



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0105176
(43) 공개일자 2012년09월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/14 (2006.01) H04B 15/00 (2006.01)

H04W 72/12 (2009.01) H04W 16/02 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2011-0022829

(22) 출원일자 2011년03월15일

심사청구일자 2011년03월15일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

장주욱

서울특별시 마포구 백범로 35, 전자공학과 R807호 (신수동, 서강대학교)

신봉걸

서울특별시 양천구 목동동로 50, 신시가지12단지 아파트 1218동 704호 (신정동)

(74) 대리인

이지연

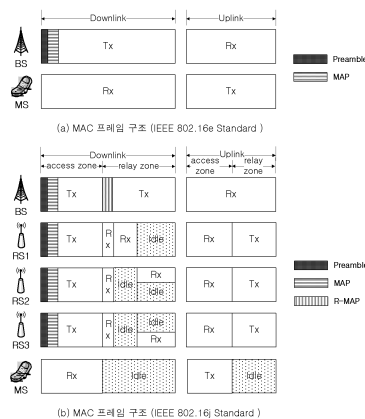
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서의 간섭 신호 제거 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은 다수의 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 재사용하는 무선 통신 시스템에 있어서, 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 시간자원을 할당하는 스케줄러; 간섭 제거 대상 단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상변환기; 및 송신신호 및 위상이 변환된 다수의 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시켜 결합하여 간섭 신호가 제거된 송신신호를 획득하는 신호결합기;를 포함한다. 본 발명에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거 시스템은 서비스스테이션들이 같은 주파수를 사용하는 무선접속통신시스템에서의 간섭신호를 효과적으로 제거할 뿐만 아니라, 간섭 지역에서의 단말기들의 SINR 값을 향상시켜 성능을 개선할 수 있게 된다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0015888

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업/일반연구자지원사업/기본연구_유형 I

연구과제명 무선 멀티홉 릴레이 네트워크에서의 전송율 및 QoS 공정성 개선

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

기지국 및 중계기를 포함하는 다수의 서비스 스테이션과 다수의 이동단말기를 포함하고, 상기 다수의 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 재사용하는 무선 통신 시스템에 있어서,

통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 시간자원을 할당하는 스케줄러;

상기 기지국 및 다수의 중계기에 배치되고, 간섭 제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 생성하고 이를 출력하는 위상변환기; 및

상기 다수의 이동단말기에 배치되고, 기지국 또는 다수의 중계기로부터 송신신호 및 다수의 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시키고, 상기 송신신호와 상기 위상 역변환된 간섭제거용 신호들을 결합하여 간섭신호가 제거된 송신신호를 획득하는 신호결합기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 스케줄러는

상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 스케줄러는

간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학적 식 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로 선정하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템.

[수학적 식 1]

$$n \cdot R_{i,N} < R_{i,IC}(n)$$

상기 수학적 식 1에서, 상기 n은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수를 의미하고, 상기 $R_{i,N}$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미함.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 스케줄러는

기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상 단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되,

상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1 개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 분할된 $n-1$ 개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템.

청구항 6

제 2항에 있어서, 상기 스케줄러는

n -간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 송신 신호를 한 프레임 내에 n 번 전송하도록

하되, 각 서비스 스테이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템.

청구항 7

동일한 통신 구역 내에서 동일한 주파수 자원을 재사용하는 다수의 서비스 스테이션에 있어서,

상기 서비스 스테이션은 스케줄러를 구비하고,

상기 스케줄러는 상기 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 간섭제거용 신호를 송신하는 시간자원을 할당하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 간섭제거용 신호는

상기 간섭 제거 대상 단말기로 전송할 송신 신호에 대한 위상을 변환시킨 신호이며,

상기 서비스스테이션은 간섭 제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상변환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는

상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n -간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는

간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학적 식 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로 선정하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템의 서비스 스테이션.

[수학적 식 1]

$$n \cdot R_{i,N} < R_{i,IC}(n)$$

상기 수학적 식 1에서, 상기 n 은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수를 의미하고, 상기 $R_{i,N}$ 은 i 번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i 번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n 번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미함.

청구항 11

제 7항에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는

기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상 단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되,

상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1 개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 12

제 10항에 있어서, 상기 분할된 n-1 개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 13

제 9항에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는

n-간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 송신 신호를 한 프레임 내에 n번 전송하도록

하되, 각 서비스 스테이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션.

청구항 14

다수의 서비스 스테이션과 다수의 이동단말기를 포함하고, 상기 다수의 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 사용하는 무선 접속 통신 시스템의 서비스 스테이션의 간섭 신호를 제거하는 제어방법에 있어서,

(a) 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 간섭 구역을 설정하는 단계;

(b) 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하는 단계; 및

(c) 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 간섭제거용 신호를 송신하는 시간자원을 할당하는 단계;

를 포함하고,

상기 간섭제거용 신호는 상기 간섭 제거 대상 단말기에 대하여 송신 신호의 위상을 변환시킨 신호이며,

상기 다수의 서비스 스테이션은 간섭 제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상 변환기를 더 구비하고,

상기 간섭 제거 대상 단말기는 상기 서비스 스테이션들로부터 전송된 송신 신호 및 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시켜 상기 송신 신호와 결합함으로써, 간섭 신호가 제거된 송신신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭신호를 제거하는 제어방법.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 (a) 단계는

상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭신호를 제거하는 제어방법.

청구항 16

제 14항에 있어서, 상기 (b) 단계는

간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학식 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로

선정하는 것을 특징으로 하는 무선접속통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭 신호를 제거하는 제어방법.

[수학식 1]

$$n \cdot R_{i,N} < R_{i,IC}(n)$$

상기 수학식 1에서, 상기 n 은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수를 의미하고, 상기 $R_{i,N}$ 은 i 번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i 번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n 번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미함.

청구항 17

제 14항에 있어서, 상기 (c) 단계에서

기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상 단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되,

상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 $n-1$ 개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭신호를 제거하는 제어방법.

청구항 18

제 14항에 있어서, 상기 분할된 $n-1$ 개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭신호를 제거하는 제어방법.

