(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0079480
(43) 공개일자 2009년07월22일

(51) Int. Cl.
H04B 7/04 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0005481
(22) 출원일자 2008년01월18일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
(72) 발명자
강지웅
서울 서초구 방배1동 932-10(18/3) 신성빌라 A동 202호
(74) 대리인
권혁록, 이정순

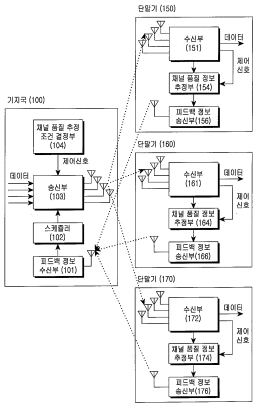
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 다중사용자 다중안테나 시스템에서 채널 품질 추정을 위한장치 및 방법

(57) 요 약

본 발명은 채널 추정에 대한 것으로 다중 입력 다중 출력 시스템에서 다수의 송신 안테나를 구비한 기지국의 채널 품질 추정 방법에 있어서 기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 과정과 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 사용자 단말기로 전송하고 피드백한 정보를 수신하여 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 획득하고 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 기반으로 시간-주파수 자원을 상기 사용자 단말기에 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하여 상기 시간-주파수 자원 및 결정된 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송하는 과정을 포함하는 것으로 다중 사용자 다중 입출력 시스템에서 사용자 단말기의 채널 품질 추정시와 기지국에서의 실제 전송시에 사용하는 프리코딩 행렬이 일치하지 않는 확률을 줄임 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

다중 입력 다중 출력 시스템에서 다수의 송신 안테나를 구비한 기지국의 채널 품질 추정 방법에 있어서,

기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 과정과,

결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 사용자 단말기로 전송하는 과정과,

상기 사용자 단말기가 피드백한 정보를 수신하는 과정과,

상기 피드백한 정보에서 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 획득하는 과정과,

상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 기반으로 시간-주파수 자원을 상기 사용자 단말기에 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하는 과정과,

상기 사용자 단말기에 할당한 시간-주파수 자원 및 결정된 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 사용자 단말기의 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징을 하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 사용자 단말기로 전송하는 과정은,

상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 제어 신호로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터와 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터, 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터로 구성된 프리코딩 행렬의 랭크의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합은 각각 다른 랭크의 상한값을 가지는 프리코딩 행렬의 집합으로 정의되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 기정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 과정은,

기지국으로부터 데이터를 전송받고자 하는 사용자 단말기의 수에 따라 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

다중 입력 다중 출력 시스템에서 단수 또는 다수의 수신 안테나를 구비한 사용자 단말기의 채널 품질 추정 방법에 있어서,

기지국이 전송한 제어 신호에서 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 획득하는 과정과,

상기 색인에 대한 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합에 속하는 정렬된 프리코딩 행렬에 대하여 채널 품질을 추정하는 과정과,

상기 채널 품질을 추정한 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 하나 이상의 색인과 채널 품질 정보를 상기 기지국으로 피드백하는 과정을 포함하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에게 사용되는 프리코딩 벡터와 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터, 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터로 구성된 프리코딩 행렬의 랭크의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

다중 입력 다중 출력 시스템에서 채널 품질을 추정하는 다수의 송신 안테나를 구비한 기지국의 장치에 있어서,

기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 채널 품질 조건 결정부와,

상기 사용자 단말기가 피드백한 정보를 수신하는 피드백 정보 수신부와,

상기 피드백한 정보에서 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 획득하고, 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 기반으로 시간-주파수 자원을 상기 사용자 단말기에 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하는 스케줄러부와

상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 상기 사용자 단말기로 전송하고, 상기 사용자 단말기에 할당한 시간-주파수 자원 및 결정한 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 사용자 단말기의 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송하는 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 송신부는 상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 제어 신호로 전송하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14

제 12항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터와 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15

제 12항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터, 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터로 구성된 프리코딩 행렬의 랭크의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

제 12항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

제 12항에 있어서,

상기 기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합은 각각 다른 랭크의 상한값을 가지는 프리코딩 행렬의 집합으로 정의되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

