


|   |                                    |  |
|---|------------------------------------|--|
|  | (19) 대한민국특허청(KR)<br>(12) 공개특허공보(A) | (11) 공개번호 10-2014-0098913<br>(43) 공개일자 2014년08월11일           |
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H04B 7/04 (2006.01)                                      |                                    | (71) 출원인<br>연세대학교 산학협력단<br>서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)    |
| (21) 출원번호 10-2013-0010969   |                                    | (72) 발명자<br>김동구<br>서울 강남구 일원로 120, 103동 1104호 (일원동, 샘터마을아파트) |
| (22) 출원일자 2013년01월31일<br>심사청구일자 없음  |                                    | 채혁진<br>서울 서대문구 연희로18안길 4, 202호 (연희동)                         |
|   |                                    | 장진영<br>서울 서대문구 연세로 50, 공학원 225 D (신촌동, 연세대학교)                |
|   |                                    | (74) 대리인<br>최관락, 송인호, 민영준                                    |

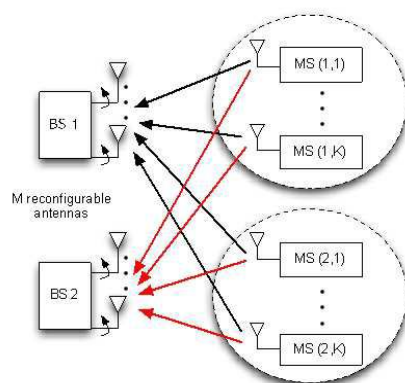
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 다중셀 상호간섭 MIMO 다중 접속 채널에서 간섭 정렬 방법

### (57) 요약

다중셀 상호간섭 MIMO 다중 접속 채널에서 간섭 정렬 방법이 개시된다. 개시된 방법은, 모드 스위칭 패턴에 기초하여 전송 심볼을 결정하는 단계; 결정된 전송 심볼을 전송하는 단계를 포함하되, 같은 정렬 블록 내에서는 같은 심볼을 전송한다. 개시된 방법에 의하면, two cell SIMO IFMAC에서 송신기에서 채널 정보없이 최적의 DoF를 달성할 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 12-911-04-004

부처명 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 방송통신미디어 원천기술개발사업

연구과제명 스마트 소형셀의 용량증대 및 간섭제어 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2012.03.01 ~ 2013.02.28

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

모드 스위칭 패턴에 기초하여 전송 심볼을 결정하는 단계;

결정된 전송 심볼을 전송하는 단계를 포함하되,

같은 정렬 블록 내에서는 같은 심볼을 전송하며, 다른 정렬 블록 내에서는 다른 심볼을 전송하는 것을 특징으로 하는 다중 채널에서 간섭 정렬 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 간섭 정렬 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다중셀 상호간섭 MIMO 다중 접속 채널에서 간섭 정렬 방법 에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 하향링크 다중안테나 MISO 방송채널에서 최대 DoF는  $\min\left(M_t, \sum_k N_k\right)$  으로 알려져 있다. 여기서  $M_t$  는 기지

국의 안테나수,  $N_k$  는  $k$  번째 사용자의 안테나 수이다. 이 DoF를 달성하기 위해서는 송신기에서 채널 정보(channel state information at transmitter- CSIT)를 완벽히 알아야 한다는 가정이 필요하다. 만약 CSIT가 양자화 될 경우 최적의 DoF를 달성하기 위해서는 SNR에 비례하는 제한 비트수를 필요로 한다. 높은 양자화 연산 복잡도와 높은 제한량으로 실제 시스템에서 이러한 기법은 구현 되기 힘들다.

