



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년07월29일
(11) 등록번호 10-0849327
(24) 등록일자 2008년07월23일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/24 (2006.01)

H04B 7/14 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0013746

(22) 출원일자 2007년02월09일

심사청구일자 2007년02월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060038131 A

KR1020050114589 A

US6317435 B1

KR1020050023187 A

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

송기욱

경기도 수원시 영통구 영통동 황골마을1단지아파트 135동 1004호

황성택

경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

전체 청구항 수 : 총 6 항

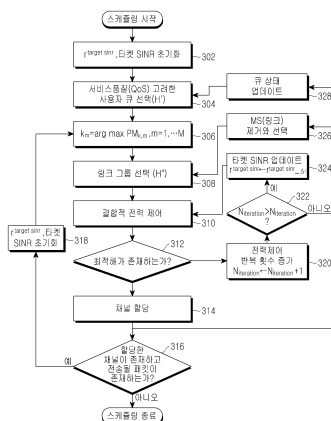
심사관 : 박성웅

(54) 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법에 있어서, 기지국(Base Station : BS)에서 직접, 또는 중계국(Relay Station : RS)을 통해 서비스 품질(Quality of Service : QoS)을 고려한 단말(Mobile Station : MS)을 선택하는 과정과, MS로부터 추출한 패킷을 이용하여 특정 링크 그룹(Link Group)을 선택하고 결합적 전력제어(Joint Power Control)를 수행하는 과정과, 최적의 할당 전력 값(최적해)이 도출될 때까지 특정 링크 그룹을 반복적으로 제거(Remove)하고 선택(Selection)하는 과정과, 최적해가 도출되어 채널을 할당 받고 QoS를 고려한 MS가 속한 사용자 큐 상태를 업데이트하는 과정과, 할당된 채널과 전송될 패킷이 존재하지 않을 때까지 상기의 과정들을 반복적으로 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

성원진

서울특별시 서초구 잠원동 녹원한신아파트 101동
505호

최진우

서울특별시 서초구 반포4동 서래아파트 4동 604호

이병석

충청남도 논산시 노성면 가곡리 55

전병욱

서울특별시 서대문구 홍제4동 홍제원현대아파트
110동 1002호

특허청구의 범위

청구항 1

주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법에 있어서,

기지국(Base Station : BS)에서 직접, 또는 중계국(Relay Station : RS)을 통해 서비스 품질(Quality of Service : QoS)을 고려한 단말(Mobile Station : MS)을 선택하는 과정과,

상기 MS로부터 추출한 패킷을 이용하여 특정 링크 그룹(Link Group)을 선택하고 결합적 전력제어(Joint Power Control)를 수행하는 과정과,

최적의 할당 전력 값(최적해)이 도출될 때까지 상기 특정 링크 그룹에 속한 링크를 반복적으로 제거(Remove)하고 새로운 링크를 선택(Selection)하는 과정과,

상기 최적해가 도출되어 채널을 할당 받고 상기 QoS를 고려한 MS가 속한 사용자 큐 상태를 업데이트하는 과정과,

상기 할당된 채널과 전송될 패킷이 존재하지 않을 때까지 상기의 과정들을 반복적으로 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 QoS를 고려한 MS를 선택하는 과정은

스케줄러의 우선순위에 따라 상기 QoS를 고려한 MS의 패킷을 선택하는 것을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 링크를 반복적으로 제거하고 새로운 링크를 선택하는 과정은

상기 최적해가 존재하지 않을 때마다 전력제어 반복 횟수를 카운트하는 단계와,

상기 전력제어 반복 횟수가 주어진 횟수를 초과하면 일정한 값으로 낮추어 다시 결합적 전력제어를 수행하는 단계와,

상기 전력제어 반복 횟수가 주어진 횟수를 초과하지 않으면 상기 선택된 링크를 제거하고 새로운 링크를 선택하여 결합적 전력제어를 수행하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 링크를 제거하고 새로운 링크를 선택하여 결합적 전력제어를 수행하는 단계는

상기 전력제어의 결과가 최소 SINR 값을 만족시키지 못하면, 상기 RS의 스케줄러가 특정 링크에 해당하는 패킷을 제거하고, 상기 제거된 패킷 대신 전송될 새로운 패킷을 선택하는 단계와,

상기 전력제어의 결과가 최소 SINR 값 이상일 때, 상기 전력제어를 종료하고 채널 할당 과정을 거쳐 전송이 이루어지는 단계를 포함함을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법.