제 12항에 있어서,

상기 채널 품질 조건 결정부는,

상기 기지국으로부터 데이터를 전송받고자 하는 사용자 단말기의 수에 따라 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 결정함으로써, 상기 기정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

다중 입력 다중 출력 시스템에서 채널 품질을 추정하는 단수 또는 다수의 수신 안테나를 구비한 사용자 단말기의 장치에 있어서,

기지국이 전송한 제어 신호에서 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 획득하고, 상기 색인에 대한 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합에 속하는 정렬된 프리코딩 행렬에 대하여 채널 품질을 추정하는 채널 품질 정보 추정부와,

상기 채널 품질을 추정한 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 하나 이상의 색인과 채널 품질 정보를 상기 기지국으로 피드백하는 피드백 정보 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에게 사용되는 프리코딩 벡터와 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 21

제 19항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터, 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터로 구성된 프리코딩 행렬의 랭크의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22

제 19항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 23

다중 입력 다중 출력 시스템에서 채널 품질을 추정하는 시스템에서 있어서,

기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하고, 상기 사용자 단말기가 피드백한 정보를 수신하고, 상기 피드백한 정보에서 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 획득하고, 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 기반으로 시간-주파수 자원을 상기 사용자 단말기에 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하고, 상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 상기 사용자 단말기로 전송하고, 상기 사용자 단말기에 할당한 시간-주파수 자원 및 결정한 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 사용자 단말기의 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송하는 기지국과,

상기 기지국이 전송한 제어 신호에서 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 획득하고, 상기 색인에 대한 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합에 속하는 정렬된 프리코딩 행렬에 대하여 채널 품질을 추정하고, 상기 채널 품질을 추정한 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 하나 이상의 색인과 채널 품질 정보를 상기 기지국으로 피드백하는 상기 사용자 단말기를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 기지국은 상기 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 제어 신호로 전송하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 25

제 23항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터와 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 26

제 23항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터, 같은 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 사용자 단말기를 위해 사용되는 프리코딩 벡터로 구성된 프리코딩 행렬의 랭크의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 27

제 23항에 있어서,

상기 채널 품질 정보는 채널 품질과 더불어 상기 사용자 단말기에 사용되는 프리코딩 벡터의 조합으로 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 28

제 23항에 있어서,

상기 기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합은 각각 다른 랭크의 상한값을 가지는 프리코딩 행렬의 집합으로 정의되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 29

제 23항에 있어서,

상기 기지국은,

상기 기지국으로부터 데이터를 전송받고자 하는 사용자 단말기의 수에 따라 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 결정함으로써, 상기 기정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 것을 특징으로 하는 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 채널 품질 결정에 관한 것으로, 기지국에서 단말기가 채널 품질 정보를 추정할 때의 고려하는 프리코딩 행렬의 집합을 복수 개로 설정하고, 이 중 현재 단말기가 사용할 집합을 지시하는 정보를 제어 신호의 형태로 단말기에 전송하고 단말기는 이를 기반으로 채널 품질을 추정하여 단말기에서의 채널 품질 추정시와 기지국에서의 실제 전송시에 사용하는 프리코딩 행렬이 달라지는 확률을 줄여 전체 시스템의 성능을 높이는 하향 링크 다중 사용자 다중 입출력 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 최근 무선 통신 환경에서 음성 서비스를 비롯한 다양한 멀티미디어 서비스 를 제공하고, 고품질 및 고속의 데이터 전송을 지원하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다.

<3> 이러한 연구의 일환으로 공간영역의 채널을 이용하는 다중 입력 다중 출력(MIMO: Multi Input Multi Output) 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

<4> 다중 입력 다중 출력 방식은 송수신 양단에 다중 안테나를 사용함으로써 한정된 주파수 자원 내에서 채널 용량을 증대하여 높은 데이터 전송률을 제공할 수 있다.

<5> 다중 입력 다중 출력 시스템은 동일한 시간-주파수 자원을 한 사용자가 모두 점유하여 사용하는 단일 사용자 다중 입력 다중 출력 (SU(Single User) MIMO) 방식과 공간적 다중화를 통해 여러 사용자가 동일한 시간-주파수 자원을 공유하여 데이터를 전송하는 다중 사용자 다중 입력 다중 출력 (MU(Multi-user) MIMO) 방식으로 구분할 수 있다.

