



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0097507
(43) 공개일자 2008년11월06일

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0042427

(22) 출원일자 2007년05월02일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

장경희

서울 양천구 목6동 목동신시가지아파트 220-702

선대형

광주 남구 월산3동 덕림제일파크맨션 102-506

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔특허법인

전체 청구항 수 : 총 21 항

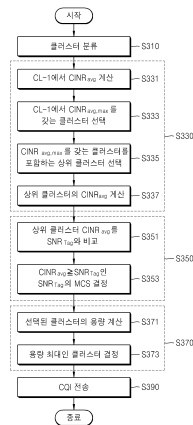
(54) OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법 및 그 장치를 제공한다.

본 발명은 기존의 고정된 서브캐리어 그룹에 대한 자원할당이 아닌 가변적으로 서브캐리어 그룹의 크기를 조절함으로써 OFDMA 시스템의 용량과 공평성을 향상시킨다. 또한 상향링크 무선자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있고, 기존의 시스템과 비슷하거나 적은 상향링크 오버헤드를 가지고 기존의 방법보다 우수한 성능 향상을 기대할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

고상준

서울 강서구 화곡7동 354-51 401호

황성현

대전 유성구 어은동 한빛아파트 136-906

엄중선

경기 수원시 영통구 매탄동 908 주공4단지 408-205

김창주

대전 유성구 전민동 엑스포아파트 105-1502

송명선

대전 유성구 어은동 한빛아파트 101-1204

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 복수의 서브캐리어 그룹인 빈을 하나 이상 포함하는 클러스터들 중 소정 기준에 따라 선택된 유효 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하는 단계;
- (b) 상기 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정하는 단계; 및
- (c) 상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

- (a1) 최소 개수의 빈으로 구성된 클러스터들의 그룹인 최하위 클러스터 그룹 내 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하는 단계;
- (a2) 상기 최하위 클러스터 그룹 내에서 평균 CINR 값이 가장 큰 제1 유효 클러스터를 선택하는 단계;
- (a3) 모든 상위 클러스터 그룹에서 상기 제1 유효 클러스터를 포함하는 상위 유효 클러스터들을 선택하는 단계; 및
- (a4) 상기 상위 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

- (b1) 상기 모든 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 타겟 SNR 값과 비교하는 단계; 및
- (b2) 상기 평균 CINR 값이 타겟 SNR 값 이상이 되는 상기 타겟 SNR 값에 매칭하는 최적 MCS 레벨을 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

- (c1) 상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 용량을 계산하는 단계; 및
- (c2) 용량이 가장 큰 클러스터를 최적 클러스터로 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 (a) 단계 이전에,

- (d) 상기 클러스터들을 빈의 수를 기초로 그룹으로 분류하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 (e) 단계는,

- 상위 클러스터 그룹 내 클러스터가 최하위 클러스터 그룹 내 연속하는 소정 개수의 클러스터를 포함하도록 구성하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

- (e) 상기 최적 클러스터의 정보를 채널 품질 지수로서 상향 링크로 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로

하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 채널 품질 지수는 상기 최적 클러스터의 MCS 레벨, 상기 최적 클러스터가 소속된 클러스터 그룹의 레벨 및 인덱스인 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 (e) 단계는,

다수의 채널 품질 지수를 상향 링크로 전송하고자 하는 경우, 다수의 최적 클러스터의 MCS 레벨 중 최하 MCS 레벨과, 상기 다수의 최적 클러스터 각각의 소속 클러스터 그룹 및 인덱스를 전송하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 (e) 단계는,

상기 다수의 최적 클러스터 중 용량이 큰 최적 클러스터부터 소속 클러스터 그룹 및 인덱스를 차례로 전송하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법.

청구항 11

복수의 서브캐리어 그룹인 빈을 하나 이상 포함하는 클러스터들 중 소정 기준에 따라 선택된 유효 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하는 CINR 계산부;

상기 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정하는 MCS 레벨 결정부; 및

상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정하는 클러스터 결정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 CINR 계산부는,

최소 개수의 빈으로 구성된 클러스터들의 그룹인 최하위 클러스터 그룹 내 클러스터 각각의 평균 CINR과, 모든 상위 클러스터 그룹에서 선택된 상위 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 계산하는 계산부; 및

상기 최하위 클러스터 그룹 내에서 평균 CINR 값이 가장 큰 제1 유효 클러스터를 선택하고, 상기 모든 상위 클러스터 그룹에서 상기 제1 유효 클러스터를 포함하는 상기 상위 유효 클러스터들을 선택하는 선택부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 MCS 레벨 결정부는,

상기 모든 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 타겟 SNR 값과 비교하는 비교부; 및

상기 평균 CINR 값이 타겟 SNR 값 이상이 되는 상기 타겟 SNR 값에 매칭하는 최적 MCS 레벨을 결정하는 선택부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 클러스터 결정부는,

상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 용량을 계산하는 용량 계산부; 및

상기 용량이 가장 큰 클러스터를 최적 클러스터로 결정하는 클러스터 선택부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 클러스터들을 빈의 수를 기초로 그룹으로 분류하는 클러스터 구성부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 클러스터 구성부는,

상위 클러스터 그룹 내 클러스터가 최하위 클러스터 그룹 내 연속하는 소정 개수의 클러스터를 포함하도록 구성하는 것을 특징으로 하는 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 최적 클러스터의 정보를 채널 품질 지수로서 상향 링크로 전송하는 전송부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 채널 품질 지수는 상기 최적 클러스터의 MCS 레벨, 상기 최적 클러스터가 소속된 클러스터 그룹의 레벨 및 인덱스인 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 전송부는,

다수의 채널 품질 지수를 상향 링크로 전송하고자 하는 경우, 다수의 최적 클러스터의 MCS 레벨 중 최하 MCS 레벨과, 상기 다수의 최적 클러스터 각각의 소속 클러스터 그룹 및 인덱스를 전송하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 전송부는,

상기 다수의 최적 클러스터 중 용량이 큰 최적 클러스터부터 소속 클러스터 그룹 및 인덱스를 차례로 전송하는 것을 특징으로 하는 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 장치.

청구항 21

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 OFDMA 시스템에서 AMC 기술을 사용하여 시스템의 성능을 극대화하고, 상향링크 무선자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있고, 상향 링크 피드백 정보를 축소할 수 있는 적응적 변조 및 코딩을 위한 CQI 제어 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

<11> 다중 사용자를 위한 OFDMA 시스템에서 열악한 무선 전송환경에서도 고품질, 높은 신뢰성 통신을 제공하기 위해 각 사용자의 채널 환경에 따른 적절한 변조방식과 코딩율을 선택하는 적응 변조 및 부호화(Adaptive Modulation

and coding: AMC) 기술이 사용되며, 이러한 시스템을 AOFDM(Adaptive OFDM) 시스템이라 한다.

