



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0091785

(43) 공개일자 2015년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0012426

(22) 출원일자 2014년02월04일

심사청구일자 2014년02월04일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

소재우

서울특별시 마포구 독막로28길 10 101동 1204호
(신수동, 밤섬경남아너스빌)

이길수

인천광역시 연수구 벚꽃로 172 107동1503호(연수동, 대동아파트)

(74) 대리인

특허법인충현

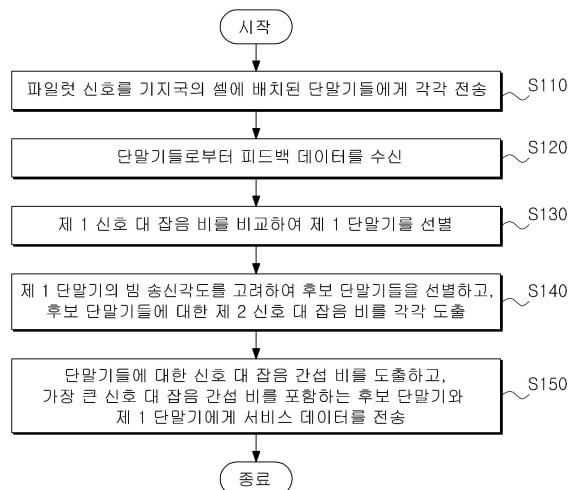
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법 및 장치

(57) 요약

다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 기지국이 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하고, 기지국이 단말기들로부터 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받고, 기지국이 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하고, 기지국이 선별된 제 1 단말기의 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하며, 기지국이 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기와 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A2A2A01012059

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업(핵심연구)

연구과제명 이동체를 위한 massive BDMA 시스템 요소 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

기지국이 상기 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하는 단계;

상기 기지국이 상기 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받는 단계;

상기 기지국이 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하는 단계;

상기 기지국이 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하는 단계; 및

상기 기지국이 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기와 상기 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하는 단계는,

상기 기지국이 상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하는 단계;

상기 기지국이 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별하는 단계; 및

상기 기지국이 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 서비스 데이터를 전송하는 단계는,

상기 기지국이 상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출하는 단계;

상기 기지국이 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 단계; 및

상기 기지국이 상기 선별된 후보 단말기와 상기 선별된 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속(spatial division multiple access)을 이용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 파일럿 신호는,

상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성되는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 피드백 데이터는,

상기 파일럿 신호로부터 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음비를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기지국은 신호 변화의 중첩을 사용하여 상기 단말기로 전송하는 신호에 대한 세기를 증가시키는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기지국으로부터 서비스 데이터를 전송받는 상기 후보 단말기의 개수는 상기 기지국의 안테나 개수에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 10

기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하는 송신부; 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받는 수신부;

상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하고, 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음비를 각각 도출하며, 상기 제 2 신호 대 잡음비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음비 간섭비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음비 간섭비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 처리부를 포함하되,

상기 송신부는 상기 선별된 제 1 단말기와 상기 가장 큰 신호 대 잡음비 간섭비를 포함하는 후보 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하고, 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별하며, 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속을 이용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 파일럿 신호는,

상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성되는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 피드백 데이터는,

상기 파일럿 신호로부터 상기 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음 비를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법에 관한 것으로, 특히, 전체 시스템의 수율을 높게 유지하도록 빔 전송 각도를 고려하여 단말기를 선별하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 안테나 시스템은 무선통신에서 높은 수율을 제공할 것으로 크게 기대되는 기술 중 하나이다. 다중 안테나 시스템을 사용해서 높은 수율을 유지하기 위해서는 기지국에서 각 단말기의 채널 상태 정보를 알고 있어야 한다. 하지만, 실제 시스템에서 기지국은 단말기로부터 상향 링크를 통해서 수신하는 부정확한 채널 상태 정보만을 알 수 있다. 그러므로 다중 안테나 시스템에서는 기지국이 단말기로부터 상향 링크를 통해서 수신하는 피드백 정보의 양을 감소시키면서 높은 수율을 제공하는 것이 가장 중요한 문제 중 하나이다. 피드백 정보의 양을 감소시키면서 높은 수율을 제공하기 위한 가장 효과적인 방법 중 하나는 기지국이 여러 명의 단말기를 동시에 서비스를 하는 시스템에서 채널의 상태가 좋은 단말기를 선택해서 서비스하는 것이다. 그러므로 기지국에서 불완전한 채널상태 정보를 사용해서 좋은 단말기를 선택하기 위한 다양한 방법이 연구되고 있다. 그 중에서 단말기를 공간으로 구분하여서 각 단말기 중에서 채널이 좋은 단말기를 선택하는 방법인 공간 분할 다중 시스템에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

[0003] 일반적인 공간 분할 다중 시스템에서 기지국은 단말기에 빔 형태의 전파를 사용해서 파일럿 신호를 전송한다. 파일럿 신호를 수신한 단말기는 해당 파일럿 신호를 전송한 기지국에 채널 정보를 포함한 피드백 정보를 전송한

다. 각 단말기로부터 피드백 정보를 수신한 기지국은 수신 피드백 정보를 사용해서 채널 환경이 좋은 단말기에 서비스를 한다. 이때, 단말기를 선택하는 방법, 파일럿 신호의 사용 방법에 대해서 다양한 알고리즘이 제안되고 있다.

[0004] 기지국이 모든 단말기에 동일한 파일럿 신호를 전송하면, 단말기는 기지국에 자신의 신호 대 잡음 비 정보를 전송하고, 단말기로부터 신호 대 잡음 비 정보를 수신한 기지국이 가장 좋은 신호 대 잡음 비를 가지는 단말기를 선택하는 알고리즘이 제안되었다. 하지만, 하나의 슬롯에서 한 명의 단말기만 서비스할 수 있는 치명적인 단점이 존재한다.