<6> 현재, 3GPP LTE(Long Term Evolution)의 하향 링크에 적용되는 통신 모드에서, 특히 다중 사용자 다중 입력 다중 출력 방식에 관해서는 기지국에서 유니터리(unitary) 행렬로 이루어진 프리코딩 과정을 수행한 후, 최적화된 데이터 전송 모드를 결정하는 기법이 활발히 연구되고 있다.

<7> 기존의 다중 사용자 다중 입력 다중 출력 방식에서, 기지국은 자원을 할당한 각 사용자 단말기에 대해 각각의 신호를 다수의 안테나를 통해 각 사용자의 단말기로 전송한다.

<8> 여기에서 프리코딩(Precoding)은 각 사용자 단말기의 신호를 송신 안테나에 맵핑(mapping)하는 역할을 수행하며, 이때 각 송신 안테나에 인가되는 신호는 사용자 단말기 신호의 선형 결합으로 표현되며 이는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$[y_1 \;\; y_2 \;\; \cdots \;\; y_n]^T = \frac{1}{K} P [x_1 \;\; x_2 \;\; \cdots \;\; x_n]^T$$
$$= \frac{1}{K} [p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + \;\; \cdots \;\; + p_K \cdot x_K]^T$$

<9>

<10> 여기에서 y_n은 n번째 송신 안테나(n = 1,2,...,N)에 인가되는 신호이며, x_k은 k번째 사용자의 신호(k = 1,2,...,K)이며, P는 프리코딩 행렬, N은 기지국 송신 안테나의 개수, K는 같은 시간-주파수 자원을 공유하여 신호를 전송받는 사용자의 수이며, T는 트랜스포즈 연산자(transpose operator)이다.

<11> 상기 프리코딩 행렬 P는 K 개의 칼럼 벡터(이하 벡터로 칭한다)p_k로 구성되며, 각각의 벡터는 한 사용자의 신호를 전송하기 위해 이용된다. 상기 <수학식 1>에서, k번째 사용자의 신호는 k번째 벡터 p_k와 곱하여진 뒤 각 송신 안테나로 인가되어 전송된다.

<12> 이때, 동시에 전송되는 사용자 신호의 수 K(이하에서는 이를 '랭크'로 지칭한다.)는 기지국 송신 안테나의 개수보다 작거나 같으며, 프리코딩 행렬 P는 기정의된 코드북의 유니터리 행렬 Ug(g=1,2,..,G, G는 코드북에 정의된 유니터리 행렬의 개수)나, 이 행렬의 일부 벡터를 선택하여 구성된 하위 행렬(sub-matrix)로 표현된다.

<13> 상기와 같은 시스템에서 성능을 높이기 위하여, 일반적으로 기지국은 각 단말기로부터 추정된 채널 품질에 대한 정보를 피드백 받아 각각의 시간-주파수 자원을 사용할 사용자 단말기 그룹을 결정하고, 사용자 단말기들은 할당받은 시간-주파수 자원 및 프리코딩 벡터를 통하여 신호를 전송받는다.

<14> 주어진 시스템에서 채널 품질은 1) 실제 기지국과 단말기 사이의 무선 채널, 2) 단말기 자신의 신호를 전송하기 위해 이용되는 프리코딩 벡터, 3) 자신과 동일 시간-주파수 자원을 공유하는 다른 단말기 신호 전송에 이용되는 프리코딩 벡터의 조합과 관계가 있다(이하에서는 2)의 벡터를 '선호 벡터', 3)의 벡터를 '간섭 벡터'로 지칭한다). 따라서, 사용자 단말기는 이를 고려하여 채널 품질을 추정하고 기지국에 피드백하여야 한다.

<15> 이를 예를 이용하여 설명하면 하기와 같다. 하기<수학식 2>는 4개의 송신 안테나를 구비한 기지국과 1 개의 유니터리 행렬 U로 코드북이 정의된 다중 사용자 다중 입력 다중 출력 시스템에서 사용가능한 프리코딩 행렬을 나열한 것이다.

