  $k$ 에 전송 파워  $p_n$  으로 데이터를 전송할 경우, 사용자  $k$ 가 달성 가능한 데이터 전송률(achievable data rate for user  $k$ ;  $r_k^n(p_n)$ )은 아래 수학식 7과 같이 정의될 수 있다.

수학식 7

$$r_k^n(p_n) = B \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \gamma_k^n(p_n) \right)$$

[0100]

[0102] 여기서,  $B$ 는 시스템 대역폭(system bandwidth)을 의미하며,  $\frac{1}{\Gamma}$  는 전송율과 SINR의 관계를 나타내는 상수값(SINR gap to capacity)을 의미하며,  $\gamma_k^n(p_n)$  는 주어진 전송 파워  $p_n$  에 대해서 전송점으로부터 사용자  $k$ 에 대한 수신 SINR을 의미한다.

[0103] 또한,  $r_k^n(p_n)$  은 전송점  $n$ 에서 사용자  $k$ 로 데이터를 전송하는 경우의 데이터 전송률이므로, 데이터 전송이 이루어지지 않는 경우에는 0이 된다. 따라서, 데이터 전송을 지시하는 사용자 스케줄링 지시자 함수(user scheduling indicator function)를 적용하여 다음과 같이 수학식 8이 정의될 수 있다.

수학식 8

$$r_k^n(p_n, I)[t] = I_k^n[t] \cdot r_k^n(p_n)[t]$$

[0104]

[0106] 네트워크 상의 모든 사용자들의 합계 지연을 최소화하기 위한 일반 문제 정의(general problem statement): 각 단말로 전송하는 데이터의 지연을 감소하기 위해서 지연 함수(latency function,  $L_k(\cdot)$ )를 이용하여 다음과 같이 정의할 수 있다.

수학식 9

$$\begin{aligned} \text{(Long-term P): } \min & \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} L_k(D_k, R_k) \\ &= \max \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} \frac{1}{L_k(D_k, R_k)} \\ & \text{subject to } \mathbf{R} \in \mathcal{R}, \end{aligned}$$

[0107]

$$\mathbf{R} = (R_k; k \in \mathcal{K})$$

[0109] 여기서  $D_k$ 는 사용자  $k$ 에 대한 전체 데이터 량,  $R_k$ 은 롱텀(long-term)으로 달성 가능 전송율 벡터

$$R_k = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\tau} \sum_{\tau=0}^{\tau} r_k^n(I[\tau]) \quad L_k(\cdot)$$

( $L_k(\cdot)$ ),  $L_k(\cdot)$ 는 사용자  $k$ 에 대한 지연 함수이다.

수학식 10

$$L_k(D_k, R_k) \cong \frac{D_k}{R_k}$$

[0110]

$$\mathcal{R} \subset \mathbb{R}_+^K$$

[0112] 여기서,  $\mathcal{R}$ : 롱텀으로 달성 가능한 전송율 벡터들의 집합으로, 전송율 영역(throughput region)으로 지칭될 수 있다.

[0113] 한편, 사용자  $k$ 에 대한 지연함수는 특정 데이터에 대하여 데이터 전송률에 반비례하므로  $L_k(\cdot)$ 는  $L_k(\cdot)^{-1}$ 는 concave함수이다. 따라서 Stochastic Gradient 기반의 기법을 적용하여 매 시간 슬롯 별로 지연들의 합을 최소화 하는 달성 가능한 전송율 벡터를 선택하는 문제로 아래와 같이 재정의될 수 있다.

수학식 11

$$\begin{aligned} \text{(P): } \max_{\mathbf{p}, I} h(\mathbf{p}, I) &= \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} w_k[t] \frac{r_k^n(\mathbf{p}_k, I)[t]}{d_k^n[t]}, \\ & \text{subject to } \sum_{k \in \mathcal{K}_n} I_k^n[t] \leq 1, \forall n \in \mathcal{N}, \end{aligned}$$

[0114]

$$d_k^n[t] > 0$$

[0116] 여기서,  $d_k^n[t]$ 는 전송점  $n$ 에 의해서 서비스를 제공받는 사용자  $k$ 에 대한 전체 남은 데이터 크기(bits)로, 해당 시간  $t$ 에서 서비스하고자 하는 데이터로 매 시간마다 하기 수학식 12에 의해서 갱신될 수 있다.

수학식 12

$$d_k^n[t+1] \leftarrow d_k^n[t] - r_k^n(p_k, I)[t] \times t_s$$

[0117]

여기서,  $t_s$  는 시간 슬롯 t에 대한 시간 길이(예컨대, 1ms)이며, 초기화를 위하여  $d_k^n[0] = D_k$  로 정의된

[0119]

$w_k[t] > 0$  는 가중치 함수로서  $w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$  로 정의된다.

[0120]

예를 들어, 사용자 간 비례 공평(proportional fairness)을 지원하기 위해  $U(R_k) = \log R_k$  로 정의될 수 있다.

[0122]

사용자 단말을 선택하는 사용자 단말 스케줄링이 하기 수학식 13에 따라 수행될 수 있다.

수학식 13

$$I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if user } k = \underset{k \in \mathcal{K}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t], \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[0123]

데이터 전송점 선택

[0125]

도 7은 본 발명의 실시예들에 따라 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송이 수행되는 개념을 설명하기 위한 개념도이다.

[0126]

도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 데이터 전송은 단일 시점에서 단일 전송점에 의해서 데이터 전송이 수행되는 단일 전송점 전송 또는 동시에 둘 이상의 전송점들에 의해서 데이터 전송이 수행되는 다중 전송점 전송으로 수행될 수 있다.

[0127]

단일 전송점 전송의 경우, 시간 슬롯  $t_i$  에서는 전송점(701)에 의해서 전송이 수행되고, 시간 슬롯( $t_{i+1}$ )에서는 전송점(702)에 의해서 전송이 수행될 수 있다. 즉, 시간 슬롯 별로 전송을 수행하는 전송점이 변경될 수 있다(도 7의 좌측). 한편, 다중 전송점 전송의 경우는 동일한 시간 슬롯에서 하나 또는 그 이상의 전송점들에 의해서 데이터 전송이 수행될 수 있으며, 시간 슬롯 별로 전송을 수행하는 전송점들은 변경될 수 있다(도 7의 우측).

[0128]

이하에서는, 단일 전송점 전송의 경우와 다중 전송점 전송의 경우, 주어진 시간 슬롯 t에서 데이터 전송을 수행하는 전송점을 결정하는 방법들을 설명한다.

[0129]

(1) 단일 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 전송점 선택

[0131]

도 8은 단일 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 단일 전송점을 선택하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

[0132]

도 8을 참조하여, 각 단계는 아래와 같이 설명될 수 있다.

[0133]

먼저, 각 사용자 단말 별 최적의 전송점 n은 하기 수학식 14에 의해 결정될 수 있다.