[0005] 또한, 하나의 슬롯에서 다양한 수의 단말기에 동시에 서비스해서 전체 시스템의 수율을 증가시키기 위한 방법으로 기지국이 단말기에 모두 다른 파일럿 신호를 전송하는 알고리즘이 제안되었다. 하지만, 기지국이 서비스하는 단말기 수가 적을 경우 다중 단말기 이득이 낮아서 전체 시스템의 수율 값이 감소한다는 치명적인 단점이 존재한다.

[0006] 또한, 하나의 기지국에서 서비스하는 단말기 수가 적은 환경에서도 전체 시스템의 수율을 증가시키기 위해서, 기지국이 단말기에 모두 다른 파일럿 신호를 수 회 전송하는 방법이 제안되었다. 하지만, 파일럿 신호 전송을 위한 시간이 증가하고, 채널의 변화가 적으면 다중 단말기 이득이 낮은 문제점이 발생한다는 치명적인 단점이 존재한다.

[0007] 한편, 이하에서 인용되는 선행기술 문헌에는 공간 분할 다중 접속 시스템을 구현할 때 기지국과 단말기 간의 빔 전송 각도를 고려한 스케줄링 방법을 제안하고 있다. 하지만, 선행기술 문헌은 단말기들 간의 거리를 고려하지 못해 빔 간 간섭이 발생한다는 치명적인 단점이 존재한다.

[0008] 이와 같은 관점에서, 다중 안테나 환경에서 빔 전송 각도를 고려하여 단말기들을 선택할 때, 전체 시스템의 수율은 높은 수준을 유지하면서 단말기들을 선별하는 연산시간을 단축하며, 빔 간 간섭을 최소화할 수 있는 기술적 수단이 필요하다는 사실을 알 수 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) G. S. Dahman, R. H. M. Hafez, and R. J. C. Bultitude, Angle-of-departure-aided opportunistic space-division multiple access for MIMO applications, IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 9, no. 4, pp. 1303-1307, Apr., 2010.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 연산시간을 줄이도록 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들 중에서 신호 대 잡음 간섭 비가 가장 큰 후보 단말기를 선별함으로써, 최종 선별된 후보 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 연산시간을 줄이도록 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들 중에서 신호 대 잡음 간섭 비가 가장 큰 후보 단말기를 선별함으로써, 최종 선별된 후보 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 장치를 제공하는 것이다.

[0012] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 첫 번째 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국이 상기 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하는 단계; 상기 기지국이 상기 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터

를 각각 수신받는 단계; 상기 기지국이 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하는 단계; 상기 기지국이 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하는 단계; 및 상기 기지국이 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기와 상기 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 제공한다.

[0014] 상기된 일 실시예에 따른 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하는 단계는,

[0015] 상기 기지국이 상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하는 단계; 상기 기지국이 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별하는 단계; 및 상기 기지국이 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0016] 상기된 일 실시예에 따른 상기 서비스 데이터를 전송하는 단계는, 상기 기지국이 상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출하는 단계; 상기 기지국이 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 단계; 및 상기 기지국이 상기 선별된 후보 단말기와 상기 선별된 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0017] 상기된 일 실시예에 따른 상기 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속(spatial division multiple access)을 이용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0018] 상기된 일 실시예에 따른 상기 파일럿 신호는, 상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성되는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0019] 상기된 일 실시예에 따른 상기 피드백 데이터는, 상기 파일럿 신호로부터 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음 비를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0020] 상기된 일 실시예에 따른 상기 기지국은 신호 변화의 중첩을 사용하여 상기 단말기로 전송하는 신호에 대한 세기를 증가시키는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법일 수 있다.

[0021] 상기된 일 실시예에 따른 상기 기지국으로부터 서비스 데이터를 전송받는 상기 후보 단말기의 개수는 상기 기지국의 안테나 개수에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 방법일 수 있다.

[0022] 상기된 두 번째 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하는 송신부; 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받는 수신부; 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하고, 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하며, 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 처리부를 포함하되, 상기 송신부는 상기 선별된 제 1 단말기와 상기 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기에 서비스 데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치를 제공한다.

[0023] 상기된 일 실시예에 따른 상기 처리부는, 상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하고, 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별하며, 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치일 수 있다.

[0024] 상기된 일 실시예에 따른 상기 처리부는, 상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기

기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치일 수 있다.

[0025] 상기된 일 실시예에 따른 상기 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속을 이용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치일 수 있다.

[0026] 상기된 일 실시예에 따른 상기 파일럿 신호는, 상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성되는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치일 수 있다.

[0027] 상기된 일 실시예에 따른 상기 피드백 데이터는, 상기 파일럿 신호로부터 상기 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음 비를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치일 수 있다.

[0028] 상기된 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따르면, 기지국과 단말기 간의 빔 전송각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 선별된 후보 단말기들에 한하여 신호 대 잡음 간섭 비를 도출하며, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하여 서비스 데이터를 전송함으로써, 단말기 선별에 대한 연산시간을 줄일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예들이 채택하고 있는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 분할 다중 시스템을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 환경에서의 클러스터링 특성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 과정을 도시한 도면이다.

도 5a는 종래의 단말기 선별 방법과 본 발명이 제안하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 비교하여 도시한 도면이다.

도 5b는 종래의 단말기 선별 방법과 본 발명이 제안하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 비교하여 도시한 또 다른 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예들이 채택하고 있는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치를 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 기존의 다중 안테나 환경에서 발생하는 문제점들을 검토한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄적으로 소개하도록 한다.