청구항 19

제 15항에 있어서, 상기 (c) 단계에서

n -간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 송신 신호를 한 프레임 내에 n 번 전송하도록

하되, 각 서비스 스테이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 간섭신호를 제거하는 제어방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에서의 간섭 신호 제거 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 릴레이 방식의 중계국이 기지국과 같은 주파수 자원을 사용할 때 발생하는 셀 내 동일 채널 간섭을 제거하기 위한 무선 통신 시스템에서의 간섭 신호 제거 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신호의 세기가 약한 음영 지역 또는 멀리 떨어진 단말기들에게 중계국을 이용하여 릴레이 링크를 통해 통신하는 릴레이 방식의 광대역 무선 접속 통신시스템은 시스템 전송률의 증가와 전송 커버리지의 확대를 목적으로 차세대 광대역 무선 접속 통신시스템에서의 주된 기술이 될 것으로 전망되고 있다.

[0003] IEEE 802.16j 워킹 그룹은 IEEE 802.16e 시스템에 중계국을 도입한 릴레이 방식의 광대역 무선 접속 통신시스템을 표준화하였다. 도 1은 IEEE 802.16e 시스템과 IEEE 802.16j 시스템의 MAC 프레임 구조의 차이를 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, IEEE 802.16j 시스템에서는 중계국의 도입으로 인하여 기존 IEEE 802.16e의 MAC 프레임 구조와는 다르게 하향 링크 구간과 상향링크 구간이 각각 액세스 구간과 릴레이 구간으로 나뉜다.

- [0004] 중계국을 사용하여 릴레이 링크를 통해 단말기와 통신하는 경우 중계국은 기지국과 주파수 자원을 분할하여 사용할 수도 있지만 같은 주파수 자원을 사용함으로써, 다시 말해 주파수를 재사용함으로써 셀 용량을 증가시킬 수 있게 된다. 하지만 중계국이 기지국과 같은 주파수 자원을 사용하여 단말기와 통신하는 경우 단말기는 기지국 또는 다른 중계국으로부터 받게 되는 동일한 주파수 신호가 간섭으로 작용하여 셀 내 동일 채널 간섭 (Co-Channel Interference : CCI)의 영향을 받게 된다.
- [0005] 도 2는 일반적인 릴레이 방식의 광대역 무선 접속 통신 네트워크 시스템에서 중계국이 기지국과 같은 주파수를 사용할 때 발생하는 셀 내 동일 채널 간섭을 도시하고 있다. 도 2를 참조하면, 중계국과의 릴레이 링크를 통해 통신하는 단말기가 실제로 전송 받고자하는 신호의 세기에 비해 간섭 신호들의 세기가 일정 수준 이상 크다면 간섭 신호로 인하여 단말기는 받고자하는 신호를 제대로 복조해낼 수 없다. 따라서, 비트 레이트(bit rate)가 낮은 모듈레이션 방식을 사용하게 되고, 이는 오히려 시스템 전송률의 성능 저하를 유발한다. 이렇게 각 서비스 스테이션(기지국 또는 중계국)으로부터 받게 되는 신호들의 세기가 서로 비슷한 지역은 중계국이 주파수 자원을 재사용할 경우에 도 3에 도시된 바와 같이 셀 내 동일 채널 간섭에 의해 새로운 음영지역이 된다.
- [0006] 전술한 바와 같이 중계국이 기지국과 같은 주파수 자원을 사용함으로써 더 많은 주파수 자원을 확보해 셀 용량을 증가시킬 수 있지만, 기지국 또는 다른 중계국으로부터 전송받게 되는 신호들이 간섭 신호로 작용하면서 오히려 시스템 전송률을 떨어뜨릴 수 있으며, 셀 내 동일 채널 간섭에 의하여 새로운 음영 지역이 발생하게 된다. 또한, 이러한 간섭의 영향이 심한 음영 지역에 위치한 단말기들은 간섭신호 대 신호 비율(Signal to Interference Ratio : 이하, SINR) 값이 매우 작아 낮은 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 가지거나 심한 경우에는 서비스 불능에 빠지게 된다.
- [0007] 따라서, 중계국이 기지국과 같은 주파수 자원을 재사용하는 경우, 간섭신호의 영향으로 시스템 전송률과 QoS(Quality of service)의 공정성 등의 성능이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 특징은 간섭 구역에서의 간섭 신호 제거를 위한 대상 단말기를 선정하여 스케줄링한 후 위상이 변환된 데이터를 전송하고, 이를 결합하도록 함으로써, 릴레이 방식의 중계국이 기지국과 같은 주파수 자원을 사용할 때 발생하는 셀 내 동일 채널 간섭을 제거하기 위한 무선 통신 시스템에서의 간섭 신호 제거 시스템 및 방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은, 기지국 및 중계기를 포함하는 다수의 서비스 스테이션과 다수의 이동단말기를 포함하고, 상기 다수의 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 재사용하는 무선 통신 시스템에 있어서, 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 시간자원을 할당하는 스케줄러; 상기 기지국 및 다수의 중계기에 배치되고, 간섭 제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 생성하고, 이를 출력하는 위상변환기; 및 상기 다수의 이동단말기에 배치되고, 기지국 또는 다수의 중계기로부터 송신신호 및 다수의 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시키고, 상기 송신신호와 상기 위상 역변환된 간섭제거용 신호들을 결합하여 간섭신호가 제거된 송신신호를 획득하는 신호결합기;를 포함한다.
- [0010] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 상기 스케줄러는 상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0011] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 제 1항에 있어서, 상기 스케줄러는 간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학식 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상 단말기로 선정하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 수학식 1에서, 상기 n은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의

개수를 의미하고, 상기 $R_{i,N}$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미한다.

[0013] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 상기 스케줄러는 기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되, 상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0014] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 상기 분할된 n-1 개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0015] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 상기 스케줄러는 n-간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 신호를 한 프레임 내에 n번 전송하도록 하되, 각 서비스 스테

이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0016] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 특징은, 동일한 통신 구역 내에서 동일한 주파수 자원을 재사용하는 다수의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 서비스 스테이션은 스케줄러를 구비하고, 상기 스케줄러는 상기 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거대상 단말기들을 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거 대상단말기들에 대하여 간섭제거용 신호를 송신하는 시간 자원을 할당하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0017] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 간섭제거대상 단말기로 전송할 송신 신호에 대한 위상을 변환시킨 신호이며, 상기 서비스 스테이션은 간섭제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상변환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0018] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는 상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0019] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는 간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학적 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로 선정하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0020] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는 기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되, 상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1 개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0021] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 분할된 n-1개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

[0022] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션에 있어서, 상기 서비스 스테이션의 스케줄러는 n-간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 신호를 한 프레임 내에 n번 전송하도록

