



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0006365
(43) 공개일자 2008년01월16일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0065494

(22) 출원일자 2006년07월12일

심사청구일자 2006년07월12일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

윤재선

서울 서초구 반포4동 83-1 벽산빌라 1-102

서중수

경기 고양시 덕양구 화정1동 은빛마을 부영아파트
607-1101

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

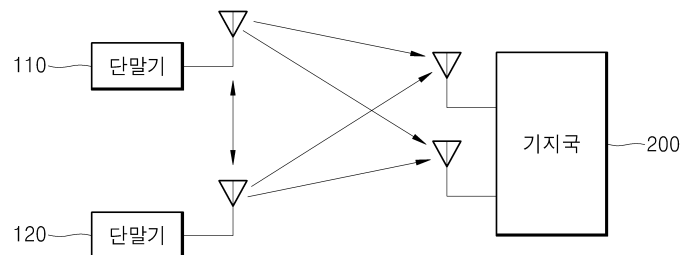
(54) OFDMA 시스템의 상향 링크를 위한 다수의 협동 전송기법

(57) 요약

본 발명은 OFDMA 시스템의 상향 링크에서의 협동 전송 기법을 개시한다.

본 발명에 의하면, 기지국은 2개의 안테나로 구성된 복수의 안테나단인 안테나 어레이를 통해 소정의 신호를 수신하고, 하나의 안테나를 가진 각각의 단말기는 주변의 단말기끼리 서로 협동하여 신호를 보내줌으로서 중계 채널의 환경이 완벽할 경우 시공간 다이버시티 효과와 동일한 성능을 얻어 신호의 품질향상을 효과적으로 증가시켜 OFDMA 시스템의 상향 링크에서의 성능을 대폭적으로 개선시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유영환

서울 송파구 가락동 140 가락쌍용아파트 101-1501

백명선

서울 금천구 독산2동 1067-5

송형규

경기 성남시 분당구 서현동 한양아파트 320-303

특허청구의 범위

청구항 1

기지국으로부터 중계를 할 제1단말기에 관한 정보를 수신하는 단계;

상기 제1단말기로부터 송출되는 신호를 검출하는 단계; 및

상기 검출된 신호를 소정의 변환과정을 통하여 변환하여 송출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1단말기에 관한 정보는 상기 제1단말기에 할당된 제1부반송파에 관한 정보인 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 소정의 변환과정은 시공간 다이버시티 기법을 이용한 변환과정인 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 검출된 신호를 변환하여 송출하는 단계는

상기 변환된 단말기로부터 송출된 신호를 복호화하여 제1신호를 검출하는 단계;

상기 제1신호를 시공간 다이버시티 기법에 따라 제2신호로 변환하는 단계;

상기 제2신호를 상기 제1단말기에 할당된 제1부반송파를 이용하여 변조하는 단계; 및

상기 변조된 신호를 송출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 5

주위로부터 수신되는 단말기의 신호를 파악하여 상기 수신된 신호 중에서 어느 하나의 단말기의 신호를 선택하는 단계;

상기 선택된 단말기 신호에 관한 정보를 기지국에 전송하는 단계; 및

소정의 신호를 상기 기지국 및 상기 선택된 단말기로 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 6

제1단말기로부터 상기 제1단말기의 제1신호의 중계에 이용될 제2단말기에 관한 정보를 수신하는 단계;

상기 제2단말기에 상기 제1신호의 중계를 지시하는 정보를 전송하는 단계;

상기 제1단말기로부터 수신된 제1변조신호를 수신하는 단계;