청구항 5

주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 장치에 있어서,

중계국(Relay Station : RS)을 통해서, 또는 이동 단말기(Mobile Station : MS)로부터 직접 상기 MS의 데이터 요청 신호를 전송 받아 상기 각 RS 또는 MS로 상기 요청된 데이터를 전송 하는 기지국(Base Station : BS)과,

해당 커버리지의 MS들의 정보를 상기 BS로 전달하며, 해당 MS로 자원 할당을 수행하는 다수의 유선 중계국(RS)

과,

해당 커버리지 영역의 상기 BS 또는 상기 각 RS들로부터 자원 할당을 수행 받아 데이터를 업데이트하는 다수의 이동 단말기(MS)를 포함함을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 기지국(BS)은

전송될 데이터를 저장하는 사용자 큐(Queue)와 패킷 스케줄러(Scheduler)와 채널코딩과 무선자원관리(Radio Resource Management : RRM) 장치로 구성되어 각 사용자 큐의 스케줄러의 우선순위에 따라 패킷이 선택되고 상기 RRM에 의해 자원 관리가 이루어진 다음 상기 RS를 통해, 혹은 직접 MS로 정보 전송이 이루어짐을 특징으로 하는 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 순방향 링크에서 공평성과 전송효율을 개선시키기 위한 기지국(Base Station : BS)과 중계국(Relay Station : RS)들간의 결합적 전력제어와 스케줄링 장치의 연동 방식에 대한 기술이다.
- <6> 셀룰러 시스템에서 스케줄링 장치는 단말(terminal)들에 전송될 패킷들의 우선순위 지표에 따라 전송 패킷을 선택하는 동작을 한다. 따라서 모든 단말과 BS에는 스케줄링 장치가 공통으로 존재한다. 한편 단말의 위치에 따라 신호의 감쇄와 간섭을 받는 정도가 달라지며 이에 따라 모든 단말이 같은 전력을 할당 받을 경우 각 단말들은 서로 다른 신호 대 간섭 잡음 비(Signal to Interference and Noise Ratio : SINR) 수준을 갖는다. 전력제어는 이렇게 불균등하게 발생하는 각 단말들에 대해 먼 쪽에 있는 단말들은 높은 전력을 할당하고, 가까이 있는 단말은 낮은 전력을 할당하여 각 단말의 SINR 값들을 균등하게 만드는 장치이다.
- <7> 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 BS와 RS의 링크 구성은 광케이블과 같은 전용회선으로 구성되어 있으며 각 RS들은 BS와 동일한 기능을 가진다. 즉 RS는 BS의 안테나와 같은 기능을 수행한다. BS와 RS들은 독립된 서비스 영역을 가지며 이들 영역들은 주파수를 재사용할 수 있다. 이때 서비스 영역의 경계의 근거리에 있는 두 단말이 존재하고 각 단말은 서로 다른 서비스 영역에 속해 있으며 같은 채널을 사용하여 정보를 교신하는 상황이 존재한다. 이러한 상황에서 스케줄러가 두 단말에 전송될 패킷들을 선택하여 전송하려 한다면 인접 서비스 영역의 간섭 신호로 인해 단말들은 낮은 SINR 값을 갖게 되어 전송이 실패할 확률이 높아지게 된다. 이 단말들의 SINR 값을 개선시키기 위해 높은 전력을 할당할 때는 서로의 간섭 신호가 증가하여 전력제어의 효과가 없어지게 된다. 이러한 과정은 스케줄러가 정보를 수신할 단말들의 전송될 패킷을 선택하고 이후에 전력제어가 이루어지는 과정으로 동작이 되기 때문이다. 즉 기존의 스케줄링과 전력제어가 상호 협력 없이 독립적으로 동작되어 단말에게 데이터를 전송할 수 없거나 최소한의 전송률을 만족시키지 못하는 작동불능(outage)이 발생된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <8> 따라서, 본 발명은 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 단일 채널 즉, 다이버시티 채널 모드로 동작하는 셀룰러 시스템의 순방향 링크에서 적용되는 스케줄링과 전력제어의 기능이 서로 독립적으로 동작되어 작동불능 문제가 발생하는데, 효율적인 스케줄링 장치와 전력제어 장치의 연동으로 작동불능 확률을 줄이면서 전송효율을 극대화 시키고자 한다.
- <9> 이를 달성하기 위한 본 발명의 일 견지에 따르면, 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법에 있어서, 기지국(Base Station : BS)에서 직접, 또는 중계국(Relay Station : RS)을 통해 서비스 품질(Quality of Service : QoS)을 고려한 단말(Mobile Station : MS)을 선택하는 과정과, MS로부터 추출한 패킷을 이용하여 특정 링크 그룹(Link Group)을 선택하고 결합적 전

