



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월17일
(11) 등록번호 10-1275488
(24) 등록일자 2013년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0013060

(22) 출원일자 2012년02월09일

심사청구일자 2012년02월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060104200 A

KR1020090105299 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이인규

서울특별시 광진구 자양동 227-342번지

더클래식500 B-605

박석환

경기도 하남시 창우동 은행아파트 106동 1501호

(74) 대리인

민영준, 최관락, 송인호

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 유재천

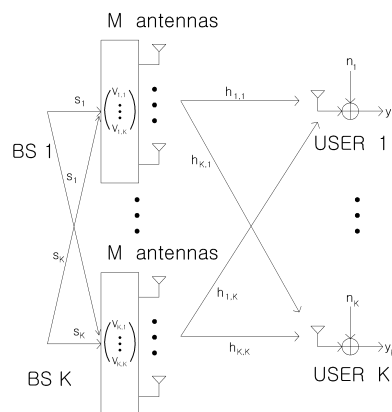
(54) 발명의 명칭 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 다중 셀 시스템에서 기지국간의 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 일실시예에 의한 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법은 다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서, 수신 단말기의 가중치를 적용하여 상기 복수의 기지국 각각에 대응되는 상기 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정하는 단계; 및 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합을 이용하여 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010-0017909
부처명	교육과학기술부
연구사업명	중견연구자지원사업 도약 연구
연구과제명	불규칙 행렬이론을 이용한 분산 안테나 기반 다중셀 이동통신 시스템 설계
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2010.05.01 ~ 2011.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	WR080951M0211614
부처명	(재)서울산업통상진흥원
연구사업명	세계유수연구소유치지원사업
연구과제명	4차년도 [2-A] Wireless Networks and Applications
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2011.12.01 ~ 2012.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서,
수신 단말기의 가중치를 적용하여 상기 복수의 기지국 각각에 대응되는 상기 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정하는 단계; 및
간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합을 이용하여 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 데이터 전송을 합 결정 단계는
상기 기지국에 대응되는 제1수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보를 획득하는 단계;
협력 기지국에 대응되는 제2수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보를 획득하는 단계; 및
상기 획득된 정보를 이용하여 상기 제1수신 단말기의 데이터 전송율과 상기 제2수신 단말기의 데이터 전송율의 합을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 단계는
상기 간섭 비중 조절 계수를 고정한 상태에서 상기 가상 신호 대 간섭 잡음비가 최대값을 갖도록 상기 빔포밍 벡터를 결정하는 단계; 및
동일한 빔포밍 벡터에서 상기 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합이 최대값을 가지도록 상기 간섭 비중 조절 계수를 결정하는 단계; 및
상기 결정된 빔포밍 벡터와 상기 간섭 비중 조절 계수를 상호 적용하여 상기 빔포밍 벡터 및 상기 간섭 비중 조절 계수를 업데이트 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제1수신 단말기의 가중치 및 제2수신 단말기의 가중치는
데이터 사용량에 대한 정보, 및 서비스 품질에 대한 정보 중 적어도 하나를 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 기지국 및 상기 협력 기지국에 적용될 빔포밍 벡터는
상기 제1수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터 및 상기 제2수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 제1수신 단말기의 채널 정보 및 제2수신 단말기의 채널 정보는
상기 기지국의 로컬(local) 채널 정보인 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법.

청구항 7

다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 장치로서,
수신 단말기의 가중치를 적용하여 상기 복수의 기지국 각각에 대응되는 상기 수신 단말기의 데이터 전송을 합을

결정하는 전송을 결정부;

간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합을 이용하여 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 빔포밍부; 및

상기 전송을 제어부, 및 상기 빔 포밍 벡터 산출부를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치는 상기 기지국에 대응되는 제1수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보 및 협력 기지국에 대응되는 제2수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보를 획득하는 정보 획득부를 더 포함하되,

상기 전송을 결정부는 상기 획득된 정보를 이용하여 상기 제1수신 단말기의 데이터 전송율과 상기 제2수신 단말기의 데이터 전송율의 합을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 빔포밍부는

상기 간섭 비중 조절 계수를 고정된 상태에서 상기 가상 신호 대 간섭 잡음비가 최대값을 갖도록 상기 빔포밍 벡터를 결정하고,

동일한 빔포밍 벡터에서 상기 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송율 합이 최대값을 가지도록 상기 간섭 비중 조절 계수를 결정하고,

