(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월25일
(11) 등록번호 10-0853981
(24) 등록일자 2008년08월19일

(51) Int. Cl.
H04Q 7/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-7013363
(22) 출원일자 2003년10월10일
심사청구일자 2007년04월11일
번역문제출일자 2003년10월10일
(65) 공개번호 10-2003-0089517
(43) 공개일자 2003년11월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/011639
국제출원일자 2002년04월11일
(87) 국제공개번호 WO 2002/85061
국제공개일자 2002년10월24일
(30) 우선권주장
60/283,885 2001년04월12일 미국(US)
09/974,933 2001년10월10일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
WO1998035514 A
전체 청구항 수 : 총 19 항

(73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
판카이라제쉬케이
미국92129
캘리포니아주샌디에고파크빌리지로드7356
(74) 대리인
특허법인코리아나

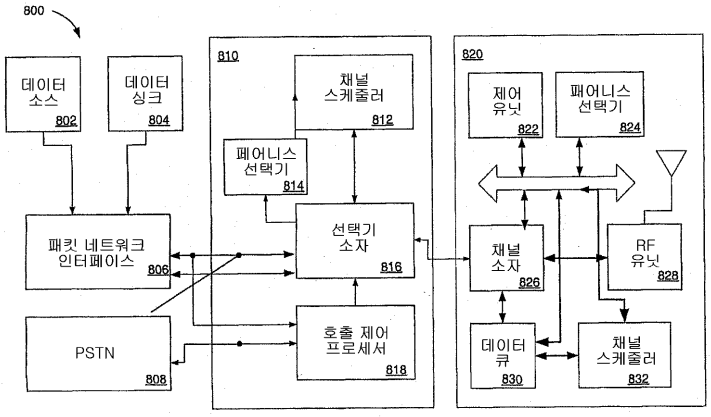
심사관 : 문성돈

(54) 무선 통신 시스템에서 송신을 스케줄링하는 방법 및 장치

(57) 요 약

통신 시스템 (100, 120) 에서 송신을 스케줄링하는 일반화된 스케줄러 (400) 의 방법 및 장치를 개시한다. 이 스케줄러는 채널 상태와 페어니스 기준의 우선순위 함수로 정의된다. 일반화된 스케줄러는 채널 상태 메트릭과 유저 페어니스 메트릭의 여러 조합을 적용하는데 채용한다. 스케줄러는 유저들의 클래스들간을 구별하여, 클래스 마다 개별처리를 수행할 수 있다. 일 실시형태에서, 시스템 제어기는 각각의 복수의 유저에 대하여 전송 우선순위 파라미터 (DPP) 를 수신하여 (1202) 각각의 DPP를 대응 공통 매핑 우선순위 파라미터 (MPP) 에 매핑한다 (1206). 동작점을 결정한 다음 (1208), 각각의 유저의 대응 MPP값을 스케줄 송신에 적용한다 (1210).

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서의 스케줄링 방법으로서,

복수의 이동 유저로부터, 순방향 링크 통신에 대응하는 채널 상태 표시기를 수신하는 단계;

$$A_i(t)=f(B_i(t)/B_AVE_i(t)) \quad (i=1,\ldots,N)$$

($A_i(t)$는 i번째 이동국에 대한 상기 채널 상태 표시기의 함수이고, $B_i(t)$는 시간 t에서 상기 i번째 이동국으로부터의 상기 채널 상태 표시기이고, $B_AVE_i(t)$는 상기 i번째 이동국으로부터 수신된 상기 채널 상태 표시기의 평균값이고, N은 복수의 이동국에서의 이동국의 전체 수이다.)

와 같이 주어지는, 각 채널 상태 표시기에 대응하는 함수 $A_i(t)$ 를 결정하는 단계;

상기 복수의 이동 유저에 대한 스루풋의 함수로서 페어니스 (fairness) 표시기를 결정하는 단계; 및

상기 채널 상태 표시기 및 상기 페어니스 표시기의 함수인, 상기 복수의 이동 유저에 대한 송신 스케줄을 결정하는 단계를 포함하는, 스케줄링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 송신 스케줄을 결정하는 단계는,

상기 채널 상태 표시기 및 상기 페어니스 표시기의 함수로서 상기 복수의 이동국에 대한 스케줄을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 스케줄에 기초하여 다음의 송신을 위해 상기 복수의 이동국 중 하나 이상을 선택하는 단계를 더 포함하는, 스케줄링 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 스케줄을 계산하는 단계는,

상기 복수의 이동국 각각에 대해, 대응하는 채널 상태 표시기 대 대응하는 페어니스 표시기의 비율을 결정하는 단계를 포함하는, 스케줄링 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 송신 스케줄은,

$$A_i(t)=B(t)/B_AVE(t) \quad (i=1,\ldots N)$$

의 함수인, 스케줄링 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 채널 상태 표시기는 데이터 레이트 제어 요구이고, 상기 채널 상태 표시기의 평균값은 상기 i번째 이동국으로부터의 필터링된 데이터 레이트 제어 요구인, 스케줄링 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 채널 상태 표시기의 함수를 계산하는 단계는,

$$B_AVE_i(t+1) = B_AVE_i(t)[1-(1/T_c)] + B_i(t)[1/T_c],$$

(T_c는 페어니스 시간 주기이다.)

과 같이 시간 t에서 상기 i번째 이동국으로부터의 상기 필터링된 데이터 레이트 제어 요구를 계산하는 단계를 포함하는, 스케줄링 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 채널 상태 표시기의 함수를 계산하는 단계는,

수신된 데이터 레이트 제어 요구 각각에 가중치를 할당하는 단계를 더 포함하는, 스케줄링 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 각 이동국에 대해, 상기 페어니스 표시기는 상기 이동국이 상기 페어니스 시간 주기 동안 서비스되는 시간의 비율인, 스케줄링 방법.

청구항 9

컴퓨터-실행 가능한 명령을 포함하는 컴퓨터-판독 가능한 매체로서, 상기 명령은,

복수의 이동 유저로부터 수신된 채널 상태 표시기를 처리하기 위한 제 1 명령 세트;

상기 복수의 이동 유저에 대한 스루풋의 함수로서 페어니스 표시기를 결정하기 위한 제 2 명령 세트;

$$A_i(t)=f(B_i(t)/B_AVE_i(t \quad (i=1,\ldots N)$$

($A_i(t)$는 i번째 이동국에 대한 상기 채널 상태 표시기의 함수이고, $B_i(t)$는 시간 t에서 상기 i번째 이동국으로부터의 상기 채널 상태 표시기이고, $B_AVE_i(t)$는 상기 i번째 이동국으로부터 수신된 상기 채널 상태 표시기의 평균값이고, N은 상기 복수의 이동국에서의 이동국의 전체 수이다.)

와 같이 주어진, 상기 각 채널 상태 표시기에 대응하는 함수 $A_i(t)$ 를 계산하기 위한 제 3 명령 세트; 및

상기 채널 상태 표시기 및 상기 페어니스 표시기의 함수로서 상기 복수의 유저에 대한 송신 스케줄을 결정하는 제 4 세트의 명령을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 채널 상태 표시기 및 상기 페어니스 표시기의 함수로서 상기 복수의 유저에 대한 송신 스케줄을 결정하는 것은 상기 채널 상태 표시기들을 상기 페어니스 표시기에 의해 균형을 맞춤으로써 행해지는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 11

무선 통신 시스템에서의 액세스 네트워크로서,

복수의 이동 유저로부터, 순방향 링크 통신에 대응하는 채널 상태 표시기를 수신하는 수신 수단;

$$A_i(t)=f(B_i(t)/B_AVE_i(t) \quad (i=1, \ldots N)$$

($A_i(t)$는 i번째 이동국에 대한 상기 채널 상태 표시기의 함수이고, $B_i(t)$는 시간 t에서 상기 i번째 이동국으로부터의 상기 채널 상태 표시기이고, $B_AVE_i(t)$는 상기 i번째 이동국으로부터 수신된 상기 채널 상태 표시기의 평균값이고, N은 상기 복수의 이동국에서의 이동국의 전체 수이다.)

와 같이 주어진, 상기 각 채널 상태 표시기에 대응하는 함수 $A_i(t)$ 를 결정하는 수단;

상기 복수의 이동 유저에 대한 스루풋의 함수로서 페어니스 표시기를 결정하는 수단; 및

상기 채널 상태 표시기 및 상기 페어니스 표시기의 함수인, 상기 복수의 이동 유저에 대한 송신 스케줄을 결정하는 수단을 포함하는, 액세스 네트워크.

청구항 12

무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 스케줄링하는 방법으로서,

복수의 이동 유저 각각으로부터 전송 우선순위 파라미터에 대한 값을 수신하는 단계;

상기 복수의 이동 유저 각각에 대해, 동작점에 대응하는 매핑된 우선순위 파라미터 값을 적용하는 단계;

상기 매핑된 우선순위 파라미터 값에 대응하는 전송 우선순위 파라미터 값을 결정하는 단계;

상기 복수의 이동 유저 각각으로부터 수신한 전송 우선순위 파라미터중의 어느 것이 상이한 유형인 경우에, 각 전송 우선순위 파라미터를 매핑된 우선순위 파라미터에 매핑하는 단계; 및

상기 복수의 이동 유저의 상기 매핑된 우선순위 파라미터에 기초하여 상기 동작점을 결정하는 단계를 포함하는, 데이터 송신 스케줄링 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전송 우선순위 파라미터 중 제 1 파라미터는 소망하는 시간 할당인, 데이터 송신 스케줄링 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 전송 우선순위 파라미터 중 제 2 파라미터는 소망하는 스루풋인, 데이터 송신 스케줄링 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 전송 우선순위 파라미터 중 제 3 파라미터는 소망하는 지연인, 데이터 송신 스케줄링 방법.

청구항 16

무선 통신 시스템에서의 시스템 제어기로서,

복수의 이동 유저 각각으로부터 전송 우선순위 파라미터를 수신하는 수단;

상기 복수의 이동 유저 각각에 대해 동작점에 대응하는 매핑된 우선순위 파라미터를 적용하는 수단;

상기 매핑된 우선순위 파라미터 값에 대응하는 전송 우선순위 파라미터 값을 결정하는 수단;

상기 복수의 이동 유저 각각으로부터 수신한 전송 우선순위 파라미터중의 어느 것이 상이한 유형인 경우에, 각 전송 우선순위 파라미터를 매핑된 우선순위 파라미터에 매핑하는 수단; 및

상기 복수의 이동 유저의 매핑된 우선순위 파라미터에 기초하여 상기 동작점을 결정하는 수단을 포함하는, 시스

템 제어기.

청구항 17

무선 통신 시스템에서의 장치로서,

처리 소자; 및

상기 처리 소자에 결합되고, 컴퓨터-판독 가능한 명령을 저장하도록 구성된 메모리 저장 소자를 포함하며,

상기 컴퓨터-판독 가능한 명령은,

복수의 이동 유저 각각으로부터 전송 우선순위 파라미터를 수신하고;

상기 복수의 이동 유저의 각각에 대해 동작점에 대응하는 매핑된 우선순위 파라미터 값을 적용하고;

상기 매핑된 우선순위 파라미터 값에 대응하는 전송 우선순위 파라미터 값을 결정하고;

상기 복수의 이동 유저 각각으로부터 수신한 전송 우선순위 파라미터중의 어느 것이 상이한 유형인 경우에, 각 전송 우선순위 파라미터를 매핑된 우선순위 파라미터에 매핑하고;

상기 복수의 이동 유저 각각의 매핑된 우선순위 파라미터에 기초하여 동작점 결정하는 것을 구현하는, 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 컴퓨터-판독 가능한 명령은,

상기 복수의 이동 유저의 각각에 상기 동작점을 적용하는 것을 더 구현하며,

상기 동작점은 상기 복수의 이동 유저의 각각에 대응하는 매핑된 우선순위 파라미터 값을 결정하는, 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 컴퓨터-판독 가능한 명령은,

상기 매핑된 우선순위 파라미터 값을 사용하여 상기 동작점에 따라 상기 복수의 이동 유저를 스케줄링하는 것을 더 구현하는, 장치.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

명 세 서

<1> **35 U.S.C. §120 조에 의한 우선권주장**

<2> 본 출원은 2001년 4월 12일 출원되고 본 발명의 양수인에게 양도된 미국 가출원번호 60/283,885를 우선권으로 주장하며, 그 개시내용이 여기에 참조로서 통합되어 있다.

<3> **계류중인 관련 출원에 대한 참조**

<4> 본 특허출원은 2001년 4월 8일에 특허되고 발명의 명칭이 "SYSTEM FOR ALLOCATING RESOURCES IN A COMMUNICATION SYSTEM"인 미국특허 제 6,229,795호의 계속출원인, 2001년 2월 27일에 출원되고 본 발명의 양수인에게 양도되고 여기에 전부 참조로서 포함되는, 발명의 명칭이 "SYSTEM FOR ALLOCATING RESOURCES IN A

COMMUNICATION SYSTEM"인 미국특허출원 일련번호 09/796,583에 관한 것이다.

<5> **배경기술**

<6> **기술분야**

<7> 본 발명은 일반적으로 통신에 관한 것이며, 더욱 구체적으로는, 통신 시스템에서 송신을 스케줄링하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<8> **배경기술**

<9> 통신 시스템, 특히, 무선 시스템은 여러 유저간의 효율적인 자원 할당을 목표로 설계한다. 더욱 자세하게는, 무선 시스템은 비용을 최소화하면서 모든 가입자의 요구를 만족시키는 충분한 자원을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위한 여러 스케줄링 알고리즘을 각각의 소정의 시스템 기준에 기초하여 개발해왔다.

<10> 코드분할다중 액세스 (CDMA) 방식을 채용하는 무선통신 시스템에서, 한 스케줄링 방법은 시간 다중화를 기초로 지정된 시간간격으로 모든 코드채널을 각각의 가입자유닛에 할당한다. 기지국 (BS) 과 같은 중심 통신노드는 가입자와 관련한 고유 캐리어 주파수 또는 채널코드를 구현하여 가입자와 단독통신을 가능하게 한다. 또한, TDMA 방식도 물리적 접촉 중계 스위칭 또는 패킷 스위칭을 사용하여 랜드라인 시스템에서 실시할 수 있다. CDMA 시스템은 (1) 듀얼-모드 광대역 스펙트럼 확산 셀룰러 시스템에 대한 "TIA/EIA/IS-95-B 이동국-기지국 호환가능 표준 (이하 IS-95 표준이라 함); (2) "제 3 세대 파트너쉽 프로젝트"라는 컨소시엄에 의해 제공되는 표준 (이하, 3GPP라 함) 으로서, 문서번호 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, 및 3G TS 25.214, 3G TS 25.302를 포함한 문서의 세트에서 구체화된 W-CDMA 표준; (3) "제 3 세대 파트너쉽 프로젝트 2"라는 컨소시엄에 의해 제공되는 표준 (이하, 3GPP2라 함) 으로서, 이하, cdma2000 표준이라 하며 이전에는 IS-2000 MC라 하던 TR-45.5 표준; 또는 (4) 일부 또 다른 무선표준과 같은 하나 이상의 표준을 지원하도록 설계할 수 있다.

<11> 통신 시스템, 특히, 무선 시스템에서는, 통상적으로, 유저가 클래스 (class) 에 할당되며, 각각의 클래스는 관련 시스템 성능 기준을 갖는다. 예를 들어, 각각의 클래스를 페어니스 기준 (fairness criteria) 에 대하여 다르게 처리할 수 있는데, 1 클래스의 각각의 유저는 동일하게 처리한다. 클래스들을 클래스 각각의 우선순위에 따라 처리할 수도 있다. 일 시스템에서, 서비스 계획에 따른 것과 같은 시스템에서 사용되는 서비스에 따라 유저를 분류한다. 수개의 클래스가 한 통신 시스템내에 존재할 수 있다.

<12> 따라서, 다수의 클래스의 유저에 대하여 애플리케이션에 의해 통신 시스템에서 송신을 스케줄링하는 방법 및 장치가 필요하다. 또한, 여러가지 다른 스케줄링 우선순위를 수반하는 스케줄링 방법 및 장치가 필요하다.

<13> **발명의 개요**

<14> 이하, 후술할 실시형태들은 무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 스케줄링하는 수단을 제공하여 전술한 필요성을 해결한다. 일반화된 스케줄러는 다수의 이동국의 스케줄링을 가능하게 하는데, 각각의 이동국은 다른 전송 우선순위 파라미터를 가질 수 있다. 전송 우선순위 파라미터는 원하는 데이터 송신 전송 레이트에 영향을 주는데 사용하는 파라미터를 정의한다. 예를 들어, 전송 우선순위 파라미터는 원하는 스루풋, 원하는 시간 할당, 원하는 시간 지연 등이 될 수 있다. 전송 우선순위 파라미터 값은 공통 스케일로 각각 매핑하는데, 이를 매핑 우선순위 파라미터라 한다. 이후, 동작점을 선택하고 각각의 이동 유저에 대하여 대응 매핑 우선순위 파라미터 값을 추출한다. 이후, 일반적인 스케줄러가 공통 매핑 우선순위 파라미터 값을 사용하여 이동 유저를 스케줄링한다. 즉, 각각의 유저는 대응 전송 우선순위 파라미터 범위내에서 동일한 비율을 달성하도록 스케줄링된다.

<15> 일 양태에 따르면, 무선 통신 시스템에서, 스케줄링 방법은 복수의 이동 유저로부터 채널 상태 표시기를 수신하되, 채널 상태 표시기가 순방향 링크 통신에 대응하는 단계, 페어니스 표시기를 복수의 이동 유저에 대한 스루풋 함수로서 결정하는 단계, 및 복수의 이동 유저에 대하여 송신 스케줄을 결정하되, 송신 스케줄은 채널 상태 표시기와 페어니스 표시기의 함수인 단계를 포함한다.

<16> 또 다른 양태에서는, 컴퓨터-실행 가능한 지시를 포함한 컴퓨터 판독-가능한 매체상에 내장된 프로그램이, 복수의 이동 유저로부터 수신하는 채널 상태 표시기를 처리하는 제 1 세트의 명령, 복수의 이동 유저에 대한 스루풋의 함수로서 페어니스 표시기를 결정하는 제 2 세트의 명령, 및 채널 상태 표시기와 페어니스 표시기의 함수로

서 복수의 유저에 대한 송신 스케줄을 결정하는 제 3 세트의 명령을 포함한다.

<17> 또 다른 양태에서는, 무선 통신 시스템에서 복수의 원격국들중 한 원격국과 기지국간에 데이터를 송신하는 방법이, 한 원격국에 의해 송신되는 정보를 기지국에서 수신하는 단계, 및 이 정보에 기초하여 한 원격국에 특정한 서비스 파라미터의 하나 이상의 등급을 조정하는 단계를 포함한다.

<18> 또 다른 양태에서는, 무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 스케줄링하는 방법이, 복수의 이동 유저 각각으로부터 전송 우선순위 파라미터의 값을 수신하는 단계, 어떤 전송 우선순위 파라미터들이 상이한 유형인 경우 각각의 전송 우선순위 파라미터를 매핑 우선순위 파라미터에 매핑하는 단계, 및 복수의 이동 유저의 매핑 우선순위 파라미터에 기초하여 동작점을 결정하는 단계를 포함한다.

<19> 또 다른 양태에 따르면, 무선 통신 시스템에서의 장치는 처리 소자, 및 처리 소자에 접속하는 메모리 저장 소자를 구비하는데, 메모리 저장 소자는 복수의 이동 유저 각각으로부터 전송 우선순위 파라미터를 수신하며, 각각의 전송 우선순위 파라미터를 매핑 우선순위 파라미터에 매핑하고, 복수의 이동 유저 각각의 매핑 우선순위 파라미터에 기초하여 동작점을 결정하는 것을 구현하는 컴퓨터 판독-가능한 명령을 저장하기 위해 채용한다.

<20> **도면의 간단한 설명**

<21> 개시한 방법 및 장치의 특징, 목적 및 이점을, 첨부한 도면을 통하여 자세히 설명하며, 도면중 동일한 요소는 동일한 부재번호로 나타낸다.

<22> 도 1a는 무선 통신 시스템을 도시한다.

<23> 도 1b는 높은 데이터 레이트 송신을 지원하는 무선 통신 시스템을 도시한다.

<24> 도 2는 무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 스케줄링하는 알고리즘, GOS 및 서비스 등급의 순서도이다.

<25> 도 3은 무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 위한 스케줄링 알고리즘의 순서도이다.

<26> 도 4a와 도 4b는 무선 통신 시스템에서 데이터 송신을 스케줄링하는 프로포셔널 페어 알고리즘 (proportional-fair algorithm) 의 순서도이다.

<27> 도 5는 무선 통신 시스템에서 프로포셔널 페어 알고리즘과 GOS 알고리즘을 구현하는 조합 스케줄링 알고리즘의 순서도이다.

<28> 도 6은 무선 통신 시스템에 대한 일반화된 스케줄러의 순서도이다.

<29> 도 7은 도 5와 도 6에 나타낸 바와 같은 조합 스케줄링 알고리즘을 지원하는 무선 통신 시스템이다.

<30> 도 8은 무선 통신 시스템에 대한 스케줄링 알고리즘의 순서도이다.

<31> 도 9a는 여러 전송 우선순위 파라미터 범위를 공통 매핑 우선순위 파라미터 범위에 매핑하는 것을 나타낸다.

<32> 도 9b, 도 9c, 및 도 9d는 다수의 매핑 우선순위 파라미터를 통한 여러 동작점의 결정을 나타낸다.

