



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0054694
(43) 공개일자 2009년06월01일

(51) Int. Cl.

H04L 1/16 (2006.01) H04L 1/12 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0121504

(22) 출원일자 2007년11월27일

심사청구일자 2007년11월27일

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김윤희

경기도 성남시 분당구 정자동 한솔마을청구아파트 111동 1203호

심정보

경기도 수원시 영통구 영통동 1015-5번지 304호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 17 항

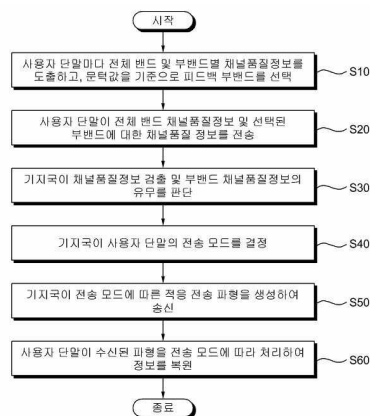
(54) 무선통신시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법

(57) 요약

본 발명은 무선통신시스템에서 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 관한 것으로서, 피드백 양을 줄이면서 다중 사용자의 밴드-AMC 모드 및 다이버시티 모드를 지원함으로써, 데이터 전송 효율을 증가시킬 수 있는 채널품질정보 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 피드백 전송 및 적응 전송 방법은, 사용자 단말이 수신 신호로부터 채널품질정보를 도출하여 채널품질정보를 피드백할 부밴드를 선택하는 단계와, 사용자 단말이 부밴드의 선택 여부에 따라서 채널품질정보를 기지국으로 피드백하는 단계와, 기지국이 피드백된 채널품질정보에 의하여 전송 모드를 결정하여 결정된 전송 모드에 따른 적응 전송 파형을 송신하는 단계와, 사용자 단말이 기지국이 송신한 적응 전송 파형을 수신하고 결정된 전송 모드에 따라서 수신된 파형을 복원하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

양동화

경기도 용인시 기흥구 서천동 7번지 326

엄중선

대전시 유성구 가정동 236-1 기숙사 1동 103호

황성현

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 136동 906호

김창주

대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 105동 1502호

송명선

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 101동 1204호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2005-S-002-03

부처명 정보통신부 및 정보통신연구진흥원

연구사업명 IT원천기술개발

연구과제명 스펙트럼 사용효율 개선을 위한 Cognitive radio 기술 개발

주관기관 한국전자통신연구원, 경희대학교 산학협력단

연구기간 2007년 01월 01일 ~ 2007년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

수신 신호로부터 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드별 채널품질정보를 도출하고, 소정 문턱값을 기준으로 채널품질정보를 피드백할 부밴드를 선택하는 단계;

상기 부밴드의 선택 여부에 따라, 상기 전체 밴드 채널품질정보와 상기 부밴드 채널품질정보 중에서 적어도 하나의 채널품질정보를 기지국으로 피드백하는 단계;

상기 기지국으로부터 상기 피드백된 채널품질정보에 의하여 결정된 전송 모드에 따른 적응 전송 파형을 수신하는 단계; 및

상기 결정된 전송 모드에 따라서 상기 수신된 파형을 복원하는 단계를 포함하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

채널품질정보를 피드백할 부밴드는,

사용자 단말마다 동일하게 설정된 소정 문턱값에 의하여 선택되는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

채널품질정보를 피드백할 부밴드는,

사용자 단말마다 전체 밴드 평균 SNR과 전체 밴드 SNR의 표준편차 중 적어도 어느 하나에 따라 설정되는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 피드백하는 단계에서,

상기 채널품질정보를 피드백할 부밴드가 선택되지 않은 경우, 전체 밴드 채널품질정보를 피드백하는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 피드백하는 단계에서,

상기 채널품질정보를 피드백할 부밴드가 선택된 경우, 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 전체 밴드 채널품질정보는 전체 밴드의 평균 SNR이고,

상기 부밴드 채널품질정보는 부밴드 채널품질정보로 선택된 부밴드의 인덱스와 상기 부밴드의 SNR인 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 전체 밴드 채널품질정보로서 전체 밴드 평균 SNR과 전체 밴드 SNR의 표준편차 중 적어도 어느 하나를 피드백하고, 상기 부밴드 채널품질정보로서 선택된 부밴드의 인덱스를 피드백하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적

응 수신 방법.

청구항 8

사용자 단말로부터 피드백 신호를 수신하는 단계;

상기 피드백 신호로부터 부밴드 채널품질정보를 검출하는 단계;

상기 부밴드 채널품질정보를 기준으로 사용자 단말의 전송 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 전송 모드에 따라 전송 과형을 생성하여 송신하는 단계를 포함하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 전송 모드를 결정하는 단계에서,

상기 부밴드 채널품질정보를 피드백한 사용자 단말 중 상기 부밴드 채널품질정보를 기준으로 데이터를 전송할 사용자 단말과 상기 사용자 단말이 데이터를 전송할 부밴드를 선택하여 밴드-AMC 모드로 결정하고,

상기 부밴드 채널품질정보를 피드백한 사용자 단말 중 상기 밴드-AMC 모드로 결정되지 못한 사용자 단말과 상기 부밴드 채널품질정보를 피드백하지 않은 사용자 단말을 다이버시티 모드로 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서, 상기 피드백 신호를 수신하는 단계에서,

