



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월18일
(11) 등록번호 10-1728246
(24) 등록일자 2017년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 25/03 (2006.01) H04B 7/04 (2017.01)
H04L 25/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 25/03898 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0186039
(22) 출원일자 2015년12월24일
심사청구일자 2015년12월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR101335898B1
KR1020110119520A
KR101200011B1
KR101200010B1

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김동구
서울특별시 강남구 일원로 120, 103동 1104호(일원동, 샘터마을아파트)
심재남
서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12, 107동 1301호(방배동, 래미안방배아트힐)
차현수
서울특별시 동작구 신대방1가길 38, 101동 1206호(신대방동, 동작상떼빌아파트)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 황철규

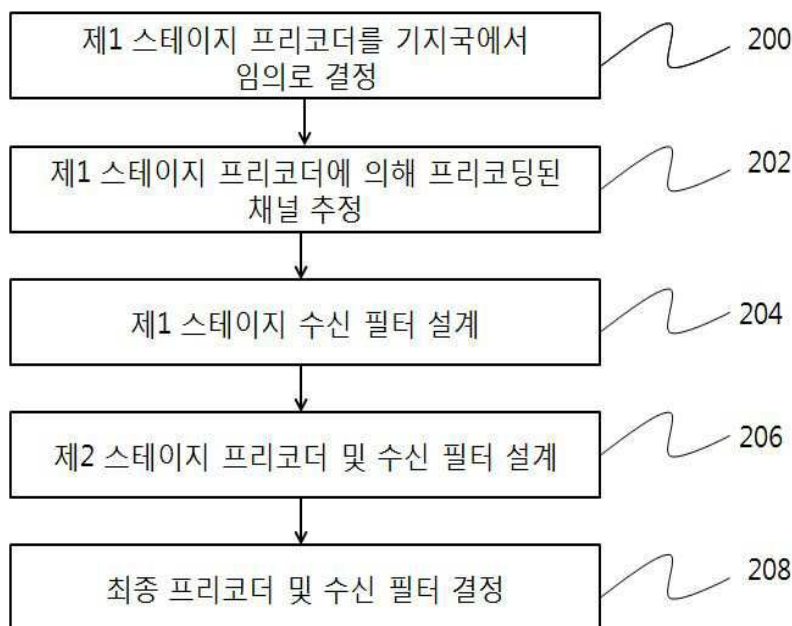
(54) 발명의 명칭 **MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법**

(57) 요약

MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법이 개시된다. 개시된 방법은, 다수의 기지국 및 수신기를 포함하며 다수의 기지국이 각 수신기와 통신 가능한 거리에 있어 간섭 신호를 제공하는 통신 시스템에서 간섭 제어를 위해 각각의 수신기에서 수행되는 프리코더 및 수신 필터 설계 방법으로서, 각각의 기지국에서 제1

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



스테이지 프리코더가 결정되면, 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더를 추정하는 단계(a); 상기 제1 스테이지 프리코더 및 상기 기지국들과의 채널 정보를 이용하여 제1 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(b); 및 상기 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더 및 상기 제1 스테이지 수신 필터를 이용하여 SVD 방식에 의해 제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(c)를 포함한다. 개시된 방법에 의하면, 다수의 기지국 및 다수의 단말기가 서로 간섭을 받는 환경에서 모든 채널 환경을 고려하지 않고 각 단말기가 독립적으로 프리코더 및 수신 필터를 설계할 수 있으며, 비교적 낮은 복잡도로 프리코더 및 수신 필터를 설계할 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 25/0204 (2013.01)

H04L 25/03961 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711026559 (H8501-15-1001)
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신기술인력양성사업
연구과제명	디지털 방송장비 연구
기 여 율	1/1
주관기관	연세대학교 산학협력단
연구기간	2015.01.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 기지국 및 수신기를 포함하며 다수의 기지국이 각 수신기와 통신 가능한 거리에 있어 간섭 신호를 제공하는 통신 시스템에서 간섭 제어를 위해 각각의 수신기에서 수행되는 프리코더 및 수신 필터 설계 방법으로서, 각각의 기지국에서 제1 스테이지 프리코더가 결정되면, 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더를 추정하는 단계(a);

상기 제1 스테이지 프리코더 및 상기 기지국들과의 채널 정보를 이용하여 제1 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(b); 및

상기 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더 및 상기 제1 스테이지 수신 필터를 이용하여 SVD 방식에 의해 제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(c)를 포함하되,

