



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년09월20일
(11) 등록번호 10-1066326
(24) 등록일자 2011년09월14일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0031613
(22) 출원일자 2008년04월04일
심사청구일자 2008년12월31일
(65) 공개번호 10-2009-0106101
(43) 공개일자 2009년10월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060040549 A

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

이재훈

서울특별시 양천구 신정6동 327번지 신시가지13단지아파트 1302동501호

황성택

경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

전체 청구항 수 : 총 5 항

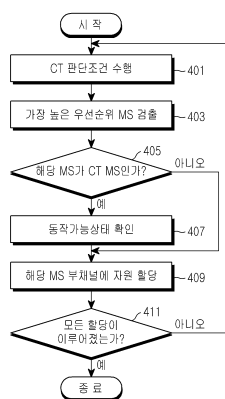
심사관 : 황윤구

(54) 분산 안테나 시스템에서 스케줄링 장치 및 방법

(57) 요약

분산 안테나 시스템에서 스케줄링 방법에 있어서, 기지국(Base Station)을 중심으로 상기 시스템이 허용하는 최대 협력적 전송 중계국(Relay Station)의 협력적전송 판단조건에 따라 각 채널별 해당 이동단말(Mobile Station)을 협력적전송(Cooperative Transmission)의 이동단말과 단일전송(Single Transmission)의 이동단말로 구분하는 과정과, 분류된 협력적전송의 이동단말과 단일전송의 이동단말 중에서 채널용량이 가장 큰 이동단말을 선택하는 과정과, 선택된 이동단말이 단일전송의 이동단말이라면, 해당 부채널에 자원을 할당하고, 선택된 이동단말이 협력적 전송의 이동단말이라면, 협력적 전송 스케줄링 기법을 사용하여 자원을 할당하는 과정과, 선택된 이동단말로 모든 자원의 할당이 이루어질 때까지 상기의 과정들을 반복하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

성원진

서울특별시 서초구 잠원동 60-7 녹원한신아파트
101동 505호

성기석

서울특별시 구로구 개봉2동 현대아파트 201동 180
1호

송인홍

서울특별시 송파구 문정동 68번지 4층

특허청구의 범위

청구항 1

분산 안테나 시스템에서 스케줄링 방법에 있어서,

각 채널별 해당 이동단말(Mobile Station)을, 사전에 할당된 하나의 중계국으로부터 정보를 수신하는 단일 전송(Single Transmission)의 이동단말과 둘 이상의 중계국으로부터 정보를 수신하는 협력적 전송의 이동단말로 구분하는 제1 과정과,

구분된 상기 단일 전송의 이동단말과 상기 협력적 전송의 이동단말 중에서 채널용량이 가장 큰 이동단말을 선택하는 제2 과정과,

상기 선택된 이동단말이 상기 단일 전송의 이동단말이라면, 해당 부채널에 자원을 할당하고, 상기 선택된 이동단말이 상기 협력적 전송의 이동단말이라면, 협력적 전송 스케줄링 기법을 사용하여 자원을 할당하는 제3 과정과,

상기 선택된 이동단말로 모든 자원의 할당이 이루어질 때까지 상기 제1 과정에서 제3과정을 반복하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단일 전송의 이동단말과 협력적 전송의 이동단말로 구분하는 과정은,

각 채널별 해당 중계국으로부터 수신되는 신호대 잡음비를 이용하여 전송용량을 산출하는 단계와,

상기 산출된 각 이동단말의 전송용량을 이용하여 상기 단일 전송의 이동단말과 협력적 전송의 이동단말로 구분하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 협력적 전송 스케줄링 기법은

이동단말이 시간축으로 하나의 소속 기지국 또는 중계국으로부터 차례로 할당 받을 복수의 직렬 지원들을, 공간축으로 동시에 자원을 할당하여 수신하는 기법임을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 협력적 전송 스케줄링 기법은

단일 채널 시스템과 다채널 시스템에서 모두 적용될 수 있음을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 7

분산 안테나 시스템에서 스케줄링 장치에 있어서,

다수의 채널별 중계국으로부터 해당 신호대 잡음비가 입력되는 입력부와,

상기 입력부로부터 입력된 각 채널별 신호대 잡음비를 이용하여 전송용량을 산출하고, 상기 산출된 전송용량을 이용하여 사전에 할당된 하나의 중계국으로부터 정보를 수신하는 단일 전송의 이동단말과 둘 이상의 중계국으로부터 정보를 수신하는 협력적 전송의 이동단말을 판단하는 판단부와,

이동단말이 시간축으로 하나의 소속 기지국 또는 중계국으로부터 차례로 할당 받을 시간 축 상에서 복수의 직렬 자원들을, 공간축으로 할당하는 병렬 패킷 스케줄러와,

상기 병렬 패킷 스케줄러의 채널을 수락하여 해당 이동단말로 채널을 할당하는 채널 할당부를 포함함을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 전용회선 및 대역을 이용한 분산 안테나 시스템의 무선 자원 할당에 관한 것으로, 특히 다채널 분산 안테나 시스템에서 순방향 링크의 전송 효율을 개선시키기 위하여 채널 별로 사전 협력 정보를 기반으로 하는 안테나간 협력적 전송에 관한 기술들을 효과적으로 적용시키기 위한 스케줄링 장치 및 방법에 관한 것이다

배경기술

[0002] 무선 통신 시스템의 지속적인 발전을 위한 중요한 요소 기술 중 하나는 효율적인 주파수 자원의 운용 및 분배이며, 이를 위해 기존의 셀 당 하나의 기지국(Base Station: BS)으로부터 이동단말기(Mobile Station : MS)로의 직접 전송만을 허용하는 단일 홉(Single-hop)전송 방식에서부터 확장된 다중 홉(Multi-hop)전송 방식에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 상기 다중 홉 전송 방식을 지원하는 시스템에서는 BS로부터 신호가 중계국(Relay Station : RS)을 거쳐 MS로 전송되며, BS로부터 MS로의 직접 전송도 가능하다.