[0134]

수학식 14

$$n = \operatorname{argmin}_{m \in \mathcal{N}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t]) = \operatorname{argmin}_{m \in \mathcal{N}} \frac{D_k^m[t]}{R_k^m[t]}$$

[0135]

$$R_k^m[t]$$

$$D_k^m[t]$$

[0137] 여기서,  $R_k^m[t]$  은 전송점 n로부터 서비스를 제공받는 사용자 단말 k의 평균 전송율을 의미하며,  $D_k^m[t]$  는 사용자 단말 k에 대한 전체 데이터 량을 의미한다.

$$\delta_n$$

[0138] 따라서, 수학식 14에 기초하여, 시간 t에 각 전송점 n에 서비스가 가능한 단말들의 그룹  $\delta_n$  이 결정될 수 있다.

$$\delta_n$$

다음으로, 그룹  $\delta_n$  내에서 최종 서비스할 단말을 결정한다. 여기서, 전송점 n에 의해서 시간 t에 서비스되는 사용자 단말 k는 하기 수학식 15에 의해서 결정된다.

수학식 15

$$k = \operatorname{argmax}_{k \in \delta_n} w_k[t] r_k^n(p_n)[t]$$

[0139]

$$w_k[t] > 0$$

$$w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$$

[0141] 여기서,  $w_k[t] > 0$  는 가중치 함수로서  $w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$  로 정의된다. 예를 들어, 사용자 단말들 간의 비

$$U(R_k) = \log R_k$$

$$r_k^n(p_n)[t]$$

$$p_n$$

례 공평을 지원하기 위해  $U(R_k) = \log R_k$  로 정의될 수 있다.  $r_k^n(p_n)[t]$  는 주어진 전송 전력  $p_n$  으로 전송점 n에 의해서 서비스를 제공받는 사용자 단말 k의 달성 가능한 전송율을 의미한다.

[0142]

선택된 사용자 단말 k에 대해 주어진 시간 t에 서비스를 제공하기 위해 하기 수학식 16이 정의될 수 있다.

수학식 16

$$I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if } k = \operatorname{argmax}_{k \in \delta_n} w_k[t] r_k^n(p_n)[t], \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[0143]

[0145] 전송점 n가 서비스를 제공하기 위해 선택된 단말 k이 다른 전송점에 의해 서비스되는 것을 피하기 위해, 즉 전

$$\sum_{n \in \mathcal{N}} I_k^n[t] \leq 1$$

술된  $\sum_{n \in \mathcal{N}} I_k^n[t] \leq 1$  의 조건(수학식 11)을 만족하기 위해, 하기 수학식 17과 같이 사용자 그룹에서 제외될 수 있다.

수학식 17

$$\mathcal{K}_n = \mathcal{K}_n \setminus \{k\}$$

[0146]

[0148] (2) 다중 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 전송점들 선택

[0149] 도 9는 다중 전송점 전송에서 데이터 전송을 위한 복수의 전송점을 선택하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

[0150] 도 9를 참조하여, 각 단계는 아래와 같이 설명될 수 있다.

[0151] 각 사용자 단말 별로 최적의 전송점 $n$ 은 특정 조건(예, 기대 전송률(expected throughput) 또는 채널 품질 크기가 일정 크기 이상인 기지국, 전송점 또는 FA 등)에 의해 결정될 수 있다.

[0152] 여기서, 기대 전송률 또는 채널 품질 크기가 가장 큰 기지국, 전송점, 또는 FA 등을 선택하는 경우에는, 앞서 설명된 단일 전송점 전송에서 전송점을 결정하는 경우의 결정 조건과 유사하거나 동일한 기준이 적용될 수 있다.

[0153] 먼저, 시간  $t$ 에 대해서 해당 전송점 별로 서비스가 가능한 사용자 단말이 그룹핑될 수 있다. 이는 앞서 설명된 수학식 14에 기초하여 수행될 수 있다. 그룹  $\mathcal{G}_n$ 내에서 전송점  $n$ 에 의해서 시간  $t$ 에서 서비스되는 사용자 단말  $k$ 는 하기 수학식 18에 의해서 결정된다.

수학식 18

$$k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t]$$

[0154]

$$w_k[t] > 0 \quad w_k[t] = \left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$$

[0156] 여기서,  $w_k[t]$ 는 가중치 함수로서  $\left. \frac{dU(R_k)}{dR_k} \right|_{R_k=R_k[t]}$ 로 정의된다. 예를 들어, 사용자 단말 간의 비례

공평을 지원하기 위해  $U(R_k) = \log R_k$ 로 정의할 수 있다.  $r_k^n(p_n)[t]$ 는 주어진 전송 전력  $p_n$ 으로 전송점  $n$ 에 의해서 서비스를 제공받는 사용자 단말  $k$ 의 달성 가능한 전송율을 의미한다.

[0157] 선택된 사용자 단말  $k$ 에 대해 주어진 시간  $t$ 에 서비스를 제공하기 위해 하기 수학식 19가 정의될 수 있다.

수학식 19

$$I_k^n[t] = \begin{cases} 1, & \text{if } k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\operatorname{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t], \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[0158]

[0160] 하기 수학식 20의 최적화 문제를 해결하기 위해, 상술된 바와 같이 선택된 전송점에 대한 적절한 데이터 할당이 수행될 수 있다. 이를 통해 문제(지연감소)를 해결할 수 있다.

수학식 20

$$\begin{aligned} & \min \left( \max_{R_k^n[t]} \frac{D_k^n[t]}{R_k^n[t]}, \forall n \in \mathcal{N} \right) \\ \text{s. t., } & D_k[t] = \sum_{n \in \mathcal{N}} D_k^n[t] I_k^n[t], \\ & \sum_{k \in \mathcal{K}_n} I_k^n[t] \leq 1 \end{aligned}$$

[0161]

[0163] 여기서,  $R_k^n[t]$  는 전송점  $n$ 에 의해서 서비스가 제공되는 사용자 단말  $k$ 의 평균 전송율(average throughput, bps)를 의미하며,  $D_k[t]$  는 사용자 단말  $k$ 에게 전송될 전체 데이터 량을 의미하며 아래 수학식 21과 같이 정의된다.

수학식 21

$$D_k[t] = \sum_{n \in \mathcal{N}} D_k^n[t] I_k^n[t],$$

[0164]

[0166] 또한, 사용자  $k$ 를 위한 데이터 전송점에 분할할 데이터  $D_k[t]$  는, 하기 수학식 22와 같이, 모든 데이터 전송점에서 도달 가능한 데이터 전송률에 기초하여 계산이 가능하다.

수학식 22

$$D_k^n[t] \leftarrow \frac{R_k^n[t] I_k^n[t]}{\sum_{n \in \mathcal{N}} R_k^n[t] I_k^n[t]} D_k[t]$$

[0167]

[0169] 여기서, 복수개의 전송점들이 선택되어 데이터 분할과 전송이 가능하므로 하기 수학식 23이 만족된다.

