



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0120426
(43) 공개일자 2014년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0035970

(22) 출원일자 2013년04월02일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

채찬병

서울특별시 서초구 서초3동 1454-27 한신플러스타운 101-705

임연근

경북 포항시 북구 중흥로213번길 9, 가동 503호 (죽도동, 대명그랜드맨션3차)

(74) 대리인

송인호, 민영준, 최관락

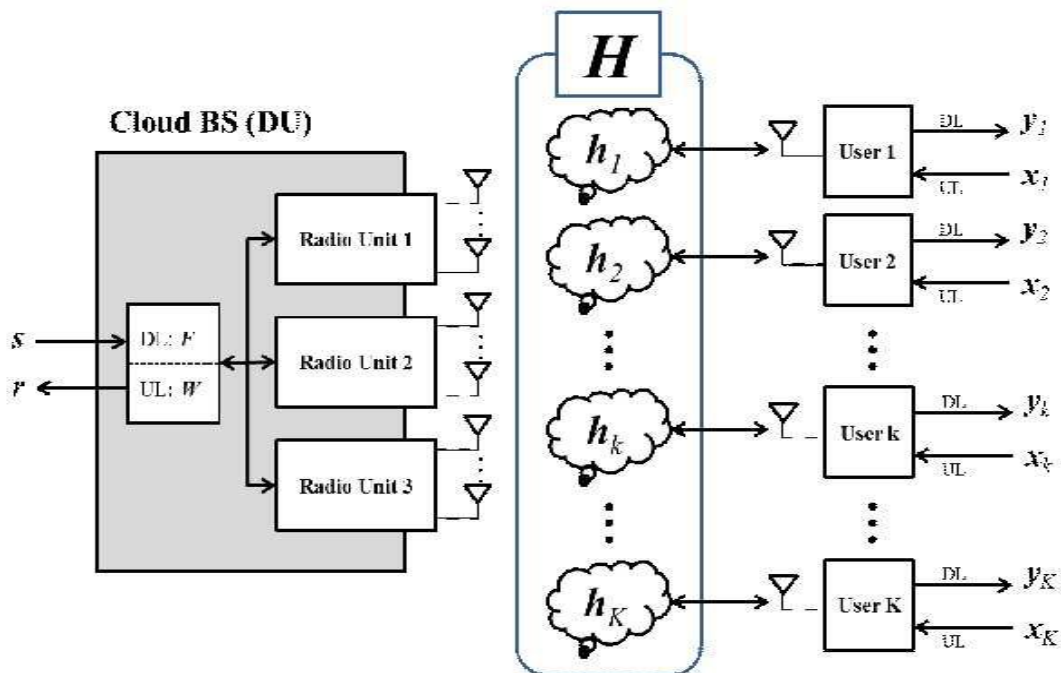
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법 및 장치

(57) 요약

매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법 및 장치가 개시된다. 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법은 기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수 및 송신 파워를 이용하여 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1575000632

부처명 방송통신위원회

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 방송통신인프라원천기술개발

연구과제명 빅데이터 환경에 적합한 클라우드 MIMO시스템 설계

기 여 율 1/1

주관기관 서울대학교 산학협력단

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수 및 송신 파워를 이용하여 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택할 수 있는 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에 네트워크 용량의 증대와 에너지 절약을 위해 기지국에서 매우 많은 안테나를 사용하는 massive MIMO가 차세대 통신 기술로 연구되고 있다. 또한 매시브 MIMO 환경에서는 선형알고리즘을 사용하여도 비선형 알고리즘에 근접한 성능을 보이기 때문에 정합필터(Matched Filter) 또는 zeroforcing (ZF)에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 정합필터 방식의 송수신기가 ZF에 비해 low SNR (signal-to-noise-ratio)에서 좋은 성능을 보인다는 것은 널리 알려져 있다.

[0003] 그러나, massive MIMO 환경에서 특정 안테나 수와 서비스하는 유저수가 주어졌을 때 어떤 SNR에서 어떤 송수신기 모드를 사용해야 더 좋은 성능을 보이는데 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 또한, 송신 SNR이 고정적으로 정해져 있을 때, 몇 명의 유저를 서비스할 때 좋은 성능을 보이는데 대한 연구도 거의 이루어져 있지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수 및 송신 파워를 이용하여 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택할 수 있는 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 측면에 따르면, 기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수 및 송신 파워를 이용하여 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택할 수 있는 방법 및 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법 및 장치를 제공함으로써, 기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수 및 송신 파워를 이용하여 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택할 수 있다.