[0003] 현재 구현 중이거나 실현되어 있는 셀룰러 시스템의 예로는 단일 홉 시스템과 중계기를 지원하는 무선 단일 홉 시스템, RS를 지원하는 무선 다중 홉 시스템을 들 수 있다. 무선 단일 홉 시스템은 중계기가 없이 셀 당 하나의 BS가 있고 단말기 또는 MS가 별도의 중계 없이 BS와 직접 연결되는 구조이다. 여기에 중간에 중계기(Repeater)를 추가 설치하여 셀 경계(cell boundary)지역 혹은 음영 지역에 있는 MS의 수신 신호 성능을 개선하기 위한 것이 중계기를 지원하는 무선 단일 홉 시스템이다. 이때 하나의 셀은 하나의 BS와 여러 개의 중계기로 구성되며, MS는 BS 및 중계기로부터 동시에 신호를 송수신 받는다.

[0004] RS를 지원하는 경우와 중계기(repeater)를 지원하는 경우의 차이점은 다음과 같다. 상기의 무선 중계기가 BS로부터의 신호뿐 아니라 외부 셀에서 들어오는 간섭까지 증폭하여 신호를 전달했다면, 무선 RS는 MS가 원하는 신호만 증폭할 뿐만 아니라, RS가 형성하는 서브-셀(sub-cell)내의 MS들에 대한 스케줄링 및 동적 채널 할당의 수행이 가능하다는 장점을 가진다. 즉, 무선 RS를 이용함으로써 BS가 직접 데이터를 전송하기 힘든 음영지역에 있는 MS 들에게도 전송이 가능해지며, 결국 셀 커버리지의 확대와 셀 용량(cell throughput)증대의 장점을 가지게 된다.

[0005] 상기와 같이 무선 RS 다중 홉 시스템은 단일 홉 시스템 또는 중계기를 지원하는 무선 단일 홉 시스템과 비교하여 전송 성능의 개선이 가능하다.

[0006] 또한, 상기 무선 RS 다중 홉 시스템은 BS와 RS과 함께 하나의 셀을 관장하는 분산안테나 시스템으로 간주할 수 있으며, 상기 분산안테나 시스템은 셀룰러 시스템의 각 BS와 RS는 신호를 송출하는 안테나들의 역할을 수행한다.

[0007] 이와 관련하여 현재의 셀룰러 시스템에서의 안테나간 협력적 전송 형태로서 대표적으로 핸드오프(hand off)를 들 수 있으며, 상기 핸드오프는 특정 MS가 특정 BS의 통신 영역에서 인접 셀 기지국의 통신 영역으로 이동할 때, 다른 기지국의 채널로 전환하여 통신이 끊어지지 않고 다른 통신 영역으로 옮겨갈 수 있게 하기 위한 것으로, 크게 하드(hard) 핸드오프와 소프트(soft) 핸드오프의 두 종류로 분류될 수 있다.

[0008] 하드 핸드오프 방식은 특정 MS가 인근 셀 영역으로 이동할 때, 현재 셀의 신호 세기가 일정 크기의 임계값(threshold) 이하일 경우, 기존의 셀의 연결을 끊고 새로운 셀의 채널로 연결되는 방식이다.

[0009] 소프트 핸드오프 방식은 특정 MS가 인근 셀 영역으로 이동할 때, 새로운 셀의 신호 세기가 일정 크기의 임계값 이상일 경우, 두 기지국으로부터 동시에 신호를 전송 받고, 현재 셀의 신호 세기가 일정 크기 이하가 될 경우에 현재 셀로부터의 연결을 끊고 새로운 셀로부터만 신호를 전송 받게 된다.

[0010] 하드 핸드오프 방식의 경우에는 특정 MS가 현재 셀의 서비스 영역에서 벗어나서 다른 셀로 이동하는 환경에서 통신이 두절될 수 있는 현상이 발생할 수 있지만, 소프트 핸드오프 방식을 사용하게 되면 상기 특정 MS를 새로운 셀의 서비스 영역에 속하게 함으로써 통신 두절을 방지한다. 이러한 소프트 핸드오프 방식은 이동에 따른 통

신 불능 상태를 방지하는 역할을 하지만, 셀 전체로 볼 때 시스템 전송 용량의 향상을 보장하지 않는다.

[0011] 그러나 신호결합(signal combining) 및 시공간 부호화(space time coding)와 같은 진보된 형태의 안테나간 협력적 전송 기술들은 셀 전송 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 셀 경계지역에서 신호 품질의 열화로 인한 작동 불능(outage) 확률을 낮추는데 효과적이다. 즉, 특정 MS가 두 개 이상의 RS로부터 서비스를 받을 경우, 한 개 RS로 서비스 받을 경우보다 신호 품질이 향상되고, 전송률이 증가된다. 또한 셀 경계지역에서의 단일 전송 시에는, 인접한 셀로부터의 간섭(interference) 신호가 강해서 신호 품질이 감소하고, 이에 따른 통신 수행 자체가 불가능한 MS가 존재하게 될 수 있지만, 인접 셀의 RS들의 협력적 전송이 이루어지면 간섭원이 줄어들 뿐만 아니라, 수신 신호 세기의 증가로 인하여 통신이 가능하게 되어서 셀 전체 작동 불능 확률을 감소시키는 효과가 있다. 하지만, N개의 협력적 전송을 사용할 경우에는 단일 전송에 이용되는 무선 자원의 N배를 사용한다는 문제가 발생한다.