상기 부밴드 채널품질정보로 부밴드의 인덱스만 피드백된 경우, 상기 부밴드 채널품질정보의 부밴드 SNR은 상기 사용자 단말의 전체 밴드 평균 SNR, 소정 문턱값과 전체 밴드 SNR의 표준편차 중 적어도 어느 하나로 추정하는 것을 특징으로 하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 11

전체 밴드 채널품질정보와 부밴드별 채널품질정보를 도출하고, 채널품질정보를 피드백할 부밴드를 선택하는 단계;

상기 전체 밴드 채널품질정보와 상기 부밴드 채널품질정보의 피드백 채널을 다른 영역으로 분리하고, 상기 부밴드 채널품질정보를 전송하기 위한 영역에 특정 변조 수열을 할당하는 단계;

상기 전체 밴드 채널품질정보와 상기 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 단계;

상기 기지국으로부터 상기 피드백된 채널품질정보에 의하여 결정된 전송 모드에 따른 적응 전송 과형을 수신하는 단계; 및

상기 결정된 전송 모드에 따라서 상기 수신된 과형을 복원하는 단계를 포함하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 전체 밴드 채널품질정보를 전송하기 위한 영역에서, 상기 전체 밴드 채널품질정보와 함께 상기 부밴드 채널품질정보의 전송 유무에 대한 지시자를 피드백하는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 사용자 단말 수가 피드백 채널보다 작은 경우, 상기 부밴드 채널품질정보인 부밴드 SNR의 범위를 L레벨(L은 2이상의 정수)로 나눈 후, SNR 레벨에 따라 L개의 특정 변조 수열을 상기 부밴드 SNR에 할당하여 전송하는 것을 특징으로 하는 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법.

청구항 14

사용자 단말로부터 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드 채널품질정보가 서로 다른 영역으로 구분된 피드백 신호를 수신하는 단계;

상기 피드백 신호 중 상기 부밴드 채널품질정보에 사용자 단말에 할당된 수열로 상관하여 부밴드 채널품질정보를 검출하는 단계;

상기 부밴드 채널품질정보를 기준으로 사용자 단말의 전송 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 전송 모드에 따라 전송 파형을 생성하여 송신하는 단계를 포함하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서, 상기 부밴드 채널품질정보를 검출하는 단계에서,

상기 부밴드 채널품질정보를 부밴드별로 상관하고, 부밴드별 상관된 신호가 정보 검출 문턱값보다 큰 부밴드의 집합은 사용자 단말에서 특정 변조 수열을 전송한 부밴드의 인덱스 집합을 의미하는 것을 특징으로 하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 16

제14 항에 있어서, 상기 부밴드 채널품질정보를 검출하는 단계에서,

상기 부밴드 채널품질정보로부터 상기 전체 밴드 채널품질정보가 가장 큰 제1 사용자 단말에서 특정 변조 수열이 전송된 부밴드 인덱스를 검출하고, 상기 제1 사용자 단말의 상기 부밴드 인덱스가 제거된 상기 부밴드 채널품질정보로부터 제2 사용자 단말의 부밴드 인덱스를 차례로 반복하여 검출하는 것을 특징으로 하는 기지국의 적응 전송 방법.

청구항 17

제14 항에 있어서,

상기 부밴드 채널품질정보의 전송 유무에 대한 지시자가 피드백된 경우, 상기 지시자를 검출하고, 상기 지시자에 해당하는 사용자 단말의 상기 부밴드 채널품질정보에 대해서만 상기 사용자 단말에 할당된 수열로 상관하여 부밴드 채널품질정보를 검출하는 것을 특징으로 하는 기지국의 적응 전송 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 무선통신시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 관한 것으로서, 사용자 단말의 수에 영향을 받지 않고, 데이터 전송 성능을 향상시킬 수 있는 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 관한 것이다.
- <2> 본 발명은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호: 2005-S-002-03, 과제명: 스펙트럼 사용효율 개선을 위한 Cognitive radio 기술 개발].

배경 기술

- <3> 차세대 이동통신에서는 보다 향상된 품질의 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하기 위하여 고속 고품질의 데이터 전송이 요구된다. 이러한 요구에 만족하기 위한 기술의 하나로 무선통신시스템에서 OFDMA 방식에 관한 연구가 활발하다.
- <4> OFDMA 방식은 OFDM 방식에 기반한 다중 접속 방식이다. OFDM 방식은 멀티-캐리어(Multi-Carrier)를 사용하여 데이터를 전송하는 방식으로, 직렬로 입력되는 심볼(Symbol)열을 병렬 변환하여 이들 각각을 상호 직교성을 갖는 다수의 서브캐리어(sub-carrier)들, 즉 다수의 서브 캐리어 채널(sub-carrier channel)들로 변조하여 전송하는 멀티캐리어 변조(Multi Carrier Modulation:MCM) 방식의 일종이다.
- <5> OFDMA 방식은 한 개의 OFDM 심볼내의 서브 캐리어들을 다수의 사용자들, 즉 다수의 가입자 단말기들이 분할하여

사용하는 방식이다.