상기 제1 스테이지 수신 필터는 다음의 수학적식과 같이 설계되는 것을 특징으로 하는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법.

$$\hat{\mathbf{U}}_k^H = \text{eigenvectors of } \Psi,$$

$$\text{where } \Psi = \left(\sum_{\forall k \neq j} \mathbf{H}_{kj} \hat{\mathbf{F}}_j \hat{\mathbf{F}}_j^H \mathbf{H}_{kj}^H + N_0 \mathbf{I} \right)^{-1} \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k \hat{\mathbf{F}}_k^H \mathbf{H}_{kk}^H$$

위 수학적식에서, H는 채널이고, $\hat{\mathbf{F}}$ 는 제1 스테이지 프리코더이며, $N_0 \mathbf{I}$ 는 노이즈이고, k는 상기 기지국 및 상기 수신기의 개수를 나타내는 인덱스임.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 스테이지 수신 필터는 수신되는 신호들의 SINR의 합이 최대화되도록 설계되는 것을 특징으로 하는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계(c)는 상기 다수의 기지국 중 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국이 전송하는 데이터 스트림의 SINR이 최대화되도록 상기 제2 스테이지 프리코더 및 상기 제2 스테이지 수신 필터를 설계하는 것을 특징으로 하는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 단계(c)는 다음의 수학적식을 이용하여 제2 스테이지 수신 필터(\mathbf{V}) 및 제2 스테이지 프리코더(\mathbf{Q})를 설계하는 것을 특징으로 하는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법.

$$\hat{U}_k H_{kk} \hat{F}_k = \hat{V}_k \Lambda_k \hat{Q}_k^H$$

위 수학적식에서, Λ_k 는 대각 행렬이며, \hat{V}_k 와 \hat{Q}_k 는 유니타리(unitary) 매트릭스임.

청구항 5

제1항에 있어서,

프리코더를 상기 제1 스테이지 프리코더 및 상기 제2 스테이지 프리코더의 곱에 의해 설계하고 수신 필터를 상기 제1 스테이지 수신 필터 및 상기 제2 스테이지 수신 필터의 곱에 의해 설계하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차세대 통신 시스템은 스몰셀과 매크로셀이 공존하게 되며 단말기는 다수의 기지국으로부터 신호를 수신하는 환경에서 동작하게 된다. 이와 같은 환경에서 단말기는 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국뿐만 아니라 다른 기지국들로부터도 신호를 수신하게 되며 이러한 신호들은 간섭 신호로 작용하게 된다.

[0003] 이러한 간섭 채널 환경에서의 간섭 제어를 위한 송신기 프리코더 및 단말기 수신 필터의 설계를 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 간섭 채널 환경에서 전송률의 합을 최대화하기 위해서는 각 단말과 기지국간의 간섭 채널 및 원하는 채널 정보가 특정 기지국으로 제공되어야 한다.

[0004] 지금까지 제안된 다중 간섭 환경에서 각 단말의 SINR을 최대화하기 위한 프리코더 및 수신 필터는 다수의 기지국과 다수의 단말기간의 채널 환경을 종합적으로 고려하여 설계되었다. 이와 같은 방식은 모든 기지국과 모든 단말기의 채널 환경을 각각 고려하여 각 기지국 및 각 단말기의 종합적으로 설계하는 방식이었다.

[0005] 그러나, 이와 같이 모든 채널 환경을 고려한 수신 필터 및 프리코더의 설계는 상당한 연산 복잡도를 요구하는 문제점이 있었다. 또한, 모든 채널 환경에 대한 정보를 취합하여 수신 필터 및 프리코더를 설계하여야 하기에 무선 자원의 오버헤드가 증가하고 정확한 채널 추정을 위한 단말 또는 기지국의 연산 복잡도가 크게 증가하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 측면은 다수의 기지국 및 다수의 단말기가 서로 간섭을 받는 환경에서 모든 채널 환경을 고려하지 않고 각 단말기가 독립적으로 프리코더 및 수신 필터를 설계하는 방법을 제안하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 측면은 다수의 기지국 및 다수의 단말기가 서로 간섭을 받는 환경에서 낮은 복잡도로 프리코더 및 수신 필터를 설계하는 방법을 제안하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 다수의 기지국 및 수신기를 포함하며 다수의 기지국이 각 수신기와 통신 가능한 거리에 있어 간섭 신호를 제공하는 통신 시스템에서 간섭 제어를 위해 각각의 수신기에서 수행되는 프리코더 및 수신 필터 설계 방법으로서, 각각의 기지국에서 제1 스테이지 프리코더가 결정되면, 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더를 추정하는 단계(a); 상기 제1 스테이지 프리코더 및 상기 기지국들과의 채널 정보를 이용하여 제1 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(b); 및 상기 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국에서 결정된 제1 스테이지 프리코더 및 상기 제1 스테이지 수신 필터를 이용하여 SVD 방식에 의해 제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터를 설계하는 단계(c)를 포함하되, 상기 제1 스테이지 수신 필터는 다음의 수학적식과 같이 설계되는 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법이 제공된다.