[0012] 따라서, 전체 시스템에서 무선 자원 분배 시 효과적인 스케줄링 및 채널 할당 방법을 적용하여, 안테나간 협력적 전송을 효과적으로 지원하는 새로운 형태의 스케줄링과 채널 할당 알고리즘에 관한 개발이 절실히 요구되고 있다

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0013] 본 발명은 분산 시스템에서 안테나간 협력적 전송을 할 경우, 셀 내의 사용자들의 다채널 정보를 유무선 링크를 통해 공유하면서, 안테나간 협력적 전송을 위한 패킷 스케줄링 및 동적 채널 할당을 수행함으로써, 전체 시스템 전송 효율을 증대하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

[0014] 본 발명의 일 견지에 따르면, 분산 안테나 시스템에서 스케줄링 방법에 있어서, 기지국(Base Station)을 중심으로 상기 시스템이 허용하는 최대 협력적 전송 중계국(Relay Station)의 협력적전송 판단조건에 따라 각 채널별 해당 이동단말(Mobile Station)을 협력적전송(Cooperative Transmission)의 이동단말과 단일전송(Single Transmission)의 이동단말로 구분하는 과정과, 분류된 상기 협력적전송의 이동단말과 상기 단일전송의 이동단말 중에서 채널용량이 가장 큰 이동단말을 선택하는 과정과, 상기 선택된 이동단말이 상기 단일전송의 이동단말이라면, 해당 부채널에 자원을 할당하고, 상기 선택된 이동단말이 상기 협력적 전송의 이동단말이라면, 협력적 전송 스케줄링 기법을 사용하여 자원을 할당하는 과정과, 상기 선택된 이동단말로 모든 자원의 할당이 이루어질 때까지 상기의 과정들을 반복하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 다른 견지에 따르면, 분산 안테나 시스템에서 스케줄링 장치에 있어서, 다수의 채널별 중계국으로부터 해당 SINR값이 입력되는 입력부와, 상기 입력부로부터 입력된 각 채널별 SINR을 이용하여 전송용량을 산출하고, 이를 미리 설정된 협력적전송 결정식에 적용하여 그 결과에 따라 단일전송의 이동단말과 협력적전송의 이동단말을 판단하는 판단부와, 이동단말이 시간축으로 하나의 소속 기지국 또는 중계국으로부터 차례로 할당 받을 복수의 직렬 지원들을, 공간축으로 동시에 자원을 할당하는 병렬 패킷 스케줄러와, 상기 패킷 스케줄러의 채널을 수락하여 채널을 할당하는 채널 할당부를 포함함을 특징으로 한다.

효과

[0016] 본 발명에 의하면, 분산 시스템에서 안테나간 협력적 전송을 할 경우, 셀 내의 사용자들의 정보를 유무선 링크를 통해 공유하면서, 안테나간 협력적 전송을 위한 패킷 스케줄링 및 동적 채널 할당을 수행하여, 전체 시스템 전송 효율이 증대되는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

[0018] 먼저, 본 발명의 분산 안테나 시스템에서 BS/RS와 MS 사이의 통신을 위한 모든 알고리즘은 BS에서만 수행되는 중앙 집중식 셀룰러 시스템을 기본적인 모델로 설정한다. 따라서 모든 신호에 대한 제어 정보는 BS에서 제어한

다. BS에서는 이를 기반으로 각 MS들에게 무선 자원을 할당하게 된다.

[0019] 또한, 후술할 본 발명의 실시 예에서는, 설명의 편의상 셀룰러 통신 시스템을 일 예로 하여 설명하지만, 본 발명에서 제안하는 스케줄링 장치 및 방법은 상기 셀룰러 통신 시스템 뿐만 아니라 다른 통신 시스템들에도 적용될 수 있음은 물론이다.

[0020] 도 1은 본 발명이 적용되는 유선 중계국(RS)을 활용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도로서, RS의 개수를 6개로 가정한 유선 RS 시스템의 구조를 나타낸다. 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 셀은 한 개의 BS와 6개의 RS(RS1~RS6)로 구성될 수 되며, 각 RS는 해당 서브 셀 영역을 커버하게 된다. 이러한 셀룰러 시스템에서 BS와 가까운 거리에 있는 MS는 BS로부터 직접 서비스를 받고, 셀 경계(cell boundary)에 위치해 있어 수신 신호의 신호대 잡음비(Signal to Interference plus Noise Ratio : SINR)가 상대적으로 작은 MS는 가까운 RS로부터 서비스를 받는다.

[0021] 이러한 유선 RS를 활용한 셀룰러 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이 한 개의 셀이 RS로 인하여 7개의 셀로 분할(cell split)되는 효과가 있다. 이와 같은 유선 RS를 활용한 셀룰러 시스템은 RS를 통한 셀 분할 효과로 인하여 채널 상태가 비교적 열악한 셀 경계 또는 주변에 장애물이 많은 지역 등에 분포하는 MS에게 데이터를 효율적으로 전송함으로써 BS의 서비스 영역을 확장시키고 음영지역을 해소하는 효과가 있다.