상기 결정된 빔포밍 벡터와 상기 간섭 비중 조절 계수를 상호 적용하여 상기 빔포밍 벡터 및 상기 간섭 비중 조절 계수를 업데이트 하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제1수신 단말기의 가중치 및 제2수신 단말기의 가중치는

데이터 사용량에 대한 정보, 및 서비스 품질에 대한 정보 중 적어도 하나를 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 기지국 및 상기 협력 기지국에 적용될 빔포밍 벡터는

상기 제1수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터 및 상기 제2수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 제1수신 단말기의 채널 정보 및 제2수신 단말기의 채널 정보는

상기 기지국의 로컬(local) 채널 정보인 것을 특징으로 하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치.

명 세 서

기술분야

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

배경기술

[0002] 통신 커버리지를 셀로 분할하는 개념 정립 단계인 셀룰러 이동통신 초기 단계에서부터 최근 차세대 4G시스템 도

입이 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] 따라서 최근에는 상기와 같은 셀간 간섭 현상이 해결하기 위하여 기지국간 협동 전송 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 수신 단말기의 가중치가 고려된 다중 셀 시스템 환경에서 기지국 간의 협력을 통해 빔포밍 (beamforming)을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법 및 신호 처리 장치를 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명의 목적은 다중 셀 시스템 환경에서 수신 단말기의 가중치가 고려된 수신 단말기의 데이터 전송을 합 및 가상 신호 대 간섭 잡음비를 이용하여 최적의 빔포밍 벡터를 산출하는 기지국의 신호 처리 방법 및 신호 처리 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법으로서, 수신 단말기의 가중치를 적용하여 상기 복수의 기지국 각각에 대응되는 상기 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정하는 단계; 및 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합을 이용하여 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 단계를 포함하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법이 제공된다.

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 다중 셀 시스템에서 복수의 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 장치로서, 수신 단말기의 가중치를 적용하여 상기 복수의 기지국 각각에 대응되는 상기 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정하는 전송을 결정부; 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 합을 이용하여 상기 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 산출하는 빔포밍부; 및 상기 전송을 제어부, 및 상기 빔포밍 벡터 산출부를 제어하는 제어부를 포함하는 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일실시예에 의하면, 수신 단말기의 가중치가 고려된 다중 셀 시스템 환경에서 기지국 간의 협력을 통해 최적의 빔포밍 (beamforming) 벡터를 산출할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 의하면, 다중 셀 시스템 환경에서 수신 단말기의 가중치가 고려된 수신 단말기의 데이터 전송을 합 및 가상 신호 대 간섭 잡음비를 이용하여 최적의 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

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

도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치의 블록도를 나타내는 도면이다.

도 3 내지 도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 5는 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 방법 및 장치에 대해 설명하기로 한다.

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 다중 셀(cell) 시스템에서 기지국간 협력을 통해 빔포밍을 수행하는 기지국의 신호 처리 방법을 설명하기 위한 도면이다. 본 명세서에서 "셀"은 "기지국"을 의미할 수 있다.

[0015] 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 시스템은 복수의 기지국(BS 1, ..., BS K), 및 각 기지국에 대응되는 수신 단말기(USER 1, ..., USER K)를 포함할 수 있다. 기지국에 대응되는 수신 단말기라 함은 해당 무선 통신 기지국이 타겟하여 신호를 전송하고자 단말기를 의미한다. 기지국과 수신 단말기는 일대일로 대응될 수 있다. 예를 들어, 제1기지국(BS 1)에 대응되는 수신 단말기는 USER 1이 되고, 제2기지국(BS 2)에 대응되는 수신 단말기는 USER 2가 될 수 있다.

[0016] 도시된 무선 통신 시스템은 복수의 기지국이 서로 간섭을 주고 받는 환경을 고려한다. 따라서 기지국간 간섭 신호를 효율적으로 제어하기 위해서 기지국간의 협력을 수행하여 신호를 처리할 수 있다. 상기 신호 처리는 빔포밍(beamforming) 수행을 통한 송신 필터를 설계하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 빔포밍이라 함은 스마트 안테나(smart antenna)의 한 방식으로 안테나의 빔이 해당 단말에게만 국한되어 비취도록 하는 기술이다. 스마트 안테나(smart antenna)는 효율성을 높이기 위해 다수의 안테나를 이용해 구현될 수 있다. 그리고 빔포밍 수행을 위해 송신 심볼에 적용되는 벡터를 빔포밍 벡터라 할 수 있다.