력제어(Joint Power Control)를 수행하는 과정과, 최적의 할당 전력 값(최적해)이 도출될 때까지 특정 링크 그룹을 반복적으로 제거(Remove)하고 선택(Selection)하는 과정과, 최적해가 도출되어 채널을 할당 받고 QoS를 고려한 MS가 속한 사용자 큐 상태를 업데이트하는 과정과, 할당된 채널과 전송될 패킷이 존재하지 않을 때까지 상기의 과정들을 반복적으로 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

<10> 본 발명의 다른 견지에 따르면, 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 장치에 있어서, 각 중계국(Relay Station : RS)을 통해서, 또는 이동 단말기(Mobile Station : MS)로부터 직접 MS의 데이터 요청 신호를 전송 받아 각 RS 또는 MS로 요청된 데이터를 전송 하는 기지국(Base Station : BS)과, 해당 커버리지의 MS들의 정보를 BS로 전달하며, 해당 MS로 자원 할당을 수행하는 다수의 유선 중계국(RS)과, 해당 커버리지 영역의 BS 또는 각 RS들로부터 자원 할당을 수행 받아 데이터를 업데이트하는 다수의 이동 단말기(MS)를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<11> 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.

<12> 효율적인 스케줄링 장치와 전력제어 장치의 연동으로 작동 불능 확률을 줄이고 전송효율을 극대화하기 위해서 본 발명에서 고려하는 개략적인 시스템은 도 1과 같다. 도 1은 본 발명이 적용되는 주파수 재사용과 분산 안테나를 채용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도로서, 도 1을 살펴보면, 하나의 셀 내에 기지국과 중계국(기지국과 중계국은 동일한 기능을 가지고 있다고 가정하며 RS로 통칭함)이 존재하며 단말들은 각각 하나의 RS로부터 서비스를 받는다. 즉 각 RS들의 서비스 영역은 명확히 구분되어 있다. BS의 구조는 일반적으로 전송될 데이터를 저장하는 버퍼, 패킷 스케줄러, 채널코딩, 그리고 채널코딩/변조/전력제어/채널할당 기능을 담당하는 무선자원관리(Radio Resource Management : RRM) 장치로 구성된다. 데이터 전송은 하기에서 정의 될 Tf 단위로 이루어지며 Tf 내의 송신을 위한 모든 시그널링(signaling)이 이루어진다. 기본적인 전송과정은 버퍼, 즉, 각각의 사용자 큐의 스케줄러는 우선순위에 따라 패킷이 선택되고 RRM에 의해 자원관리가 이루어진 다음 정보 전송이 이루어진다.