하되, 각 서비스 스테이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜

전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

- [0023] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징은, 다수의 서비스 스테이션과 다수의 이동단말기를 포함하고, 상기 다수의 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 사용하는 무선 접속 통신 시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, (a) 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 간섭 구역을 설정하는 단계; (b) 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기들을 선정하는 단계; 및 (c) 상기 간섭제거 대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거대상단말기들에 대하여 간섭제거용 신호를 송신하는 시간자원을 할당하는 단계;를 포함하고, 상기 간섭제거용 신호는 상기 간섭제거대상 단말기에 대하여 송신 신호의 위상을 변환시킨 신호이며, 상기 다수의 서비스 스테이션은 간섭제거대상 단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상변환기를 더 구비하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기는 상기 서비스 스테이션들로부터 전송된 송신 신호 및 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시켜 상기 송신신호와 결합함으로써, 간섭 신호가 제거된 송신신호를 획득하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 상기 (a) 단계는 상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0025] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 상기 (b) 단계는 간섭구역에 위치한 다수의 이동단말기 중 하기 수학적 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로 선정하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0026] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 상기 (c) 단계에서 기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 하향링크 구간 내에, 간섭 제거 대상단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭제거존을 배치시키되, 상기 간섭제거존은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0027] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 상기 분할된 n-1개의 단위간섭제거존의 단위 크기는 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0028] 전술한 특징을 갖는 본 발명의 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 상기 (c) 단계에서 n-간섭 구역 내에 위치한 간섭 제거 대상단말기들로 동일한 신호를 한 프레임 내에 n번 전송하도록 하되, 각 서비스 스테이션의 위상변환기를 이용하여 전송되는 각 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 전송하도록 하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은 간섭제거대상단말기를 선정하고, n-간섭 구역내의 상기 간섭제거대상단말기로 신호의 위상을 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 n 번 전송하고, 간섭제거대상단말기는 상기 전송된 n 개의 신호를 결합함으로써, 서비스스테이션들이 같은 주파수를 사용하는 무선접속통신시스템에서의 간섭신호를 효과적으로 제거할 뿐만 아니라, 간섭 지역에서의 단말기들의 SINR 값을 향상시켜 성능을 개선할 수 있게 된다.
- [0030] 표 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선접속통신시스템의 간섭신호제거시스템을 통해 2-간섭구역 내의 이동단말기의 간섭 신호를 제거하였을 경우와 주파수를 재사용하지 않는 직교자원할당방식의 경우, 단순히 주파수를 재사용하는 중첩 자원 할당 방식의 경우를 비교한 것이다.

표 2

	직교 자원 할당 방식	중첩 자원 할당 방식	간섭 제거를 위한 전송 방식
두 slot 동안 각 송신국으로부터 전송되는 세 패킷들	2	2	1 (같은 패킷을 두 번 전송)
간섭 구역에서의 단말기의 SINR	$\frac{S}{N}$	$\frac{S}{I+N}$	$\frac{2S}{N}$
주파수 재사용 여부	X	O	O

[0031]

[0032]

마찬가지로, 표 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선접속통신시스템의 간섭신호제거시스템을 통해 3-간섭구역 내의 이동단말기의 간섭 신호를 제거하였을 경우와 주파수를 재사용하지 않는 직교자원할당방식의 경우, 단순히 주파수를 재사용하는 중첩 자원 할당 방식의 경우를 비교한 것이다.

표 3

	직교 자원 할당 방식	중첩 자원 할당 방식	간섭 제거를 위한 전송 방식
두 slot 동안 각 송신국으로부터 전송되는 세 패킷들	3	3	1 (같은 패킷을 두 번 전송)
간섭 구역에서의 단말기의 SINR	$\frac{S}{N}$	$\frac{S}{I_1 + I_2 + N}$	$\frac{3S}{N}$
주파수 재사용 여부	X	O	O

[0033]

[0034]

표 2 및 표 3을 참조하면, 본 발명에 따른 무선접속통신시스템의 간섭신호제거시스템을 적용하는 경우, 간섭 구역에서의 이동단말기의 간섭신호(I , I_1 , I_2)는 제거되고, SINR 값은 증가하는 것을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035]

도 1은 IEEE 802.16e 시스템과 IEEE 802.16j 시스템의 MAC 프레임 구조의 차이를 도시한 도면이다.

도 2는 일반적인 릴레이 방식의 광대역 무선 접속 통신 네트워크 시스템에서 중계국이 기지국과 같은 주파수를 사용할 때 발생하는 셀 내 동일 채널 간섭을 도시하고 있다.