[0022] 상기한 바와 같은 유선 RS를 활용한 셀룰러 시스템에 적용 가능한 전송 방식은 다중 반송파를 사용하는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 전송 방식으로써, 각 MS의 자원할당이 부채널 별로 이루어지는 것으로 가정한다. 이때 MS별로 겪는 페이딩 채널이 서로 독립적이기 때문에 해당 MS에게 유리한 부채널을 선택하는 즉, 다중 사용자 다이버시티를 이용하여 부채널을 할당하게 된다.

[0023] 본 발명은 상기한 시스템을 전체함으로써, 중앙 처리 장치의 역할을 담당하는 BS에서 시스템 전체에 분포되어 있는 MS의 채널상태정보를 기반으로 셀 전체의 시스템 효율(throughput)의 향상을 이루기 위하여, RS간 협력적 전송(Cooperative Transmission : CT) 기술을 효과적으로 수행할 수 있는 셀룰러 시스템에서의 스케줄링 방법에 관한 것임을 밝혀두는 바이다.

[0024] RS간 협력적 전송을 수행하는 CT 기술 방식은 크게 신호 결합(Signal Combining)방식과, 시공간 부호화(Space-Time Coding) 방식으로 분류된다.

[0025] 신호 결합 방식은 다수의 RS에서 송신된 신호 중 가장 좋은 품질의 수신된 신호를 선택하여 결합하는 SDC(Selection Diversity Combining) 방식, 수신 신호 간 위상을 정합시켜 결합하는 EGC(Equal Gain Combining) 방식, 신호 결합 시 수신 SINR 가 최대가 되도록 하는 MRC(Maximum Ratio Combining) 방식 등을 예로 들 수 있고, 시공간 부호화 방식은 대표적으로 1998년 S. Alamouti가 제안한 두 개의 송신 RS를 사용하는 STBC(Space-Time Block Coding) 방식을 예로 들 수 있다.

[0026] 먼저, RS와 MS 간에 단일 전송(Single Transmission : ST)을 수행할 경우, 부채널 n에서 임의의 MS k가 RS s로부터 받는 신호대 잡음비(SINR)를 하기의 수학적 식 1과 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 1

$$\gamma_{n,k,s}^{ST} = \frac{P_s \cdot |h_{n,k,s}|^2}{\sum_{i \in S} P_i \cdot |h_{n,k,i}|^2 + \sigma^2}$$

[0027] 수학적 식 1에서 P_s 는 RS s의 송신 전력을 나타내고, $h_{n,k,s}$ 는 부채널 n에서 MS k와 RS s 사이의 채널 이득을 나타내고, σ^2 은 부가적인 백색 가우스 잡음(Additive White Gaussian Noise : AWGN)을 나타낸다.

[0029] 다음으로, RS와 MS 간에 CT를 수행할 경우, 전송한 3가지의 신호 결합 방식을 각각 이용하여 SINR을 구할 수 있다. 먼저, 부채널 n에서 임의의 MS k가 적어도 하나 이상의 RS s의 집합으로부터 받는 SDC의 SINR은 하기의 수학적 식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 2

$$\gamma_{n,k,s}^{CT(SDC)} = \frac{\max_{s \in S} (P_s \cdot |h_{n,k,s}|^2)}{\sum_{i \in S} P_i \cdot |h_{n,k,i}|^2 + N_{n,k}}$$

[0030]

[0031] 다음으로, 부채널 n에서 임의의 MS k가 적어도 하나 이상의 RS s의 집합으로부터 받는 EGC의 SINR은 하기의 수학적 식 3과 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 3

$$\gamma_{n,k,s}^{CT(EGC)} = \frac{\left\{ \sum_{s \in S} \sqrt{P_s} \cdot |h_{n,k,s}| \right\}^2}{\sum_{i \in S} P_i \cdot |h_{n,k,i}|^2 + \sigma^2}$$

[0032]

[0033] 마지막으로, 부채널 n에서 임의의 MS k가 적어도 하나 이상의 RS s의 집합으로부터 받는 MRC의 SINR은 하기의 수학적 식 4와 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 4

$$\gamma_{n,k,s}^{CT(MRC)} = \frac{\left\{ \sum_{s \in S} w_s \cdot \sqrt{P_s} \cdot |h_{n,k,s}| \right\}^2}{\sum_{i \in S} P_i \cdot |h_{n,k,i}|^2 + N_{n,k}}, w_{n,k,s} = \frac{|h_{n,k,s}|^2}{\sum_{i \in S} |h_{n,k,i}|^2 / |S|}$$

[0034]

[0035] 수학적 식 4에서 MRC 방식은 수신 신호들의 크기와 위상을 알아서, 수신 신호 간 크기의 비를 W(Weight)로 하여 곱하고, 위상을 접합시켜 결합함으로써 수신 SINR이 최대가 되도록 하는 방식이다.

[0036] 상기에서 구할 수 있는 SINR을 이용하여 후술할 본 발명의 실시 예에서는, 크게 두 단계로 나누어서 첫번째 단계에서 협력적 전송(이하, 'CT') MS와 단일 전송(이하, 'ST') MS로 구분하여 스케줄링 과정을 좀 더 간단하게 수행하는 과정과, 두번째 단계에서 협력적 전송을 고려한 요구 기반 병렬 스케줄러를 통하여 셀 내에 존재하는 다수의 MS 중에서 상대적으로 우수한 채널 상태에 있는 MS에 채널을 최우선적으로 할당할 수 있도록 하는 패킷 스케줄링 및 동적 채널 할당 과정을 수행하는 과정을 설명한다.