- <6> OFDMA 방식이 적용된 시스템에서, 데이터를 적응적으로 전송하는 방법으로는 밴드-AMC 모드와 다이버시티 모드 전송 방식이 주로 사용되고 있다.
- <7> 밴드-AMC 모드는 전체 밴드 내의 부반송파들을 인접한 부반송파들로 이루어진 부밴드로 나누고, 부밴드별 채널 품질정보를 이용하여 데이터를 전송할 사용자 단말 및 그 사용자 단말이 데이터를 전송할 부밴드를 선택하여 해당 부밴드로 데이터를 전송한다. 반면, 다이버시티 모드는 전체 밴드에서의 평균 채널품질정보를 이용하여 데이터를 전송할 단말을 선택하고, 분산된 부반송파들로 이루어진 부채널 가운데 임의의 한 부채널로 데이터를 전송한다.
- <8> 따라서, 밴드-AMC 모드를 적용하면 다이버시티 모드보다 성능을 향상시킬 수 있으나, 부밴드별 채널품질정보가 필요하므로 전체 밴드를 대표하는 채널품질정보만이 필요한 다이버시티 모드보다 피드백 채널 용량이 더 많이 필요하다. 용량이 큰 피드백 정보는 낮은 전송 효율을 초래한다.
- <9> 따라서, 성능 감소를 줄이면서 피드백 양을 줄이기 위한 방법으로, 밴드-AMC 모드를 적용하되, 부밴드 가운데 채널 상태가 좋은 일부 부밴드 인덱스와 그 부밴드의 채널품질정보만을 피드백하는 방법을 제안하였다. 그러나, 이러한 방법은 사용자 단말의 수가 적은 경우 채널상태정보가 없는 부밴드가 발생하여 데이터가 전송되지 않는 빈 부밴드가 존재하게 됨에 따라, 데이터 전송률이 낮아진다.
- <10> 또한, 다른 방법으로, 한 사용자 단말이 성능이 좋은 일부 부밴드의 인덱스와 그에 대한 채널품질정보를 전송하고, 부밴드가 선택되지 못한 사용자 단말이 다이버시티 모드로 전송할 수 있도록, 선택된 부밴드를 제외한 나머지 부밴드에 대한 평균 채널품질정보를 전송하는 방법을 제안하였다. 그러나, 이러한 방법도 사용자 단말의 수가 증가하면 피드백 양도 그에 따라 선형적으로 증가하는 단점이 있다.
- <11> 따라서, 데이터 전송률을 향상시키면서도 사용자 단말의 수에 영향을 받지 않는 효과적인 피드백 전송 및 적응 전송 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <12> 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 무선통신시스템에서 부밴드 채널품질정보를 선택적으로 피드백하고, 부밴드 채널품질정보에 기준하여 밴드-AMC 모드 및 다이버시티 모드를 시간 분할 또는 주파수 분할로 동시에 지원함으로써, 사용자 단말의 수에 상관없이 데이터 전송 효율을 증가시킬 수 있는 피드백 전송 및 적응 전송 방법을 제공하고자 하는 것이다.
- <13> 본 발명의 해결 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- <14> 상기 해결 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 전송률 향상을 위한 사용자 단말의 피드백 전송 및 적응 수신 방법은, 수신 신호로부터 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드별 채널품질정보를 도출하고, 소정 문턱값을 기준으로 채널품질정보를 피드백할 부밴드를 선택하는 단계와, 상기 부밴드의 선택 여부에 따라, 상기 전체 밴드 채널 품질정보와 상기 부밴드 채널품질정보 중에서 적어도 하나의 채널품질정보를 기지국으로 피드백하는 단계와, 상기 기지국으로부터 상기 피드백된 채널품질정보에 의하여 결정된 전송 모드에 따른 적응 전송 파형을 수신하는 단계와, 상기 결정된 전송 모드에 따라서 상기 수신된 파형을 복원하는 단계를 포함한다.
- <15> 상기 해결 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 전송률 향상을 위한 기지국의 적응 전송 방법은, 사용자 단말로부터 피드백 신호를 수신하는 단계와, 상기 피드백 신호로부터 부밴드 채널품질정보를 검출하는 단계와, 상기 부밴드 채널품질정보를 기준으로 사용자 단말의 전송 모드를 결정하는 단계와, 상기 결정된 전송 모드에 따라 전송 파형을 생성하여 송신하는 단계를 포함한다.

효 과

- <16> 본 발명에 따른 무선통신시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 의하면, 부밴드 채널품질정보를 선택적으로 피드백하고, 모든 사용자 단말이 피드백 채널을 공통으로 사용함으로써, 사용자 단말의 수에 상관없이 피