$$\hat{\mathbf{U}}_k^H = \text{eigenvectors of } \Psi,$$

$$\text{where } \Psi = \left(\sum_{\forall k \neq j} \mathbf{H}_{kj} \hat{\mathbf{F}}_j \hat{\mathbf{F}}_j^H \mathbf{H}_{kj}^H + N_0 \mathbf{I} \right)^{-1} \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k \hat{\mathbf{F}}_k^H \mathbf{H}_{kk}^H$$

[0009]

[0010] 위 수학적식에서, H는 채널이고, $\hat{\mathbf{F}}$ 는 제1 스테이지 프리코더이며, $N_0 \mathbf{I}$ 는 노이즈임.

[0011] 상기 제1 스테이지 수신 필터는 수신되는 신호들의 SINR의 합이 최대화되도록 설계된다.

[0012] 상기 단계(c)는 상기 다수의 기지국 중 원하는 신호를 송신하도록 설정된 기지국이 전송하는 데이터 스트림의 SINR이 최대화되도록 상기 제2 스테이지 프리코더 및 상기 제2 스테이지 수신 필터를 설계한다.

[0013] 상기 단계(c)는 다음의 수학적식을 이용하여 제2 스테이지 수신 필터($\hat{\mathbf{V}}$) 및 제2 스테이지 프리코더($\hat{\mathbf{Q}}$)를 설계한다.

$$\hat{\mathbf{U}}_k^H \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k = \hat{\mathbf{V}}_k \Lambda_k \hat{\mathbf{Q}}_k^H$$

[0014]

[0015] 위 수학적식에서, Λ_k 는 대각 행렬이며, $\hat{\mathbf{V}}_k$ 와 $\hat{\mathbf{Q}}_k$ 는 유니타리(unitary) 매트릭스임.

