



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월22일
 (11) 등록번호 10-0831544
 (24) 등록일자 2008년05월15일

- (51) Int. Cl.
H04L 12/56 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
 - (21) 출원번호 10-2005-7025380
 - (22) 출원일자 2005년12월30일
 심사청구일자 2006년04월03일
 번역문제출일자 2005년12월30일
 - (65) 공개번호 10-2006-0055478
 - (43) 공개일자 2006년05월23일
 - (86) 국제출원번호 PCT/GB2004/004179
 국제출원일자 2004년10월01일
 - (87) 국제공개번호 WO 2005/034443
 국제공개일자 2005년04월14일
 - (30) 우선권주장
 0323244.4 2003년10월03일 영국(GB)
 - (56) 선행기술조사문헌
 US 2002/183066
 EP 1,317,110호
- 전체 청구항 수 : 총 21 항

- (73) 특허권자
후지쯔 가부시끼가이샤
 일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라꾸 가미고
 다나카 4초메 1-1
- (72) 발명자
아베다, 사이에드
 영국 버크셔 알지1 4엘에스 리딩 킹스 로드 더 퍼
 너클 9
- (74) 대리인
구영창, 이중희, 장수길

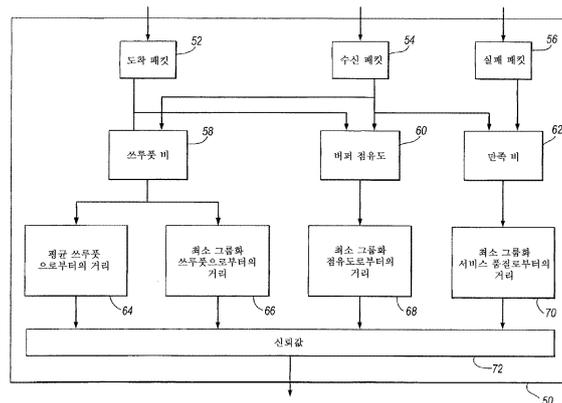
심사관 : 이희봉

(54) 서비스 품질의 측정치를 판정하여 사용자 장비로부터 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하기 위한 방법 및 이에 대응하는 기지국, 사용자 장비 및 통신 시스템

(57) 요약

본 발명은 복수의 소스 사용자 장비로부터 기지국으로의 업링크시 데이터 패킷들 - 상기 데이터 패킷들은 복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위한 것임 - 을 전송하는 방법을 기술하고 있다. 상기 방법은 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하는 단계와, 그 서비스 품질의 측정치에 따라서 상기 소스 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하는 단계를 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 소스 사용자 장비로부터 기지국으로의 업링크로 데이터 패킷을 전송하는 방법 - 상기 데이터 패킷은 복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송(onward transmission)을 위한 것임 - 으로서,

상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하는 단계; 및

상기 서비스 품질의 측정치에 따라서 상기 소스 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 서비스 품질의 측정치는 상기 기지국에서 판정되는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 기지국은 서비스 품질의 지표를 소스 사용자 장비로 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 기지국은 소스 사용자 장비에 의해 사용될 전송 포맷의 지표를 상기 소스 사용자 장비로 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기지국은 상기 복수의 목적지 사용자 장비 각각에 대한 서비스 품질의 측정치를 판정하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기지국은 각 목적지 사용자 장비에 대한 신뢰값을 판정하고, 상기 신뢰값은 상기 서비스 품질의 측정치에 기초하며, 상기 기지국은 각 신뢰값을 대응하는 소스 사용자 장비에 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 각 목적지 사용자 장비에 대한 신뢰값은 해당 목적지 사용자 장비에 대한 서비스 품질의 측정치를 그 외의 목적지 사용자 장비들에 대한 서비스 품질의 측정치들과 비교함으로써 획득되는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

소스 사용자 장비는 상기 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값을 수신하고, 상기 신뢰값에 기초하여 패킷 전송의 시간과 속도 중 적어도 하나를 결정하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 소스 사용자 장비는 부가적으로 무선 채널 조건들의 측정치에 기초하여 패킷 전송의 상기 시간과 속도 중 적어도 하나를 결정하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 소스 사용자 장비는 부가적으로 서비스 타입에 기초하여 패킷 전송의 상기 시간과 속도 중 적어도 하나를 결정하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 11

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 업링크 전송 속도는 변조 및 코딩 구성 레벨을 조정함으로써 변경되는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 12

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 업링크 전송 속도는 상기 업링크 전송이 행해지는 간격들을 조정함으로써 변경되는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 13

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

양호한 서비스 품질의 지표를 수신한 소스 사용자 장비는 그렇지 않은 경우보다 더 낮은 속도로 상기 기지국에 데이터 패킷을 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 14

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

열악한 서비스 품질의 지표를 수신한 소스 사용자 장비는 그렇지 않은 경우보다 더 높은 속도로 상기 기지국에 데이터 패킷을 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 15

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

소스 사용자 장비는 상기 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값들을 수신하고, 상기 신뢰값들의 히스토리를 저장하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

악화된 신뢰값 히스토리를 갖는 소스 사용자 장비는 그렇지 않은 경우보다 더 높은 속도로 상기 기지국에 데이터 패킷을 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

개선된 신뢰값 히스토리를 갖는 소스 사용자 장비는 그렇지 않은 경우보다 더 낮은 속도로 상기 기지국에 데이터 패킷을 전송하는 데이터 패킷 전송 방법.

청구항 18

복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송(onward transmission)을 위해 복수의 소스 사용자 장비로부터 업링크

크로 데이터 패킷을 수신하기 위한 기지국으로서,
상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하기 위한 수단;
상기 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값을 생성하기 위한 수단; 및
상기 신뢰값을 소스 사용자 장비에 전송하기 위한 수단
을 포함하는 기지국.

청구항 19

복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위해 복수의 소스 사용자 장비로부터 업링크로 데이터 패킷을 수신하기 위한 기지국으로서,
상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하기 위한 수단;
상기 서비스 품질의 측정치에 기초하여 상기 소스 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송 스케줄링 시 소스 사용자 장비에 의해 사용될 전송 포맷을 판정하기 위한 수단; 및
상기 소스 사용자 장비에 의해 사용될 상기 전송 포맷의 지표를 상기 소스 사용자 장비에 전송하기 위한 수단
을 포함하는 기지국.

청구항 20

복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위해 업링크로 기지국에 데이터 패킷을 전송하기 위한 사용자 장비로서,
상기 기지국으로부터 신뢰값 - 상기 신뢰값은 상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 지표 임 - 을 수신하기 위한 수단;
상기 신뢰값에 따라서 상기 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하기 위한 수단
을 포함하는 사용자 장비.

청구항 21

제18항 또는 제19항의 기지국 및 제20항의 복수의 사용자 장비를 포함하는 통신 시스템.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 무선 통신 시스템에서의 업링크 전송을 스케줄링하는 기술에 관한 것이다. 본 발명은 구체적이지만 한정적이지는 않게 3G 이동 통신 시스템과 같은 CDMA(code division multiple access) 통신 시스템에 적용가능하다.

배경기술

<2> 도 1은 무선 통신 시스템의 일부분을 도시하며, 복수의 소스 사용자 장비(UE1, UE2, UE3)가 복수의 목적지 사용자 장비(UE4, UE5, UE6)와 기지국(BS)을 통해 통신하고 있다. 소스 UE들(UE1, UE2, UE3)은 데이터 패킷들을 기지국(BS)으로의 업링크로 전송한다. 기지국(BS)은 목적지 UE들로의 다운링크로 제3자 전송을 위해 데이터 패킷들을 소스 UE들로부터 수신하여 이 데이터 패킷들을 버퍼링한다. 이러한 예에서, 각각의 무선 채널에는 다른 채널들과의 채널 구별을 위해 개별 채널 코드(separate channelisation)가 할당된다(CDMA).

<3> 도 1의 시스템에서, 기지국은 패킷들이 다양한 목적지 UE들로 전송되도록 스케줄링할 의무가 있다. 기지국은 목적지 UE들로 전송할 의무만 있기 때문에, 적절한 스케줄링을 결정할 수 있다. 그러나, 각 소스 UE들이 그 데이터를 기지국으로의 업링크로 전송하는 시간과 방법을 결정하기 위해서는 몇가지 메커니즘을 제공할 필요가 있다.

<4> 가장 간단한 경우는, 각 소스 UE가 데이터를 보내야 할 때마다 전송하는 것이다. 이 기술은 업링크시 낮은 부하들이 제공될 때에는 잘 동작할 수 있다. 그러나, UE들의 시도가 너무 많아서 동시 전송이 불가능하다면, 간섭 레벨이 수용불가능하게 되어, 열악한 서비스 품질을 초래할 수 있다.

<5> 업링크 전송의 스케줄링을 위해 다양한 기술들이 공지되어 있다. 이러한 스케줄링 기술의 목적은 간섭 레벨, 균등성 또는 쓰루풋 등과 같은 임의의 기준을 만족하기 위해 UE들이 기지국으로 전송하는 경로를 관리하기 위한 것이다.

<6> 시간 스케줄링(time scheduling)으로서 공지되어 있는 한가지 스케줄링 기술에서는, 단일의 UE에 소정의 시간 주기동안 완전 업링크 자원이 제공된다. 어느 UE가 임의의 시간에 그 채널 리소스를 갖는지를 판정하기 위한 몇가지 메커니즘이 구현된다. 예를 들어, 각각의 UE는 그 데이터를 전송하기 위해 교대할 수도 있고, 아니면, 그 채널 리소스가 제공되어 있는 UE가 채널 품질을 고려하여 선택될 수 있다.

<7> 시간 스케줄링시에는, 임의의 시간에 단지 하나의 UE만이 전송되므로, 각각의 UE는 다른 UE들과의 간섭없이도 높은 데이터 속도로 시간 윈도우에 전송할 수 있다. 그러나, 전송할 수 있는 때를 각 UE에 알려줄 때에는 지연을 수반하기 때문에 업링크에서의 쓰루풋에 관해 시간 스케줄링은 충분하지 못하다. 시간 스케줄링의 또 다른 단점은 (인접 셀들에 기인하는 간섭을 증가시키는) 여러가지 간섭 손실, 빈번하지 못한 전력 제어 신호에 기인

한 정확성 저하 전력 제어, 및 UE가 전송량이 거의 없을 때의 낭비된 업링크 용량을 포함한다.