드백 채널 용량을 증가시키지 않는다. 또한, 부밴드 채널품질정보에 기준하여 밴드-AMC 모드 및 다이버시티 모드를 시간 분할 또는 주파수 분할로 동시에 지원함으로써, 데이터 전송 효율을 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <17> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 무선통신시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 대해 상세히 설명한다.
- <18> 본 발명의 기본적인 원리는, 무선통신시스템 예를 들어, OFDMA 시스템에서 부밴드 채널품질정보를 선택적으로 피드백하고, 부밴드 채널품질정보에 기준하여 밴드-AMC 모드 및 다이버시티 모드를 시간 분할 또는 주파수 분할로 동시에 지원함으로써, 사용자 단말의 수에 상관없이 데이터 전송 효율을 증가시킬 수 있다.
- <19> 도 1은 본 발명의 따른 OFDMA 시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법에서 사용하는 프레임 구조를 도시한 도면이다.
- <20> 도 1을 참조하면, 한 프레임(1000)은 여러 OFDM 심볼(1100)로 이루어진다. 한 OFDM 심볼(1100)은 N_u 부반송파(1110)로 이루어진다. N_u 부반송파(1110)에 해당하는 전체 밴드는 B 개의 부밴드(1210)로 이루어진다. 여기서, 한 부밴드(1210)는 OFDM 심볼(1100)당 $F = N_u / B$ 부반송파(1110)로 이루어진다. 또한, 프레임(1000)은 다이버시티 모드(1300)와 밴드-AMC 모드(1400)를 시간 분할로 동시에 지원하는 프레임 구조를 갖는다.
- <21> 다이버시티 모드(1300)에서, 다이버시티 모드 부채널(1310, 1320)은 여러 부밴드에 분산되어 있는 부반송파(1110)들로 이루어지고, 밴드-AMC 모드에서, 밴드-AMC 모드 부채널(1410, 1420)은 동일한 부밴드에 속해 있는 인접 부반송파(1110)들로 이루어진다.
- <22> 이하, 사용자 단말을 상기 두 전송 모드 가운데 적합한 전송 모드로 전송할 수 있도록 지원하면서, 채널품질정보 피드백량을 줄일 수 있는 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 대해 설명한다.
- <23> 도 2는 본 발명에 따른 피드백 전송 및 적응 전송 방법의 순서도이다.
- <24> 도 2를 참조하면, 사용자 단말마다 전체 밴드 및 부밴드별 채널품질정보를 도출하고, 문턱값을 기준으로 피드백 부밴드를 선택한다(S10).
- <25> 여기서, 전체 밴드 채널품질정보는 전체 밴드 평균 SNR과 표준편차 중 적어도 어느 하나로 나타낼 수 있다. 예를 들면, 전체 밴드 채널품질정보는 전체 밴드 평균 SNR 값일 수 있다. 또한, 전체 밴드 평균 SNR 값과 정규화된 표준편차를 이용하여 나타낼 수도 있다.
- <26> 사용자 단말 k 의 전체 밴드 평균 SNR 값은 부반송파별 SNR인 $\gamma_{k,l}$ 을 N_u 부반송파로 구성된 전체 밴드에 대해서 평균한 것으로 [수학식 1]에 의하여 나타낼 수 있다.
- <27> [수학식 1]
- <28>
$$m_k = \frac{1}{N_u} \sum_{l=-N_u/2+1}^{N_u/2} \gamma_{k,l}$$
- <29> 또한, 표준 편차는 [수학식 2]에 의하여 나타낼 수 있다.
- <30> [수학식 2]
- <31>
$$\sigma_k = \frac{1}{m_k} \sqrt{\left(\frac{1}{N_u - 1} \sum_{l=-N_u/2+1}^{N_u/2} \gamma_{k,l}^2 - m_k^2 \right)}$$
- <32> 부밴드별 채널품질정보는 모든 부밴드에 대해 ($b = 0, 1, \dots, B-1$) 부밴드별 SNR 값일 수 있으며, [수학식 3]에 의하여 나타낼 수 있다.

<33> [수학식 3]

$$sm_{k,b} = \frac{1}{F} \sum_{l=0}^{F-1} \gamma_{k,Fb+l-N_u/2+1}$$

<34>

<35> 사용자 단말은 부밴드별 채널품질정보를 기지국으로 피드백하되, 모든 부밴드별 채널상태정보를 피드백할 경우 피드백 오버헤드가 너무 크다. 따라서, 사용자 단말은 부밴드 SNR 값이 [수학식 4]와 같이 문턱값보다 큰 조건을 만족하는 부밴드만을 선택하고, 선택된 부밴드에 대한 채널품질정보만을 피드백할 수 있다.

<36> [수학식 4]

$$sm_{k,b} > T$$

<37>

<38> 여기서, 문턱값 T 는 $T = C$ 와 같이 모든 사용자 단말마다 동일한 상수를 사용할 수 있고, 사용자 단말마다 $T = m_k + \alpha$ 로 사용자 단말의 전체 밴드 SNR에 따라 다른 값으로 설정할 수 있다. 또한, 문턱 값 T 는 사용자 단말마다 $T = m_k + \rho\sigma_k$ 로 사용자 단말의 전체 밴드 SNR 값과 σ_k 에 따라 다른 값으로 설정할 수 있다.

<39> 이러한 문턱값을 결정하는 파라미터 즉, C , α 및 ρ 는 기지국이 셀 고유값으로 설정한 후, 사용자 단말로 브로드캐스팅할 수 있다. 여기서, 셀 고유값은 전체 시스템의 피드백 오버헤드와 성능을 함께 고려하여 설정될 수 있다.

<40> 또한, 기지국이 셀 내의 피드백을 전송하는 사용자 단말의 수에 따라, 파라미터를 가변적으로 변경하고, 변경된 값을 주기적으로 브로드캐스팅할 수 있다.

<41> 사용자 단말이 문턱값을 기준으로 부밴드를 선택할 때, 사용자 단말마다 선택할 수 있는 부밴드의 최대 수를 제한할 수 있으며, 이에 대한 정보는 시스템 초기 설치 시 설정하거나 기지국이 사용자 단말로 브로드캐스팅할 수 있다.

<42> 이어서, 사용자 단말은 전체 밴드 채널품질정보 및 선택된 부밴드에 대한 채널품질정보를 전송한다(S20).

<43> 구체적으로, 사용자 단말은 선택된 부밴드가 없으면 전체 밴드 채널품질정보만을 기지국으로 피드백하고, 선택된 부밴드가 있으면 선택된 부밴드 채널품질정보와 전체 밴드 채널품질정보를 기지국으로 피드백한다.

<44> 여기서, 전체 밴드 채널품질정보는 전체 밴드 평균 SNR 값일 수 있다. 또한, 전체 밴드 평균 SNR 값 및 정규화된 표준편차를 포함할 수 있다.