수학식 23

$$\sum_{n \in \mathcal{N}} I_k^n[t] = \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} I_k^n[t], \forall k \in \mathcal{K}$$

[0170]

[0172] 한편, 상술된 전송점 선택은 단말들로부터 보고받은 하향 링크 채널 상태 정보 및/또는 단말들로부터 전송된 사운딩 참조 신호를 토대로 예측된 하향 링크 채널 상태 정보에 기초하여 수행될 수 있다. 즉, 앞서 설명된 각 사

용자 단말에 대한 각 전송점의 달성 가능한 전송율 계산은 상기 단말들로부터 보고받은 하향링크 채널 상태 정보 및/또는 상기 단말들로부터 전송된 사운딩 참조 신호를 토대로 예측된 SINR 관련 정보를 토대로 수행될 수 있다.

[0174] **데이터 전송 연결 관리**

[0175] 전송점은 데이터 전송을 수행하는 주체이며, 단말은 기 설정된 데이터 연결 식별자(예, LCID, configured DRB ID 등)를 이용하여 전송점을 식별할 수 있다. 즉, 동일한 연결 식별자에 속한 데이터 베어러에 기초하여 전송점을 식별하거나, 전송점마다 할당된 연결 식별자에 기초하여 전송점을 식별할 수 있다.

[0176] 도10은 본 발명의 실시예에 따라 중복/분할 전송을 수행하는 전송점을 지시하는 정보의 구성 예를 설명하기 위한 개념도이다.

[0177] 도 10을 참조하면, 1 옥텟(octet)으로 구성되어 8개의 전송점 각각에 대한 중복/분할 전송 수행 여부를 지시하는 정보의 예가 도시되어 있다.

[0178] 기지국은 각 전송점에 대응되는 정보(예, 비트맵의 특정 비트)의 활성화/비활성을 통해 중복/분할 전송의 활성/비활성/변경을 단말에 지시할 수 있다. 예를 들어, 비트맵의 특정 비트만 활성화(예, 1로 설정)되고, 나머지 비트들은 비활성화(예, 0으로 설정)되는 경우 활성화된 비트에 대응되는 전송점을 통해 데이터 전송이 수행될 수 있다.

[0179] 선택된 전송점을 통한 전송의 개시 시점은 소정의 시간 규칙(예, 지시 전송(수신)에 대한 피드백 이후 소정의 시간 이후, 후술됨)에 따라 설정될 수 있다. 식별자는 일반적으로 긴 길이를 가지므로, 단말에 설정된 전송점들의 식별자들을 일정한 규칙(예, 오름차순, 내림차순 등)으로 정렬하여 도 8의 비트맵의 비트들과 식별자들을 1:1로 매핑할 수 있다.

[0181] 상술된 전송점의 활성/비활성/변경에 대한 지시는 1) 하향 링크 제어 채널, 2) MAC CE, 3) RRC 시그널링 중 적어도 하나를 통해, 전환을 위한 정보와 함께 단말에게 전달될 수 있다. 해당 정보(전송점 전환 지시)와 활성/비활성/변경에 대한 지시를 수신한 단말은 해당 전송점을 통해 데이터 교환을 수행한다. 또한, 기지국은 전환 시점을 지정하여 해당 시점에 전송점을 전환하도록 지시할 수 있다. 또는, 단말은 전환 지시를 수신한 직후에 바로 전송점을 전환할 수도 있다. 또한, 일정한 패턴(예, 비트맵 등)을 통해 패턴에 따라서 전환할 수 있다. 기지국은 새롭게 전환되는 전송점 정보에 추가로 데이터 할당 정보를 포함하여 데이터 할당 지연을 감소할 수 있으며, 간단히 이전에 할당된 정보를 그대로 재사용하여 데이터를 전송하거나 수신할 수 있다. 또한, 이러한 제어/설정은 전송점들 중 하나의 전송점 또는 복수의 전송점을 통해서 수행되며, 앞서 설명된 단일 전송점 전송의 단일 전송점 선택 절차에 따라서 선택된 하나의 전송점(기본 전송점이라 칭함)을 통해서 단말에 지시될 수 있다.

[0182] 한편 다중 전송점 활성/비활성/변경은 다음 지시가 기지국으로 전송되기 전까지 유효하거나 소정의 시간 동안 유효할 수 있다. 만약 소정의 시간 내에 새로운 지시가 기지국으로부터 전송되지 않는 경우에는 다중 전송점 서비스가 종료되고 앞서 설명된 단일 전송점 전송의 단일 전송점 선택 절차에 따라서 선택된 단일 전송점(기본 전송점)을 통해 서비스가 제공될 수 있다. 또한 기본 전송점은 다중 전송점 동작(예, 활성화 등)에서 설정/변경 등을 할 수 있다.

[0183] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송점 전환 시점을 설명하기 위한 개념도이다.

[0184] 도 11을 참조하면, 서브프레임(또는 슬롯) n에서 기지국은 전송점의 활성/비활성/변경을 도 9에서 예시된 지시 정보를 포함하는 하향 링크 제어 채널 또는 MAC CE 중 적어도 하나를 통해 지시할 수 있다. 이에 대한 응답으로 단말은 서브프레임(또는 슬롯) n으로부터 소정의 시간( $k_1$ ) 이후의 서브프레임(또는 슬롯)  $n+k_1$ 에서 데이터 전송점 활성/비활성/변경 지시에 대한 피드백 정보를 전송할 수 있다. 기지국과 단말은 피드백 정보가 전송되는 서브프레임(또는 슬롯)  $n+k_1$ 으로부터 소정의 시간( $k_3$ )이후의 서브프레임(또는 슬롯)  $n+k_1+k_3$ 에서 지시한 전송점을 통해 데이터 교환을 수행할 수 있다. 여기서,  $k_1$  및  $k_3$ 는 표 3에 정의한 시간  $k_1$ (또는  $n_1$ ),  $k_3$ (또는  $n_3$ )에 각각 대응될 수 있다. 그리고 다중 전송점을 비활성하는 경우 추가 데이터가 없이 비활성 또는 종료할 수 있다.

[0186] 단일/다중 연결 전송점 결정과 사용자 스케줄링을 위한 알고리즘

[0187] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 단일 전송점 전송 또는 다중 전송점 전송을 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

[0188] 전송점은 지연 시간 임계값(예, LatencySplitThreshold)을 기초로 결정될 수 있다. 먼저, 사용자 단말 k에 대하여 지연 시간이 최소인 전송점이 선택될 수 있다(1201). 선택된 전송점의 지연 시간이 지연 시간 임계값(LatencySplitThreshold)보다 작은 경우 데이터 분할없이 선택된 전송점을 통해 데이터 전송이 될 수 있다(즉, 단일 전송점 전송). 한편, 선택된 전송점의 지연 시간이 지연 시간 임계값(LatencySplitThreshold)보다 큰 경우, 선택된 전송점을 제외한 나머지 전송점들 중에서 1개 이상의 추가 전송점을 선택하고 데이터 분할을 통해 데이터 전송을 수행할 수 있다. 즉, 특정 전송점을 통해서 서비스하고자 하는 경우의 기대 전송률( $r_k^n$ )에 기초하여 지연 시간 임계값 내에서 서비스가 제공될 수 있는지 여부를 판단하여 전송점이 결정될 수 있다.