<33> 도 10은 일반화된 스케줄러의 순서도를 나타낸다.

<34> **본 발명의 상세한 설명**

<35> 최근 통신 시스템은 여러 애플리케이션의 지원을 요구한다. 이러한 통신 시스템은 "듀얼 모드 광대역 확산 스펙트럼 셀룰러 시스템에 대한 TIA/EIA-95 이동국-기지국 호환성 표준" 및 그 결과를 따르는 코드 분할 다중 액세스 (CDMA) 이며, 이하, IS-95라 한다. CDMA 시스템은 지상 링크를 통하여 유저들간의 데이터 및 음성 통신을 가능하게 한다. 다중 액세스 통신 시스템에서의 CDMA 기술의 사용은 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS"인 미국특허 제 4,901,307 호 및 발명의 명칭이 "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" 인 미국특허 제 5,103,459 호에 개시되어 있고, 그 개시내용이 여기에 참조로서 통합되어 있다.

<36> CDMA 시스템에서, 유저들간의 통신은 하나 이상의 기지국을 통하여 수행한다. 무선 통신 시스템에서, 순방향 링크는 신호가 기지국으로부터 가입자국으로 진행하는 채널을 의미하며, 역방향 링크는 신호가 가입자국으로

부터 기지국으로 전송하는 채널을 의미한다. 역방향 링크상에서 기지국으로 데이터를 송신함으로써, 한 가입자국의 제 1 유저는 제 2 가입자국의 제 2 유저와 통신한다. 기지국은 제 1 가입자국으로부터 데이터를 수신하여 그 데이터를 제 2 가입자국을 지원하는 기지국에 라우팅한다. 가입자국의 위치에 따라서, 이들 양쪽 가입자국은 단일 기지국 또는 다수의 기지국에 의해 서비스받을 수도 있다. 임의의 경우, 제 2 가입자국을 서비스하는 기지국은 순방향 링크상에서 데이터를 송신한다. 또한, 제 2 가입자국과의 통신을 대신하여, 가입자국이 서비스 기지국과의 접속을 통하여 지상 인터넷과 통신할 수도 있다. IS-95에 따른 무선 통신에서는, 순방향 링크와 역방향 링크 신호는 각각의 주파수 대역내에서 송신된다.

<37> 도 1a는 복수의 유저를 지원하며 본 발명의 적어도 일부 양태 및 실시형태를 구현할 수 있는 통신 시스템 (100) 의 예로서 제공한 것이다. 시스템 (100) 에서의 송신을 스케줄링하는데 임의의 여러 알고리즘과 방법도 사용할 수 있다. 시스템 (100) 은 복수의 셀 (102A 내지 102G) 에 대한 통신을 제공하는데, 각각은 대응 기지국 (104A 내지 104G) 의 서비스를 받는다. 예시적인 실시형태에서, 기지국 (104) 의 일부는 다수의 수신 안테나를 가지며, 나머지는 오직 하나의 수신 안테나만을 갖는다. 이와 유사하게, 기지국 (104) 의 일부는 다수의 송신 안테나를 가지며, 나머지는 단일 송신 안테나를 갖는다. 송신 안테나와 수신 안테나의 조합에는 제한을 두지 않는다. 따라서, 기지국 (104) 은 다수의 송신 안테나와 단일 수신 안테나를 가질 수도 있고, 또는 다수의 수신 안테나와 단일 송신 안테나를 가질 수도 있으며, 또는 단일 또는 다수의 송신 안테나와 수신 안테나를 가질 수도 있다.

<38> 통신가능 영역에서는, 단말기 (106) 가 고정 (또는 정지) 또는 이동할 수도 있다. 도 1a에 나타낸 바와 같이, 여러 단말기 (106) 가 시스템 전체에 걸쳐 분산해 있다. 예를 들어, 각각의 단말기 (106) 는 소프트 핸드오프를 채용하는지의 여부 또는 단말기가 다수의 기지국으로부터의 다중 송신을 (동시에 또는 순차적으로) 수신하도록 설계되고 동작하는지의 여부에 의존하여 주어진 순간에 다운링크와 업링크로 하나 이상의 그리고 가능한 많은 기지국 (104) 과 통신한다. CDMA 통신에서의 소프트 핸드오프는 당해기술에 잘 알려진 것이며 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "Method and system for providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System"인 미국특허 제 5,101,501 호에 개시되어 있다.

<39> 다운링크는 기지국으로부터 단말기로의 송신을 의미하며, 업링크는 단말기로부터 기지국으로의 송신을 의미한다. 예시적인 실시형태에서는, 단말기 (106) 의 일부는 다수의 수신 안테나를 가지며 나머지는 오직 하나의 수신 안테나만을 갖는다. 도 1a에는, 기지국 (104A) 이 다운링크에서 단말기 (106A 및 106J) 로 데이터를 송신하며 기지국 (104B) 이 단말기 (106B 및 106J) 로 데이터를 송신하며, 기지국 (104C) 이 단말기 (106C) 로 데이터를 송신한다.

<40> 무선 데이터 송신에 대한 요구가 증가하고 무선 통신기술을 통해 이용할 수 있는 서비스가 확대되기 때문에, 특정 데이터 서비스를 개발해왔다. 이러한 서비스를 하이 데이터 레이트 (High Data Rate;HDR) 라 한다. 예시적인 HDR 서비스는 "HDR 사양"이라 하는 "EIA/TIA-IS856 cdma2000 하이 레이트 패킷 데이터 공중 인터페이스 사양"에서 제안하고 있다. 통상적으로, HDR 서비스는 무선 통신 시스템에서 데이터의 패킷을 송신하는 효율적인 방법을 제공하는 음성 통신 시스템의 오버레이이다. 송신 데이터의 양과 송신 횟수가 증가할수록, 무선 송신에 이용 가능한 한정된 대역폭이 임계적인 자원이 된다. 따라서, 이용 가능한 대역폭의 사용을 최적화하는, 통신 시스템에서의 송신을 효과적이고 공정하게 스케줄링하는 방법이 필요하다. 예시적인 실시형태에서, 도 1a에 나타낸 시스템 (100) 은 HDR 서비스를 갖는 CDMA형 시스템에 부합한다.

<41> 도 1b는 공중 인터페이스 (air interface; 124) 를 통하여 액세스 단말기 (AT; 126) 와 통신하는 액세스 네트워크 (AN; 122) 를 갖는 통신 시스템 (120) 에 대한 아키텍쳐 기준 모델을 나타낸다. 일 실시형태에서, 시스템 (100) 은 하이 데이터 레이트 (HDR) 표준으로 특정되는 것과 같은 HDR 오버레이 시스템을 갖는 코드 분할 다중 액세스 (CDMA) 시스템이다. AN (122) 은 AT (126) 뿐만 아니라, 공중 인터페이스 (124) 에 의해 시스템 (120; 도시 생략) 내의 임의의 다른 AT들과도 통신한다. AN (122) 은 다중 섹터를 포함하는데, 여기서, 각각의 섹터는 하나 이상의 채널을 제공한다. 채널은 소정의 주파수 할당내에서 AN (122) 과 AT들간의 송신에 대한 통신링크의 세트로서 정의한다. 채널은 AN (122) 으로부터 AT (126) 로의 송신에 대한 순방향 링크 (FL) 와, AT (126) 로부터 AN (122) 으로의 송신에 대한 역방향 링크 (RL) 로 구성된다.

<42> 데이터 송신에 대하여, AN (122) 은 AT (126) 로부터의 데이터 요구를 수신한다. 데이터 요구는 데이터를 송신할 데이터 레이트, 송신된 데이터 패킷의 길이, 및 데이터가 송신되어질 섹터를 특정한다. AT (126) 는 AN (122) 와 AT (126) 간의 채널의 품질에 기초하여 데이터 레이트를 결정한다. 일 실시형태에서, 채널의 품질은 캐리어 대 간섭 비 (C/I) 로 결정한다. 다른 실시형태는 채널의 품질에 대응하는 또 다른 매트릭

(metric) 을 사용할 수도 있다. AT (126) 는 DRC 채널이라 하는 특정 채널을 통하여 데이터 레이트 제어 (DRC) 메시지를 송신하여 데이터 송신에 대한 요구를 제공한다. DRC 메시지는 데이터 레이트부와 섹터부를 포함한다. 데이터 레이트부는 AN (122) 에 대하여 요구된 데이터 레이트를 표시하여 데이터를 송신하며, 섹터는 AN (122) 이 데이터를 송신하는 섹터를 표시한다. 통상적으로, 데이터 레이트 및 섹터 정보는 데이터 송신을 처리하는데 필요하다. 데이터 레이트 부는 DRC 값이라 하며, 섹터부는 DRC 커버라 한다. DRC 값은 공중 인터페이스 (124) 를 통하여 AN (122) 으로 송신된 메시지이다. 일 실시형태에서, 각각의 DRC 값은 소정의 DRC 값 할당에 따라 관련 패킷 길이를 갖는, 단위가 kbits/sec인 데이터 레이트에 대응한다. 할당은 널 (null) 데이터 레이트를 특정하는 DRC 값을 포함한다. 실제로, 널 데이터 레이트는 AT (126) 가 데이터를 수신할 수 없음을 표시한다. 예를 들어, 어떤 상황에서는, 채널의 품질은 AT (126) 가 데이터를 정확하게 수신하는 것이 불충분하다.

<43> 동작시, AT (126) 는 채널의 품질을 연속적으로 모니터링하여 AT (126) 가 다음 데이터 패킷 송신을 수신할 수 있는 데이터 레이트를 계산한다. 이후, AT (126) 는 대응 DRC 값을 발생시키고, 이 DRC 값을 AN (122) 으로 송신하여 데이터 송신을 요구한다. 통상적으로, 데이터 송신은 패킷으로 분할하여 수행한다. 데이터 패킷 송신에 필요한 시간은 적용한 데이터 레이트의 함수이다.

<44> 또한, DRC 신호는 정보를 제공하는데, 채널 스케줄러가 각각의 큐 (queue) 와 관련된 각각의 원격국에 대하여 정보를 소비 (또는 송신 데이터를 수신) 하는 순간 레이트를 결정하는데 사용된다. 일 실시형태에 따르면, 임의의 원격국으로부터 송신되는 DRC 신호는, 원격국이 다수의 유효 데이터 레이트들중 임의의 하나의 레이트로 데이터를 수신할 수 있음을 표시한다. 이러한 가변 레이트 송신 시스템은 2000년 5월 16일에 특허되고 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "Method for Assigning Optimal Packet Lengths in a Variable Rate Communication System" 인 미국특허 제 6,064,678 호에 자세히 개시되어 있고, 그 개시내용이 여기에 참조로서 통합되어 있다.

<45> HDR 송신을 지원하며 다중 유저로의 송신을 스케줄링하도록 구성된 통신 시스템의 일예가 도 7에 나타나 있다. 이하, 도 7을 자세히 설명하는데, 특히, 기지국 (820) 과 기지국 제어기 (810) 는 패킷 네트워크 인터페이스 (806) 와 인터페이스한다. 기지국 제어기 (810) 는 시스템 (800) 에서의 송신에 대한 스케줄링 알고리즘을 구현하는 채널 스케줄러 (812) 을 포함한다. 채널 스케줄러 (812) 는 (가장 최근에 DRC 신호를 수신했던 것으로 표시하는 바와 같이) 데이터를 수신하는 원격국의 관련 순간 레이트에 기초하여 임의의 특정 원격국에 데이터가 송신되는 동안의 서비스 간격의 길이를 결정한다. 서비스 간격은 시간적으로 연속적일 수 없지만 매 n 슬롯마다 한번 발생할 수 있다. 일 실시형태에 따르면, 제 1 패킷부를 제 1 시간에 제 1 슬롯 동안 송신한 이후, 제 2 패킷부를 후속시간에 4 슬롯 이후 송신할 수 있다. 또한, 패킷의 임의의 후속부를 동일한 4 슬롯이 확산해있는, 즉, 4개의 슬롯이 서로 이격되어 있는 다수의 슬롯으로 송신한다. 일 실시형태에 따르면, 데이터를 수신하는 순간 레이트 (R_i) 는 특정 데이터 큐와 관련한 서비스 간격 길이 (L_i) 를 결정한다.

<46> 또한, 채널 스케줄러 (812) 는 송신에 대하여 특정 데이터 큐를 선택한다. 이후, 송신할 데이터의 관련 양을 데이터 큐 (830) 로부터 검색하여, 데이터 큐 (830) 와 관련한 원격국으로의 송신을 위하여 채널 소자에 제공한다. 후술할 바와 같이, 채널 스케줄러 (812) 는 데이터를 제공하는 큐를 선택하는데, 이 데이터는 각각의 큐들과 관련한 가중치를 포함하는 정보를 사용하여 다음 서비스 간격에서 송신한다. 이후, 송신된 큐와 관련한 가중치를 업데이트한다.

<47> 패킷의 일부분만을 송신하는 경우에도, 유저는 패킷을 정확하게 수신하는 것이 가능할 수 있다. 이것은 채널 상태가 유저에 의해 예상된 것보다 우수한 경우에 발생한다. 그 경우, 유저는, 패킷을 이미 정확하게 수신하고 패킷의 나머지 부분을 송신할 필요가 없음을 표시하는 "ACK" 신호를 기지국에 송신할 수 있다. 이것이 발생하는 경우, 전체 데이터 패킷을 더욱 짧은 서비스 간격을 통해 유저에게 효과적으로 송신함으로써, 패킷을 송신하는 유효 데이터 레이트를 증가시킬 수 있다. 이후, 기지국은 그 패킷의 나머지 부분을 송신하도록 원래 스케줄링되었던 시간 슬롯을 재할당하여, 다른 패킷을 동일한 유저 또는 상이한 유저에게 송신한다. 통상적으로, 이러한 처리를 자동재송요구 (Automatic Repeat reQuest; ARQ) 라 한다.

<48> ARQ를 지원하는 시스템에서는, 소정 횟수의 송신을 위해 데이터 패킷을 스케줄링하는데, 각각의 송신은 상이한 정보를 포함할 수 있다. 다수의 송신은 다른 패킷과 순차적으로 간섭한다. 수신기가 충분한 정보를 수신하여 패킷을 디코딩하고 처리한 경우, 수신기는 현재 패킷에 대하여 추가 정보가 필요없다는 표시를 송신기로 송신한다. 이후, 송신기는 현재 패킷에 대하여 원래 스케줄링된 슬롯을 다른 패킷에 대하여 자유롭게 스케

줄링한다. 이러한 방법으로, 시스템 자원을 보존하고 수신기로의 송신 시간을 감축한다.

<49> 도 7에, 예시적인 가변 레이트 통신 시스템의 기본 서브시스템을 나타내는 블록도를 나타낸다. 기지국 제어기 (810) 는 패킷 네트워크 인터페이스 (806), 공중교환 전화망 (PSTN; 808), 및 통신 시스템에서의 모든 기지국 (간략화를 위하여 도 7에는 단지 하나의 기지국 (820) 만을 도시함) 과 인터페이스한다. 기지국 제어기 (810) 는 통신 시스템에서의 원격국과, 패킷 네트워크 인터페이스 (806) 및 PSTN (808) 에 접속한 또 다른 유저 간의 통신을 조정한다. PSTN (808) 은 표준 전화망 (도 7에는 도시 생략) 을 통하여 유저와 인터페이스한다.

<50> 도 7에는 간략화를 위하여 단지 하나의 선택기 소자만을 도시하였지만, 기지국 제어기 (810) 는 많은 선택기 소자 (816) 를 포함한다. 각각의 선택기 소자 (816) 는 하나 이상이 기지국 (820) 과 하나의 원격국 (도시 생략) 간의 통신을 제어하는데 할당한다. 선택기 소자 (816) 를 주어진 원격국에 할당하지 않는 경우, 호출 제어 프로세서 (818) 가 원격국의 페이징 필요성을 통보받는다. 이후, 호출 제어 프로세서 (818) 는 원격국을 페이징할 것을 기지국 (820) 에 명령한다.

<51> 데이터 소스 (802) 는 주어진 원격국에 송신할 데이터의 양을 포함한다. 데이터 소스 (802) 는 데이터를 패킷 네트워크 인터페이스 (806) 에 제공한다. 패킷 네트워크 인터페이스 (806) 는 데이터를 수신한 다음 데이터를 선택기 소자 (816) 에 라우팅한다. 이후, 선택기 소자 (816) 는 데이터를, 목표 (target) 원격국과 통신하는 각각의 기지국 (820) 에 송신한다. 예시적인 실시형태에서, 각각의 기지국 (820) 은 데이터 큐 (830) 를 유지하는데, 이 데이터 큐는 원격국에 송신할 데이터를 저장한다.

<52> 데이터를 데이터 큐 (830) 로부터 채널 소자 (826) 로 데이터 패킷으로 송신한다. 예시적인 실시형태에서, 순방향 링크상에서, "데이터 패킷"은 (1.667 msec 와 같은) 소정의 "시간 슬롯" 내에서 수신지 원격국에 송신할 데이터의 양과, 최대 1024 bits인 데이터 양을 의미한다. 각각의 데이터 패킷에 대하여, 채널 소자 (826) 는 필수 제어 필드를 삽입한다. 예시적인 실시형태에서, 채널 소자 (826) 는 데이터 패킷과 제어 필드를 인코딩하는 주기적 용장검사 (Cyclic Redundancy Check; CRC) 를 수행한 다음 코드 테일 비트의 세트를 삽입한다. 데이터 패킷, 제어 필드, CRC 패리티 비트, 및 코드 테일 비트는 포맷 패킷을 포함한다. 예시적인 실시형태에서, 이후, 채널 소자 (826) 는 포맷 패킷을 인코딩한 다음, 그 인코딩 패킷내에서 심볼을 인터리브 (또는 리오더링 (reorder)) 한다. 예시적인 실시형태에서, 인터리브 패킷을 왈쉬 코드 (Walsh code) 로 커버한 다음 짧은 PNI 및 PNQ 코드로 확산시킨다. 이 확산 데이터를 RF 유닛 (828) 에 제공하여, RF 유닛이 신호를 직교변조, 필터링, 및 증폭한다. 순방향 링크 신호는 안테나를 통해 순방향 링크로 공중 (air) 을 통하여 송신된다.

<53> 원격국에서, 순방향 링크 신호를 안테나로 수신하여 수신기로 라우팅한다. 수신기는 신호를 필터링, 증폭, 직교변조, 및 양자화한다. 이 디지털화한 신호를, 짧은 PNI 및 PNQ 코드를 역확산한 다음 왈쉬 커버로 디커버하는 복조기 (DEMOD) 에 제공한다. 이 복조한 데이터를, 기지국 (820) 에서 수행한 신호 처리 기능을 역으로 수행하는, 더욱 자세하게는, 디인터리브, 디코딩, 및 CRC 체크 기능을 수행하는 디코더에 제공한다. 이 디코딩 데이터를 데이터 싱크에 제공한다.

<54> 전술한 바와 같이, 하드웨어는 순방향 링크상에서 데이터, 메시징 (messaging), 음성, 비디오의 가변 레이트 송신 및 다른 통신을 지원한다. 데이터 큐 (830) 로부터 송신되는 데이터 레이트는 가변하여, 원격국에서 신호 강도와 잡음 환경의 변화를 수용한다. 각각의 시간 슬롯에서, 각각의 원격국이 데이터 레이트 제어 (DRC) 신호를 관련 기지국 (820) 으로 송신하는 것이 바람직하다. DRC 신호는 기지국 (820) 에 정보를 제공하는데, 이 정보는 원격국의 식별자, 및 원격국이 관련 데이터 큐로부터 데이터를 수신할 때의 레이트를 포함한다. 따라서, 원격국에서의 회로가 신호 강도를 측정하고 원격국에서의 잡음 환경을 평가하여 DRC 신호로 송신할 레이트 정보를 결정한다.

<55> 각각의 원격국에 의해 송신되는 DRC 신호는 역방향 링크 채널을 통하여 진행하여, 기지국 (820) 에서 RF 유닛 (828) 에 접속한 수신 안테나를 통하여 수신한다. 예시적인 실시형태에서, DRC 정보를 채널 소자 (826) 에서 복조하여 기지국 제어기 (810) 에 위치한 채널 스케줄러 (812) 에, 또는 기지국 (820) 에 위치한 채널 스케줄러 (832) 에 제공한다. 예시적인 제 1 실시형태에서, 채널 스케줄러 (832) 는 기지국 (820) 내에 위치한다. 또 다른 실시형태에서, 채널 스케줄러 (812) 는 기지국 제어기 (810) 내에 위치하며, 기지국 제어기 (810) 내의 모든 선택기 소자 (816) 에 접속한다.

<56> 전술한 예시적인 제 1 실시형태에서, 채널 스케줄러 (832) 는 데이터 큐 (830) 로부터 각각의 원격국에 대하여

대기하는, 큐 사이즈 (queue size) 라 하는 데이터의 양을 표시하는 정보를 수신한다. 이후, 채널 스케줄러 (832) 는 기지국 (820) 의해 서비스받는 각각의 원격국에 대하여 큐 사이즈와 DRC 정보에 기초하여 스케줄링을 수행한다. 또 다른 실시형태에서 사용하는 스케줄링 알고리즘에 대하여 큐 사이즈가 필요한 경우, 채널 스케줄러 (812) 는 선택기 소자 (816) 로부터 큐 사이즈 정보를 수신할 수도 있다.

