



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월04일

(11) 등록번호 10-1490044

(24) 등록일자 2015년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 16/28 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2013-0114294

(22) 출원일자 2013년09월26일

심사청구일자 2013년09월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR101275488 B1

Sung-Hyun Moon 외 1명. "Joint User

Scheduling and Adaptive Intercell

Interference Cancellation for MISO Downlink Cellular Systems." IEEE, 2013.01.

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이인규

서울 강남구 선릉로 221, 302동 404호 (도곡동, 도곡텍슬아파트)

이창희

서울 강남구 압구정로 151, 121동 901호 (압구정동, 현대아파트)

(74) 대리인

송인호, 민영준, 최관락

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 이다나

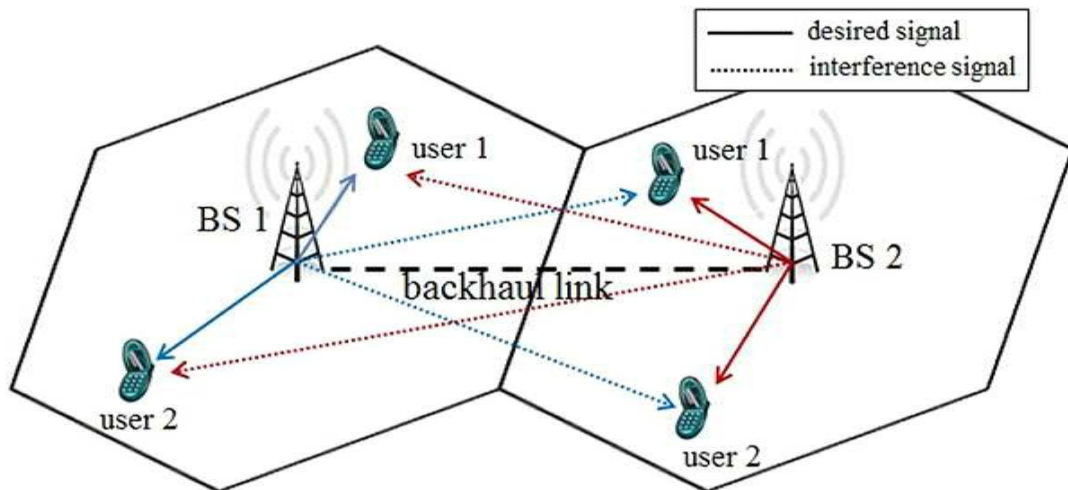
(54) 발명의 명칭 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일실시예에 의한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서, 복수의 빔포밍 전략 각각에 대해 전송율을 산출하는 단계- 상기 빔포밍 전략은 각 셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스의 조합으로 이루어짐-; 전송율을 고려하여 상기 복수의 빔포밍 전략 중 어느 하나를 가변적으로 선택하는 단계; 및 상기 선택된 빔포밍 전략에 따라 신호를 처리하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서,

복수의 빔포밍 전략 각각에 대해 전송율을 산출하는 단계- 상기 빔포밍 전략은 각 셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스의 조합으로 이루어짐-;

상기 복수의 빔포밍 전략 중 최대 전송율을 가지는 빔포밍 전략을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 빔포밍 전략에 따라 신호를 처리하는 단계를 포함하되,

복수의 빔포밍 전략의 수는 다중 셀의 개수에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 각 셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스는

인접 셀의 사용자를 고려하지 않는 제1빔포밍 매트릭스 및 인접 셀의 사용자를 고려하는 제2빔포밍 매트릭스 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 기지국의 신호 전송 방법 및 무선 통신 기지국의 송신 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 통신 커버리지를 셀로 분할하는 개념 정립 단계인 셀룰러 이동통신 초기 단계에서부터 최근 차세대 4G시스템 도입이 가시화되고 있는 현 단계까지 간섭 문제는 여러 가지 기술적인 문제 중 가장 중요한 이슈로 대두되고 있다.