[0016] 상기 방법은, 프리코더를 상기 제1 스테이지 프리코더 및 상기 제2 스테이지 프리코더의 곱에 의해 설계하고 수신 필터를 상기 제1 스테이지 수신 필터 및 상기 제2 스테이지 수신 필터의 곱에 의해 설계하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의하면, 다수의 기지국 및 다수의 단말기가 서로 간섭을 받는 환경에서 모든 채널 환경을 고려하지 않고 각 단말기가 독립적으로 프리코더 및 수신 필터를 설계할 수 있으며, 비교적 낮은 복잡도로 프리코더 및 수신 필터를 설계할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명이 적용되는 다중 기지국 및 다중 수신기가 서로 간섭을 받는 통신 시스템을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 기지국 및 다중 수신기가 서로 간섭을 받는 환경에서 프리코더 및 수신 필터 설계 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 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.
- [0020] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명이 적용되는 다중 기지국 및 다중 수신기가 서로 간섭을 받는 통신 시스템을 도시한 도면이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명이 적용되는 통신 시스템은 다수의 기지국(TX1, TX2, TXK) 및 다수의 수신기(RX1, RX2, RXK)를 포함한다. 여기서 수신기는 기지국과 통신하는 장치로서 스마트폰과 같은 사용자 단말기를 포함할 수 있다.
- [0023] 도 1을 참조하면, K개의 기지국(TX1, TX2, TXK)은 서로 인접한 기지국으로서 도 1에 도시된 모든 수신기(RX1, RX2, RXK)는 K개의 기지국으로부터의 신호를 수신하게 된다.
- [0024] 도 1에 시스템에서 각 기지국은 M개의 안테나를 구비하며, 각 수신기는 N개의 안테나를 구비하는 MIMO 환경이 가정된다. 이때, 기지국의 안테나 수 M이 수신기의 안테나 수 N보다 크다는 점 역시 가정된다.
- [0025] 제1 수신기(RX1)는 제1 기지국(TX1)과 통신하도록 설정된 수신기(RX1)이나 제2 기지국(TX2) 및 제K 기지국(TXK)으로부터도 신호를 수신하며, 제1 기지국(TX1)이 송신하는 신호는 제1 수신기(RX1)가 원하는 신호이나 그 외의 제2 기지국(TX2) 내지 제K 기지국이 송신하는 신호는 제1 수신기(RX1) 관점에서 간섭 신호로 작용한다.
- [0026] 동일한 원리로, 제2 기지국(TX2)이 전송하는 신호는 제2 단말기(RX2)가 원하는 신호이나 제2 기지국(TX2)을 제외한 다른 기지국들이 송신하는 신호는 제2 단말기(RX2) 관점에서 간섭 신호로 작용한다.
- [0027] 도 1과 같이 다수의 기지국에서 송신하는 신호를 수신기가 수신하게 될 경우 각 기지국과의 채널 환경을 종합적으로 고려하여 각 기지국의 프리코더 및 각 수신기의 수신 필터를 설계하게 될 경우 상당한 연산 복잡도를 요구할 뿐만 아니라 모든 기지국과 수신기간 채널 환경을 고려하여 중앙 집중적으로 프리코더 및 수신 필터를 설계하는 별도의 장치가 요구되었다.
- [0028] 본 발명에서는 다수의 기지국으로부터의 신호가 수신되는 환경에서 효율적으로 간섭을 제어하기 위해 각 단말이 원하는 신호를 송신하는 기지국과의 프리코더 및 수신 필터를 설계하는 방법을 제안한다.
- [0029] 본 발명은 두 개의 스테이지를 통해 송신기의 프리코더(P) 및 수신기의 수신 필터(R)를 설계한다. 본 명세서에서, 제1 스테이지의 프리코더는 F로 정의하고 제2 스테이지의 프리코더는 Q로 정의한다. 또한, 제1 스테이지의 수신 필터는 U로 정의하고 제2 스테이지의 수신 필터는 V로 정의한다.
- [0030] 프리코더(P)는 $P=FQ$ 로 정의되며, 수신 필터(R)은 $R=VU$ 로 정의한다. 다시 말해, 프리코더 P는 제1 스테이지 프리코더와 제2 스테이지 프리코더의 곱으로 정의되며, 수신 필터 R은 제1 스테이지 수신 필터와 제2 스테이지 수신 필터의 곱으로 정의된다.
- [0031] 보다 구체적으로 기지국의 안테나 수가 M, 수신기의 안테나수가 N이고 데이터 스트림의 수가 d일 경우 프리코더 P는 다음의 수학적 식 1과 같이 정의되고 수신 필터 R은 다음의 수학적 식 2와 같이 정의된다.

수학적 식 1

[0032]
$$P=F^{M \times d} Q^{d \times d}$$

수학식 2

$$R = V^{d \times d} U^{d \times N}$$

[0033]

[0034] 이하에서, 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 간접 제어를 위한 프리코더 및 수신 필터 설계 방법을 보다 상세히 설명한다.

[0035]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 기지국 및 다중 수신기가 서로 간섭을 받는 환경에서 프리코더 및 수신 필터 설계 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도이다.

[0036]

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 프리코더 및 수신 필터 설계 방법은 우선 제1 스테이지 프리코더를 기지국에서 임의로 결정한다(단계 200). 이때, 기지국은 다양한 방식으로 제1 스테이지 프리코더를 결정할 수 있으며, 일례로 각 기지국별 제1 스테이지 프리코더는 코드북에 미리 설정될 수 있을 것이다. 또 다른 예로 다양한 환경 변수를 고려하여 코드북의 프리코더 중 하나가 선택될 수도 있을 것이다.

[0037]

제1 스테이지에서 각 기지국별로 결정하는 제1 스테이지 프리코더는 $\hat{F}_1, \hat{F}_2, \dots, \hat{F}_k$ 로 표현한다.

[0038]

제1 스테이지 프리코더가 결정되면, 각 수신기는 제1 스테이지 프리코더에 의해 프리코딩된 채널을 추정한다(단계 202). 이때, 각 수신기는 모든 기지국에 대해 프리코딩된 채널을 추정하며 각 수신기의 프리코딩된 채널은 $H_{kj}F_j$ 로 표현할 수 있다.