[0007] 이로 인해, 본 발명은 간단한 수학적 만으로 더 좋은 sum rate을 가지는 송수신기 모드를 선택할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기 모드 선택 시스템 구성을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기 모드 선택 방법을 나타낸 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 다양한 변환을 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 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0010] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0011] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0012] 본 발명은 기지국의 안테나 수, 서비스하는 유저수, 송신 SNR이 주어졌을 때, 다운링크(downlink: DL)와 업링크(uplink: UL)에서 더 좋은 성능을 위해 정합필터와 ZF를 사용할 지에 대한 선택 방법에 관한 것이다. 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기 모드 선택 시스템 구성을 도시한 도면이다.

[0014] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기 모드 선택 시스템은 각각 N개의 안테나를 가진 3개의 기지국이 1개의 안테나를 가진 K명의 유저를 서비스하는 network massive MIMO 시스템일 수 있다. 각 기지국은 하나의 radio unit (RU)을 가지며 3개의 RU가 하나의 cloud BS를 구성하는 digital unit(DU)에 연결된다. 3개의 RU가 협력하여 하나의 DU에서 송신하기 때문에 M(= n X 3)개의 안테나를 가지는 하나의 cloud BS의 1 cell MIMO와 동일한 해석이 가능하다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기 모드 선택 시스템은 DU에서 성능을 최대화 할 수 있는 DL에서 송신필터 F와 UL에서 수신필터 W를 선택하는 방법에 대해 설명하기로 하자.

[0015] -다운링크

[0016] ZF에 대한 프리코딩 매트릭스는 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

[0017]
$$F = H^*(HH^*)^{-1} = [f_1, f_2, \dots, f_K]$$

[0018]

$$\mathbf{F} = \mathbf{H}^* = [\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \dots, \mathbf{f}_K]$$

MRT:

$$K \times M \quad K \times M$$

[0019]

\mathbf{f}_k 는 \mathbf{F} 의 k 번째 열벡터 (precoding vector)이고, \mathbf{H} 는 채널 matrix을 나타내고, \mathbf{A}^* 는 Hermitian matrix를 나타내며, MRT는 maximum ratio transmission을 나타낸다.

[0020]

k 번째 유저의 수신 신호는 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0021]

$$y_k = \sqrt{P_t} \mathbf{h}_k^T \mathbf{g}_k s_k + \sum_{l=1, l \neq k}^K \sqrt{P_t} \mathbf{h}_k^T \mathbf{g}_l s_l + n_k$$

[0022]

여기서, \mathbf{g}_k 는 normalized precoding vector를 나타내고, s_k 는 k 번째 유저를 위한 송신 신호를 나타내고, n_k 는 k 번째 유저의 noise를 나타내며, P_t 는 송신 SNR (송신 파워와 노이즈 파워의 비율)을 나타낸다.

[0023]

업링크

[0024]

업링크에 대한 수신 결합 매트릭스(receive combining matrix)는 하기 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

[0025]

$$\mathbf{F} = (\mathbf{H}^* \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^* = [\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \dots, \mathbf{f}_K]$$

[0026]

MRC(maximum ratio combining)는 하기 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

[0027]

$$\mathbf{F} = \mathbf{H}^* = [\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \dots, \mathbf{f}_K]$$

[0028]

이에, 기지국에서의 k 번째 유저의 수신 신호는 하기 수학식 5과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

[0029]

$$r_k = \sqrt{P_u} \mathbf{w}_k^T \mathbf{h}_k x_k + \sum_{l=1, l \neq k}^K \sqrt{P_u} \mathbf{w}_k^T \mathbf{h}_l x_l + \mathbf{w}_k^T \mathbf{n}$$

[0030]

여기서, \mathbf{n} 은 노이즈 벡터를 나타내고, x_k 는 k 번째 유저의 송신 신호를 나타내며, P_u 는 유저당 송신 SNR을 나타낸다.

[0031] 송신 파워 기준 송수신기를 선택하는 제1 실시예

[0032] Sum rate 성능을 높이기 위해 M개의 안테나를 가진 기지국이 K명의 유저를 서비스 할 때 다운링크에서 $P_{th,DL}$ 보다 큰 송신 SNR의 파워를 사용할 때는 ZF precoding matrix를 사용하고 $P_{th,DL}$ 보다 작은 송신 SNR의 파워를 사용할 때는 MRT matrix를 사용한다.

[0033] $P_{th,DL}$ 는 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$P_{th,DL} = \frac{K^2}{(K-1)(M-K+1)}$$

[0034]

[0035] 업링크에서는 유저가 $P_{th,UL}$ 보다 큰 송신 SNR을 사용할 때는 기지국에서 ZF combining filter matrix를 사용하고, 유저가 $P_{th,UL}$ 보다 작은 송신 SNR을 사용할 때는 MRC matrix를 사용한다.