<45> 부밴드 채널품질정보는 문턱값에 의해 선택된 부밴드의 인덱스와 그 부밴드의 SNR 값을 포함할 수 있다.

<46> 또한, 사용자 단말은 선택된 부밴드 인덱스만을 피드백할 수 있으며, 이러한 경우, 기지국에서, 선택된 부밴드의 SNR을 획득하는 방법은 부밴드를 선택할 때 사용한 문턱값으로 추정할 수 있다. 가령, 선택된 부밴드의 SNR 값은 전체 밴드 평균 SNR 값에 $T = C$, $T = m_k + \alpha$ 또는 $T = m_k + \rho\sigma_k$ 의 문턱값을 더한 값일 수 있다.

<47> 한편, 전체 밴드 채널품질정보와 선택된 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 방법에 있어서, 각 정보를 한 영역에서 전송하거나 각각 다른 영역에서 전송하여 피드백할 수 있다. 또한, 임의의 조건에 따라 두 가지의 전송 방법을 혼합하여 사용할 수 있다.

<48> 전체 밴드 채널품질정보와 선택된 부밴드 채널품질정보를 한 영역에서 함께 피드백하는 경우, 두 정보에 해당하는 비트들을 합쳐서 한 패킷을 구성하여 할당된 피드백 채널로 해당 패킷을 전송한다. 이때, 피드백을 전송하는 사용자 단말은 폴링(polling) 기법, 기회주의적 기법 또는 폴링과 기회주의적 기법의 혼합 방법으로 전송할 수 있다. 폴링 기법은 사용자 단말을 차례로 바꾸어 전송하는 방법이고, 기회주의적 기법은 임의의 기준에 의해 선택된 사용자 단말들만이 임의의 확률로 랜덤하게 전송하는 방법이다.

<49> 전체 밴드 채널품질정보와 선택된 부밴드 채널품질정보를 다른 영역으로 분리하여 피드백하는 경우, 전체 밴드 채널품질정보는 할당된 피드백 채널로 폴링 기법, 기회주의적 기법, 또는 폴링 기법과 기회주의적 기법의 혼합

방법으로 전송하며, 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 영역은 여러 사용자 단말이 공유하면서 기회주의적으로 전송하는 기법을 적용할 수 있다.

<50> 상기 두 가지의 전송 방법을 혼합하여 피드백하는 경우, 채널품질정보를 피드백할 사용자 단말의 수와 단말 수의 문턱값 K_0 에 따라, 전체 밴드 채널품질정보와 선택된 부밴드 채널품질정보를 한 영역 또는 다른 영역으로 분리하여 전송한다.

<51> 즉, 채널품질정보를 피드백할 사용자 단말의 수가 단말 수의 문턱값 K_0 보다 작으면, 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드 채널품질정보를 한 영역의 피드백 채널로 전송한다.

<52> 또한, 채널품질정보를 피드백할 사용자 단말의 수가 단말 수의 문턱값 K_0 보다 크면, 전체 밴드 채널품질정보와 부밴드 채널품질정보를 다른 영역의 피드백 채널로 전송한다.

<53> 이러한 혼합 전송 방법은 사용자 단말의 수 K 가 단말 수의 문턱값 K_0 보다 작을 경우 부밴드 채널품질정보를 전송하는 영역의 낭비를 막기 위한 방법으로 효과적이다.

<54> 도 3은 전체 밴드 및 부밴드 채널품질정보를 다른 영역으로 나누어 피드백하는 경우, 선택된 부밴드의 인덱스를 전송하는 방법을 도시한 것이다.

<55> 도 3을 참조하면, a, b는 각 사용자 단말 1, 2에서의 선택된 부밴드의 인덱스를 전송하는 방법을 도시한 도면이다. 선택된 부밴드의 인덱스를 전송하는 방법에 대해 설명하자면, 먼저 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 영역(3100)의 OFDM 심볼을 주파수 영역에서 밴드-AMC 모드의 부밴드와 동일하게 부밴드(3110)로 나눈다. 이후, 사용자 단말마다 수신 신호의 SNR(3210, 3220) 값이 문턱값(3310, 3320)을 기준으로 선택된 부밴드 (3111, 3112)에만 사용자 단말마다 다르게 할당된 변조 수열 $C_{k,l}$ (3410, 3420)을 전송하고, 선택되지 않은 부밴드에는 0을 전송한다. 따라서, 각 사용자 단말 k 가 전송하는 시간 영역에서의 OFDM 심볼은 [수학식 5]에 의하여 나타낼 수 있다.

<56> [수학식 5]

$$c_{k,n} = \sum_{l=-N_u/2+1}^{N_u/2} C_{k,l} e^{j \frac{2\pi n l}{N}} I_{k, \lfloor l/F \rfloor}.$$

<57>

<58> 여기서, N 은 FFT 크기, S_k 는 사용자 단말 k 가 선택한 부밴드 인덱스 집합, $I_{k,b}$ 는 $b \in S_k$ 이면 1이고 $b \notin S_k$ 이면 0인 지시자이고, $\lfloor x \rfloor$ 는 x 보다 크지 않은 최대 정수를 의미한다.

<59> 이 때, 기지국이 부밴드 채널품질정보를 피드백하는 영역에서 수신한 OFDM 신호의 시간 영역 표현은 [수학식 6]에 의하여 나타낼 수 있다.