[0039]

프리코딩된 채널 추정을 통해 각 수신기는 각 송신기와 채널 및 각 송신기의 제1 스테이지 프리코더를 각각 추정할 수 있게 된다.

[0040]

제1 스테이지 프리코더에 의해 프리코딩된 채널이 추정되면, 각 수신기는 제1 스테이지 수신 필터를 설계한다(단계 204).

[0041]

제1 스테이지 수신 필터는 각 기지국으로부터 수신되는 신호들의 SINR의 합이 최대화되도록 설계된다. 이는 다른 기지국으로부터 수신되는 간섭 신호들의 합 전력 대비 자신이 속한 기지국으로부터 받는 원하는 신호들의 전력 합 비율이 최대화되도록 설계하는 것을 의미한다. 각 기지국으로부터 수신되는 신호들의 SINR의 합을 최대화하도록 설계하는 제1 스테이지 수신 필터는 다음의 수학식 3과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

$$\hat{U}_k = \max_{U_k} \frac{\text{trace} \left(U_k H_{kk} \hat{F}_k \hat{F}_k^H H_{kk}^H U_k^H \right)}{\text{trace} \left(U_k \left(\sum_{\forall k \neq j} H_{kj} \hat{F}_j \hat{F}_j^H H_{kj}^H + \sigma_n^2 I \right) U_k^H \right)}$$

[0042]

[0043] 위 수학식 3에서 분자는 간섭 기지국들로부터 송신되는 신호의 합을 의미하고 분자는 원하는 기지국들로부터 송신되는 신호의 합을 의미하며, trace 표시는 트레이스 연산을 의미하고, $\sigma_n^2 I$ 는 노이즈를 의미한다.

[0044]

위 수학식 3은 데이터 스트림이 하나일 경우 MMSE 필터와 동일하게 동작하나 클로즈드 폼 형태로 수학식 3을 만족하는 제1 스테이지 수신 필터를 구할 수는 없다.

[0045]

제1 스테이지 수신 필터를 반복 연산에 의해 구하지 않고 확정적인 클로즈드 폼 형태로 구하기 위해 위 수학식

3을 다음의 수학적 식 4와 같이 근사화한다.

수학적 식 4

$$\text{maximize}_{\mathbf{U}_k} \text{trace} \left(\left(\mathbf{U}_k \left(\sum_{j=1, j \neq k}^K \mathbf{H}_{kj} \hat{\mathbf{F}}_j \hat{\mathbf{F}}_j^H \mathbf{H}_{kj}^H + \sigma_n^2 \mathbf{I} \right) \mathbf{U}_k^H \right)^{-1} \mathbf{U}_k \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k \hat{\mathbf{F}}_k^H \mathbf{H}_{kk}^H \mathbf{U}_k^H \right)$$

[0046]

[0047]

위 수학적 식 4는 고유값 분해에 의해 해결 가능하며, 클로즈드 폼으로 제1 스테이지 수신 필터의 허미션(Hermitian)을 다음의 수학적 식 5와 같이 표현할 수 있으며, 수학적 식 5와 같이 제1 스테이지 수신 필터의 허미션을 구하여 제1 스테이지 수신 필터를 획득한다.

수학적 식 5

$$\hat{\mathbf{U}}_k^H = \text{eigenvectors of } \Psi,$$

$$\text{where } \Psi = \left(\sum_{\forall k \neq j} \mathbf{H}_{kj} \hat{\mathbf{F}}_j \hat{\mathbf{F}}_j^H \mathbf{H}_{kj}^H + N_0 \mathbf{I} \right)^{-1} \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k \hat{\mathbf{F}}_k^H \mathbf{H}_{kk}^H$$

[0048]

[0049]

위 수학적 식 5에서, $N_0 \mathbf{I}$ 는 노이즈를 의미한다.

[0050]

위 수학적 식 5는 기지국의 안테나 수 M 이 단말기의 안테나 수 N 보다 클 때 유효하다.

[0051]

수학적 식 5와 같이 제1 스테이지 수신 필터가 설계되면, 각각의 수신기는 SVD(Singular Value Decomposition) 방식을 이용하여 제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터를 설계한다(단계 206).

[0052]

제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터는 수신기로 수신되는 각각의 원하는 데이터 스트림의 SINR을 최대화하는 방향으로 설계된다.

[0053]

SVD를 이용한 제2 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 수신 필터는 다음의 수학적 식 6을 이용한다.