[0003] 기존의 전통적인 셀룰러 시스템에서는 이러한 간섭문제를 중앙 집중적인 제어에 의해 관리해 왔지만 펌토 셀 및 차세대 4G 시스템이 도입됨에 따라 이동통신 시스템의 네트워크 구조가 다계층 구조로 변화되고 시스템에서 관리해야 할 개체의 수가 기하급수적으로 증가하게 되어 중앙집중적인 관리가 원천적으로 불가능해지는 환경이 되었다.

[0004] 또한, 인접한 기지국들이 동일한 주파수 대역을 사용하여 데이터를 전송하는 경우, 셀의 경계에 위치한 단말은 인접 셀의 경계에 위치한 인접 셀 단말이 사용하는 빔 인덱스로 인해 간섭을 받는 현상이 발생할 수 있다. 예를 들어, 기지국 A가 주파수 대역 1을 이용하여 셀 경계에 위치한 단말 A로 데이터를 전송하기 위해 사용하는 빔포밍 벡터의 방향과, 기지국 B가 주파수 대역 1을 이용하여 셀 경계에 위치한 단말 B로 데이터를 전송하기 위해

사용하는 빔포밍 벡터의 방향이 중복되는 경우, 단말 A와 단말 B로 각각 수신되는 신호는 상호 간 간섭으로 작용하게 된다.

[0005] 대한민국 등록특허 제10-1275488호에는 다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법이 개시되어 있다.

[0006] 하지만, 상기 대한민국 등록특허 제10-1275488호에는 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.

[0007] 따라서 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법에 대한 연구가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 간섭제거를 위해 적응적으로 빔포밍(Beamforming) 전략을 선택하여 신호를 처리하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서, 복수의 빔포밍 전략 각각에 대해 전송율을 산출하는 단계- 상기 빔포밍 전략은 각 셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스의 조합으로 이루어짐-; 전송율을 고려하여 상기 복수의 빔포밍 전략 중 어느 하나를 가변적으로 선택하는 단계; 및 상기 선택된 빔포밍 전략에 따라 신호를 처리하는 단계를 포함하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일실시예에 의한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 간섭제거를 위해 적응적으로 빔포밍(Beamforming) 전략을 선택함으로써, 전송율을 최대화할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 의한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 간단한 연산을 통해 최적의 빔포밍을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 다중 셀 다중 사용자 시스템에서 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3 내지 도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법과 다른 신호 처리 방법의 성능을 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0014] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 다중 셀(cell) 다중 사용자 시스템에서 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법을 설명하기 위한 도면이다. 본 명세서에서 "셀"은 "기지국"을 의미하고, 사용자(USER)는 수신 단말을 의미할 수 있다.

[0016] 이하에서는 2-cell 셀룰러 시스템을 예로서 설명하기로 한다. 또한, 각 셀 안에 서포트(support)하는 사용자는

K명으로 가정한다. 각 기지국 간에는 백홀 링크(backhaul link)가 형성되어 있다.

도시된 바와 같이, 실선은 desired 신호를, 점선은 간섭 신호를 나타낸다. 본 발명에서 사용자 (k,l) 은 l번째 셀의 k번째 사용자를 나타낸다. 그러면 사용자 (k,l) 의 수신 신호는 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$y_{(k,l)} = \sqrt{P_l^{(k,l)}} \mathbf{h}_l^{(k,l)H} \mathbf{x}_l + \sum_{i=1, i \neq l}^L \sqrt{P_j^{(k,l)}} \mathbf{h}_j^{(k,l)H} \mathbf{x}_j + n_{(k,l)}$$

여기서 $\mathbf{x}_l$ 는 l번째 BS의 송신 신호, $\mathbf{h}_i^{(k,l)}$ 는 i번째 BS에서 사용자 (k,l) 사이의 채널, $n_{(k,l)}$ 는 평균이 0이고 분산이 1인 복소 백색 가우시안 채널을 나타낸다. 또한, $P_i^{(k,l)}$ 은 i번째 BS로부터 사용자 (k,l) 의 수신신호의 세기를 나타낸다. 그리고, l번째 BS의 송신 신호 $\mathbf{x}_l$ 은 $\mathbf{x}_l = \sum_{k=1}^K \mathbf{w}_{(k,l)} u_{(k,l)}$ 로 표현되며 $\mathbf{w}_{(k,l)}$ 은 사용자 (k,l) 을 위한 빔포밍 벡터이며 $u_{(k,l)}$ 은 정보 심볼을 나타낸다.