[0032] 기지국에서 불완전한 채널 상태 정보를 사용해서 좋은 단말기를 선택하기 위한 방법 중 하나인 공간 분할 다중 시스템은 단말기를 공간으로 구분하여서 각 단말기 중에서 채널이 좋은 단말기를 선택하는 방법이다. 이러한 공간 분할 다중 시스템의 장점을 활용하기 위한 여러 알고리즘이 제안되었으나 제안된 알고리즘들은 각각의 단점을 포함하고 있음에 따라 여러 문제점이 도출되었다. 특히, 기지국이 파일럿 신호를 전송하면, 단말기는 기지국에 자신의 신호 대 잡음 비 값을 전송하고, 기지국은 가장 좋은 신호 대 잡음 비 값을 포함하는 단말기에 서비스를 하는 알고리즘의 경우 하나의 프레임에 한 명에게만 서비스 가능하다는 치명적인 단점이 존재한다. 또한, 하나의 프레임에서 복수의 단말기에 서비스하기 위하여 기지국이 단말기에 모두 다른 파일럿 신호를 전송하는 알고리즘의 경우 서비스하는 단말기 수가 적을수록 다중 단말기 이득이 낮아 전체 시스템 수율이 감소한다는 치명적인 단점이 존재한다. 또한, 기지국이 단말기에 모두 다른 파일럿 신호를 수 회 전송하는 알고리즘의 경우 피드백 데이터가 증가하고 채널의 변화가 적으면 다중 사용자 이득이 낮아진다는 치명적인 단점이 증가한다. 또

한, 파일럿 신호를 한 번만 전송하고 무선 채널 환경의 클러스터링 특성의 이득을 사용하는 알고리즘의 경우 낮은 피드백 정보량과 짧은 계산시간을 위하여 단말기 신호 간 간섭을 충분히 고려하지 못하였다.

[0033] 따라서, 본 발명의 실시예들은 종래에 제안된 알고리즘들의 단점을 보완하고, 높은 수준의 시스템 수율을 유지하면서 단말기 선별에 대한 연산시간을 단축할 수 있는 기술적 수단을 제안하고자 한다.

[0034] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예들이 채택하고 있는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 도시한 흐름도로서, 기지국이 상기 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송하고, 상기 기지국이 상기 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받고, 상기 기지국이 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하고, 상기 기지국이 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하며, 상기 기지국이 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기와 상기 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송한다.

[0036] 보다 구체적으로, 도 1이 채택하고 있는 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속(spatial division multiple access)을 이용하여 통신하는 것일 수 있다. 여기서, 상기 공간 분할 다중 접속은 이하에서 도 2를 통해 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0037] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 분할 다중 시스템을 도시한 도면이다.

[0038] 보다 구체적으로, 기지국(10)은 하나의 프레임 동안에는 일정한 채널 상태가 유지되며, 각각의 단말기의 채널 환경은 상기 하나의 프레임 동안에는 일정한 채널 상태가 유지될 수 있다. 또한, 기지국(10) 안테나 수는 최소 두 개 이상인 복수 개의 안테나로 구성될 수 있고, 기지국(10)의 셀 내 전체 단말기(11)는 복수 개의 단말기(11)가 배치되며, 단말기(11)의 안테나 수는 최소 한 개 이상의 안테나로 구성될 수 있다. 기지국(10)은 각각의 단말기(11) 간에 설정된 파일럿 신호를 단말기(11)들에게 각각 전송하고, 단말기(11)들은 상기 파일럿 신호를 통해 채널상태, 빔 전송각도, 신호 대 잡음 비를 도출하여 기지국(10) 피드백할 수 있다. 이후, 기지국(10)은 상기 피드백 데이터를 고려하여 시스템 수율이 높은 단말기를 선별할 수 있다. 여기서, 기지국(10)은 한 프레임 동안 서비스 가능한 최대 단말기의 수는 기지국(10) 안테나의 수와 동일할 수 있다. 따라서, 상기 한 프레임 동안 기지국(10)은 기지국(10) 안테나 수와 동일한 개수의 단말기(11)에게 동시에 서비스할 수 있다.

[0039] 한편, 기지국(10)은 신호 변화의 중첩을 사용하여 단말기(11)로 전송하는 신호에 대한 세기를 증가시킬 수 있다. 여기서, 상기 전송하는 신호에 대한 세기를 증가시키는 것은 이하에서 도 3을 통해 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 환경에서의 클러스터링 특성을 도시한 도면이다.