<57> 하나 이상의 유저에게 패킷을 송신하는 동안, 송신한 패킷의 일부분을 포함하는 각각의 시간 슬롯 이후, 유저가 "ACK" 신호를 송신한다. 각각의 유저에 의해 송신되는 ACK 신호는 역방향 링크 채널을 통하여 진행하여, 이 신호를, 기지국 (820) 에서 RF 유닛 (828) 에 접속한 수신 안테나를 통하여 수신한다. 예시적인 실시형태에서, ACK 정보를 채널 소자 (826) 에서 복조한 다음, 기지국 제어기 (810) 에 위치한 채널 스케줄러 (812) 또는 기지국 (820) 에 위치한 채널 스케줄러 (832) 에 제공한다. 예시적인 제 1 실시형태에서, 채널 스케줄러 (832) 는 기지국 (820) 내에 위치한다. 또 다른 실시형태에서, 채널 스케줄러 (812) 는 기지국 제어기 (810) 내에 위치하며 기지국 제어기 (810) 내의 모든 선택기 소자 (816) 에 접속한다.

<58> 본 발명의 실시형태들은 또 다른 하드웨어 아키텍쳐에도 적용 가능한데, 이 하드웨어 아키텍쳐는 가변 레이트 송신을 지원할 수 있다. 본 발명은 역방향 링크상의 가변 레이트 송신을 커버하도록 용이하게 확장할 수 있다. 예를 들어, 원격국으로부터의 DRC 신호에 기초하여 기지국 (820) 에서 데이터를 수신할 때의 레이트를 결정하는 대신에, 기지국 (820) 이 원격국으로부터 수신한 신호의 강도를 측정한 다음 잡음 환경을 평가하여 원격국으로부터의 데이터를 수신할 때의 레이트를 결정할 수 있다. 이후, 기지국 (820) 은 원격국으로부터 역방향 링크에서 송신할 데이터의 레이트를 각각의 관련 원격국에 송신한다. 이후, 기지국 (820) 은 순방향 링크에 대하여 전술한 방법과 동일한 방법으로 역방향 링크 상에서 상이한 데이터 레이트에 기초하여 역방향 링크상의 정보를 스케줄링할 수 있다.

<59> 또한, 전술한 실시형태의 기지국 (820) 은 코드 분할 다중 액세스 (CDMA) 방식을 사용하여 기지국 (820) 과 관련된 나머지 원격국을 배제한 원격국들중 선택된 하나 또는 선택된 복수의 원격국에 송신한다. 또 다른 특정 시간에서, 기지국 (820) 은 수신한 기지국(들) (820) 에, 할당된 코드를 사용하여 원격국들중 선택된 하나 또는 선택된 복수의 원격국에 송신한다. 그러나, 또한, 본 발명은 송신 시간 분할 다중 액세스 (TDMA) 데이터 제공 방법을 채용하는 또 다른 시스템에 적용하여, 기지국 (820) 을 제외한 또 다른 기지국(들) (820) 을 선택하여 송신 자원을 최적으로 할당할 수도 있다.

<60> 채널 스케줄러 (812) 는 순방향 링크상에서 가변 레이트 송신을 스케줄링한다. 채널 스케줄러 (812) 는 원격국에 송신하는 데이터 양을 나타내는 큐 사이즈와 원격국으로부터의 메시지를 수신한다. 채널 스케줄러 (812) 는 데이터 송신을 스케줄링하여 페어니스 구속조건에 따르면서 데이터 스루풋의 시스템 목표를 달성하는 것이 바람직하다.

<61> 도 1에 나타낸 바와 같이, 원격국을 통신 시스템 전체에 분산 배치하며 순방향 링크 상에서 제로 또는 하나의 기지국과 통신할 수 있다. 예시적인 실시형태에서, 채널 스케줄러 (812) 는 전체 통신 시스템을 통해 순방향 링크 데이터 송신을 조정한다. 고속 데이터 송신에 대한 스케줄링 방법 및 장치는 1997년 2월 11일에 출원되고 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "Method and Apparatus for Forward Link Rate Scheduling"인 미국특허출원 일련번호 08/798,951로서, 2002년 1월 1일에 특허된 미국특허번호 6,335,922호에 자세히 개시되어 있다.

<62> 일 실시형태에 따르면, 채널 스케줄러 (812) 는 프로세서, 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 및 프로세서 (도시생략) 에 의해 실행될 명령을 저장하는 프로그램 메모리를 포함하는 컴퓨터 시스템내에서 구현된다. 프로세서, RAM 및 프로그램 메모리는 채널 스케줄러 (812) 의 기능으로 전용될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 프로세서, RAM 및 프로그램은 기지국 제어기 (810) 에서 부가 기능을 수행하는 공유 컴퓨팅 자원의 부분일 수 있다.
예시적인 실시형태에서, 일반화된 스케줄러를 도 7에 나타낸 시스템 (800) 에 적용하는데, 이하, 이를 설명한다. 일반화된 스케줄러의 세부사항을 설명한 후, 데이터 송신을 스케줄링하는 우선순위 함수를 구체화하는데 사용하는 BSC (810) 및 BS (820) 내에서의 모듈을 설명한다.

<63> 무선 데이터 애플리케이션에 대한 요구가 증가함에 따라, 매우 효율적인 무선 데이터 통신 시스템에 대한 요구가 상당히 증가해 왔다. IS-95 표준은 역방향 링크와 순방향 링크를 통하여 트래픽 데이터와 음성 데이터를 송신할 수 있다. IS-95 표준에 따르면, 트래픽 데이터 또는 음성 데이터는 14.4 Kbps 정도인 데이터 레이트로 20ms 폭을 가진 코드 채널 프레임으로 분할한다. IS-95 시스템에서는, 각각의 가입자국은 하나 이상의 한정된 개수의 직교 순방향 링크 채널을 할당받는다. 기지국과 가입자국간의 통신을 진행하면서, 순방향 링크 채널은 가입자국에 할당 유지된다. 데이터 서비스를 IS-95 시스템에 제공하는 경우, 순방향 링크

채널은, 순방향 링크 데이터를 가입자국에 송신하지 않는 동안에도 가입자국에 할당 유지된다.

<64> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 상당한 차이는 음성 서비스가 엄격하고 고정된 지연 요건을 부여한다는 점에 있다. 통상적으로, 스피치 (speech) 프레임의 전체적인 단방향 (one-way) 지연은 100 ms 보다 작은 것으로 특정된다. 이와 반대로, 데이터 지연은 데이터 통신 시스템의 효율성을 최적화하는데 사용하는 가변 파라미터가 될 수 있다.

<65> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 또 다른 상당한 차이는 음성 서비스가 모든 유저에 대하여 고정되고 공통의 서비스 등급 (grade of service; GOS) 을 요구한다는 점이다. 통상적으로, 음성 서비스를 제공하는 디지털 시스템에 대하여, 이것은 모든 유저에 대하여 고정되고 동일한 송신 레이트와 스피치 프레임의 에러 레이트에 대하여 최대 허용가능한 값으로 해석한다. 이와 반대로, 데이터 서비스에 대하여, GOS는 유저 마다 상이할 수 있고 데이터 통신 시스템의 전체적인 효율성을 증가시키도록 최적화된 파라미터일 수 있다. 통상적으로, 데이터 통신 시스템의 GOS는 소정양의 데이터의 전송에서 발생하는 전체적인 지연으로 정의하며, 이하, 이를 데이터 패킷이라 한다.

<66> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 또 다른 상당한 차이는 음성 서비스가 예시적인 CDMA 통신 시스템에서 소프트 핸드오프에 의해 제공받는 신뢰성있는 통신 링크를 요청한다는 점이다. 소프트 핸드오프는 2개 이상의 기지국으로부터의 중복 송신을 발생시켜 신뢰성을 향상시킨다. 그러나, 에러로 수신한 데이터 패킷을 재송신받을 수 있기 때문에, 데이터 송신에 대하여 이러한 부가적인 신뢰성이 필요하지 않다. 데이터 서비스에 대하여, 소프트 핸드오프를 지원하는데 사용하는 송신전력은 부가 데이터를 송신하는데 보다 효과적으로 사용할 수 있다.

<67> 데이터 패킷을 송신하는데 필요한 송신 지연과 평균 스루풋 레이트은 데이터 통신 시스템의 품질과 유효성을 정의하는데 사용되는 2개의 특성이다. 송신 지연은 음성 통신에 대하여 가해지는 충격과 동일한 충격으로 데이터 통신에 발생하지 않지만, 데이터 통신 시스템의 품질을 측정하는데 중요한 메트릭이다. 평균 스루풋 레이트는 통신 시스템의 데이터 송신 능력의 효율성의 측정량이다. 당해 기술에서, 무선 채널을 통하여 제공되는 서비스 유형에 적합한 GOS를 동시에 제공하면서, 향상된 데이터 스루풋을 제공하는 통신 시스템이 필요하다.

<68> 일반화된 스케줄러의 필요성은 무선 시스템에서의 데이터 송신의 목표와 필요성에 기초한다. 데이터 송신에 대하여, 스루풋은 개별 비트 (bits) 또는 바이트 (bytes) 에 의하기 보다는 데이터 패킷의 송신에서 발생하는 지연에 의하여 정의한다. 대부분의 경우, 별도의 유닛인 인터넷 프로토콜 (IP), 데이터그램이 패킷의 일부분만을 수신하는 바와 같이, 데이터 패킷은 전체 패킷을 디코딩하고 사용하도록 유저에 대한 충분한 정보를 포함하지 않으며, 즉, 패킷은 최종 유저와는 무관하다. 최종 유저는 데이터 패킷을 수신하고 데이터 패킷상에서의 주기적 용장 검사 (CRC) 를 수행한 다음 데이터를 처리한다. 따라서, 유저는 패킷의 최종 비트의 도착 시간에 가장 관심을 가지며, 데이터 패킷에서의 개별 비트의 지연에는 관심이 없다. 이에 의해, 데이터 패킷보다 작은 시간 스케일에 걸쳐 상이한 유저에 대한 레이트 할당에 상당한 융통성을 제공한다. 또한, 송신 제어 프로토콜 (TCP) 유형 접속에서, TCP 재송신을 불필요하게 발생시킬 정도로 예측 불가능한 변화량이 아닌 한 패킷 지연의 여러 변화량을 허용할 수 있다.

<69> 무선 채널의 또 다른 특징은 채널 자체의 가변성에 있다. HDR형 시스템에서, 이러한 가변성은 시간 주기를 통해 요구된 레이트의 변화량을 발생시킨다. 채널을 최대로 사용하기 위해, 유저에게 높은 레이트를 제공하도록, 즉, 유저가 요구하는 최고 데이터 레이트를 제공하도록 스케줄러를 설계한다. 이는, 유저들의 요구된 레이트가 낮을 경우의 시간주기 동안 최종 유저가 가끔 제공받지 않을 수 있음을 의미한다. 전체적인 스루풋은, 스케줄러가 긴 시간주기 동안 낮은 레이트를 유저에게 제공하지 않는 경우에 최대로 된다. 그러나, 이상적으로, 스케줄러는 상술한 바와 같이 패킷 지연과 지연 변화가 비교적 일관되기를 원하는 요망에 대하여 이것을 균형잡히게 한다.

<70> 또 다른 양태는 시스템에서 다수의 유저에 대한 페어니스를 고려한다. 페어 스케줄링 방법을 달성하기 위하여, 이상적으로, 스케줄러는 상이한 유저들간에 전체적인 스루풋을 분배한다. 페어니스 (또는, 허용가능한 언페어니스 (unfairness)) 의 상이한 베이스는 상이한 시스템에 의해 사용되어 개별적인 시스템의 필요성과 요구에 영향을 준다. 페어니스의 개념은 많은 스케줄링 알고리즘에서의 중요한 개념이다. 페어니스는 상이한 유저를 지원하는 상이한 양의 융통성을 제공하기 때문에, 섹터의 전체적인 스루풋에 대한 손상을 갖는다.

<71> 일 실시형태에 따르면, 다수의 클래스의 유저에 대한 애플리케이션을 갖는 통신 시스템에서 송신을 스케줄링하는 방법 및 장치는 일반화된 스케줄러를 구체화한다. 일반화된 스케줄러는 여러 상이한 스케줄링 우선순위를 수반한다. 각각의 특정 송신 요구조건을 갖는 상이한 클래스의 유저는 일반화된 스케줄러에 의해 서비스 받으며, 모든 유저에 대해 높은 스루풋을 유지한다.

<72> 예시적인 실시형태에서, 일반화된 스케줄러의 동작은 채널 상태 메트릭과 페어니스 기준의 우선순위 함수를 구체화하는데, 이 우선순위 함수는 다음과 같이 정의한다.

<73> $$f(A_i(t),U_i(t)) \qquad (1)$$

<74> 여기서, $A_i(t)$ 는 채널 상태 메트릭이라 하며, $U_i(t)$ 는 유저 페어니스 메트릭이라 한다. 함수 $A_i(t)$ 는 현재의 채널 상태에 기초하여 시간 t에서 유저 (i) 를 서비스하는 선호도 (desirability) 를 특정한다. 함수 $U_i(t)$ 는 수신 서비스의 과거 이력에 기초하여 시간 t 에서 유저 (i) 를 서비스하는 선호도를 특정한다. 우선순위함수 f( ) 는 2개의 선호도 메트릭 $A_i(t)$과 $U_i(t)$ 를 조합하여 각각의 유저에 대하여 우선순위 레벨을 결정한다.

<75> 도 9a를 참조하면, 예시적인 실시형태에서, 다수의 유저 각각은 동일한 기지국으로부터의 송신을 수신하는 선호 기준을 갖는다. 이하, 기준을 측정하는데 사용하는 스케일을 전송 우선순위 파라미터 (DPP) 라 하며, 이 DPP는 각각의 유저의 원하는 우선순위를 반영한다. 예를 들어, 제 1 유저는 특정시간 할당에 대한 송신을 수신할 것을 원할 수 있는 반면, 제 2 유저는 특정 스루풋의 송신을 수신할 것을 원할 수 있다. 또한, 제 3 유저는 특정 지연을 갖는 송신을 수신할 것을 원할 수 있다. 제 1 유저의 DPP는 시간 스케일을 반영하며, 제 2 유저의 DPP는 초당 비트 (bps) 스케일을 반영하는 한편, 제 3 유저의 DPP는 시간 지연 스케일을 반영한다. 각각의 유저의 DPP는 송신을 수신하는 선호 기준의 특정값을 식별한다.

<76> 다수의 유저의 DPP는 공통 스케일로 매핑된다. 공통 스케일은 단위가 없지만 DPP내의 범위의 비례 대표값이다. 도 9a에 나타낸 바와 같이, 각각의 DPP는 상이한 범위값을 가질 수 있으며, 각각의 상이한 DPP 범위는 공통 스케일로 매핑된다. DPP 범위내에서의 특정 유저의 실제값의 매핑을 매핑 우선순위 파라미터 (MPP) 라 한다.

<77> 도 9b는 MPP 매핑 시나리오에 대한 제 1 DPP를 나타내며, 3개의 상이한 DPP 유형을 A, B 및 C로 표기한다. 수평축은 3개의 축 각각에 대한 DPP 범위를 나타낸다. 수직축은 MPP 범위값을 나타낸다. 이해의 명확화를 위하여, 도 9b에서, DPP 유형 A는 초당 비트로 측정한 스루풋 파라미터를 나타내며, DPP 유형 B는 모든 유저에 대하여 할당되는 총 시간의 비율값에 대하여 한 유저에게 할당된 시간의 단위없는 비율로서 측정되는 시간 비율 파라미터를 나타내며 DPP 유형 C는 단위 없는 비율로서 측정되는 시간 지연을 나타낸다. 또 다른 실시형태는 주어진 시스템에 특정되는 어떠한 유형의 DPP를 실시할 수 있으며, 또한, 다른 실시형태는 상기 예에서 전술한 비율값 외의 실제 시간 유닛을 포함할 수 있다. 주어진 DPP에 대한 범위값은 소정의 범위를 통해 제공된다. 예를 들어, DPP 유형 A에 대한 범위값은 0 bps 부터 시스템에 의해 지원되는 최대값까지이다. 이와 유사하게, DPP 유형 B에 대한 범위값은 유저가 송신을 수신하지 않는 0부터 유저가 모든 송신시간을 수신하는 소정의 최대값까지이다. DPP 유형 C에 대한 범위 값은 지연이 없는 상태로부터 최대 지연값까지이다.

<78> 유형 A는 증가 함수로, 여기서 MPP=1은 최대값에 대응하며 MPP=0은 최소값에 대응한다. 또한, 유형 B도 증가 함수로, 여기서, MPP=1은 최대값에 대응하며, MPP=0은 최소값에 대응한다. 유형 C는 감소 함수로, MPP=1은 지연이 없는 상태이며, MPP=0은 최대 지연에 대응한다. MPP 범위는 DPPs의 최소값 내지 최대값을 반영한다. 즉, MPP 범위는 DPP 범위를 사용한다. 또 다른 매핑 방법을 실시하여, 여러 DPPs에 대하여 공통 기준 평가를 제공할 수도 있다. 도 9b를 참조하여 설명을 계속하면, 1 내지 0인 MPP 범위 내에서 동작점을 선택한다. 동작점은 DPP 범위에 반영된 바와 같이, 각각의 유저를 만족시키는 사용 가능한 자원을 반영한다. 동작점은 제공된 범위내에서 각각의 DPP의 정확한 값을 정의한다. 예를 들어, 동작점은 유형 A에 대하여 d3의 값, 유형 B에 대하여 d2의 값, 및 유형 C에 대하여 d1 의 값을 정의한다. 이들은 DPPs를 갖는 개별 유저에 대한 동작점이다. 값 (d1, d2, d3) 은 대응 DPP의 유닛의 면에서 해석되는 각각의 범위내의 특정값이다. 값 d1은 bps 단위로 해석되며 값 d2는 시간 비례값으로 해석되며 값 d3은 지연 비례값으로 해석된다.

<79> 도 9c는 상이한 동작점을 선택하는, 동일한 DPP을 MPP으로 매핑하는 것을 나타낸다. 유형 B 와 유형 C DPPs

는 공통값 d4를 생성하며 유형 A는 별도의 값 d5를 생성한다. 도 9d는 다른 DPP을 MPP으로 매핑하는 것을 나타낸다. 그러나, 매핑한 함수는 감소함수이지만, 이 함수는 선형이 아니다. 동작점은 DPP 값 d6을 정의한다.

<80> 도 10은 일 실시형태에 따른 일반화된 스케줄러 방법 (1200) 의 플로우도를 나타낸다. 단계 1202에서, 일반화된 스케줄러는 N개의 유저 각각으로부터 DPP 유형 정보를 수신한다. DPP 유형 정보는 일반화된 스케줄러에, N개의 유저들간의 동작점을 결정하는 정보를 제공한다. 결정 마름모 (단계 1204) 에서, 일반화된 스케줄러는, DPP의 모든 값이 모든 유저 쌍에 대하여 동일한지, 즉, 유닛을 고려할 필요없이 절대값을 갖는지를 판정한다. 모든 DPP 쌍이 동일한 값을 갖는 경우, 단계 1212으로의 처리를 진행하여, 전술한 수학식 (1) 에 의해 정의되는 일반화된 스케줄러를 적용한다. DPP 값이 모두 동일한 값을 갖지 않는 경우, 단계 1206으로의 처리를 진행하여, 도 9a 내지 도9d에 나타낸 바와 같이, 각각의 DPP 범위를 대응하는 MPP 범위와 매핑시킨다. 단계 1208에서, 일반화된 스케줄러는 각각의 유저에 대하여 사용 가능한 자원에 의해 지원되는 동작점을 결정한다. 단계 1210에서, 처리는 연속 동작에 대하여 정확한 DPP 값을 결정하는 유저 각각에 동작점을 적용한다. 이후, 처리는 단계 1212로 진행하여, 전술한 수학식 (1) 에 의해 정의되는 일반화된 스케줄링 알고리즘을 적용한다. 이러한 방법으로, 일반화된 스케줄러는 별도의 DPPs와 관계없이 공통 MPP 동작점을 각각의 유저에 적용한다. MPP 동작점을 선택한 경우, 일반화된 스케줄러가 각각의 DPP 범위내에서의 정확한 DPP를 외삽법으로 다시 추정한다. 따라서, 유저는 상이한 우선순위 파라미터를 각각 요구할 수 있으며, 일반화된 스케줄러는 스케줄링에 공통 스케일을 적용한다.

<81> 예시적인 실시형태에 따르면, 일반화된 스케줄러는 유저의 주어진 클래스와 유형 내에서 유저에게 최고의 우선순위 함수 $f(A_i(t),U_i(t))$ 를 제공한다. 예시적인 실시형태에서, 우선순위 함수 $f(A_i(t),U_i(t))$에 의해 제공되는 값이 증가함에 따라, 채널 상태 함수 $A_i(t)$ 는 증가하고, 우선순위 함수 $f(A_i(t),U_i(t))$에 의해 제공되는 값이 감소함에 따라 페어니스 함수 $U_i(t)$ 는 증가한다. 따라서, 함수 $A_i(t)$ 와 $U_i(t)$ 가 결정된다. 또한, 우선순위 함수 f( ) 는 채널 상태 메트릭과 유저 페어니스 메트릭을 측정하는 1 회 이상의 시간 주기의 함수이다. 또 다른 실시형태에서, 우선순위 함수 f( ) 는 유저 함수에 대하여 시간 의존 함수이다. 그러나, 간략화를 위하여, 모든 유저에 대하여 공통이 되는 합성 (combiner) 함수로서 실시하고 유저 페어니스 메트릭을 변경하여 유저 요구를 반영하는 것이 가장 좋다. 또한, 설명의 명확성을 위하여, 우선순위 함수를 분할 동작으로 고려한다.