[0018] 빔포밍 벡터는 $v_{i,k}$ 로 표현할 수 있다. $v_{i,k}$ 는 i번째 기지국에서 k번째 사용자를 위한 빔포밍 벡터를 말한다. 또한, $h_{k,i}$ 는 i 기지국과 k 수신 단말기간의 채널 응답계수를 의미한다.

[0019] 이하에서는 두 개의 기지국이 서로 간섭을 주고 받는 환경을 예를 들어 설명하기로 하겠다. 즉, 두 개의 기지국이 서로 협력을 수행하는 환경을 가정하여 설명하기로 한다. 또한, 각 기지국에 대응되는 수신 단말기는 하나인 것을 가정한다. 또한, 기지국은 자신에게 대응되는 수신 단말기의 신호 정보 및 다른 기지국(이하, '협력 기지국'이라 함)에 대응되는 수신 단말기의 신호 정보도 알고 있는 것으로 가정하고 설명한다.

[0020] 두 개의 기지국(BS 1, BS K)이 서로 간섭을 주고 받는 환경에서 k번째 수신 단말기에서의 수신 신호는 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

[0021] 한편, 이하 수학식에서 k 가 k번째 기지국을 나타내는 것이라면, $\overline{k}$ 협력 기지국을 나타내는 기호로 사용된다. 예를 들어, 두 개의 기지국이 서로 간섭을 주고 받는 환경에서 $k=1$ 이면, $\overline{k}=2$ 이고, $k=2$ 이면, $\overline{k}=1$ 이 된다.

수학식 1

$$y_k = \sum_{i=1}^2 \sqrt{P_{i,k}^{JP}} h_{k,i}^H v_{i,k}^{JP} s_k + \sum_{i=1}^2 \sqrt{P_{i,\bar{k}}^{JP}} h_{k,i}^H v_{i,\bar{k}}^{JP} s_{\bar{k}} + n_k$$

[0022]

[0023] y_k 는 k번째 수신 단말기에서의 수신 신호이고, $P_{i,k}^{JP}$ 는 i번째 기지국(BS 1)에서 k번째 수신 단말기(user K)를 위해 사용하는 전력을 의미한다. 그리고 기지국 당 송신 전력은 제한이 있을 수 있다.

[0024] 또한, JP는 joint processing 환경을 의미하는 것으로, joint processing 환경은 전달하고자 하는 메시지 신호가 기지국간에 서로 공유되는 환경을 의미한다. $h_{k,i}$ 는 i 기지국과 k 수신 단말기간의 채널 정보를 의미하고, $v_{i,k}$ 는 i 번째 기지국에서 k 번째 사용자를 위한 빔포밍 벡터를 의미한다. 또한, H 는 Hermitian transpose를 의미한다. S_k 는 k 번째 수신 단말기에 전달하고자 하는 메시지 신호를 의미한다. 또한, n_k 는 노이즈 신호를 나타낸다.

[0025] 상기 수학적 식 1에서 첫 번째 항은 k 번째 수신 단말기가 복호해야 할 desired 신호 항으로 해석될 수 있고, 두 번째 항은 인접 기지국의 수신 단말기를 위한 신호, 즉 k 번째 수신 단말기로서는 간섭 신호로 해석할 수 있다. 이런 모델에서 k 번째 수신 단말기에 대한 데이터 전송율은 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 2

$$R_k^{JP}(\{P_{i,k}^{JP}\}, \{v_{i,k}^{JP}\}) = \log \left(1 + \frac{\left| \sum_{i=1}^2 \sqrt{P_{i,k}^{JP}} h_{k,i}^H v_{i,k}^{JP} \right|^2}{N_0 + \left| \sum_{i=1}^2 \sqrt{P_{i,k}^{JP}} h_{k,i}^H v_{i,k}^{JP} \right|^2} \right)$$

[0026]

[0027] 여기서, R_k^{JP} 는 k 번째 수신 단말기의 데이터 전송율을 나타낸다.