[0003] MISO 하향링크(downlink) 채널과 간섭채널에서 CSIT없이 1이상의 DoF를 달성할 수 있는 연구가 진행되었다. 이 연구에서는 CSIT없이 채널이 특별한 형태의 coherence block구조를 가질경우 최적의 DoF를 달성할 수 있음을 보였다. 하지만 이러한 특수한 블록 페이딩(block fading) 구조는 랜덤 페이딩(random fading) 환경에서는 실제로 일어나기 힘들다. 또 다른 연구로, 채널이 고정된 블록 페이딩(static fading channel)에서 안테나 스위칭을 통하여 언급된 블록 페이딩구조를 만들어서 1이상의 DoF를 얻는 기법이 제안되었다.

[0004] 단일셀 상향링크채널은 하향링크와 다른 점이 있다. 다중 사용자 상향 링크(uplink) 채널에서 최적의 DoF는 이중성(duality)에 의하여 하향링크에서 달성 가능한 DoF와 같다. 하지만 채널 정보의 제한 없이 수신기에서 제로포싱(Zero-forcing)만으로 쉽게 최적 DoF를 달성할 수 있다. 따라서 상향링크에서는 최적의 DoF를 달성하기가 하향링크보다 상대적으로 수월하다. 다중셀 상향링크를 고려해보자. 다중셀 상향링크에서 인접셀 간섭을 단순히 제로포싱할 경우 얻을수 있는 DoF는 단일셀과 다르지 않다. 따라서 다중셀 환경에서 제로포싱 이상으로 DoF를 얻기 위해서는 새로운 송신기법이 요구된다.

[0005] 또 다른 연구로 two cell SIMO IFMAC에서 최적의 DoF에 대한 연구가 있다. 단일 셀에서 달성할 수 있는 DoF이상을 얻기 위하여, 송신되는 심볼을 시간에 따라 확장하여 송신기에서 각각 인접셀 기지국으로 향하는 간섭을 한정된 공간 안에 정렬하는 간섭 정렬 기법을 제안하고, 그때 달성할 수 있는 DoF를 증명하였다. 사용자가 늘어날수록 인접셀 간섭이 없는(interference free) DoF를 달성할 수 있지만, 이러한 DoF를 달성하기 위해서는 각 사용자는 '모든' 사용자의 채널정보를 알아야 한다. 그러나, 이는 과도한 제한 오버헤드(overhead)를 야기한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 two cell SIMO IFMAC에서 송신기에서 채널 정보없이 최적의 DoF를 달성하는 방법을 제안한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 모드 스위칭 패턴에 기초하여 전송 심볼을 결정하는 단계; 결정된 전송 심볼을 전송하는 단계를 포함하되, 같은 정렬 블록 내에서는 같은 심볼을 전송하며, 다른 정렬 블록 내에서는 다른 심볼을 전송하는 것을 특징으로 하는 다중 채널에서 간섭 정렬 방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0008] 본 발명에 의하면, two cell SIMO IFMAC에서 송신기에서 채널 정보없이 최적의 DoF를 달성할 수 있는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 SIMO IFMAC 시스템 모델을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 정렬 블록의 구조를 도시한 도면.

도 3은 모드 스위칭 패턴의 일례를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 모드 스위칭 패턴을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전송 심볼 패턴을 도시한 도면.

도 6은 도 4의 모드 스위칭 패턴을 임의의 시간 순서로 재배치한 도면.

도 7은 사용자의 위치에 기반해 채널 추정 시간 간섭이 적어지는 그룹화를 통해 파일럿 패턴을 할당하는 방식에 대한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0011] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0012] 사용자는 서빙 셀(serving cell)로만 데이터를 전송한다. 따라서 인접셀로 간섭을 일으킨다.

[0013] 이러한 채널을  $(M, K)^2$  SIMO IFMAC라 표현하기로 하며, 도 1은 SIMO IFMAC 시스템 모델을 도시한 도면이다.

[0014] t시점에서 i번째 기지국의 수신신호를 다음의 수학적 식 1로 표현할 수 있다.