<82> 채널 상태 메트릭은 채널 상태에서의 변화에 이점이 있다. 전술한 바와 같이, 이 메트릭은 DRC, DRC/DRC 평균, DRC-DRC평균, 또는 상수값으로서 정의할 수 있다. 다수의 유저 다이버시티로부터의 이득을 최대로 하기 위해, 선택한 채널 품질 메트릭은, 채널 상태가 그 유저에 대한 평균 상태에 비해 우수한 경우, 더 높은 값을 가져야 한다. 설명의 명확성을 위하여, 예시적인 실시형태는 채널 상태 메트릭으로서 DRC/DRC 평균을 고려한다. 이중 가장 중요한 점은 DRC 평균의 정의이다. 이 평균화는 채널 상태 시간 상수 (Tc) 이상 수행해야 한다. 이 방법으로, 채널 상태 메트릭은 Tc보다 작은 시간 스케일에 걸쳐 DRC로 변화할 것으로 예상된다. Tc보다 큰 시간 이상 발생하는 DRC 값에서의 변화는 장기간인 것으로 고려되며, 채널 상태 메트릭의 분자와 분모에 동일하게 영향을 줌에 따라 서로 상쇄된다. Tc의 값을 채널 다이나믹 (dynamics) 을 조사하여 선택한다. 채널 다이나믹이, DRC 값이 시간 길이 스케일 (T1) 을 통해 상당히 변화하는 식으로 되는 경우, 시간 상수 (Tc) 는 T1 보다 커야 한다. 채널 상태 메트릭은 유저 요구에 의해 허용되는 최대 시간 상수를 사용해야 한다.

<83> 예시적인 실시형태에 따르면, 페어니스 메트릭은 유저의 클래스에 대하여 효과적으로 일정하게 유지된다. 선택된 채널 상태 메트릭이 주어지고 채널 상태 메트릭이 대략 1로 진동하는 경향이 있는 경우, 스케줄러는 낮은 유저 페어니스 메트릭 값을 갖는 유저에게 제공하기 쉽고 높은 유저 페어니스 메트릭 값을 갖는 유저에게는 제공되지 않기 쉽다. 이러한 방법으로, 일반화된 스케줄러는 다수의 유저 다이버시티의 이점을 가지면서 유저 페어니스 메트릭 상수를 유지하는 알고리즘과 유사하다. 각각의 유저의 가장 원하는 상태가 유저 페어니스 메트릭의 동일한 수치값을 생성하도록 하는 방식으로 유저 페어니스 메트릭을 결정함으로써, 시스템이 유저에게 많은 상이한 유형의 요구를 제공할 수 있다. 또한, 바람직한 동작점 주위의 경사는 상이한 유저 사이에 초과 용량 또는 용량 부족이 어떻게 분배되는지를 결정한다. 상이한 유저에 대한 스케줄링의 중요한 것은 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취하면서 일정한 값으로 유저 페어니스 메트릭을 유지하는 것이다.

<84> 서비스에 따라 유저를 분류하는 시스템에서, 유저의 상이한 클래스는 라운드 로빈 방식에서와 같은, 우선순위

또는 다른 구조에 따라 서비스된다. 먼저 단일 클래스 또는 유저의 형태를 고려한다. 예시적인 실시형태는 가장 높은 $f(A_i(t),U_i(t))$ 를 사용하지만, 또 다른 실시형태는 가장 낮은 값 및/또는 또 다른 형태의 함수를 사용할 수도 있다. $f()$, $A_i(t)$ 및 $U_i(t)$의 적절한 정의를 결정하는 것은 스케줄링의 효율성을 결정한다.

<85> 본 발명은 다양한 스케줄링 알고리즘 및 우선순위화에 응용 가능하고, 여기에 개시한 것에 제한되지 않는다. 명확함을 위해, 여러 스케줄링 알고리즘이 일반화된 스케줄러 및 여러 수단의 예로써 제공된다.

<86> 본 발명의 실시형태는 복수의 가입자 사이의 자원을 단일 통신 노드에 의해 서비스되는 통신 네트워크에 할당하는 시스템 및 장치에 관한 것이다. 개별 이산 송신 간격, 또는 "서비스 간격"에서, 개별 가입자는 모든 다른 가입자를 제외하고 통신 노드의 유한 자원을 활용한다. 개별 가입자는 개별 가입자와 관련된 가중치 또는 스코어에 기초하여 유한 자원을 활용하도록 선택된다. 개별 가입자와 관련된 가중치의 변화는, 바람직하게는 개별 가입자가 유한 자원을 소모할 수 있는 순간 레이트에 기초한다.

<87> 일 실시형태에서, AT (126) 는 DRC 커버가 갖는 DRC 값을 커버한다. DRC 커버는 데이터가 송신될 섹터를 식별하기 위해 적용된 코딩이다. 일 실시형태에서, DRC 커버는 DRC 값에 적용된 왈쉬 코드이고, 여기서, 유일한 코드는 AT (126) 의 능동 세트 (Active Set) 의 각 섹터에 대응한다. 능동 세트 (AS) 는 AT (126) 가 정보를 현재 송신 및 수신하는 이들 섹터로 이루어진다. DRC 값 및 DRC 커버는, DRC 값이 데이터 레이트를 특정하고 DRC 커버가 송신 섹터를 식별할 때, 완전한 데이터 요구를 제공한다. 또 다른 실시형태가 송신 섹터를 식별하는 또 다른 커버 및 방법을 사용할 수도 있다. 다른 실시형태가 DRC 값에서 섹터 식별을 포함할 수도 있다.

<88> 일반화된 스케줄러 구조를 사용하여 구현될 수 있는 스케줄러의 일 예는 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취함으로써 시스템 스루풋을 개선시키는 동일 시간 스케줄러이다. 이러한 스케줄러에 대한 채널 상태 메트릭은 전술한 DRC/DRCave이다. 더욱 구체적으로, 어떤 시간 (t) 에, 스케줄러는 각 유저 (i) 에 대한 채널 상태 메트릭 Ai(t)을 계산한다. Ai(t) = DRCi(t)/DRCavei(t)이고, 여기서, DRCi(t)는 시간 (t) 에서 채널 상태를 표시하는, 유저 (i) 로부터 수신된 DRC 신호이고, DRCavei(t)는 아래의 수학식으로 제공된다.

<89> $$DRCavei(t) = DRCavei(t-1)(1-1/ta) + DRCi(t-1)(1/ta) \quad (2)$$

<90> 여기서, ta는 평균화를 위한 시간 상수이다.

<91> 유저 요구 메트릭 Ui(t)은 fraci(t) 로서 제공되고, 여기서, fraci(t)는 아래의 수학식을 사용하여 정의된다.

<92> $$fraci(t) = fraci(t-1)(1-1/tu) + Servedi(t-1)(1/tu) \quad (3)$$

<93> Servedi(t-1)는 유저 (i) 가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되는 경우에는 1이고, 유저가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되지 않는 경우에는 0이다. fraci(t)는 유저를 서비스하면서 소비된 시간의 평균비이고, 여기서, 평균화가 수학식 (2) 에 기초하여 행해진다.

<94> 다음으로, 스케줄러는 각 시간 슬롯 (t) 에서 각 유저에 대한 Ai(t)/Ui(t)를 계산하고, 전송할 데이터를 갖는 이들 유저 사이에서 가장 높은 Ai(t)/Ui(t)를 갖는 유저를 서비스한다.

<95> 일반화된 스케줄러 구조를 사용하여 구현될 수 있는 스케줄러의 또 다른 예는 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취함으로써 시스템 스루풋을 개선시키지만, 2개의 상이한 품질의 서비스를 2개의 상이한 클래스의 유저에게 제공하는 동일 시간 스케줄러이다. 유저의 일 클래스, 즉, 클래스 A는 패킷 지연에 민감하고, 따라서, 스케줄러는 클래스 A에 또 다른 클래스, 즉, 클래스 B 보다 작은 지터 (jitter) 를 서비한다. 이 스케줄러에 대한 채널 상태 메트릭은 전술한 DRC/DRCave이다. 구체적으로는, 어떤 시간 (t) 에, 스케줄러는 각 유저 (i) 에 대한 채널 상태 메트릭 Ai(t)을 다음과 같이 계산한다.

<96> $$Ai(t) = DRCi(t)/DRCavei(t) \quad (4)$$

<97> 여기서, DRCi(t)는 시간 (t) 에서 채널 상태를 표시하는, 유저 (i) 로부터 수신된 DRC 신호이고, DRCavei(t-1)(1-1/ta)는 아래의 수학식으로 제공된다.

<98> $$DRCavei(t) = DRCavei(t-1)(1-1/ta) + DRC(t-1)(1/ta) \quad (5)$$

<99> 여기서, ta는 평균화를 위한 시간 상수이다.

<100> 클래스 A의 유저에 대한 유저 요구 메트릭 Ui(t)은 fracia(t) 이다. 여기서, fracia(t)는 아래의 수학식을 사용하여 정의된다.

<101> $$fracia(t) = fracia(t-1)(1-1/tua) + Servedia(t-1)(1/tua) \quad (6)$$

<102> 여기서, Servedia(t-1)은 클래스 A의 유저 (i) 가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되는 경우에 1이고, 유저가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되지 않는 경우에는 0이다. fracia(t)는 유저 (i) 를 서비스하면서 소비된 시간의 평균비이고, 여기서, 평균화가 수학식 (5) 에 기초하여 행해진다.

<103> 클래스 B의 유저에 대한 유저 요구 메트릭 Ui(t)은 fracib(t)이다. 여기서, fracib(t)는 아래의 수학식을 사용하여 정의된다.

<104> $$fracib(t) = fracib(t-1)(1-1/tub) + Servedib(t-1)(1/tub) \quad (7)$$

<105> 여기서, Servedib(t-1)은 클래스 B의 유저 (i) 가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되는 경우에 1이고, 유저가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되지 않는 경우에는 0이다. fracib(t)는 유저 (i) 를 서비스하면서 소비된 시간의 평균비이고, 여기서, 평균화가 수학식 (5) 에 기초하여 행해진다. 스케줄러는 각 시간 슬롯 (t) 에서 각 유저에 대한 Ai(t)/Ui(t)를 계산하고, 전송할 데이터를 갖는 이들 유저 사이에서 가장 높은 Ai(t)/Ui(t)를 갖는 유저를 서비스한다.

<106> 이 경우에, tua < tub이고, 이것은 클래스 A의 유저의 Ui(t)가 클래스 B의 유저의 Ui(t) 보다 더 빠르게 저하한다는 것을 나타낸다. 그 결과, 클래스 A의 유저는 클래스 B의 유저 보다 더 빈번하게 서비스받지만, 클래스 A의 유저가 서비스받는 각 시간은 더 소량의 시간이다. 전반적으로, 스케줄러는 각 유저를 서비스하는 동일한 양의 시간을 소비한다.

<107> 일반화된 스케줄러 구조를 사용하여 구현될 수 있는 스케줄러의 또 다른 예는 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취함으로써 시스템 스루풋을 개선시키는 프로포셔널 페어 스케줄러이다. 구체적으로는, 어떤 시간 (t) 에서, 스케줄러는 각 유저 (i) 에 대한 채널 상태 메트릭 Ai(t)을 다음과 같이 계산한다.

<108> $$Ai(t) = DRCi(t)/DRCavei(t) \quad (8)$$

<109> 여기서, DRCi(t)는 시간 (t) 에서 채널 상태를 표시하는, 유저 (i) 로부터 수신된 DRC 신호이고, DRCavei(t)는 아래의 수학식에 의해 제공된다.

<110> $$DRCavei(t) = DRCavei(t-1)(1-1/ta) + DRCi(t-1)(1/ta) \quad (9)$$

<111> 여기서, ta는 평균화를 위한 시간 상수이다. 유저 요구 메트릭 (Ui(t)) 은 ServedRateavei(t)/DRCavei(t) 로서 제공되고, 여기서, ServedRateavei(t)는 아래의 수학식을 사용하여 정의된다.

<112> $$ServedRateavei(t) = ServedRateavei(t-1)(1-1/ta) + Served_Rate(t-1)(1/ta) \quad (10)$$

<113> 여기서, Served_Ratei(t-1)은 유저 (i) 가 슬롯 (t-1) 동안 서비스받는 레이트이고, 유저가 슬롯 (t-1) 동안 서비스되지 않는 경우에는 0이다. Served_Ratei(t)는 유저를 서비스하기 위해 사용된 평균 데이터 레이트이고, 여기서, 평균화가 수학식 (9) 에 기초하여 행해진다.

<114> 스케줄러는 각 시간 슬롯 (t) 에서 각 유저에 대한 Ai(t)/Ui(t)를 계산하고, 전송할 펜딩 데이터를 갖는 유저 사이에서, 가장 높은 Ai(t)/Ui(t)를 갖는 유저를 서비스한다.

<115> 일반화된 스케줄러 방법을 사용하여 구현될 수 있는 스케줄러의 또 다른 예는 서비스 등급 스케줄러이다. 서비스 등급 스케줄러의 원리는 소정의 값 (G) 내에서 어느 2개의 유저 사이의 비트 레이트 비율을 유지하는 것이다. 서비스 등급 스케줄러는 소정의 시간 간격 이상의 비트 레이트 비율 요구를 유지한다. 이 스케줄러는 단시간 간격 이상으로 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취함으로써 시스템 스루풋을 개선시킨다. 이 스케줄러에 대한 채널 상태 메트릭은 전술한 DRC/DRCave이다. 구체적으로는, 어떤 시간 (t) 에서, 스케줄러

는 각 유저 (i) 에 대한 채널 상태 메트릭 (Ai(t)) 을 계산한다. Ai(t) = DRCi(t)/DRCavei(t)이고, 여기서, DRCi(t)는 시간 (t) 에서 채널 상태를 나타내는, 유저 (i) 로부터 수신된 DRC 신호이고, DRCavei(t)는 아래의 수학식으로 제공된다.

<116> $$DRCavei(t) = DRCavei(t-1)(1-1/ta) + DRCi(t-1)(1/ta) \quad (11)$$

<117> 여기서, ta는 평균화를 위한 시간 상수이다.

<118> 유저 요구 메트릭 (Ui(t)) 은 아래의 방식으로 계산된다. 각 시간 슬롯에서, 전체 시스템 스루풋의 측정, 즉, 기지국에 의해 서비스된 모든 유저의 스루풋 합은 저장되고, Rtotal로 칭한다. Rtotal을 추적하는 일 방법은 각 시간 슬롯 (t) 에서 아래의 계산을 하는 것이다.

<119> $$Rtotal(t) = Rtotal(t-1)(1-1/ttotal) + SystemServedRate(t-1)(1/ttotal) \quad (12)$$

<120> 여기서, SystemServedRate(t-1)은 시스템이 시간 (t-1) 에서 시스템의 어느 유저를 서비스하는 레이트이고, 유저가 시간 (t-1) 에서 서비스받지 않는 경우에 0이고, 여기서, ttotal은 적절하게 선택된 시간 상수이다.

<121> 또한, 가중치 (W) 가 각 유저에 대해 유지된다. 길이 B 바이트를 갖는 데이터의 패킷이 유저에게 전송되고, 유저의 데이터 레이트가 패킷이 전송되는 시간에서의 Rtotal 보다 작을 때, 가중치 (W) 는 B*G 만큼 증가된다.

가중치 (W) 는, B 바이트 패킷이 유저에게 전송되고 유저의 데이터 레이트가 패킷이 전송된 시간에서의 Rtotal 이상인 이후에 B 만큼 증가된다. 가중치 (W) 가 시간에 따라 변화하기 때문에, W(t)로 표현된다.

또한, 각 유저가 상이한 가중치를 갖기 때문에, 가중치가 속하는 유저를 식별하기 위해 첨자를 사용한다. 따라서, 시간 (t) 에서의 유저 (j) 의 가중치는 Wj(t)로 표시한다.

<122> 또한, 칼라 (collar) 라 불리는 파라미터가 있다. 칼라는 스케줄러 파라미터로서 특정된 수이고 시간에 따라 변화하지 않는다. Wmin(t)가 시간 (t) 에서 모든 유저 사이의 최소 가중치라는 것을 가정한다. 유저 요구 메트릭 Ui(t)는 Wmin(t)와 Wmin(t)+Collar 사이의 가중치를 갖는 모든 유저에 대해 1로 정의된다. 어떤 경우에, Ui(t)는 모든 다른 유저에 대해 큰 상수, 즉 1000으로 정의된다.

<123> 다음으로, 스케줄러는 시간 슬롯 (t) 에서 각 유저에 대한 Ai(t)/Ui(t)를 계산하고, 전송할 펜딩 데이터를 갖는 이들 유저 사이에서, 가장 높은 Ai(t)/Ui(t)를 갖는 유저를 서비스한다.

<124> 전술한 바와 같이, 다양한 스케줄링 알고리즘이 HDR 시스템과 같은 데이터 송신을 지원하는 시스템에서 송신을 스케줄하기 위해 사용될 수도 있다. 일 방법은 서비스 등급 (GOS), 스케줄링 알고리즘이라 칭한다. 도 2는 도 1의 시스템 (100) 에 응용 가능한 GOS 스케줄러를 도시하고, 여기서, 각 능동 유저 또는 이동국 (MS) 은 데이터 요구를 기지국 (BS) 으로 전송한다. GOS 스케줄러는 어느 2개의 유저 사이의 레이트 비율을 유지하는 데이터 송신을 위해 유저를 선택하는 방법을 제공하고, 따라서, 대응하는 페어니스 기준을 충족시킨다. 다시 말해서, GOS 스케줄러에 대한 페어니스 기준은, 각 유저의 스루풋이 다른 유저 각각에 비례하는 것을 보장한다.

<125> 스케줄러 방법 (200) 이 BS에서 수행되고, 능동 유저의 세트를 고려하고, 여기서, 유저는, 유저와 BS 사이의 통신을 위한 펜딩 데이터가 있을 때 능동 세트의 멤버이다. 능동 유저의 전체 수는 N으로 주어지고, 인덱스 (i) 는 능동 세트의 개별 멤버를 식별한다. 데이터 송신을 위해, 능동 세트에서의 N개 유저 각각은 유저가 소망하는 데이터 레이트로 데이터를 BS에 송신하라고 명령한다. 데이터 레이트 정보는 데이터 레이트 요구 메시지로서 제공된다. 일 실시형태에서, 데이터 레이트 요구는 데이터 레이트 제어 (DRC) 메시지이다. 데이터 레이트 요구 메시지는 순방향 링크 (FL) 품질을 나타낸다.

<126> 도 2에 연속하여, 단계 202에서, N개의 유저 각각은 DRC 값을 송신한다. 단계 204에서, BS는 송신된 비트의 수에 기초하여 N개의 유저 각각의 스루풋을 결정한다. BS는 N개의 유저 각각에게 송신하고, 따라서, 소정의 기간 동안 각 유저에 전송된 송신 비트 수의 정보를 갖는다. 유저 (i) 의 스루풋은 Ti로 제공된다. 제 2 인덱스 (j) 는 유저 (i) 에 비교하여 유저를 식별하기 위해 사용된다. 결정 마름모 (206) 에서, BS는 능동 세트에서의 모든 유저에 대하여 유저 (j) 에 대한 유저 (i) 의 스루풋의 비율을 결정한다. 다음으로, 비율은 페어니스 기준 비례값 (G) 에 비교된다.

<127> $$\frac{T_i}{T_j} \leq G \text{ (모든 } i \text{ 및 } j \text{에 대해)} \quad (13)$$

<128> 수학식 13에 제공된 바와 같이, 스루풋은 G가 증가할 때 증가한다. 증가된 스루풋은, 더 높은 G값이 상이한 유저의 스루풋에서의 더 큰 차이를 허용할 때, 페어니스를 이용한다. 이러한 의미에서의 페어니스는 소정의 유저에게 송신된 비트의 실제 수를 칭한다. 수학식 (13) 의 비율이 유저 (i 및 j) 의 어떤 결합을 위한 수학식을 충족시키지 못하는 경우에, 단계 210에서, BS는 수학식 (13) 의 관계식을 달성하거나 거의 달성하기 위한 스케줄을 결정한다. 이 경우에, BS는 일반적으로, 낮은 스루풋 값을 갖는 유저로의 송신을 증가시킨다. 이러한 방식에서, 가장 낮은 스루풋을 갖는 유저(들) 대 가장 높은 스루풋을 갖는 유저(들) 의 비율이 감소된다. 수학식 (13) 이 결정 마름모 (206) 에서 충족되는 경우에, BS는 단계 208에서, G 이하의 스루풋 비율을 유지하기 위한 스케줄을 결정한다. 스케줄이 단계 212로 적용되고, 처리는 단계 202로 복귀하여 데이터 레이트 요구 메시지, 예를 들어, DRC의 다음 세트를 수신한다.