수학식 2

$$\text{Rank 1}: [u_1] \; [u_2] \; [u_3] \; [u_4]$$
$$\text{Rank 2}: [u_1 \; u_2] \; [u_1 \; u_3] \; [u_1 \; u_4]$$
$$[u_2 \; u_3] \; [u_2 \; u_4] \; [u_3 \; u_4]$$
$$\text{Rank 3}: [u_1 \; u_2 \; u_3] \; [u_1 \; u_2 \; u_4] \; [u_1 \; u_3 \; u_4] \; [u_2 \; u_3 \; u_4]$$
$$\text{Rank 4}: [u_1 \; u_2 \; u_3 \; u_4]$$

<16>

<17> 상기 <수학식 2>에서 u_k(k=1,2,3,4)는 코드북에 정의된 유니터리 행렬의 컬럼 벡터이며, 괄호 내의 u_k의 집합이 프리코딩 행렬을 의미한다.

<18> 이때, 사용자 단말기는 각 프리코딩 행렬에 대해 행렬에 포함된 모든 벡터를 선호 벡터로 나머지 벡터를 간섭 벡터 조합으로 구분하여, 이 구분된 각각에 대해 채널 품질을 추정한다.

<19> 예를 들어, 프리코딩 행렬 [u1 u2 u3]의 경우, 단말기는 선호 벡터가 u1, u2 , u3 인 각각의 경우, (이때 나머지 2개의 벡터는 간섭 벡터 조합으로 간주한다.)에 대해 채널 품질을 추정한다.

<20> 이하에서는 상기와 같이 선호 벡터와 간섭 벡터로 구분한 프리코딩 행렬을 [u1 ‖ u2 u3], [u2 ‖ u1 u3], [u3 ‖ u1 u2]로 표시하며, 이를 '정렬된 프리코딩 행렬'이라 지칭하며, 상기 <수학식 2>에 나열된 프리코딩 행렬은 '정렬하지 않은 프리코딩 행렬'이라고 지칭하되 오해의 소지가 없을 경우 수식어 없이 프리코딩 행렬이라 지칭한다.

<21> 이 경우, 사용자 단말기가 기정의된 정렬된 프리코딩 행렬에 대해 채널 품질을 추정하고 선택하는 과정이 포함된다.

<22> 하지만, 이 경우 단말기가 채널 품질을 추정할 시에 사용한 프리코딩 행렬과 실제 기지국에서 전송할 때에 사용되는 프리코딩 행렬이 일치하지 않을 수도 있다는 문제점이 있다.

<23> 예를 들어, 사용자 단말기가 채널 품질을 추정시, 자신의 선호 벡터가 포함된 프리코딩 행렬의 다른 벡터에 다른 사용자 단말기가 스케쥴이 될 것이라는 가정을 하고 채널 품질을 추정하게 된다.

<24> 하지만, 이 가정이 항상 유효한 것은 아니며, 특히 데이터를 송신 받고자 하는 사용자 단말기의 수가 많지 않으면, 일부 정렬된 프리코딩 행렬에 대해 이를 선택하여 피드백하는 사용자 단말기가 존재하지 않을 확률이 커지며, 따라서 일부 벡터에 대해서 스케쥴이 되지 않을 수도 있는 문제점이 있다. 이를 예를 들어 설명하면 하기와 같다.

<25> 최대 신호 대 잡음비에 의거한 스케쥴러를 사용하는 시스템에서 5개의 사용자 단말기가 있고 각각 다음과 같이 정렬된 프리코딩 행렬과 채널 품질(본 예시에서 채널 품질이 신호 대 잡음비를 의미한다고 가정한다.)을 피드백한 경우를 가정한다.

<26> 사용자 단말기 1: 정렬된 프리코딩 행렬 [u1 ‖ u2 u3 u4], 채널 품질 15dB

<27> 사용자 단말기 2: 정렬된 프리코딩 행렬 [u2 ‖ u1 u3 u4], 채널 품질 5dB

<28> 사용자 단말기 3: 정렬된 프리코딩 행렬 [u1 ‖ u2 u3 u4], 채널 품질 10dB

<29> 사용자 단말기 4: 정렬된 프리코딩 행렬 [u4 ‖ u1 u2 u3], 채널 품질 10dB

<30> 사용자 단말기 5: 정렬된 프리코딩 행렬 [u2 ‖ u1 u3 u4], 채널 품질 10dB

<31> 상기의 예는, 사용자 단말기들이 피드백한 (정렬되지 않은) 프리코딩 행렬은 모두 랭크가 4인 [u1 u2 u3 u4]이며, 이 때 u1, u2, u4를 선호 벡터로 피드백한 사용자 단말기들이 하나 이상 존재하지만, u3를 선호 벡터로 피드백한 사용자가 없는 경우이다.