그러면, 사용자 (k,l) 의 SINR(신호대 간섭 잡음비)는 수학적 식 2로 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$\text{SINR}_{(k,l)} = \frac{P_l^{(k,l)} |\mathbf{h}_l^{(k,l)H} \mathbf{w}_{(k,l)}|^2}{1 + I_{\text{IUI}} + I_{\text{ICI}}}$$

여기서, I_{IUI} 와 I_{ICI} 는 $I_{\text{IUI}} = \sum_{m=1, m \neq k}^K P_l^{(k,l)} |\mathbf{h}_l^{(k,l)H} \mathbf{w}_{(m,l)}|^2$, $I_{\text{ICI}} = \sum_{j=1, j \neq l}^L \sum_{m=1}^K P_j^{(k,l)} |\mathbf{h}_j^{(k,l)H} \mathbf{w}_{(m,j)}|^2$ 로 각각 정의된다. 여기서 IUI는 자신의 셀 간섭을 의미하고, ICI는 타 셀의 간섭을 의미한다. 따라서, L셀 네트워크의 평균 sum rate은 수학적 식 3과 같이 계산된다.

수학적 식 3

$$R = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K R_{(k,l)}$$

여기서, $R_{(k,l)} = \mathbb{E}[\log_2 (1 + \text{SINR}_{(k,l)})]$ 이다.

본 발명의 일실시예에 의하면, 간섭 제거를 위해 2가지 빔포밍 기법이 고려될 수 있다. 빔포밍 기법이라 함은 각 셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스를 의미한다. 상기 2가지 빔포밍 기법은 Egoistic Zeroforcing Beamforming(ZFBF)과 Altruistic Zeroforcing Beamforming(ZFBF)이다.

첫 번째로 Egoistic ZFBF은 인접 셀의 사용자를 고려하지 않고 자신의 셀에 있는 사용자만을 서포트하는 single 셀 ZFBF기법이며, 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$\mathbf{w}_{(k,l)}^{\text{EZF}} = \frac{(\mathbf{I} - \mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{EZF}}) \mathbf{h}_l^{(k,l)}}{\|(\mathbf{I} - \mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{EZF}}) \mathbf{h}_l^{(k,l)}\|}$$

여기서, $\mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{EZF}} = \hat{\mathbf{H}}_{(k,l)} (\hat{\mathbf{H}}_{(k,l)}^H \hat{\mathbf{H}}_{(k,l)})^{-1} \hat{\mathbf{H}}_{(k,l)}^H$ 는 $\hat{\mathbf{H}}_{(k,l)}$ 로의 projection 행렬이며, $\hat{\mathbf{H}}_{(k,l)}$ 는 $\hat{\mathbf{H}}_{(k,l)} = [\mathbf{h}_l^{(1,l)} \dots \mathbf{h}_l^{(k-1,l)} \mathbf{h}_l^{(k+1,l)} \dots \mathbf{h}_l^{(K,l)}]$ 이다. 이 빔포밍 기법을 적용하였을 경우, desired 신호의 세기는 수학식 5와 같은 분포를 따르게 된다.

수학식 5

$$|\mathbf{h}_l^{(k,l)H} \mathbf{w}_{(k,l)}^{\text{EZF}}|^2 \sim \chi_{2(N_t - (K-1))}^2$$

여기서, χ_n^2 는 DOF(Degree of Freedom) n을 가진 chi-square 랜덤변수(RV, Random Variable)를 의미한다. 그리고, Egoistic ZFBF을 사용하는 1번째 BS으로부터 오는 간섭 신호 역시 DOF 2K를 가지는 chi-square 분포를 따른다.