<129> 시스템 (100) 에 응용 가능한 또 다른 스케줄링 알고리즘이 도 3에 도시되어 있다. 스케줄링 방법 (250) 은 단계 252에서 각 유저에 대한 가중치를 초기화한다. 가중치는 우선순위 표시기이고, 여기서, 더 큰 가중치가 유저의 송신의 중요성을 나타낸다. 또 다른 실시형태가 가중치에 대한 상이한 중대성을 제공할 수도 있다. 가중치는 유저에 의해 선택된 서비스 계획을 포함하는 다양한 요인에 의해 결정될 수도 있지만, 거기에 제한되지는 않는다. 단계 254에서, BS는 최소 가중치를 가진 유저를 선택한다. 단계 256에서, BS는 레이트 임계값 (Rth) 를 계산하고 결정 마름모 (258) 에서 선택된 유저의 레이트에 Rth를 비교한다. BS는 데이터를 갖는 유저와 관련된 모든 순간 레이트의 평균으로서 레이트 임계값을 계산한다. 데이터를 포함하지 않는 유저와 관련된 순간 레이트는 바람직하게는 이 계산에서 제거된다. BS는 레이트 임계값 (Rth) 을 선택된 유저의 레이트에 비교하고, 유저 레이트가 임계값 (Rth) 을 초과하는 경우에, 단계 (260) 에서, BS는, 비트, 바이트 또는 메가 바이트와 같은 단위로 연속 서비스 간격 동안 송신될 데이터의 품질을 나타내는 수인 더 낮은 값 만큼 유저와 관련된 가중치를 증가시킨다. 유저 레이트가 임계값 (Rth) 을 초과하지 않는 경우에, 단계 (262) 에서 넘버 비트, 바이트 또는 메가 바이트 품질과 같은 연속 서비스 간격 동안 송신될 데이터 품질의 배수 "K"인 더 높은 값만큼 유저의 가중치를 증가시킨다.

<130> 바람직하게는, K의 선택은, 더 높은 레이트로 데이터를 수신할 용량을 갖는 원격국 또는 유저에 대한 서비스 간격의 할당을 선호하는 페어니스 기준에 기초한다. 시스템 설계자는 더 높은 레이트로 데이터를 수신하는 원격국이 더 느린 수신 원격국 이상으로 선호되는 범위에 기초하여 K의 크기를 선택한다. K의 값이 더 클수록, BS의 순방향 링크가 더욱 효율적으로 활용된다. 그러나, 이러한 효율성은 순방향 링크의 송신 자원의 더 느린 수신 유저인 가입자를 허용치 않는 손실을 초래한다. 따라서, 시스템 설계자는, 2개의 상충하는 목적, 즉, 1) 순방향 링크의 전체 효율성을 강화시키는 목적 및 2) 더 느린 수신 유저의 심각한 손실을 방지하는 목적을 균형 맞추는 방식으로 K의 값을 선택하는 것이 바람직하다. 가장 빠른 관련 순간 데이터 레이트 (즉, 임계값 (Rth) 을 초과하는) 를 갖는 선택된 유저가 적은 양 만큼만 증가된 관련 가중치를 가질려는 경향이 있는 반면에, 더 낮은 데이터 레이트 (즉, 임계값 (Rth) 을 초과하지 않은) 를 갖는 선택된 유저는 상당히 큰 양 만큼 증가된 관련 가중치를 갖는다. 도 3의 방법 (250) 은 더 낮은 데이터 레이트로 데이터를 수신하는 상기 원격국에 비하여 상대적으로 더 빠른 레이트로 데이터를 수신하는 유저를 서비스하는 것을 선호하는 경향이 있다. 이러한 경향은 순방향 링크에서 송신 데이터의 BS의 스루풋 효율성을 강화시키지만, 수신 데이터의 더 높은 레이트를 갖는 유저와 관련된 자주 선택된 큐와 관련된 가중치가 계속 증가되기 때문에, 이들 가중치는 수신 데이터의 더 느린 레이트 (즉, 임계값을 초과하지 않는) 를 갖는 유저와 관련된 덜 선택된 큐와 관련된 큐의 가중치에 결국 접근한다. 다음으로, 더 빠른 수신 유저의 가중치가 더 느린 수신 유저의 가중치를 초과할 때, 선택 프로세스는 더 느린 수신 유저를 선호하기 시작한다. 이것은 더 빠른 수신 유저가, 더 느린 수신 유저를 제외하고 기지국의 순방향 링크 송신 자원을 억제하는 것을 방지함으로써 선택 프로세스에 대한 페어니스 제한을 부과한다.

<131> 또 다른 스케줄링 방법은 능동 세트의 모든 유저를 통해 송신 시간을 등화시키려고 하는 페어니스 기준을 갖는 프로포셔널 페어 스케줄러라고 칭한다. 프로포셔널 페어 스케줄링 방법에 따르면, BS는 데이터 레이트 $R_j(t)$와 같은 시간의 함수로서 각 유저 (i) 와 관련된 파라미터를 추적한다. BS는 능동 세트의 각 유저로부터 DRC 정보를 수신하고 능동 세트의 각 유저에 대한

<132> $$DRC_i/R_i \quad (14)$$

<133> 의 비율을 계산한다. 이 비율은 현재 채널 상태를 최근의 상태와 실제로 비교한다. 소정의 유저에 대해, 파라미터 (R) 가 낮으면서 DRC가 높은 경우에, 유저는 송신을 위한 양호한 후보로 고려된다. 감소된 R 값은, 유저가 최근에 기지국으로부터 데이터 송신을 수신하지 않았다는 것을 나타낸다. 높은 DRC는, 유저가 양호한 채널 상태를 검출하였다는 것을 나타낸다. 일 실시형태에 따르면, 유저 파라미터 (R) 의 계산은 아래와 같은 수학식으로 제공된다.

<134>
$$R_i(t+1) = R_i(t) * (1 - \frac{1}{T_c}) + D * (\frac{1}{T_c}) \quad (15)$$

<135> 여기서, D는 소정의 시간 간격 (t) 동안에 수신된 데이터 레이트를 나타내고, T_c는 고려되는 최근 간격을 나타낸다. 최근의 데이터 레이트가 각 유저에 대한 실제 상태를 더욱 많이 반영하기 위해 가중된다.

<136> 도 4a는 전술한 방법의 결합을 나타내고, 여기서, 데이터 레이트 임계값이 소정의 시간 주기 내의 순간 값에 적용되고, GOS 기준이 소정의 시간 주기에 의해 정의된 간격에 적용된다. 먼저, 방법 (400) 은 GOS 시간 주기를 추적하기 위해 단계 402에 타이머를 초기화한다. 타이머가 단계 404에서 만료되지 않은 경우, 즉, 여전히 GOS 시간 주기 내에 있는 경우에, 처리는 각 유저에 대한 우선순위 함수를 결정하기 위해 도 4b의 단계 420로 계속된다. 예시적인 실시형태에서, 우선순위 함수는 유저의 데이터 레이트 Ri(t)이다. 단계 422에서, BS는 우선순위 함수에 따라 위너 (winner) 를 선택하고 단계 424에서 데이터를 송신한다. 데이터가 단계 426에서 펜딩중인 경우에, 처리는 단계 420으로 복귀하고, 그렇지 않은 경우에, 처리는 이 시간 주기에서 종료한다.

<137> 도 4a에 연속하여, 타이머가 단계 404에서 만료되는 경우, 즉, GOS 시간 주기가 완료되는 경우에, 처리는 다른 유저(들)로부터 DRC(s)를 수신하기 위해 단계 406으로 계속된다. 단계 408에서, BS는 송신된 비트의 수에 기초하여 각 유저의 스루풋을 결정한다. 다음으로, 비율이 상기 수학식 (15) 에 제공된 바와 같은, 페어니스 기준 비례값 (G) 에 비교된다. 수학식 (13) 의 비율이 유저 (i 및 j) 의 어떤 결합에 대한 수학식을 충족시키지 못한 경우에, 단계 414에서, BS는 수학식 (13) 의 관계식을 달성하거나 거의 달성하기 위한 스케줄을 결정한다. 이 경우에, BS는 일반적으로 낮은 스루풋 값을 갖는 유저로의 송신을 증가시킨다. 이러한 방법으로, 가장 낮은 스루풋을 갖는 유저(들) 대 가장 높은 스루풋을 갖는 유저(들) 의 비율이 감소된다. 수학식 (13) 이 결정 마름모 (410) 에서 충족되는 경우에, BS는 단계 414에서 G 이하의 스루풋 비율을 유지하기 위한 스케줄을 결정한다. 스케줄은 단계 416에 적용되고, 처리는 다음의 데이터 레이트 요구 메시지의 세트, 예를 들어, DRC를 수신하기 위해 단계 402로 복귀한다.

<138> 도 4a 및 4b에 도시한 방법 (400) 의 특정 예가 도 5에 제공된다. 먼저, 방법 (600) 은 단계 602에서 M개 유저 사이에서 최소 가중치를 결정한다. 방법 (600) 은 단계 604에서 선택된 유저에 대한 칼라 (K) 를 더 결정하고 단계 606에서 (M+K) 를 계산한다. 유효 DRC를 송신하고 펜딩 데이터를 갖는 이들 유저에 대해, 처리는 채널 상태에 기초하여 유저를 선택하기 위해 단계 612로 계속된다. 그렇지 않으면, 처리는 최소 가중치를 갖는 유저를 선택하기 위해 단계 610으로 계속된다. 선택된 유저의 가중치는 단계 614에서 업데이트되고 처리는 단계 602로 복귀한다.

<139> HDR 시스템의 순방향 링크에 대해 처음에 제안된 하나의 스케줄링 알고리즘은 HDR 인코더 패킷의 세분화에 의해 허용되는 정도의 작은 시간 주기를 통해 서비스 등급의 페어니스를 제공한다. 서비스 등급의 페어니스는, 어떤 시간 주기에 대해 2개의 유저가 인식한 스루풋이 불과 G : 1의 비율만큼 서로 상이하다는 것을 의미하도록 정의되며, G≥1이다. 이것을 설명하기 위한 또 다른 방법은 임의의 시간 주기 길이 (t) 에 대해,

<140>
$$b_A(t) \le G * b_B(t) \forall A, B \quad (16)$$

<141> 라고 하는 것이고, 여기서, $b_A(t)$ 및 $b_B(t)$ 는 시간 주기 길이 (t) 에 대해 유저 (A 및 B) 각각에 의해 수신된 비트의 수이다. 먼저, GOS 스케줄링 알고리즘은 0의 공칭 가중값으로 큐와 관련된 모든 가중치를 초기화한다. 다음으로, 알고리즘은 송신하기 위한 큐를 선택하고 선택된 큐로부터 패킷을 전송한다. 다음으로, 모든 가중치는 모든 큐에 대해 업데이트된다. 다음으로, 알고리즘은 송신하기 위한 다음의 큐를 선택한다.

<142> 선택된 큐는 비-엔트리로 초기화되고 네가티브 무한대의 가중치가 제공된다. 다음으로, 처리는 다음의 큐를 고려하고, 제어 채널 송신이 개시를 스케줄하기 이전에 데이터 패킷 송신을 완료하기 위해 다음의 큐에 대해 충

분한 시간이 있는지를 체크한다. 시간이 충분하지 않은 경우에, 처리는 또 다른 큐를 체크한다. 이러한 처리는, 가용 시간에서 송신을 완료할 수 있는 큐를 발견할 때 까지 계속된다. 알고리즘은 현재 큐 가중치를 선택된 큐의 가중치와 비교한다. 현재 큐 가중치가 선택된 큐의 가중치 보다 작은 경우에, 알고리즘은 현재 큐를 선택하고 메모리에 가중치를 저장한다. 현재 큐 가중치가 선택된 큐의 가중치와 동일한 경우에, 알고리즘은, (a) 현재 큐가 선택된 큐 만큼 현재 슬롯을 사용할 수 있는가? 및 (b) 현재 큐의 원격국이 선택된 큐 레이트 보다 높은 레이트로 수신할 수 있는가의 체크를 수행한다. 응답이 모두 예인 경우에, 알고리즘은 현재 큐를 선택하고 관련 가중치를 메모리에 저장한다. 처리는 모든 큐에 대해 반복된다. 데이터가 펜딩되지 않은 경우에, 그 때 선택되는 큐는 없다.

<143> 프로포셔널 페어 알고리즘은 능동 유저의 수가 증가할 때 섹터의 스루풋을 증가시킨다. GOS 알고리즘은 이러한 특성을 갖지 않는다. 이러한 차이점은, 페어니스가 유지되는 시간 스케일에 의해 초래된다. 프로포셔널 페어 구조는 평균 스루풋 계산기의 시간 상수 보다 더 짧은 시간 스케일에 대한 페어니스를 보장하지 않는다. 그 결과, 채널 상태에서의 변동의 이점을 취하기 위해 단시간 주기를 통해 상이한 유저에 대한 송신을 재배치하는 융통성을 갖는다. 이들 시간 주기가 충분히 짧은 동안은, 패킷 지연은 심각하게 영향받지 않는다.

<144> 그러나, 프로포셔널 페어 알고리즘은 서비스 등급 스케줄러로부터의 페어니스의 개념을 변화시킨다. 따라서, 최악의 경우에, 개별 유저에 대한 비트 레이트의 비율이 요구된 최대 비율 만큼 클 수도 있다 (HDR 시스템의 일 실시형태에 대해 64 : 1). 이것은 바람직하지 않을 수도 있다. 스루풋을 증가시키기 위해 단기간에 대한 채널 변동의 이점을 취하지만 더 긴 시간 주기에 대한 서비스 등급의 페어니스를 유지하는 것이 바람직하다.

<145> 전술한 바와 같이, 일반적으로 페어니스의 GoS 개념에 기초하는 스케줄러는, 수학식 (16) 이 전체 시간 간격에 대해 충족된다는 것을 보장한다. 상수값 (C) 를 포함하는 수학식 (16) 의 변형은 다음과 같이 표현된다.

<146> $$b_A(t) \le G * b_B(t) + C \forall A,B \qquad (17)$$

<147> 확장된 시간 간격, 즉, t의 큰 값, 간격 ($b_A(t)$ 및 $b_B(t)$) 동안 송신된 비트의 수는 C에 비교하여 매우 크다. t가 무한대로 갈 때, 새로운 규정 (rule) 은 이전의 규정으로 바뀐다. 이것은 긴 시간 주기에 대한 서비스 등급의 페어니스를 제공한다. 그러나, 단시간 주기에 대해, 유저 (A 및 B) 에 전송된 비트의 수는 어떤 비율을 가질 수도 있다. 따라서, C를 주위깊게 선택함으로써, 시스템은, 어떤 시간 주기가 짧게 고려되고, 어떤 시간 주기가 길게 고려되는지를 결정하도록 설계될 수도 있다. 이것은 단시간 주기에 대해 GoS 페어니스 기준을 자유도 (freedom) 가 방해하는 것을 가능하게 하고, 따라서, 시스템은 스루풋을 최대화하기 위해 어떤 구조를 자유롭게 사용한다. 여기서 논의하는 변형된 알고리즘은 각 알고리즘이 상기 자유도의 이점을 취함으로써 어떻게 성능을 최적화시키는지 및 각 알고리즘이 C 값을 어떻게 결정하는지에 있어서 서로 다르다.

<148> 그러나, 전술한 GoS 알고리즘과 유사한 방식으로 수행하는 또 다른 스케줄링 알고리즘은 선택 절차로의 파라미터 또는 상수값 (C) 의 삽입에 의한 유저 선택 처리의 수단에 따라 상이할 수도 있다. 전술한 바와 같이, 일 실시형태에서, GoS 알고리즘은 유효 DRC 메시지를 갖는 유저 사이에서 변수 M에 의해 식별된, 최소 가중치를 갖는 유저를 선택한다. 또 다른 실시형태에서, 스케줄링 알고리즘은 최소 가중치 유저 주위의 상수값 (C) 에 의해 정의된 범위, 즉 (M+C) 내에서 가중치를 갖는 유저를 선택한다. 다시 말해서, 알고리즘은 최소 가중치에 관한 마진을 구현한다. 정의된 범위, 즉 (M+C) 에 의해 정의된 가중치의 범위내의 가중치를 갖는 유저 세트가 결정될 수도 있다. 범위내의 선택 처리는 DRC 값 또는 그것의 함수와 같은, 요구된 데이터 레이트를 포함하는 또 다른 기준에 기초할 수 있지만, 거기에 제한되지는 않는다. 여러 실시형태가 유사한 스케줄링 방법을 구현할 수도 있고, 여기서, 개별 스케줄링 구조는 상기 세트로부터 유저를 선택하기 위해 사용된 방법과 상이할 수도 있다. 최소 가중치 유저는 데이터를 펜딩하지 않은 능동 유저 및 유효하지 않은 DRC 메시지를 갖는 능동 유저를 포함하는 모든 능동 유저의 세트에서 최소 가중치를 갖는 유저이다. 따라서, 이러한 세트에서의 유저가 데이터 펜딩 및 유효 DRC를 갖지 않는 것이 가능하고, 여기서, 나머지 유저 사이에서 최소 가중치를 갖는 유저, 즉, (M+C) 보다 더 큰 가중치를 갖지만 펜딩 데이터 및 유효 DRC를 갖는 능동 세트의 유저가 송신을 위해 선택된다.

<149> 도 8은 일 실시형태에 따른 스케줄링 알고리즘 (900) 을 도시하고, 여기서, 방법은, 단계 902에서 유저의 최소 가중치 (M), 또는 큐를 결정한다. 범위값 (C) 은 단계 904에서 결정되고, 여기서, 값은 또 다른 선택 기준이 사용될 수 도 있는 가중치의 범위를 정의하기 위해 사용된다. 단계 906에서, 방법은 M+C를 계산하고, 단

계 908에서, 범위내의 유저 그룹을 결정한다. 그룹내의 적어도 한개의 유저가 펜딩 데이터 및 유효 DRC 메시지를 갖는 경우에, 처리는 그룹으로부터 다음 유저를 선택하기 위해 단계 914로 계속된다. 그룹내에서 펜딩 데이터 및 유효 DRC 메시지를 갖는 유저가 없는 경우에, 그룹은, M+C의 범위로 정의된 그룹내에 유저가 포함되지 않은 것으로서 정의된다. 다시 말해서, 그룹은, 단계 912에서, M+C 보다 더 큰 가중치를 갖는 유저의 세트로서 재정의되고, 단계 908로 복귀한다. 그룹내의 적어도 한개의 유저가 펜딩 데이터 및 유효 DRC 메시지를 갖는 경우에, 처리는 그룹으로부터 다음의 유저를 선택하기 위해 단계 914로 계속된다. 능동 세트의 유저가 펜딩 데이터 및 유효 DRC를 갖지 않는 경우에, 처리되는 송신은 없다. 그룹으로부터 유저 또는 큐를 선택하기 위해 사용된 기준은 바람직한 메트릭이라고 칭할 수 있다.

<150> 일 실시형태에서, 값 C는 유저의 수에 관계없이 상수이다. 프로포셔널 페어형 알고리즘과 유사하게, 각 유저에 대한 평균 스루풋의 필터링된 버젼이 바람직한 메트릭으로서 구현된다. 예를 들어, 일 실시형태에 따르면, 바람직한 메트릭은 소정의 유저에 대해, 현재의 요구된 데이터 레이트 - 평균 스루풋 값으로서 정의된다.

<151> 또 다른 실시형태에 따르면, C는 상수이고, 바람직한 메트릭은 현재의 요구된 데이터 레이트와 동일하다. 이 방법은 높은 DRC 값을 적용하는 변형된 GoS 알고리즘이라 칭한다.

<152> 또 다른 실시형태에 따르면, C는 상수이고, 각 유저에 대한 평균 스루풋의 필터링된 버젼은 프로포셔널 페어형 알고리즘에서와 같이 유지된다. 이 실시형태에서, 바람직한 메트릭은 평균 스루풋에 의해 나눠진 현재의 요구된 데이터 레이트와 동일하게 설정된다.

<153> 또 다른 실시형태에서, C의 값은 (1/능동 유저의 수) 에 비례한다. 각 유저에 대한 평균 스루풋의 필터링된 버젼은 프로포셔널 페어 구조와 동일한 방법으로 유지되고 바람직한 메트릭은 평균 스루풋에 의해 나눠진 현재의 요구된 데이터 레이트와 동일하게 설정된다.

<154> 일 실시형태에서, 스케줄링 알고리즘은 기지국 (820) 으로부터 원격국으로의 송신을 스케줄링하는 도 7의 채널 스케줄러 (812) 를 제어한다. 전술한 바와 같이, 데이터 큐 (830) 는 각 원격국과 관련된다. 채널 스케줄러 (812) 는 연속 서비스 간격으로 데이터를 수신하기 위한 기지국 (820) 과 관련관 특정한 원격국을 선택하기 위해 평가되는 "가중치"를 각 데이터 큐 (830) 에 할당한다. 채널 스케줄러 (812) 는 이산 서비스 간격으로 데이터 송신을 수신하기 위해 개별 원격국을 선택한다. 먼저, 채널 스케줄러는 기지국 (820) 과 관련된 각 큐에 대한 가중치를 초기화한다.

<155> 채널 스케줄러 (812) 는 송신 간격 또는 서비스 간격 동안 연속으로 반복한다. 채널 스케줄러 (812) 는 이전의 서비스 간격에서 검출된 기지국 (820) 과 추가의 원격국 (6) 의 연결로 인해 추가되는 어떤 큐가 있는지를 결정한다. 또한, 채널 스케줄러 (812) 는 새로운 큐와 관련된 가중치를 초기화한다. 전술한 바와 같이, 기지국 (820) 은 시간 슬롯과 같은 정상 간격에서 관련된 각 원격국으로부터 DRC 신호를 수신한다.