### 수학적 식 1

$$\begin{aligned} \mathbf{y}^i(t) &= \sum_{k=1}^K \mathbf{h}_k^{i,i}(t) x_k^i(t) + \sum_{k=1}^K \mathbf{h}_k^{i,j}(t) x_k^j(t) + \mathbf{n}^i(t) \\ &= \mathbf{H}^{i,i} \mathbf{x}^i + \mathbf{H}^{i,j} \mathbf{x}^j + \mathbf{n}^i \end{aligned}$$

[0015]

수학적 식 1에서  $\mathbf{h}_k^{i,j}(t)$ 는 i번째 셀의 j번째 사용자로부터 i번째 기지국까지의 채널이며,  $x_k^i(t) \in \mathbb{C}^1$ 은 i번째 셀의 i번째 사용자의 송신 심볼,  $\mathbf{n}^i(t) \in \mathbb{C}^{M \times 1}$ 은 백색 가산 잡음(additive white Gaussian noise, AWGN),  $\mathbf{H}^{i,j} = [\mathbf{h}_1^{i,j}, \mathbf{h}_2^{i,j}, \dots, \mathbf{h}_K^{i,j}]$ 는 i번째 셀의 K명의 사용자로부터 i번째 기지국까지의 채널 행렬(channel matrix)이다. 송신 신호는 평균 전력 제한  $E[\|\mathbf{x}\|^2] \leq P$ 를 따른다.

[0016]

[0017] DoF는 다음과 같이 정의한다.

$$[0018] \quad \text{DoF} = \lim_{\text{SNR} \rightarrow \infty} \frac{C(\text{SNR})}{\log(\text{SNR})}$$

[0019] DoF는 높은 SNR에서의 채널 용량의 기울기로 간섭 없이(interference free) 전송 할 수 있는 스트림의 수를 의미한다. SIMO IFMAC에서 최대 DoF는 종래에 연구되었으며, 이는 다음과 같다. .

[0020] two-cell SIMO IFMAC에서 시변 채널인 경우에 두 기지국이 얻을 수 있는 합 DoF는 아래와 같다.

### 수학식 2

$$[0021] \quad D_{IA} = \sum_i \sum_k d_{i,k} \leq \frac{2KM}{K+M} 1(K \geq M) + 2 \min\left(K, \frac{M}{2}\right) 1(K < M)$$

[0022] 수학식 2의  $d_{i,k}$  는 i번째 셀의 k번째 사용자의 DoF를 의미하며, 1(\*)은 indicator function이다.

[0023] 위 수학식2에서는 사용자의 수가 충분히 클 경우  $M$  에 가까운 DoF를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0024] 하지만 이 DoF를 달성하기 위해 모든 사용자는 모든 다른 사용자의 채널을 알아야 하고 매시간마다 채널은 독립이어야 한다. 제한 채널 용량이 제한적일 경우에는 채널의 부정확으로 인하여 전송률 손실(rate loss)이 발생한다.

[0025] 이하에서는 재구성 가능한 안테나의 모드 스위칭을 통해 two cell IFMAC에서 CSIT 없이 채널 용량을 얻는 B-IA를 제안한다.

[0026] Blind IA with staggered antenna switching for two cell (M,K)<sup>2</sup> IFMAC

[0027] Two-cell (M,K)<sup>2</sup> SIMO IFMAC에서 각 기지국 안테나는  $L = \left\lceil \frac{K}{M} \right\rceil$  개의 프리셋 모드를 가진 재구성 가능한 안테나이고 서로 다른 프리셋 모드 사이에 채널은 독립이며 채널의 상관 시간(coherence time)은 충분히 길어서 채널의 통계적 특성(statistics)은 오직 모드 스위칭에 의해 변한다고 가정할때, B-IA의 합 DoF는 다음과 같다.

### 수학식 3

$$[0028] \quad D_{B-IA} = \sum_i \sum_k d_{i,k} = \frac{2K}{L+1} 1\left(K > \frac{M}{2}\right) + 2K \cdot 1\left(K \leq \frac{M}{2}\right)$$

[0029] 이때, K가 M의 배수일 경우 B-IA의 달성 가능한DoF는 최적의DoF와 같다.