[0041] 보다 구체적으로, 무선 채널 환경에서는 다양한 물체들의 반사에 의해서 기지국(10)과 단말기(11) 사이에 다양한 경로가 생성이 되고, 각각의 신호는 다양한 경로에 따라서 전송될 수 있다. 즉, 신호를 반사시키는 물체를 스캐터러(scatterer)(21)라 하고, 상기 신호가 스캐터러(21)들에 의해서 반사되면, 신호의 세기, 위상, 시간차, 및 빔의 송신각도가 변할 수 있다. 이때, 신호 전송 측정 결과에 의하면 상기 신호의 변화는 공간상에서 일정하게 분포하지 않고, 스캐터러(21)들이 모여있는 클러스터(22)에 집중될 수 있다. 여기서, 스캐터러(21)에 의해서 신호가 반사되어서 신호의 특성이 변할 때, 동일한 클러스터(22) 내에 존재하는 스캐터러(21)들에 의해서 변화되는 신호는 세기, 위상, 시간 차, 빔의 송신각도 등이 유사하게 변할 수 있다. 이것을 무선 환경에서의 클러스터링 특성이라고 할 수 있다. 기존에는 스캐터러(21)들이 모여있는 클러스터(22)를 확인하기 위하여 시각적으로 확인을 하는 방법을 사용하였으나, 상기 시각적으로 확인을 하는 방법은 시간이 지남에 따라 단말기(11) 또는 스캐터러(21)들의 변화를 예측할 수 없는 단점이 존재한다. 따라서, 시간에 따른 단말기(11)와 스캐터러(21)들의 위치 변화 영향까지 고려하기 위해서 클러스터 확인을 위한 새로운 방법이 제안되었다. 상기 클러스터 확인을 위한 새로운 방법은 동일한 클러스터(22) 내 스캐터러(21)들에 의한 신호 변화는 비슷하기 때문에 신호 변화의 중첩에 의해서 단말기는 특정 방향으로부터 다른 신호보다 센 신호를 수신할 수 있다. 이러한 변화의 특성을 이용해서 시각적인 확인 없이 각각의 단말기에 좋은 채널 환경을 제공하는 클러스터(22)를 추정할 수

있다. 또한, 각각의 사용자에게 좋은 채널 환경을 제공하는 클러스터로부터 전송되는 신호를 사용하여 다중 사용자 이득을 증가시킬 수 있다.

[0042] 이제 다시 도 1로 돌아가 S110 단계를 설명하도록 한다.

[0043] S110 단계는, 기지국이 상기 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송한다.

[0044] 보다 구체적으로, 상기 파일럿 신호는 상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성될 수 있다. 따라서, 상기 기지국의 안테나가 N 개이고, u번 째 단말기 사이의 채널은 하나의 프레임 동안에는 일정한 채널 상태가 유지되며, 각각의 단말기의 채널 환경은 시간의 변화에 따라서 독립적으로 변한다고 가정할 때, 상기 기지국이 상기 단말기들에게 전송하는 파일럿 신호 s_n 를 전송할 경우 상기 기지국의 셀에 배치된 전체 단말기 중 u번 째 단말기가 수신한 상기 파일럿 신호 s_n 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 1

[0045]
$$y_u = H_u^{1 \times N} [s_1 \ s_2 \ \dots \ s_N]^T + \Xi_u$$

[0046] 여기서, $H_u^{1 \times N}$ 은 u번 째 단말기와 상기 기지국 안테나 사이의 채널 환경이고, Ξ_u 은 u번 째 단말기의 잡음이고, s_n 은 기지국의 n번 째 안테나가 전송한 파일럿 신호이고, $[\dots]^T$ 는 전치 행렬일 수 있다. 또한, 상기 u번 째 단말기와 상기 기지국 안테나 사이의 채널 환경인 $H_u^{1 \times N}$ 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

[0047]
$$H_u^{1 \times N} = \sum_{l=1}^{L_u} \alpha_{l,u} e^{j\phi_{l,u}} SV_{AOD_{l,u}}$$

[0048] 여기서, L_u 는 상기 기지국의 안테나와 단말기 사이 다중 경로에 의해서 상기 단말기에 영향을 미치는 모든 성분의 개수이고, $\alpha_{l,u}$ 는 u번 째 단말기가 l번 째로 영향을 미치는 성분에 의한 신호 크기 변화의 값이고, $\phi_{l,u}$ 는 u번 째 단말기가 l번 째로 영향을 미치는 성분에 의한 위상 변화의 값이고, $AOD_{l,u}$ 는 u번 째 단말기가 l번 째로 영향을 미치는 성분에 의한 빔 송신 각도 변화의 값일 수 있다. 또한, $SV_{AOD_{l,u}}$ 는 u번 째 단말기에 l번 째로 영향을 미치는 성분의 빔 수신각도가 $AOD_{l,u}$ 인 경우 기지국의 안테나의 조향 벡터 값이며, 여기서 상기 조향 벡터 값은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

$$SV_{AOD_{l,u}} = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} e^{jka_{BS}\cos(AOD_{l,u} - \phi_{1,BS})} \\ e^{jka_{BS}\cos(AOD_{l,u} - \phi_{2,BS})} \\ \vdots \\ e^{jka_{BS}\cos(AOD_{l,u} - \phi_{N,BS})} \end{bmatrix}^T$$

여기서, ϕ_{MS} 는 상기 단말기의 안테나에 대한 각 위치이고, a_{MS} 는 상기 단말기의 안테나에 대한 반지름

이고, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ 는 동작 주파수에서의 파장 수이고, λ 는 동작 주파수에서의 파장일 수 있다.

S120 단계에서, 상기 기지국이 상기 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받는다. 여기서, 상기 피드백 데이터는, 상기 파일럿 신호로부터 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음 비를 포함할 수 있다.

보다 구체적으로, 상기 기지국이 전송하는 상기 파일럿 신호를 상기 기지국 셀에 배치된 모든 단말기가 알고 있다고 가정하면 다음과 같이 채널 값을 추정할 수 있다.

수학식 4

$$\widehat{H}_u^{1 \times N} = y_u \left([s_1 \ s_2 \ \cdots \ s_N]^T \right)^\dagger$$

여기서, $(\cdots)^\dagger$ 가 의사역행렬일 때, 수학식 4를 통해 도출한 채널 값을 이용하여 상기 각각의 단말기는 가장 센 신호를 전송받은 빔 송신각도(AOD: Angle Of Departure)를 다음과 같이 도출할 수 있다.