[0037] (1) CT MS와 ST MS를 구분하는 과정

[0038] N개의 RS가 협력적 전송을 한다고 가정하면 기본적으로 단일 전송을 수행하는 경우 보다 N배의 무선 자원을 소모한다. 그러므로 협력적 전송을 수행했을 경우가 단일 전송을 수행했을 경우보다 채널 용량 측면에서 최소한 N배 이상이 전송될 경우에 협력적 전송을 수행하는 것이 합리적이다. 이에 본 발명의 실시 예에서는 채널 별로 CT MS와 ST MS를 구분하는 판단기준(criteria)을 제안한다.

[0039] 판단기준으로는 채널용량공식(Shannon Capacity Formula)을 통하여 구해진 채널 용량을 기준으로 하는 채널 용량 판단기준과, AMC(Adaptive Modulation and Coding) 전송을 할 때 해당 MCS-level table을 통하여 실제로 전송되는 비트(bit) 수를 기준으로 하는 AMC 판단기준이 있다.

[0040] 한편, 임의의 MS k가 부채널 n에서 안테나 s로부터 단일 전송 시의 전송용량을 $w_{n,k,s}^{ST}$ 라고 하고, 다수의 안테나 S의 집합으로부터 협력적 전송 시의 전송용량을 $w_{n,k,s}^{CT}$ 라고 하면, 상기 ST 및 CT 각각의 전송용량은 상기한 수학적 식 1 및 2로부터 도출한 SINR 값을 이용하여 하기의 수학적 식으로 산출 가능하다.

수학적 식 5

[0041]

$$\psi_{n,k,s}^{ST} = \log_2(1 + \gamma_{n,k,s}^{ST}), \psi_{n,k,s}^{CT} = \log_2(1 + \gamma_{n,k,s}^{CT})$$

수학식 5에서 $\psi_{n,k,s}^{ST}$ 은 임의의 MS k가 부채널 n에서 안테나 s로부터 단일 전송 시의 전송용량을 의미하고, $\psi_{n,k,s}^{CT}$ 다수의 안테나 S의 집합으로부터 협력적 전송 시의 전송용량을 의미하고, $\gamma_{n,k,s}^{ST}$ 은 단일전송 시 해당 중계국으로부터 전송되는 신호대 잡음비를 의미하고, $\gamma_{n,k,s}^{CT}$ 은 협력적전송 시 해당 중계국으로부터 전송되는 신호대 잡음비를 의미한다.

[0042]

수학식 5를 이용하여 새년 판단기준과 AMC 판단기준의 협력적 전송 결정식을 하기의 수학식 6과 수학식 7에 각각 나타내었다.

수학식 6

$$D_{n,k}^{shannon} = \frac{\psi_{n,k,S}^{CT}}{N \cdot \psi_{n,k,s}^{ST}}$$

(i) $D_{n,k}^{shannon} \leq 1$: Single Transmission

(ii) $D_{n,k}^{shannon} > 1$: Cooperative Transmission

[0043]

[0044]

수학식 6은 새년 판단기준의 협력적 전송 결정식을 나타내고 있다.

수학식 6의 N은 협력적 전송을 수행하는 안테나 사이에 위치한 MS의 개수를 의미하고, 수학식 6의 협력적 전송 결정식이 1 이상이면, 협력적 전송의 이동단말로 분류하고, 1보다 작으면, 단일전송의 이동단말로 분류한다.

수학식 7

$$D_{n,k}^{AMC} = \frac{f(\gamma_{n,k,S}^{CT})}{N \cdot f(\gamma_{n,k,s}^{ST})}$$

(i) $D_{n,k}^{AMC} \leq 1$: Single Transmission

(ii) $D_{n,k}^{AMC} > 1$: Cooperative Transmission

[0045]

[0046]

수학식 7은 AMC 판단기준의 협력적 전송 결정식을 나타내고 있다.

수학식 7의 N은 협력적 전송을 수행하는 안테나 사이에 위치한 MS의 개수를 의미하고, f(x)는 SINR 값 x에 대응되는 MCS레벨에서 실제로 전송 가능한 Bit 수를 의미한다. 수학식 7의 협력적 전송 결정식이 1 이상이면, 협력적 전송의 이동단말로 분류하고, 1보다 작으면, 단일전송의 이동단말로 분류한다.

[0047]

산출된 상기 ST 및 CT 각각의 전송용량은 하기의 새년 판단기준이나 AMC 판단기준에 적용되어 어느 하나에 적용된 결과에 따라 각각 ST MS 또는 CT MS로 구분된다.

[0048]

더욱 상세하게는, 임의의 부채널 n에 대하여 하기의 수학식 6 혹은 수학식 7의 협력적 전송 결정식이 1보다 같거나 큰 값이면 상기 부채널 n에서 CT MS로, 작으면 ST MS로 구분된다. 이 후, 하기의 새년 판단기준 또는 AMC 판단기준에 적용되어 셀 내 존재하는 모든 MS는 CT MS 또는 ST MS의 여부가 결정된다.

[0049]

상기 새년 및 AMC 에서 제시된 판단기준을 정리하면 하기의 표 1과 같다.