수학적 식 6

$$\hat{\mathbf{U}}_k \mathbf{H}_{kk} \hat{\mathbf{F}}_k = \hat{\mathbf{V}}_k \Lambda_k \hat{\mathbf{Q}}_k^H$$

[0054]

[0055]

위 수학적 식 6에서, Λ_k 는 대각 행렬이고, $\hat{\mathbf{V}}_k$ 와 $\hat{\mathbf{Q}}_k$ 는 유니타리(unitary) 매트릭스이다. 제2 스테이지 프리코더 \mathbf{Q}_k 는 위 수학적 식 6의 $\hat{\mathbf{Q}}_k$ 와 동일하며, 제2 스테이지 수신 필터 \mathbf{V}_k 는 $\mathbf{V}_k = \hat{\mathbf{V}}_k^H$ 로 정의한다.

[0056]

제2 스테이지 프리코더 및 수신 필터는 $\frac{M}{2} \times \frac{M}{2}$ 유니타리 매트릭스이기 때문에 평균 SINR에는 영향을 주지 않으며 수신기가 원하는 데이터 스트림의 SINR에 대해서만 영향을 미친다.

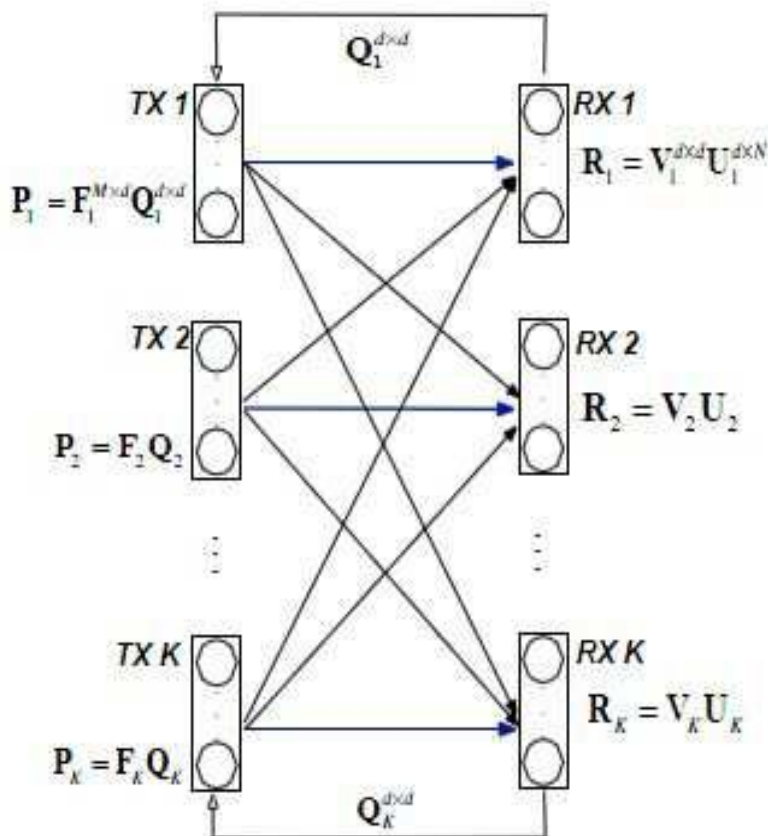
[0057] 제1 스테이지 프리코더, 제2 스테이지 프리코더, 제1 스테이지 수신 필터 및 제2 스테이지 수신 필터가 정해지면, 제1 스테이지 프리코더 및 제2 스테이지 프리코더의 곱에 의해 프리코더를 최종적으로 설계하고 제1 스테이지 수신 필터 및 제2 스테이지 수신 필터의 곱에 의해 수신 필터를 최종적으로 설계한다(단계 208).

[0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 MIMO 다중 간섭 채널에서의 수신 필터 및 프리코더 설계 방법은 각 기지국에서 제1 스테이지 프리코더가 임의로 정해진 후 각각의 수신기가 나머지 제2 스테이지 프리코더, 제1 스테이지 수신 필터 및 제2 스테이지 수신 필터를 설계하므로 보다 낮은 복잡도로 설계가 가능하며 모든 기지국과 수신기간의 채널을 종합적으로 고려하여 프리코더 및 수신 필터를 설계하지 않기 때문에 프리코더 및 수신 필터를 설계하기 때문에 특정 기지국 또는 수신기(단말기)의 연산 복잡도가 증가하지 않게 된다.

[0059] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 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