[0030] 이하에서는 앞서 언급된 사항을 증명하고 수학식 3의 DoF를 달성하기 위한 송수신 기법에 대해 설명 한다. 먼저 셀당 사용자수를 M/2보다 큰 경우와 작거나 같은 경우로 나눈다. 셀당 사용자수가 M/2보다 작거나 같은 경우에는 기지국이 M개의 안테나를 가지고 있기 때문에 자신의 셀, 인접셀 의사사용자의 심볼을 쉽게 제로포싱 수신기(zero forcing receiver)로 구분할 수 있다. 따라서 달성 가능한 DoF는 2K이다.

[0031] 셀당 사용자수가 M/2보다 클 경우에 사용자는 M개의 단일 모드를 가진 기존의수신 안테나로 모든 심볼을 단일 시간 영역에서 간섭 없이 수신하는 것은 불가능하다.

[0032] 여기서 M개의 안테나는 각각 L개의 프리셋 모드를 가진 재구성 가능한 안테나라고 가정한다. 채널은 프리셋 모드 m마다 서로 독립이라고 가정한다. 또한 채널의 상관 시간은 충분히 길어서 채널은 오직 모드 스위칭에 의해 서만 변한다고 가정한다.

[0033] 본 발명은 위와 같은 SIMO IFMAC에서 B-IA기법을 제안한다. SIMO IFMAC에서 B-IA의 기본 원리는 MISO BC 채널의 B-IA에서와 같다. 요구 심볼(Desired symbol)을 디코딩(decoding)하기 위해서 수신기는 모드 스위칭을 하고, 이때 인접 수신기(간섭을 받는 수신기)는 고정된 모드로 수신하여 인접 셀 신호가 제한된 공간 차원(spatial dimension)에 정렬(align)되도록 한다. MISO BC 채널에서 B-IA는  $M \times 1$  심볼을 수신하기 위해서  $M \times 1$  심볼을  $M$ 번 반복(repetition)하여 수신한다. IFMAC에서는  $K$ 명의 사용자의 심볼을  $L = \left\lceil \frac{K}{M} \right\rceil \left\lceil \frac{K}{M} \right\rceil$  번 반복하여 수신한다. 여기서  $M$ 개의 재구성 가능한 안테나 가동 시에 모드 스위칭을  $L$ 번 수행할 경우  $L$ -time/ $K$ -user composite 채널 행렬의 랭크(Rank)가  $K$ 가 되어,  $K$ 명의 반복 전송된 심볼을 디코딩할 수 있다. 수학식 4는 AWGN을 생략한 기지국 1의 수신 신호를 나타낸다.

#### 수학식 4

$$\mathbf{Y}^{1,1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}^{1,1}(1) & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \ddots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{H}^{1,1}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_K \\ \vdots \\ \mathbf{I}_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^1 \\ \vdots \\ x_K^1 \end{bmatrix}$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{H}^{1,1}(1) \\ \vdots \\ \mathbf{H}^{1,1}(L) \end{bmatrix}}_{M \left\lceil \frac{K}{M} \right\rceil \times K} \begin{bmatrix} x_1^1 \\ \vdots \\ x_K^1 \end{bmatrix}$$

[0034]

[0035] 첫번째 기지국이 위와 같이 송신 심볼을 모드 스위칭을 하면서 수신하는 동안 두번째 기지국은 모드 스위칭을 하지 않고 수신한다. 이를 다음의 수학식 5와 같이 표현할 수 있다.