<156> 본 발명의 예시적인 실시형태는 다양한 페어니스 기준을 달성하기 위해 다양한 스케줄링 알고리즘에 응용할 수 있다. 도 6은 먼저 채널 상태를 평가하고 단계 702에서 채널 상태 표시기를 준비하는 예시적인 실시형태의 스케줄링 방법 (700) 을 도시한다. 페어니스 표시기가 단계 704에서 선택된다. 페어니스 표시기는 구현된 스케줄링 방법의 페어니스를 평가하기 위해 사용된 메트릭이다. 매우 적은 데이터 펜딩 또는 불량한 채널 상태를 갖는 유저에 대해 지연을 초래하지 않고 스루풋을 최대화함으로써 시스템의 자원을 최적화시키는 것이 소망하는 바이다. 또한, 방법은 각 유저의 클래스에 따라 서비스를 제공한다. 페어니스 기준은, 1) 채널 상태 및 스루풋의 함수로서 프로포셔널 페어 방법; 2) 스루풋 및 유저 우선순위의 함수로서 패킷-바이-패킷 일반화된 프로세서 공유 (PGPS) 방법; 3) 서비스 시간의 함수로서 동일 시간 방법; 4) 스루풋의 함수로서 GOS 방법; 및 5) 대기 시간 및 완료에 대한 데드라인의 함수로서 서비스 시간 방법과 같은 유형을 포함하지만, 거기에 제한되지 않는다.

<157> 도 6에 연속하여, 단계 706에서, 방법 (700) 은 스루풋의 함수로서 페어니스 표지자 값을 결정한다. 단계 708에서, 각 유저는 채널 상태 표시기 및 페어니스 표시기의 함수로서 평가된다. 스케줄은 단계 708에서 평가에 기초하여 결정되고 단계 710에서 스케줄이 적용된다. 예시적인 실시형태에 따르면, 다양한 방법이 채널 상태 평가를 위해 사용 가능하고, 따라서, 채널 상태 표시기 및 페어니스 표시기의 다중 결합이 스케줄링에서 사용 가능하다.

<158> 도 7은 네트워크와 통신하는 기지국 제어기 (BSC) 부 (810) 및 BS부 (820) 를 포함하는 시스템 (800) 을 도시한다. 네트워크는 데이터 소스 (802), 및 데이터 싱크 (804) 를 구비하고, 이들 각각은 네트워크 패킷 인터페이스 (806) 와 통신한다. 또한, 네트워크는 공중 교환 전화 네트워크 (PSTN, 806) 를 구비할 수도 있다.

BSC (810) 는 채널 스케줄러 (812), 페어니스 선택기 (814), 선택기 소자 (816), 및 호출 제어 프로세서 (818) 를 구비한다. 패킷 네트워크 인터페이스 (806) 는 선택기 소자 (816) 및 호출 제어 프로세서 (818) 에 연결된다. 호출 제어 프로세서 (818) 는 시스템 (800) 내의 유저의 능동 세트에서의 변화에 영향을 미친다. 선택기 소자 (816) 는 통신에 대한 타겟 참가자(들) (participant(s)) 을 결정하고 적절한 접속을 한다. 또한, 선택기 소자 (816) 는 BS (820) 에 연결된다. 페어니스 선택기 (814) 는 BSC (810) 가 소망하는 페어니스 기준을 구현하게 하고 정보를 채널 스케줄러 (812) 에 제공할 수 있게 한다. 또한, 페어니스 선택기 (814) 는 BS (820) 로부터 페어니스 표시기 지시를 수신할 수도 있다.

<159> BS (820) 는 다음의 데이터 송신을 위해 선택된 유저를 갖는 채널 소자 (826) 에 정보를 제공하는 채널 스케줄러 (832) 를 구비한다. BS (820) 는 데이터 큐 (830), RF 유닛 (828), 페어니스 선택기 (824), 및 마이크로프로세서 (822) 를 더 구비한다. 페어니스 선택기 (814, 824) 는 도 6에 도시한 바와 같은 방법 (700) 을 구현할 수도 있다.

<160> 전술한 바와 같이, 예시적인 실시형태는 다수의 유저를 우선순위 구조 또는 다른 구조에 따라 분류할 수 있게 한다. 유저의 2개의 세트를 지원하는 시스템을 고려한다. 제 1 세트는 지연 요구를 갖고, 제 2 세트는 단순히 최상의 에포트 (effort) 서비스를 요구한다. 제 1 세트의 지연 요구는, 송신이 더 적은 소정의 지연을 갖고 발생하고, 따라서, 제 2 세트 보다는 더 높은 우선순위 세트라는 것을 나타낸다. 예시적인 실시형태에서, 유저 (i) 는 제 1 세트의 멤버이다. 유저 (i) 는 소정의 지연 (d_i) 보다 적은, 순방향 링크, 또는 다운링크 상에서 송신을 위한 패킷 지연을 특정하고, 여기서, 유저 (i) 는 소정의 레벨의 융통성 (f_i) 을 갖는 지연을 구현한다. 동일 시간 방식으로 슬롯에 액세스하는 유저의 제 2 세트가 제공된다. 유저의 제 1 및 제 2 세트를 스케줄링하기 위해, 소망하는 스케줄러는, 상이한 방식으로 상이한 유저 각각의 요구를 충족시키면서, 다수의 유저 다이버시티를 제공한다. 예를 명확하게 하기 위해, 채널 상태 메트릭은 변화되지 않는다.

<161> 제 1 단계는 적절한 유저 페어니스 메트릭을 결정하는 것이고, 여기서, 유저 페어니스 메트릭은 유저의 2개 클래스에 대해 상이한 함수에 의해 설명된다. 또 다른 제약은, 제 1 및 제 2 세트 모두가 소망하는 동작점에서 동일한 수치값을 발생시킨다는 것이다. 예를 들어, 유저 페어니스 메트릭은 아래와 같이 정의된다.

<162>
$$U_i(t) = \frac{d_i + f_i - W_i(t)}{f_i} \qquad (18)$$

<163> 여기서, $W_i(t)$는 펜딩 데이터의 유저 (i) 큐에서의 시간 (t) 에서 가장 긴 시간을 대기하였던 데이터 패킷에 의해 손상된 지연이다. 이 함수는 패킷의 지연이 d_i일 때 값 1을 갖지만 지연이 d_i+f_i에 도달할 때 0이 되는 특성을 갖는다. 목적은 d_i에서 지연을 유지하는 것이지만, 지연을 d_i+f_i 만큼 높게 하는 것, 즉, 소망하는 지연의 범위내에 유지하는 것이다.

<164> 유저의 제 2 세트에 대해, 예시적인 실시형태는 모든 유저에게 동일 시간 스케줄링을 제공함으로써 데이터 패킷 지연에 관하여 최상의 에포트를 제공한다. 동일 시간 스케줄링을 달성하기 위해, 방법은,

<165>
$$U_i(t) = n * frac_i(t) \qquad (19)$$

<166> 와 같은 유저 페어니스 메트릭을 사용할 수도 있다. 여기서, n은 섹터 (모든 세트의) 에서의 유저의 전체 수이고, $frac_i(t)$는 상기 유저를 서비스하기 위해 사용된 슬롯의 부분이다. $frac_i(t)$ 의 값은 적절한 시간 상수의 IIR 필터를 통과시킴으로써 계산된다. 이 메트릭의 공칭 값은 각 유저에 대해 1이지만, 실제 달성된 값은 최근 채널 상태 및 유저의 다른 세트의 존재에 의존한다. 유저가 서비스되지 않을 때, 이 메트릭은 유저의 제 1 세트에 대해 정의된 메트릭 보다는 시간에 따라 매우 느려진다.

<167> 유저에 대한 이 메트릭의 낮은 값은 상기 유저에 높은 우선순위를 제공한다. 이것은, 각 세트로부터 2개의 유저가 유저 페어니스 메트릭의 공칭 값 (즉, 유저 페어니스 = 1) 에 있지만, 스케줄러가 또 다른 고객을 서비스하기 때문에 서비스받지 못하는 경우에, 제 1 세트로부터의 유저에 대한 유저 페어니스 메트릭이 빠르게 다운되어서, 제 2 세트로부터의 유저 보다 먼저 스케줄러로부터 서비스를 수신한다는 것을 의미한다. 이러한 동작은, 유저의 제 2 세트가 최상의 에포트 서비스만을 요구하지만 제 1 세트가 충족시켜야 할 엄격한 데드라인을 갖기 때문에 정확하다.

<168> 전술한 상세한 예를 고려하면, 적절한 유저 페어니스 메트릭을 결정하는데 도움이 되는 여러 차이점을 식별할 수 있다. Tc 보다 더 큰 시간 스케일에 대한 유저 요구의 처리 및 고려를 허용하는 시간 상수 (Tc) 는 짧게 유지되어야 한다.

<169> 각 스케줄러는 공칭 동작점을 가질수도 있고, 여기서, 스케줄러는 각 유저에 대한 유저 페어니스 메트릭의 공칭 값을 달성하기 위해 서비스 동안 유저를 스케줄한다. 메트릭은, 상이한 유저에 대한 요구에서의 차이점을 고려하도록 정의되어야 한다. 또 다른 고려할 점은 수신된 서비스의 함수로서 페어니스에서의 증가를 나타내는 공칭 동작점 주위의 경사를 갖는다는 것이다. 여기서, 페어니스는 더 낮은 우선순위 서비스를 갖는 것보다는 더 높은 우선순위 서비스를 갖는 것을 더 선호하는 경향이 있다. 일 실시형태에 따르면, 수신된 서비스의 함수로서 유저 페어니스 메트릭의 경사는 서비스 우선순위가 감소함에 따라 항상 네가티브이다. 1/(유저 페어니스 메트릭)의 감도는 각 유저의 요구에 의해 허용되는 융통성을 고려해야 한다.

<170> 도 7에 도시한 바와 같은 무선 통신 시스템에 대한 일반화된 스케줄러의 구현은 채널 스케줄링 함수에 페어니스 기준 및 채널 상태 기준을 적용한다. 예를 들어, 채널 상태 메트릭을 구현하는 것은, 채널 피드백 메카니즘을 제공하는 것을 수반한다. 피드백 메카니즘은 유저에 의해 제공된 DRC와 같은 명확한 표시기, 또는 C/I 측정과 같은 함축된 표시기일 수 있다. 평가 및 스케줄링을 위해 사용된 채널 상태 표시기 및 방법은 시스템에 특정될 수도 있다. 채널 상태 표시기는 상기 제공된 것들에 한정되지 않고, 본 명세서에 열거된 채널 상태 표시기는 이해를 위해 예로서 제공되는 것이다. 채널 품질의 신뢰할 수 있는 측정을 갖는 것이 바람직하다.

<171> 유사하게, 유저 페어니스 메트릭의 신뢰할 수 있는 측정을 갖는 것이 바람직하다. BS가 유저에게로의 송신을 개시 및 처리할 때, BS는 소정의 시간 주기내에서 소정의 유저에게 송신된 비트 또는 패킷의 수에 대한 충분한 정보를 갖는다. BS는 스루풋, 정확도, 및 페어니스를 평가하는데 이 정보를 사용한다. 페어니스 메트릭은 그것을 적용하는 시스템의 함수일 수도 있고, 따라서, 상기 제공된 페어니스 메트릭에 제한되지 않는다.

<172> 명확하게 논하지는 않았지만, 동일 시간에 다수의 유저의 서비스를 방해하는 제한은 실제로는 없다. 일반화된 스케줄러는 감소 차수의 $f(A_i(t),U_i(t))$ 에서 유저를 랭크 (rank) 할 수 있고, 리스트에서 제 1 유저를 서비스하는 것이 서비스할 나머지 용량을 남기는 경우에, 다음의 유저를 동시에 서비스할 수 있다. 한 개 이상의 유저의 병렬 처리는 대역폭 사용을 최대화시키고 시스템의 스루풋을 전체적으로 최적화시킨다.

<173> 도 4a는 전술한 방법의 결합을 도시하고, 여기서, 데이터 레이트 스루풋이 소정의 시간 주기 내의 순간 값에 적용되고, GOS 기준이 소정의 시간 주기에 의해 정의된 간격을 통해 적용된다. 먼저, 방법 (400) 은 GOS 시간 주기를 추적하기 위해 단계 402에서 타이머를 초기화한다. 타이머가 단계 404에서 만료되지 않은 경우, 즉, GOS 시간 주기 내에 있는 경우에, 처리는 각 유저에 대한 우선순위 함수를 결정하기 위해 도 4b로 계속된다. 예시적인 실시형태에서, 우선순위 함수는 유저의 데이터 레이트 Ri(t)이다. 단계 422에서, BS는 우선순위 함수에 따라 위너를 선택하고 단계 424에서 데이터를 송신한다. 데이터가 단계 426에서 여전히 펜딩하는 경우에, 처리는 단계 420으로 복귀하고, 그렇지 않은 경우에, 처리는 상기 시간 주기에서 종료한다.

<174> 도 4a에 연속하여, 타이머가 단계 404에서 만료되는 경우, 즉, GOS 시간 주기가 완료되는 경우에, 처리는 다른 유저(들)로부터 DRC(들)을 수신하기 위해 단계 406으로 계속된다. 단계 408에서, BS는 송신된 비트의 수에 기초하여 각 유저의 스루풋을 결정한다. 다음으로, 비율이 수학식 (13) 에 제공된 바와 같은 페어니스 기준 비례 값 (G) 에 비교된다. 단계 414에서, 수학식 (13) 의 비율이 유저 (i 및 j) 의 어떤 결합에 대한 수학식을 충족시키지 못하는 경우에, BS는 수학식 (13) 의 관계를 달성 또는 거의 달성하기 위한 스케줄을 결정한다. 이 경우에, BS는 일반적으로, 낮은 스루풋 값을 갖는 유저에게로의 송신을 증가시킨다. 이 방법으로, 가장 낮은 스루풋을 갖는 유저(들) 대 가장 높은 스루풋을 갖는 유저(들) 의 비율이 감소된다. 수학식 (13) 이 결정 마름모 (410) 에서 충족되는 경우에, BS는 단계 414에서 G이하의 스루풋 비율을 유지하기 위한 스케줄을 결정한다. 스케줄은 단계 416에서 적용되고, 처리는 데이터 레이트 요구 메시지, 예를 들어, DRC의 다음 세트를 수신하기 위해 단계 402로 복귀한다.

<175> 도 4a 및 4b에 도시한 방법의 특정 예가 도 5에 제공된다. 먼저, 방법 (600) 은 단계 602에서 M개의 유저 사이에서 최소 가중치를 결정한다. 방법 (600) 은 단계 604에서 선택된 유저에 대한 칼라 (K) 를 더 결정하고 단계 606에서 (M+K) 를 계산한다. 유효 DRC를 송신하고 펜딩 데이터를 갖는 유저에 대해, 유저의 가중치가 (M+K) 의 계산된 값 보다 훨신 작은 경우에, 처리는 채널 상태에 기초하여 유저를 선택하기 위해 단계 612로 계속된다. 그렇지 않으면, 처리는 최대 가중치를 갖는 유저를 선택하기 위해 단계 610으로 계속된다.

선택된 유저의 가중치는 단계 614에서 업데이트되고 처리는 단계 602로 계속된다.

<176> HDR 시스템의 순방향 링크에 대해 처음에 제안된 하나의 스케줄링 알고리즘은 HDR 인코더 패킷의 세분성에 의해 허용될 만큼 작은 시간 주기 이상의 서비스 등급의 페어니스를 제공한다. 서비스 등급의 페어니스는, 어떤 시간 주기를 통해 2개의 유저가 인식할 수 있는 스루풋이 G : 1의 비율 만큼 서로 상이해야 한다는 것을 의미하도록 정의되고, 여기서, G>=1이다. 이것을 설명할 또 다른 방법은, 임의의 시간 주기 길이 (t) 에 대해,

<177> $$b_A(t) \le G * b_B(t) \forall A, B \quad (20)$$

<178> 이라는 것이고, 여기서, $b_A(t)$ 및 $b_B(t)$는 시간 주기 길이 (t) 를 통해 유저 (A 및 B) 각각에 의해 수신된 비트의 수이다. 먼저, GOS 스케줄링 알고리즘은 큐와 관련된 모든 가중치를 0의 공칭 가중값으로 초기화한다. 다음으로, 알고리즘은 송신을 위한 큐를 선택하고, 선택된 큐로부터 패킷을 전송한다. 다음으로, 모든 가중치는 모든 큐에 대해 업데이트된다. 다음으로, 알고리즘은 송신을 위한 다음의 큐를 선택한다.

<179> 전술한 바와 같이, 예시적인 실시형태는 채널 상태 표시기 및 페어니스 표시기를 적용함으로써 다수의 유저 사이에서 송신을 스케줄링하는 방법을 제공한다. 예로서, 예시적인 실시형태를 따라서 일반화된 스케줄러의 구조에서 프로포셔널 페어 스케줄러를 고려한다. 수학식 (1) 의 함수 f()는 단순한 제산 연산자로서 정의된다. 채널 상태 메트릭 Ri(t)은 아래와 같이 제공된다.

<180> $$Ri(t)=DRC_i(t)/average_DRC_i(t) \quad (21)$$

<181> 유저 페어니스 메트릭은 아래와 같이 제공된다.

<182> $$Ui(t)=average_throughput_i(t)/average_DRC_i(t) \quad (22)$$

<183> 수학식 (1) 을 고려하면, 결과 방법은, 프로포셔널 페어 스케줄러인 가장 높은 $DRC_i(t)/average_throughput_i(t)$를 갖는 유저를 서비스한다. 이 경우에, 모든 평균화가 소정의 시간 상수를 갖는 무한 임펄스 응답 (IIR) 필터를 사용하여 행해진다. 상기 제공된 표현의 검사는, 다수의 유저 다이버시티 이득(들) 이 채널 상태 메트릭의 함수이다는 것, 즉, 채널 상태 메트릭에 의해 삽입된다는 것을 나타낸다. DRC가 각 유저에 대해 평균되는 시간 주기는 채널 상태 메트릭의 분모를 계산하기 위해 사용된다. 유저 페어니스 메트릭은 알고리즘에 실제 페어니스를 제공한다. 각 유저에 대한 채널 상태 메트릭은 1 주위의 값으로 제공된다. 따라서, 긴 주기의 시간을 통해 상이한 유저에 의해 수신된 스루풋의 상대값은 채널 상태 메트릭이 아닌 유저 페어니스 메트릭에 의해 거의 영향을 받는다. 특히, 유저에 의해 달성된 상대적 스루풋은, 각 유저 페어니스 메트릭이 동일한 값을 달성할 정도이다.

<184> 또한, 소정의 유저에 대한 유저 페어니스 메트릭은 아래와 같이 다시 표현할 수 있다.

<185> $$Ui(t)=(fraction\ of\ slots\ served)*\frac{DRCave\ while\ served}{DRCave} \quad (23)$$

<186> 모든 유저 (dB에서) 의 DRC가 평균값 주위의 동일한 통계에 따라 변화하는 경우에, DRCave_while_served 및 DRCave의 비율은 알고리즘의 동일 시간 특성을 발생시키는 모든 유저에 대해 동일하다.

<187> 프로포셔널 페어 스케줄러 공식을 재기록하는 이점은 동일 시간 스케줄러를 얻는 것이다. 이 동일 시간 스케줄러는 다수의 유저 다이버시티로 인한 이득을 갖는다. 채널 상태 메트릭은 프로포셔널 페어 알고리즘에 따른 것과 동일한 것을 남기지만, fraction_of_slots_served에 의해 정의된 유저 페어니스 메트릭의 응용에 의한 각 유저에 대한 동일 시간을 보장한다. 일 실시형태에서, 상기 부분 (fraction) 은 프로포셔널 페어 알고리즘을 위해 현재 사용된 것과 동일한 시간 상수를 갖는 IIR 필터를 사용하여 평균된다.

<188> 또한, 전술한 바와 같이, 예시적인 실시형태는 분류 구조에 따라 개별 유저 또는 유저의 그룹에 대한 처리의 구별을 허용한다. 이러한 방법으로, 상이한 유저가 상이한 유저 페어니스 메트릭 값에 할당될 수도 있다. 유저 클래스 (j) 에 대한 유저 페어니스 메트릭은 다음과 같이 정의된다.

<189> $$Ui(t)= a_j * average_throughput(t)/average_DRC(t) \quad (24)$$

<190> 여기서, 유저 클래스 (j) 는 다른 유저 클래스에 비교된 ($1/a_j$) 에 비례하는 상대적 우선순위를 수신한다. 예를 들어, 일반화된 스케줄러로의 GOS 알고리즘의 적용을 고려하면, 채널 상태 메트릭은 모든 시간에서 모든 유저에 대해 1이고 (즉, 알고리즘은 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취하지 않는다), 유저 페어니스 메트릭은 유저에 할당된 가중치이다. 가중치는, 섹터 스루풋을 최대화시키면서 GOS 페어니스를 달성하는 방식으로 할당된다. 결합기 함수는 수학식 (10) 에 제공된 바와 같은 제산 연산자이다. 이 예는, f, $A_i(t)$ 및 $U_i(t)$ 에 대한 상이한 선택이 동일한 알고리즘에 영향을 줄 수 있다는 것을 나타낸다. 다시 말해서, 우선순위 함수가 평가될 때, 결과 알고리즘은 f, $A_i(t)$ 및 $U_i(t)$의 상이한 결합에 대해 동일하다. 예를 들어, 채널 상태 메트릭으로서 0, 및 유저 페어니스 메트릭으로서 가중치를 갖는 차 연산자, 즉, f(a,b) = a-b인 f()를 고려한다. 결과적으로, 현재 서비스받는 유저가 가장 낮은 가중치를 갖는 유저일 때 GOS 알고리즘에 접근한다.