수학식 5

$$AOD_u = \arg \max_{0 \leq AOD \leq 2\pi} \left| \widehat{H}_u^{1 \times N} SV_{AOD}^H \right|$$

여기서, $|\cdot|$ 은 절대값이고, $(\cdot)^H$ 은 허미션(hermitian)이고, SV가 스트링 벡터(steering vector)일 수 있다. 이후, 수학식 4를 통해 도출된 채널 값과 수학식 5를 통해 도출된 빔 송신각도를 이용하여 상기 단말기들의 제 1 신호 대 잡음 비를 다음과 같이 도출할 수 있다.

수학식 6

$$SNR_u = \left| \widehat{H}_u^{1 \times N} SV_{AOD_u}^H \right|$$

이후, 수학식 5를 통해 도출된 빔 송신각도와 수학식 6을 통해 도출된 신호 대 잡음 비가 포함된 피드백 데이터

를 매 프레임마다 상기 기지국으로 전송할 수 있다.

[0059] S130 단계에서, 상기 기지국이 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별한다.

[0060] S140 단계에서, 상기 기지국이 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 빔 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출한다.

[0061] 보다 구체적으로, 상기 기지국이 상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하며, 상기 기지국이 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별함으로써, 상기 기지국이 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출할 수 있다. 여기서, 상기 효과적 신호 대 잡음 비(effective SNR)인 제 2 신호 대 잡음 비는 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 7

$$[0062] \quad SNR(j) = SNR(j) \left\{ 1 - \left| ST_{AOD(j)}^{*H} ST_{AOD(selected)}^H \right| \right\}$$

[0063] 여기서, j 는 S130 단계에서 선별되지 못한 후보 단말기 중 j 번째 후보 단말기이고, $selected$ 는 S130 단계에서 선별된 제 1 단말기일 수 있다. 또한, 상기 소정의 각도 값은 사용자가 상황에 따라 임의 설정하여 변경할 수 있다.

[0064] S150 단계에서, 상기 기지국이 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비(SINR: Signal to Interence-plus-Noise Ratio)를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기와 상기 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송한다.

[0065] 보다 구체적으로, 상기 기지국이 상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출하고, 상기 기지국이 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별함으로써, 상기 기지국이 상기 선별된 후보 단말기와 상기 선별된 제 1 단말기에 서비스 데이터를 전송할 수 있다. 다시 말해, 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비 전수 조사를 통해 가장 높은 수율 값을 포함하는 단말기들에게 서비스 데이터를 전송할 수 있다. 여기서, 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 전수 조사하는 것은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 8

$$[0066] \quad SINR_{S,n} = \frac{SNR_{S,n}}{1 + \sum_{q=1, q \neq n}^N SNR_{S,q}}$$

[0067] 여기서, S는 상기 선별된 제 1 단말기와 상기 후보 단말기들 간의 가질 수 있는 모든 집합들 중 S 번째 집합이고, q는 집합 S 내의 n번째 단말기의 신호 대 잡음 간섭 비를 구하고자 할 때, 간섭으로 작용하게 되는 집합 S 내의 다른 단말기일 수 있다.

[0068] 이후, 수학식 8을 통해 도출된 신호 대 잡음 간섭 비를 이용하여 가장 높은 수율 값을 포함하는 후보 단말기들을 도출할 수 있으며, 상기 수율 값인 S^* 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 9

$$S^* = \arg \max_{1 \leq S \leq K} R_s = (T - \tau) \sum_{n=1}^N \log_2 (1 + SINR_{S,n})$$

여기서, R_s 는 집합 S 의 수율값이고 수학식 9의 우측식을 통해 도출할 수 있고, $(T - \tau)$ 에서 T 는 한 프레임의 시간, τ 는 파일럿신호를 보내는 시간으로 $(T - \tau)$ 는 프레임 대 파일럿의 비율 수 있다.

예를 들어, S130 단계에서 선별된 제 1 단말기를 S 라 하고, S140 단계에서 선별된 후보 단말기들이 A, B, C, D, 및 E가 존재한다고 가정할 때, 신호 대 잡음 간섭 비 전수 조사를 통해 S 및 A의 수율을 수학식 9를 통해 도출하고, S 및 B의 수율을 수학식 9를 통해 도출하고, S 및 C의 수율을 수학식 9를 통해 도출하고, S 및 D의 수율을 수학식 9를 통해 도출하며, S 및 E의 수율을 수학식 9를 통해 도출함으로써, 도출된 수율 값을 비교하여 가장 높은 수율 값을 포함하는 그룹에게 서비스 데이터를 전송할 수 있다.

한편, 상기 기지국으로부터 서비스 데이터를 전송받는 상기 후보 단말기의 개수는 상기 기지국의 안테나 개수에 따라 결정될 수 있다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 과정을 도시한 도면이다. 도 4는 상기 도 1의 흐름도에 대한 각 과정의 이해를 돕기 위한 도면으로서, 여기서는 설명의 중복을 피하기 위하여 도 4의 상세한 설명은 도 1의 상세한 설명으로 대신하도록 한다.

보다 구체적으로, 기지국(10)은 파일럿 신호를 기지국(10)의 셀(40)에 배치된 단말기들에게 각각 전송하고, 상기 단말기들은 상기 파일럿 신호를 통해 피드백 데이터를 각각 도출하며, 도출된 상기 피드백 데이터를 기지국(10)으로 전송할 수 있다. 이후, 기지국(10) 상기 단말기들로부터 수신된 피드백 데이터의 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기(41)를 선별할 수 있다. 이후, 제 1 단말기(41)의 빔 송신각도와 제 1 단말기(41)를 제외한 나머지 단말기들의 빔 송신각도의 차분 값을 각각 도출하고, 상기 빔 송신각도의 차분 값이 소정의 각도 값 이하인 단말기(42)를 제외하며, 상기 빔 송신각도의 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 후보 단말기들로 선별할 수 있다. 이후, 상기 후보 단말기들에서 제 1 단말기(41)를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들에서 각각 도출할 수 있다. 이후, 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 도출하며, 상기 신호 대 잡음 간섭 비를 이용하여 가장 수율 값이 높은 후보 단말기(43)를 최종 선별함으로써, 기지국(10)은 제 1 단말기(41)와 최종 선별된 후보 단말기(43)에 서비스 데이터를 전송할 수 있다.