[0028] 상기 수학적 식 2에 수신 단말기의 가중치를 적용하여 각 수신 단말기의 데이터 전송율 합(이하, 'weighted sum-rate'이라 한다)은 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 3

$$R_{\Sigma}^{JP}(\{P_{i,k}^{JP}\}, \{v_{i,k}^{JP}\}) = \sum_{k=1}^2 w_k R_k^{JP}(\{P_{i,k}^{JP}\}, \{v_{i,k}^{JP}\})$$

[0029]

[0030] 여기서, w_k 는 k 번째 수신 단말기에 할당된 가중치로, 우선권에 관련된 인자를 의미한다. 상기 가중치는 데이터 사용량에 대한 정보, 서비스 품질에 대한 정보에 의해 결정될 수 있다. 데이터 사용량에 대한 정보는 k 번째 수신 단말기에서 사용하는 데이터 사용량에 대한 정보로, 소정 기간별 사용량에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 서비스 품질에 대한 정보는 수신 단말기에서 요구하는 서비스 품질에 대한 정보를 의미한다. 예를 들어, 수신 단말기에서 요구하는 서비스는 동영상 전송, 음성 통화 요구 등을 포함할 수 있다.

[0031] 예를 들어, 동영상 전송을 요구하는 수신 단말기가 음성 통화만 수행하는 수신 단말기가 있다고 가정하자. 이 경우, 음성 통화만 수행하는 수신 단말기보다 동영상 전송을 요구하는 수신 단말기에 더 높은 가중치가 할당될 수 있다.

[0032] 다중 셀 시스템에서 가중치가 고려된 수신 단말기의 데이터 전송율 합(weighted sum-rate)을 최대화시키는 빔포밍 벡터가 최적의 빔포밍 벡터가 될 수 있다.

[0033] 이하에서는 가중치가 고려된 수신 단말기의 데이터 전송율 합(weighted sum-rate)을 최대화시키는 빔포밍 벡터를 산출하는 방법 및 장치에 대해 구체적으로 설명하도록 하겠다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 장치의 블록도를 나타내는 도면이다.

- [0035] 도시된 바와 같이, 신호 처리 장치(100)는 정보 획득부, 전송을 결정부(120), 빔포밍부(130), 통신부(140), 및 제어부(150)를 포함할 수 있다. 그러나, 도시된 구성요소 모두가 필수구성요소인 것은 아니다. 도시된 구성요소보다 많은 구성요소로 상기 신호 처리 장치(100)가 구성될 수도 있고, 그보다 적은 구성요소에 의해서도 신호 처리 장치(100)가 구성될 수 있다.
- [0036] 정보 획득부(110)는 최적의 빔포밍 벡터 산출을 위해 각종 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 상기 기지국에 대응되는 수신 단말기(이하, 편의상 '제1수신 단말기'라 함)의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보 및 협력 기지국에 대응되는 수신 단말기(이하, 편의상 '제2수신 단말기'라 함)의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보를 획득할 수 있다.
- [0037] 전송을 결정부(120)는 상기 제1수신 단말기, 및 제2수신 단말기에 각각 해당 가중치를 적용하여, 각 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정할 수 있다. 전송을 결정부(120)는 상기 수학적 3을 이용하여 수신 단말기의 데이터 전송을 합을 결정할 수 있다.
- [0038] 빔포밍부(130)는 최적의 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다. 즉, 빔포밍부(130)는 수학적 3에서 수신 단말기의 데이터 전송을 합이 최대값을 갖도록 하는 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다. 이 경우, 빔포밍부(130)는 수신 단말기의 데이터 전송을 합이 최대값을 갖도록 하는 빔포밍 벡터를 직접적으로 산출하는 것은 복잡성으로 인하여 어렵기 때문에 가상 신호대 간섭 잡음비를 이용할 수 있다. 가상 신호대 간섭 잡음비라 함은 수신 단말기에서 수신하는 신호가 아니라 기지국에서 송신하는 신호 대 간섭 잡음비를 의미한다.
- [0039] 가상 신호대 간섭 잡음비는 다음의 수학적 4로 표현될 수 있다.

수학적 4

$$VSINR_{i,k}^{JP} = \frac{|\mathbf{h}_{k,i}^H \mathbf{v}_{i,k}^{JP}|^2}{\frac{N_0}{P_{i,k}^{JP}} + \alpha_{i,k}^{JP} |\mathbf{h}_{k,i}^H \mathbf{v}_{i,k}^{JP}|^2}$$

[0040]

[0041] $VSINR_{i,k}^{JP}$ 는 가상 신호대 간섭 잡음비를 의미하고, N_0 는 각 수신단말기 안테나에 더해지는 잡음 신호의 평균 전력값을 의미한다.