- <8> 속도 스케줄링(rate scheduling)으로서 공지되어 있는 또 다른 스케줄링 기술에 있어서, 각 UE는 네트워크를 통해 신호받은 정보에 기초하여 데이터를 전송할 속도를 결정한다. 예를 들어, 3G 통신 시스템에서는, 각 UE가 RNC(radio network controller)에 의해 신호받은 TFCS(Transport Format Combination Set)로부터의 정보에 기초하여 속도를 결정할 수 있다. 이러한 속도는 통상적으로 UE의 최대 속도보다는 낮으며, 간섭이 수용가능한 레벨 내에 있는지 확인하도록 설정된다.
- <9> 속도 스케줄링의 이점은 많은 UE들이 전송중이기 때문에, 간섭 다이버시티가 유지되어, 이웃하는 셀들에 대한 간섭을 줄인다는 것이다. 속도 스케줄링은 또한 호출 승인 및 전력 제어 메카니즘이 시간 스케줄링에서보다 더 정확하다는 이점을 제공한다. 그러나, 속도 스케줄링은 많은 UE들이 동시 전송할 수 있으므로, UE들 각각이 서로와 간섭한다는 단점을 갖는다.
- <10> 본 발명의 목적은 공지된 업링크 스케줄링 기술을 개선시키는 것이다.
- <11> 본 발명의 제1 양상에 따르면, 복수의 소스 사용자 장비로부터 기지국으로의 업링크로 데이터 패킷들을 전송하는 방법이 제공되며, 그 데이터 패킷들은 복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위한 것이며, 상기 방법은:
- <12> 상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하는 단계; 및
- <13> 상기 서비스 품질의 측정치에 따라서 상기 소스 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하는 단계를 포함한다.
- <14> 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 정보를 이용함으로써, 전체 시스템의 전체 성능이 개선될 수 있음을 알아냈다.
- <15> 기지국은 목적지 사용자 장비에 데이터를 전송할 의무가 있기 때문에, 서비스 품질의 측정치를 판정할 최상의 위치에 있다. 그러므로, 서비스 품질의 측정치는 기지국에서 판정될 수 있다. 기지국은 사용자 장비에 서비스 품질의 지표를 전송하여 그 사용자 장비가 업링크 전송을 스케줄링할 수 있도록 한다. 대안으로, 기지국은 전송 포맷의 지표를 사용자 장비에 전송하여 사용자 장비가 사용하도록 할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 패킷 전송의 속도 및/또는 시간(예를 들어, 대기 시간)을 사용자 장비에 전송할 수 있다.
- <16> 바람직하게, 그 기지국은 복수의 목적지 사용자 장비 각각에 대한 서비스 품질의 측정치를 판정한다. 이는 기지국이 목적지 사용자 장비로의 각 링크가 다른 링크들과 비교해 얼마나 잘 수행되는 지를 판정하도록 할 수 있다. 이어서, 이러한 정보는 업링크 전송을 스케줄링할 시 이용될 수 있다.
- <17> 바람직한 실시예에서, 기지국은 각 목적지 사용자 장비에 대한 신뢰값을 결정하고, 그 신뢰값은 서비스 품질의 측정치에 기초하며, 기지국은 해당 소스 사용자 장비에 각 신뢰값을 전송한다. 이어서, 각각의 사용자 장비는 그 신뢰값에 따라서 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링할 수 있다.
- <18> 각 목적지 사용자 장비에 대한 신뢰값은 그 목적지 사용자 장비에 대한 서비스 품질의 측정치를 다른 목적지 사용자 장비에 대한 서비스 품질의 측정치와 비교하여 얻을 수 있다. 이는 목적지 사용자 장비를 통한 링크가 다른 링크들과 비교하여 얼마나 잘 수행되는 지의 지표를 소스 사용자 장비가 갖도록 할 수 있다. 이러한 정보는 업링크 전송을 스케줄링할 시에 사용될 수 있다.
- <19> 양호한 서비스 품질의 지표를 갖기 위해서, 복수의 목적지 사용자 장비 각각에 대한 복수의 다른 서비스 품질의 측정치를 판정할 수 있다. 예를 들어, 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 다음의 패킷 전달 품질의 측정치들: 쓰루풋 비; 패킷 만족 비; 및 기지국 버퍼 점유도 중 적어도 하나가 판정될 수 있다. 이 측정치들 뿐만 아니라 또는 이 측정치들 대신에 다른 측정치들이 이용될 수 있다.
- <20> 기지국은 목적지 사용자 장비에 대한 각각의 서비스 품질의 측정치를 대응하는 다른 목적지 사용자 장비에 대한 서비스 품질의 측정치와 비교하여 복수의 상대적 측정치를 제공할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 다음의 상대적 측정치들: 평균 쓰루풋 비로부터의 거리; 최소 쓰루풋 비로부터의 거리; 최소 서비스 품질로부터의 거리; 및 최소 버퍼 길이로부터의 거리 중 적어도 하나를 획득할 수 있다. 이러한 측정치들 뿐만 아니라 또는 이러한 측정치들 대신에 다른 상대적 측정치들을 이용할 수 있다; 예를 들어, 상기 측정치들 중 임의의 측정치뿐만 아니라 또는 상기 측정치들 중 임의의 측정치 대신에 기지국에 의해 목적지 사용자 장비로부터 수신된 재전송 요청 수가 이용될 수 있다.

- <21> 본 발명의 특히 유리한 구현으로서, 각 목적지 사용자 장비에 대한 복수의 상대적 측정치들이 존재하며, 상기 기지국은 목적지 사용자 장비에 대한 단일의 신뢰값을 제공하기 위해, 각 목적지 사용자 장비에 대한 복수의 상대적 측정치들을 조합한다. 이 방식에서 복수의 상대적 측정치들을 조합하는 이점은 단일 값이 획득된다는 것이며, 이는 소스 사용자 장비에 전송되어야 하는 정보량을 감소시킨다. 그러한 단일 신뢰값은 목적지 사용자 장비로의 특정 링크가 다운링크 품질의 적어도 두개의 다른 측정치에 기초한 다른 링크들에 비교하여 얼마나 잘 수행되는지를 표시한다. 단일 신뢰값은 예를 들어, 1 또는 2 바이트가 될 수 있다. 각각의 단일 신뢰값은 바람직하게는, 예를 들어, 제어 채널 또는 데이터 채널 또는 일부 다른 수단에 의해 해당 소스 사용자 장비에 전송된다.
- <22> 다만으로, 둘 이상의 신뢰값 또는 상대 측정치는 각각의 소스 사용자 장비에 전송될 수 있다.
- <23> 바람직하게는, 소스 사용자 장비는 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값을 수신하고 신뢰값에 기초하여 패킷 전송의 시간 및/또는 속도를 결정한다. 소스 사용자 장비는 부가적으로 패킷 전송의 시간 및 속도를 자체적으로 결정하거나 기지국 또는 네트워크 또는 다른 곳으로부터 수신할 수 있는 무선 채널 조건의 측정치에 기초하여 결정할 수 있다. 소스 사용자 장비는 또한 패킷 전송의 시간 및/또는 속도를 부가적으로 서비스 품질에 기초하여 판정할 수 있다. 일반적으로, 보다 높은 우선순위 즉 시간에 더 민감한 사용자 장비 전송 서비스는 보다 낮은 우선순위 즉 시간에 덜 민감한 서비스보다 더 자주 혹은 더 높은 속도로 허용된다. 예를 들어, 비디오 서비스에는 웹페이지보다 더 높은 우선순위가 제공될 수 있다.
- <24> 업링크 전송은 속도 스케줄링을 이용하여 스케줄링되거나, 하이브리드 속도-시간 스케줄링을 이용하여 스케줄링될 수 있다. 하이브리드 속도-시간 스케줄링은 큰 유연성을 제공하기 때문에, 일부 환경에서 바람직할 수 있다. 예를 들어, 열악하게 수행중인 사용자 장비가 임의의 시간 주기동안 그 자체에 또는 일부 다른 사용자 장비에 전송하도록 함으로써 빠르게 회복하도록 할 수 있다. 그러나, 다른 환경에서는, 하이브리드 속도-시간 스케줄링은 적절하지 않을 수 있다; 예를 들어, 전력 제어 메카니즘은 일부 채널에서 기인할 수 있는 지연들을 무시할 수 없다. 그러므로, 본 방법은 또한 속도 스케줄링과 하이브리드 속도-시간 스케줄링 중 하나에서 다른 하나로 스위칭하는 단계를 포함할 수 있다. 하나에서 다른 하나로의 스위칭에 대한 판정은 전력 제어가 수용가능한 파라미터들 내에서 수행되는지 아니면 간섭 다이버시티가 수용가능한 레벨 내에 있는지의 측정치와 같은 시스템 파라미터의 일부 측정치에 기초할 수 있다.
- <25> 일례에서, 업링크 전송의 속도는 변조 및 코딩 구조 레벨을 조정함으로써 변경될 수 있다. 다른 예에서, 업링크 전송 속도는 업링크 전송이 발생하는 간격을 조정함으로써 변경될 수 있다. 사용자 장비는 또한 확장 코드를 조정하거나 둘 이상의 채널들을 점유함으로써 업링크 전송 속도를 증가시킬 수 있다. 업링크 전송 속도를 변경하기 위한 임의의 다른 적절한 기술이 또한 이러한 기술 대신에 사용될 수 있다.
- <26> 바람직하게는 양호한 서비스 품질의 지표를 수신하는 소스 사용자 장비는 (모든 다른 인자들이 동일하다고 가정하면) 그렇지 않은 경우보다 더 낮은 속도로 데이터 패킷들을 기지국으로 전송한다. 열악한 서비스 품질의 지표를 수신하는 소스 사용자 장비는 원래의 속도보다 더 높은 속도로 데이터 패킷을 기지국으로 전송할 수 있다. 이러한 방식으로, 열악하게 수행중인 사용자 장비가 회복되도록 하기 위해 잘 수행되고 있는 사용자 장비가 그 능력의 일부를 희생할 수 있다. 예를 들어, 기지국 버퍼 점유도가 신뢰값을 생성하는데 사용되는 인자라고 하면, 기지국에서 상대적으로 충분한 버퍼를 갖는(즉, 제3자 전송(onward transmission)을 위해 기지국에서 대기하고 있는 많은 데이터 패킷들을 갖는) 사용자 장비는 보다 낮은 기지국 버퍼 점유도를 갖는 사용자 장비가 보다 높은 속도로 송신하도록 하기 위해서 전송 속도를 감소시킬 수 있으므로, 기지국 버퍼 점유도를 개선할 수 있다.
- <27> 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값을 수신하는 소스 사용자 장비는 신뢰값의 히스토리(history)를 저장할 수 있다. 신뢰값의 히스토리는 업링크 스케줄링에 대한 판정에 이용될 수 있다. 예를 들어, 악화된 신뢰값 히스토리를 갖는 사용자 장비는 그렇지 않은 경우보다 더 높은 속도로 데이터 패킷을 기지국에 송신할 수 있는 반면, 개선된 신뢰값 히스토리를 갖는 사용자 장비는 이러한 경우가 아닐 때보다 더 느린 속도로 데이터 패킷을 기지국에 송신할 수 있다.
- <28> 바람직하게, 기지국은 다운링크 전송을 위해 스케줄링 메카니즘을 동작시킨다. 다운링크 스케줄링 메카니즘은, 예로서, 전체 내용이 본 명세서에 참조로 포함되어 있는, 출원인이 후지쯔 리미티드인 동시계류중인 영국 특허 출원번호 제0216245.1호에 기재되어 있으며, 또한, 전체 내용이 본 명세서에 참조로 포함되어 있는, 2002년 10월 27~30일, WPMC 2002 컨퍼런스에서의 Abedi 등의 논문 "Hybrid Packet Scheduling and Radio Resource Management for High Speed Downlink Packet Access"에 개시되어 있는 바와 같은, HGPS(Hybrid Genetic Packet

Scheduling)를 들 수 있다. 또 다른 예로서, 다운로드 스케줄링 메카니즘은, 전체 내용이 본 명세서에 참조로 포함되어 있는, 출원인이 후지쯔 리미티드인 동시 계류중인 영국 특허출원번호 0303859.3호에 기재되어 있는 바와 같은, MQPC(Multidimensional Quality of Service Based Packet Scheduler)를 들 수 있다. 다른 예로서, 다운로드 스케줄링 메카니즘은, 전체 내용이 본 명세서에 참조로 포함되어 있는, 출원인이 후지쯔 리미티드인 동시 계류중인 영국 특허출원번호 0216239.4호에 기재되어 있는 바와 같은, RIHS(Random Iterative Hybrid Packet Scheduler)를 들 수 있다.

- <29> 일실시예에서, 기지국은 데이터 패킷들을 복수의 목적지 사용자 장비로 전송한다. 또 다른 예에서, 기지국은 무선 네트워크 서브시스템, 코어 네트워크, 공중교환 전화 네트워크 또는 IP-기반 네트워크 등의 네트워크를 통해 데이터 패킷들을 복수의 목적지 사용자 장비로 전송한다. 이 경우, 또 다른 기지국은 데이터 패킷을 실제로 목적지 사용자 장비로 전송할 의무가 있다.
- <30> 바람직하게는, 새로운 신뢰값이 주기적으로 판정되어 소스 사용자 장비로 보내진다.
- <31> 본 발명의 제4 양상에 따르면, 복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위해 데이터 패킷들을 업링크로 기지국에 전송하기 위한 사용자 장비가 제공되며, 상기 사용자 장비는:
- <32> 상기 기지국으로부터 신뢰값을 수신하기 위한 수단 - 상기 신뢰값은 상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 지표임 -; 및
- <33> 상기 신뢰값에 따라서 상기 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하기 위한 수단을 포함한다.
- <34> 사용자 장비는 상기 제1 양상의 방법들 중 임의의 방법을 수행하거나 및/또는 수행하기 위한 수단을 포함하도록 될 수 있다.
- <35> 본 발명은 또한 상기 제2 또는 제3 양상에 따른 기지국 및 상기 제3 양상에 따른 복수의 사용자 장비를 포함하는 통신 시스템을 제공한다.
- <36> 본 발명의 또 다른 양상에 따르면, 제3자 전송을 위해 데이터 패킷을 복수의 소스 사용자 장비로부터 복수의 목적지 사용자 장비로의 업링크로 데이터 패킷을 수신하는 기지국을 제공하고, 상기 기지국은:
- <37> 상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 측정치를 판정하고, 상기 서비스 품질의 측정치에 기초하여 신뢰값을 생성하는 처리 유닛; 및
- <38> 상기 신뢰값을 소스 사용자 장비로 전송하는 전송기를 포함한다.
- <39> 본 발명의 다른 양상에 따르면, 복수의 목적지 사용자 장비로의 제3자 전송을 위해 데이터 패킷을 기지국으로 업링크로 전송하는 사용자 장비를 제공하고, 상기 사용자 장비는:
- <40> 기지국으로부터 신뢰값을 수신하는 수신기 - 상기 신뢰값은 상기 기지국으로부터 목적지 사용자 장비로의 서비스 품질의 지표가 될 수 있음 -; 및
- <41> 상기 신뢰값에 따라 상기 사용자 장비로부터 상기 기지국으로의 업링크 전송을 스케줄링하는 처리 유닛을 포함한다.
- <42> 상기 양상들 중 임의의 양상에 있어서, 다양한 특징들이 하드웨어 또는 하나 이상의 처리기 상에서 실행되는 소프트웨어 모듈로서 구현될 수 있다. 일 양상의 특징들은 임의의 다른 양상에 적용될 수 있다.
- <43> 본 발명은 또한 본 명세서에 기재된 임의의 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램 제품, 및 본 명세서에 기재된 임의의 방법을 수행하기 위한 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독가능 매체를 제공한다. 본 발명을 구현하는 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있으며, 또는 예를 들어, 인터넷 웹사이트로부터 제공되는 다운로드가능한 데이터 신호와 같은 신호의 형태일 수 있으며, 또는 임의의 다른 형태일 수 있다.
- <44> 본 발명의 바람직한 특징들은 이제 첨부 도면을 참조하여 순수 예의 방식으로 설명될 것이다.