도 3은 기지국 및 3개의 중계기로 형성되는 간섭구역을 구분하여 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템을 개략적으로 도시한 구조도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템의 하향링크 프레임(down link frame) 구조를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 2-간섭구역에서의 간섭제거신호스케줄의 동작원리를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 3-간섭구역에서의 간섭제거신호스케줄의 동작원리를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거방법을 순차적으로 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템 및 방법의 구성 및 동작원리를 구체적으로 설명한다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은 기지국 및 중계기를 포함하는 서비스 스테이션이 동일한 주파수 자원을 재사용하는 무선통신시스템에 적용된다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템을 개략적으로 도시한 구조도이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선접속통신시스템의 간섭신호제거시스템은 스케줄러(200), 위상변환기(300) 및 신호결합기(100)를 포함한다.
- [0039] 상기 스케줄러(200)는 통신 구역 내에서 간섭 신호가 발생하는 간섭 구역을 설정하고, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기를 선정하고, 상기 간섭 제거 대상 단말기의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭 제거 대상 단말기에 대하여 시간 자원을 할당한다. 여기서, 상기 스케줄러(200)는 상기 기지국(110)에 배치되며, 상기 기지국(110)에 배치되는 것만이 아니라, 통신 영역이 확장되어 중계기(120)가 상기 기지국과 비슷한 기능을 담당하게 될 경우를 대비하여 상기 다수의 중계기(120)에도 배치될 수 있다.
- [0040] 상기 위상변환기(300)는 상기 기지국 및 다수의 중계기에 배치되고, 간섭 제거 대상단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 생성하고, 이를 출력한다.
- [0041] 상기 신호결합기(100)는 상기 다수의 이동단말기에 배치되고, 기지국 또는 다수의 중계기로부터 송신 신호 및 다수의 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시키고, 상기 송신신호와 상기 위상 역변환된 간섭제거용 신호들을 결합하여 간섭 신호가 제거된 송신신호를 획득한다.
- [0042] 이하, 전술한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭 신호 제거 시스템의 동작원리에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0043] 이하 설명은 시분할 복신(Time Division Duplex) 및 직교주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) 방식을 사용하는 무선통신시스템을 예로 들어 설명한다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템의 하향링크 프레임(down link frame) 구조를 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 전술한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은 릴레이 방식의 광대역 무선통신시스템에서 다수의 중계기가 기지국과 같은 주파수 자원을 재사용할 때 셀 내 동일 채널 간섭을 효과적으로 제거하기 위하여, 기지국 또는 중계기는 하향링크 구간, 즉 기지국 또는 다수의 중계기들이 이동단말기와 통신하는 프레임의 송신 구간 내에 간섭 제거 대상 단말기들로 간섭제거용 신호를 송신하기 위한 간섭 제거 존(Interference Cancellation Zone : ICZ)를 배치시킨다.
- [0045] 여기서, 상기 간섭 제거 존은 다시 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1개의 단위 간섭 제거 존으로 분할되어 배치할 수 있다. 예를 들어, 하나의 기지국과 그 기지국과 같은 주파수 자원을 사용하는 2개의 중계기를 포함하는 무선통신시스템의 통신 구역에서는 간섭제거존을 2-간섭제거존과 3-간섭제거존인 2개의 단위간섭제거존으로 분할하고, 상기 하향프레임 내의 송신 구간(Tx)에서는 송신신호를, 2-간섭제거존 및 3-간섭제거존에서는 각각 간섭제거대상단말기로 간섭제거용 신호를 송신하도록 한다. 여기서는, 하나의 기지국과 그 기지국과 같은 주파수 자원을 사용하는 2개의 중계기를 포함하는 무선통신시스템에서 2-간섭구역 및 3-간섭구역만을 다루는 것으로 가정하여 설명한다.
- [0046] 일반적으로 무선 신호 세기는 거리가 멀어짐에 따라 약해지는 특성이 있으므로, 단말기의 위치에 따라 각 서비스 스테이션으로부터 받게 되는 신호의 세기는 달라지게 된다. 이러한 특성을 통해, 상기 간섭 구역을 구분하기 위해 이동단말기가 받게 되는 신호 세기의 순서에 따라 단말기가 어떠한 간섭 구역에 위치하고 있는지를 예측할 수 있게 된다.
- [0047] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템의 스케줄러(200)는 상기 통신 구역 내에 설정된 하나 또는 둘 이상의 간섭 구역을 각각 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수

(n)에 따라 n-간섭구역으로 구분할 수 있다. 즉, 상기 n-간섭구역이란 이동단말기가 n 개의 서비스 스테이션들로부터 비슷한 세기의 신호들을 받게 되는 구역을 의미한다.

[0048]

예를 들어, 도 3을 참조하면, 이동단말기가 기지국(BS)으로부터 받게 되는 신호가 가장 세고, 중계기 1(RS1)로부터 받게 되는 신호가 그와 비슷하며, 나머지 신호 세기들은 상기 기지국 또는 중계기 1의 신호 세기보다 약한 경우, 이동단말기는 ①번 간섭 구역에 있을 것으로 예측된다. 또한 이 경우, 기지국 및 중계기 1로부터 받게 되는 신호의 세기가 비슷하기 때문에 상기 ①번 간섭 구역은 2-간섭 구역으로 구분할 수 있다. 이와 같이, 도 3에 도시된 9개의 간섭구역을 이동단말기가 각 서비스 스테이션으로부터 받게 되는 신호들의 세기에 따라 표 1과 같이 구분할 수 있다.

표 1

단말기가 받게 되는 신호의 세기	간섭 구역
$BS \approx RS1 \gg RS2, RS3$	① (2-간섭 구역)
$RS1 \approx RS2 \gg BS, RS3$	② (2-간섭 구역)
$BS \approx RS2 \gg RS1, RS3$	③ (2-간섭 구역)
$RS2 \approx RS3 \gg BS, RS1$	④ (2-간섭 구역)
$BS \approx RS3 \gg RS1, RS2$	⑤ (2-간섭 구역)
$RS1 \approx RS3 \gg BS, RS2$	⑥ (2-간섭 구역)
$BS \approx RS1 \approx RS2 \gg RS3$	⑦ (3-간섭 구역)
$BS \approx RS2 \approx RS3 \gg RS1$	⑧ (3-간섭 구역)
$BS \approx RS1 \approx RS3 \gg RS2$	⑨ (3-간섭 구역)

[0049]

상기 표 1에서 기지국 또는 중계기의 스케줄러는 이동단말기가 어떤 통신 구역에 위치하는지를 확인하고, 간섭 구역에 위치한 단말기들 중에서 간섭 제거를 위한 간섭 제거 대상 단말기를 선정한다. 이때, 상기 스케줄러는 하기 수학식 1의 조건을 만족하는 단말기를 간섭 제거 대상단말기로 선정한다.

[0051]

[수학식 1]

$$n \cdot R_{i,N} < R_{i,IC}(n)$$

[0052]

[0053]

상기 수학식 1에서, 상기 $R_{i,N}$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미한다. 일반적으로 기지국 또는 중계기들은 이동단말기의 SINR 값에 따라 적합한 변조 기법을 사용하여 데이터를 전송하기 때문에, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템을 적용하였을 때 SINR 값이 최소 임계값 이상 향상되지 않는다면 전송률의 향상을 기대할 수 없다. 따라서, 상기 수학식 1을 만족하는 이동단말기를 간섭제거대상단말기로 선정하여야 간섭 신호 제거 효과와 더불어 전송률을 향상시키는 효과를 얻게 된다.

[0054]

한편, 상기 스케줄러는 상기 기지국 및 중계기들이 상기 간섭제거 대상단말기로 데이터를 전송하기 위하여, 도 5에 도시된 바와 같이 하향프레임에 간섭제거존을 배치시키고, 상기 간섭제거존의 시간자원을 사용한다. 여기서, 상기 스케줄러는 상기 간섭제거존을 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수(n)에 따라 n-1개의 단위간섭제거존으로 분할되어 배치되고, 상기 간섭제거대상단말기로 단위간섭제거존의 시간 자원을 할당하게 된다. 상기 분할된 n-1개의 단위간섭제거존의 단위 크기를 결정함에 있어, 각 프레임마다 간섭제거대상단말기가 바뀔 수 있으며, 그에 따라 요구되는 시간 자원의 양도 프레임마다 바뀌게 된다. 따라서, 상기 분할된 n-1개의 단위간섭제거존의 단위 크기를 간섭제거대상단말기들에 할당될 시간 자원의 양에 따라 동적으로 결정된다.