[0036] $P_{th,UL}$ 는 하기 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$P_{th,UL} = \frac{K}{(K-1)(M-K)}$$

[0037]

[0038] 송신 파워 기준 송수신기를 선택하는 제2 실시예

[0039] 본 발명의 다른 실시예로, 송신파워기준 송수신기를 선택하는 제1 실시예의 특별 케이스써 sum rate 성능을 높이기 위해 서비스 하는 유저 수 K에 관계 없이 다운링크에서 $P_{cross,DL}$ 보다 작은 송신 SNR을 사용하는 기지국에서는 MRT를 사용한다. 여기서, $P_{cross,DL}$ 는 하기 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$P_{cross,DL} = \frac{4}{M-1}$$

[0040]

[0041] 마찬가지로 업링크에서는 유저가 $P_{cross,UL}$ 보다 작은 송신 SNR을 사용할 때는 기지국에서 MRC를 사용한다. 여기서, $P_{cross,UL}$ 은 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$P_{cross,UL} = \frac{1}{(\sqrt{M} - 1)^2}$$

[0042]

[0043] 서비스하는 유저 수 기준 송수신기를 선택하는 제3 실시예

[0044] Sum rate 성능을 높이기 위해 M개의 안테나를 가진 기지국이 P_t 의 송신 SNR로 서비스 할 때 다운링크에서 $K_{cross,DL}$ 보다 많은 적은 유저 수를 서비스할 때는 ZF precoding matrix를 사용하고, $K_{cross,DL}$ 보다 많은 유저 수를 서비스할 때는 MRT matrix를 사용한다.

수학식 10

$$K_{cross,DL} = \frac{P_t(M+1)}{1+P_t}$$

[0045]

[0046] 업링크에서는 서비스하는 유저 수가 $K_{cross,UL}$ 보다 클 때는 기지국에서 ZF combining filter matrix를 사용하고, 유저 수가 $K_{cross,UL}$ 보다 적을 때는 MRC matrix를 사용한다.

수학식 11

$$K_{cross,UL} = M - \frac{1}{P_u}$$

[0047]

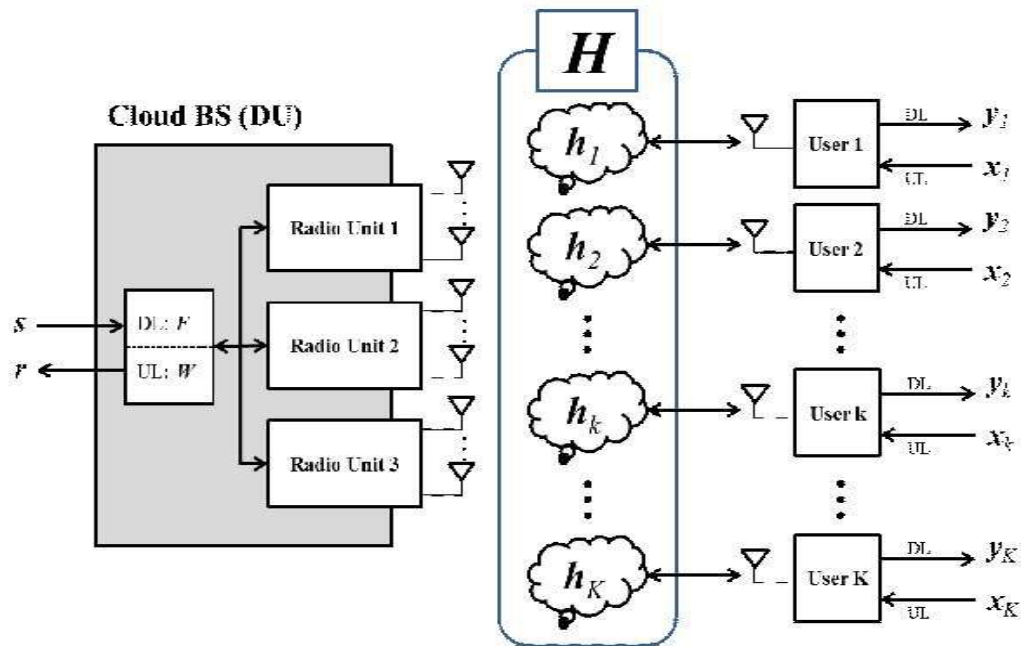
[0048] 상술한 매시브 MIMO 기지국에서 송수신기 모드 선택 방법을 순서도로 나타내면 도 2와 같다.

[0049] 매우 많은 안테나를 기지국에서 사용하는 massive MIMO 시스템 에서 다운링크/업링크에서 적절한 precoding matrix와 receive combining filter를 사용하여 sum rate를 높이는 것은 매우 중요하다. 본 발명의 실시예와 같이, 파워/유저 기준 송수신기 선택 방법을 사용하면 안테나 수, 송신 파워, 서비스하는 유저 수로 이루어진 간단한 수식만으로 더 좋은 sum rate를 가지는 송수신기 모드를 선택할 수 있다. 본 발명에서는 3개의 RU를 고려한 시스템이지만 더 많은 RU 또는 1개의 RU로 이루어진 1 cell 시스템에서도 충분히 사용될 수 있다.

[0050] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2