실시예

- <제1 실시예>

<56> 본 발명의 제1 실시예에서, 기지국은 복수의 UE로부터 데이터 패킷을 수신하여 복수의 소스 UE로의 제3자 전송(onward transmission)을 위해 그 데이터 패킷들을 버퍼링한다. 데이터 패킷들은 선입선출(FIFO) 기반으로 저장된다. 기지국은 데이터 패킷의 소스 UE로의 전송을 스케줄링하기 위해, 앞서 언급된 HGPS와 같은 다운링크 스케줄링 메커니즘을 동작시킨다. 다운링크 전송은 예를 들어, HSDPA(High Downlink Packet Access)를 이용하여 행해진다. 이 기술에서는, 복수의 채널이 데이터를 전송하는데 이용가능하며, 각 채널은 다른 채널화 코드를 갖는다. 다운링크 전송은 일련의 전송 시간 간격(TTI: transmission time interval)으로 분할되어, 데이터 패킷이 각각 다른 이용가능 채널로 선택된 UE에 전송된다. UE가 어느 채널에 의해 제공받을지에 대한 새로운 선택이 매 TTI마다 수행될 수 있다. HSDPA의 다른 세부사항은 앞서 언급된 영국 특허출원번호 제0216239.4호에 기술되어 있다.

<57> 본 실시예에서, 기지국은 소스 UE로부터 기지국으로 업링크로 전송되는 데이터 패킷을 소스 UE와 함께 스케줄링할 의무가 있다. 이를 달성하기 위해, 기지국은 각 목적지 UE로의 다운링크의 전송 서비스 품질에 관한 각종 양(quantity)을 모니터링하여 각 UE에 대한 신뢰값을 산출한다. 각 신뢰값은 업링크 스케줄링을 제어할 때 사용하기 위해 각각의 소스 UE에 전송된다.

<58> 본 실시예에서는, 목적지 UE로의 서비스 품질에 관한 다음 3가지 양을 모니터링한다:

<59> 1. 쓰루풋 비(throughput ratio)

<60> 2. 패킷 만족 비

<61> 3. 기지국 버퍼 점유도

<62> 1. 쓰루풋 비

<63> 기지국이 소스 UE로부터 데이터 패킷을 수신하는 경우, 목적지 UE로의 전송을 위해 데이터 패킷을 버퍼에 저장한다. 데이터 패킷이 임의의 시간동안 또는 임의의 시도 횟수동안 목적지 UE에 전송되지 않으면, 데이터 패킷은 버퍼로부터 드롭되어 절대 전달되지 않는다. 이러한 상황은 다운링크 채널들끼리 심한 경쟁이 있는 경우에 발생하며, 기지국은 패킷들 모두가 전송되는 것은 아니라는 결과의 스케줄링 판정을 행한다. 특정 UE에 대한 쓰루풋 비는 분할된 목적지 UE에 성공적으로 전달된 패킷 수를 기지국에 의해 수신된 UE에 대해 의도된 패킷수로 나눈 것이다.

<64> n번째 UE에 대해, 쓰루풋 비가 다음과 같이 정의되며,

수학식 1

$$Th_n(m) = \frac{(Oct_{Received}(m))_n}{(Oct_{Arrived_Node_B}(m))_n}, n=1...N$$

<65>

<66> 여기서, N은 업링크의 소스 UE의 총 수이고, m은 스케줄링 이벤트(예를 들어, 전송 시간 간격) 수를 나타내고, Oct_{Received}(m)은 다운링크로 n번째 목적지 UE에 성공적으로 전달된 패킷 데이터 유닛 또는 옥텟(octet) 수이고, (Oct_{Arrived_Node_B}(m))_n은 대응 UE에 의해 전송되어 기지국의 FIFO 버퍼(Node-B)에 저장되는, n번째 목적지 UE에 대해 의도된 옥텟 수이다.

<67> 2. 패킷 만족 비

<68> 많은 서비스들에 대해, 소스 UE로부터 목적지 UE로의 총 전송 시간에 대한 허용오차 임계치를 설정한다. 예를 들어, 비디오 서비스는 100ms의 허용오차 임계치를 가질 수 있다. 패킷이 이 시간동안 목적지 UE에 도달하지 않으면, 그 목적지 UE에 의해 패킷이 드롭되어, 실패 패킷으로 분류된다. 패킷 만족 비는 만족 패킷수(즉, UE에 의해 수신되어 실패로 분류되지 않은 패킷 수) 나누기 그 UE에 대해 기지국에서 수신된 총 패킷 수이다.

<69> 본 실시예에서의 알고리즘은 총 QoS(quality of service) 표시를 제공한다. 그러므로, 각 UE에 대해 만족 QoS 수신 옥텟 수는 다음과 같이 결정되며,

수학식 2

<70>
$$Oct_{Received_Satisfied_QoS_n}(m) = Oct_{Received_n}(m) - Oct_{Received_Failed_QoS_n}(m), \quad n=1...N$$

<71> 여기서, n은 UE 지수를 나타내고, $Oct_{Received_Satisfied_QoS_n}(m)$ 은 할당된 지연 임계치 제한 내에서 성공적으로 전달된 만족-QoS 옥텟 수이며, $Oct_{Received_Failed_QoS_n}(m)$ 은 m번째 스케줄링 이벤트에서 n번째 UE에 대해 실패-QoS 옥텟 수이다.

<72> 각 UE에 대해, QoS에 관해 만족된 쓰루풋 부분은 다음과 같이 정의되며,

수학식 3

<73>
$$Ratio_Satisfy_QoS_n(m) = \frac{Oct_{Received_Satisfied_QoS_n}(m)}{Oct_{Arrived_Node_B_n}(m)}, \quad n=1...N$$

<74> 여기서, $Oct_{Arrived_Node_B_n}$ 은 기지국에서 n번째 UE의 소스 대기열에 최초로 전달된 옥텟 수이다. 어떠한 패킷도 n번째 UE에 대해 도착하지 않았거나, 그 대기열이 비어 있는 경우에는, 그 UE에 대해서는 $Ratio_Satisfy_QoS_n(m)=0$ 이라고 가정한다.

<75> **3. 버퍼 점유도**

<76> 패킷이 소스 UE로부터 기지국에 도달하면, 그 패킷들은 목적지 UE로의 전송을 위해 선입선출에 근거하여 버퍼링된다. 특정 목적지 UE에 대한 버퍼 점유도는 기지국에서 버퍼링된 UE에 대한 패킷 수이다.

<77> 각 UE에 대해, 현재의 FIFO 버퍼 길이는 다음 식과 같이 현재의 업링크 스케줄링 이벤트를 위해 업데이트된다.

수학식 4

<78>
$$FIFO_Length_n(m) = (Oct_{Arrived_Node_B}(m))_n - (Oct_{Received}(m))_n, \quad n=1...N$$

<79> 상기 품질은 업링크 스케줄링 이벤트마다 업데이트된다. 이는 매 TTI 비율로, 또는 다운링크시의 매 스케줄링 이벤트마다, 또는 일부 다른 간격으로 행해질 수 있다. 예를 들어, 이들은 둘 이상의 TTI마다 산출되어 보고 처리에 의해 업링크에 도입되는 지연을 줄일 수 있다.

<80> **상대적 프로파일**

<81> 이 단계에서는 기지국이 각 목적지 UE마다 3개의 품질 표시자를 결정한다. 이러한 3개의 품질 표시자는 각 목적지 UE에 대한 상대적 품질 표시자 수를 결정하는데 사용된다. 상대적 품질은 서비스 품질에 관해 각 UE가 다른 UE에 비하여 어디에 존재하는지를 표시해 준다. 본 실시예에서, 다음 4가지 상대적 품질 표시자들이 사용된다.

- <82> 1. 평균 쓰루풋으로부터의 거리
- <83> 2. 최소 그룹화 쓰루풋 비로부터의 거리
- <84> 3. 최소 그룹화 서비스 품질로부터의 거리
- <85> 4. 최소 그룹화 버퍼 길이로부터의 거리

<86> 1. 평균 쓰루풋으로부터의 거리

<87> 기지국은 평균 쓰루풋으로부터 각각의 목적지 UE의 쓰루풋 비의 거리를 판정한다. 평균 쓰루풋은 다음과 같이 정의된다.

수학식 5

<88>
$$Avg_Th(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N Th_n(m)$$

<89> n-번째 UE 자체의 쓰루풋 비의 거리는 다음과 같이 산출된다.

수학식 6

$$Distance_Avg_n(m) = 1 + Th_n(m) - Avg_Th(m) \quad n=1...N$$

<90> 이 단계에서 최대 거리 평균이 다음과 같이 정의되는 것으로 가정하면,
 <91>

수학식 7

$$Distance_Avg_{max} = \max(Distance_Avg_n(m)), \quad n=1...N$$

<92> 쓰루풋 비의 거리는 다음과 같이 정규화될 수 있다.

수학식 8

$$Norm_Distance_Avg_n(m) = 1 - Distance_Avg_n(m) / Distance_Avg_{max}$$

<94> 최종 신뢰값에 포함된 양이 다른 수직 범위를 가질 수 있기 때문에, 그들의 최초 거리값 범위를 유사한 범위로 매핑하는 것이 바람직하다. 이는 하나의 거리량이 우세해 질 수 있는 불균형 조건을 방지한다. 예를 들어, 평균 쓰루풋으로부터의 거리는 약 0.1일 수 있는 반면, 비디오 서비스에 대한 QoS 거리는 항상 0.01에 가까운 값을 가질 수 있다. 업링크 스케줄링 관정을 위한 동질의 동작을 생성하기 위해, 다음 2차 수학적 메트릭 (metric)이 도입된다:

수학식 9

$$Distance_Avg_Th_n(m) = Norm_Distance_Avg_n(m) / \sum_{i=1}^N Norm_Distance_Avg_i(m)$$

<96> 이 메트릭은 UE가 평균 쓰루풋 비와 비교하여 어디에 있는지를 표시해 준다.
 <97>

2. 최소 그룹화된 쓰루풋 비로부터의 거리

<98> 이러한 메트릭을 판정하기 위해, UE는 우선 지연 임계값에 기초하여 다른 종으로 그룹화된다. 예를 들어, 비디오 서비스는 낮은 지연 임계치를 가질 수 있는 반면, 웹 서비스는 상대적으로 높은 지연 임계치를 가질 수 있으므로, 이 서비스들은 다른 그룹으로 분류될 수 있다.

<99> j번째 그룹이 m_j개의 UE를 포함한다고 가정한다. n번째 UE가 j번째 그룹에 속한다고 가정하면, 정규화된 그룹화 쓰루풋 비는 다음과 같이 정의되며,
 <100>

수학식 10

$$Norm_Th_n(m) = Th_n(m) / Th_{max,j}(m), \quad n=1...N$$

<101> 여기서, Th_{max,j}(m)은 현재까지의 j번째 그룹의 최대 쓰루풋 비이다. 쓰루풋 비 거리는 각 그룹의 최소 정규화 쓰루풋 비로부터 결정되어, 다음과 같이 된다.
 <102>

수학식 11

$$Norm_Distance_min_Th_n(m) = Norm_Th_n(m) - Norm_Th_{min,j}(m), \quad n=1...N$$

<103> 동질의 메트릭 동작을 증가시키기 위해, 이 거리는 또한 평균 쓰루풋 거리와 유사한 방식으로 2차 정규화 및 수학적 매핑의 적용을 받으므로, 다음과 같다.
 <104>

수학식 12

$$Distance_min_Th_n(m) = Norm_Distance_min_Th_n(m) / \sum_{i=1}^N Norm_Distance_min_Th_i(m)$$

<105>

<106> 이 메트릭은 쓰루풋 비의 관점에서 각 UE가 현 서비스 그룹의 모든 UE들 중에 가장 열악한 쓰루풋을 갖는 UE와 비교하여 얼마나 잘 동작하는지를 표시한다.