<13> 스케줄링과 전력제어의 연동을 위한 셀룰러 시스템에서 기지국 내부의 구조를 도 2와 같이 정의한다. 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스케줄링과 결합적 전력제어 시스템의 개념적인 구성도로서, 도 2를 참조하면, 해당 MS로 전송될 패킷들은 각 RS의 각각의 사용자 큐(H)에 저장된다. 상기 각각의 사용자 큐로부터 정보 전송을 위해 먼저 Tf 내에 전송 되어야 할 패킷 그룹들(H')을 생성한다. 만약 Tf 내에 전송이 이루어지지 않을 경우, 선택된 패킷들은 서비스 품질(Quality of Service : QoS)을 만족시키지 못하는 패킷들을 모두 포함하게 된다. 상기 패킷 그룹이 전송될 단말들은 도 1에서 각 서비스 영역에서 표시된 단말 그룹에 해당된다. 각 RS의 서비스 영역 별로 스케줄링 주기 Tf 안에 전송 되어야 할 단말의 집합이 선택되고, 이들 단말과 각 RS의 채널 행렬을 H'로 정의한다. H'은 행렬 H에서 스케줄링될 단말들에 대해 선택된 채널 행렬이다. 상기 과정이 각 RS의 사용자 큐에서 생성된 패킷들을 그룹화하는 단계이다. 다음으로 스케줄러에서 각 RS의 서비스 영역에서 전력제어 대상이 되는 링크를 선택하게 되며 선택된 링크의 채널을 나타내는 행렬 H''을 정의한다. RS의 각 패킷 스케줄러는 개별 패킷 그룹 중 우선 순위 지표가 가장 높은 패킷을 선택한다. 패킷이 선택되면 전송될 단말과 RS와의 링크들이 선택되고, 선택된 링크들을 바탕으로 링크 그룹들(H'')이 형성된다. 선택된 링크들은 동일 채널로 구성되어 있으며 서로 간섭을 일으킨다. 전력제어는 이들 링크 그룹들간에 결합적으로 이루어지고 전력이 할당되면 채널 할당 과정을 거쳐 전송이 이루어진다. 이때 전력제어의 결과가 최소 SINR 값을 만족시키지 못하면 스케줄러는 특정 링크에 해당되는 패킷을 제거하고 피드백(feedback)해서 제거된 링크를 통해 전송될 패킷을 다시 선택한다. 이 과정은 각 링크의 SINR 값이 주어진 값보다 높을 때까지 계속 반복되며, 주어진 값보다 높을 때 전력제어과정을 끝내고 채널 할당 과정을 거쳐 전송이 이루어진다.

<14> 상기 도 2에서 설명된 스케줄링과 전력제어의 개략적인 연동과정을 수학적 모델로 표현하기 위해 하기의 표 1과 같은 매개 변수를 정의한다.

표 1

매개 변수	설명
T_f	하나의 부채널을 할당하는 스케줄링 시간 구간
$k (k=1, \dots, K)$	MS 인덱스
$m (m=1, \dots, M)$	RS 인덱스
$h_{k,m}$	RS m 과 MS k 사이의 채널
$s(m)$	RS m 으로부터 서비스를 받는 MS 인덱스 집합
$p_{k,m}$	RS m 으로부터 MS k 에 할당된 전력
$y_{k,m}$	RS m 에서 MS k 로 수신된 신호
w_k	MS k 에서 잡음 신호
p_{\min}, p_{\max}	단말 k 에 할당된 전력의 최소 값과 최대 값

<15>

<16> 상기 표 1로부터 채널 행렬 H , 송신 신호 행렬 X , 잡음 W 는 하기의 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$H = \begin{bmatrix} h_{1,1} & \dots & h_{1,M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{K,1} & \dots & h_{K,M} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \dots & p_{1,M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{K,1} & \dots & p_{K,M} \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_K \end{bmatrix}$$

<17>

<18> N 개의 부채널 군이 모두 동일 채널 특성(H is flat)을 갖고 있다면 수신신호 행렬 Y 는 하기의 수학적 식 2와 같이 표현된다.

수학적 식 2

$$Y = HX^T, W$$

<19>

<20> 여기서 행렬 Y 의 (j, i) 성분은 MS j 에 수신된 MS i 에 전송된 신호를 나타내며 하기의 수학적 식 3과 같이 표현된다.