도 5a는 종래의 단말기 선별 방법과 본 발명이 제안하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 비교하여 도시한 도면으로서, 기지국의 안테나 수가 2개이고, 단말기의 안테나 수가 1개이고, 중심 주파수가 2GHz이고, 셀 반경이 500Meter이고, 기지국 전송 파워가 43dBm이고, 거리 감쇄 모델이 LTE Macro 거리 감쇄 모델이며, 프레임 대 파일럿의 비가 0.98의 모의실험 환경일 때, 종래의 단말기 선별 알고리즘과 본 발명이 제안하는 단말기 선별 알고리즘을 비교하여 도시한 도면이다.

보다 구체적으로, 본 발명이 제안하는 단말기 선별 알고리즘(54)에 따르면, 기존 알고리즘(53)에 비하여 단말기 수(51)가 증가함에 따라 주파수 효율(bps/Hz)(50)이 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 특히, 각도 문턱 값에 따라 기존 알고리즘(53)에 비하여 최대 10%까지 증가한 것을 알 수 있다. 또한, 종래의 전수조사 알고리즘(52)과 비교하면, 연산 복잡성은 낮아지면서도 전수조사 알고리즘(52)의 주파수 효율(bps/Hz)에 근접한 값을 보이는 것을 알 수 있다.

또한, 도 5b는 종래의 단말기 선별 방법과 본 발명이 제안하는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 방법을 비교하여 도시한 또 다른 도면으로서, 기지국의 안테나 수가 4개이고, 단말기의 안테나 수가 1개이고, 중심 주파수가 2GHz이고, 셀 반경이 500Meter이고, 기지국 전송 파워가 43dBm이고, 거리 감쇄 모델이 LTE Macro 거리 감쇄 모델이며, 프레임 대 파일럿의 비가 0.98의 모의실험 환경일 때, 종래의 단말기 선별 알고리즘과 본 발명

이 제안하는 단말기 선별 알고리즘을 비교하여 도시한 도면이다.

- [0078] 보다 구체적으로, 본 발명이 제안하는 단말기 선별 알고리즘(54)에 따르면, 기존 알고리즘(53)에 비하여 단말기 수(51)가 증가함에 따라 주파수 효율(bps/Hz)(50)이 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 특히, 각도 문턱 값에 따라 기존 알고리즘(53)에 비하여 최대 24%까지 증가한 것을 알 수 있다. 또한, 종래의 전수조사 알고리즘(52)과 비교하면, 연산 복잡성은 낮아지면서도 전수조사 알고리즘(52)의 주파수 효율(bps/Hz)에 근접한 값을 보이는 것을 알 수 있다.
- [0079] 여기서, 도 5a 내지 도 5b를 통해 비교된 연산 복잡성은 기존 알고리즘(53)은 $O(N \cdot U)$ 이고, 전수조사 알고리즘(52)은 $O(U^2 C_N)$ 이며, 본 발명이 제안하는 알고리즘(54)은 $O(U/2 C_{N-1})$ 이므로, 본 발명이 제안하는 알고리즘(54)의 연산 복잡성은 전수조사 알고리즘의 연산 복잡성과 비교하여 현저히 낮은 값을 보이며, 기지국 안테나 수와 셀 안에 있는 단말기 수에 따라 기존 알고리즘의 연산 복잡성보다 낮을 경우도 있다. 여기서, N은 기지국 안테나의 수이고, U는 셀 안에 있는 단말기 수일 수 있다.
- [0080] 도 6은 본 발명의 일 실시예들이 채택하고 있는 다중 안테나 환경에서 단말기를 선별하는 장치를 도시한 블록도로서, 단말기 선별 장치(80)는 앞서 기술한 도 1 내지 도 4의 각 과정에 대응하는 구성을 포함한다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하기 위해 시스템의 세부구성을 중심으로 그 기능을 약술하도록 한다.
- [0081] 송신부(81)는 기지국과 단말기들 간에 설정된 파일럿 신호를 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들에게 각각 전송한다.
- [0082] 수신부(82)는 단말기들로부터 상기 파일럿 신호에 기초하여 도출된 빔 송신각도 및 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 피드백 데이터를 각각 수신받는다.
- [0083] 처리부(83)는 상기 피드백 데이터에 포함된 제 1 신호 대 잡음 비를 비교하여 가장 큰 제 1 신호 대 잡음 비를 포함하는 제 1 단말기를 선별하고, 상기 선별된 제 1 단말기의 상기 송신각도를 고려하여 후보 단말기들을 선별하고, 상기 후보 단말기들에 대한 제 2 신호 대 잡음 비를 각각 도출하며, 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 후보 단말기들에 대한 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별하되, 송신부(81)는 상기 선별된 제 1 단말기와 상기 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기에 서비스 데이터를 전송한다.
- [0084] 또한, 처리부(83)는, 상기 선별된 단말기의 빔 송신각도와 상기 기지국의 셀에 배치된 단말기들 중 상기 선별된 단말기를 제외한 단말기의 빔 송신각도 간의 차분 값을 각각 도출하고, 상기 도출된 차분 값이 소정의 각도 값 이상인 단말기들을 상기 후보 단말기들로 선별하며, 상기 제 1 단말기를 선별함에 따라 도출되는 제 2 신호 대 잡음 비를 상기 후보 단말기들 각각에 대하여 도출할 수 있다.
- [0085] 또한, 처리부(83)는, 상기 후보 단말기별로 상기 제 2 신호 대 잡음 비를 이용하여 상기 기지국과 상기 후보 단말기들 간의 신호 대 잡음 간섭 비를 각각 도출함으로써, 상기 후보 단말기들의 신호 대 잡음 간섭 비를 비교하여 가장 큰 신호 대 잡음 간섭 비를 포함하는 후보 단말기를 선별할 수 있다.
- [0086] 또한, 상기 다중 안테나 환경은 공간 분할 다중 접속을 이용하여 통신할 수 있다.
- [0087] 또한, 상기 파일럿 신호는, 상기 기지국의 안테나 개수와 상기 단말기의 안테나 개수에 따른 채널 행렬, 전송 신호 벡터, 및 상기 단말기 잡음 벡터를 고려하여 생성될 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 피드백 데이터는, 상기 파일럿 신호로부터 상기 기지국과 상기 단말기 사이의 채널 값을 이용하여 도출된 빔 송신각도, 상기 빔 송신각도를 이용하여 도출된 빔 수신각도, 및 상기 빔 송신각도와 상기 빔 수신각도를 이용하여 도출된 신호 대 잡음 비를 포함할 수 있다.
- [0089] 상기된 본 발명에 따르면, 기지국과 단말기 간 빔 전송 각도를 고려하여 무선환경의 클러스터링 특성을 이용하면서도 단말기 선택의 연산 시간을 획기적으로 단축할 수 있는 효과가 있다.
- [0090] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0091] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치