[0055]

또한, 기지국과 중계기들은 n-간섭구역에 위치한 단말기들에게 상기 n-간섭 제거존에서 n 심볼 단위로 자원을 할당하게 된다. 이것은 단말기 측에서 간섭을 제거하기 위함이다. 이하, 하기 두 가지 예를 통해 설명한다.

[0056] 먼저, 2-간섭구역에서의 간섭제거시스템의 스케줄러가 간섭신호제거스케줄을 형성하는 동작원리를 설명한다.

[0057] 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 2-간섭구역에서의 간섭제거신호스케줄의 동작원리를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면, 2-간섭구역에서 동일한 시간에 중계기 1 및 중계기 2가 각각 이동단말기 1 및 이동단말기 2와 같은 주파수 대역을 사용하여 통신하는 경우, 이동단말기 1에 있어서 중계기 2로부터 수신되는 신호는 간섭으로 작용하게 된다. 마찬가지로, 이동단말기 2에 있어서 중계기 1로부터 수신되는 신호는 간섭으로 작용하게 된다. 따라서, 상기 스케줄러는 후술할 동작원리에 따라 간섭을 제거하게 된다.

[0058] 도 6을 참조하면, t 번째 슬롯에서 중계기 1과 중계기 2는 이동단말기 1과 이동단말기 2에게 각각 S1, S2 신호를 전송한다. 다음, t+1 번째 슬롯에서 중계기 1은 다시 S1 신호를 전송한다. 하지만 중계기 2는 S2의 반전 신호인 -S2를 전송한다. 상기 S2의 반전신호는 상기 S2 신호의 위상을 180도($=2\pi/2$) 변환시킨 것이다. 다시 말해, 상기 스케줄러에서 형성되는 간섭신호제거스케줄은 2-간섭구역에 있어서, t 번째와 t+1 번째 슬롯으로 2 번의 신호를 생성하여 송신하도록 하되, 간섭신호에 관여하는 2 개의 중계기 중 하나인 중계기 2의 t+1번째 슬롯의 신호를 상기 중계기 2의 위상변환기를 이용하여 $2\pi/2$ 만큼 위상을 변환시켜 송신하도록 하는 것이다.

[0059] 중계기 1과 이동단말기 1, 이동단말기 2 사이의 채널 상태를 각각 h_A, h_A' 로 정의하고, 중계기 2와 이동단말기 2, 이동단말기 1 사이의 채널상태를 각각 h_B, h_B' 로 정의하면, 각 채널 상태는 수학식 2와 같이 표현된다.

[0060] [수학식 2]

$$H = \begin{pmatrix} h_A & h_A' \\ h_B & h_B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 e^{j\theta_1} & a_1' e^{j\theta_1'} \\ a_2 e^{j\theta_2} & a_2' e^{j\theta_2'} \end{pmatrix}$$

[0061]

[0062] 이때, 상기 스케줄러의 간섭 신호 제거 스케줄에 따라 이동단말기 1과 이동단말기 2가 t 번째 슬롯과 t+1 번째 슬롯에서 수신하는 신호들은 각 채널 상태에 따라 수학식 3과 수학식 4와 같이 나타내어진다.

[0063] [수학식 3]

$$r_1(t) = h_A S_1 + h_B' S_2 + n_1, r_1(t+1) = h_A S_1 - h_B' S_2 + n_1'$$

[0064]

[0065] [수학식 4]

$$r_2(t) = h_A' S_1 + h_B S_2 + n_2, r_2(t+1) = h_A' S_1 - h_B S_2 + n_2'$$

[0066]

[0067] 여기서, $r_i(t)$ 는 t 번째 슬롯에서 이동단말기 i에 의해 수신된 신호를 의미하며, S_i 는 이동단말기 i가 수신하고자 하는 원래의 신호를 의미한다. 또한, n_i 는 이동단말기 i에 의해 수신된 잡음을 의미한다. 이동단말기 1과 이동단말기 2는 각각 상기 수학식 3, 4와 같이 t 번째 슬롯과 t+1 번째 슬롯에서 수신한 신호들을 상기 신호결합기에서 수학식 5와 6과 같은 연산을 통해 결합함으로써 각각 수신하고자 하는 신호 S1과 S2로 복조화함으로써, 간섭신호를 제거할 수 있게 된다.

[0068] [수학식 5]

$$\tilde{S}_1 = h_A^* (r_1(t) + r_1(t+1)) = 2a_1^2 S_1 + h_A^* n_1 + h_A^* n_1'$$

[0069]

[0070] [수학식 6]

$$\widetilde{S}_2 = h^*_{B}(r_2(t) + r_2(t+1)) = 2a_2^2 S_2 + h^*_{B} n_2 + h^*_{B} n'_2$$

[0072] 다음, 3-간섭구역에서의 간섭제거시스템의 스케줄러가 간섭신호제거스케줄을 형성하는 동작원리를 설명한다.

[0073] 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템에 있어서, 3-간섭구역에서의 간섭제거신호스케줄의 동작원리를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면, 3-간섭구역에서 동일한 시간에 중계기 1, 중계기 2, 기지국이 각각 이동단말기1, 이동단말기 2, 이동단말기 3과 같은 주파수 대역을 사용하여 통신하는 경우, 이동단말기 1에 있어서 중계기 2와 기지국으로부터 수신되는 신호들은 간섭으로 작용하게 된다. 마찬가지로, 이동단말기 2와 이동단말기 3에 있어서 컨넥션(connection)을 맺고 있지 않은 송신국들로부터 수신된 신호들은 간섭으로 작용한다. 따라서, 상기 스케줄러는 후술할 동작원리에 따라 간섭을 제거하게 된다.