<60> [수학식 6]

$$y_n = \sum_{l=-N_u/2}^{N_u/2} \sum_{k=1}^K H_{k,l} C_{k,l} e^{j \frac{2\pi n l}{N}} I_{k, \lfloor l/F \rfloor} + w_n$$

<61>

<62> 여기서, w_n 은 시간영역에서의 정규잡음(AWGN), $H_{k,l}$ 은 k 번째 사용자 단말의 l 번째 부반송파에서의 채널주파수응답이고, K 는 전체 채널품질정보를 피드백하는 사용자 단말의 수를 의미한다.

<63> 계속해서 도 2를 참조하면, 기지국이 채널품질정보 검출 및 부밴드 채널품질정보의 유무를 판단한다(S30).

- <64> 구체적으로, 기지국이 각 사용자 단말마다 전체 밴드 채널품질정보와 서로 다른 수의 부밴드 채널품질정보를 검출하고, 부밴드 채널품질정보의 유무를 판단한다.
- <65> 여기서, 전체 밴드 채널품질정보는 전체 밴드 채널품질정보 피드백 영역으로 송신된 신호를 복조하여 평균 SNR 값 및 표준편차를 도출한다.
- <66> 부밴드 채널품질정보는 사용자 단말의 피드백된 정보에 따라 도출하는 방법이 다를 수 있다.
- <67> 즉, 사용자 단말이 선택된 부밴드의 인덱스와 그 부밴드의 SNR 값을 피드백한 경우, 이를 복조하여 부밴드 채널 품질정보를 도출한다.
- <68> 그러나, 사용자 단말이 선택된 부밴드의 인덱스만을 피드백한 경우, 부밴드를 선택할 때 사용한 문턱값으로 해당 부밴드의 SNR 값을 추정함으로써, 부밴드 채널품질정보를 도출한다.
- <69> 이하, 전체 밴드 채널품질정보와 선택된 부밴드 채널품질정보가 다른 영역으로 분리하여 피드백된 경우, 부밴드 채널품질정보의 피드백 유무 및 해당 채널품질정보를 도출하는 방법에 대해 설명한다.
- <70> 기지국은 수신된 시간 영역 OFDM 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)하여 [수학식 7]의 주파수 영역 수신 심볼로 변경한다.
- <71> [수학식 7]

$$Y_l = \sum_{k=1}^K H_{k,l} C_{k,l} I_{k, \lfloor l/F \rfloor} + W_l, \quad l = -N_u/2, \dots, N_u/2$$

- <72> 여기서, W_l 은 l 번째 부반송파에서의 정규잡음(AWGN)을 의미한다.
- <73> 이후, 기지국은 k 번째 사용자 단말이 송신한 부밴드 인덱스 정보를 얻기 위해 k 번째 사용자 단말에 할당된 변조 수열, 즉 사용자 수열 $\{C_{k,l}, l = -N_u/2, \dots, N_u/2\}$ 을 수신 심볼 Y_l 과 부밴드별로 상관한 뒤 사용자 단말마다 변조 수열 $\{C_{k,l}\}$ 을 전송한 부밴드 인덱스 집합 S_k 를 찾는다.

- <75> 이 때, 사용자 단말마다 변조 수열을 $\{C_{k,l}\}$ 을 전송한 부밴드 인덱스 집합 S_k 는 각 부밴드의 수신 심볼을 [수학식 8]과 같이 사용자 단말 별로 사용자 수열로 상관한 후, 상관 출력 $Z_{k,b}$ 이 정보 검출 문턱값 Z_{th} 보다 큰 부밴드의 집합일 수 있다.

- <76> 여기서, 정보 검출 문턱값 Z_{th} 는 기지국 가산 잡음 세기로 결정될 수 있다.

- <77> [수학식 8]

$$Z_{k,b} = \sum_{l=bF}^{bF+F-1} C_{k,l}^* Y_l$$

- <78>
- <79> 또한, 기지국이 부밴드 채널품질정보 즉, 부밴드별 상관 출력을 도출하는 복잡도를 줄이기 위한 방법으로, 사용자 단말이 채널상태정보를 피드백할 때 전체 밴드 채널품질정보 전송 영역에서 전체 밴드 채널품질정보와 함께 부밴드별 채널품질정보의 유무를 나타내는 정보를 전송할 수 있다. 이후, 기지국은 상기 정보가 부밴드 채널품질정보가 있음을 가리킬 경우, 해당 사용자 단말에 대해서만 부밴드별로 사용자 단말에 대한 변조 수열의 전송 유무를 검출함으로써, 부밴드별 상관 출력을 도출하는 복잡도를 줄일 수 있다. 이러한 방법은, 사용자 단말의 수가 문턱값 K_0 보다 클 때 효과적일 수 있다.

- <80> 부밴드 채널품질정보의 유무를 나타내는 정보를 전송함에 있어서, 구체적으로 예를 들면, 부밴드 채널품질정보의 유무를 나타내는 정보를 1 또는 0의 한 비트로 하여 기지국이 전송 유무만을 판별할 수 있도록 할 수 있다. 또 다른 방법으로, 부밴드 채널품질정보의 유무를 나타내는 정보를 피드백되는 부밴드 수로 정의하고, 기지국이

부밴드 수만큼 부밴드별 상관 출력이 큰 순서대로 부밴드를 선택할 수 있다.

<81> 한편, 기지국에서 부밴드별 채널품질정보를 좀 더 신뢰성 있게 검출하기 위한 방법으로, 순차적 간섭 제거 기법과 비슷한 방법을 적용할 수 있다.