#### 수학식 5

$$\mathbf{Y}^{2,1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}^{1,1}(1) & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \ddots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{H}^{1,1}(1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_K \\ \vdots \\ \mathbf{I}_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^1 \\ \vdots \\ x_K^1 \end{bmatrix}$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{H}^{1,1}(1) \\ \vdots \\ \mathbf{H}^{1,1}(1) \end{bmatrix}}_{M \left\lceil \frac{K}{M} \right\rceil \times K \text{ with rank } M} \begin{bmatrix} x_1^1 \\ \vdots \\ x_K^1 \end{bmatrix}$$

[0036]

[0037] 편의상  $K$ 가  $M$ 의 배수라고 가정하면, 수학식 4에서는 채널 행렬의 랭크가  $K$ 이다. 하지만 수학식 5에서는 채널 행렬의 랭크가  $M$ 이다. 따라서 간섭 신호는 원하지 않는 수신기에게  $M$  차원 신호 공간( $M$  dimensional signal space)에 정렬된다. MISO BC에서의 B-IA와의 차이점은 수신기의  $M$ 개의 안테나가 동시에 모드 스위칭을 한다는 점이다.

[0038] 다음으로 각 기지국의 안테나 모드 스위칭 패턴과 각 사용자의 심볼 전송 패턴을 정해야 한다.

[0039] <모드 스위칭 패턴>

[0040] 수학식 4, 5와 같이  $K$ 명의 사용자의 심볼을 수신 하기 위해서는  $L$ 번의 반복 전송된 송신 심볼과  $L$ 번의 수신 모드 스위칭이 필요하다. 이를  $K$ 개의 심볼을 디코딩하기 위한 하나의 '정렬 블록'이라 부르기로 하자. 도 2는 본

발명의 일 실시예에 따른 정렬 블록의 구조를 도시한 도면이다. 하나의 정렬 블록의 길이는 L이고, 요구되는 사용자가 동일한 심볼을 L번 반복 전송하는 동안, 요구되는 수신기는 총 L번의 모드 스위칭을 행하고 요구되지 않는 수신기는 동일 모드를 유지한다. 정렬 블록은 길이 L-1의 파트1과 길이 1의 파트 2로 나눌 수 있는데, 요구되는 수신기가 L개의 모드를 전부 이용한다는 점에서 파트 2는 파트 1에서 사용하지 않은 1개의 모드로 자연스럽게 결정된다. 따라서 정렬 블록의 파트 1을 먼저 설계하도록 한다. 파트 1의 설계시 고려하여야 할 점은 기지국 1의 정렬 블록과 기지국 2의 정렬 블록이 오버랩되도록 설계하는 것이다. 다시 말하면 기지국 1의 정렬 블록내의 모드들은 기지국 2의 정렬 블록의 모드로 재사용된다. 예를 들어 기지국 1이 정렬 블록에는 1부터 L-1까지의 모드가 존재한다, 여기서 특정 모드 a는 기지국 2의 정렬 블록의 모드로 재사용될 수 있다. 기지국 마다 L-1개의 프리셋 모드가 있기 때문에 서로 오버랩되도록 설계할 경우 파트 1의 길이는 (L-1)^2이다. 설명의 편의상 기지국 1은 각 정렬 블록이 순차적으로 이어지고 기지국 2에서의 각 정렬 블록은 L-1간격으로 심볼이 분산되어 있다고 가정한다. 이 반대의 경우도 같은 DoF를 달성할 수 있다. 위에서 언급했듯이 정렬 블록은 원래 L길이였으나 마지막 모드는 이전의 L-1모드에 의해 자동으로 결정되기 때문에 따로 분리하였다. 따라서 각 정렬 블록의 마지막 모드들을 모으면 총 2(L-1)개의 심볼 확장이 더 필요하다. 이를 도3에 나타내었다. 각 정렬 블록에서 각 기

지국은 K개의 심볼을 수신할 수 있다. 따라서 달성 가능한 DoF는  $\frac{2K(L-1)}{(L-1)^2 + 2(L-1)} = \frac{2K}{L+1}$  가 된다.