- <12> AMC 기술은 채널 환경의 변화에 따라 미리 정의된 MCS 레벨 중 가장 적합한 전송 방식을 결정하는 링크 적용 기법으로, AMC의 지원을 위해서는 단말의 채널 품질 정보를 기지국이 알고 있어야 하며, 단말의 채널 품질을 기지국에 전달하기 위해 CQI(Channel Quality Indicator) 라는 지표를 사용한다.
- <13> AOFDM 시스템을 위한 기존 AMC 알고리즘을 살펴보면, 기지국의 패킷 스케줄러가 최상의 성능으로 동작하기 위해 각 단말기의 하향링크에 대한 모든 서브캐리어 채널 정보를 필요로 한다.
- <14> J. Campello는 모든 서브 캐리어의 채널 정보를 피드백하고 각 서브캐리어에 적절한 변조방식을 선택함으로써 최적의 성능을 갖는 알고리즘을 제안하였다. 그러나, 상향링크의 한정된 제어 채널에 모든 서브 캐리어의 채널 정보를 피드백하는 것은 불가능하며 이를 해결하기 위해서 적은 정보량으로 많은 채널 정보를 포함하여 피드백하는 방법이 제안되었다.
- <15> T. Keller와 L. Hanzo는 피드백 정보를 줄이기 위해, Band-AMC처럼 서브채널 정보를 블록 단위로 적용하는 방법을 제안하였으며, 이는 HIPERLAN/2 시스템을 위한 블록 단위의 채널 정보를 이용하는 SBLA(Simple Block-wise Loading Algorithm) 등이 해당된다. 그러나 WRAN 시스템의 Scattered-AMC Sub-channelization의 경우 SBLA방식을 사용하더라도 Band-AMC보다 4배나 많은 피드백 양이 요구된다. 많은 피드백 정보는 보다 좋은 AMC 기술을 운용할 수 있지만, 상향링크 측면에서 시스템의 오버헤드로 인해 스펙트럼 효율(Spectral Efficiency)이 감소하는 역효과를 가져온다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 OFDMA 시스템에서 Scattered-AMC 서브채널화(Sub-channelization)의 성능을 극대화하기 위한 클러스터 구조와 상향링크 제어채널 정보인 채널품질지수(Channel Quality Indicator: CQI)를 축소(Reduction)할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- <17> 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <18> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법은, (a) 복수의 서브캐리어 그룹인 빈을 하나 이상 포함하는 클러스터들 중 소정 기준에 따라 선택된 유효 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하는 단계; (b) 상기 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정하는 단계; 및 (c) 상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- <19> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 장치는, 복수의 서브캐리어 그룹인 빈을 하나 이상 포함하는 클러스터들 중 소정 기준에 따라 선택된 유효 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하는 CINR 계산부; 상기 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정하는 MCS 레벨 결정부; 및 상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정하는 클러스터 결정부;를 포함할 수 있다.
- <20> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은 OFDMA 시스템에서 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 것을 특징으로 한다.
- <21> 이하 본 발명의 바람직한 실시예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명될 것이다. 도면들 중 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호들 및 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- <22> 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- <23> 도 1은 IEEE 802.22 WRAN 시스템에 제안된 대역 AMC(Band-AMC)의 구조를 보여준다.