<82> 즉, 전체 밴드 채널품질정보가 가장 큰 사용자 단말 순으로 변조 수열이 전송된 부밴드 인덱스를 검출하고, 검출 후에 해당 사용자 단말의 신호를 다시 생성하여 수신 신호에서 제거한 후, 다음 차례의 사용자 단말에 대한 부밴드 인덱스를 검출하는 방법이다.

<83> 구체적으로, 전체 밴드 채널품질정보가 가장 큰 사용자 단말 순으로 부밴드 인덱스 집합 S_k 를 검출한다. 이후, 사용자 단말의 신호 검출 후에 해당 사용자 단말의 신호를 $\{\hat{H}_{k,l}C_{k,l}\hat{I}_{k,l}\lfloor l/F \rfloor\}$ 를 다시 생성하여 [수학식7]의 주파수 영역 수신 신호에서 제거한다. 다음 사용자 단말의 부밴드 인덱스 검출시 이전에 검출된 사용자 단말에 대한 신호 간섭이 제거된 수신 신호로부터 검출할 수 있다. 즉, 전체 밴드 채널품질정보가 가장 큰 순으로 사용자 단말을 나열한 결과가 $\{o(i), i=1,2,\dots,K\}$ 라고 가정한다. 여기서 $o(i)$ 는 i 째로 전체 밴드 채널품질정보가 큰 사용자 단말의 인덱스이다. 그러면, 전체 밴드 채널품질정보가 j 째로 큰 사용자 단말의 부밴드 인덱스 집합 $S_{o(j)}$ 를 찾은 후, 수신 심볼에서 j 째 사용자 단말까지의 간섭 제거를 한 뒤의 수신 심볼은 [수학식9]에 의하여 나타낼 수 있다.

<84> [수학식 9]

<85>
$$\hat{Y}_l^{(j)} = Y_l - \sum_{i=1}^j \hat{H}_{o(i),l} C_{o(i),l} \hat{I}_{o(i),l} \lfloor l/F \rfloor, \quad l = -N_u/2, \dots, N_u/2$$

<86> 여기서, $o(i)$ 는 i 째로 전체 밴드 채널품질정보가 큰 사용자 단말의 인덱스이다.

<87> 이후, [수학식9]를 이용하여 [수학식8]과 같이 다음 사용자 단말의 사용자 수열로 각 부밴드별 상관 출력

$$Z_{o(j+1),b} = \sum_{l=-bF}^{bF+F-1} C_{o(j+1),l}^* Y_l^{(j)}$$

을 얻음으로써, 해당 사용자 단말의 부밴드 인덱스를 검출할 수 있다.

<88> 이어서, 기지국이 사용자 단말의 전송 모드를 결정한다(S40).

<89> 구체적으로, 기지국은 부밴드 채널품질정보가 있는 사용자 단말 중 부밴드 채널품질정보를 기준으로 데이터를 전송할 사용자 단말과 사용자 단말이 데이터를 전송할 부밴드를 선택하여 밴드-AMC 모드로 결정한다. 또한, 부밴드 채널품질정보가 있는 사용자 단말 중 밴드-AMC 모드로 결정되지 못한 사용자 단말과 부밴드 채널품질정보가 없는 사용자 단말을 다이버시티 모드로 결정한다.

<90> 이어서, 기지국은 전송 모드에 따른 적응 전송 파형을 생성하여 송신한다(S50).

<91> 구체적으로, 기지국에서 결정된 전송 모드에 따라 적응 채널 부호화 및 적응 변조, 적응 전력 증폭, 적응 OFDMA 프레임 구성 및 적응 부채널 매핑 등의 적응 전송 방식의 일부 기능 또는 전체 기능을 통해 전송 파형을 생성하여 송신한다.

<92> 이어서, 사용자 단말은 수신된 파형을 전송 모드에 따라 처리하여 정보를 복원한다(S60).

<93> 구체적으로, 자원 할당이 이루어진 사용자 단말은 전송된 파형을 전송 모드 즉, 밴드-AMC 모드 또는 다이버시티 모드에 따라 복조 및 복호하여 수신한 정보를 복원한다.

<94> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 피드백 전송 및 적응 전송 방법은 부밴드 채널품질정보를 선택적으로 피드백하여, 사용자 단말의 수에 따라 피드백 채널 용량이 증가되는 것을 제어할 수 있고, 밴드-AMC 모드 또는 다이버시티 모드의 이득을 함께 얻을 수 있다.

<95> 또한, 본 발명에 따른 피드백 전송 및 적응 전송 방법에 있어서, 사용자 단말의 수 K 가 피드백 채널보다 작을

경우 부밴드 채널품질정보를 전송하는 영역의 이용 효율을 높이기 위한 방법으로, 부밴드별 SNR 값에 대한 정보

를 전송할 때, 부밴드의 SNR의 범위를 L (L 은 2이상의 정수)레벨로 나눈 뒤, 사용자 단말마다 L 개의 다른 변조 수열을 SNR 레벨마다 할당하여 해당 부밴드에 전송할 수 있다. 즉, 사용자 단말과 SNR 값의 레벨마다 다른 변조 수열을 할당한다. 따라서, 한 사용자 단말은 여러 개의 다른 변조 수열로 구성된 변조 수열 집합을 사용할 수 있고, 다른 사용자 단말과도 구별된 변조 수열 집합을 사용할 수 있다.