상기 제2단말기로부터 수신된 제2변조신호를 수신하는 단계; 및

상기 제1변조신호 및 상기 제2변조신호를 이용하여 상기 제1단말기로부터 송출된 제1신호를 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제2변조신호는 상기 제1변조신호로부터 상기 제1신호를 검출하고, 상기 제1신호를 시공간 다이버시티 기법에 따라 제2신호로 변환한 후, 상기 제2신호를 상기 제1단말기에 할당된 제1부반송파를 이용하여 변조한 신호인 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제2변조신호는 상기 제1변조신호로부터 상기 제1신호를 검출하고, 상기 제1신호를 시공간 다이버시티 기법에 따라 제2신호로 변환한 후, 상기 제2신호를 상기 제1단말기에 할당된 제1부반송파를 이용하여 변조한 신호와 상기 제2단말기의 제3신호를 상기 제2단말기에 할당된 제2부반송파를 이용하여 변조한 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서**발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <13> 본 발명은 직교 주파수 분할 다중 변조 액세스(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access : OFDMA) 방식을 사용하는 OFDMA시스템의 상향 링크에서 데이터 전송률 및 품질 향상을 위한 협동 전송 기법과 그 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 여러 단말기가 서로 협동하여 데이터를 전송하는 방법에 관한 것이다.
- <14> 차세대 무선 시스템 전송 기술로 현재 가장 주목을 받는 것은 송수신단에 설치된 여러 개의 안테나를 이용해 대역폭의 증가 없이 전송 속도, 성능 개선 등이 가능한 다중 입출력 방식이다.
- <15> 시공간 다이버시티 기법은 여러 개의 전송 안테나를 가지는 시공간 부호를 이용하여 변조기를 통과한 정보를 서로 한 심볼 간격의 지연을 가지면서 두 개의 출력 채널 심볼신호가 동시에 전송한다. 시공간 다이버시티 기법은 간단한 연산으로 전송 다이버시티 효과를 얻을 수 있어 성능개선으로 인한 안정성의 증가는 가능하지만, 현재 시스템 구조를 그대로 사용하지 못하고 다중안테나를 사용해야 하므로 추가적인 안테나의 공간 문제, 비용, 하드웨어의 복잡성 등의 단점이 있다. 더구나 각각의 다중 안테나간의 충분한 공간이 확보되지 않으면 시공간 부호의 직교성이 깨지게 되어 원하는 성능을 이끌어 내지 못한다.
- <16> 즉, 차세대 무선 시스템의 전송 기술로 종래에 주목받던 시공간 다이버시티 기법은 추가적으로 다중 안테나를 사용해야한다는 면에서 공간, 비용, 복잡성이라는 약점이 있는 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <17> 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는, 각각의 단일 안테나를 사용하는 단말기끼리 협동을 하여 상기의 문제점을 해결하기 위해 협동 전송 기법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <18> 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 기지국으로부터 중계를 할 제1단말기에 관한 정보를 수신하는 단계; 상기 제1단말기로부터 송출되는 신호를 검출하는 단계; 및 상기 검출된 신호를 소정의 변환과정을 통하여 변환하여 송출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법을 제공한다.
- <19> 한편, 상기한 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 주위로부터 수신되는 단말기의 신호를 파악하여 상기 수신된 신호 중에서 어느 하나의 단말기의 신호를 선택하는 단계; 상기 선택된 단말기 신호에 관한 정보를 기지국에 전송하는 단계; 및 소정의 신호를 상기 기지국 및 상기 선택된 단말기로 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법을 제공한다.
- <20> 한편, 상기한 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 제1단말기로부터 상기 제1단말기의 제1신호의 중계에 이용될 제2단말기에 관한 정보를 수신하는 단계; 상기 제2단말기에 상기 제1신호의 중계를 지시하는 정보를 전송하는 단계; 상기 제1단말기로부터 수신된 제1변조신호를 수신하는 단계; 상기 제2단말기로부터 수신된 제2변조신호를 수신하는 단계; 및 상기 제1변조신호 및 상기 제2변조신호를 이용하여 상기 제1단말기로부터 송출된 제1신호를

검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 단말기를 이용한 상향 링크를 위한 협동전송방법을 제공한다.

- <21> 한편, 상기한 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 상기한 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.
- <22> 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 협동 전송 기법을 적용하는 OFDMA 시스템에서의 상향 링크에 대한 바람직한 일 실시예를 상세히 설명한다.
- <23> 도 1은 본 발명에 따른 OFDMA 시스템에서의 상향 링크의 개념을 도시한 것이다.
- <24> 도 1에서 보는 바와 같이 본 발명에서는 종래의 다중안테나를 가진 시스템을 이용하여 시공간다이버시티 기법을 이용하여 신호를 송출하는 대신, 단일의 안테나를 가진 단말기(110, 120)를 복수개 이용하여 다중 안테나를 가진 시스템과 동일한 효과를 발생시키고 있다.
- <25> 도 2는 본 발명에서 사용되는 단말기의 일실시예의 구성을 도시한 블록도이다.
- <26> 본 발명에서 사용되는 단말기는 중계단말기선택부(101), 중계단말기정보전송부(102), 주단말기정보수신부(103), 주단말기신호검출부(104) 및 신호송출부(105)를 포함하여 구성된다.
- <27> 구체적으로, 중계단말기선택부(101)는 본 발명에서 사용되는 단말기가 신호를 발송하는 주단말기로서 사용되는 경우에 이용되며, 주위에서 수신되는 신호의 채널 중 어느 하나의 채널을 이용하는 단말기를 중계단말기로 선택한다.
- <28> 바람직하게는 가장 좋은 채널, 즉 출력이 가장 높은 채널을 검출하여 이 채널을 이용하는 단말기를 중계단말기로 선택한다.
- <29> 채널 추정이나 SNR추정을 통해 가장 좋은 채널을 선택하는 방법은 이미 잘 알려진 기술이므로 여기서 구체적인 설명은 생략한다.
- <30> 중계단말기정보전송부(102)는 본 발명에서 사용되는 단말기가 신호를 발송하는 주단말기로서 사용되는 경우에 이용되며, 중계단말기선택부(101)에서 선택된 단말기에 관한 정보를 기지국에 전송한다.
- <31> 구체적으로 중계단말기에 관한 정보는 그 단말기가 사용하는 채널, 즉 그 단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 의미한다.
- <32> 주단말기정보수신부(103)는 본 발명에서 사용되는 단말기가 신호를 중계하기 위한 중계단말기로 사용되는 경우에 이용되며, 기지국으로부터 주단말기에 관한 정보, 구체적으로는 주단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 수신한다.
- <33> 주단말기신호검출부(104)는 주단말기정보수신부(103)에 수신된 주단말기에 관한 정보를 이용하여 수신되는 신호 중에서 주단말기로부터 송출된 신호를 검출한다.
- <34> 신호송출부(105)는 중계단말기로 사용되는 경우에는 주단말기로부터 송출되어 검출된 신호를 소정의 시공간다이버시티 기법에 따라 변환한 후 주단말기에 할당된 부반송파를 이용하여 변조한 후, 송출한다.
- <35> 한편, 주단말기로 사용되는 경우 신호송출부(105)는 자신의 신호를 자신에게 할당된 부반송파를 이용하여 변조한 후 송출한다.
- <36> 본 발명에서 각 단말기는 주단말기와 중계단말기의 기능을 동시에 수행할 수 있으며, 이럴 경우 신호송출부(105)는 자신의 신호를 자신에게 할당된 부반송파로 변조한 신호와 타단말기의 신호를 타단말기에 할당된 부반송파로 변조한 신호를 동시에 송출한다.
- <37> 도 3은 본 발명에서 사용되는 기지국의 일실시예의 구성을 도시한 블록선도이다.
- <38> 본 발명의 기지국은 중계단말기정보수신부(201), 중계명령전송부(202), 신호검출부(203)를 포함하여 구성된다.
- <39> 중계단말기정보수신부(201)는 주단말기로부터 주단말기가 선택한 중계단말기에 관한 정보, 즉 중계단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 수신한다.
- <40> 중계명령전송부(202)는 선택된 중계단말기에게 주단말기에 관한 정보, 즉 주단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 전송하며, 중계단말기에게 주단말기의 신호를 중계할 것을 명령한다.