두 번째로, Altruistic ZFBF은 Egoistic ZFBF과는 달리 다른 셀에 있는 사용자들을 고려한다. 다른 셀로의 간섭을 줄여주는 방법으로 수식적으로 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{w}_{(k,l)}^{\text{AZF}} = \frac{(\mathbf{I} - \mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{AZF}}) \mathbf{h}_l^{(k,l)}}{\|(\mathbf{I} - \mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{AZF}}) \mathbf{h}_l^{(k,l)}\|}$$

여기서, $\mathbf{P}_{(k,l)}^{\text{AZF}} = \mathbf{G}_{(k,l)} (\mathbf{G}_{(k,l)}^H \mathbf{G}_{(k,l)})^{-1} \mathbf{G}_{(k,l)}^H$ 는 $\mathbf{G}_{(k,l)}$ 로의 projection 행렬을 나타내며, $\mathbf{G}_{(k,l)}$ 는 $\mathbf{G}_{(k,l)} = [\mathbf{H}_{1,l} \dots \mathbf{H}_{l-1,l} \hat{\mathbf{H}}_{(k,l)} \mathbf{H}_{l+1,l} \dots \mathbf{H}_{L,l}]$ 로 정의되고 $\mathbf{H}_{i,l} = [\mathbf{h}_l^{(1,i)} \dots \mathbf{h}_l^{(K,i)}]$ 이다.

Altruistic ZFBF의 경우, 만약 j 개의 셀들을 감안하여 간섭을 미리 제거하였다면 desired 신호의 세기는 수학식 7와 같은 분포를 따르게 된다.

수학식 7

$$|\mathbf{h}_l^{(k,l)H} \mathbf{w}_{(k,l)}^{\text{AZF}}|^2 \sim \chi_{2(N_t - (K-1) - JK)}^2$$

또한, Altruistic ZFBF의 적용한 셀(BS)로부터 오는 간섭은 0이 된다.

본 발명의 일실시예에 의하면, 상기 2가지 빔포밍 기법을 주어진 상황에 따라 가변적으로 선택함으로써, 전체적

인 시스템의 전송률이 향상될 수 있다. 따라서, 빔포밍 전략의 집합은 다음의 수학적 식 8의 문제로 정의될 수 있다.

수학적 식 8

$$\hat{\mathcal{S}} = \arg \max_{\mathcal{S}} R(\mathcal{S})$$

여기서, $R(\mathcal{S})$ 는 빔포밍 전략 집합인 $\mathcal{S} = (s_1, \dots, s_L)$ 이 선택되었을 때의 시스템의 평균 전송률을 나타낸다. 즉, 모든 빔포밍 전략 집합 중 가장 최대의 평균 전송률을 얻을 수 있는 전략 집합이 선택될 수 있다.

상기 평균 전송률을 최대화하는 전략은 시뮬레이션을 기반으로 하지 않고, 간단하게 효율적으로 선택하기 위해 다음의 분석 결과를 이용할 수 있다.

먼저, 2-cell 하향 시스템에서의 분석 결과는 다음과 같다. 좀 더 용이한 설명을 위해 다음 2개의 lemma가 이용될 수 있다.

Lemma 1: $\text{RV } X \sim \chi_{2M}^2$ 에 대해 평균 전송률을 나타내는 함수는 $R_1^{1C}(\gamma, M) \triangleq \mathbb{E}[\log_2(1 + \gamma X)]$ 와 같이 정의된다. 그리고 평균 전송률을 나타내는 함수는 수학적 식 9와 같이 표현된다.

수학적 식 9

$$R_1^{1C}(\gamma, M) = \log_2(e) e^{\frac{1}{\gamma}} \sum_{k=0}^{M-1} \frac{\Gamma(-k, \frac{1}{\gamma})}{\gamma^k}$$

여기서 $\Gamma(\alpha, \beta) = \int_{\beta}^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt$ 이고, 이는 incomplete gamma function이다. 1C는 1Cell의 약자로 하첨자 1은 interference의 의미이다.

Lemma 2: 독립적인 랜덤 변수 $\text{RV } X \sim \chi_{2M}^2$ 및 $Y \sim \chi_{2N}^2$ 를 가지는 Z를 수학적 식 10과 같이 정의할 수 있다.