[0042] 또한, $\alpha_{i,k}^{JP}$ 는 간섭 비중 조절 계수를 뜻한다. 간섭 비중 조절 계수는 간섭과 잡음에 대한 비중을 조절하는 계수이다. 따라서 $\alpha_{i,k}^{JP}$ 의 조절을 통해 간섭과 잡음의 비가 조절될 수 있다.

[0043] 빔포밍부(130)는 수학적 3과 수학적 4를 이용하여 최적의 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다.

[0044] 통신부(140)는 각종 신호 또는 정보를 협력 기지국 또는 대응하는 수신 단말기로 전송하거나 협력 기지국 또는 대응하는 수신 단말기로부터 각종 신호 또는 정보를 수신할 수 있다. 통신부(140)는 복수의 안테나를 구비할 수 있다.

[0045] 제어부(150)는 정보 획득부(110), 전송을 결정부(120), 빔포밍부(130), 및 통신부(140)에서 수행하는 전반적인 기능을 제어한다. 다음은 상기 신호 처리 장치(100)가 수행하는 신호 처리 방법에 대해 설명하도록 하겠다.

[0046] 도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0047] 정보 획득부(110)는 최적의 빔포밍 벡터 산출을 위해 다양한 정보를 획득할 수 있다(S310). 예를 들어, 정보 획득부(110)는 제1수신 단말기에 관련된 정보 및 제2수신 단말기와 관련된 정보를 획득할 수 있다. 상기 제1수신 단말기와 관련 정보는 상기 제1수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보 등을 포함할 수 있다. 또한, 제2수신 단말기와 관련 정보는 제2수신 단말기의 가중치, 채널 정보, 간섭 정보 및 잡음 정보 등을

포함할 수 있다.

[0048] 전송을 결정부(120)는 획득된 정보를 이용하여 제1수신 단말기와 제2수신 단말기의 데이터 전송율의 합을 결정할 수 있다(S320). 이는 수학적 식 3을 이용하여 결정될 수 있다.

[0049] 빔포밍부(130)는 데이터 전송율의 합과 가상 신호대 간섭 잡음비를 이용하여 최적의 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다(S330).

[0050] 이하에서는 최적의 빔포밍 벡터를 산출하는 방법에 대해 구체적으로 설명하도록 하겠다.

[0051] 도 4는 빔포밍부(130)가 최적의 빔포밍 벡터를 산출하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0052] 먼저, 빔포밍부(130)는 수학적 식 4에서 이용하여 가상 신호대 간섭 잡음비가 최대값을 갖도록 빔포밍 벡터를 결정할 수 있다(S410). 상기 빔포밍 벡터는 제1수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터, 및 제2수신 단말기에 대한 빔포밍 벡터를 포함할 수 있다.

[0053] 이 경우, 수학적 식 4에서는 $\alpha_{i,k}^{JP}$ 은 일단 고정된 상태에서(즉, 상수로 가정하여) 상기 가상 신호대 간섭 잡음비가 최대값을 갖도록 빔포밍 벡터를 결정할 수 있다. 그렇게 구해진 빔포밍 벡터는 수학적 식 5와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 5

$$v_{i,k}^{JP} = \frac{\left(\frac{N_0}{P_{i,k}^{JP}} \mathbf{I} + \alpha_{i,k}^{JP} \mathbf{h}_{\bar{k},i} \mathbf{h}_{\bar{k},i}^H \right)^{-1} \mathbf{h}_{k,i}}{\left\| \left(\frac{N_0}{P_{i,k}^{JP}} \mathbf{I} + \alpha_{i,k}^{JP} \mathbf{h}_{\bar{k},i} \mathbf{h}_{\bar{k},i}^H \right)^{-1} \mathbf{h}_{k,i} \right\|}$$

[0054]

[0055] N_0 는 각 수신단말기 안테나에 더해지는 잡음신호의 평균 전력을 의미한다.

[0056] 상기 수학적 식 5에서 표현되는 바와 같이, 빔포밍 벡터는 간섭 비중 조절 계수의 함수로 표현될 수 있다.