[0189] 2개 이상 전송점들을 통한 데이터 분할 전송의 경우, 최초로 선택된 전송점을 통해서 지연 시간 임계값 내에서 서비스할 수 있는 크기의 데이터를 제외한 나머지 데이터를 추가로 선택된 전송점이 지연 시간 임계값 내에서 서비스할 수 있는가를 판단할 수 있다. 추가로 선택된 전송점이 지연 시간 임계값 내에서 나머지 데이터를 전송할 수 있는 경우 추가로 선택된 전송점이 나머지 데이터 전체를 전송할 수 있다. 한편, 추가로 선택된 전송점이 지연 시간 임계값 내에서 나머지 데이터를 전송할 수 없는 경우, 다시 추가 분할이 수행될 수 있다. 상술된 절차는, 더 이상 선택할 전송점이 없거나 서비스하고자 하는 데이터가 없을 때까지 반복될 수 있다.

[0190] 여기서  $L_k^n(d_k, r_k^n)$  은 주어진 데이터( $d_k$ )를 기대 전송률( $r_k^n$ )에서 서비스할 경우의 데이터 서비스 시간을 의미하며 앞서 설명된 수학적식10을 통해 구할 수 있다.

[0191] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 결정된 전송점에 대한 사용자 단말 및 사용자 단말에게 서비스할 데이터 크기를 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

[0192] 일반적으로 전송점을 통해 서비스되는 다수의 사용자가 존재하므로, 특정 서비스 스케줄링 시점에 사용자를 선택하고자 하는 경우, 앞서 설명된 단일 전송점 전송 및 다중 전송점 전송에서의 전송점 선택과 달리, 사용자 스케줄링 알고리즘을 적용하여 사용자와 사용자에게 서비스할 데이터의 크기가 결정될 수 있다(1301).

[0193] 즉, 도 13에서 예시된 절차는, 단일 전송점 전송과 다중 전송점 전송을 통해 서비스되는 사용자들이 혼재해 있는 경우에 유용하다. 이 경우, 주어진 스케줄링 시간 내에 최대한의 데이터 서비스를 위해 전송점 별 선택된 사용자에게 서비스할 데이터 크기를 수학적식22을 적용하여 결정하고(1302), 할당을 통해 지연을 줄일 수 있다.

[0194] 본 방식에서는, 특정 조건(예, 기대 전송률이 소정의 전송률 이상;  $r_k^n \geq \bar{r}$ , 또는 기대 지연이 소정의 지연 이하)을 충족하는 모든 전송점들이 후보 전송점들로 선택되어 사용자를 스케줄링하고 데이터를 할당한다. 그러나, 소정의 전송점에만 국한(예, n개의 전송점,  $n_3$  1인 자연수,  $n=1$ 인 경우 단일 전송점 전송)하여 해당 전송점에 본 알고리즘을 적용할 수도 있다. 특히, 이 경우에는 데이터 분할 뿐만 아니라 선택할 전송점이 복수 개( $n_3$  2)인 경우에 동일한 데이터를 중복 전송하는 경우에도 적용이 가능하다. 또한, 중복 전송이 설정되지 않은 경우에만 분할 전송을 위한 알고리즘을 수행할 수 있다.

[0195] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터 분할 또는 중복을 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이며, 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터 분할 또는 중복이 결정된 이후에 각 전송점에서 스케줄링될 사용자 단말 및 사용자 단말에게 서비스할 데이터 크기를 결정하는 절차를 의사코드로 표현한 개념도이다.

[0196] 데이터 분할 또는 중복의 결정은 미리 정의되거나 설정된 데이터 분할 임계값(예, DataSplitThreshold)을 기초로 결정할 수 있다. 일반적으로 전송점을 통해 서비스되는 다수의 사용자가 존재하므로, 특정 서비스 스케줄링 시점에 사용자를 선택하고자 하는 경우에 수학적식15에 기초하여 사용자가 선택될 수 있다(1401). 그리고 데이터 분할 또는 중복을 결정하는 entity에서 데이터의 크기가 데이터 분할 임계값(예, DataSplitThreshold)보다 작은 경우에는 데이터 분할없이 하나의 전송점을 통해 데이터 전송을 수행하고, 큰 경우에는 2개 이상의 전송점으로 데이터 분할을 통해 데이터 전송을 수행할 수 있다(1402).

[0197] 한편, 도 14에서 예시된 알고리즘만 적용하는 경우에는 주어진 시간에 전송하고자 하는 데이터를 전송하지 못하

는 경우가 발생한다. 그리고 기대 전송률(또는 도달 가능한 전송률)에 따라서 전송하는 데이터의 서비스 시간의 편차가 크게 나타날 수 있다.

[0198] 이를 해결하기 위해, 도 15에서 예시된 알고리즘에서와 같이, 도 14의 알고리즘에 의해서 선택된 전송점(또는 기지국)을 기초로 지연이 최소한으로 하기 위한 각 전송점에 스케줄링할 사용자 및 사용자에게 서비스할 데이터 크기를 수학식22을 적용하여 결정할 수 있다(1501).

$$r_k^m \geq \bar{r}$$

[0199] 본 방식에서는, 특정 조건(예, 기대 전송률이 소정의 전송률 이상;  $r_k^m \geq \bar{r}$ ), 또는 기대 지연이 소정의 지연 이하)을 충족하는 모든 전송점들이 후보 전송점들로 선택되어 사용자를 스케줄링하고 데이터를 할당한다. 그러나, 소정의 전송점에만 국한(예, n개의 전송점,  $n_3$  1인 자연수,  $n=1$ 인 경우 단일 전송점 전송)하여 해당 전송점에 본 알고리즘을 적용할 수도 있다. 특히, 이 경우에는 데이터 분할 뿐만 아니라 선택할 전송점이 복수 개( $n_3$  2)인 경우에 동일한 데이터를 중복 전송하는 경우에도 적용이 가능하다. 또한, 중복 전송이 설정되지 않은 경우에만 분할 전송을 위한 알고리즘을 수행할 수 있다.