<107> 3. 최소 그룹화 QoS로부터의 거리

<108> 이 메트릭을 결정하기 위해, 정규화 서비스 품질이 우선 다음과 같이 산출되며,

수학식 13

$$Norm_QoS_n(m) = Ratio_Satisfy_QoS_n(m) / Ratio_Satisfy_QoS_{max,j}(m),$$

$n=1...N$

<109>

<110> 여기서, Ratio_Satisfy_QoS_max,j(m)은 동일한 서비스 지연 허용오차를 갖는 j번째 그룹의 최대 QoS이다. 그 쓰루풋 비 거리는 각 그룹의 최소 정규화 QoS 비로부터 판정되어 다음과 같이 되며,

수학식 14

$$Norm_Distance_min_QoS_n(m) = Norm_QoS_n(m) - Norm_QoS_{min,j}(m), \quad n=1...N$$

<111>

<112> 여기서, Norm_QoS_min,j(m)은 그룹 j의 최소 정규화 QoS이다. 동질의 메트릭 동작을 증가시키기 위해, 이 거리는 또한 평균 쓰루풋 처리와 유사한 2차 정규화 및 수학적 매핑의 적용을 받으므로, 다음과 같이 된다.

수학식 15

$$Distance_min_QoS_n(m) = Norm_Distance_min_QoS_n(m) / \sum_{i=1}^N Norm_Distance_min_QoS_i(m)$$

<113>

<114> 이 메트릭은 QoS의 견지에서 UE가 현 서비스 그룹의 모든 UE들 중 가장 열악한 QoS를 갖는 UE와 비교하여 얼마나 잘 동작하는지를 표시한다.

<115> 4. 최소 그룹화 버퍼 길이로부터의 거리

<116> 이 메트릭은 기지국 FIFO시에, j번째 서비스 그룹 내에 전송할 최소 데이터량 및 최소 FIFO 대기열 길이를 갖는 UE와 비교하여, 얼마나 많은 데이터가 각 목적지 UE에 할당된 대기열에 현재 대기하고 있는지를 나타내는데 사용된다. 우선 정규화 버퍼 길이는 다음과 같이 결정되며,

수학식 16

$$Norm_FIFO_n(m) = FIFO_Length_n(m) / FIFO_Length_{max,j}(m), \quad n=1...N$$

<117>

<118> 여기서, FIFO_Length_max,j(m)은 동일한 서비스 지연 허용오차를 갖는 j-번째 그룹의 최대 버퍼 FIFO 길이이다. FIFO 버퍼 길이의 거리는 각 그룹의 최소 정규화 FIFO 길이로부터 결정되어, 다음과 같이 되며,

수학식 17

$$Norm_Distance_min_FIFO_n(m) = Norm_FIFO_n(m) - Norm_FIFO_{min,j}(m),$$

$n=1...N$

<119>

<120> 여기서 Norm_FIFO_min,j(m)은 그룹 j의 최소 정규화 FIFO 길이이다. 동질의 메트릭 동작을 증가시키기 위해, 이 거리는 또한 상기 평균 쓰루풋 거리와 유사한 방식으로 2차 정규화 및 수학적 매핑의 적용을 받게 된다.

수학식 18

$$Distance_min_FIFO_n(m) = Norm_Distance_min_FIFO_n(m) / \sum_{i=1}^N Norm_Distance_min_FIFO_i(m)$$

<121>

단일 다차원 신뢰값

<122>

이 단계에서는, 기지국이 다운링크 스케줄링의 다른 양상에 관한 4개의 독립 양을 판정한다. 이러한 모든 양은 0과 1 사이의 값을 갖는다. 이어서 이들 4개의 양들은 단일의 신뢰값을 제공하기 위해 조합된다.

<123>

<124>

본 실시예에서, 4개의 양들이 다음 식으로 조합된다.

수학식 19

$$Distance_min_n(m) = (1 + Distance_min_Th_n(m))(1 + Distance_min_QoS_n(m)) / ((1 + Distance_min_FIFO_n(m))(1 + Distance_Avg_Th_n(m))), n=1...N$$

<125>

메트릭들이 단순히 승산되고, 그 메트릭 중 어느 하나가 0의 값을 가지게 되면, 다른 연루된 메트릭의 효과는 0이 된다. 따라서, 각 메트릭에 값 1을 가산하여 이러한 영향을 방지한다. 그러므로, 최종 메트릭의 수치 값은 1보다는 크게 된다. 업링크 스케줄링의 복잡성 및 통신량을 줄이고 이 신뢰 메트릭을 단지 하나의 정보 바이트로 표현하기 위해서, 이 값을 0과 1 사이의 수치 값을 갖는 실수가 되도록 변형한다. 그 수치 값을 변형하기 위해, 우선 본 발명자는 다음과 같이 정의한다.

<126>

수학식 20

$$New_Distance_min_n(m) = Distance_min_n(m) - \min(Distance_min_n), n=1...N$$

<127>

이어서, 다음의 변형을 수행하고,

<128>

수학식 21

$$New_Distance_min_n(m) = Distance_min_n(m) / \max(Distance_min_n), n=1...N$$

<129>

최종적으로, 다음과 같이 된다.

<130>

수학식 22

$$Distance_from_min_n(m) = Distance_min_n(m) - \min(Distance_min_n), n=1...N$$

<131>

이는 0과 1 사이의 수치 값을 갖는 신뢰값이다. 이 실수에 100을 승산하여 정수 부분을 선택함으로써, 각 UE마다 0과 100 사이의 수치 값을 갖는 최종 신뢰값이 획득된다.

<132>

이어서, 각 신뢰값은 해당 소스 UE로 전송된다. 그 신뢰값은 예를 들어, 제어 채널에서, 또는 데이터 채널 내의 특정 바이트로서, 또는 임의의 다른 수단에 의해 전송될 수 있다. 각 소스 UE에는 그 UE에 대한 업링크 스케줄링을 판정하는 소정의 알고리즘이 제공된다. 소정의 알고리즘이 수신된 신뢰값을 이용하여 UE가 전송해야 하는 속도 및/또는 시간을 판정한다. 일반적으로, 낮은 신뢰값을 갖는 UE들은 더 높은 신뢰값을 갖는 UE들보다 높은 우선순위가 주어진다. 이러한 방식으로, 다양한 UE들은 리소스 할당시 더 높은 균등성(fairness)을 보장하기 위해 협력한다. 또한 전송 속도 및/또는 시간을 판정할 때 전력 제어 정보 및 채널 품질 정보와 같은 다른 인자들을 고려할 수 있다. 스케줄링 알고리즘의 다른 세부사항들은 이후에 기술할 것이다.

<133>

상기 처리는 적절한 간격으로 반복된다. 예를 들어, 매 시간 전송 간격(TTI)마다, 또는 다운링크시의 매 스케줄링 이벤트마다, 또는 소정의 다른 간격으로 신뢰값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 둘 이상의 TTI마다 산출되어 보고 처리에 의해 업링크에 도입되는 지연을 줄일 수 있다.

<134>

상술된 모든 표시자가 반드시 사용될 필요는 없으며, 다운링크 채널 내의 서비스 품질의 다른 표시자가 상술된 표시자뿐만 아니라 그 대신에 사용될 수 있음을 이해해야 한다.

<135>

기지국

<136>

- <137> 도 2는 제1 실시예에서의 기지국의 부분들을 도시한다. 동작시, 기지국(10)은 안테나(30)로부터 신호를 수신하고 이 신호들을 듀플렉서(32)로 전달한다. 듀플렉서는 수신된 신호를 전송될 신호로부터 분리하여, 그 수신된 신호를 수신기(34)에 전달한다. 수신기(34)는 그 수신된 신호를 다운컨버팅하여 디지털화한다. 이어서 수신된 신호는 그 채널화 코드에 따라서 디스프레더(36, 38)에 의해 분리된다. 도 2에서, 디스프레더(36)는 각 소스 UE에 의해 전송되는 데이터 패킷을 분리하기 위해서 소스 UE로부터 기지국으로의 업링크 채널에 이용되는 채널화 코드를 사용한다. 디스프레더(38)는 그 제어 채널들을 분리하기 위해, 목적지 UE로부터 기지국으로 제어 채널을 전송할 때 이용되는 채널화 코드를 사용한다.
- <138> 소스 UE로부터 수신된 데이터 패킷들은 버퍼(40)에 저장된다. 데이터 패킷들은 제어 유닛(42)의 제어하에 버퍼(40)로부터 출력되며, 이는 다운링크 전송을 위한 데이터 패킷들을 스케줄링하기 위해, 스케줄링 루틴을 수행한다. 버퍼(40)로부터 출력된 데이터 패킷들은 스프레더(44)로 전달되며, 이는 개별 채널화 코드에 의해 각 목적지 UE의 신호를 부호화한다. 이어서, 그렇게 부호화된 신호들은 목적지 UE로의 전송을 위해 전송기(48) 및 듀플렉서(32)를 통해 안테나(30)로 전달된다.
- <139> 제어 유닛(42)은 또한 버퍼로부터 데이터 도착 패킷 속도에 관한 정보를 수신한다. 이 정보는 이후 설명될 신뢰도 산출시 사용하기 위해 제어 유닛(42)에 의해 신뢰도 산출 유닛(50)에 출력된다.
- <140> 디스프레더(38)에 의해 출력된 목적지 UE로부터의 제어 채널은 디멀티플렉서(46)로 전달된다. 디멀티플렉서(46)는 목적지 UE에 수신된 패킷 수 및 목적지 UE의 실패된 패킷 수에 관한 정보를 포함하는, 제어 채널에 포함된 다양한 타입의 정보를 분리한다. 이 정보는 또한 신뢰 산출시 사용하기 위해 신뢰도 산출 유닛(50)으로 전달된다.
- <141> 신뢰도 산출 유닛(50)은 소스 UE 각각에 대한 신뢰값을 산출한다. 이들 신뢰 값은 신뢰도 산출 유닛(50)으로부터 출력되어 각 소스 UE들로의 전송을 위해 스프레더(45)로 전송된다. 신뢰 값은 데이터 채널과 같은 다른 채널들도 사용될 수 있지만, 본 실시예에서는 제어 채널을 사용하여 소스 UE로 전송된다. 유사하게, 목적지 UE들로부터 획득된 정보는 제어 채널 이외의 채널들에서도 수신될 수 있다.
- <142> 도 3은 신뢰도 산출 유닛(50)의 부분들을 보다 상세하게 도시한다. 도 3을 참조하면, 표시자(52)에 도착된 패킷들은 제어 유닛(42)으로부터 수신된 신호에 기초하여 각 소스 UE마다 기지국에 도착한 패킷 수를 표시한다. 수신된 패킷 표시자(54)는, 제어 채널에서 목적지 UE로부터 수신된 정보에 기초하여, 수신된 패킷 수를 목적지 UE 각각에 표시한다. 패킷 표시자(56)는, 다시 제어 채널에서 목적지 UE로부터 수신된 정보에 기초하여, 목적지 UE마다 그 실패된 패킷 수를 표시한다.
- <143> 쓰루풋 비 산출 유닛(58)은 도착 패킷 표시자(52) 및 수신 패킷 표시자(54)의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 1]에 따라서 각종 UE에 대한 쓰루풋 비를 산출한다. 버퍼 점유도 산출 유닛(60) 또한 도착 패킷 표시자(52) 및 수신 패킷 표시자(54)의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 4]에 따라서 기지국 버퍼 점유도를 산출한다. 만족 비 산출 유닛(62)은 도착 패킷 표시자(52), 수신 패킷 표시자(54) 및 실패 패킷 표시자(56)의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 2] 및 [수학식 3]에 따라서, 패킷 만족 비를 산출한다.
- <144> 평균 쓰루풋 산출 유닛(64)으로부터의 거리는, 쓰루풋 비 산출 유닛(58)의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 5] 내지 [수학식 8]에 따라서 평균 쓰루풋으로부터 거리를 산출한다. 최소 그룹화 쓰루풋 비 산출 유닛(66)으로부터의 거리 또한, 쓰루풋 비 산출 유닛(58)의 출력을 이용하여 [수학식 10] 내지 [수학식 12]에 따라서 산출한다. 최소 그룹화 버퍼 점유도 산출 유닛(68)으로부터의 거리는 버퍼 점유도 산출 유닛(60)으로부터의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 16] 내지 [수학식 18]에 따라서 최소 그룹화 버퍼 점유도로부터의 거리를 산출한다. 서비스 산출 유닛(70)의 최소 그룹화 품질로부터의 거리는 만족 비 산출 유닛(62)으로부터의 출력을 이용하여, 상기 [수학식 13] 내지 [수학식 15]에 따라서 상기 최소 그룹화 서비스 품질로부터의 거리를 산출한다.
- <145> 최소 그룹화 쓰루풋 비 산출 유닛(66)으로부터의 거리의 출력, 최소 그룹화 쓰루풋 비 산출 유닛(66)으로부터의 거리, 최소 그룹화 버퍼 점유도 산출 유닛(68)으로부터의 거리 및 최소 그룹화된 서비스 품질 산출 유닛으로부터의 거리(70)가 최종 신뢰값 산출 유닛(72)에 공급되며, 이는 상기 [수학식 19] 내지 [수학식 22]에 따라서 각 UE들에 대한 최종 신뢰 값을 산출한다. 최종 신뢰 값은 각각의 소스 UE로의 전송을 위해 그 신뢰도 산출 유닛(50)으로부터의 출력이다.
- <146> 스케줄링 알고리즘