수학적 식 10

$$Z = \frac{\gamma_0 X}{1 + \gamma_1 Y}$$

그러면 평균 전송률을 나타내는 함수는 수학적 식 11과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 11

$$R_1^{2C}(\gamma_0, \gamma_1, M, N) \triangleq \mathbb{E}[\log_2(1 + Z)]$$

Lemma 1으로부터 이웃 셀로부터 간섭을 하나도 받지 않는 사용자의 평균 전송률을 구할 수 있다. 또한, Lemma 2의 경우는 한 개의 인접 BS로부터 간섭을 받는 상황의 평균 전송률을 나타낸다.

[0050] 위 두 Lemma들의 수식 표현을 바탕으로 사용자 (k, l) 의 모든 가능한 빔포밍 전략 중 한 개가 선택된 경우의 평균 전송률은 수학적 식 12와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 12

$$R_{(k,l)} = \begin{cases} R_I^{2C}(P_l^{(k,l)}, P_{\bar{l}}^{(k,l)}, N_t - (K - 1), K) & \text{for } s_l = \text{EZF}, s_{\bar{l}} = \text{EZF} \\ R_I^{1C}(P_l^{(k,l)}, N_t - (K - 1)) & \text{for } s_l = \text{EZF}, s_{\bar{l}} = \text{AZF} \\ R_I^{2C}(P_l^{(k,l)}, P_{\bar{l}}^{(k,l)}, N_t - (2K - 1), K) & \text{for } s_l = \text{AZF}, s_{\bar{l}} = \text{EZF} \\ R_I^{1C}(P_l^{(k,l)}, N_t - (2K - 1)) & \text{for } s_l = \text{AZF}, s_{\bar{l}} = \text{AZF} \end{cases}$$

[0051]

[0052] 여기서 $\bar{l} = 1$ if $l = 2$ and $\bar{l} = 2$ if $l = 1$ 이다. 여기서, EZF와 AZF는 Egoistic과 Altruistic ZFBF를 각각 나타낸다. 수학적 식 12의 전송률 식을 이용하여 최적의 빔포밍 전략이 선택될 수 있다.

[0053] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0054] 2-cell 시스템에서는 수학적 식 12와 같이 표현되는 4가지의 빔포밍 전략에 각각에 대해 대응되는 평균 전송률을 산출한다(S210). 4가지의 빔포밍 전략은 제1셀과 제2셀에 적용될 수 있는 빔포밍 매트릭스(또는 빔포밍 기법)의 조합으로 이루어진다.

[0055] 상기 수학적 식 12를 기반으로 총 4가지의 경우 전송률을 closed form solution을 통해서 계산하여, 가장 최대의 값을 가지는 전략을 선택한다(S220).

[0056] 그리고 선택된 빔포밍 전략에 따라 기지국에서 빔포밍을 수행하여 신호를 처리할 수 있다(S230).

[0057] 이상은 2-cell 시스템에 대해 설명하였지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니고, 3-cell 이상의 다중 셀 시스템에 적용될 수 있다.

[0058] 예를 들어, 3-cell 시스템의 경우를 살펴보기로 한다. 2-cell 환경과는 달리, 3-cell의 경우는 최대 2개 BS로부터 간섭이 발생할 수 있다. 이 경우의 수학적 분석 결과는 다음과 같다.

[0059] Lemma 3: 독립적인 랜덤 변수 X , Y_1 , Y_2 를 가지는 Z 를 수학적 식 13과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 13

$$Z = \frac{\gamma_0 X}{1 + \gamma_1 Y_1 + \gamma_2 Y_2}$$

[0060]

[0061] 여기서 랜덤 변수 X 는 $X \sim \chi_{2M}^2$ 의 분포를 따르고, Y_1 는 $Y_1 \sim \chi_{2N}^2$ 의 분포를 따르고, Y_2 는 $Y_2 \sim \chi_{2N_2}^2$ 의 분포를 따른다. 그러면 평균 전송률을 나타내는 함수는 수학적 식 14과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 14

$$R_I^{3C}(\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, M, N_1, N_2) \triangleq \mathbb{E}[\log_2(1 + Z)]$$

[0062]

[0063] 즉, Lemma 3는 다른 두 개의 BS으로부터 간섭 신호가 있을 때의 사용자의 평균 전송률을 나타낸다. 예를 들어, 3개의 셀 모두 EZF를 수행할 때가 이 경우에 해당한다. 2-cell의 경우와 마찬가지로, lemma 1,2,3의 결과를 바

탕으로 모든 경우의 전략 집합 중 최대를 선택함으로써 성능을 최대화 할 수 있다.