[0201] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

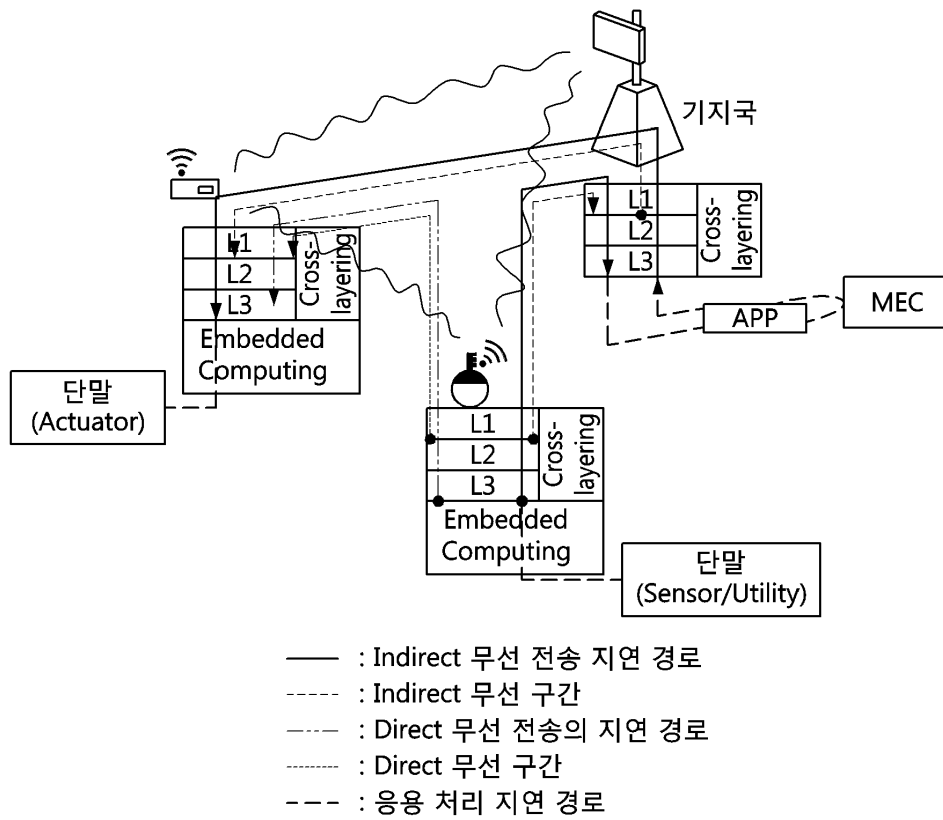
[0202] 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0203] 또한, 상술한 방법 또는 장치는 그 구성이나 기능의 전부 또는 일부가 결합되어 구현되거나, 분리되어 구현될 수 있다.

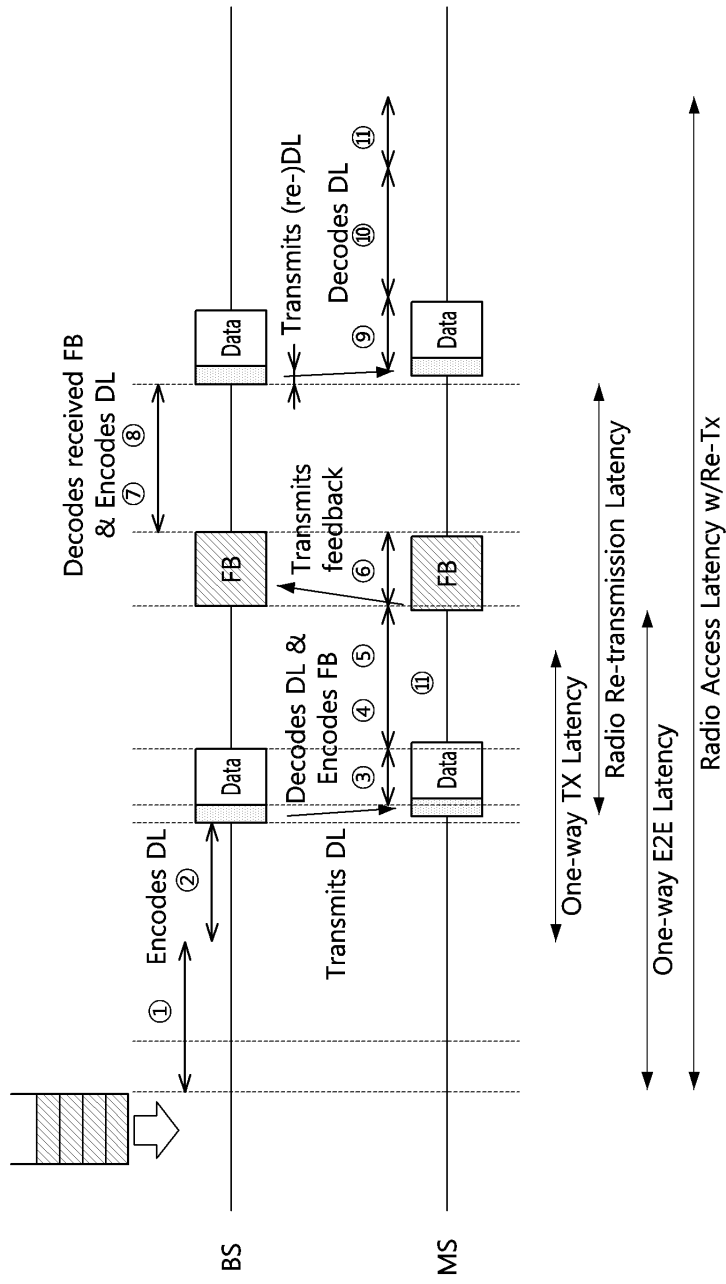
[0204] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