- <147> 상술된 바와 같이, 각각의 소스 UE는 기지국으로부터 신뢰 값을 수신한다. 신뢰 값은 서비스 품질에 관해 UE가 다른 UE들과 비교하여 목적지 UE를 통해 얼마나 잘 동작하는지를 표시한다. UE는 최종 결정 메트릭을 제공하기 위해 무선 채널조건에 대한 현존하는 지식과 신뢰 값을 조합하며, 이것이 패킷 전송을 결정한다. 이러한 방식으로 각종 소스 UE들이 상호협력하여, 전체 서비스 품질을 개선한다.
- <148> 본 실시예에서, 통신 시스템의 전체 상태에 따라서 두 개의 다른 업링크 스케줄링 메카니즘이 사용된다. 첫번째 메카니즘은 하이브리드 속도-시간 스케줄링 메카니즘이다. 이 메카니즘에서, 순수 시간 스케줄링과는 달리, 하나의 UE가 임의의 시간에 모든 업링크 자원을 점유하지는 않는다. 한편, 순수 속도 메카니즘과는 달리, 모든 UE들이 항상 전송하고 있는 것은 아니다. 대신에, 각 UE는 두 종류의 기간, 즉 활성(active) 기간 및 비활성(silent) 기간을 경험한다. 이러한 하이브리드 속도-시간 메카니즘은 MRT-HQPS(Multidimensional Rate-Time Hybrid QoS-based Packet Scheduler)로 본 명세서에 언급되고 있다.
- <149> 하이브리드 속도-시간 스케줄러에서, 각각의 UE는 스케줄링 기능을 업링크에 의해 전송하도록 허용된 활성 모드를 갖는다. UE는 또한 활성 모드 시에는 전송하는 속도를 조정할 수 있다. 이러한 전송 주기는 예를 들어, 하나의 TTI, 또는 다운로드 스케줄링 이벤트가 될 수 있다. 각각의 UE는 또한 전송을 하지 않는 비활성 모드도 갖는다. UE는 활성 모드와 비활성 모드를 교대로 경험할 수 있다. 이러한 방식으로, UE는 속도 스케줄링과 시간 스케줄링을 효과적으로 조합한다. 이 메카니즘은 탄성 제어로 소스 UE를 스프링으로 볼 수 있다. 이러한 메카니즘은 탄성 버퍼링 메카니즘으로서 본 명세서에 언급된다.
- <150> 일부 환경에서, 하이브리드 속도-시간 스케줄러에서의 시간 스케줄링으로부터의 결과는 전력 제어 메카니즘에 의해 허용될 수 없다. 그러므로, 사용될 수 있는 제2 스케줄링 메카니즘은 하이브리드 속도-시간 스케줄러에서 경험된 비활성 전송 주기를 회피하는 속도 스케줄링 메카니즘이다. 제2 스케줄링 메카니즘에서, 비활성 시간은 0이므로, 모든 소스 UE는 WCDMA 속도 스케줄링으로 유사 방식으로 동시에 전송한다. 그러나, 변조 및 코딩 구조(MCS) 레벨(예를 들어, 전송 속도)은 무선 채널 조건에 대한 정보와 조합한 신뢰 값에 기초하여 UE에 의해 결정된다. 이는 예를 들어, 적절한 MCS 레벨을 포함하는 룩업 테이블을 참조함으로써 행해질 수 있다. UE가 기지국으로부터 양호한 신뢰값을 수신하는 경우, 잘 동작하며, 더 열악한 신뢰 값을 갖는 다른 UE들이 있는 것으로 가정한다. 그러므로, 양호한 신뢰값을 갖는 UE는 잠시동안(예를 들어, 일부 TTI 동안) MCS 레벨을 감소시킬 수 있어서, 더 열악한 UE들이 회복되도록 한다. 유사하게, UE가 열악한 신뢰값을 수신하는 경우, 특히, 무선 조건이 양호한 경우, MCS 레벨을 증가시킬 수 있다. 무선 조건이 양호하지 않다면, 더 열악한 UE는 보다 낮은 서비스 품질을 받아야 할 수도 있다. 무선 채널 조건이 최상이라면, UE는 신뢰값이 높을지라도, 매우 낮은 MCS 값이 되지 않을 수도 있다.
- <151> 하이브리드 속도-시간 스케줄러 및 속도 스케줄러 둘 모두에서, UE는 기지국에 의해 전송된 다운로드에 대한 지식을 무선 채널 조건에 대한 현존 지식과 조합하여, 그 패킷 전송 포맷을 판정한다. 두가지 경우에서, 최종 결정 메트릭이 다음과 같이 판정되며,

수학식 23

$$Final_Decision_Metric_k(m) = COM(Distance_from_min_k(m), Ch_k(m))$$

- <152>
- <153> 여기서, $Ch_k(m)$ 은 k번째 소스 UE와 대응 기지국 간의 업링크시의 채널 품질에 대한 지식이며, $Distance_from_min_k(m)$ 은 기지국으로부터 UE로 보내진 신뢰 값이며, $COM(.)$ 은 이 두 값들을 조합한 함수이다. 예로서, 함수 COM은 두 값을 적절히 가중하여 승산할 수 있다. 또 다른 예에서는, 함수 COM은 소정의 값들을 포함하는 룩업 테이블이다.
- <154> 하이브리드 속도-시간 스케줄러에서, 전송할 때를 판정하기 위해, 각 UE는 할당된 최대 수용가능 대기 시간(waiting time) 또는 수면 시간(sleeping time)을 이용한다. 이것은 서비스 유형에 따라서 UE에 할당된 값이며, 전송되기 전에 그 UE에서 대기하도록 데이터 패킷에 대해 수용가능한 최대 시간을 제공한다. 이어서 각 UE는 최대 대기 시간 및 최종 판정 메트릭에 기초하여 그 데이터 패킷에 대한 실제 대기 시간을 다음과 같이 판정하며,

수학식 24

$$Waiting_Time_k(m) = floor\left(Final_Decision_Metric_k(m) \cdot max_Waiting_Time_j\right)$$

<155>

<156> 여기서, max_Waiting_Time_j는 소스 UE k 및 서비스 그룹 j에 할당된 최대 대기 시간이며, floor(.)는 임의의 주어진 실수값의 더 낮은 정수 부분을 판정하는 수리 연산자이다.

<157>

데이터 패킷의 실제 대기 시간을 조정함으로써, UE는 그 데이터 전송 속도를 유효하게 조정한다.

<158>

Waiting_Time_k(m)은 U TTI와 같이 표현될 수 있다고 가정하면, 소스 UE가 현재 TTI 또는 업링크 스케줄링시 전송할 수 있는지를 판정하기 위해, 다음 조건이 만족되어야 하며:

수학식 25

$$\begin{cases} (m \% U) > 0 & Wait \\ (m \% U) = 0 & Transmit \end{cases}$$

<159>

<160> 여기서, 수리 연산자 %는 현재 타이밍(m)이 대기 시간의 정수 부분으로 나누어질 경우의 나머지를 판정한다.

<161>

하이브리드 속도-시간 스케줄링 및 속도 스케줄링 경우 둘 모두에서, MCS 레벨에 대해 결정하기 위해, 이용가능 MCS 레벨의 룩업 테이블이 소스 UE에 할당된다. Final_Ddecision_Metric_k를 관찰함으로써, 소스 UE는 가장 적절한 MCS 레벨을 선택할 수 있다.

<162>

대기 기간 또는 지연 탄성력의 최대량을 판정하는 것은 특정 상황에서 다른 서비스 및 다른 전파 환경에 대한 어려움을 입증할 수 있다. 그러므로, 본 실시예의 한가지 변경은, 이러한 최대 지연 탄성력 또는 대기 시간에 대한 두개의 상부 및 하한이 각 UE에 대해 할당된다. 각각의 UE는 또한 신뢰 히스토리 버퍼링이 제공되어 다음과 같이 되며,

수학식 26

$$Credit_History_k(m) = \{Final_Decision_Metric_k(m-l)\} \quad l=0 \dots L-1$$

<163>

<164> 여기서, m은 현재 TTI 또는 업링크 스케줄링 이벤트를 나타내고, L은 신뢰 히스토리 버퍼 Credit_History_k(m)의 길이이다. UE는 기지국으로부터 최종으로 수신된 신뢰값을 이 버퍼 내에 저장한다. 각 업링크 스케줄링에서, UE는 신뢰 히스토리의 경향(trend)을 판정하여, 다음과 같이 된다.

수학식 27

$$Trend_UE_k(m) = \sum_{i=1}^{L-1} (Credit_History_k(i+1) - Credit_History_k(i))$$

<165>

<166> 이 경향은 최대 대기 시간을 업데이트하는데 이용되어, 수신된 신뢰값이 점점더 악화되는 경우(예를 들어, [수학식 26]에서 음의 값이 발생하는 경우), 소스 UE가 최대 지연 탄성 또는 대기 시간이 감소되도록 한다. 감소된 값은 할당된 하한 이하로는 갈 수 없다. 신뢰 히스토리가 꾸준히 향상되고, 소스 UE가 양호한 서비스 품질을 준비하여 이미 목적지 UE에 양호하게 역세스되면, 소스 UE는 일시적 기준으로 최대 지연 탄성을 증가시켜야 한다. 이는 관심대상의 소스 UE가 이미 업링크로부터 다운링크시의 목적지 UE로의 패킷 전달에 의해 이미 잘 동작하고 있기 때문에, 일시적으로 속도를 늦춰서 열악한 프로파일을 갖는 소스 UE에 기회를 제공할 수 있음을 의미한다. 이 증가된 값은 할당된 상한을 초과할 수 없다.

<167>

다른 성질의 서비스들이 동일 채널을 공유하는 혼합 서비스 환경에서, 지금까지 소개한 제안된 메트릭스 및 메카니즘은 보다 낮은 지연 허용오차를 갖는 서비스 그룹 또는 동일 서비스 종의 다른 UE들을 효율적으로 속도를 늦추는 특성을 업링크시에 소스 UE에 제공하는 방법으로 정의된다. 그러므로, 예를 들어, 실시간 비디오 서비스를 제공하는 UE는 배경 서비스 또는 WWW 다운로드 때문에 속도가 늦춰질 수 있다. 그러나, 예를 들어, WWW 다운로드를 행하는 UE들은 실시간 연속 비디오 대화 서비스이므로 UE의 속도를 늦출 수 없다. 스케줄링 기능을 지원하는 이러한 특성을 가짐으로써, 전체 업링크-다운링크 스케줄링 처리는 개선될 수 있다.

<168> 사용자 장비

<169> 도 4는 본 실시예의 UE의 부분들을 도시하고 있다. 도 4를 참조하면, 버퍼(78)는 데이터 패킷을 수신하여 그것을 전송을 위해 저장한다. 데이터 패킷은 제어 유닛(80)의 제어하에서 버퍼(78)로부터 공급된다. 버퍼로부터 공급된 데이터 패킷들은 스프레더(82)에 의해 채널화 코드에 의해 제공되어, 전송기(84), 듀플렉서(86) 및 안테나(88)에 의해 기지국으로 전송된다.

<170> 제어 채널이 안테나(88), 듀플렉서(86) 및 수신기(90)의 수단들에 의해 기지국으로부터 수신되어, 디스프레더(92)에 의해 다른 신호들로부터 분리된다. 채널 품질 표시자(94)는 UE와 기지국 간의 채널 품질을 추정하여, 그 값을 제어 유닛(80)으로 전달한다. 임의의 적절한 품질 측정치는; 예를 들어, 수신 신호 세기(RSS) 또는 전력 측정치, 비트 에러율(BER) 또는 프레임 에러율(FER) 측정치 또는 신호 대 간섭비(SIR) 또는 신호 대 간섭 및 잡음 비(SINR) 측정치가 생성될 수 있다. 그 측정치는 기지국에 의해 브로드캐스팅된 파일럿 신호에 기초할 수 있다. 예를 들어, 파일럿 신호의 세기는 신호 품질 측정치로 취해질 수 있고, 즉 기지국은 또한 데이터 채널 대 파일럿 채널의 전송 전력 비를 브로드캐스팅할 수 있으며, 이 비는 신호 품질 측정치를 획득하기 위해 파일럿 신호 세기와 관련하여 사용될 수 있다. 대안으로, 그 측정치는 다운링크 전력 제어 목적을 위해 사용자 장비에서 발생된 (파워 업/파워 다운 명령과 같은) 전송 전력 제어(TCP) 정보로부터 획득될 수 있다. 측정치들 중 임의의 것은 일부 측정 주기에 걸쳐 취해진 측정의 평균 또는 히스토리에 기초할 수 있다. 원한다면, 둘 이상의 측정치들을 조합할 수도 있다.