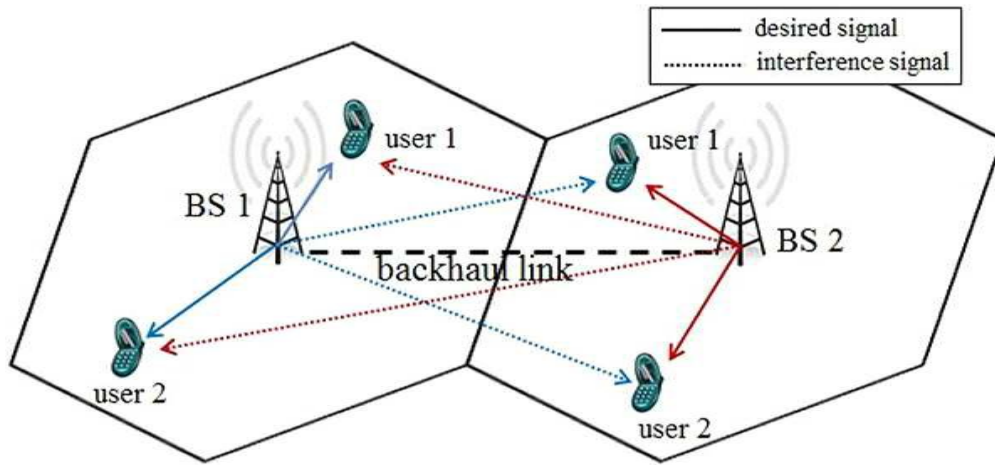
- [0064] 도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법과 다른 신호 처리 방법의 성능을 비교한 도면이다.
- [0065] 도 3은 2-cell 시스템에서 본 발명의 일실시예에 의한 기법과 기존 기법들과 naive한 기법과의 평균 sum rate 성능을 비교한 그래프이다. 여기서 Distributed EZF는 셀간의 어떤 협력도 없이 자신의 셀에 있는 사용자들만을 고려한 ZFBF기법이다. 또한 Static AZF는 모든 BS들이 다른 모든 나머지 셀에 있는 사용자들을 고려하여 AZF를 수행함으로써 모든 간섭을 제거하는 기법이다. 이는 많은 채널정보 교환을 요구한다. Inter-cell TDMA는 각 타임 슬롯마다 한 개의 BS만 EZF로 동작을 하고 나머지 모든 BS은 동작을 하지 않는 방법이다.
- [0066] 도 3에서 확인할 수 있듯이, inter-cell TDMA 기법에 비해 본 발명의 일실시예에 의한 기법이 많은 성능 향상을 보임을 알 수 있다. 또한, distributed EZF와 static AZF기법과 같이 고정된 전략을 사용하는 방법에 비해, 전체 SNR에서 고르게 좋은 성능을 보여준다. 이는 낮은 SNR에서 중간 SNR까지는 distributed EZF의 장점을 취하고, 높은 SNR에서는 static AZF를 선택적으로 취함으로써 좋은 성능을 보여주며, static AZF에 비해 채널 정보의 교환량도 현격히 줄일 수 있는 장점을 보여준다.
- [0067] 도 4는 3-cell 시스템에서 본 발명의 일실시예에 의한 기법과 기존 기법들과 naive한 기법과의 평균 sum rate 성능을 비교한 그래프이다.
- [0068] 도 4의 3-cell의 경우도 도 3의 2-cell의 경우와 동일한 경향을 보여준다.
- [0069] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 의한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 두 명 이상의 사용자를 지원하는 상황에는 적용할 수 있다. 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, closed form solution을 제공함으로써, 보다 간단한 연산을 통하여, 최적의 빔포밍 전략을 선택할 수 있다.
- [0070] 상술한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 이때, 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 한편, 기록매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0071] 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0072] 한편, 이러한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다.
- [0073] 또한, 프로그램 명령에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0074] 상기와 같이 설명된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