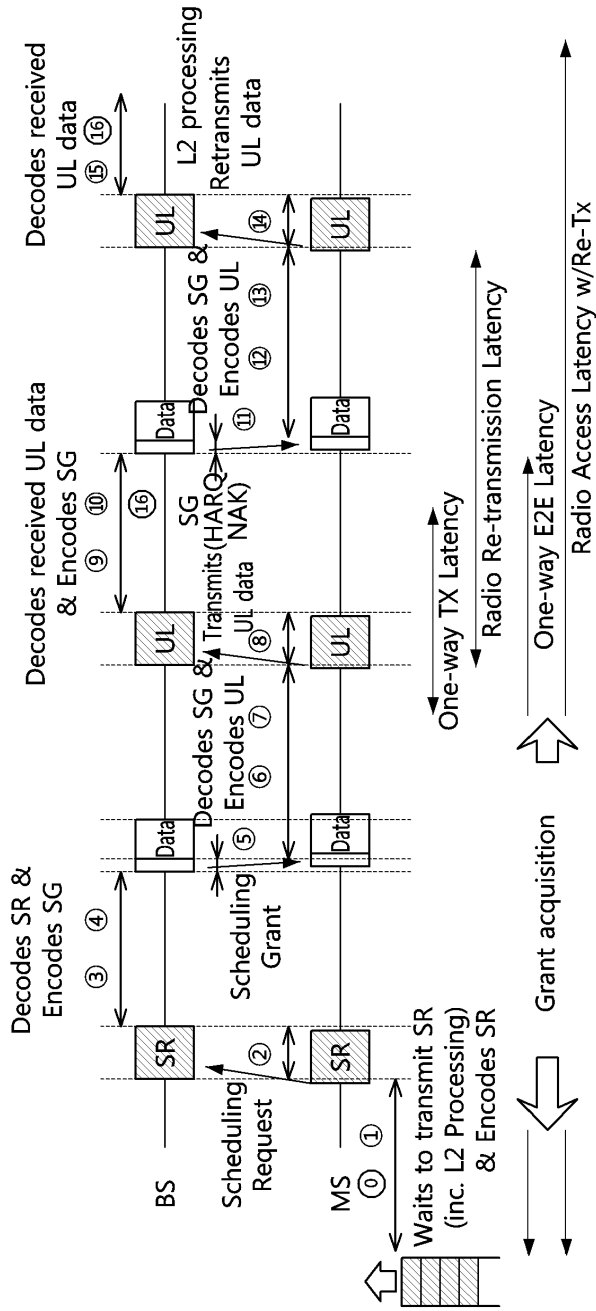
도면1



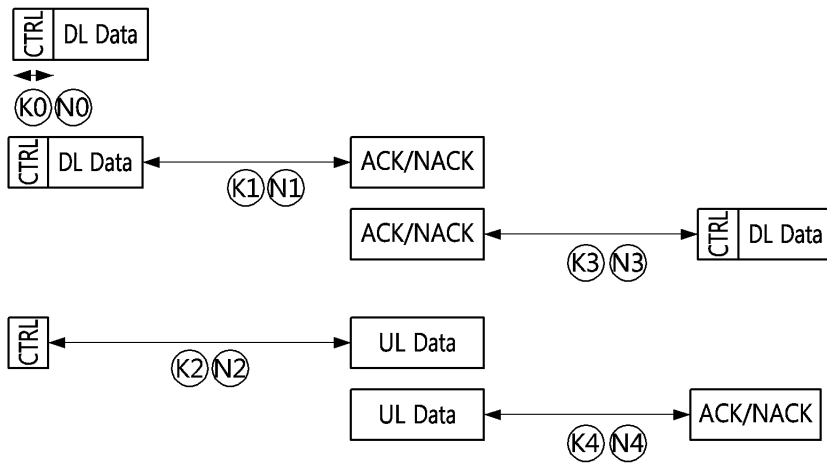
도면2



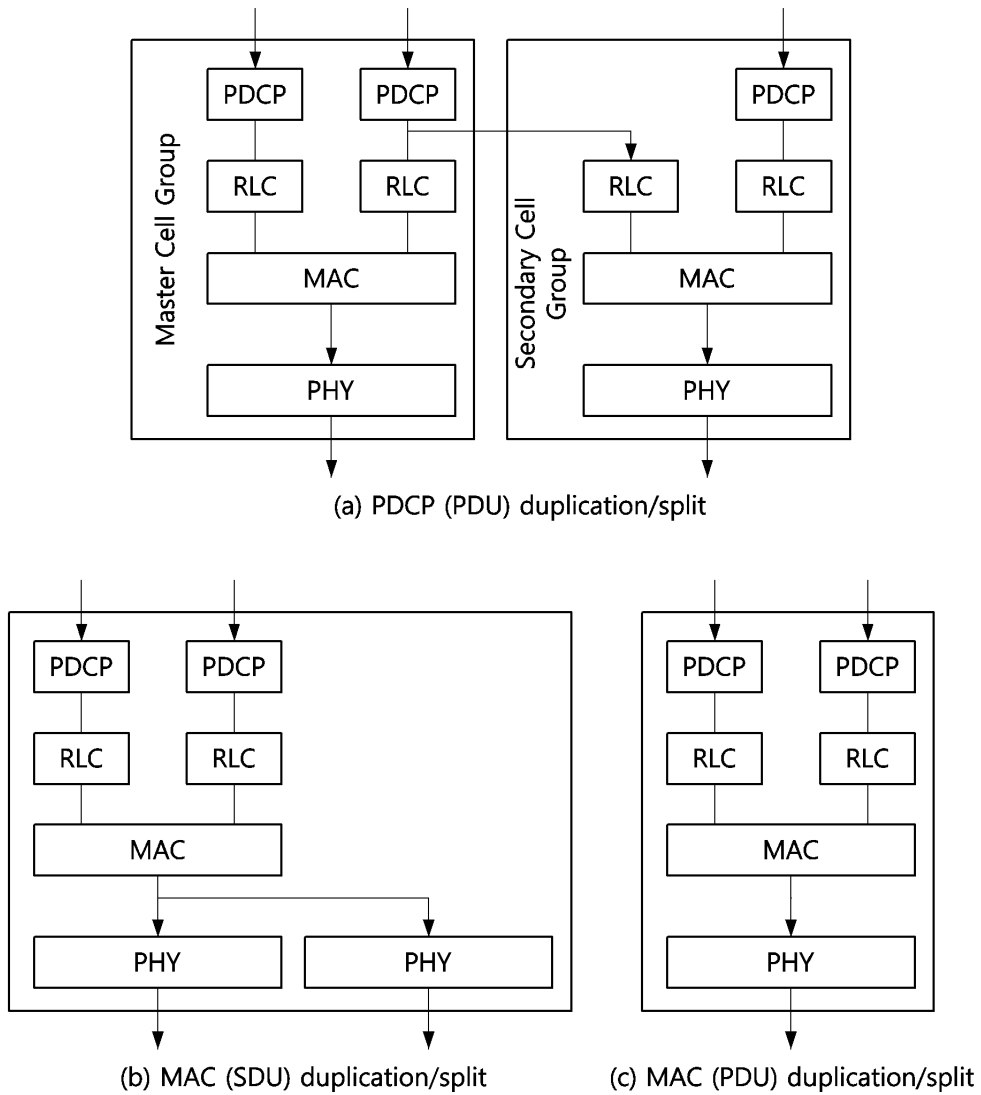
도면3



도면4



도면5

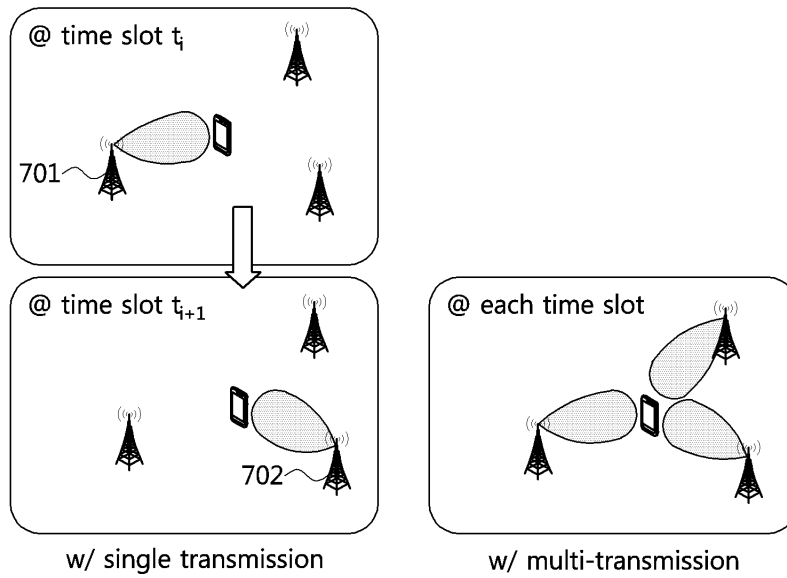


도면6

Require: for LLC:

- 1: segment the PDCP PDU to generate  $k$  number (two or more) of RLC SDUs
- 2: submit segmented PDCP PDU to the corresponding RLC entity, e.g.,
- 3: 1st segmented PDCP PDU → 1st RLC entry,
- 4: 2nd segmented PDCP PDU → 2nd RLC entry,
- 5: ⋮
- 6:  $k$ th segmented PDCP PDU →  $k$ th RLC entry

도면7



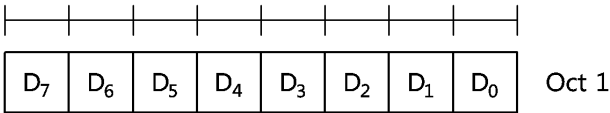
도면8

**Require:**  $D_k^n, R_k^n, \forall n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}_n$   
 1: initialise  $\mathcal{G}_n \leftarrow \mathcal{K}_n, \mathcal{S}_n \leftarrow \emptyset, \forall n \in \mathcal{N}$   
 2: **for** all BSs in  $\mathcal{N}$  (i.e.,  $n \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{N}|$ ) **do**  
 3:   Group users expected to be served by BS  $n$  with minimum latency:  $\mathcal{S}_n \leftarrow \mathcal{S}_n \cup \{k\}$ , if  $n == \operatorname{argmin}_{m \in \mathcal{N}} L_k^m(D_k^m[t], R_k^m[t])$ , for  $\forall k \in \mathcal{G}_m$   
 4:   Set  $I_k^n[t] \leftarrow \begin{cases} 1, & \text{for the selected user } k, \text{ where } k = \operatorname{argmax}_{k \in \mathcal{S}_n} w_k[t] r_k^n(p_n)[t] \text{ among the users in } \mathcal{S}_n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$   
 5:   Remove user  $k$  from  $\mathcal{G}_n, \forall n \in \mathcal{N}: \mathcal{G}_n \leftarrow \mathcal{G}_n \setminus \{k\}, \forall n \in \mathcal{N}$   
 6: **end for**

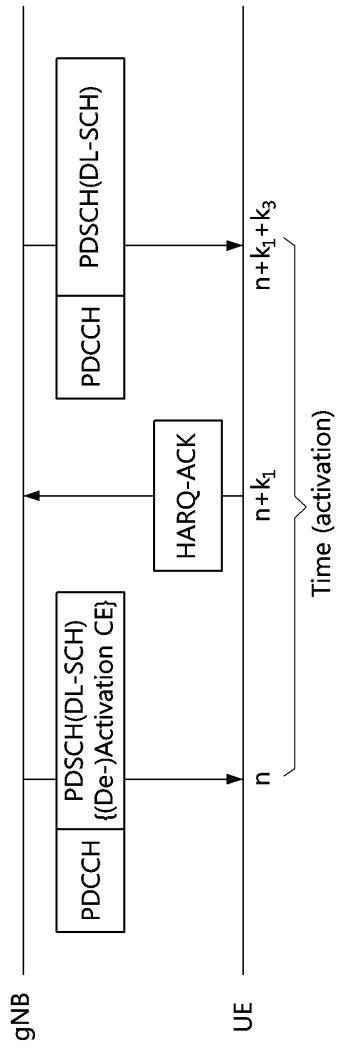
도면9

**Require:**  $D_k, r_k^n, \forall k \in \mathcal{K}_n, n \in \mathcal{N}$   
 1: initialise  $\mathcal{G}_n \leftarrow \emptyset, \forall n \in \mathcal{N}$   
 2: **for** all BSs in  $\mathcal{N}$  (i.e.,  $n \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{N}|$ ) **do**  
 3:   **if** BS  $n$  can serve the user  $k$  (e.g.,  $r_k^n(p_n) \geq \bar{r}$ ) **then**  
 4:     Group users who can be served by BS  $n$ :  $\mathcal{G}_n \leftarrow \mathcal{G}_n \cup \{k\}$   
 5:   **end if**  
 6:   Set  $I_k^n[t] \leftarrow \begin{cases} 1, & \text{for the selected user } k, \text{ where } k = \underset{k \in \mathcal{G}_n}{\text{argmax}} w_k[t] r_k^n(p_n)[t] \text{ among the users in } \mathcal{G}_n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$   
 7: **end for**  
 8: **for** all users in the network (i.e.,  $k \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{K}|$ , where  $\mathcal{K} = \mathcal{K}_1 \cup \mathcal{K}_2 \cup \dots \cup \mathcal{K}_n$ ) **do**  
 9:   **if**  $\sum_{n \in \mathcal{N}} I_k^n[t] > 0$  **then**  
 10:     Set  $D_k^n[t] \leftarrow \frac{R_k^n[t] I_k^n[t]}{\sum_{n \in \mathcal{N}} R_k^n[t] I_k^n[t]} D_k[t]$   
 11:   **else**  
 12:     Set  $D_k^n[t] \leftarrow 0$   
 13:   **end if**  
 14: **end for**

도면10



도면11



도면12

**Require:**  $L_k$  (LatencySplitThreshold),  $d_k, w_k, r_k^u, \forall n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}_n$