- <24> 도 1을 참조하면, Band-AMC는 주파수 영역의 채널변화가 적은 상황에서 이용된다. 주파수 영역의 채널변화가 적을 경우, 한 밴드(Band) 내에서 채널변화가 적어서 피드백(Feedback)하는 채널상황정보(Channel State Information: CSI)의 정확도가 높아짐으로써 동적 채널 할당의 수행이 가능하다. WRAN 시스템에서 Band-type AMC 서브채널(sub-channel) 구조의 가장 기본적인 단위는 빈(BIN)으로서, 주파수 영역에서 14개의 연속된 서브캐리어(Sub-carrier)가 모여서 구성된다. 그리고 주파수 영역에서 4개의 연속된 빈, 즉, 56개의 연속된 서브캐리어가 모여서 하나의 밴드를 이루며, FFT(Fast Fourier Transform) 사이즈(Size)가 2048인 경우 전체 30개의 밴드로 구성된다. 사용자는 밴드 단위로 채널상황정보를 기지국(Base Station)에 피드백하고, 요구하는 서비스에 따라 한 밴드 또는 그 이상을 서브채널로 사용한다. 이로써 다중 사용자 다이버시티(Multi-user Diversity) 이득 및 주파수 다이버시티(Implicit Frequency Diversity) 이득을 얻기 때문에 시스템의 용량 및 주파수 효율을 향상시키는 장점을 가진다.
- <25> 도 2는 IEEE 802.22 WRAN 시스템에 제안된 Scattered-AMC의 구조를 보여준다.
- <26> 도 2를 참조하면, Scattered-AMC는 Band-AMC와 마찬가지로 동적 자원 할당을 사용한다. Scattered-AMC 서브채널은 Band-AMC보다 주파수 영역에서의 채널이 좀 더 빠르게 변하는 환경에서 사용한다. Scattered-AMC 서브채널 구조는 Band-AMC 와 마찬가지로 가장 기본적인 단위는 빈으로서, 주파수 영역에서 14개의 연속된 서브캐리어가 모여서 구성되며, 한 빈은 12개의 연속된 데이터 서브 캐리어(Data Sub-carrier)와 채널 추정을 위한 2개의 파일럿 서브 캐리어(Pilot Sub-carrier)로 이루어진다. Scattered-AMC는 Band-AMC와 마찬가지로 주파수 영역에서 1개 이상의 연속된 빈이 모여서 하나의 밴드를 이루나, Scattered 빈(BIN)이 모여 서브채널이 구성되는 점에서 Band-AMC와 다르다. Scattered-AMC는 서브채널에 대한 할당이 끝나면 각 서브채널 내의 반송파에 대한 인덱스는 Band-AMC와 같은 과정을 통하여 이루어진다. Scattered-AMC는, 밴드 단위로 채널상황정보를 기지국에 피드백하고 요구하는 서비스에 따라 밴드별로 할당하는 Band-type AMC 서브채널 구조와는 다르게 빈 혹은 Scattered-Band 별로 채널 상황 정보를 피드백한다. 이로써 다중 사용자 다이버시티 이득 및 주파수 다이버시티 이득을 얻음으로 시스템의 용량 및 주파수 효율을 향상시키는 장점을 가진다.
- <27> 그러나 Scattered 빈 또는 Scattered-Band 단위로 채널상황정보를 기지국에 피드백하기 때문에 상향링크의 주파수 효율을 감소시키는 요인이 되고 있다. 따라서 상향링크의 오버헤드(Overhead)를 줄이는 기법이 필요하다.
- <28> 본 발명에서는 상향링크 오버헤드를 줄이면서 시스템의 성능을 극대화하는 방법을 제안하고자 한다.
- <29> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응적 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법을 설명하는 흐름도이다.
- <30> 도 3을 참조하면, CQI 제어 장치는 수신한 복수의 서브캐리어에 대해 클러스터를 구성하고, 클러스터 크기에 따라 최하위 클러스터 그룹부터 최상위 클러스터 그룹까지 분류한다(S310).
- <31> 클러스터(cluster)는 복수의 서브캐리어 그룹인 빈(BINs)을 하나 이상 포함하는 빈의 그룹으로 정의되고, 하나의 빈은 파일럿 서브캐리어와 데이터 서브캐리어로 구성된다. 여기서 클러스터 크기는 클러스터를 구성하는 빈의 수로 표현하기로 한다. 클러스터 레벨(cluster level: CL)은 클러스터 그룹을 클러스터 크기를 기초로 계층화한 것으로, 클러스터를 구성하는 빈 수가 증가할수록 클러스터 레벨이 높아진다. 가장 적은 개수의 빈으로 구성된 클러스터들의 그룹인 최하위 클러스터 그룹을 클러스터 레벨 1로 지정하고, CL-1으로 표현한다. 각 클러스터 그룹 내 클러스터에는 첫 번째 클러스터부터 클러스터 인덱스(cluster index)가 차례로 할당된다.
- <32> 본 발명의 클러스터 구조는, 상위 클러스터 그룹 내 클러스터가 최하위 클러스터 그룹 내의 연속하는 소정 개수의 클러스터를 포함하도록 구성되기 때문에 동적으로 변화되는 클러스터 구조를 갖는다.
- <33> 클러스터 레벨 1 내지 클러스터 레벨 4로 분류되는 클러스터 구조를 구성하는 경우, 클러스터 레벨 1의 각 클러스터는 하나의 빈으로 구성되고, 클러스터 레벨 2의 각 클러스터는 상기 클러스터 레벨 1의 클러스터를 연속하여 두 개씩 포함하도록 구성할 수 있다. 이하에서는 인덱스를 0부터 할당하는 구성으로 설명한다.
- <34> 예를 들어, 첫 번째 빈(BIN-1), 두 번째 빈(BIN-2), 세 번째 빈(BIN-3), 네 번째 빈(BIN-4) 각각으로 구성된 클러스터는 클러스터 레벨 1의 제1 클러스터(CL-1(0)), 제2 클러스터(CL-1(1)), 제3 클러스터(CL-1(2)), 제4 클러스터(CL-1(3))가 된다. 상기 BIN-1과 BIN-2, BIN-2와 BIN-3, BIN-3과 BIN-4 각각으로 구성된 클러스터는 클러스터 레벨 2의 제1 클러스터(CL-2(0)), 제2 클러스터(CL-2(1)), 제3 클러스터(CL-2(2))가 된다. 상기 BIN-1, BIN-2와 BIN-3, BIN-2, BIN-3와 BIN-4 각각으로 구성된 클러스터는 클러스터 레벨 3의 제1 클러스터(CL-3(0)), 제2 클러스터(CL-3(1))가 된다. 상기 BIN-1, BIN-2, BIN-3과 BIN-4로 구성된 클러스터는 클러스터 레벨

4의 제1 클러스터(CL-4(0))가 된다.