- <41> 신호검출부(203)는 주단말기 및 중계단말기로부터 전송된 신호를 이용하여 주단말기에서 전송하고자 하는 원 신호를 검출한다. 자세한 검출방법에 대해서는 후술한다.
- <42> 도 4는 본 발명의 단말기에서의 협동전송기법의 방법의 일실시예를 도시한 것으로, 본 발명의 단말기가 주단말기로서 기능을 하는 경우의 방법을 도시한 것이다.
- <43> 먼저, 주단말기는 중계단말기선택부(101)를 통하여 주위에서 수신되는 신호의 채널 중 어느 하나의 채널, 바람직하게는 가장 좋은 채널, 즉 출력이 가장 높은 채널을 검출하여 이 채널을 이용하는 단말기를 중계단말기로 선택한다(401).
- <44> 중계단말기정보전송부(102)는 중계단말기선택부(101)에서 선택된 단말기에 관한 정보, 구체적으로 그 단말기가 사용하는 채널, 즉 그 단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 기지국에 전송한다(402).
- <45> 신호송출부(105)는 전송할 신호를 시공간다이버시티 기법에 따른 순서에 따라 자신에게 할당된 부반송파를 이용하여 변조하여 송출한다(403).
- <46> 도 5는 본 발명의 단말기에서의 협동전송기법의 방법의 일실시예를 도시한 것으로, 본 발명의 단말기가 중계단말기로서 기능을 하는 경우의 방법을 도시한 것이다.
- <47> 주단말기정보수신부(103)는 기지국으로부터 주단말기에 관한 정보, 구체적으로는 주단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 수신한다(501).
- <48> 주단말기신호검출부(104)는 주단말기정보수신부(103)에 수신된 주단말기에 관한 정보를 이용하여 수신되는 신호 중에서 주단말기로부터 송출된 신호를 검출한다(502).
- <49> 신호송출부(105)는 주단말기로부터 송출되어 검출된 신호를 시공간다이버시티 기법에 따라 변환한 후 주단말기에 할당된 부반송파를 이용하여 변조한 후, 송출한다(503).
- <50> 도 6은 본 발명에서 사용되는 기지국에서 복수의 단말기간의 협동전송기법을 이용하여 수신된 신호를 검출하는 방법의 일실시예를 도시한 흐름도이다.
- <51> 먼저, 중계단말기정보수신부(201)는 주단말기로부터 주단말기가 선택한 중계단말기에 관한 정보, 즉 중계단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 수신한다(601).
- <52> 중계명령전송부(202)는 선택된 중계단말기에게 주단말기에 관한 정보, 즉 주단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 전송하며, 중계단말기에게 주단말기의 신호를 중계할 것을 명령한다(602).
- <53> 신호검출부(203)는 주단말기로부터 전송된 신호를 수신하고(603), 중계단말기로부터 전송된 신호를 수신한 후(604), 시공간다이버시티 기법을 이용하여 주단말기에서 전송하고자 하는 원 신호를 검출한다(605).
- <54> 구체적인 실시예를 도 7 내지 도 12를 참조하여 설명한다.
- <55> 본 발명은 각각의 단말기가 단일 안테나를 통해 소정의 신호를 송수신하고, 각각 송수신한 신호를 기지국에게 전송 및 재전송하게 된다. 먼저 각 단말기는 상기에서 가정한 바와 같이 주변의 가장 좋은 채널을 가진 단말기를 중계단말기로 선택하여 기지국에 통보한 상태이다. 그 후, 각각의 단말기는 심볼신호를 전송한다. OFDMA 시스템에서의 상향 링크에서 K 개의 부반송파를 사용하고 P 명의 유저를 허용할 때, 시간 t 에서 p 번째 유저의 전송 심볼신호는 다음과 같다.

수학식 1

<56>
$$x^p(t) = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{K-1} X^p(k) \exp\left(\frac{j2\pi kn}{K}\right)$$

- <57> 여기서 n 은 K IDFT의 변수이고, $X^p(k)$ 는 주파수 축에서 생성된 p 번째 유저의 신호이며 다음의 수학식으로 표현된다.