<171> 디멀티플렉서(96)는 기지국에 의해 UE로 보내진 신뢰 값을 제어 채널로부터 디멀티플렉싱한다. 이 신뢰값은 또한 제어 유닛(80)으로 전달된다. 또한, 전력 제어 비트와 같은 다른 정보가 제어 유닛(80)에 전달될 수 있다. 제어 유닛은 데이터 패킷이 버퍼(78)로부터 언제 공급되는지와 어떤 속도로 공급되는지를 판정하기 위해 스케줄링 루틴을 수행한다. 이 루틴은 상술된 루틴들 중 임의의 루틴이 될 수 있다.

<172> 예(Examples)

<173> 제안된 알고리즘의 일부 단점을 설명하기 위해서, 도 5에 예가 제시되어 있으며, 소스 UE(A, B, C)는 노드-B(기지국)를 통해 대응하는 목적지 UE(A, B, C)로 데이터 전송을 시도한다. 모든 UE들이 실시간 스트리밍 대화식 비디오 서비스를 갖는다고 가정한다.

<174> 이 예에서는, UE(A)가 전송할 많은 데이터(할당된 노드-B FIFO 버퍼의 70%가 채워짐)를 가질뿐 아니라, 양호한 QoS 및 현재까지의 쓰루풋을 만족한다는 것을 알 수 있다. 동시에, UE(B)는 그 할당된 FIFO 버퍼의 50%가 채워져 있으며, 평균의 QoS와 평균의 쓰루풋 프로파일을 달성하며, 마지막으로 UE(C)의 버퍼는 그 버퍼의 단지 20%만이 채워져 있으며, 열악한 QoS와 열악한 쓰루풋을 가진다. 일례로서, 본 알고리즘은, 최악의 그리고 최소의 프로파일을 갖는 UE(C)로부터 최고의 거리를 갖기 때문에, 98의 가장 높은 신뢰도를 UE(A)에 제공할 것이며, 최고의 거리는 달성된 평균 쓰루풋(즉, 매트릭 Distance_Avg_Th_m(m))을 형성한다. UE(B)에는 49의 평균 신뢰값이 제공되며, UE(C)는 1의 가장 낮은 신뢰값을 갖는다. UE(A, B)가 그들 현재의 전송 속도로 수행한다면, UE(C)는 항상 소스 UE들로부터 치열한 경쟁에 직면하게 될 것이고, 결코 현재의 열악한 프로파일로부터 벗어날 수 없다. 예를 들어, 다른 두 UE들과 유사한 노드-B FIFO 버퍼 길이를 가질 수 없을 것이며, 이는 전체 업링크-다운링크에 대한 패킷 스케줄링 처리의 균등성에 치명적이며, 특히, 동일한 데이터 파이프를 연속 실시간 서비스를 다루는 경우에 더욱 치명적이다. 그러므로, 1바이트의 신뢰 정보를 수신한 후, 보다 높은 수신 신뢰 값을 갖는 소스 UE는 일시적으로 보다 낮은 신뢰값을 갖는 UE들보다 더 속도가 늦춰진다. 이는 하이브리드 속도-시간 스케줄링에 대한 도 6 및 속도 스케줄링에 대한 도 7에 도시된다. 이 도면들에서, 수평라인은 전송 속도 및 MCS 레벨을 나타낸다. 그러므로, 수평 라인의 수가 커질수록, 전송 속도는 높아진다(즉, MCS 레벨은 높아진다).

<175> 도 6을 참조하면, 제2 업링크 스케줄링 이벤트(TTI2)의 시작시 UE(A, B, C)는 도 5에 따라 신뢰 값을 수신한다. 그러므로, 하이브리드 속도-시간 스케줄링이 도 6에서 지원되기 때문에, UE(A, B)는 비활성 기간을 경험하며, 또한 보다 낮은 전송 속도로 스위칭한다. 동시에, UE(C)는 보다 높은 전송 속도로 스위칭하여 연속 전송을 수행한다. 모든 소스 UE가 UE(C) 회복 후 및 FIFO 부하 밸런싱이 달성되었을 때 유사한 전송 속도로 연속 전송으로 스위칭한다. 이는 도 6에서 10번째 TTI에서 발생한다.

<176> 도 7에서는 단지 속도 스케줄링만이 지원되므로, 소스 UE(A, B)는 어떠한 비활성 기간도 경험할 수 없다. 대신에, 이들 소스 UE들은 그들의 전송 속도를 일시적으로 늦춘다. 다시, 소스 UE들은 UE(C)가 회복되고 FIFO 부하 밸런싱이 10번째 TTI에서 달성된 경우 유사한 전송 속도를 갖는 연속 전송으로 스위칭한다.

<177> 도 6 및 도 7에 도시된 메카니즘은 도 5에 도시된 상황을 도 8에 도시된 상황으로 이상적으로 변형할 것이다.

도 8에서, 부하 밸런싱이 FIFO 버퍼들 간에서 달성되어 UE들 모두가 유사하게 양호한 QoS 특징들을 달성하기 때문에, 모든 UE들이 낮은 신뢰값을 수신하고 유사한 MCS 레벨로 스위칭함을 알 수 있다.

<178> 시뮬레이션 결과

<179> 현재 하이브리드 속도-시간 업링크 스케줄러의 성능은 알로하식(Aloha-like) 업링크 스케줄링과 비교되었다. 이 예에서, 시간 스케줄링만이 고려되었으므로, 업링크시에 UE들은 그들의 속도 및 할당된 MCS 레벨을 변경하지 않는다. 실시간 연속 비디오 및 WWW 다운로드의 혼합 서비스가 제공된 것으로 가정한다. 업링크-다운링크 성능이 추정된다. 개발된 테스트-베드(test-bed)에 대한 트래픽 및 시뮬레이션 파라미터의 요약은 표 1 및 표 2에 도시된다. 다운링크시, PF(비례적 균등) 또는 MPQS와 같은 패킷 스케줄링 기술을 이용한 HSDPA 구성이 채택된 노드-B가 다수의 UE에 제공된다고 가정한다.

표 1

<180> 트래픽 파라미터(다운링크)

www 브라우저	패킷 호 사이즈	분포를 차단과 비교 a=1.1, k=4.5킬로바이트 m=2메가바이트(평균 25킬로바이트)
	관독 시간	기하학적 분포 (평균 5초)
	IP 패킷 사이즈	1500 바이트
	패킷 호 당 IP 패킷	패킷 호 사이즈/IP 패킷 사이즈
	도착 시간간 패킷	기하학적 분포 (평균 6밀리초)
비디오 스트리밍 모델	7.5 프레임/초 32kbps 3GPP H.263 비디오 인코딩된 비디오 ([25], [26] 참조)	

표 2

<181> 시뮬레이션 파라미터(다운링크)

셀 사이트간 거리		6km
셀당 섹터수		3
섹터 안테나 반경 패턴		Ref: ETSI UMTS TR 101.112
HS-DSCH	전송 시간 간격	2mS
	스프레딩 인자	16
	멀티코드 수	10
CPICH	스프레딩 인자	256
하이브리드 ARQ 구성		조합 추구
ASK/NASK 검출 에러 속도(노드-B에서)		에러 없음
ASK/NASK 피드백 지연		3 TTI
경로 손실 인자		3.76
MCS(변조 및 코딩 속도)		QPSK(r=1/2, 3/4) 16QAM(r=1/2, 3/4) 64QAM(r=3/4)
코딩		터보 코드
디코더		반복
MCS 업데이트 간격		1 TTI
CQI 평균 주기		1 TTI
CQI 보고 지연		3 TTI

CQI 검출 에러율(노드-B)에서			에러 없음
느린 페이딩 (셰도잉)	표준 편차		8dB
	상관성	섹터간	1.0
		셀 사이트 간	0.5
	비상관 거리		50m
다중-경로 채널 모델			6경로 매개 A
도플러 주파수			6.7Hz
UE 평균 이동 속도			3.6km/hr
반송 주파수			2GHz
UE에서의 Rx 안테나 분기			1
노드-b에서의 Tx 다양성			1
이동성 모델			ETSI TR 101.112
셀 영역에서의 사용자 분포			균일 랜덤

- <182> 업링크시의 소스 UE가 비활성 기간을 경험할 수 있다고 가정한다. WWW 세션에 대해, 지연 탄성의 하한이 3TTI 이고, 탄성 상한이 15TTI라고 가정한다. 비디오 서비스에 대해서는, 이 값들은 각각 3 및 4 TTI이다. 시스템 모델을 도 9에 도시한다. H.263 비디오 코딩에 기초한 비디오 트래픽 모델을 적용한다. 그 모델은 비디오 인코딩 및 RTP(실시간 프로토콜) 패킷 전송에 관한 트래픽 특성에 집중한다. 변경된 ETSI WWW 브라우징 모델이 채택된다.
- <183> 업링크에 대해, 완전 간섭 소거를 가정하면, 소스 UE에 의해 보내진 입력 패킷 데이터 시퀀스가 어떤 패킷 드롭도 도입하지 않고 분리될 수 있다. 다운로드 간섭시 인접 셀은 인접 노드-B로부터의 전송 결과이다. 사이트간 거리는 2.8km라고 가정한다. 경로 손실이 존재하여 신호 품질에 영향을 미치는 것으로 고려한다. 다운로드시, 레일리(Rayleigh) 페이딩의 효과를 모델링하기 위해, ETSI 6-경로 레일리 매개 A 채널이 이용된다. UE의 속도가 3.6km/h라고 가정한다. 셰도잉(shadowing)은 로그-정규 분포를 갖는 것으로 가정한다. 비상관성(decorrelation) 거리는 50m이다. 도착 시간과 UE로의 성공적 전달 간의 차를 전달 지연으로 간주한다. 최소 보고 지연은 3 TTI(즉, $3 \times 2\text{ms}$)라고 간주한다. 평균 사용자 쓰루풋은 연속 패킷 호를 통해 전달된 비트 전송율의 평균으로 정의된다. 비디오 세션에 대해서, 본 발명자들은 전체 세션 기간을 하나의 패킷 호로서 다루었다. 대안의 쓰루풋 정의에서, 개별 쓰루풋 비는 TTI마다 노드-B 내의 도착 데이터에 비해 성공적으로 전달된 데이터의 비로서 정의된다. 시뮬레이션 주기는 60초 또는 30000 TTI이다. 이 예에서 사용된 MCS는 R=1/2 및 3/4인 QPSK, R=1/2 및 3/4인 16QAM, 및 R=3/4인 64QAM이다. 6회의 재전송 동안에도 전달될 수 없다면, 패킷은 드롭된다. 더 높은 층으로부터의 어떠한 제한도 전달 지연에는 적용되지 않는다. 따라서, 전달 지연의 정확한 값은 전송된 데이터 단위마다 모니터링된다. 비디오 세션에 대해서는, 지연 허용오차 임계치가 100ms라고 가정하고, WWW 세션에 대해서는 1.5초라고 가정한다. 비디오 프레임 속도가 7.5 프레임/초이고, 출력 비디오 스트림의 타겟 비트전송율이 32kbps라고 가정한다. 상술된 MQPS 스케줄러는 다운로드 스케줄러로서 사용된다고 가정한다.
- <184> 우선, 업링크 스케줄러에 대해서는 알고리즘 시간 스케줄링을 채택하여, 소스 UE가 전송할 수 있는 패킷 데이터를 가질 때마다 전송한다. 그 후, UE들이 MCS 레벨 및 전송 속도를 변경하지 않을지라도, 상술된 하이브리드 속도-시간 스케줄러(MRT-HQPS)를 업링크에 적용한다. 도 10에서, 거의 전체 재전송 시간에 걸쳐, 이러한 방법으로 전달된 균등성은 보다 높음을 알 수 있다.
- <185> 쓰루풋 비, 또는 패킷 전달 성공율은 도 11에서 비교된다. MRT-HQPS가 시간 스케줄링보다 성능이 좋음을 알 수 있다.
- <186> 비디오 및 WWW 서비스 둘 모두에 대한 실시간 전달 QoS는 도 12 및 도 13에서 비교되어, MRT-HQPS가 보다 나은 QoS를 제공하는 것으로 처리한다.
- <187> 마지막으로, 실시간 전달 평균 쓰루풋 비는 도 14에서 비교되고 있다.
- <188> 표 1에는 최종 달성 성능 수치를 비교했다. 추정된 QoS는 다운로드에 속하며, 업링크시에 도입된 지연은 QoS 산출시에는 포함되지 않는다. 그 이유는 그러한 도입된 지연은 지연 임계치(비디오는 100ms이고, WWW는 1500ms)와 비교하여 무시할만한, 최대 탄성 지연의 단지 일부(비디오는 4ms 정도이고, WWW는 30ms 정도)이기 때문이다. 더구나, 표 1을 보면, 이러한 지연 또는 비활성 시간이 소스 UE에 의해 도입될지라도 전체 업링크-다

업링크의 전체 전달 비트전송율은 MRT-HQPS보다 더 높다. 이는 그 도입된 지연이 개선된 성능을 유도할지라도, 반드시 더 느린 비트 전달을 할 필요는 없다.