<32> 이 경우에는 각 사용자 단말기가 피드백한 프리코딩 행렬 [u1 u2 u3 u4]를 이용하여 신호를 전송할 수 없으며, 차선으로 u3를 제외한 [u1 u2 u4]을 프리코딩 행렬로 하여 신호를 전송하여야 한다.

<33> 상기 <수학식 1>을 참조하면 채널 품질을 추정할 때에 비해 각 사용자 신호의 송신 전력은 증가하고 사용자 단말기 간 간섭신호의 양은 감소하였으므로 채널 품질 추정 오차나 채널의 시간적 변화를 무시할 수 있다고 가정한다.

<34> 이 경우, 실제의 채널 품질은 더 좋다고 할 수 있으나, 기지국은 실제 채널보다 낮게 측정된 채널 품질 정보를 이용하여 가변변조-코딩방식을 적용하기 때문에 채널이 수용할 수 있는 데이터의 양에 비해 적은 데이터 양을 보내게 되므로 성능 저하가 발생하는 문제점이 있다.

<35> 즉, 상기의 예와 같이 채널 품질 추정시에 비해 낮은 랭크로 신호를 전송할 경우, 사용 가능한 전송률보다 낮은 전송률로 보내야 하기 때문에 비효율적인 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<36> 본 발명의 목적은 다중사용자 다중안테나 시스템에서 채널 품질 추정을 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

<37> 본 발명의 다른 목적은 다중사용자 다중안테나 시스템의 기지국에서 단말기가 채널 품질 정보를 추정시에 고려하는 프리코딩 행렬의 집합을 복수 설정하고, 이 중 현재 사용자 단말기가 사용할 집합을 지시하는 제어 신호를 단말기에 전송하며, 단말기는 이 집합에 속한 프리코딩 행렬에 대해서만 채널 품질을 계산하고 이 전체 또는 일부를 피드백함으로써, 고정된 프리코딩 행렬의 집합을 사용할 때에 비하여 단말기에서의 채널 품질 추정시와 기지국에서의 실제 전송시에 사용하는 프리코딩 행렬이 달라지는 빈도를 줄임으로써 전체 시스템의 성능을 높일

수 있는 다중 사용자 다중 입출력 장치 및 그 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

<38> 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 다중 입력 다중 출력 시스템에서 다수의 송신 안테나를 구비한 기지국의 채널 품질 추정 방법에 있어서 기 정의된 복수 개의 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합 중 현재 상기 사용자 단말기가 사용할 집합을 결정하는 과정과 결정한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 사용자 단말기로 전송하는 과정과 상기 사용자 단말기가 피드백한 정보를 수신하는 과정과 상기 피드백한 정보에서 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 획득하는 과정과 상기 사용자 단말기에 대한 정렬된 프로코딩 행렬의 색인 및 채널 품질 정보를 기반으로 시간-주파수 자원을 상기 사용자 단말기에 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하는 과정과 상기 사용자 단말기에 할당한 시간-주파수 자원 및 결정된 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 사용자 단말기의 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징을 한다.

<39> 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 다중 입력 다중 출력 시스템에서 단수 또는 다수의 수신 안테나를 구비한 사용자 단말기의 채널 품질 추정 방법에 있어서 기지국이 전송한 제어 신호에서 채널 품질 추정시에 필요한 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 획득하는 과정과 상기 색인에 대한 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합에 속하는 정렬된 프리코딩 행렬에 대하여 채널 품질을 추정하는 과정과 상기 채널 품질을 추정한 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 하나 이상의 색인과 채널 품질 정보를 상기 기지국으로 피드백하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<40> 다중 사용자 다중 입출력 시스템의 사용자 단말기에서의 채널 품질 추정시와 기지국에서의 실제 전송시에 사용하는 프리코딩 행렬이 일치하지 않는 확률을 줄임으로써 전체 시스템의 성능을 향상시키는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<41> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

<42> 이하, 본 발명은 다중사용자 다중안테나 시스템에서 채널 품질 추정을 위한 장치 및 방법에 대해 설명할 것이다.