수학식 2

<58>
$$X^p(k) = \begin{cases} X(k) & k \in C_p \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

- <59> 여기서 $x(k)$ 는 OFDM 심볼이고 C_p 는 주파수 축에서 p 번째 유저의 부반송파 인덱스이다. $x^p(k)$ 는 k 가 C_p 에 포함되어 있을 때만 값을 가진다. 즉, p 번째 유저는 자신이 할당받은 구역에만 데이터를 전송할 수 있다.
- <60> 각 단말기 및 기지국에서 상기 심볼신호를 수신하게 되면 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

<61>
$$r(t) = \frac{1}{K} \sum_{p=1}^P \sum_{n=0}^{K-1} H^p(k) x^p(k) \exp(j \frac{2\pi k n}{K}) + w(t)$$

- <62> 여기서 $w(t)$ 는 평균 0, 분산은 $2N_0$ 를 갖는 AWGN이다.
- <63> 각각의 단말기는 다시 자신의 두 번째 심볼신호를 전송하고 중계 단말기는 수신한 p 번째 유저의 심볼 신호를 기지국에게 재전송한다.
- <64> 이 때, 도 7에서와 같이 단일 협동 전송 기법과 다중 협동 전송 기법으로 나눌 수 있는데, p 번째 유저의 단말기가 주단말기가 되고 주변의 단말기는 자신의 신호를 전송하지 않고 중계만 해준다면 단일 협동 전송 기법, 중계단말기도 동시에 주단말기에게 협동 전송을 하게 되면 다중 협동 전송 기법이 된다.
- <65> 그리고 본 발명에 따른 OFDMA 시스템의 상향 링크에서는 중계 단말기에서 신호를 재전송 할 때, 수신한 신호를 검출하여 다시 전송하는 복호및재전송(Decode-and-forward) 기법을 사용한다.
- <66> 먼저 도 7에서 a) 단일 협동 전송 기법을 살펴보면, p 번째 유저가 주단말기(S)가 되고 주변의 선택된 단말기는 중계단말기(R)가 된다. 주단말기(S)는 첫 번째 심볼신호를 전송하고, 중계단말기(R)는 첫 번째 심볼신호를 수신하여 검출한다.
- <67> 중계단말기는 검출한 심볼신호를 다시 재전송하게 된다. 주단말기와 중계단말기에서 시간적으로 전송하는 신호 구조는 일반적인 시공간 다이버시티 기법에 따른 모든 신호 기법을 다 사용할 수 있다. 즉 다수의 안테나를 이용하여 시공간 다이버시티 기법에 따라 전송하는 모든 기법을 다 사용할 수 있다.
- <68> 일 예로 다음과 같은 신호 구조를 상정해 볼 수 있다.

수학식 4

<69>
$$\vec{x^p} = \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(1), \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(2), \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(1)^*, \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(3), \dots \right\}$$

$$\vec{x_r^p} = \left\{ 0, \frac{1}{\sqrt{2}} \hat{x^p}(1), -\frac{1}{\sqrt{2}} \hat{x^p}(2)^*, 0, \dots \right\}$$

- <70> 주단말기인 p 번째 유저는 t 시간에 자신의 첫 번째 심볼신호를 전송하고 중계 단말기는 p 번째 유저의 첫 번째 심볼신호를 수신하여, $t+T$ 시간에 p 번째 유저가 자신의 두 번째 심볼신호를 전송할 때 중계단말기도 p 번째 유저의 첫 번째 심볼신호를 전송한다. $t+2T$ 시간에는 p 번째 유저는 다시 첫 번째 심볼신호를 컨쥬게이트한후 전송하게 되고 중계 단말기는 앞서 수신한 p 번째 유저의 두 번째 심볼신호를 마찬가지로 컨쥬게이트한 후 음수화시켜 전송한다.
- <71> 상기 수학식에서 시공간 다이버시티 기법과 마찬가지로 협동 전송 기법으로 신호를 전송할 때, 전체 전송 전력은 1이 되어야 한다. 즉, 단말기는 협동 전송 기법을 사용할 때와 그렇지 않을 때 소모하는 전력이 같아야 한다. 각각의 심볼신호는 전송 전력이 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 로 낮춰서 전송한다. 그리고 신호를 전송하는 1개의 블록동안 페이딩 채널이 변하지 않는다면, 즉, 슬로우 페이딩 채널이라면 각각의 신호가 통과하는 채널은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 5

<72>
$$h_1(t+T) = h_1(t+2T) = h_1$$

$$h_2(t+T) = h_2(t+2T) = h_2$$

$$h_3(t) = h_3(t+T) = h_3$$

- <73> 여기서, h_1, h_2, h_3 은 각각 도 3에 도시된 것과 같은 서로간의 채널이다.

<74> 도 7에서 중계단말기(R)는 상기 채널중 h_3 을 통과하게 되고 이에 따른 수신신호는 다음과 같이 표현된다.

수학식 6

<75>
$$r_r(t) = h_3 * x^p(t) + w_r(t)$$

<76> 중계단말기에서 상기 수신 신호를 검출하는 데 있어 OFDM방식의 신호는 IDFT를 통과한 후 1-탭 이퀄라이저를 통과하게 된다. 그 후 검출된 신호는 다음과 같이 표현된다.