<191> 변형된 서비스 등급 알고리즘에서, 칼라라고 칭하는 파라미터가 사용되고, 최소 가중치 값의 마진 또는 범위, 즉, min_weight 내지 (min_weight + collar) 내의 가중치를 갖는 모든 유저가 채널 상태에 기초하여 서비스된다. 전송할 펜딩 데이터를 갖거나 유효 DRC를 전송하는 유저가 상기 범위내에서 발견되지 않는 경우에, 방법은 유저 사이에서 최소 가중치를 갖는 유저를 선택한다. 다음으로, 유저 페어니스 메트릭이 범위내, 즉, min_weight와 min_weight + collar 사이의 가중치를 갖는 모든 유저에 대해 1로 정의되고, 다른 모든 유저에 대해서는 무한대로 정의된다. 다양한 채널 상태 메트릭이 1)DRC; 및 2)DRC/DRCave를 포함하지만 거기에 제한되지 않는 예시적인 실시형태에 대한 응용을 위해 사용될 수도 있다.

<192> 개선된 동일 시간 스케줄러가 동일 시간 스케줄러에 기초하여 개발될 수도 있다. 일 실시형태에 따르면, 시간 상수 (Tc) 는 개선된 동일 시간 스케줄러 방법에서 유저 페어니스 메트릭과 관련된다. 소정의 수의 슬롯과 동일하게 시간 상수 (Tc) 를 정의하는 것은, 송신 제어 프로토콜 (TCP) 형 시뮬레이션 실험에 기초할 수도 있고, 여기서, Tc 보다 작은 시간 스케일을 통한 스루풋의 변동은 중대하지 않다. 그러나, 상이한 유저가 현재 구동하는 응용에 기초하여 적용된 시간 스케일에서 상이한 융통성을 갖는 것은 가능하다. 일 실시형태에서, 유저 페어니스 메트릭은 유저 또는 유저 그룹 당 평균 스루풋을 계산하는데 기여하고, 여기서, 유저 페어니스 메트릭 계산은, 유저 당 평균을 계산하기 위해 개별, 즉, 상이한 시간 상수를 사용한다. 유저 당 상이한 시간 상수를 사용하는 것은 유저 당 슬롯의 평균부분 주위의 상이한 변동을 발생시킨다. 유사한 변동을 작은 시간 상수의 적용에 의해 알 수 있다. 유저 당 슬롯의 부분은 거의 동일하게 유지된다. 유사한 개선이 다른 유저 페어니스 메트릭, 예를 들어, 프로포셔널 페어 스케줄러 (average_throughput/average_DRC) 에 의해 사용된 메트릭을 사용하여 가능하다. 우선순위 함수 f()의 적용은 각 개별 유저의 스루풋에 관하여 상이한 가변성을 제공한다.

<193> 시스템 (120) 의 HDR 동작에 대해, AN (122) 및 AT (126) 은 신호 처리 모듈 이외에도 프로세서 및 적어도 하나의 저장 장치를 구비한다. 프로세서는 중앙 처리 유닛일 수 있거나, 전용 제어기일 수도 있다. 메모리 저장 장치는 무선 시스템 (120) 내에서 통신을 제어하는 컴퓨터-판독 가능한 명령 및/또는 루틴을 저장한다. AN (122) 내에서, 메모리 저장 장치는 데이터 송신을 제어하기 위해 명령을 저장할 수도 있다. AT (126) 내에서, 메모리 저장 장치는 데이터 요구를 포함하는, 데이터 송신을 제어하는 명령을 저장할 수도 있다.

<194> 일 실시형태에서, 무선 통신 시스템은 요구된 데이터 레이트 보다 더 높은 실제 수신된 데이터 레이트를 발생시킬 수 있는 송신 프로토콜을 지원한다. 하나의 이러한 시스템은 ARQ 구조를 통합한 HDR 시스템이다. 이러한 시스템에서, 유저는 DRC 메시지와 같은 데이터 레이트 요구 메시지를 기지국 또는 액세스 단말기와 같은 송신기로 송신한다. DRC 메시지는 요구된 데이터의 송신을 위해 필요한 슬롯의 전체 수를 나타낸다. 송신기는 DRC 메시지에 표시된 슬롯의 전체 수 보다 적은 데이터를 전송한다. 수신기가 슬롯의 전체 수 보다 적은 정보를 디코딩할 수 있는 경우에, 수신기는 송신기로 응답 메시지를 전송하고 송신기는 송신을 종료한다. 송신기가 응답을 수신하지 못한 경우에, 송신은 계속되고 응답이 수신되지 않은 경우에 식별된 슬롯의 전체 수에 대해 송신을 계속할 수도 있다.

<195> 수신 데이터 레이트가 요구된 데이터 레이트와 상이할 수도 있기 때문에, 시스템 설계자는 스케줄링을 위한 실제 수신된 데이터 레이트를 사용하는 것을 소망할 수도 있다. 수신된 데이터 레이트가 송신기에 의해 사전 공지되지 않고 오히려 송신 처리 동안 결정되기 때문에 수신된 데이터 레이트를 결정하는데 있어서 문제점이 존재한다. 다시 말해서, 송신기는, DRC와 같은 요구된 데이터 레이트를 알고 있고, 송신이 DRC에 의해 식별된 모든 슬롯을 요구할 수도 있다는 조건으로 수신기로의 송신을 시작한다. 송신기는, 수신기가 응답 메시지를

전송할 때 수신기가 더 적은 슬롯의 송신을 수용할 수 있다는 것을 발견한다. 일반적으로, 이것은 스케줄링 알고리즘이 선택을 결정한 이후이다. 사실, ARQ 형 구조를 갖는 물리층을 지원하는 무선 통신 시스템은 DRC 및 실제 수신된 레이트에 의해 요구된 레이트를 분리한다. DRC가 송신 타겟의 선택을 위해 사용될 때 스케줄링 페어니스가 영향을 받는다.

<196> 예로서, 2개의 액세스 단말기 (AT1 및 AT2) 를 갖는 시스템을 고려한다. AT1은 307.2kbps의 레이트에 대해 전체 2개 슬롯 이상의 데이터를 요구하고, AT2는 614.4kbps의 레이트에 대해 전체 1개 슬롯 이상의 데이터를 요구한다. 비례-페어형 스케줄링 알고리즘을 적용하면, AT1 및 AT2는 동일 시간에 대해 스케줄되고, 여기서, AT1의 스루풋은 AT2의 스루풋의 1/2이고, 즉, AT1의 스루풋은 153.6kbps이고, AT2의 스루풋은 307.2kbps이다. AT1이 1개 슬롯 송신의 모든 시간에 수신된 이후에 응답 메시지를 전송한 경우에, AT1에 대한 수신된 레이트는 614.4kbps이다. 따라서, AT1의 스루풋은 204.8kbps 또는 614.4kbps의 1/3이고, AT2의 스루풋은 409.6kbps 또는 614.4kbps의 2/3이다. 다음으로, 시간 할당은 AT1에 대해 1/3 및 AT2에 대해 2/3으로서 스케줄된다. 페어니스 기준이 위반된다. 유저가 요구된 레이트 보다는 실제 수신된 레이트에 비례하여 스루풋을 얻는 것이 바람직하다. ARQ형 구조가 낮은 데이터 레이트를 갖는 유저의 데이터 레이트에 이득을 주는 경향이 있기 때문에, 통상의 프로포셔널 페어 알고리즘은 모든 유저에게 시스템 자원을 재분배함으로써 상기 이득을 카운터한다.

<197> 전술한 일 실시형태는 페어 비례형 알고리즘과 GoS형 스케줄링을 결합함으로써 상기 문제점을 해결한다. 단시간 간격 동안, 결합 처리는 페어 비례형 알고리즘을 사용하고, 긴 시간 간격에 대해 GoS 제약을 적용한다. GoS 페어니스 기준이 소정의 시간 주기를 통해 전송된 비트 또는 바이트의 전체 수를 평가할 때, 실제 요구된 데이터 레이트는 선택 처리로 직접 들어가지 않는다.

<198> 동일하지 않은 GoS 알고리즘에서, 2개의 등급 : 하이 및 로우가 적용될 수도 있다. 각 유저에는, 전술한 바와 같이 가중치가 할당된다. 하이 등급 유저가 서비스될 때, 즉 데이터 송신의 수신인일 때, 유저의 가중치는 1과 같은 소정의 값 만큼 증가된다. 로우 등급 유저가 서비스될 때, 유저의 가중치는 조절된 양 만큼 증가되고, 여기서, 조절된 양은 이득 계수 (G) 에 의해 조절된 소정의 값이다. 소정의 유저가 요구된 데이터 레이트 및 평균 스루풋에 따라 등급을 변화시킨다. 임계값 스루풋 값 이상의 유저는 하이 등급에 할당되고 평균 스루풋 값을 상승시키려 한다. 임계값 이하의 유저는 스루풋에 대한 어떤 영향을 최소화시키기 위해 로우 등급에 할당된다. 임계값은, GoS형 스케줄러를 사용하여 달성 가능한 이론적 평균 스루풋을 결정하기 위해 DRC를 사용하여 슬롯 당 계산될 수도 있다. 계산은 채널 변동을 무시할 수도 있다.

<199> DRC가 실제 수신된 데이터 레이트와 상이하기 때문에, 프로포셔널 페어 알고리즘에대해 전술한 바와 같이, GoS 알고리즘에 대해서도 문제점이 존재한다. 어떤 실시형태가 IIR 필터를 사용하여 섹터 당 실제 평균 스루풋을 추적함으로써 문제점을 해결한다. 필터 시간 상수는 시뮬레이션 또는 동작에 의해 결정된 값에 고정될 수도 있다. 이 실시형태에 따르면, 소정의 섹터 또는 셀의 스루풋은 아래와 같이 정의된다.

<200> $$T[n+1]=T[n]*(1-\alpha)+\alpha*R[n] \quad (25)$$

<201> 여기서, T는 임계값이고, R은 시간 경우 (n) 에서의 서비스의 레이트이고, α 는 소정의 값이다. 다음으로, 스루풋은 하이 및 로우 등급 유저를 할당하기 위한 임계값으로서 사용된다.

<202> 전술한 바와 같이 변형된 GoS형 스케줄링 알고리즘을 적용하면서 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취하기 위해, 일 실시형태는 소정의 시간 주기를 사용한다. 시간 주기 내에서, 처리는 다수의 유저 다이버시티의 이점을 취하고, 시간 주기 이상에서, GoS형 스케줄링 알고리즘이 적용된다. 방법은, 대응하는 DRC를 IIR 필터에 통과시킴으로써 각 유저에 대한 요구된 데이터 레이트의 최근 평균을 추적한다. 각 유저에 대해, 현재 DRC 대 최근 평균 요구된 데이터 레이트의 비율이 계산된다. 가장 높은 비율을 갖는 유저는 서비스를 수신한다. 또다른 실시형태에서, 가장 높은 비율을 갖는 유저가, 가중치가 소정의 범위의 값내에 있는 경우에 서비스를 수신한다. DRC 값이 비율의 분자 및 분수의 일부분일 때, 선택 처리는 요구된 레이트가 아니라 실제 수신된 데이터 레이트에 영향을 줄거라 예상된다.

<203> 또 다른 실시형태는 프로포셔널 페어형 스케줄링 알고리즘의 변형에 의해 요구된 데이터 레이트와 수신된 데이터 레이트 사이의 불일치를 해결하려 한다. 프로포셔널 페어형 알고리즘은 요구된 데이터 레이트 대 유저당 평균 스루풋의 비율에 기초하고, 여기서, 가장 높은 비율을 갖는 유저가 서비스를 위해 선택된다. 평균 스루풋은 다음과 같이 계산된다.

<204> $$T_{ave}[n+1]=T_{ave}[n]*(1-\alpha)+\alpha*R[n] \quad (26)$$

<205> 여기서, T_{ave}는 평균 임계값이고, R은 시간 경우 (n) 에서의 서비스의 비율이고, α는 소정의 값이다. 변형은 스루풋의 값을 변경시키고, 다음과 같이 정의 된다.

<206> $$T_{ave}[n+1]=T_{ave}[n]*(1-\alpha)+\alpha*DRC[n] \quad (27)$$

<207> 평균 임계값을 계산하는데 있어 DRC를 사용하는 것은 실제 수신된 스루풋 보다 잠재적으로 낮은 평균 임계값을 발생시킨다. 요구된 데이터 레이트 대 평균 스루풋의 비율의 분모를 감소시킴으로써, 비율이 증가되어서, 소망하는 효과를 발생시킨다.

<208> 따라서, 통신 시스템에서 송신을 스케줄링하는 새롭고 개선된 방법 및 장치를 설명하였다. 상기 설명 전반적으로 참조할 수 있는 데이터, 지시, 명령, 정보, 신호, 비트, 심볼, 및 칩이 전압, 전류, 전자기파, 자계 또는 파티클, 광학계 또는 파티클, 또는 이들의 결합으로 표현된다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 본 명세서에 개시한 실시형태와 관련하여 설명한 여러 예시적인 논리 블록, 모듈,회로, 및 알고리즘 단계가 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 결합으로 구현될 수도 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 여러 예시적인 구성소자, 블록, 모듈, 회로 및 단계를 그것의 기능성에 관하여 일반적으로 설명하였다. 기능성은 특정한 응용 및 전체 시스템에 부과된 제약에 따라 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현된다. 당업자는 이러한 환경하에서 하드웨어 및 소프트웨어의 상호 교환성을 인식하고, 각 특정한 응용에 대해 설명한 기능성을 어떻게 최상으로 구현하는지를 인식할 것이다. 예로서, 본 명세서에 개시한 실시형태와 관련하여 설명한 여러 예시적인 논리 블록, 모듈, 회로, 및 알고리즘 단계가, 본 명세서에 설명한 기능을 수행하기 위해 설계된, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 응용 주문형 집적 회로 (ADIC), 필드 프로그램 가능한 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그램 가능한 논리 장치, 이산 게이트 또는 트랜지스터 논리, 예를 들어, 레지스터 및 FIFO와 같은 이산 하드웨어 구성소자, 펌웨어 명령의 세트를 실행하는 프로세서, 어떤 종래의 프로그램 가능한 소프트웨어 모듈 및 프로세서, 또는 이들의 어떤 결합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 프로세서는 어떤 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로프로세서, 프로그램 가능한 논리 장치, 논리 소자의 어레이, 또는 스테이트 머신일 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 제거 가능한 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 공지된 어떤 다른 형태의 저장 매체에 내장될 수 있다. 예시적인 프로세서는 저장 매체로부터 정보를 판독하고 저장 매체로 정보를 기록하기 위해 저장 매체에 연결된다. 또 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 내장될 수도 있다. ASIC는 전화 또는 다른 유저 단말기에 내장될 수도 있다. 또 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 전화 또는 다른 유저 단말기에 내장될 수도 있다. 프로세서는 DSP 및 마이크로프로세서의 결합으로서, 또는 DSP 코어등과 결합한 2개의 마이크로프로세서로서 구현될 수도 있다.

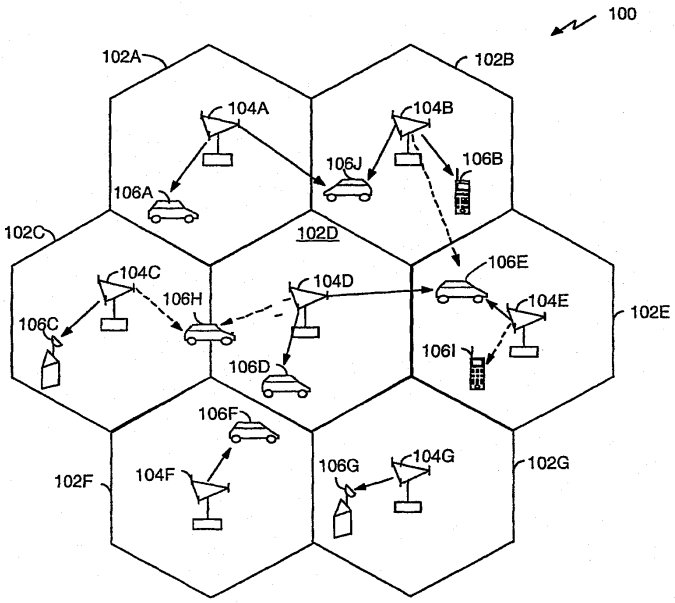
<209> 이상, 본 발명의 바람직한 실시형태를 설명하였다. 그러나, 다수의 변경이 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 본 명세서에 개시한 실시형태에서 이루어질 수도 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 이하의 청구범위에 제한되지 않는다.

도면

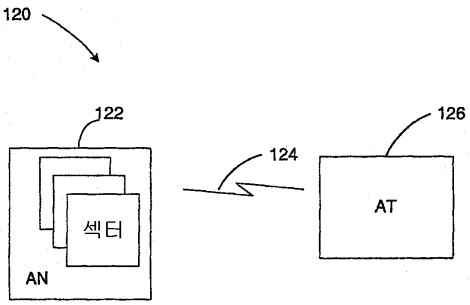
도면1

삭제

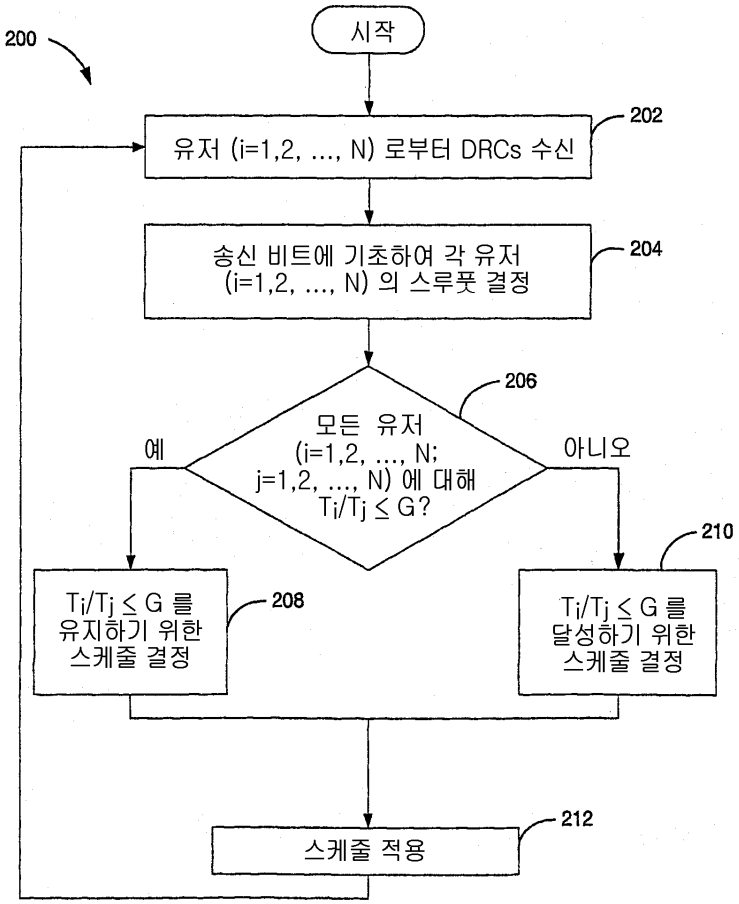
도면1a


100
102A
102B
104A
104B
106J
106B
106A
102C
102D
106E
104C
104D
106H
104E
102E
106C
106I
106D
106F
102F
104F
106G
104G
102G

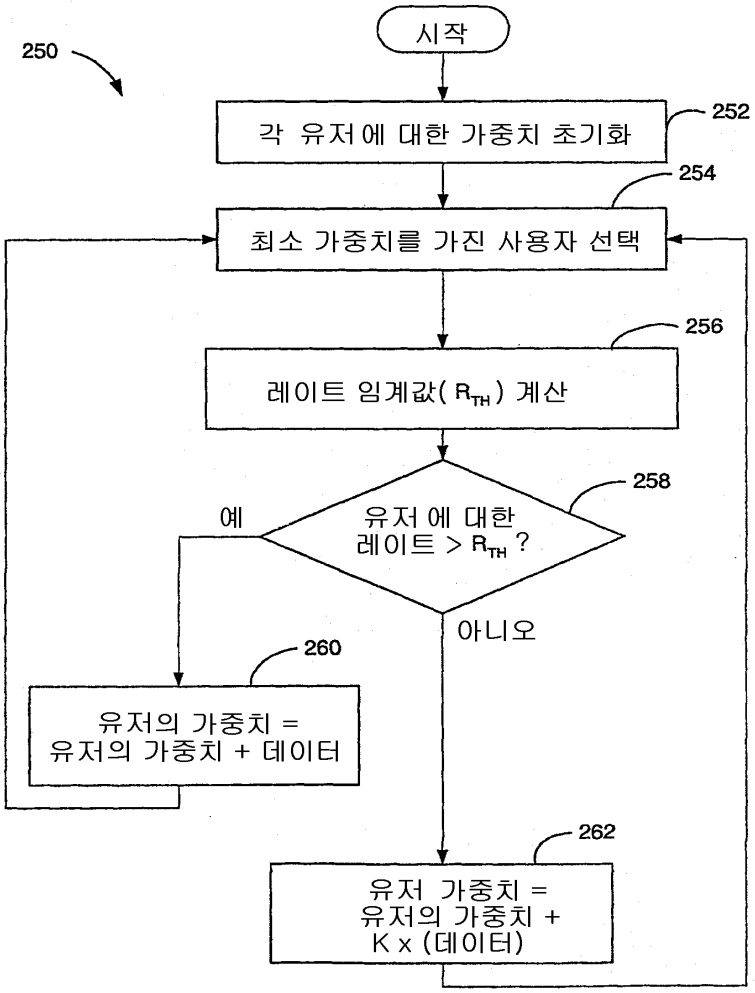
도면1b


120
122
126
124
AT
섹터
AN

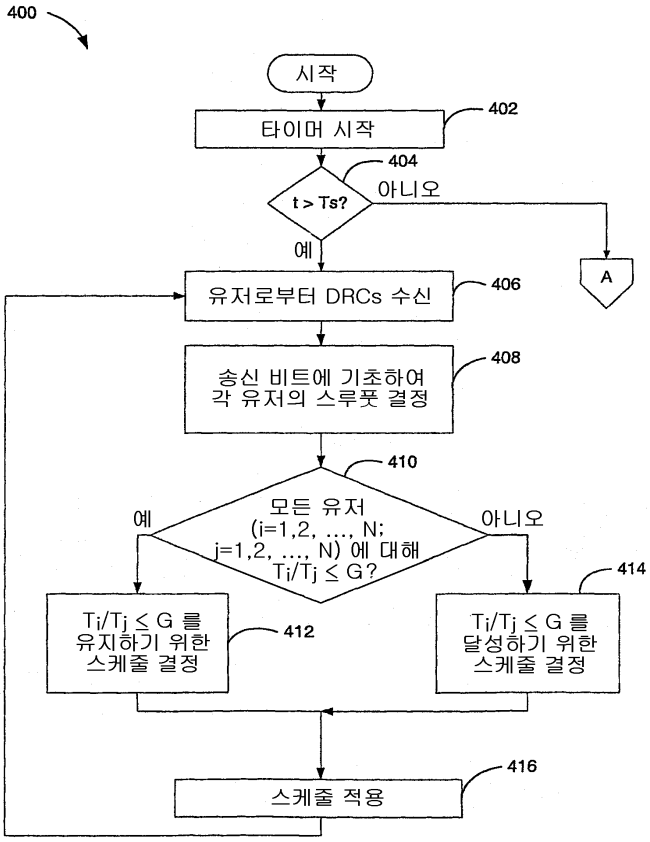
도면2


200
시작
202
유저 (i=1,2, ..., N) 로부터 DRCs 수신
204
송신 비트에 기초하여 각 유저 (i=1,2, ..., N) 의 스루풋 결정
206
모든 유저 (i=1,2, ..., N; j=1,2, ..., N) 에 대해 Ti/Tj ≤ G?
예
아니오
208
Ti/Tj ≤ G 를 유지하기 위한 스케줄 결정
210
Ti/Tj ≤ G 를 달성하기 위한 스케줄 결정
212
스케줄 적용