표 1

[0050]

MCS level x	C/I (dB)	Modulation	Coding rate	# of transmitted bits f(x)
1	-3.95	QPSK	1/12	1/6
2	-1.65	QPSK	1/6	1/3
3	1.5	QPSK	1/3	2/3

4	4.3	QPSK	1/2	1
5	7.95	QPSK	2/3	4/3
6	9.3	16 QAM	1/2	2
7	13.1	16 QAM	2/3	8/3
8	15.8	64 QAM	1/2	3
9	18.45	64 QAM	2/3	4
10	24.8	64 QAM	5/6	5

[0051] 표 1에서 f(x)는 MCS(Modulation and Coding Scheme)에서 실제로 전송된 비트(bit)수를 나타낸다. 상기와 같은 판단기준을 이용한 CT 방식을 하기의 실시 예를 참조하여 설명한다.

[0052] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 ST 방식과 CT 방식을 사용하여 판단 기준을 만족시키는 MS들의 SINR 분포와 그 영역 나타낸 예시도이다.

[0053] 도 2의 (a)는 하나의 RS에서 단일전송을 하는 경우이고, 도 2의 (b)는 2개의 RS에서 협력적 전송을 하는 경우이고, 도 2의 (c)는 3개의 RS에서 협력적 전송을 하는 경우이다. 도 2의 (c)가 도 2의 (b)보다, 서브 셀 가장자리 부분에서 더욱 더 높은 SINR을 보여주기 때문에 협력적 안테나수가 많아질수록 MS의 작동불능 확률을 낮출 수 있다.

[0054] 또한, RS의 서브 셀(sub-cell) 경계지역에서 판단 기준을 만족시키는 MS가 위치하기 때문에, 협력적 전송의 주된 대상이 셀 경계지역에 위치한 MS가 된다. 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 협력적 전송을 수행하는 RS의 수가 많을수록 신호 품질이 향상되므로, 신호 품질이 낮은 MS들의 신호 품질 향상으로 인하여 전체 시스템의 작동 불능(outage) 확률이 감소하게 되고, 채널 용량을 증대할 수 있으므로 협력적 전송의 특성의 효과가 반영될 수 있다.

[0055] (2) 패킷 스케줄링 및 동적 자원 할당 과정

[0056] 상기에서 새년 판단기준과 AMC 판단기준을 예로 하여 협력적 전송 기법의 적용을 위한 판단기준을 설명하였다. 상기 판단기준을 바탕으로 협력적 전송을 지원하는 스케줄링 기법을 살펴보면 다음과 같다.

[0057] CT 판단기준은 N개의 안테나로부터 협력적 전송을 받을 때의 채널 용량이 한 개의 안테나로부터의 단일 전송을 받을 때의 채널 용량보다 N배(협력적 전송의 최대 안테나 수)를 초과하는 경우에만, CT 판단기준을 충족하는 MS에게 N개의 RS가 협력적 전송을 서비스하게 된다. 즉, 그 기준이 ST MS의 채널용량이 된다. 이는 해당 MS가 시간 축을 기준으로 자원을 N번 전송 받을 때보다, N개의 RS가 해당 MS로 동시에 자원을 전송할 때, 채널용량 측면에서 성능향상이 발생한다. 이를 하기의 표를 실시 예로 하여 설명한다.

표 2

<Capacity Table of "MS1">

	CH 4	CH 3	CH 2	CH 1		CH 4	CH 3	CH 2	CH 1
RS C	21	23	05	01	RS B&C	43	51	44	02
RS B	1.8	1.9	35	08	RS A&C	34	23	49	19
RS A	06	0.5	1.7	1.4	RS A&B	25	20	21	1.6

CT < 2ST

[0058]

[0059] 표 2는 선택된 MS1의 ST 용량표와 CT 용량표를 나타내고 있다. ST 용량표에서 가장 큰 채널용량(ST max)을 가지는 채널과 CT 용량표에서 가장 큰 채널용량(CT max)을 가지는 채널을 찾는다. 상기 표 2에서는 2번 채널을 가지고 해당 RS가 B인 ST max와, 4번 채널을 가지고 해당 RS가 B와 C인 CT max가 가장 큰 채널용량을 가진다. 표 2에서 보는 것과 같이 CT max가 ST max보다 2배를 초과하지 않으므로, ST max에 채널을 할당한다.

[0060] 만약, CT max가 ST max 대비 2배 이상이 되어, CT를 수행할 경우, 시간 축으로 존재하는 하나 이상의 단일 전송과 같은 직렬자원들을 여러 RS로부터 동시에 서비스 받게 할 수 있는 병렬자원으로 변환하는 과정을 거쳐 성능

이득을 얻게 되는데 이를 하기의 실시 예를 들어 설명한다.