수학식 7

<77>
$$\widehat{X^p}(t) = H_{3^p} \cdot R_r(t) = |H_{3^p}|^2 X^p(t) + H_{3^p} W_r(t)$$

<78> 상기와 같이 디코딩된 신호를 중계 단말기에서 다시 수학식 4를 정리한 도 8과 같은 방법으로 재전송하게 되고 주 단말기가 전송한 심볼신호와 함께 중첩되어 기지국으로 전송되게 된다. 이 때 중계단말기에서 재전송한 심볼신호는 중계 채널 h_3 가 상대적으로 좋은 채널이라면 완벽하게 재전송될 것이고 이에 따라 $\widehat{X^p}(t)$ 는 $X^p(t)$ 이 된다. 그래서 기지국에서는 결과적으로 같은 심볼신호를 t , $t+T$ 시간에 시공간 다이버시티 기법과 마찬가지로 두 번 수신하게되어 다이버시티 효과를 얻게 된다. 따라서 기지국에서 수신한 심볼신호는 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 8

<79>
$$\begin{aligned} R^p(t+T) &= H_1^p X^p(2) + H_2^p X^p(1) + W_1 \\ R^p(t+2T) &= H_1^p X^p(1^*) - H_2^p X^p(2^*) + W_2 \end{aligned}$$

<80> 상기와 같이 수신된 신호는 시공간 다이버시티와 비슷하게 $t+T$ 와 $t+2T$ 시간에 수신된 신호를 서로 합 또는 차를 하여 1-탭 이퀄라이저를 통과함으로써 효과적으로 간단하게 검출할 수 있다. 즉, 다음과 같이 각각의 심볼신호를 검출할 수 있다.

수학식 9

<81>
$$\begin{aligned} \widehat{X^p}(1) &= H_{2^p} \cdot R^p(t+T) + H_{1^p} \cdot R^{p*}(t+2T) \\ \widehat{X^p}(2) &= H_{1^p} \cdot R^p(t+T) - H_{2^p} \cdot R^{p*}(t+2T) \end{aligned}$$

<82> p 번째 유저의 첫 번째 심볼신호는 기지국에서 수신한 첫 번째 신호에 H_{2^p} 을, 두 번째 신호에 컨쥬게이트를 취한후 H_{1^p} 를 곱하여 둘의 합을 이용하고, p 번째 유저의 두 번째 심볼신호는 기지국에서 수신한 첫 번째 신호에 H_{1^p} 을, 두 번째 신호에 마찬가지로 컨쥬게이트 후 H_{2^p} 를 곱하여 둘의 차를 이용한다. 상기의 수학식을 전개하여 다음과 같은 수학식을 얻을 수 있다.

수학식 10

<83>
$$\begin{aligned} \widehat{X^p}(1) &= (|H_{1^p}|^2 + |H_{2^p}|^2) X^p(1) + H_{1^p} W_3^* + H_{2^p} W_2 \\ \widehat{X^p}(2) &= (|H_{1^p}|^2 + |H_{2^p}|^2) X^p(2) + H_{1^p} W_2 - H_{2^p} W_3^* \end{aligned}$$

<84> 상기 수학식에서, 단일 협동 전송 기법을 사용하여 일반적인 단일 안테나를 사용한 시스템에 비해 $(|H_{1^p}|^2 + |H_{2^p}|^2)$ 만큼의 다이버시티를 얻게 된다.

<85> 다음으로 도 7 b) 다중 협동 전송 기법을 살펴본다.

<86> 다중 협동 전송 기법도 단일 협동 전송 기법과 다르지 않다. 다만, 중계단말기도 자신의 신호를 전송하기 때문에 주단말기의 신호를 중계하기 위한 신호와 자신의 신호가 동시에 출력되게 된다는 점에서만 차이가 있다.

<87> OFDMA 시스템의 상향 링크에서는 상기에 명시한 OFDMA방식을 사용하고 있기 때문에 각각의 유저들은 주파수 축에서 각기 자신에게 할당된 구역의 부반송파만을 사용하게 된다.

- <88> 따라서 p 번째 유저(U1)의 심볼신호가 주파수 축에서 각각 할당된 부반송파 구역에 삽입되어 시간축으로 역이산 푸리에변환(IDFT) 되어 전송되면 p' 번째 유저(U2)는 수신한 p 번째 유저의 심볼신호를 주파수 축에서 p 번째 유저에게 할당된 부반송파에 삽입하여 전송하고, 자신의 심볼신호는 자신에게 할당된 부반송파에 삽입하여 전송하므로, p 번째 유저(U1)의 심볼신호와 자신(U2)의 심볼신호를 간섭 없이 동시에 전송할 수 있다.
- <89> 각각의 유저가 전송하는 심볼신호의 구조는 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 11

$$\begin{aligned} \overrightarrow{x^p} &= \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(1), \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(2) + \frac{1}{\sqrt{2}} \widehat{x^{p'}}(1), \frac{1}{\sqrt{2}} x^p(1)^* - \frac{1}{\sqrt{2}} x^{p'}(2)^*, \dots \right\} \\ \overrightarrow{x^{p'}} &= \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} x^{p'}(1), \frac{1}{\sqrt{2}} \widehat{x^p}(2) + \frac{1}{\sqrt{2}} x^{p'}(2), -\frac{1}{\sqrt{2}} \widehat{x^p}(2)^* + \frac{1}{\sqrt{2}} \widehat{x^p}(1)^*, \dots \right\} \end{aligned}$$