[0041] <전송 심볼 패턴 >

[0042] 전송 심볼은 모드 스위칭 패턴에 따라 결정된다. 파트 1에서, 각 기지국의 사용자들은 각 기지국의 정렬 블록 내에서는 같은 심볼을 반복하여 전송하고 서로 다른 정렬 블록에서는 다른 심볼을 전송한다. 따라서 각 사용자는 L-1개의 서로 다른 심볼을 L-1번 반복하여 전송하게 된다. 이 때 전송하는 심볼 패턴은 기지국 1의 사용자들과 기지국 2의 사용자들이 앞서 설명한 정렬 블록 구조에 따라 차이가 있다. 기지국 1의 사용자들은 파트 1에서 같은 심볼을 L-1번 연속하여 반복 전송하고 기지국 2의 사용자들은 같은 심볼을 L-1간격으로 분산되어 반복하여 전송한다.

[0043] 파트2에서는 파트 1의 정렬 블록에서 전송하였던 심볼을 한번씩 더 전송한다. 파트1의 정렬 블록의 개수는 셀당 L-1개이므로 파트 2에서는 각 사용자들은 L-1개의 심볼을 한번씩 더 전송한다. 이때 파트 2의 송신심볼은 인접셀에서 간섭을 제거하는 용도로 사용되기 때문에 간섭 없이 전송되어야 한다. 예를 들어 기지국 1의 사용자들이 파트2의 심볼을 전송할때는 기지국2의 사용자들은 아무 심볼을 전송하지 않아야 한다. 반대의 경우도 마찬가지이다. 기지국 1이 파트 2의 심볼을 전송하는 동안 기지국 2는 파트 1의 정렬 블록들의 간섭을 제거하기 위하여 정렬 블록의 마지막 심볼 패턴에 맞게 모드 스위칭을 수행한다.

[0044] 도 3은 모드 스위칭 패턴의 일례를 도시한 도면이다.

[0045] 상기 모드 스위칭 패턴과 전송 심볼 패턴은 고유하나, 시간에 따라 순서가 바뀌어도 정렬 블록은 그대로 유지된다. 자세한 설명은 이하 실시예에서 구체적으로 설명한다.

[0046] <MIMO IFMAC>

[0047] 본 발명은 사용자가 N개의 송신 안테나를 가지고, 기지국은 각 안테나의 프리셋 모드가  $L = \left\lceil \frac{NK}{M} \right\rceil$  인 M개 수신 안테나를 가지는 경우에도 적용 가능하다. 상기 MIMO IFMAC에서 기지국의 모드 스위칭 패턴은 셀 당 NK명의 사용자가 단일 송신 안테나를 가진 (M, NK)^2 SIMO IFMAC의 스위칭 패턴과 동일하다. 반면 단말은 단일 안테나의 경우와 달리, 한 번에 N개의 안테나에서 N개의 멀티 스트림을 동시에 전송한다는 차이점이 있다. 즉 도 2에 해당하는 하나의 정렬 블록에 대해 단말은 N개의 멀티 스트림을 L번 반복하게 된다. 결과적으로 도 3의 모드 스위칭 패턴에 대응하여, 기지국 1의 사용자들은 파트 1에서 Nx1 심볼 벡터를 L-1번 연속하여 반복 전송하고, 기지국 2의 사용자들은 Nx1 심볼 벡터를 L-1 간격으로 분산하여 반복 전송한다. 파트 2에서는 모든 사용자의 정렬 블록에 맞추어, 파트 1에서 전송했던 심볼 벡터들을 한 번에 한 명씩 추가적으로 전송한다.