등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 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 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0092]

이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 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. 그러므로 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.

부호의 설명

[0093]

80 : 단말기 선별 장치

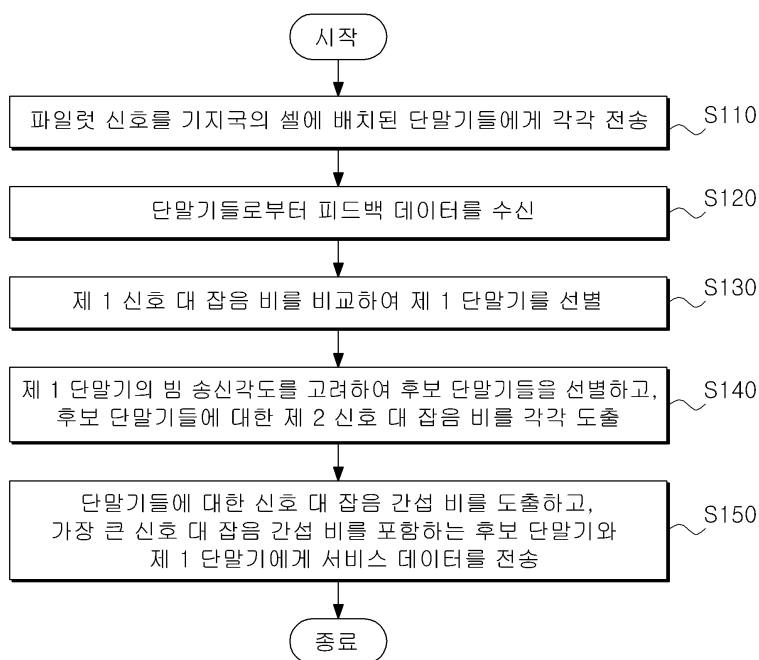
81 : 송신부

82 : 수신부

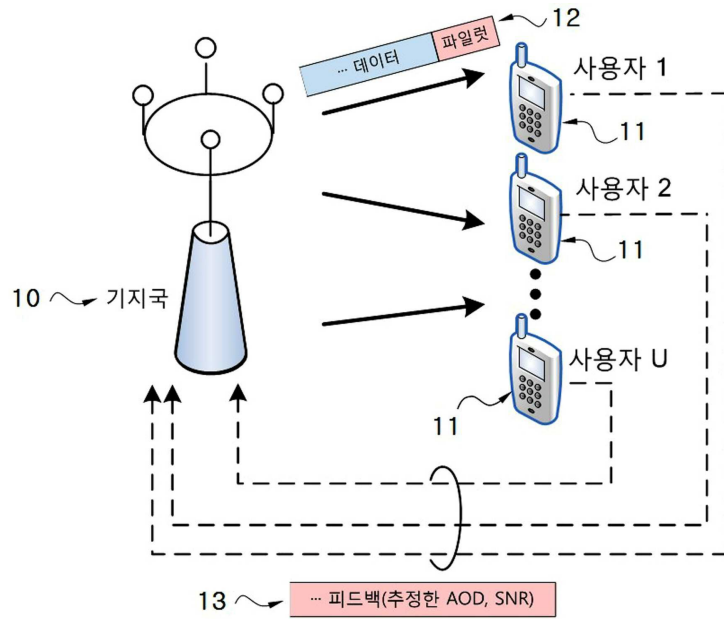
83 : 처리부

도면

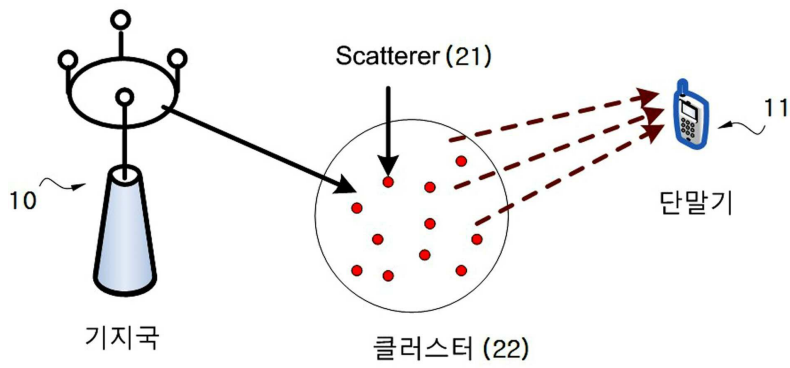
도면1



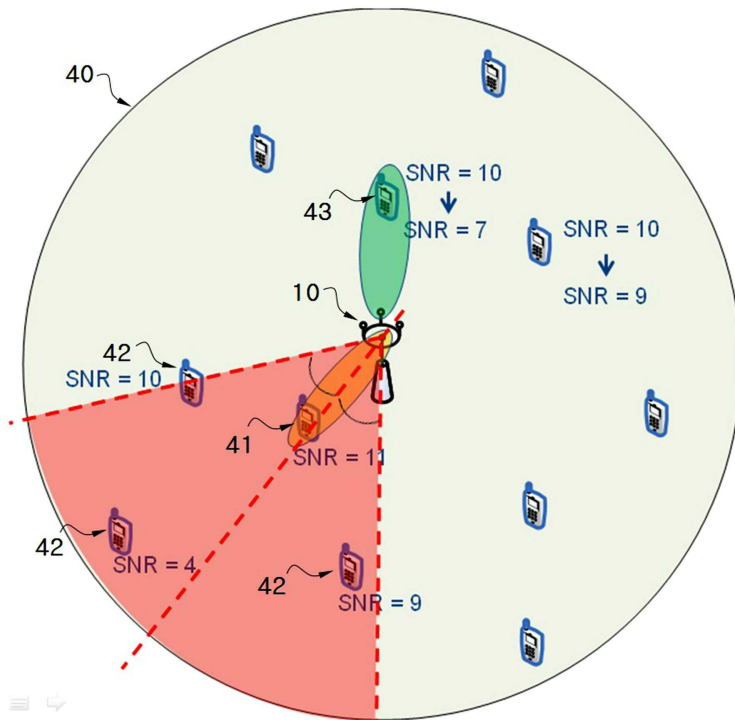
도면2



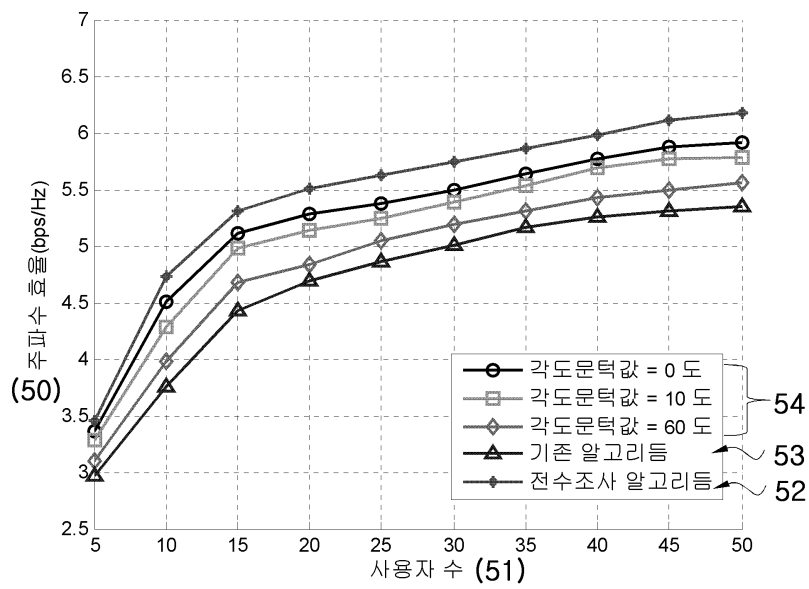
도면3



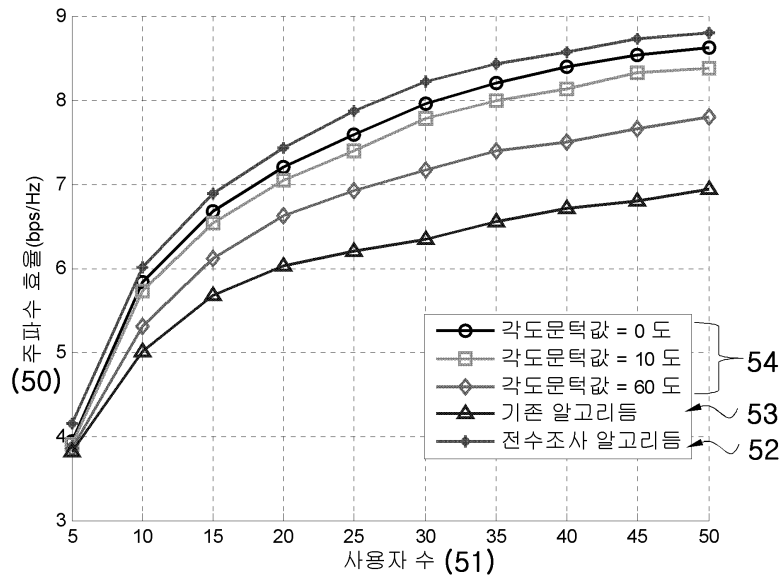
도면4



도면5a



도면5b



도면6