<96> 사용자 단말의 수가 적을 때 사용자 단말의 수신 SNR에 대해 단일한 문턱값을 쓰는 경우, 문턱값이 높으면 채널 품질정보를 전송하는 사용자 단말이 감소됨에 따라 채널품질정보를 전송하는 영역의 이용 빈도가 줄고, 부밴드에 대한 사용자 단말의 할당도 적어지게 된다. 반면, 상기 방법과 같이 SNR 레벨에 해당하는 문턱값을 여러 개로 나누면, 해당 문턱값에 기준하여 변조 수열을 전송하므로 피드백 정보가 늘어나고 그에 따라 사용자 단말의 할당도 늘어나게 되는 장점이 있다.

<97> 본 발명에 따른 OFDMA 시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 상기 매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

<98> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

<99> 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

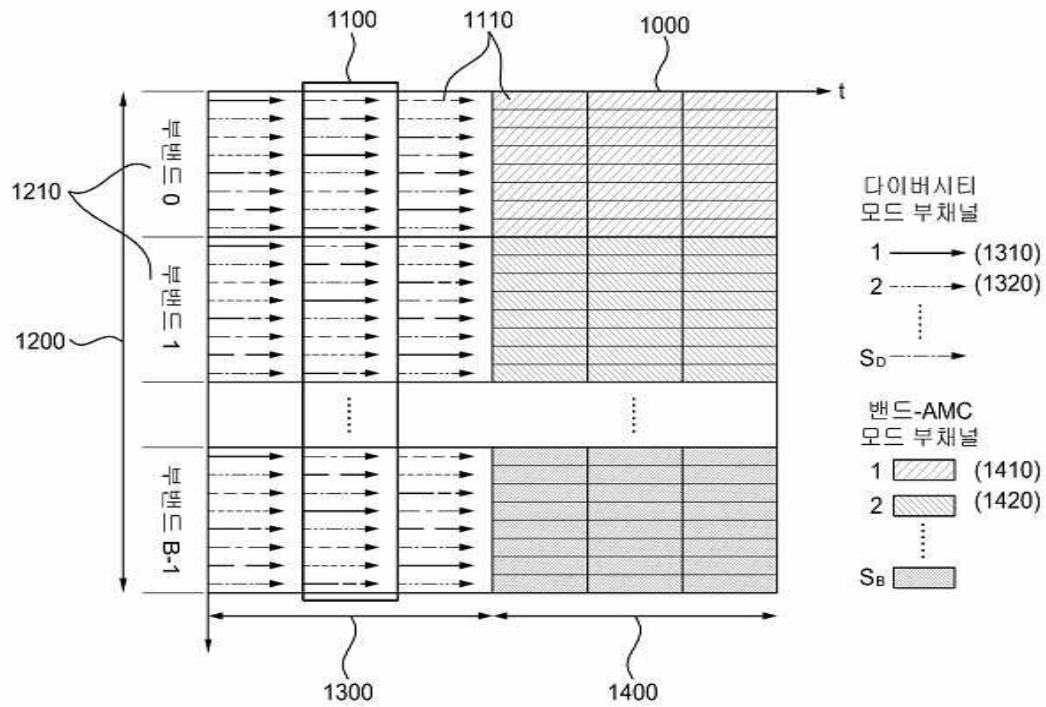
<100> 도 1은 본 발명의 따른 OFDMA 시스템에서의 피드백 전송 및 적응 전송 방법에서 사용하는 프레임 구조를 도시한 도면이다.

<101> 도 2는 본 발명에 따른 피드백 전송 및 적응 전송 방법의 순서도이다.

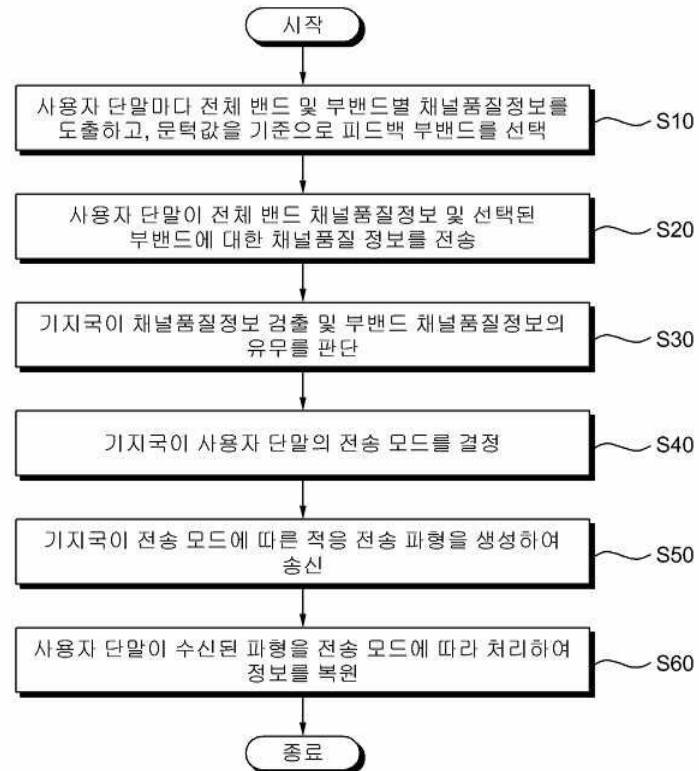
<102> 도 3은 전체 밴드 및 부밴드 채널품질정보를 다른 영역으로 나누어 피드백하는 경우, 선택된 부밴드에 대한 인텍스를 전송하는 방법을 도시한 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