[0057] 그리고, 빔포밍부(130)는 동일한 빔포밍 벡터에서 가상 신호대 간섭 잡음비 및 데이터 전송율 합이 최대값을 가지도록 간섭 비중 조절 계수를 결정할 수 있다(S420). 즉, 수학적 식 3을 빔포밍 벡터에 대해 미분한 값과 수학적 식 4를 빔포밍 벡터에 대해 미분한 값이 같아지도록 간섭 비중 조절 계수를 결정할 수 있다. 이 경우, 글로벌 채널 정보가 고려될 수도 있고, 로컬 채널 정보만 고려될 수도 있다. 글로벌 채널 정보는 모든 채널에 대한 정보를 의미하고, 로컬 채널 정보 해당 기지국과 연계된 채널에 대한 정보를 의미한다. 예를 들어, 두 개의 기지국이 서로 간섭을 주고받는 환경에서, 채널 정보가 $h_{k,i}$ 로 표현될 때, 기지국 1입장에서 로컬 채널 정보는 $h_{1,1}$, $h_{1,2}$ 가 된다.

[0058] 상기와 같은 방식으로 간섭 비중 조절 계수를 결정할 경우, 상기 간섭 비중 조절 계수는 빔포밍 벡터의 함수로 표현될 수 있다.

[0059] 빔포밍부(130)는 상기 간섭 비중 조절 계수의 함수로 표현된 빔포밍 벡터와 빔포밍 벡터의 함수로 표현된 간섭 비중 조절 계수를 상호 적용하여, 상기 빔포밍 벡터 및 상기 간섭 비중 조절 계수의 최적값을 산출할 수 있다.

[0060] 예를 들어, 빔포밍 벡터의 함수로 표현된 간섭 비중 조절 계수를 간섭 비중 조절 계수의 함수로 표현된 빔포밍 벡터에 적용하여 빔포밍 벡터를 업데이트하고, 상기 업데이트된 빔포밍 벡터를 빔포밍 벡터의 함수로 표현된 간섭 비중 조절 계수에 적용하여 상기 간섭 비중 조절 계수를 업데이트할 수 있다. 상기 빔포밍 벡터와 상기 간섭 비중 조절 계수 업데이트 과정을 반복 수행하여 최적의 빔포밍 벡터를 구할 수 있다.

[0061] 일례로 현재 업데이트된 빔포밍 벡터와 이전에 업데이트된 빔포밍 벡터가 임계값 이내인 경우, 상기 현재 업데이트

이트된 빔포밍 벡터를 기지국에 적용할 최적의 빔포밍 벡터로 결정할 수 있다.

[0062] 도 5는 일실예와 관련된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법과 다른 신호 처리 방법의 성능을 비교한 도면이다.

[0063] 도시된 그래프에서 Proposed VSINR centralized는 글로벌 채널 정보를 고려한 것이고, Proposed VSINR decentralized는 로컬 채널 정보만을 고려한 것이다. Proposed VSINR centralized와 Proposed VSINR decentralized가 다른 케이스에 비해 성능이 뛰어난을 확인할 수 있다.

[0064] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일실예에 의한 무선 기지국의 신호 처리 방법 및 장치는 수신 단말기의 가중치를 고려하여 최적의 빔포밍 벡터를 산출할 수 있다. 또한, 간섭 비중 조절 계수 및 빔포밍 벡터를 변수로 포함하는 가상 신호 대 간섭 잡음비 및 상기 데이터 전송을 함을 이용하여 빔포밍 벡터를 산출함으로써, 연산의 복잡성을 낮출 수 있다.

[0065] 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 담당자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0066] 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.

[0067] 한편, 이러한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다.

[0068] 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.

[0069] 상기와 같이 설명된 무선 통신 기지국의 신호 처리 방법 및 신호 처리 장치는 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