[0074] 도 7을 참조하면, t 번째 슬롯에서 중계기 1과 중계기 2와 기지국은 이동단말기 1과 이동단말기 2, 이동단말기 3에게 각각 S1, S2, S3 신호를 전송한다. 다음, t+1 번째 슬롯에서는 중계기 1은 다시 S1 신호를 전송하지만, 중계기 2는 S2 신호에서 120도(=2π/3)만큼 위상이 변환된 신호를 전송하며, 기지국은 S3 신호에서 240도(=2π/3*2)만큼 위상이 변환된 신호를 전송한다. t+2 번째 슬롯에서 중계기 1은 또다시 S1 신호를 전송하지만, 중계기 2는 S2 신호에서 240도(=2π/3*2)만큼 위상이 변환된 신호를 전송하며, 기지국은 S3 신호에서 120도(=2π/3)만큼 위상이 변환된 신호를 전송한다. 다시 말해, 상기 스케줄러에서 형성되는 간섭신호제거스케줄은 3-간섭구역에 있어서, t 번째, t+1 번째, t+2 번째 슬롯으로 3 번의 신호를 생성하여 송신하도록 하되, 간섭신호에 관여하는 3 개의 서비스 스테이션 중 중계기 2의 t+1번째 슬롯의 신호를 상기 중계기 2의 위상변환기를 이용하여 2π/3 만큼, t+2 번째 슬롯의 신호를 2π/3*2 만큼 위상을 변환시켜 송신하고, 기지국의 t+1 번째 슬롯의 신호를 기지국의 위상변환기를 이용하여 2π/3*2 만큼, t+2 번째 슬롯의 신호를 2π/3 만큼 위상을 변환시켜 송신하도록 하는 것이다.

[0075] 중계기 1과 이동단말기 1, 이동단말기 2, 이동단말기 3 사이의 무선 채널의 상태를 각각 h_A, h'_A, h''_A 로 정의하고, 중계기 2와 이동단말기 2, 이동단말기 3, 이동단말기 1 사이의 무선 채널 상태를 각각 h_B, h'_B, h''_B 로 정의하고, 기지국과 이동단말기 3, 이동단말기 1, 이동단말기 2 사이의 무선 채널 상태를 각각 h_C, h'_C, h''_C 라고 정의하면, 각 채널 상태는 수학식 7과 같이 표현된다.

[0076] [수학식 7]

$$H = \begin{pmatrix} h_A & h'_A & h''_A \\ h''_B & h_B & h'_B \\ h'_C & h''_C & h_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 e^{j\theta_1} & a'_1 e^{j\theta'_1} & a''_1 e^{j\theta''_1} \\ a''_2 e^{j\theta''_2} & a_2 e^{j\theta_2} & a'_2 e^{j\theta'_2} \\ a'_3 e^{j\theta'_3} & a''_3 e^{j\theta''_3} & a_3 e^{j\theta_3} \end{pmatrix}$$

[0077]

[0078] 그러면, 이동단말기 1과 이동단말기 2, 이동단말기 3이 t, t+1, t+2 번째 슬롯에서 수신한 신호는 각각 수학식 8, 9, 10과 같이 나타낼 수 있다.

[0079] [수학식 8]

$$\begin{aligned} r_1(t) &= h_A S_1 + h''_B S_2 + h'_C S_3 + n_1, \\ r_1(t+1) &= h_A S_1 + h''_B S_2 e^{j2/3\pi} + h'_C S_3 e^{j4/3\pi} + n'_1, \\ r_1(t+1) &= h_A S_1 + h''_B S_2 e^{j4/3\pi} + h'_C S_3 e^{j2/3\pi} + n''_1 \end{aligned}$$

[0080]

[0081] [수학식 9]

$$\begin{aligned} r_2(t) &= h'_A S_1 + h_B S_2 + h''_C S_3 + n_2, \\ r_2(t+1) &= h'_A S_1 + h_B S_2 e^{j2/3\pi} + h''_C S_3 e^{j4/3\pi} + n'_2, \\ r_2(t+1) &= h'_A S_1 + h_B S_2 e^{j4/3\pi} + h''_C S_3 e^{j2/3\pi} + n''_2 \end{aligned}$$

[0082]

[0083] [수학식 10]

$$\begin{aligned} r_3(t) &= h''_A S_1 + h'_B S_2 + h_C S_3 + n_3, \\ r_3(t+1) &= h''_A S_1 + h'_B S_2 e^{j2/3\pi} + h_C S_3 e^{j4/3\pi} + n'_3, \\ r_3(t+1) &= h''_A S_1 + h'_B S_2 e^{j4/3\pi} + h_C S_3 e^{j2/3\pi} + n''_3 \end{aligned}$$

[0084]

[0085] 따라서, 이동단말기 1, 이동단말기 2, 이동단말기 3은 각각 수학식 8, 9, 10과 같이 t 번째 슬롯과 t+1 번째 슬롯, t+2 번째 슬롯에서 수신한 신호들을 각각의 신호결합기를 이용하여 수학식 11, 12, 13과 같이 결합함으로써 각각 받고자 하는 신호 S1, S2, S3로 복조화하여, 간섭신호를 제거할 수 있게 된다.

[0086] [수학식 11]

$$\tilde{S}_1 = h^*_A (r_1(t) + r_1(t+1) + r_1(t+2)) = 3a_1^2 S_1 + h^*_A n_1 + h^*_A n'_1 + h^*_A n''_1$$

[0087]

[0088] [수학식 12]

$$\tilde{S}_2 = h^*_B (r_2(t) + r_2(t+1)e^{j4/3\pi} + r_2(t+2)e^{j2/3\pi}) = 3a_2^2 S_2 + h^*_B n_2 + h^*_B n'_2 e^{j4/3\pi} + h^*_B n''_2 e^{j2/3\pi}$$

[0089]

[0090] [수학식 13]

$$\tilde{S}_3 = h^*_C (r_3(t) + r_3(t+1)e^{j2/3\pi} + r_3(t+2)e^{j4/3\pi}) = 3a_3^2 S_3 + h^*_C n_3 + h^*_C n'_3 e^{j2/3\pi} + h^*_C n''_3 e^{j4/3\pi}$$

[0091]

[0092] 전술한 바와 같이, 2-간섭구역 및 3-간섭구역에서의 간섭신호제거 동작원리를 통해, n-간섭 구역의 경우도 마찬가지로, 기지국 또는 중계기들이 n-간섭 구역에 위치한 간섭 제거 대상 단말기들에게 데이터를 전송할 때,

동일한 신호를 한 프레임 내에 n 번 전송하도록 하되, 간섭 신호 제거 스케줄에 따라 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 위상을 변환시켜 전송하고, 이동단말기들 중 간섭 제거대상단말기 측에서도 마찬가지로 수신한 송신신호를 포함하

는 n 개의 데이터를 각각 $\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 위상을 역변환시켜 결합함으로써, n-간섭 구역내에서 발생하는 간섭신호가 제거된 송신신호를 획득할 수 있게 된다. 여기서, 앞서 간섭제거용 신호의 위상만을 변환시키는 것으로 설명하였는데, 송신신호는 n=1일 경우의 신호이므로, 위상을 $2\pi/1$ 만큼 변환하더라도 본래 자신의 위상이므로, 송신신호 역시 위상을 변환시키더라도 앞의 내용을 위배하지 않는다.