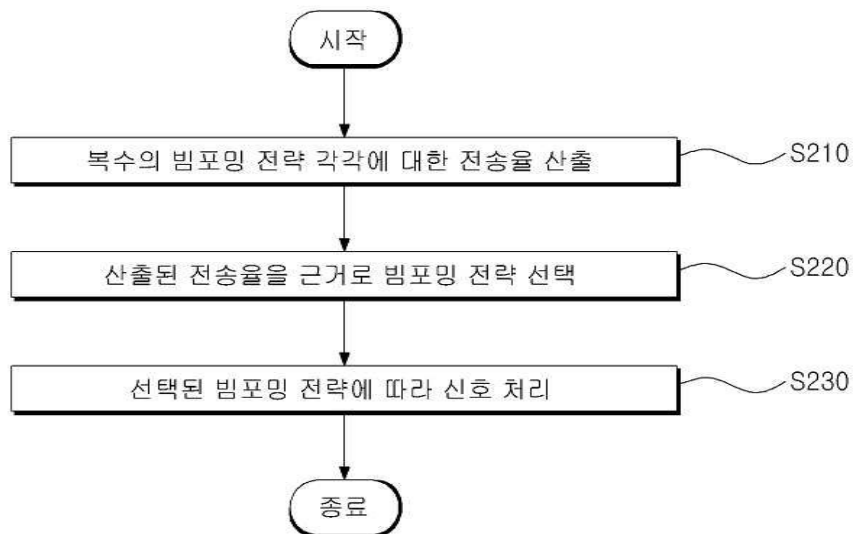
- [0075] BS 1, BS 2: 기지국
USER 1, USER 2: 사용자(수신 단말)

도면

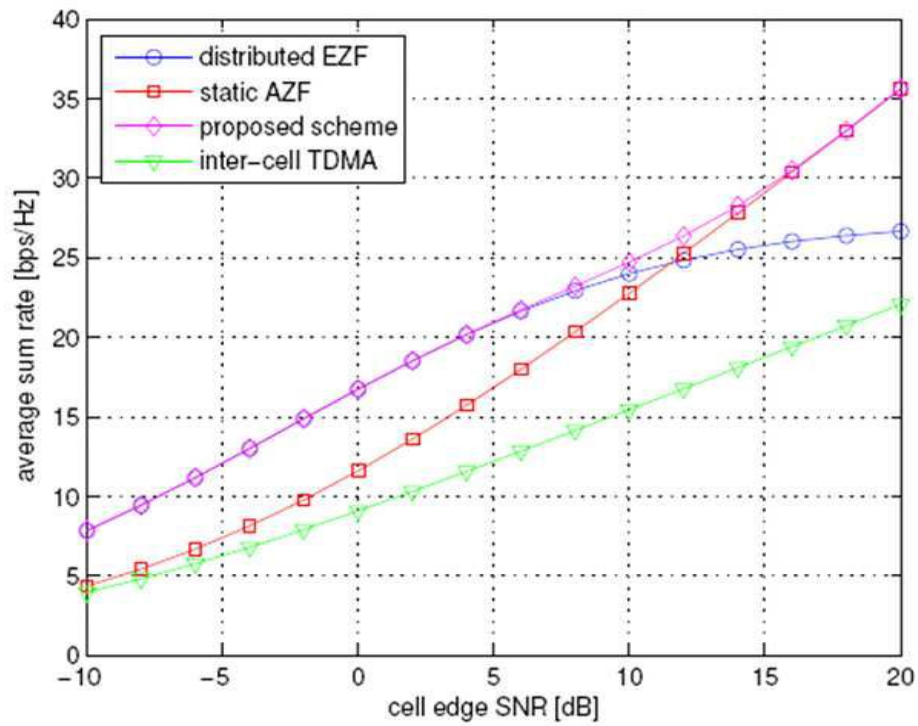
도면1



도면2



도면3



도면4