- <90>
- <91> 상기한 바와 같이 각각의 유저가 전송하는 심볼구조는 단일 협동 전송 기법에서의 구조와 별반 차이가 없다. 자세히 살펴보면 각각의 유저는 t 시간에 자기 자신의 첫 번째 심볼신호를 전송한 후, $t+T$ 시간에서 p 번째 유저는 p' 번째 유저의 첫 번째 심볼신호를 주파수 축에서 p' 번째 유저의 부반송파 구역에 삽입하여 자기 자신의 두 번째 신호와 같이 전송한다. $t+2T$ 시간에서는 p 번째 유저는 자신의 첫 번째 심볼신호를 컨주게이트한 후 p' 번째 유저의 두 번째 심볼신호를 컨주게이트하고 음수화 시켜 같이 전송한다. p' 번째 유저도 p 번째 유저와 유사하게 상기 수학식과 같이 전송한다.
- <92> 단일 협동 전송과 같이 이를 도표로 정리하면 도 9와 같다. 도 9에 따라 다중 협동 전송 기법에서 p 번째 유저는 단일 협동 전송 기법과 똑같이 검출할 수 있고 p 번째 유저와 유사하게 p' 번째 유저의 신호는 다음과 같이 검출할 수 있다.

수학식 12

$$\begin{aligned} R^{p'}(t+T) &= H_{1p'} X^{p'}(2) + H_{2p'} X^{p'}(1) + W_1 \\ R^{p'}(t+2T) &= H_{1p'} X^{p'}(1^*) - H_{2p'} X^{p'}(2^*) + W_2 \end{aligned}$$

- <93>
- <94> 상기 [수학식 8], [수학식 9], [수학식 10]와 같이 p' 번째 유저가 $t+T$, $t+2T$ 시간에 수신한 신호의 합 또는 차를 이용하여 다음과 같이 p' 번째 유저의 신호를 검출한다.

수학식 13

$$\begin{aligned} \widehat{X^{p'}}(1) &= H_{2p''} R^{p'}(t+T) + H_{1p''} R^{p''m}(t+2T) \\ \widehat{X^{p'}}(2) &= H_{1p''} R^{p'}(t+T) - H_{2p''} R^{p''m}(t+2T) \end{aligned}$$

수학식 14

$$\begin{aligned} \widehat{X^{p'}}(1) &= (|H_{1p''}|^2 + |H_{2p''}|^2) X^{p'}(1) + H_{1p''} W_3 + H_{2p''} W_2 \\ \widehat{X^{p'}}(2) &= (|H_{1p''}|^2 + |H_{2p''}|^2) X^{p'}(2) + H_{1p''} W_2 - H_{2p''} W_3 \end{aligned}$$

- <95>
- <96>
- <97> 도 8와 도 9를 토대로 도 7 a)와 도 7 b)의 단일 협동 전송 기법, 다중 협동 전송 기법을 수학적으로 [수학식 10]와 [수학식 14]와 같이 표현하였다. 이들 [수학식 10]와 [수학식 14]에서 일반적인 OFDMA 시스템의 상향 링크보다 협동 전송 기법을 적용하였을 때 $(|H_{1p''}^2| + |H_{2p''}^2|)$ 만큼의 다이버시티 이득을 얻을 수 있고 중계 채널 h_3 가 h_1 과 h_2 보다 상대적으로 매우 좋다면 시공간 다이버시티 (STBC) 기법의 BER 성능과 같게 됨을 알 수 있다.

- <98> 도 10에서는, 중계 채널 h_3 가 상대적으로 매우 좋아 중계 단말기의 재전송시 완벽하다고 가정했을 때 협동 전송 기법의 BER(Bit Error Rate) 성능을 나타낸다. 시공간 다이버시티 (STBC) 송신 안테나 2개, 수신안테나 1개와 같은 BER 성능을 보이고 있다.

- <99> 도 11과 도 12는 단일 협동 전송 기법과 다중 협동 전송 기법대해 각각 BER 성능을 보여주고 있다. 중계 채널 h_3 의 상대적인 우위에 따른 BER 성능을 0dB, 10dB, 20dB, 30dB에 대해 완벽한 것과 비교해서 차례대로 보여준다. 협동 전송 기법은 주변의 단말기들 간에 서로 좋은 조건의 채널을 가지고 있는 단말기끼리 서로 협동하여 신호를 전송하기 때문에 만약 단말기간의 중계 채널이 상대적으로 나쁘거나 같다고 한다면 도 7과 도 8에서 0dB

일 때, 보여 지는 것과 같이 아무런 이득을 얻지 못할 뿐만 아니라 오히려 BER 성능이 나빠지는 것을 확인할 수 있다.

<100> OFDMA 시스템에서 단말기와 기지국간의 거리에 비해 단말기와 단말기간의 거리가 상대적으로 가깝기 때문에 기본적으로 주변의 단말기와 채널이 기지국과의 채널보다 상대적으로 좋고 기본적으로 중계 채널 h_3 가 상대적으로 높은 채널을 가지는 단말기를 중계 단말기로 선택했다고 가정하고 있다. 따라서 중계 채널 h_3 가 단말기와 기지국사이의 채널 h_1 , h_2 보다 10dB 이상 좋다고 한다면, 도 7과 도 8에서, 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 것을 확인할 수 있고 BER 성능은 중계채널 h_3 이 30dB 이상으로 가면서 완벽하게 가까워진다면 STBC 송신 안테나 2개, 수신안테나 1개와 같게 되는 것을 확인할 수 있다.

<101> 결과적으로 중계 채널 h_3 의 상대적인 상황에 따라 성능의 향상을 제공하여 OFDMA 시스템의 상향 링크에서의 성능을 개선시키고, 품질향상을 효과적으로 증대하여 OFDMA 시스템에서의 전송 품질을 증대할 수 있다.