- [0061] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시간 축으로 존재하는 직렬자원을 병렬자원으로 변환하여 성능 이득을 나타낸 개념도이다. 도 3에서는 동일한 자원들을 시간 차원에서 나누어 받는 대신, 공간 차원에서 공간 다이버시티(Spatial Diversity) 이득을 얻으면서 동시에 받는 기법을 특징으로 한다. 이러한 기법을 SPC(Serial to Parallel Conversion) 스케줄링 기법으로 정의한다.
- [0062] 상기에서 정의된 SPC 스케줄링 기법은 단일 채널 시스템과 다채널 시스템에서 각각 다르게 적용되어 협력적 전송을 수행한다. 먼저 단일 채널 시스템에서 SPC 스케줄링 기법을 적용하여 자원을 전송하는 과정에 대해서 살펴보면 다음과 같다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 단일 채널 시스템에서 협력적 전송 스케줄링 기법을 적용하여 자원 전송을 나타낸 흐름도이다. 단일 전송의 경우에는 여러 장의 프레임들이 독립적으로 하나의 소속된 RS에 의해서 채널 할당이 이루어진다.
- [0064] 도 4를 살펴보면, 401단계에서 BS는 MS의 CT 판단조건을 수행한다. CT 판단조건의 수행은 시스템이 허용하는 최대 협력적 전송 안테나 수 사이의 모든 정수값에 대하여 CT 판단조건의 만족 여부를 확인한다. 먼저, BS는 모든 RS들로부터 수신되는 SINR을 측정하여 시스템이 허용하는 최대 협력적 전송 RS를 검출한다. 그 중 가장 큰 SINR을 가지는 RS가 해당 MS에게 단일전송을 수행하는 RS이다. 상기 검출된 다수의 RS로부터 구하여진 SINR과 채널 용량을 바탕으로 해당 MS가 ST MS인지 CT MS인지를 판별한다. 판별하는 판단기준은 상기에 설명된 CT 판단기준을 이용한다. 판단기준을 만족하지 않을 경우에는 시스템이 허용하는 최대 CT RS의 수를 1씩 낮추어 그 수가 2가 될 때까지 CT 판단조건을 만족여부를 확인한다. MS의 ST/CT 여부를 판단하고, 403단계에서 스케줄러는 스케줄링 매트릭에 따라 가장 높은 우선순위를 가지는 MS를 구한다. 이를 통하여 스케줄링 대상 MS들 중에서 가장 높은 스케줄링 매트릭 값을 가지는 MS를 최우선 순위로 선정한다.
- [0065] 405단계로 진행하여 가장 높은 우선순위를 가지는 MS가 ST MS이면 409단계로 진행하여 해당 부채널에 자원을 할당하고, CT MS이면 407단계로 진행하여 해당 CT MS의 동작가능상태(CTPS)를 확인하여 동작가능한 상태이면 409단계로 진행하여 해당 채널에 MS를 위한 부채널을 할당한다. 411단계에서 전체 전송단위에서 모든 할당이 이루어질 때까지, 401단계에서 405단계의 과정을 반복 수행한다.
- [0066] 다음으로, 다채널 시스템에서 협력적 전송 스케줄링 기법을 적용하여 자원을 전송하는 과정에 대해서 살펴보면 다음과 같다. 단일채널에서 자원을 전송하는 과정과 다른 점은, 다채널 환경에서 적용할 수 있는 단일 전송을 위한 스케줄링 기법을 활용하여, 다채널 협력적 전송에서의 스케줄링 기법을 적용하는 과정이 추가될 뿐, 나머지 일련의 과정은 단일전송에서 협력적 전송 스케줄링 기법을 적용하여 자원을 전송하는 과정과 동일하다. 다채널 환경에서 적용할 수 있는 단일 전송을 위한 스케줄링 기법에 대하여 설명하면 다음과 같다.
- [0067] 다채널 시스템에서 주파수 선택성을 활용할 수 있는 스케줄링 기법으로 AFS(Applied Frequency Selectivity) 스케줄링 기법을 사용한다. AFS 스케줄링 기법은 수신자별로 시변 특성을 가지는 다채널 시스템에서 시간 축뿐만 아니라, 채널 축으로도 다이버시티 이득을 얻음으로써 전체 전송효율을 극대화시킬 수 있다. 즉, 다중 사용자 이득과 함께 다중 채널 이득을 함께 가질 수 있다. 또한 어떠한 스케줄링 방법으로 스케줄링 매트릭으로 도출하느냐에 따라서 수신자별 시변 특성을 얻을 수 있다. 이러한 AFS 스케줄링 기법을 활용한 협력적 전송 SPC 스케줄링을 적용하여, 다채널 시스템에서 협력적 전송을 지원할 수 있다. 다채널 시스템에서 CT를 지원하는 스케줄링 기법의 일련의 과정은 단일 채널 시스템에서의 과정과 동일하다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 SPC 스케줄링 기법을 사용하여 협력적 전송 수행 시 MS 수에 따른 전체 셀 전송 효율을 나타낸 그래프이다.
- [0069] 도 5를 살펴보면, 기존의 단일 전송만을 고려한 경우에 비하여, 전체 셀 전송 효율 측면에서 10.03%의 향상이 있음을 알 수 있다. 도 5를 토대로 단일 전송 보다 협력적 전송을 수행하는 경우, 자원을 두배 혹은 세배 이상을 더 사용한다는 점에도 불구하고, 효과적인 스케줄링 및 채널 할당 기법을 적용할 경우에는 MS들의 수신 신호의 품질을 향상시켜 셀 전체 효율을 증대시킬 수 있음을 알 수 있다.
- [0070] 또한 상기에서 설명한 단일채널 또는 다채널에서 협력적 전송을 고려한 패킷 스케줄링 및 동적 채널 할당 기법은 다중 안테나 이득을 고려한 안테나간 협력적 전송 적합한 형태의 스케줄링 및 채널 할당 알고리즘이므로, 서비스 영역에서 전체 시스템 전송 효율을 증대시키고 공평성 측면에도 이득이 있다.
- [0071] 상기와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 분산 안테나 시스템에서 스케줄링 장치 및 방법의 구성 및 동작이