<43> 특히, 본 발명은 기지국에서 단말기가 채널 품질 정보를 추정할 때의 고려하는 프리코딩 행렬의 집합을 복수 설정하고, 이 중 현재 단말기가 사용할 집합을 지시하는 정보를 제어 신호로서 단말기에 전송하고 단말기는 이에 의거하여 채널 품질을 추정하여 단말기에서의 채널 품질 추정시와 기지국에서의 실제 전송시에 사용하는 프리코딩 행렬이 달라지는 확률을 줄임으로써 전체 시스템의 성능을 높이는 하향 링크에서의 다중 사용자 다중 입출력 장치 및 그 방법을 제안한다.

<44> 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 사용자 다중 입출력 네트워크 구조를 도시한 도면이다.

<45> 상기 도 1을 참조하면, 상기 다중 사용자 다중 입출력 네트워크는 다수의 송신 안테나를 갖춘 기지국(100)과 하나 또는 다수의 수신 안테나를 갖춘 다수의 단말기(150, 160, 170)로 구성된다.

<46> 상기 기지국(100)은, 채널 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 결정하는 채널 품질 추정 조건 결정부(104), 각 단말기로부터 전송된 정렬된 프리코딩 행렬과 그 채널 품질 정보에 대한 피드백 신호를 수신하는 피드백 정보 수신부(101), 단말기로부터 피드백된 프리코딩 행렬 및 그 채널 품질에 대한 정보를 바탕으로 각 시간-주파수 자원을 각 단말기에 할당하고 송신시 사용할 프리코딩 행렬을 결정하는 스케쥴러(102), 상기 스케쥴러(102)에서 결정된 행렬에 속한 벡터를 각 사용자의 데이터 신호에 곱한 프리코딩된 데이터 신호와 상기 채널 품질 추정 조건 결정부(104)에서 결정된 제어 신호를 변조하여 송신하는 송신부(103)를 포함한다.

<47> 상기 단말기들(150, 160, 170)는 상기 기지국(100)으로부터 전송된 데이터 및 제어 신호를 복조하는 수신부(151, 161, 172), 상기 수신부(151, 161, 172)에서 수신한 제어 정보에 포함된 프리코딩 행렬의 집합에 속하는 행렬에 대한 채널 품질 정보를 추정하고 선정하는 채널 품질 정보 추정부(154, 164, 174), 상기 채널 품질 정보 추정부(154, 164, 174)에서 추정한 채널 품질 정보를 피드백하는 피드백 정보 송신부(156, 166, 176)를 포함하

여 구성된다.

<48> 전술한 프리코딩 행렬의 집합은 다양한 기준으로 구성될 수 있으며, 상기 채널 품질 추정 조건 결정부(104)에서 기구성된 프리코딩 행렬의 집합 중에서 어떤 집합을 결정할 지에 대한 기준도 다양하게 존재한다.

<49> 일 예로 프리코딩 행렬의 집합의 구성에 있어서, 이를 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값에 의해 정의할 수 있다. 즉, 4개의 송신 안테나가 구비된 시스템의 경우, 랭크의 상한값이 각각 1, 2, 3, 4인 프리코딩 행렬의 집합 4개를 구성하여, 시스템의 상황에 따라 이 중 하나를 상기 채널 품질 추정 조건 결정부(104)에서 결정하여 이를 제어 신호로 내려주는 방법을 사용할 수 있다.

<50> 기 구성된 프리코딩 행렬의 집합 중에서 채널 품질 추정시에 사용할 집합을 선택함에 있어서, 데이터를 전송받고자 하는 사용자 단말기의 수에 의거하여 사용자 단말기의 수가 많아질수록 원소가 많은 집합을 고르는 방법도 사용할 수 있다.

<51> 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 프리코딩 행렬의 랭크 결정 과정을 도시한 도면이다.

<52> 상기 도 2를 참조하면, 사용자 단말기의 수에 따라 3개의 임계 값(K1, K2, K3)을 설정하고 실제 사용자 단말기의 수와 비교하여 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값(RMAX)을 결정한다.