- <35> 다음으로 클러스터들 중 소정 기준에 따라 선택된 특정 클러스터에 대한 캐리어 대 간섭 잡음비(Carrier-to-Interference-plus-Noise Ratio: CINR)를 계산한다(S330).
- <36> 보다 구체적으로, 최소 개수의 빈으로 구성된 클러스터들의 그룹인 최하위 클러스터 그룹, 즉 클러스터 레벨 1(CL-1)에서 각 클러스터별로 평균 CINR을 계산한다(S331). 여기서 평균 CINR($CINR_{av}$)은 CL-1 내 각 클러스터를 구성하는 하나의 빈 내의 서브캐리어들에 대한 CINR 평균값이다.
- <37> 상기 CL-1에서 계산된 $CINR_{av}$ 값 중 가장 큰 $CINR_{av}$ 값을 갖는 제1 유효 클러스터를 선택한다(S333).
- <38> 모든 상위 클러스터 그룹에서 상기 제1 유효 클러스터를 포함하는 상위 유효 클러스터들을 선택한다(S335). 상위 클러스터는 최하위 클러스터 그룹 내 연속하는 클러스터들을 소정 개수 포함하여 구성되므로, 상위 클러스터 각각은 최하위 클러스터를 일부로서 포함한다. 따라서 CL-1에서 선택된 제1 유효 클러스터의 위치에서 좌우 양 방향으로 제1 유효 클러스터를 포함하는 상위 유효 클러스터를 각 상위 클러스터 그룹에서 선택한다.
- <39> 선택된 상기 각 상위 유효 클러스터에 대해 평균 CINR 값을 계산한다(S337). 여기서 평균 CINR은 해당 클러스터를 구성하는 빈들에 대해 계산되는 평균값으로, 선택된 각 상위 유효 클러스터는 최하위 클러스터에서 선택된 제1 유효 클러스터를 포함하고 있으므로, CL-1에서 계산된 $CINR_{av}$ 를 이용할 수 있다.
- <40> 다음으로 상기 유효 클러스터 각각에 대해 계산된 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정한다(S350).
- <41> 변조 및 코딩 구조(Modulation and Coding Scheme: MCS)는 한 사용자의 전송가능한 변조 차수(Modulation Order)와 코딩률, 즉, 미리 정의된 변조 및 채널 코딩의 조합으로, MCS 개수에 따라 레벨 1에서 레벨 N까지 복수 개의 MCS들을 정의할 수 있다. 각 MCS 레벨은 매칭되는 타겟 SNR(Target SNR: SNR_{Target}) 값을 갖는다. SNR_{Target} 은 특정 PER(packet error rate) 성능을 보장할 수 있는 기준 SNR 값으로, 예를 들어, 1%의 특정 PER에서의 타겟 SNR을 SNR_{Target} 으로 결정할 수 있다. 프레임 오류 확률(Frame Error Rate: FER)은 수신 채널 품질 결정의 중요한 척도가 되는 인자이다.
- <42> 보다 구체적으로, 각 상위 유효 클러스터의 평균 CINR($CINR_{av}$) 값을 SNR_{Target} 값과 비교한다(S351). 비교 결과 $CINR_{av}$ 이 SNR_{Target} 이상이면, 상기 SNR_{Target} 에 매칭하는 최적 MCS 레벨을 결정함으로써 각 상위 클러스터의 최적 MCS 레벨을 결정한다(S353).
- <43> 다음으로 각 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정한다(S370).
- <44> 보다 구체적으로, 상기 최적 MCS 레벨을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 용량(Throughput)을 계산하고(S371), 용량이 가장 큰 클러스터를 최적 클러스터로 결정한다(S373). 일반적으로 패킷 스케줄러는 가장 많은 데이터를 전송할 수 있도록 용량(throughput)을 높여 시스템의 성능을 향상시키고자 한다. 따라서 용량이 최대인 클러스터를 선택하는 것이 바람직하다.
- <45> 용량 계산은 일 예로서, 서브캐리어(sub-carrier)/심벌시간(symbol time)에 대해 $\{(1-PER) \times \text{심볼 당 비트수 (bits per symbol)}\}$ 로 계산될 수 있고, 그 외 다른 방법으로도 계산될 수 있다.
- <46> 다음으로 선택된 최적 클러스터의 정보를 채널 품질 지수(Channel Quality Indicator: CQI)로서 상향 링크로 전송한다(S390). 상기 채널 품질 지수는 단말의 수신 품질을 피드백 채널을 통해 전달하기 위해 사용하는 지표로서, 상기 최적 클러스터의 MCS 레벨, 인접 채널 레벨(Adjacent Channel Level: ACL) 및 인덱스를 이용한다.
- <47> ACL은 최적 클러스터가 소속된 클러스터 그룹의 레벨로 표현되며, 예를 들어, 클러스터 레벨 3의 인덱스 4가 할당된 클러스터가 최적 클러스터로 선택된 경우, ACL은 CL-3이 된다.
- <48> 만일 시스템의 요구 사항에 따라서 n개 클러스터의 CQI 정보가 필요하다고 가정할 경우, 단계 331에서, CL-1 내에서 $CINR_{av}$ 가 큰 순서부터 n개의 제1 유효 클러스터를 선택하고, 각 제1 유효 클러스터에 대해 단계 333 내지 단계 373을 반복 수행한다. 그 결과, n개의 최적 클러스터가 결정되고, 각 최적 클러스터의 MCS 레벨, ACL 및 인덱스, 즉 n개의 MCS 레벨, n개의 ACL, n개의 인덱스가 결정된다. 여기서, n개의 MCS 레벨 중 가장 낮은 MCS 레벨 및 클러스터의 용량 순으로 n개의 ACL과 인덱스를 CQI로서 전송한다.

- <49> 도 4는 도 3의 실시예에 따른 적응 변조 및 부호화를 위한 CQI 제어 방법의 예를 나타내는 도면이다.
- <50> 도 4를 참조하면, 상기 예는 전체 대역을 구성하는 서브캐리어 수가 1024이고, 4개의 클러스터 레벨로 분류된 클러스터 구조이다. 클러스터를 구성하는 각 빈은 하나의 파일럿과 8개의 연속적인 데이터를 포함하여 9개의 서브캐리어로 구성된다. 빈을 구성하는 파일럿과 데이터의 수는 변경될 수 있음을 본 발명의 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 충분히 알 수 있을 것이다.
- <51> 상기 예에서, 최하위 클러스터 그룹(CL-1)은 하나의 빈으로 구성된 96개의 클러스터로 구성되고, 각 클러스터는 0부터 95까지 차례로 인덱스가 할당된다. 두 번째 상위 클러스터 그룹(CL-2)은 CL-1의 연속하는 두 개의 클러스터, 즉 두 개의 빈을 포함하는 클러스터들로 구성되고, 역시 차례로 인덱스가 할당된다. 예를 들어, CL-2의 인덱스 0의 클러스터 CL-2(0)은 CL-1의 인덱스 0, 1의 클러스터로 구성되고, CL-2의 인덱스 1의 클러스터 CL-2(1)은 CL-1의 인덱스 1, 2의 클러스터로 구성된다. 또한 세 번째 상위 클러스터 그룹(CL-3)은 CL-1의 연속하는 세 개의 클러스터, 즉 세 개의 빈을 포함하는 클러스터들로 구성되고, 역시 차례로 인덱스가 할당된다. 예를 들어, CL-3의 인덱스 0의 클러스터 CL-3(0)은 CL-1의 인덱스 0, 1, 2의 클러스터로 구성되고, CL-3의 인덱스 1의 클러스터 CL-3(1)은 CL-1의 인덱스 1, 2, 3의 클러스터로 구성된다. 마찬가지로 네 번째 상위 클러스터 그룹(CL-4)은 CL-1의 연속하는 네 개의 클러스터, 즉 네 개의 빈을 포함하는 클러스터들로 구성되고, 역시 차례로 인덱스가 할당된다. 예를 들어, CL-4의 인덱스 0의 클러스터 CL-4(0)은 CL-1의 인덱스 0, 1, 2, 3의 클러스터로 구성되고, CL-4의 인덱스 1의 클러스터 CL-4(1)은 CL-1의 인덱스 1, 2, 3, 4의 클러스터로 구성된다.
- <52> CL-1에서 인덱스가 할당된 각 클러스터의 평균 CINR값을 계산하고, 계산된 CL-1의 평균 CINR 값 중 가장 큰 값을 갖는 제1 유효 클러스터를 선택한다. 상기 예에서, 인덱스 5의 클러스터 CL-1(5)가 제1 유효 클러스터로서 선택되었다.
- <53> 각 상위 클러스터 그룹에서, 상기 CL-1(5)의 클러스터 위치에서 좌우 방향으로, 상기 CL-1(5)의 클러스터를 일부로서 포함하는 상위 유효 클러스터를 선택한다. 상기 예에서, CL-2(4, 5), CL-3(3, 4, 5), CL-4(2, 3, 4, 5)가 상위 유효 클러스터로서 선택되었다.
- <54> 선택된 각 상위 유효 클러스터에 대하여 CL-1의 평균 CINR 값을 이용하여 평균 CINR 값을 계산한다.
- <55> 계산된 각 유효 클러스터의 평균 CINR 값을 타겟 SNR 값과 비교하여 평균 CINR 값이 타겟 SNR 값 이상일 때의 타겟 SNR 값에 매칭하는 MCS 레벨을 결정한다.
- <56> 결정된 각 MCS 레벨을 이용하여 각 유효 클러스터의 용량(throughput)을 계산한다.
- <57> 계산된 용량 결과를 비교하여 가장 큰 값을 갖는 최적 클러스터를 선택하고, 최적 클러스터의 MCS 레벨, 소속 클러스터 그룹 레벨(ACL)과 인덱스를 CQI 정보로서 선택한다. 상기 예에서, CL-4(5)가 선택되었다. 여기서, ACL은 CL-4이고, 인덱스는 5이다.
- <58> n개 클러스터의 CQI 정보가 필요할 경우에는, CL-1에서 n-1 개의 클러스터를 추가 선택하고, 상기 n-1 클러스터에 대해 상기 과정을 n-1회 추가 반복함으로써 n개의 최적 클러스터를 선택한다. 이때 선택된 n개의 MCS 레벨 중 가장 낮은 MCS 레벨을 선택하고, 선택된 MCS 레벨로 피드백 신호를 전송한다.
- <59> 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 계산된 MCS, ACL, 인덱스를 상향링크 채널을 통해 보내기 위한 포맷을 나타내는 도면이다.
- <60> 도 5를 참조하면, n개의 선택된 최적 클러스터의 CQI 정보가 요청되는 경우, n개의 최적 클러스터에 대해 결정된 MCS 레벨 중 가장 낮은 MCS 레벨을 첫 번째 필드에 채우고, n개의 최적 클러스터의 ACL 및 인덱스를 용량이 큰 클러스터부터 차례로 두 번째 필드 이후의 필드에 채운다.
- <61> 만약 n=5인 경우 5개의 최적 클러스터가 결정되고, 5개의 ACL과 인덱스가 또한 결정된다. 결정된 5개의 클러스터의 MCS 레벨 중 가장 낮은 MCS 레벨을 갖는 클러스터를 CQI 보고를 위한 클러스터로 선택하고, 선택된 클러스터의 MCS 레벨을 첫 번째 필드에 채운다. 그리고 5개의 ACL 및 인덱스를 용량이 낮은 클러스터의 해당 값부터 차례로 후속 필드에 채운다.
- <62> 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 변조 및 부호화(AMC)를 이용하는 OFDMA 시스템에서 CQI 제어 장치(600)를 개략적으로 도시한 블록도이다. 전송된 내용과 중복되는 내용의 상세한 설명은 생략하겠다.
- <63> 도 6을 참조하면, CQI 제어 장치(600)는 클러스터 구성부(610), 제어 정보 구성부(630) 및 전송부(670)를 포함