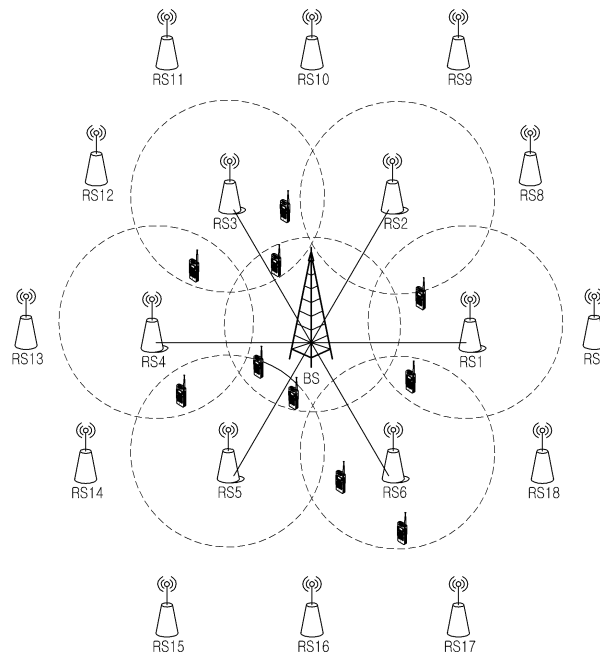
이루어질 수 있으며, 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

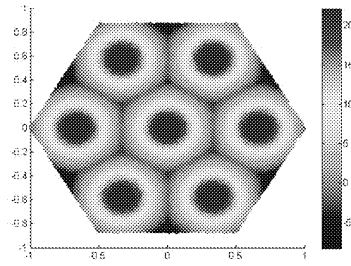
- [0072] 도 1은 본 발명이 적용되는 유선 중계국(RS)을 활용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도
- [0073] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 협력적 전송 방식을 사용하여 판단 기준을 만족시키는 이동단말들을 점으로 표시한 결과를 나타낸 예시도
- [0074] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시간 축으로 존재하는 직렬자원을 병렬자원으로 변환하여 성능 이득을 나타낸 개념도
- [0075] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 단일 채널 시스템에서 협력적 전송 스케줄링 기법을 적용하여 자원 전송을 나타낸 흐름도
- [0076] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 SPC 스케줄링 기법을 사용하여 협력적 전송 수행 시 이동단말 수에 따른 전체 셀 전송 효율을 나타낸 그래프

도면

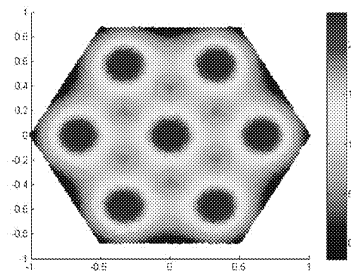
도면1



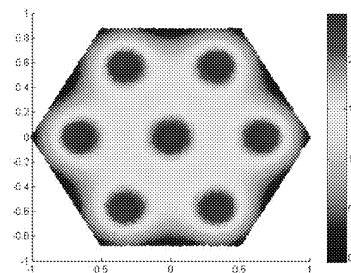
도면2



(a)

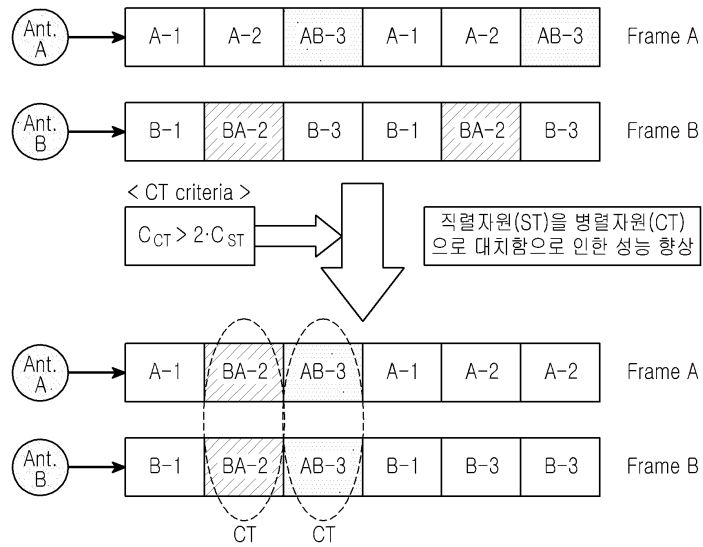


(b)

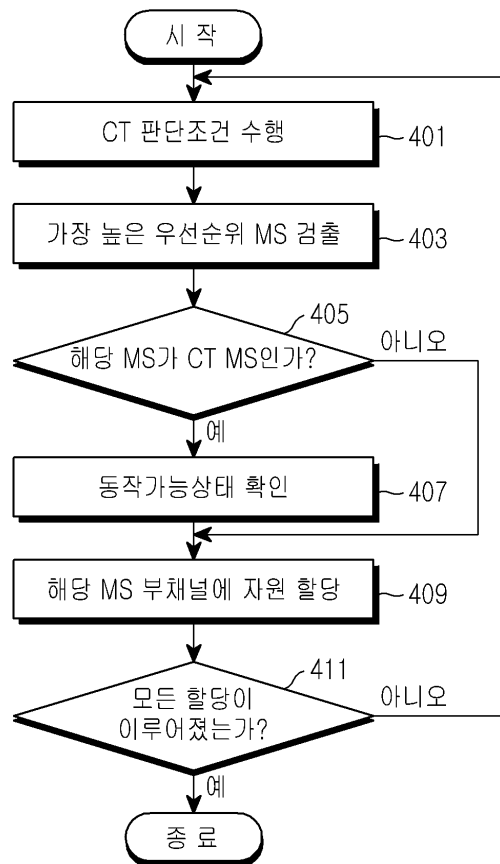


(c)

도면3



도면4



도면5