[0093] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템은 간섭제거대상 단말기를 선정하고, n-간섭 구역내의 상기 간섭제거대상단말기로 간섭신호제거스케줄에 따라 신호의 위상을

$\frac{2\pi}{n}$ 의 배수만큼 변환시켜 n 번 전송하고, 간섭제거대상단말기는 상기 전송된 n 개의 신호를 결합함으로써, 서비스스테이션들이 같은 주파수를 사용하는 무선접속통신시스템에서의 간섭신호를 효과적으로 제거할 뿐만 아니라, 간섭 지역에서의 단말기들의 SINR 값을 향상시켜 성능을 개선할 수 있게 된다.

[0094]

[0095] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0096] 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선통신시스템의 서비스 스테이션의 제어방법을 순차적으로 도시

한 흐름도이다. 도 8을 참조하면, 전술한 구성을 갖는 본 발명의 서비스 스테이션의 제어방법에 있어서, 실선으로 표시된 단계의 주체는 기지국 또는 중계기에 배치되는 스케줄러이며, 이후 점선으로 표시된 단계는 위상변환기 또는 이동단말기의 신호결합기이다.

[0097] 먼저, 본 발명의 간섭신호제거시스템의 스케줄러는 통신 구역 내에서 간섭신호가 발생하는 간섭 구역을 설정한다(S700). 이때, 상기 간섭 구역을 n개의 서비스스테이션으로부터 동등한 신호의 세기를 받는 구역인 n-간섭구역으로 구분한다.

[0098] 다음, 상기 간섭구역 내에 이동단말기가 존재하는지를 판단하고(S710), 상기 간섭 구역 내에 이동단말기가 존재하는 경우, 상기 간섭 구역에 위치한 이동단말기들 중 간섭 신호를 제거할 간섭 제거 대상 단말기를 선정한다(S720). 상기 간섭 제거 대상 단말기를 선정하는 기준은 전술한 바와 같이 수학적 1을 만족하는 이동단말기이다.

[0099] [수학적 1]

$$n \cdot R_{i,N} < R_{i,IC}(n)$$

[0100]

[0101] 상기 수학적 1에서, 상기 n은 해당 간섭제거대상 단말기로 동등한 세기의 신호로 전송하는 서비스 스테이션의 개수를 의미하고, 상기 $R_{i,N}$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하지 않는 경우, 1 슬롯(slot)의 전송률을 의미하고, 상기 $R_{i,IC}(n)$ 은 i번째 이동단말기의 간섭신호를 제거하는 경우, n번째 슬롯까지의 총 전송률을 의미한다.

[0102] 다음, 상기 서비스 스테이션은 상기 간섭제거대상 단말기들의 간섭 신호가 제거되도록 상기 간섭제거대상 단말기들에 대하여 간섭제거용 신호를 송신하는 시간자원을 할당한다.(S730). 즉, 각 서비스 스테이션의 프레임의 하향링크 구간내에 간섭제거준을 배치하여 이를 통해 상기 간섭 제거 대상 단말기로 시간자원을 할당하게 된다. 상기 간섭제거준은 n-간섭구역에 따라 각각의 n-1개의 단위간섭제거준으로 분할되어 배치한다. 또한, 상기 n-1개의 단위간섭제거준은 간섭제거대상단말기들에 할당될 자원의 양에 따라 동적으로 결정된다. 또한, 상기 n-간섭구역 내의 간섭 제거 대상단말기들은 n 심볼 단위로 자원을 할당받게 된다. 여기서 간섭제거용 신호는 상기 간섭제거대상 단말기에 대하여 송신 신호의 위상을 변환시킨 신호이다.

[0103] 이후, 상기 다수의 서비스 스테이션은 간섭제거대상 단말기로 전송되는 송신신호의 위상을 변환시켜 간섭제거용 신호를 출력하는 위상변환기를 더 구비하고, 상기 간섭제거대상 단말기는 상기 서비스 스테이션들로부터 전송된 송신 신호 및 간섭제거용 신호들을 수신하고, 상기 간섭제거용 신호들의 위상을 역변환시켜 상기 송신 신호와 결합함으로써, 간섭 신호가 제거된 송신 신호를 획득한다.

[0104] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0105] 본 발명에 따른 무선통신시스템의 간섭신호제거시스템 및 방법은 광대역 무선통신을 사용하는 모든 분야에 적용할 수 있다. 특히, 기지국과 중계기가 동일한 주파수를 사용하는 릴레이 방식의 광대역 무선접속통신시스템에 널리 사용할 수 있다.

부호의 설명

[0106] 100 : 신호결합기

200 : 스케줄러

300 : 위상변환기

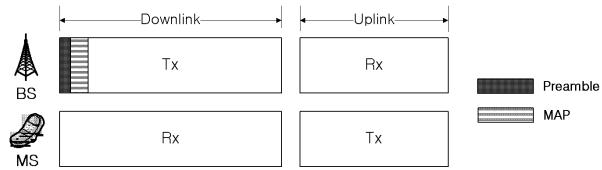
110 : 기지국

120 : 중계기

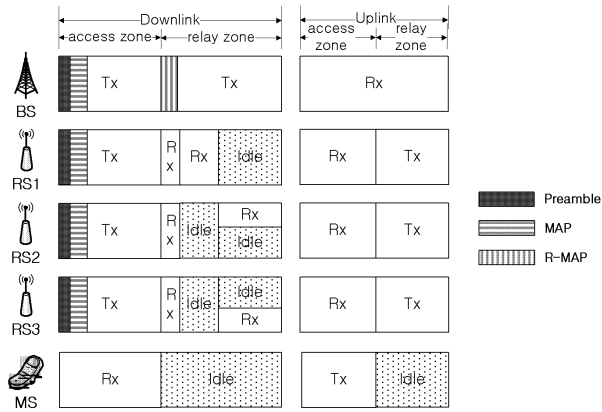
130 : 이동단말기

도면

도면1

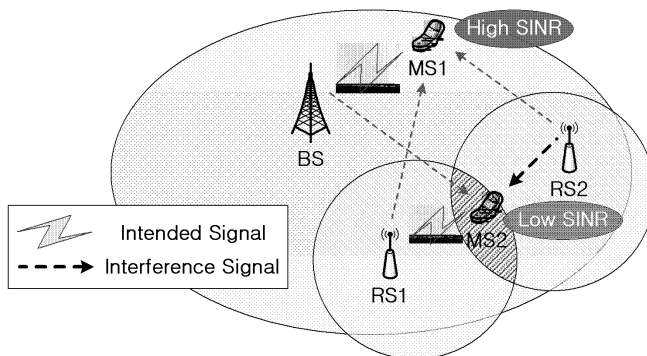


(a) MAC 프레임 구조 (IEEE 802.16e Standard)