<102> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<103> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구 범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

발명의 효과

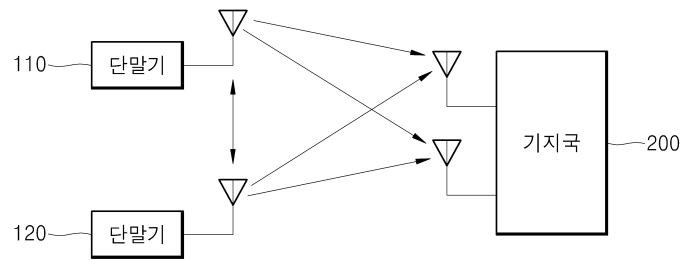
<104> 본 발명에 따른 OFDMA 시스템의 상향 링크의 협동 전송 기법에 의하면, 주 단말기는 주변의 중계 단말기들을 이용하여 협동 전송을 하게 되어, 중계 단말기의 안테나를 마치 자신의 다중 안테나와 같이 사용할 수 있게 됨으로써, 심볼신호를 복수의 안테나의 다중 경로를 통해 전송을 하여 주 단말기와 중계 단말기 간 중계 채널의 상황에 따른 성능의 향상을 제공하여 OFDMA 시스템의 상향 링크에서 성능을 대폭적으로 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

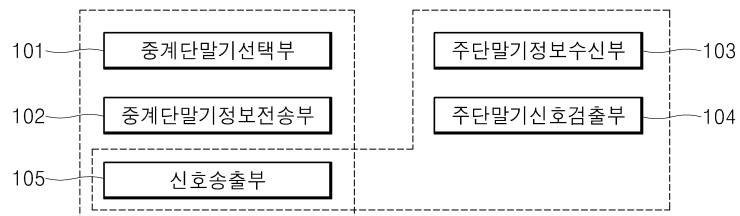
- <1> 도 1은 본 발명에 따른 OFDMA 시스템의 개념을 도시한 개략도
- <2> 도 2는 본 발명에 사용되는 단말기의 구성을 도시한 블록도
- <3> 도 3은 본 발명에 사용되는 기지국의 구성을 도시한 블록도
- <4> 도 4는 본 발명의 단말기가 주단말기로 사용되는 경우 방법을 도시한 흐름도
- <5> 도 5는 본 발명의 단말기가 중계단말기로 사용되는 경우 방법을 도시한 흐름도
- <6> 도 6은 본 발명의 기지국에서 수행되는 방법을 도시한 흐름도
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 단일 협동 전송 기법과 다중 협동 전송 기법의 기본적인 흐름을 도시한 도면
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 단일 협동 전송 기법의 데이터 전송을 도표화한 것
- <9> 도 9는 본 발명에 따른 다중 협동 전송 기법의 데이터 전송을 도표화한 것
- <10> 도 10은 본 발명에 따른 OFDMA 시스템의 상향 링크에서의 협동 전송 기법의 시뮬레이션 결과를 종래의 다중 전송기법의 시뮬레이션 결과와 비교하여 보여주는 그래프
- <11> 도 11은 본 발명에 따른 단일 협동 전송 기법의 시뮬레이션 결과를 보여주는 그래프
- <12> 도 12는 본 발명에 따른 단일 협동 전송 기법의 시뮬레이션 결과를 보여주는 그래프