[0070] BS: 기지국

100: 기지국의 신호 처리 장치

110: 정보 획득부

120: 전송을 결정부

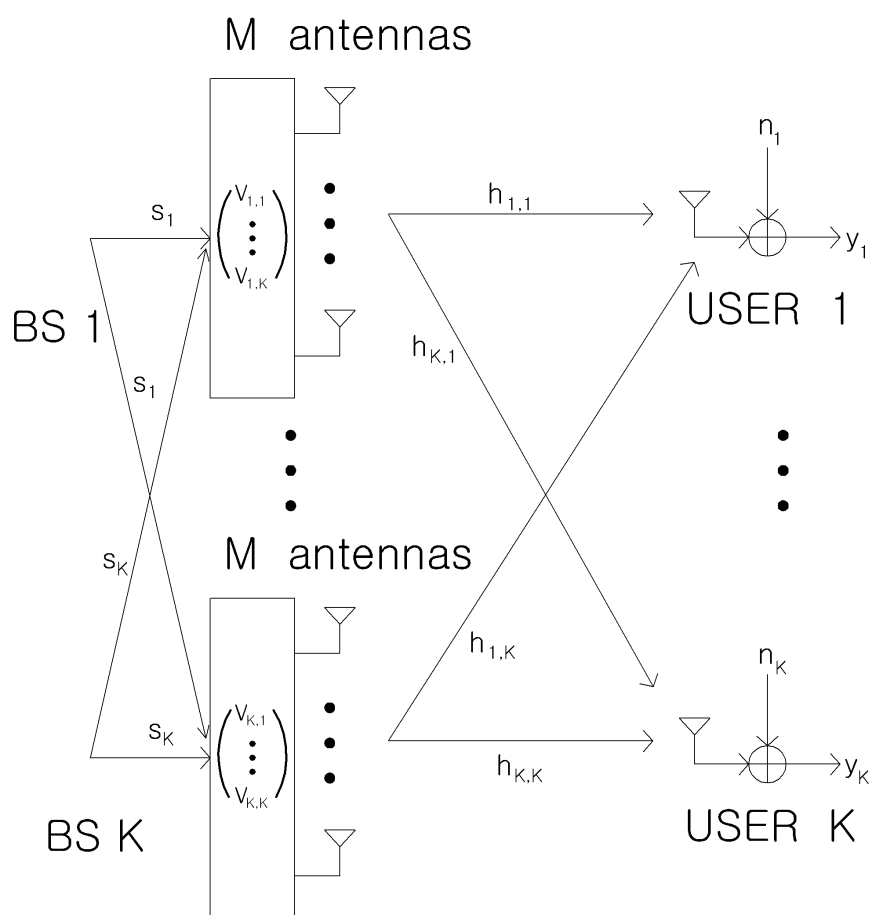
130: 빔포밍부

140: 통신부

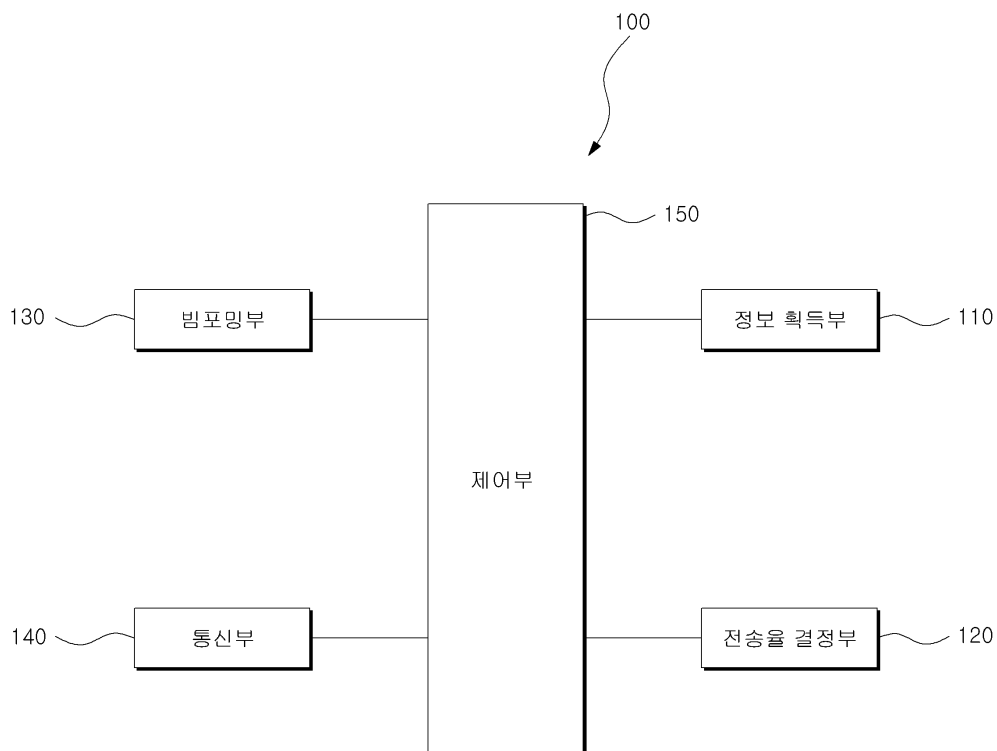