수학적 식 3

$$y_{j,i} = \sum_{m=1}^M h_{j,m} \cdot p_{i,m}$$

<21>

<22> 상기 수학적 식 3에서 수신 신호 행렬 Y 의 대각 성분들은 전송되어야 할 신호를 나타내고 나머지 성분들은 간접 신호를 나타낸다. 각 RS가 명확한 서비스 영역을 갖는 경우 행렬 X 성분 중 개별 MS의 서비스 영역에 속하지 않는 전송 신호를 나타내는 성분들은 모두 0이 된다. 이는 하기 수학적 식 4와 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 4

$$p_{k,m} = \begin{cases} p_{k,m} & \text{if } k \in s(m) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

<23>

<24> 상기 도 2에서 정의된 H 을 토대로 각 RS에서는 스케줄러에 의해 각 서비스 영역 별로 하나의 단말이 선택된다.

이 때의 H"는 MxM정방 행렬이다. 이때의 Y행렬의 (j, i)성분은 하기의 수학식 5와 같이 표현된다.

수학식 5

<25>
$$y_{j,i} = h_{j,m} \cdot p_{i,m}, i \in s(m)$$

<26> 이 때 MS k에서 전송 되어야 할 신호와 간섭 신호는 각각 하기 수학식 6, 7과 같다.

수학식 6

<27>
$$S_k = h_{k,m} \cdot p_{k,m}, k \in s(m)$$

수학식 7

<28>
$$I_k = \sum_{i \neq m}^M h_{k,i} \cdot p_{s(i),i}$$

<29> MS k에서 신호대 간섭 및 잡음비(Signal to Interference and Noise Ratio : SINR)는 하기의 수학식 8과 같이 계산된다.

수학식 8

<30>
$$\gamma^k = \frac{h_{k,m} p_{k,m}}{\sum_{i \neq m}^M h_{k,i} p_{s(i),i} + w_k}$$

<31> 단말의 SINR 값들을 모두 균등하게 만들기 위해서는 상기 수학식 8의 값을 모두 같게 해야 한다. 즉, $\max \min \gamma^k$ 의 형태로 전력제어문제를 풀어야 한다. 최적 전력제어는 $\max \min \gamma^k$ 형태로 최적화 문제를 풀 때 모든 단말의 SINR 값이 되지만 비선형 문제로 표현되어서 선형계획을 적용하기 어렵다. 상기 수학식 8은 비선형성을 가지므로 선형성을 가지는 식으로 변환하기 위해 수신 신호와 잡음 신호의 차를 극대화하는 방법으로 문제를 바꾸어 해결한다. 제안된 전력제어 알고리즘을 하기의 표 2에 나타내었다.

표 2

목적 함수

maximize δ

구속 조건(constraints)

1. 보장되어야 할 최소 SINR

$$\frac{h_{k,m} \cdot P_k}{\sum_{i=m}^M h_{k,i} P_i + w_k} \geq \gamma^{\text{target SINR}}, \forall k$$
2. SINR difference

$$h_{k,m} \cdot P_k - \sum_{i=m}^M h_{k,i} P_i - w_k \geq \delta, \forall k$$
3. 전력 범위

$$P_{\min} \leq P_k \leq P_{\max}, \forall k$$

<32>

<33>

상기 표 2를 참조하면, 준최적 방법으로 구속 조건 2와 같이 수신 신호와 간섭 신호의 비 대신에 수신 신호와 간섭신호+잡음의 차로 표현하고 최적화를 위한 구속 조건으로 설정하고, 변수 δ 값을 최대화 하는 함수를 목적 함수로 정한다. 구속 조건 1은 전력제어가 목표로 하는 단말의 타겟(target) SINR 값이고 구속 조건 3은 전송 전력의 최소 값과 최대 값을 나타낸다. 전력제어는 각 부채널 별로 병렬적으로 수행이 된다. 즉, 전력제어 결과의 최적해는 존재의 여부에 따라 스케줄링이 다르게 수행된다. 이제 도 3과 하기의 수학적식들을 사용하여 다이버시티 채널 모드에서 스케줄러와 전력제어 시스템의 동작의 흐름을 자세하게 설명한다.