[0048] < 채널 추정>

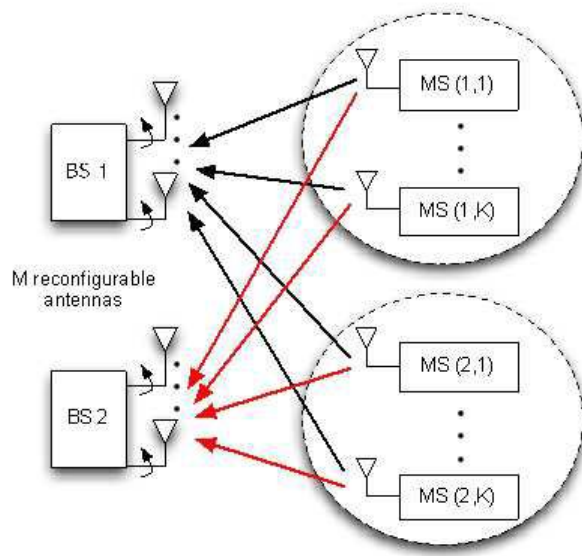


- [0049] B-IA는 기지국에서 모드 스위칭이 일어날 때 채널을 추정하게 되며, 따라서 기지국은 각 모드에 대한 채널 추정을 최소 L번 혹은 그 이상 수행하게 된다. 본 발명은 스위칭 되는 동안(즉  $(L-1)^2 + 2(L-1)$  심볼 확장 동안) 채널이 변하지 않아야 하므로, B-IA를 위해서는 채널 추정을 위한 파일럿 밀도(pilot density)가 늘어날 수 있으며 이와 같은 사실을 단말에게 시그널링 하여 파일럿 밀도를 높여 전송할 수 있게 한다.
- [0050] 본 발명은 단일 주파수 톤(tone)에 서비스하는 사용자의 수가 기존의 상향링크 시스템에 비해 늘어나게 된다. 기존 상향 링크 시스템에 비해 더 많은 사용자가 동시에 파일럿을 전송하기 때문에 파일럿 시퀀스 혹은 시간 및 주파수 전송 위치 스케줄링이 필요하다. 또한 채널 추정을 위한 파일럿은 각 사용자 및 각 단말 안테나에 대해 직교(orthogonal)하도록 전송해야 하는데, 사용자의 수가 많아지면 직교하는 파일럿이 부족해질 수 있다. 이와 같은 경우에는 단말의 위치 정보를 파악하여, 인접 셀로 간섭이 적은 유저를 그룹화하여 파일럿을 재사용 및 전송할 수 있다.
- [0051] <본 발명의 실시예>
- [0052] 이하 기지국의 안테나 수가 4, 기지국 안테나의 모드 수는 3, 셀 당 사용자의 수가 12인 경우를 예로 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명한다. 후술하는 실시예는 설명의 편의를 위한 것으로 본 실시예가 여기에만 한정되는 것은 아니다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 모드 스위칭 패턴을 도시한 도면이다.
- [0053] 전송 심볼은 모드 스위칭 패턴에 의해 결정되는데, 사용자들은 동일한 정렬 블록 내에서는 같은 심볼을 전송하며, 서로 다른 정렬 블록에서는 다른 심볼을 전송한다.  $\mathbf{x}^i(n) = [x_1^i(n), \dots, x_k^i(n)]^T$  을 i번째 기지국 내의 사용자들의 n번째 정렬 블록에서 전송하는 심볼 벡터라고 정의할 때, 본 실시예의 전송 심볼 패턴은 도 5 와 같으며, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전송 심볼 패턴을 도시한 도면이다.
- [0054] 또한 상기 모드 스위칭 패턴과 전송 심볼 패턴은 시간에 따라 순서가 바뀌어도 전송 블록은 그대로 유지된다. 도 6은 도 4의 모드 스위칭 패턴을 임의의 시간 순서로 재배치한 도면이다. 전송 심볼 역시 재배치된 모드 스위칭 패턴에 맞추어 동일 정렬 블록에서는 같은 심볼을 전송하고, 서로 다른 정렬 블록에 대해서는 다른 심볼을 전송할 수 있다.
- [0055] 도 7은 사용자의 위치에 기반해 채널 추정 시간 간섭이 적어지는 그룹화를 통해 파일럿 패턴을 할당하는 방식에 대한 도면이다. 인접셀에 간섭을 주는 셀 경계 사용자는 최대한 파일럿을 직교하도록 할당하고, 셀 중심에 위치하여 인접 셀에 간섭을 적게 주는 사용자는 파일럿을 재사용할 수 있다. 단말의 위치 추정은 GPS를 이용하거나, 사용자로부터 피드백받은 RSRP 혹은 CQI와 같은 정보를 이용할 수 있다.
- [0056] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