한다.

- <64> 클러스터 구성부(610)는 복수의 서브캐리어 그룹인 빈을 하나 이상 포함하는 클러스터들을 빈의 개수를 기초로 그룹으로 분류하고 레벨화한다. 상위 클러스터 그룹 내 클러스터는 최하위 클러스터 그룹 내 연속하는 소정 개수의 클러스터를 포함하도록 구성된다. 각 클러스터 그룹 내 클러스터에는 차례로 인덱스가 할당된다.
- <65> 제어 정보 구성부(630)는 상향 링크에 전송할 피드백 신호에 실릴 CQI 정보를 결정한다. 제어 정보 구성부(630)는 CINR 계산부(640), MCS 레벨 결정부(660), 클러스터 결정부(680)를 포함한다.
- <66> CINR 계산부(640)는 클러스터들 중에서 소정 기준에 따라 선택된 유효 클러스터들의 평균 CINR을 계산한다. CINR 계산부(640)는 계산부(641)와 선택부(645)를 포함한다. 계산부(641)는 최소 개수의 빈으로 구성된 클러스터들의 그룹인 최하위 클러스터 그룹 내 클러스터 각각의 평균 CINR을 계산하고, 선택부(645)는 상기 최하위 클러스터 그룹 내에서 평균 CINR 값이 가장 큰 제1 유효 클러스터를 선택하고, 모든 상위 클러스터 그룹에서 상기 제1 유효 클러스터를 일부분으로 포함하는 상위 유효 클러스터들을 선택한다. 다시 계산부(641)는 상위 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 계산한다.
- <67> MCS 레벨 결정부(660)는 유효 클러스터들의 평균 CINR 값을 기초로 상기 유효 클러스터 각각의 최적 MCS 레벨을 결정한다. MCS 레벨 결정부(660)는 비교부(661) 및 선택부(665)를 포함한다. 비교부(661)는 모든 유효 클러스터 각각의 평균 CINR 값을 타겟 SNR 값과 비교하고, 선택부(665)는 비교 결과 평균 CINR 값이 타겟 SNR 값 이상이 되는 최적 타겟 SNR 값을 선택하고, 이에 매칭하는 MCS 레벨을 결정한다.
- <68> 클러스터 결정부(680)는 최적 MCS 레벨을 기초로 유효 클러스터 중 최적 클러스터를 결정한다. 클러스터 결정부(680)는 용량 계산부(681) 및 클러스터 선택부(685)를 포함한다. 용량 계산부(681)는 유효 클러스터들 각각에 대해 결정된 최적 MCS 레벨을 기초로 용량을 계산하고, 클러스터 선택부(685)는 용량이 가장 큰 클러스터를 최적 클러스터로 결정한다.
- <69> 전송부(670)는 최적 클러스터의 정보를 채널 품질 지수로서 선택하고 소정 포맷을 구성한 후 상향 링크로 전송한다. 상기 채널 품질 지수는 최적 클러스터의 MCS 레벨, 상기 최적 클러스터가 소속된 클러스터 그룹의 레벨 및 인덱스이다. 전송부(670)는 다수의 채널 품질 지수를 상향 링크로 전송하고자 하는 경우, 도 5의 포맷에 따라 다수의 최적 클러스터의 MCS 레벨 중 최하 MCS 레벨과, 상기 다수의 최적 클러스터 각각의 소속 클러스터 그룹 레벨 및 인덱스를 용량이 높은 클러스터에 대한 값부터 차례로 전송한다.
- <70> 본 발명에 따른 장치에 의해 상향링크 무선자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있고, 한정된 상향링크 제어채널의 피드백량을 줄임으로써 주파수 효율을 증가시키며, 기존의 시스템과 비슷하거나 적은 상향링크 오버헤드를 가지고 보다 향상된 성능을 기대할 수 있다.
- <71> 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 방법과 타 방법의 성능과 상향링크 오버헤드를 비교하는 도면이다.
- <72> 도 7을 참조하면, 시스템 A는 Scattered-AMC와 Band-AMC의 성능 차이를 보이기 위하여 Band-AMC를 사용하고, IEEE 802.16e Mobile WiMAX와 같이 5개 밴드의 인덱스를 피드백하는 시스템이다. 시스템 B는 단일 방향 클러스터 개념을 도입하여 CQI 피드백량을 줄인 시스템이다. 시스템 C는 본 발명에서 제안된 양방향 클러스터 개념이 도입된 방법으로 CQI를 피드백하는 시스템이다. 시스템 D는 모든 단말기가 모든 밴드에 대해 MCS 정보를 전달하는 이상적인 시스템이다.
- <73> 각 시스템의 상향링크 오버헤드를 비교하면, 모든 밴드에 대해 채널정보를 제공하는 시스템 D가 가장 상향링크 오버헤드가 크고, 본 발명에 따른 방법이 적용된 시스템 C는 IEEE 802.16e의 시스템 A보다 적은 상향링크 오버헤드를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이는 본 발명에 따른 발명이 기존의 Band-AMC 보다 적은 양의 상향링크 오버헤드를 가지고 시스템의 성능향상을 나타냄을 알 수 있다.
- <74> 시스템 B는 상향링크 오버헤드량은 가장 작지만 불확실한 채널 정보로 인하여 성능이 본 발명에 따른 시스템 C보다 좋지 않음을 도 7과 도 8에서 확인할 수 있다.
- <75> 도 8은 도 7의 각 시스템 모델의 섹터 용량(Sector Throughput)을 나타낸 도면이다.
- <76> 도 8을 참조하면, 전체 밴드에 대해서 CQI를 피드백하는 시스템 D가 가장 많은 용량(Throughput)을 보이는 것을 확인할 수 있다. 이는 많은 양의 상향링크 오버헤드를 가지고 있지만, 정확한 채널정보로 인하여 정확한 채널 할당을 할 수 있기 때문이다.