<34>

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다이버시티 채널 모드에서 스케줄러와 전력제어의 동작 흐름도이다. 도 3을 참조하면, 먼저 302단계에서 타겟 SINR과 $\gamma^{\text{target sinr}}$ 을 초기화한다. 304단계에서 서비스 품질을 고려한 사용자 큐에서 패킷을 선택하는데, 하기의 수학적식 9를 통해서 각 RS의 사용자 큐에서 패킷을 선택하고 306단계에 나타내었다.

수학적식 9

$$k_m^* = \arg \max_{k \in s(m)} PM_{k,m}$$

<35>

<36>

상기 수학적식 9에서 $PM_{k,m}$ 은 RS m의 사용자 k 큐에서 우선순위를 나타내는 매트릭(metric)으로서 지연시간이나 보내야 할 데이터의 양이 될 수 있다.

<37>

선택된 패킷에 대해 다시 Hⁿ 채널 행렬이 생성되고 전력제어와 채널할당 과정이 이루어진다. 스케줄링의 종료시점은 더 이상 보낼 패킷이 없거나 할당될 채널이 없을 때이다. 상기 과정들은 전력제어가 성공적으로 이루어졌을 때의 과정이며, 전력제어의 최적해가 존재하지 않을 때는 308단계에서 특정 링크를 추가하는 과정을 거친 다음 전력제어를 수행한다. 특정 링크를 선택하는 규칙은 하기의 수학적식 10에 의해 선택된다.

수학적식 10

$$k_m^* = \arg \min_{k \in s(m)} \sum_{i \neq m} \left(\frac{h_{k,i}}{h_{k,m}} \right)$$

<38>

<39> 상기 수학적 식 10은 RS m의 서비스 영역에서 채널 상태가 가장 좋은 링크를 선택한다는 것을 의미한다. 특정 링크를 제거하는 규칙은 하기의 수학적 식 11과 같다.

수학적 식 11

$$k^* = \arg \max_{k \in s(m)} \left(\sum_{i \neq m} \left(\frac{h_{k,i}}{h_{k,m}} \right) + \sum_{j \neq m} \left(\frac{h_{k,j}}{h_{s(j),j}} \right) \right)$$

<40>

<41> 상기 수학적 식 11에서 $h_{s(j),j}$ 의 의미는 RS j에서 해당 서비스 영역 단말 s(j)과의 채널을 나타낸다. 제거된 링크 대신 특정 링크를 선택하여 다시 전력제어가 이루어진다.

<42> 상기 수학적 식 10과 수학적 식 11은 도 4와 같은 특징을 가진다. 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 링크의 선택과 제거를 개략적으로 나타내는 채널 행렬이다. 상기 도 4를 참조하면, 행렬식 H"에서 단말이 받는 간섭량(Ik)과 해당 RS에서 발생시키는 간섭량(I'k)의 합이 가장 큰 링크를 선택한다. 전력제어의 최적해가 존재하지 않을 때는 상기 링크를 제거하고 제거한 공간에 특정 링크를 선택하는 과정을 거친 다음 결합적 전력제어를 수행한다.