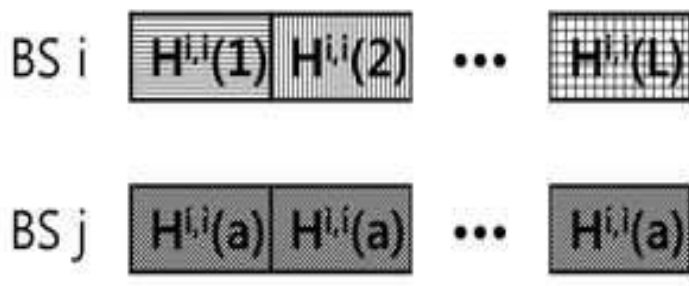


도면

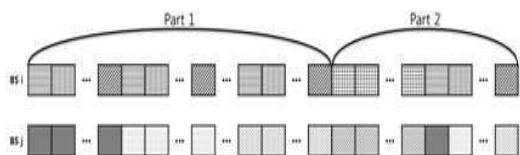
도면1



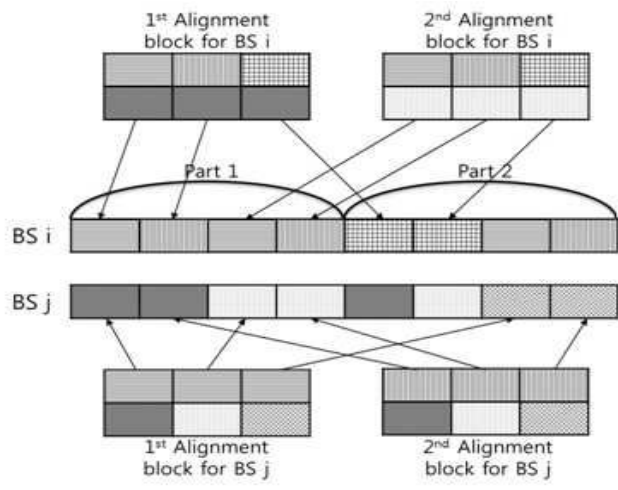
도면2



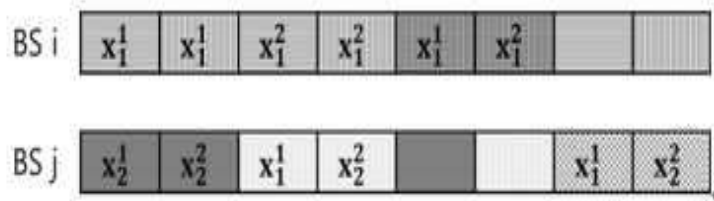
도면3



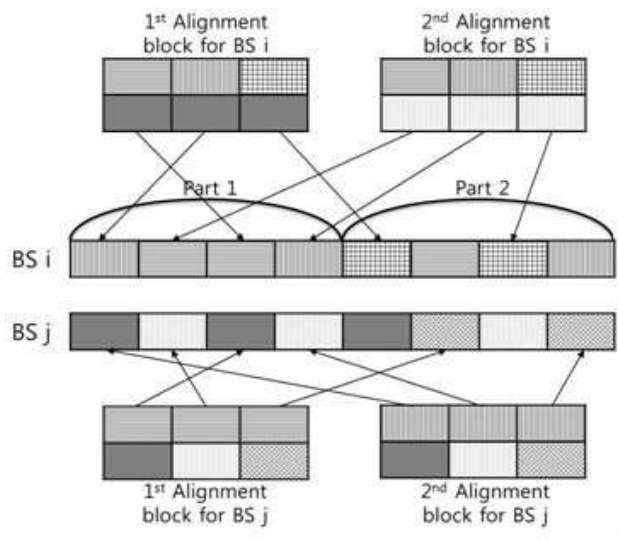
도면4



도면5



도면6



도면7