150: 제어부

도면

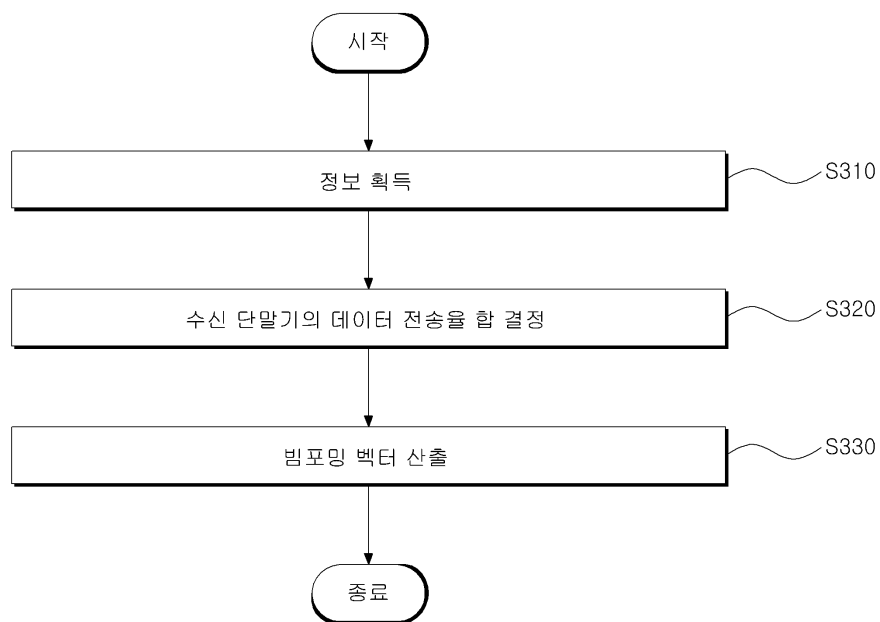
도면1



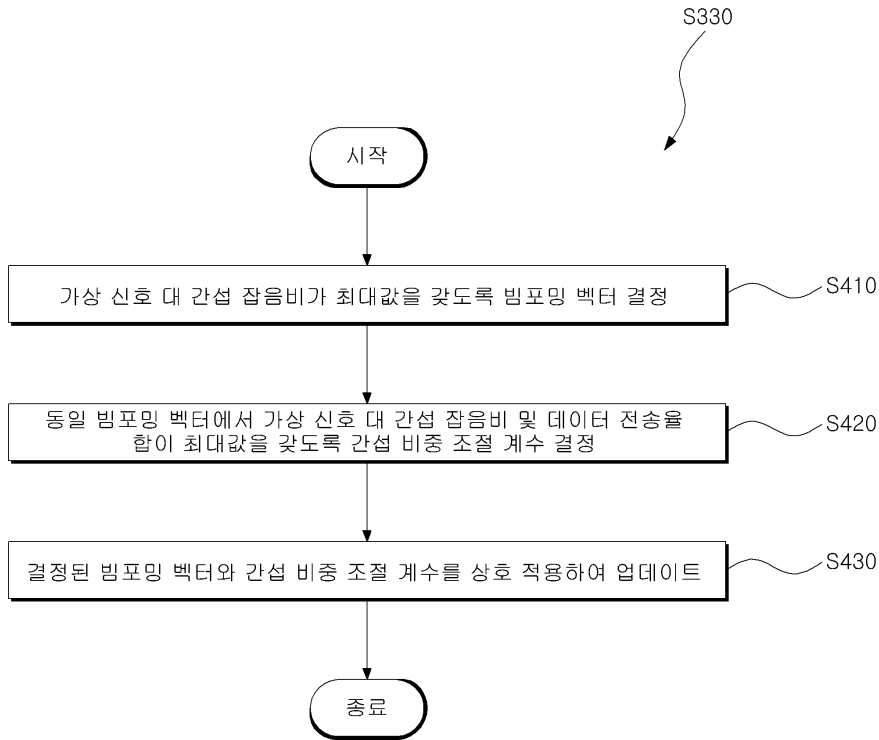
도면2



도면3



도면4



도면5