- <77> 한편 본 발명을 적용한 시스템 C는 이상적인 시스템인 시스템 D에 비하여 약 4.3%의 성능 열화가 있지만, 시스템 A와 시스템 B에 대해서 약 11.8%, 5.8%의 성능이 향상된 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명을 적용한 시스템 C는 시스템 A, B에 비하여 CQI 정보를 효율적으로 피드백을 함으로써 주파수 효율이 좋아지고, 용량이 향상되었음을 확인할 수 있다.
- <78> 도 9의 (a)는 도 7의 각 시스템 모델에 의한 사용자별 데이터 전송률을 나타내는 도면이고, 도 9의 (b)는 도 7의 각 시스템의 사용자별 용량 표준편차를 나타내는 도면이다. 표준편차가 낮을수록 공평성(Fairness)이 높은 것이다.
- <79> 도 9를 참조하면, 도 9의 (a) 및 (b)에서 확인할 수 있듯이 본 발명을 적용한 시스템 C는 시스템 A와 비교할 때 데이터 전송률은 높지만 공평성(Fairness) 측면에서 성능 열화가 있음을 알 수 있다. 이는 시스템 C가 유동적인 할당 단위를 가지고 있기 때문에 고정적인 할당 단위를 가지는 시스템 A에 비하여 상대적으로 채널 상황이 좋은 사용자가 보다 많은 채널을 할당받게 되는 반면, 시스템 A는 고정된 밴드의 크기로 인해 모든 사용자에게 보다 공평하게 채널을 할당하기 때문이다.
- <80> 또한 시스템 B는 가장 적은 양의 CQI 전송 비트가 필요하다는 장점을 가지고 있지만, 이 때문에 CQI 정보의 정확성이 떨어지게 되고, 따라서 시스템 C에 비하여 용량과 공평성 측면에서 모두 낮은 성능을 보이고 있다.
- <81> 마지막으로 시스템 D는 네 개의 시스템들 중 가장 작고 고정된 할당 단위를 이용한다. 때문에 CQI 정보의 정확도가 가장 높음으로 용량 측면에 매우 높은 성능을 보인다. 하지만 가장 작은 할당 단위로 인해 본 발명이 적용된 시스템 C 보다는 채널 상황이 좋은 사용자에게 보다 많은 채널이 할당되기 때문에, 본 발명이 적용된 시스템 C 보다 공평성 측면에서는 열화된 성능을 보인다.
- <82> 본 발명은 설명의 편의를 위해 OFDMA 기술을 사용하는 기지국과 이동국을 예로 들어 설명하였으나, OFDM-FDMA/CDMA/TDMA 기술을 사용하는 무선통신 및 셀룰러 이동통신 시스템의 기지국과 이동국에도 적용할 수 있음을 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 충분히 알 수 있을 것이다.
- <83> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고, 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.
- <84> 지금까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다.
- <85> 그러므로 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.
- 발명의 효과**
- <86> 본 발명은 OFDMA 시스템에서 AMC 기술을 사용하여 성능을 극대화할 수 있는 FBL(Flexible Block-wise Loading) 방법이다.
- <87> 본 발명은 기존의 고정된 크기의 서브 캐리어 그룹에 대한 채널 정보를 전송하는 방법에서 탈피하여 제한된 피드백 정보 내에서 최대 전송량을 갖는 서브캐리어 그룹의 가변 크기와 변조방식의 조합을 한정된 피드백 정보에 포함시킴으로써 주파수 효율과 OFDMA 시스템의 용량과 공평성 성능을 향상시킨다.
- <88> 본 발명에서는 기준이 되는 최하위 클러스터 그룹에서 선택된 클러스터 위치에서 양방향으로 채널의 유사도를 계산함으로써 기존 방법보다 효율적인 CQI 보고를 가능하게 하여 시스템 성능이 향상된다.
- <89> 본 발명에서 제안한 클러스터 구조는 AMC(Adaptive Modulation and Coding)를 사용하는 모든 통신 시스템에 적