표 3

<189> 최종으로 달성된 수치로 성능 비교

스케줄링 타입	다운링크: MQPS 업링크: 시간 스케줄링 (알로하식)	다운링크: MQPS 업링크: MRT-HQPS
제공된 부하 (승인된 패킷 부하)	1.286 Mbps	1.178 Mbps
전달된 비트전송율	1.0616 Mbps	1.068 Mbps
패킷 전달 성공율 (총 쓰루풋 비)	0.8251	0.9073
평균 쓰루풋	0.9623	0.9804
95 백분위 지연 (비디오)	0.84 초	0.42 초
평균 지연 (비디오)	0.18155	0.0952
총 평균 지연	2.235	2.191
만족 QoS 조건 (WWW)	0.6277	0.6579
만족 QoS 조건 (비디오)	0.8206	0.8822

<190> 표 1에서, 성공적인 QoS 준비에 포함되는 거의 모든 양상이 상기 제안된 MRT-HQPS를 업링크에 적용함으로써 동시에 개선됨을 확인할 수 있다. 아마도, 가장 두드러진 달성이라 하면, 반쯤 감소된 실시간 비디오 서비스의 95 백분위 지연의 개선이라 할 수 있다. 이는 비디오 또는 음성과 같은 대화식 연속 실시간 서비스를 지원하는 UE 및 핸드셋에 대단히 중요한 것이다. 표 3에서는, 알로하식 스케줄링이 승인된 1.178 Mbps를 갖는 MRT-HQPS보다 높은 승인된 1.286 Mbps를 갖는 반면, 전달된 비트전송율은 거의 동일하다. 이는 패킷 전달 성공율의 개선이라고 하는 또 다른 중요한 달성이다. 앞서 언급된 바와 같이, 이 실험에서는, 단지 MRT-HQPS의 타임 스케줄링 양상만을 포함시켰다. 따라서, 현재의 예는 대체로 소스 UE가 지연 탄성을 변경할 때 업링크시에 주로 소스 UE에 의해 수행되는 정제 제어 알고리즘으로서 작용한다. 현저하게는, 완전 MRT-HQPS가 지원되어 소스 UE들이 더 높은 MCS 레벨로 스위칭함으로써 그 전송율을 증가시키도록 허용된다면, 더 높은 비트전송율, 더 나은 균등성, 더 나은 QoS, 더 나은 95% 백분위 지연 및 더 나은 패킷 전달 성공율이 예상된다.

<191> <다른 실시예들>

<192> 본 발명의 다른 실시예에서, 목적지 UE들은 소스 UE들과 동일한 셀에 존재하지 않는다. 이 경우, 목적지 UE가 무선 네트워크 서브시스템, 코어 네트워크, 공중 교환 네트워크, 또는 IP-기반 네트워크 등의 네트워크를 통해 도달된다. 이 경우, 목적지 UE로부터의 보고는 예를 들어, 제어 채널에서 네트워크를 통해 다시 보내진다.

<193> 소스 UE가 임의의 시간에 둘 이상의 기지국과 통신할 수 있다(소프트 핸드오버). 이 경우, 소스 UE는 활성 기지국 각각으로부터 신뢰 값을 수신한다. 사용자 장비는 업링크 스케줄링을 위해 이 값들 중 하나를 선택하거나, 예를 들어, 그 값들을 조합하여 평균을 취할 수 있다.

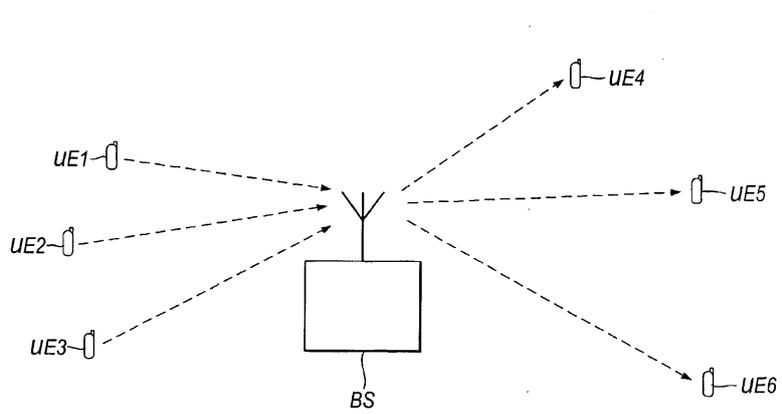
<194> 본 발명이 단지 예로서 상술되었으며, 본 발명의 범위 내에서 세부 변경들이 행해질 수 있음을 이해해야 한다. 상술된 다양한 실시예들은 예를 들어, 디지털 신호 처리기 또는 임의의 다른 처리기 형태의 처리기로 수행하는 소프트웨어 모듈을 사용하여 구현될 수 있다. 그러한 모듈의 프로그래밍은 다양한 기능의 설명으로부터 당업자에게 명백해질 것이다. 당업자는 그러한 모듈들은 임의의 적절한 프로그램 언어를 이용하여 임의의 적절한 처리기로 프로그램될 수 있음을 이해할 것이다. 대안으로, 상술된 기능들 중 일부 또는 모두는 전용 하드웨어를 사용하여 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

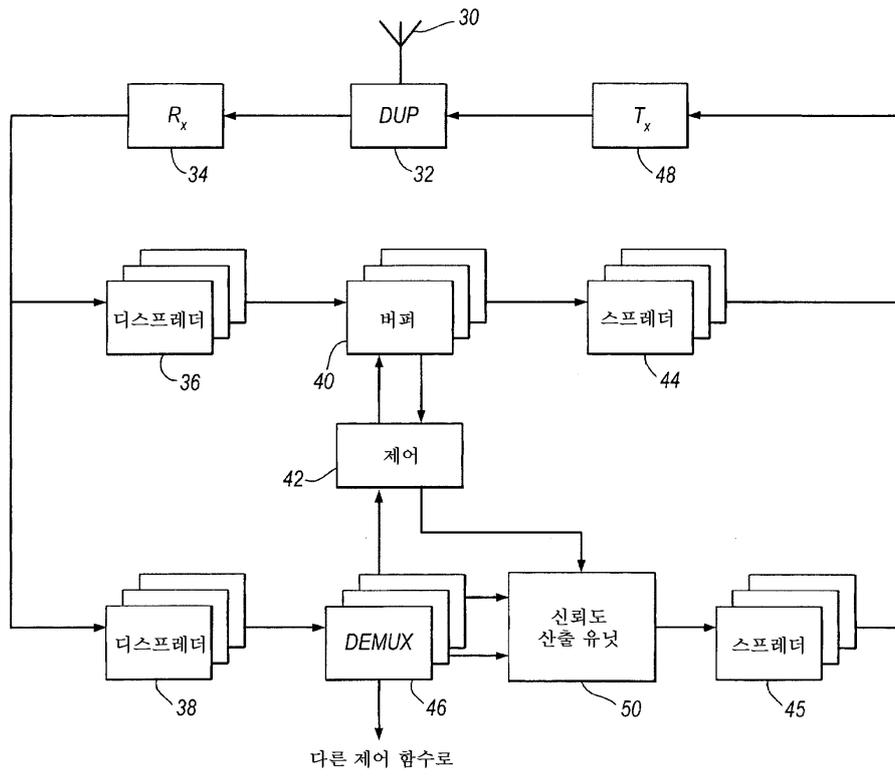
- <45> 도 1은 무선 통신 시스템의 일부를 도시하는 도면.
- <46> 도 2는 본 발명의 실시예에서 기지국의 일부를 도시한 도면.
- <47> 도 3은 본 발명의 실시예에서 신뢰값 산출 유닛의 일부를 도시한 도면.
- <48> 도 4는 본 발명의 실시예에서 사용자 장비의 일부를 도시한 도면.
- <49> 도 5는 본 발명의 실시예의 동작예를 도시한 도면.
- <50> 도 6은 본 발명의 실시예에서 하이브리드 속도-시간 스케줄링의 일례를 도시한 도면.
- <51> 도 7은 본 발명의 실시예에서 속도 스케줄링의 일례를 도시한 도면.
- <52> 도 8은 본 발명의 실시예에서 도 5에 도시된 상황이 어떻게 개선될 수 있는지를 도시한 도면.
- <53> 도 9는 실험시 사용된 시스템 모델의 예를 도시한 도면.
- <54> 도 10 내지 도 14는 본 발명의 실시예와 종래 기술 간의 비교 결과를 도시한 도면.