<43> 상기 수학적 식 10과 수학적 식 11을 통한 링크의 제거와 추가로 업데이트된 H"행렬에 대해 310단계에서 결합적 전력제어가 수행된다. 312단계에서 전력제어의 수행결과, 최적해가 존재하지 않으면 다시 링크의 제거와 추가 과정을 거친다. 링크의 추가와 제거로 H"를 업데이트하는 반복 횟수가 증가하게 되면 연산 복잡도가 증가하여 운용상에 문제가 발생한다. 따라서 제한된 전력이나 계산량을 고려하여 H"를 업데이트하는 반복 횟수의 제한이 필요하다. 반복 횟수를 줄이는 방법은 타겟(target) SINR을 줄여서 전력제어를 수행한다. 즉, 상기 표 2의 구속 조건 1을 완화시키면 최적해가 존재할 확률이 높아지므로 일정 값 이상으로 낮춘다. 320단계에서 전력제어를 수행할 때마다 반복 횟수($N_{iteration}$)를 카운트하여 322단계에서 주어진 최대 반복 횟수($N_{iteration\ max}$)를 넘어가면 일정 값으로 낮춘다. 만약 넘어가지 않으면 326단계로 진행하여 상기 308단계에서 선택했던 링크 그룹을 제거하고 특정 링크 그룹을 선택한다. 링크 그룹을 제거하고 선택하는 규칙은 상기 수학적 식 10과 수학적 식 11을 이용한다. 만약 322단계의 주어진 횟수를 넘어간다면 324단계에서 추가적으로 타겟(target) SINR 값을 낮추어 전력제어를 수행한다. 다시 312단계로 돌아가 최적해가 존재한다면 312단계에서 314단계로 진행하여 채널을 할당 받고 328단계의 큐 상태 업데이트를 수행한다. 316단계에서 할당된 채널과 전송될 패킷이 존재하는지의 유무를 검사하고 존재한다면, 318단계로 진행해서 다시 타겟 SINR와 $\gamma^{target\ sinr}$ 을 초기화해서 상기 306단계에서부터 상기 과정들을 반복 수행하게 되고, 존재하지 않는다면 스케줄링을 종료하게 된다.

<44> 상기와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 주파수 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 주파수효율과 공평성 증대를 위한 조합적 스케줄링 방법 및 장치에 대한 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.

발명의 효과

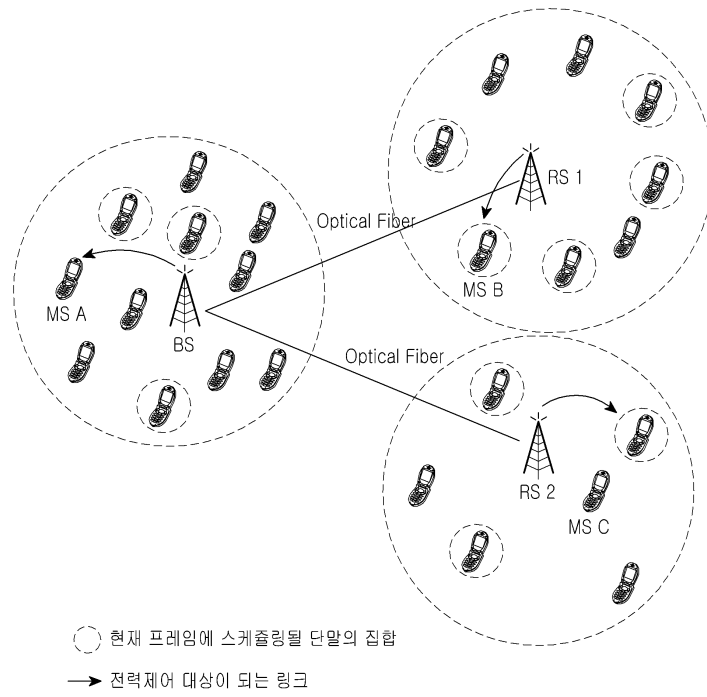
<45> 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 주파수의 재활용과 공동 전력제어를 채용한 분산안테나시스템에서 서비스 영역에서의 간섭의 영향으로 나타나는 작동 불능(outage) 문제를 주파수 재활용과 공동 전력제어를 이용한 효율적인 자원관리 기법을 통해 해결하고, 스케줄링과 전력제어의 연동을 통해 간섭을 줄이고 전송효율을 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명이 적용되는 주파수 재사용과 분산 안테나를 채용한 셀룰러 시스템의 개략적인 일 예시 구성도
- <2> 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스케줄링과 결합적 전력제어 시스템의 개념적인 구성도
- <3> 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다이버시티(diversity) 채널 모드에서 스케줄러와 전력제어의 동작 흐름도
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 링크의 선택과 제거를 개략적으로 나타내는 채널 행렬

도면

도면1



도면2