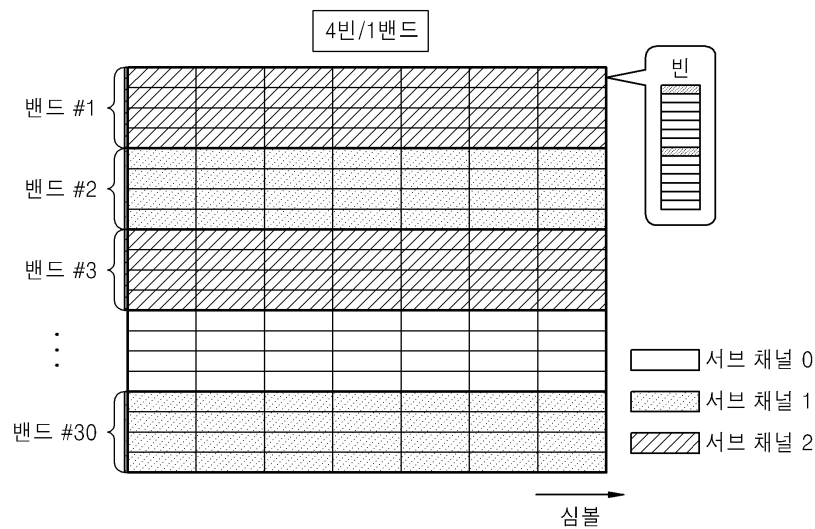
용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

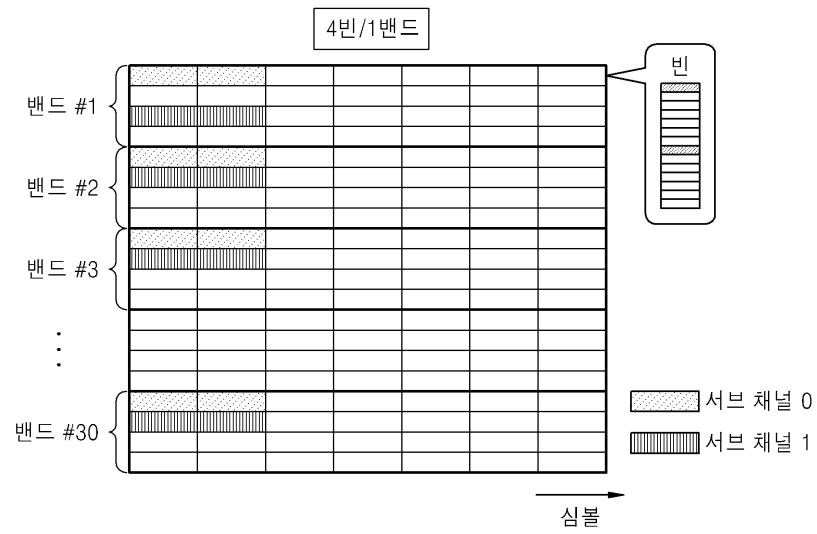
- <1> 도 1은 IEEE 802.22 WRAN시스템에 제안된 Band-AMC의 구조를 나타내는 도면이다.
- <2> 도 2는 IEEE 802.22 WRAN시스템에 제안된 Scattered-AMC의 구조를 나타내는 도면이다.
- <3> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 OFDMA 시스템에서 AMC를 위한 CQI 제어 방법을 설명하는 흐름도이다.
- <4> 도 4는 도 3의 실시예를 보다 상세하게 설명하는 클러스터 구조이다.
- <5> 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 상향링크 채널을 통해 피드백하는 제어 정보 전송 포맷을 나타내는 도면이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 OFDMA 시스템에서 AMC를 위한 CQI 제어 장치를 설명하는 블록도이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 수행된 결과인 성능과 상향링크 오버헤드를 타 방법과 비교하는 도면이다.
- <8> 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 수행된 결과인 섹터용량 (Sector Throughput) 성능을 나타내는 도면이다.
- <9> 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 수행된 결과인 사용자별 용량 및 공평성(Fairness) 성능을 나타내는 도면이다.