도면

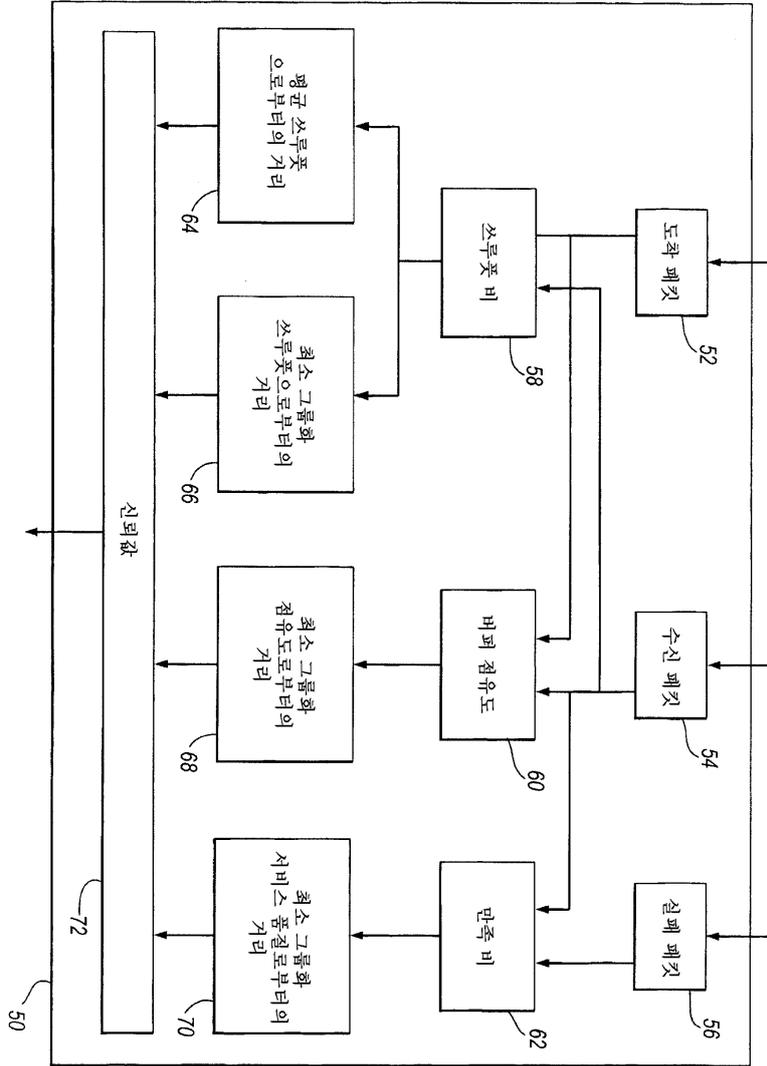
도면1



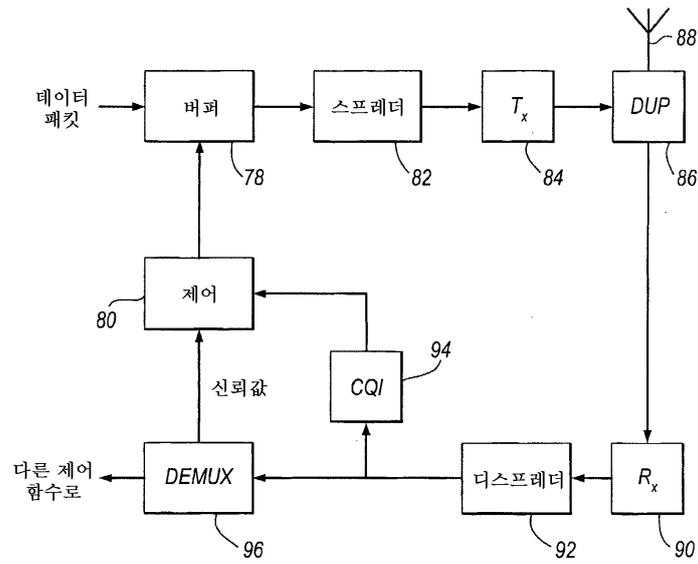
도면2



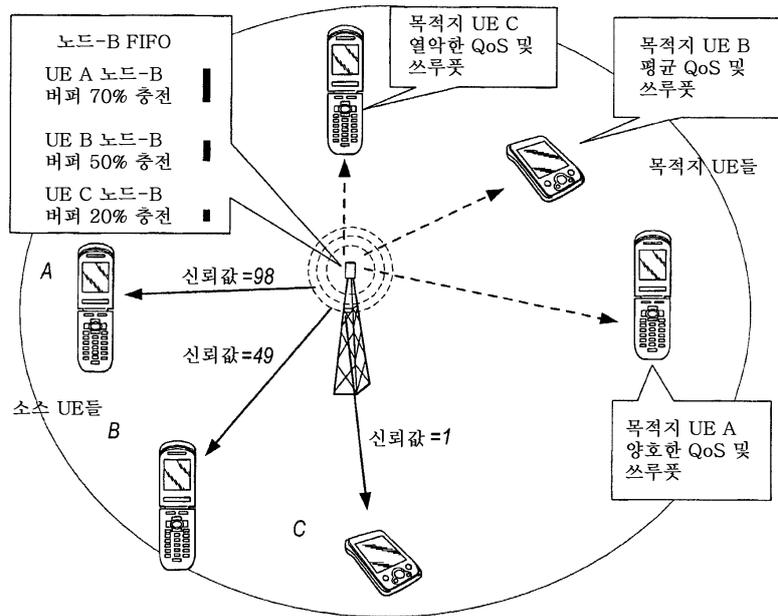
도면3



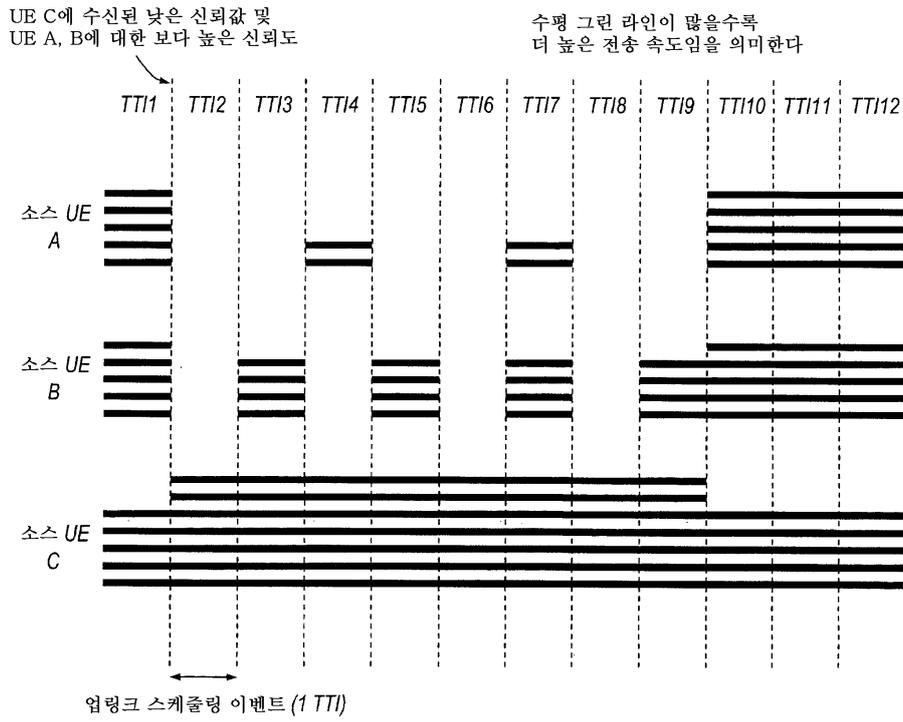
도면4



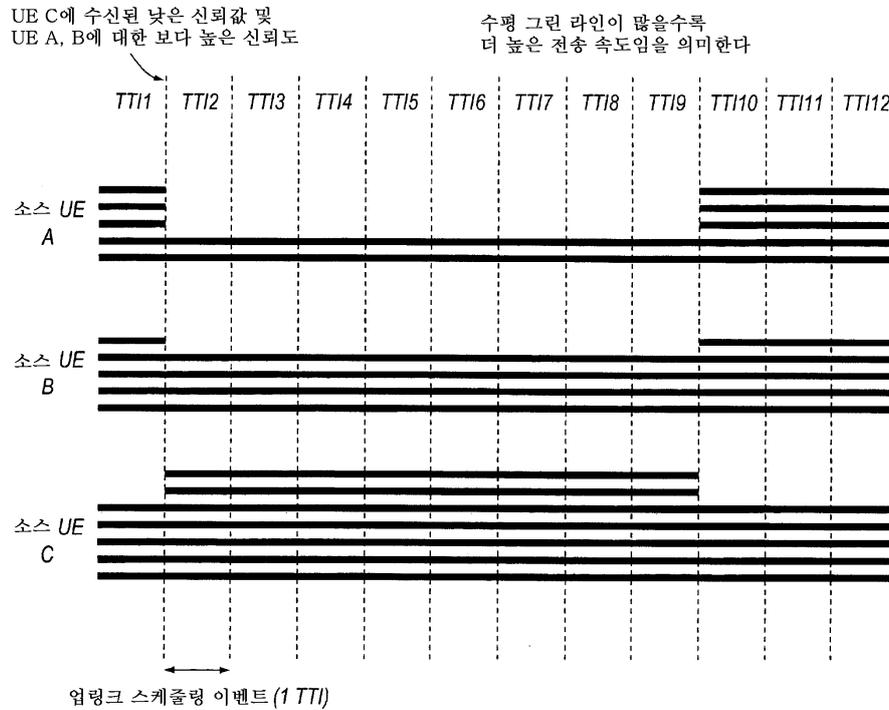
도면5



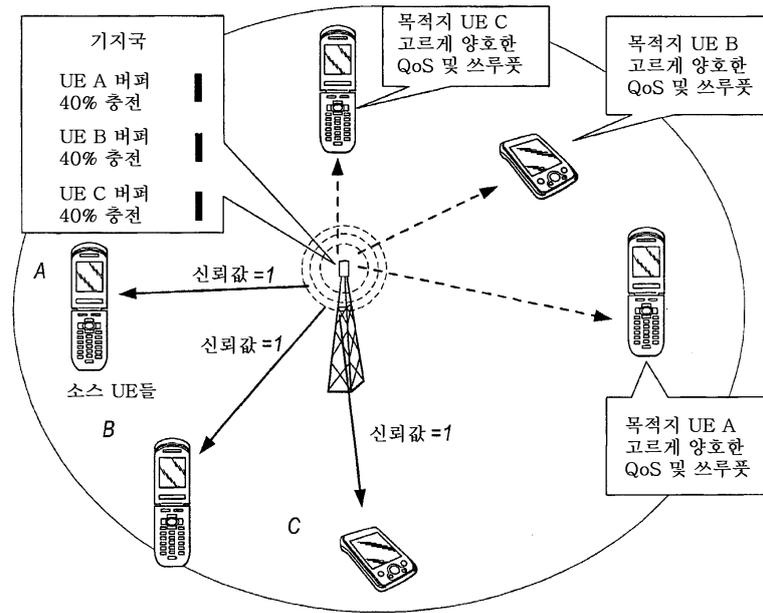
도면6



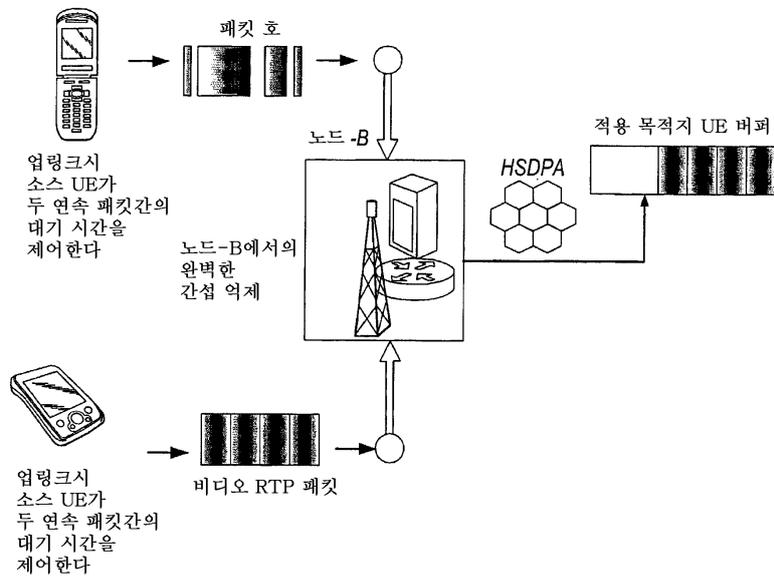
도면7



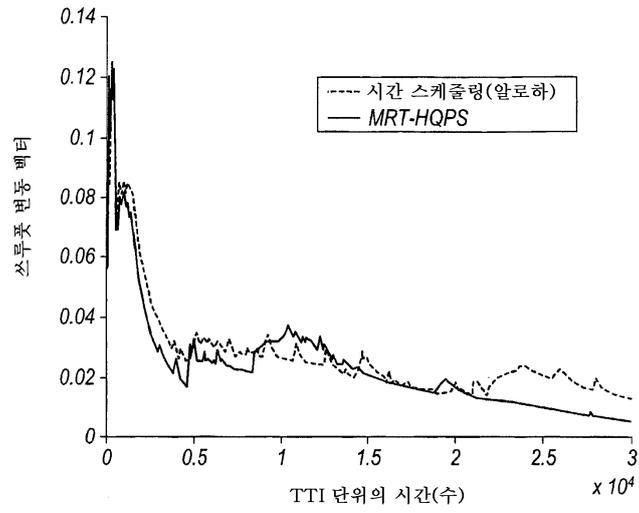
도면8



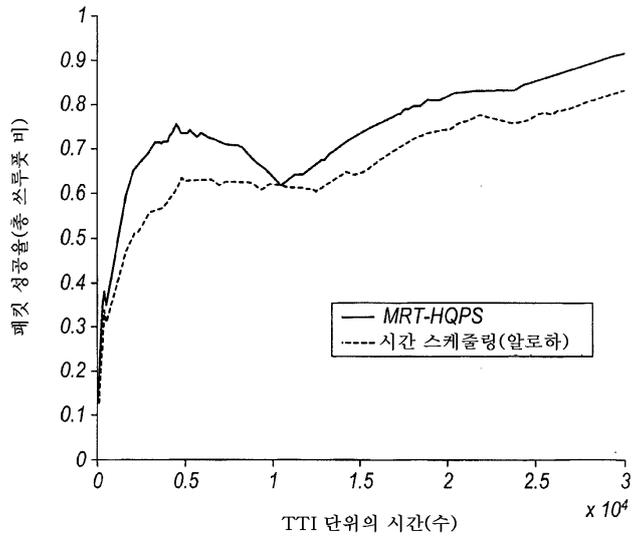
도면9



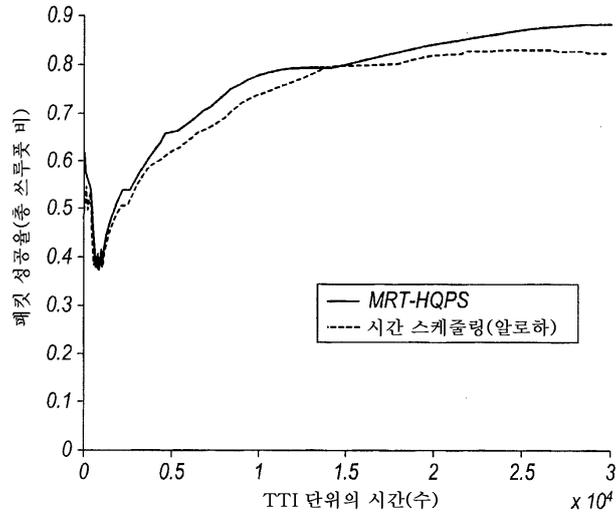
도면10



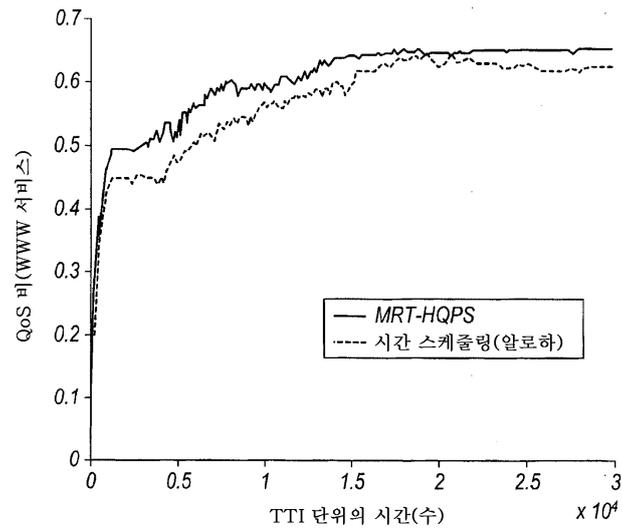
도면11



도면12



도면13



도면14