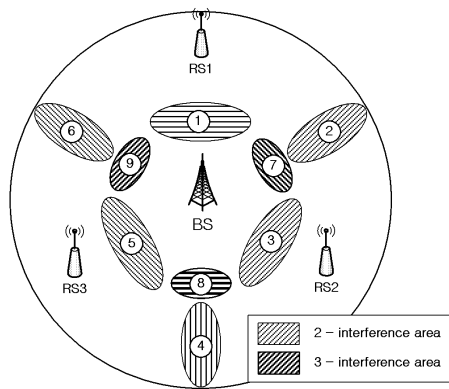


(b) MAC 프레임 구조 (IEEE 802.16j Standard)

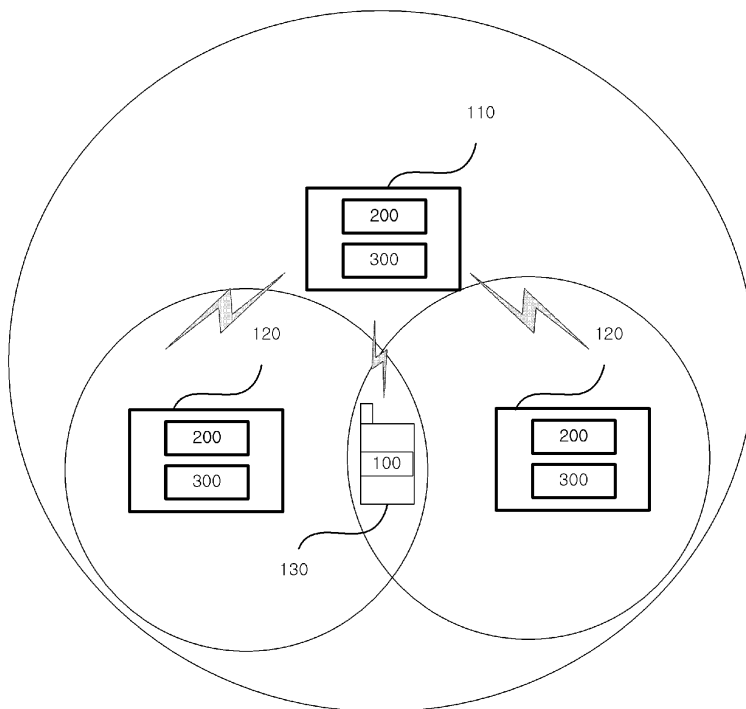
도면2



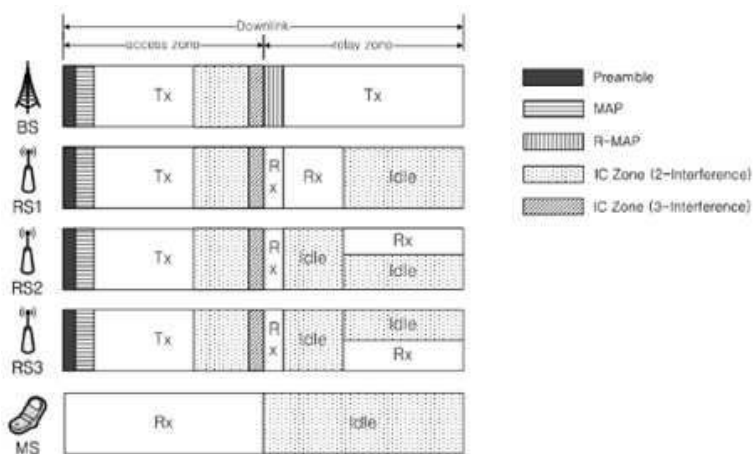
도면3



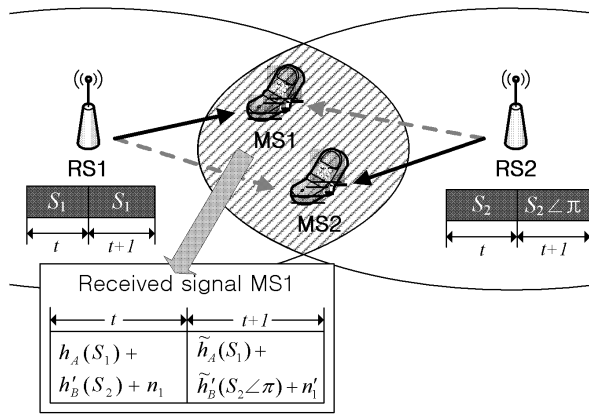
도면4



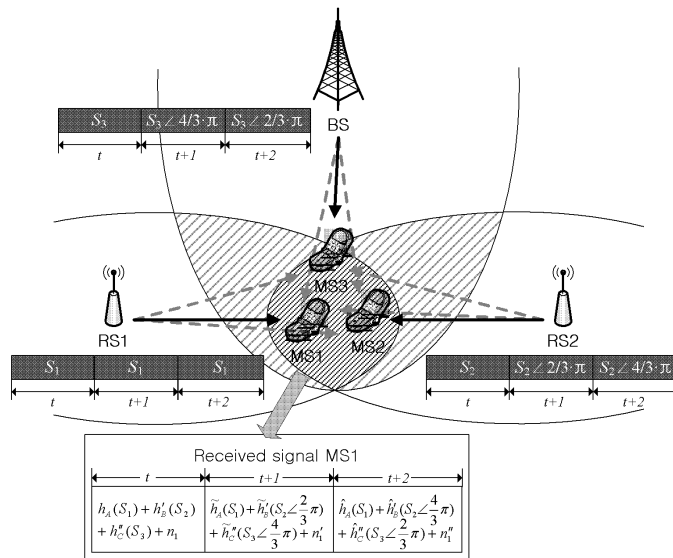
도면5



도면6



도면7



도면8