도면

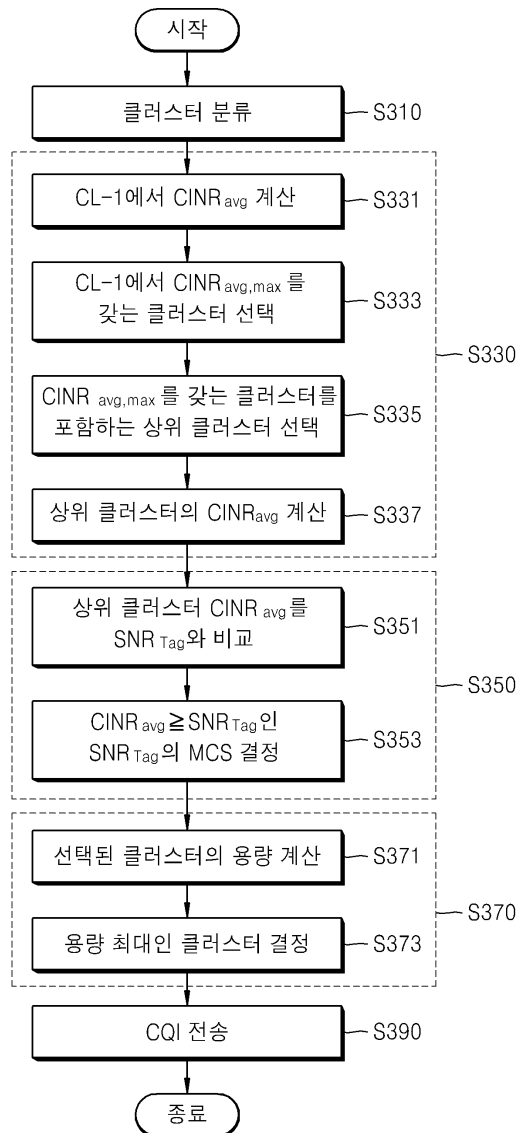
도면1



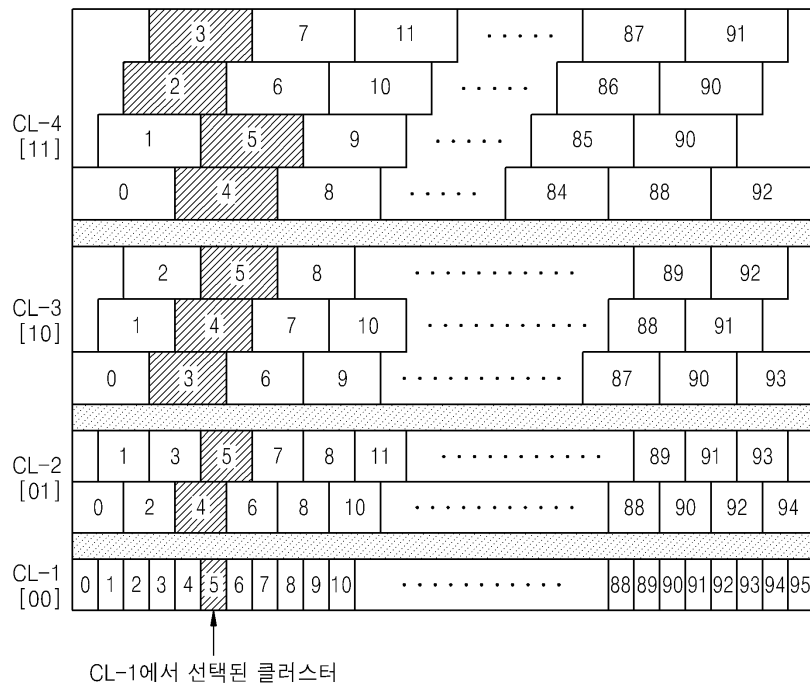
도면2



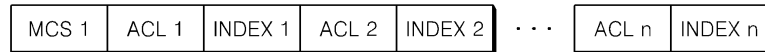
도면3



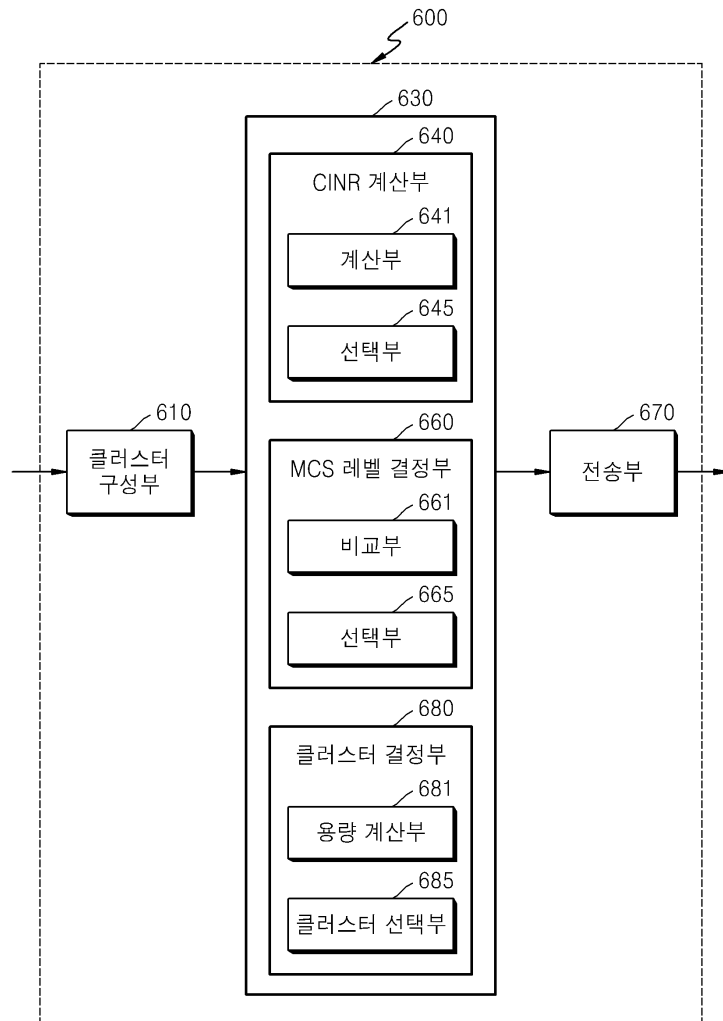
도면4



도면5



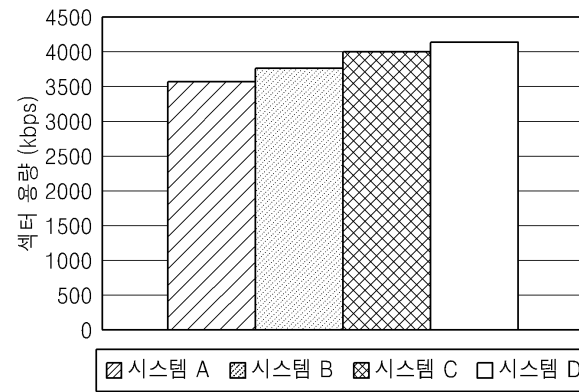
도면6



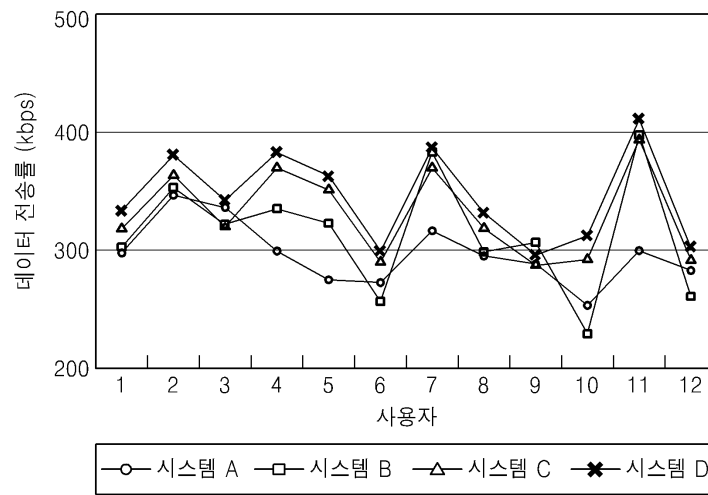
도면7

	서브-채널화	CQI 보고	CQI 보고서 업링크 오버헤드
시스템 A	Band-AMC	최적 5개 밴드	$[5(\text{밴드 인덱스}) + 5(\text{CINR})] * 5(\text{보고 밴드 수})$ =50 bit/UE
시스템 B	Scattered-AMC	클러스터	$2(\text{CVL}) + 3(\text{MCS}) + 5(\text{인덱스}) * 3(\text{비트})$ =20 bit/UE
시스템 C	Scattered-AMC	클러스터	$3(\text{MCS}) + k(\text{인덱스}) * 9(\text{ACL} + \text{인덱스 비트})$ If(k=5) 48 bit/UE
시스템 D	Scattered-AMC	모든 밴드	$[6(\text{밴드 인덱스}) + 5(\text{CINR})] * 96(\text{보고 밴드 수})$ =1056 bit/UE

도면8



도면9



(a)

	사용자별 평균 데이터 전송률	표준 편차
시스템 A	296.4	25.4
시스템 B	313.2	48.1
시스템 C	331.5	36.1
시스템 D	345.8	37.2

(b)