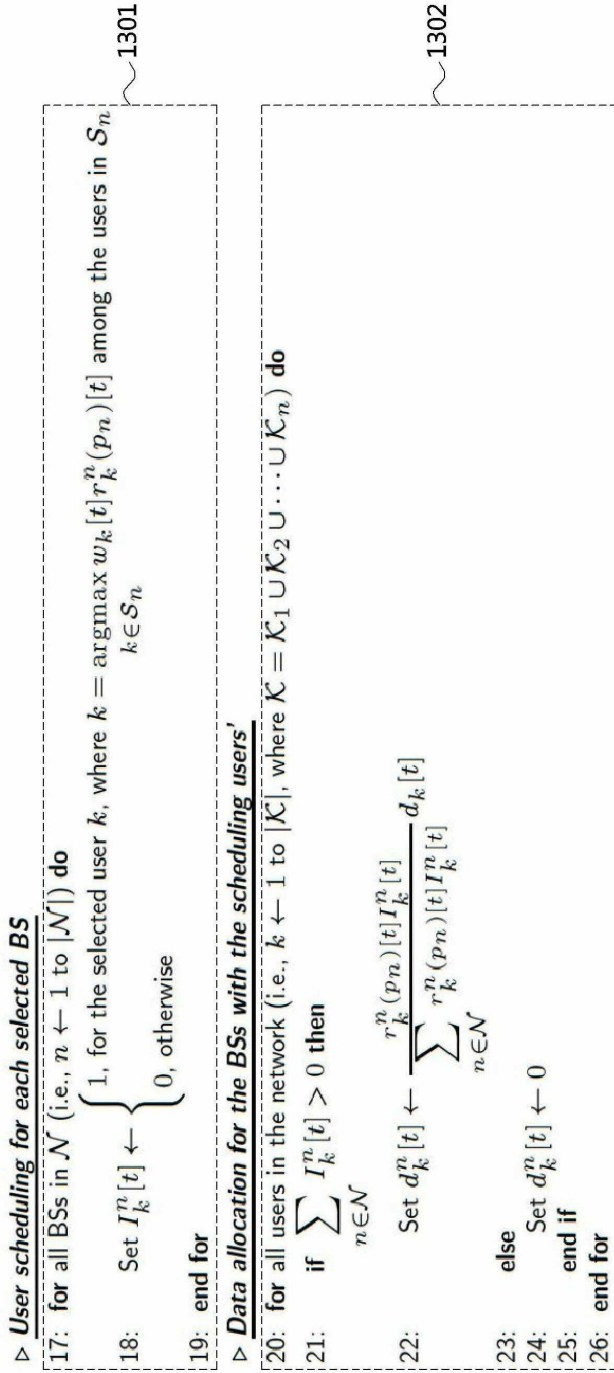
- 1: Initialise  $d_k^n \leftarrow d_k, S_n \leftarrow \emptyset, \forall n \in \mathcal{N}$
- ▷ **Select a BS and Decide connectivity**
- 2: **for** all BSs in  $\mathcal{N}$  (i.e.,  $n \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{N}|$ ) **do**
- 3:     **for** all users in  $\mathcal{K}_n$  (i.e.,  $k \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{K}_n|$ ) **do**
- 4:         **if**  $d_k^n[t] > 0$  **then**
- 5:             ▷ **Select BS  $n$  with minimum latency for user  $k$**   $\rightsquigarrow$  1201
- 6:             Set  $n \leftarrow \underset{m \in \mathcal{N}}{\operatorname{argmin}} L_k^m(d_k[t], r_k^m(p_m)[t])$
- 7:             ▷ **Decide b/w single and multiple connectivities**
- 8:             **if**  $L_k^n(d_k[t], r_k^n(p_n)[t]) \leq L_k$  **then**
- 9:                  $d_k^n[t] \leftarrow d_k[t]$
- 10:             **else**
- 11:                  $d_k^n[t] \leftarrow L_k^n[t] \times r_k^n(p_n)[t]$
- 12:             **end if**
- 13:              $S_n \leftarrow S_n \cup \{k\}$
- 14:              $\mathcal{K}_n \leftarrow \mathcal{K}_n \setminus \{k\}$
- 15:             **end if**
- 16:         **end for**
- 17:     **end for**

▷ select BS  $n$  with minimum latency

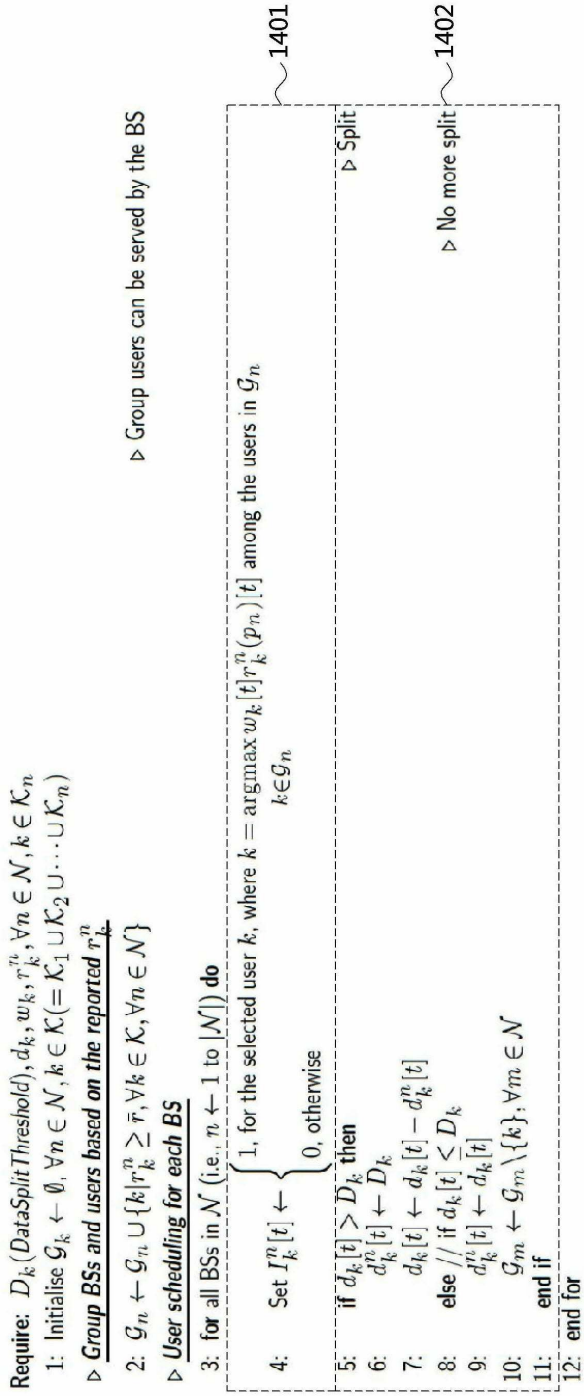
▷ w/ single connectivity

▷ w/ multiple connectivities

도면13



도면14



도면15

▷ Data allocation for the BSs with the scheduling users'  
 13: for all users in the network (i.e.,  $k \leftarrow 1$  to  $|\mathcal{K}|$ , where  $\mathcal{K} = \mathcal{K}_1 \cup \mathcal{K}_2 \cup \dots \cup \mathcal{K}_n$ ) do  
 14: if  $\sum_{n \in \mathcal{N}} I_k^n[t] > 0$  then  
 15: Set  $d_k^n[t] \leftarrow \frac{r_k^n(p_n)[t] I_k^n[t]}{\sum_{n \in \mathcal{N}} r_k^n(p_n)[t] I_k^n[t]} d_k[t]$  1501  
 16: else  
 17: Set  $d_k^n[t] \leftarrow 0$   
 18: end if  
 19: end for