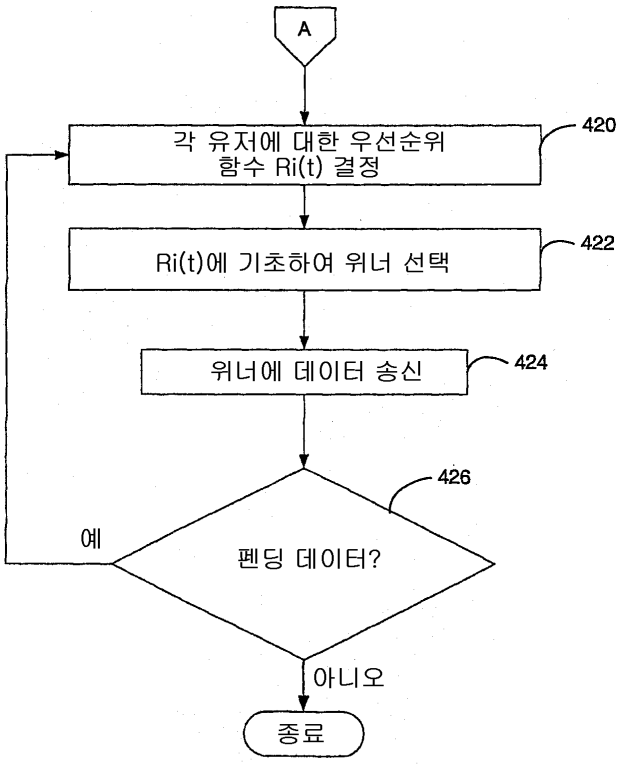
도면3


250
시작
각 유저에 대한 가중치 초기화
252
254
최소 가중치를 가진 사용자 선택
256
레이트 임계값(R_{TH}) 계산
258
예
유저 에 대한
레이트 > R_{TH} ?
아니오
260
유저의 가중치 =
유저의 가중치 + 데이터
262
유저 가중치 =
유저의 가중치 +
K x (데이터)

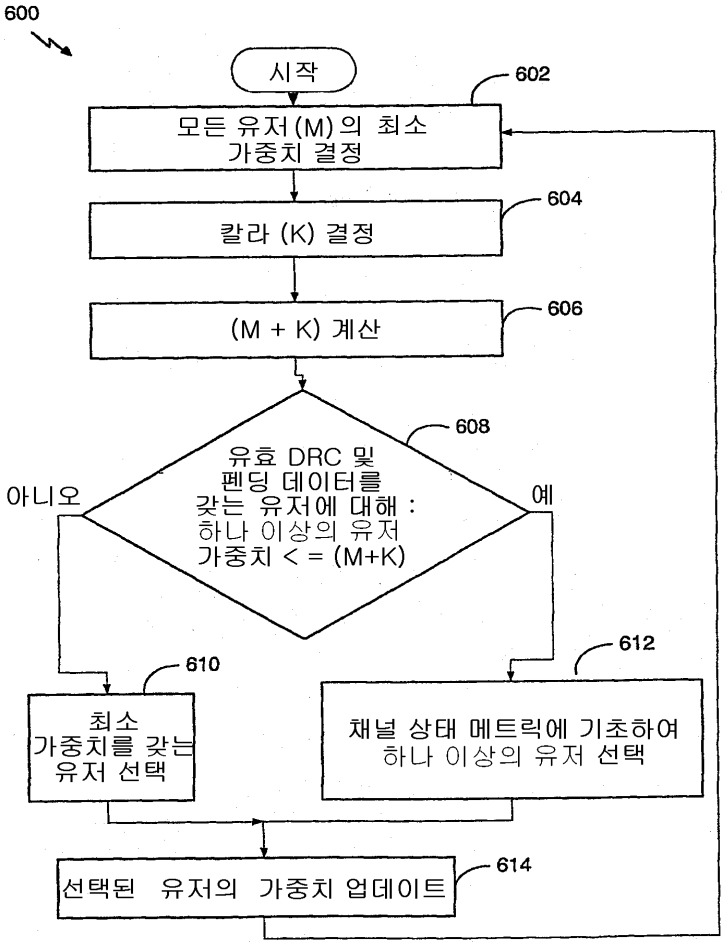
도면4a


400
시작
타이머 시작
402
404
t > Ts?
아니오
예
A
유저로부터 DRCs 수신
406
송신 비트에 기초하여
각 유저의 스루풋 결정
408
410
모든 유저
(i=1,2, ..., N;
j=1,2, ..., N) 에 대해
Ti/Tj ≤ G?
예
아니오
Ti/Tj ≤ G 를
유지하기 위한
스케줄 결정
412
Ti/Tj ≤ G 를
달성하기 위한
스케줄 결정
414
스케줄 적용
416

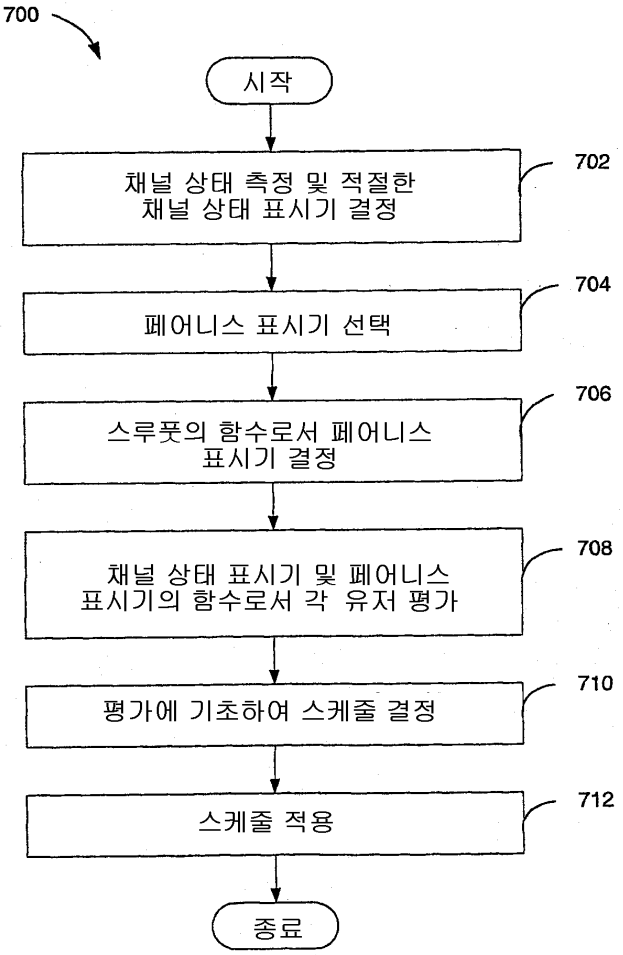
도면4b


A
각 유저에 대한 우선순위
함수 Ri(t) 결정
420
Ri(t)에 기초하여 위너 선택
422
위너에 데이터 송신
424
426
예
펜딩 데이터?
아니오
종료

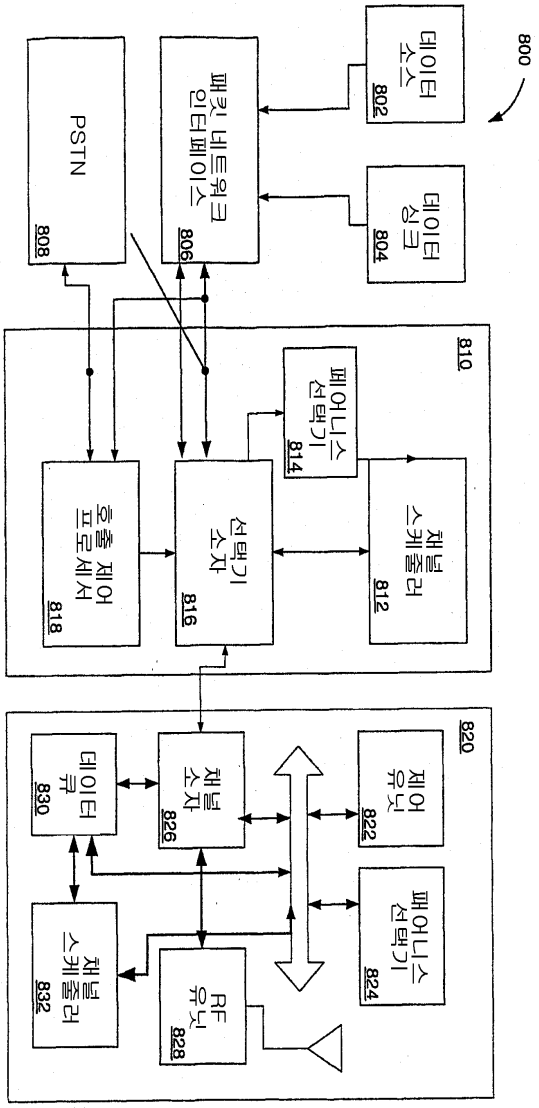
도면5


600
시작
602
모든 유저(M)의 최소 가중치 결정
604
칼라 (K) 결정
606
(M + K) 계산
608
유효 DRC 및 펜딩 데이터를 갖는 유저에 대해 : 하나 이상의 유저 가중치 < = (M+K)
아니오
예
610
최소 가중치를 갖는 유저 선택
612
채널 상태 메트릭에 기초하여 하나 이상의 유저 선택
614
선택된 유저의 가중치 업데이트

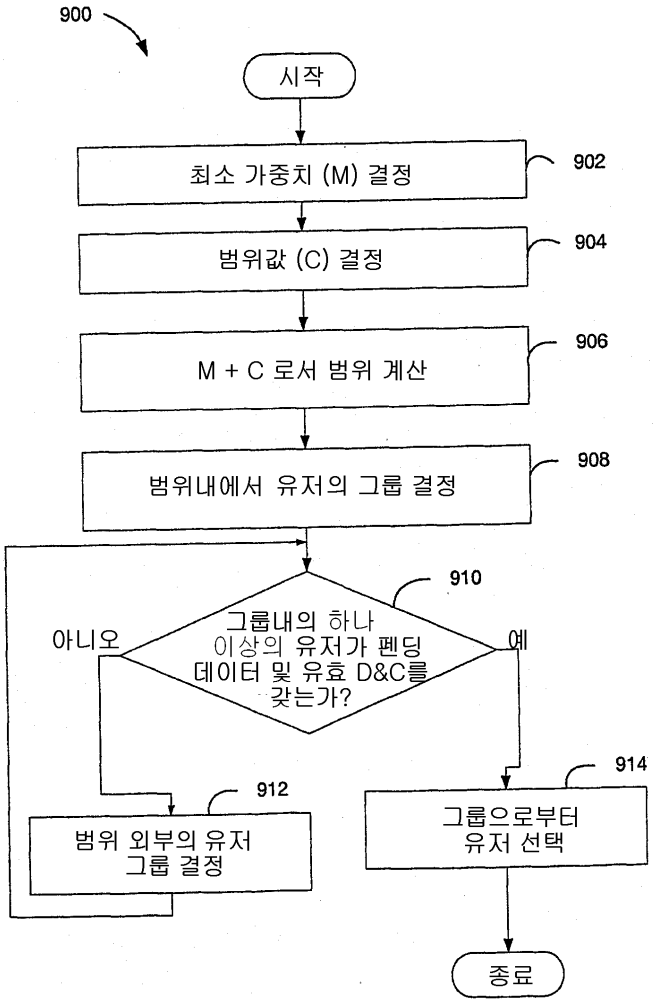
도면6


700
시작
채널 상태 측정 및 적절한 채널 상태 표시기 결정
702
페어니스 표시기 선택
704
스루풋의 함수로서 페어니스 표시기 결정
706
채널 상태 표시기 및 페어니스 표시기의 함수로서 각 유저 평가
708
평가에 기초하여 스케줄 결정
710
스케줄 적용
712
종료

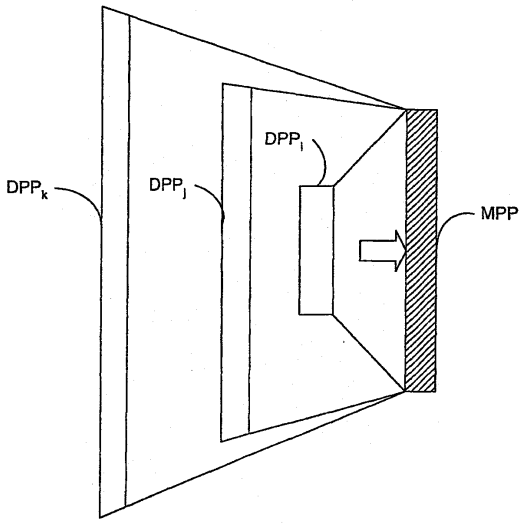
도면7


800
데이터 소스
802
데이터 싱크
804
패킷 네트워크 인터페이스
806
PSTN
808
810
패어니스 선택기
814
호출 제어 프로세서
818
선택기 소자
816
채널 스케줄러
812
820
데이터 큐
830
채널 소자
826
제어 유닛
822
패어니스 선택기
824
채널 스케줄러
832
RF 유닛
828

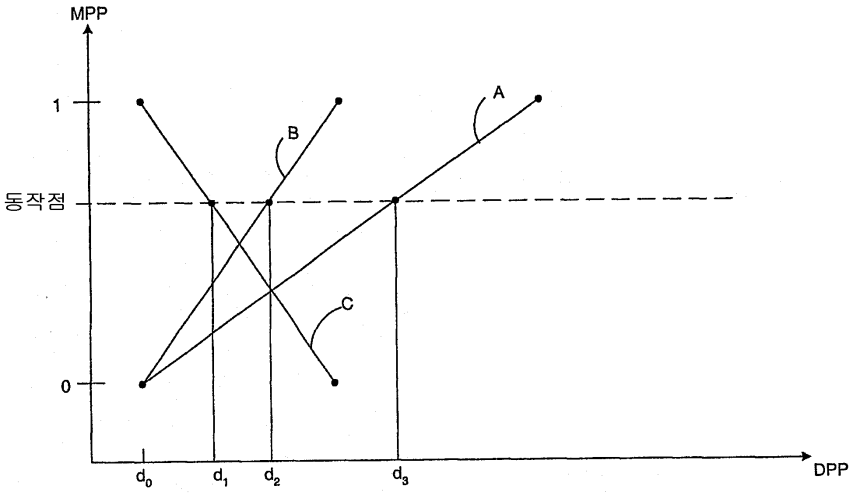
도면8


900
시작
최소 가중치 (M) 결정
902
범위값 (C) 결정
904
M + C 로서 범위 계산
906
범위내에서 유저의 그룹 결정
908
910
그룹내의 하나 이상의 유저가 펜딩 데이터 및 유효 D&C를 갖는가?
아니오
예
912
범위 외부의 유저 그룹 결정
914
그룹으로부터 유저 선택
종료

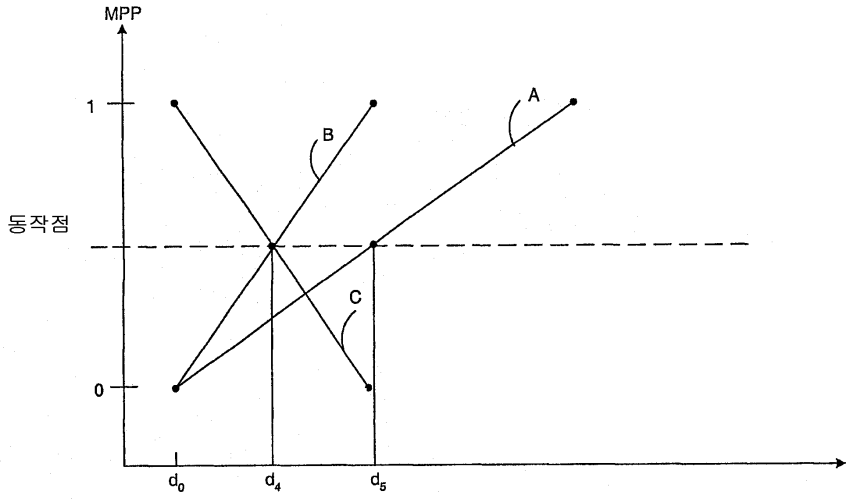
도면9a


DPP$_k$
DPP$_j$
DPP$_i$
MPP

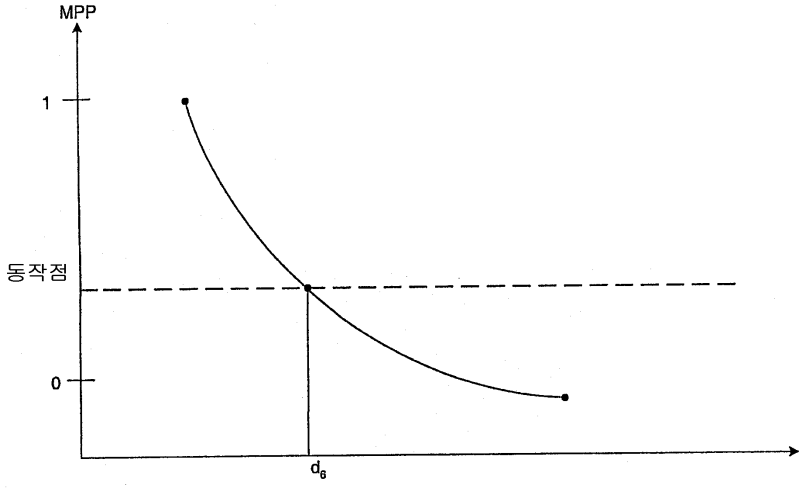
도면9b



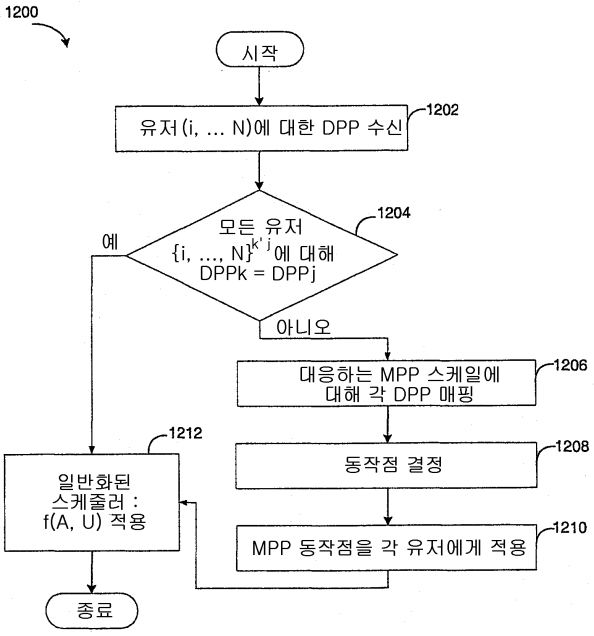
도면9c



도면9d


MPP
1
동작점
0
d_6

도면10


1200
시작
유저(i, ... N)에 대한 DPP 수신
1202
모든 유저
{i, ..., N}$^{k' j}$에 대해
DPPk = DPPj
1204
예
아니오
대응하는 MPP 스케일에
대해 각 DPP 매핑
1206
동작점 결정
1208
MPP 동작점을 각 유저에게 적용
1210
일반화된
스케줄러 :
f(A, U) 적용
1212
종료