도면

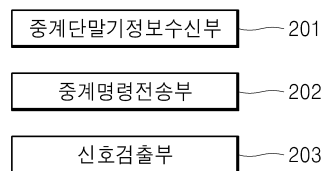
도면1



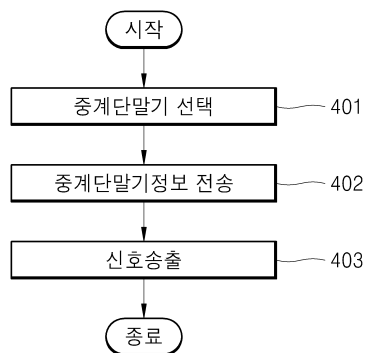
도면2



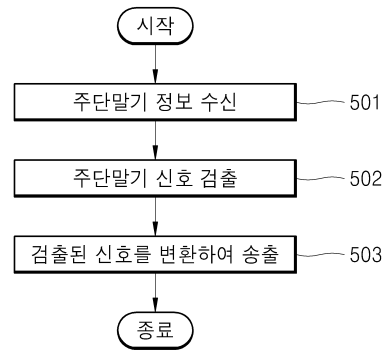
도면3



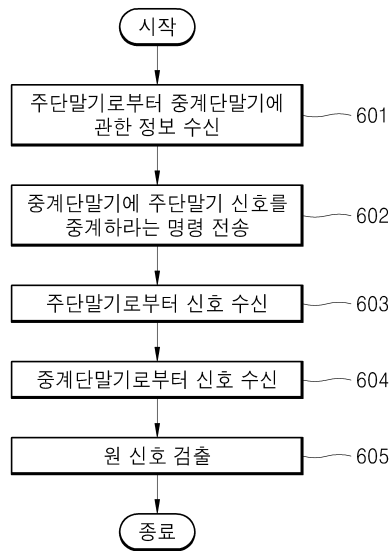
도면4



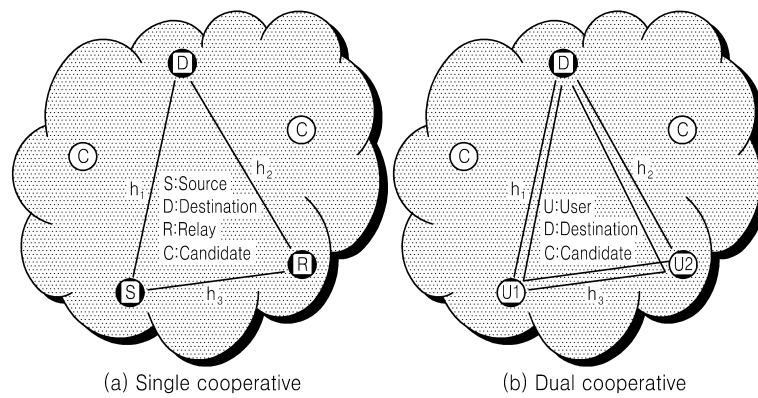
도면5



도면6



도면7



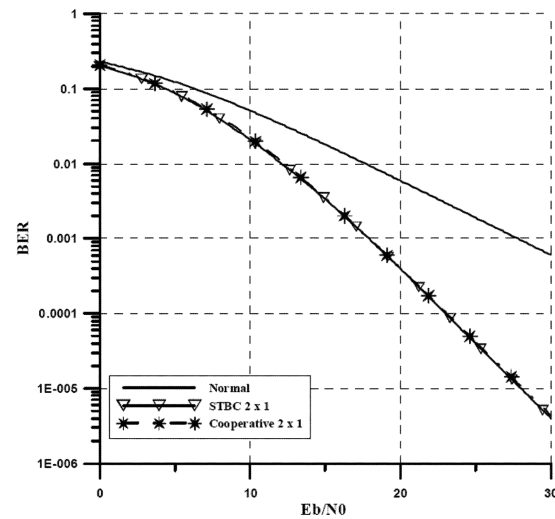
도면8

Received signal	Channel 1	Channel 2	Noise
$\mathbf{R}^p(t)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(1)$	$+ 0$	$+ \mathbf{W}_1$
$\mathbf{R}^p(t+T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(2)$	$+ \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(1)$	$+ \mathbf{W}_2$
$\mathbf{R}^p(t+2T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(1)^*$	$- \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(2)^*$	$+ \mathbf{W}_3$
$\mathbf{R}^p(t+3T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(3)$	$+ 0$	$+ \mathbf{W}_4$
$\mathbf{R}^p(t+4T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(4)$	$+ \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(3)$	$+ \mathbf{W}_5$
$\mathbf{R}^p(t+5T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(3)^*$	$- \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(4)^*$	$+ \mathbf{W}_6$
...	...		

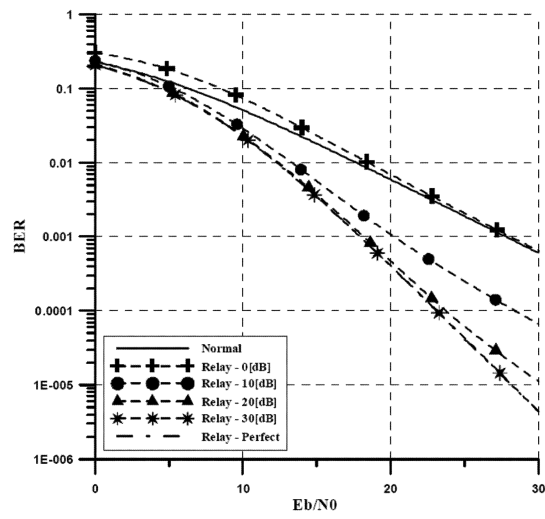
도면9

Received signal	p -th user	p' -th user	Noise
$\mathbf{R}(t)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(1)$	$+ \mathbf{H}_2^{p'} \mathbf{X}^{p'}(1)$	$+ \mathbf{W}_1$
$\mathbf{R}(t+T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(2) + \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(1)$	$+ \mathbf{H}_1^{p'} \hat{\mathbf{X}}^{p'}(2) + \mathbf{H}_2^{p'} \mathbf{X}^{p'}(1)$	$+ \mathbf{W}_2$
$\mathbf{R}(t+2T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(1)^* - \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(2)^*$	$+ \mathbf{H}_1^{p'} \hat{\mathbf{X}}^{p'}(1)^* - \mathbf{H}_2^{p'} \mathbf{X}^{p'}(2)^*$	$+ \mathbf{W}_3$
$\mathbf{R}(t+3T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(3)$	$+ \mathbf{H}_1^{p'} \mathbf{X}^{p'}(3)$	$+ \mathbf{W}_4$
$\mathbf{R}(t+4T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(4) + \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(3)$	$+ \mathbf{H}_1^{p'} \hat{\mathbf{X}}^{p'}(4) + \mathbf{H}_2^{p'} \mathbf{X}^{p'}(3)$	$+ \mathbf{W}_5$
$\mathbf{R}(t+5T)$	$\mathbf{H}_1^p \mathbf{X}^p(3)^* - \mathbf{H}_2^p \hat{\mathbf{X}}^p(4)^*$	$+ \mathbf{H}_1^{p'} \hat{\mathbf{X}}^{p'}(3)^* - \mathbf{H}_2^{p'} \mathbf{X}^{p'}(4)^*$	$+ \mathbf{W}_6$
...	...		

도면10



도면11



도면12