<53> 만약, 사용자의 수가 K1 보다 작을 경우(210 단계), 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값을 1로 설정하고(215 단계), 사용자의 수가 K2 보다 작을 경우(220 단계), 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값을 2로 설정하고(225 단계), 사용자의 수가 K3 보다 작을 경우(230 단계), 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값을 3으로 설정하고(235 단계), 사용자의 수가 K3 보다 크거나 같을 경우(225 단계), 프리코딩 행렬의 랭크의 상한값을 4로 설정한다(240 단계).

<54> 이를 다시 설명하면, 각각의 임계 값(K1, K2, K3)이 5, 10, 20으로 설정되었고, 실제의 사용자 단말기의 수가 15라고 가정하면 RMAX는 3으로 결정되며, 이를 제어 신호로 단말기에 전송하면 각 단말기는 랭크가 3 이하인 프리코딩 행렬에 대해서만 채널 품질을 추정하고 이의 일부 또는 전체를 해당 정렬된 프리코딩 행렬과 함께 피드백함을 나타낸다.

<55> 상기의 예시는 본 발명의 이해를 돕기 위한 목적으로 상술한 것으로, 본 특허의 범위는 본 예시로 인해 제한을 받지 않는 것으로 보아야 한다.

<56> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 기지국의 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

<57> 상기 도 3을 참조하면, 기지국의 채널 품질 추정 조건 결정부는 채널 품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 결정한다(310 단계),

<58> 이후, 기지국의 송신부는 상기 결정된 프리코딩 행렬의 집합에 대한 색인을 제어 신호의 형태로 변조하고 이를 각 단말기에 전송한다(320 단계).

<59> 이때, 상기 제어 신호는 각 사용자 단말기를 위한 데이터 신호와 같은 시간에 전송될 필요는 없으며, 주기적으로 또는 필요에 따라 비주기적으로 전송될 수 있다.

<60> 이후, 기지국의 피드백 정보 수신부는 각 사용자 단말기로부터 피드백된 정보를 복조하고 이로부터 각 사용자 단말기의 정렬된 프리코딩 행렬의 색인과 그 채널 품질을 계산하여 기지국의 스케쥴러로 제공한다(330 단계).

<61> 이후, 기지국의 스케쥴러는 피드백된 각 사용자 단말기의 정렬된 프리코딩 행렬과 그 채널 품질을 기반으로 하여 시간-주파수 자원을 각 사용자에게 할당하고 신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬을 결정한다(340 단계).

<62> 이후, 기지국의 송신부는 스케쥴러에서 할당된 시간-주파수 자원과 프리코딩 행렬을 이용하여 각 사용자 단말기로 데이터를 변조하여 전송한다(350 단계).

<63> 즉, 상기 사용자 단말기에 할당한 시간-주파수 자원 및 결정된 프리코딩 행렬에 속한 벡터를 사용자 단말기의 데이터 신호에 곱하여 상기 사용자 단말기로 전송한다.

<64> 이후, 본 발명에 따른 알고리즘을 종료한다.

<65> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 사용자 단말기의 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

<66> 상기 도 4를 참조하면, 사용자 단말기의 수신부는 수신한 제어 신호를 복조하고 이로부터 채널 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 획득한다(410 단계).

<67> 이후, 사용자 단말기의 채널 품질 정보 추정부는 제어 신호로부터 획득한 프리코딩 행렬 집합에 포함되는 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 채널 품질을 추정하고, 이 중 하나 이상의 정렬된 프리코딩 행렬과 그 채널 품질을 피드백 정보 송신부에 제공한다(420 단계).

<68> 이후. 사용자 단말기의 피드백 정보 송신부는 상기 채널 품질 정보 추정부로부터 제공된 정렬된 프리코딩 행렬의 색인과 그 채널 품질을 피드백 신호의 형태로 변조하고 이를 기지국으로 전송한다(430 단계).

<69> 이후, 사용자 단말기의 수신부는 기지국이 전송한 데이터를 수신하여 복조한다(440 단계).

<70> 이후, 본 발명에 따른 알고리즘을 종료한다.

<71> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

<72> 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 사용자 다중 입출력 네트워크 구조를 도시한 도면,

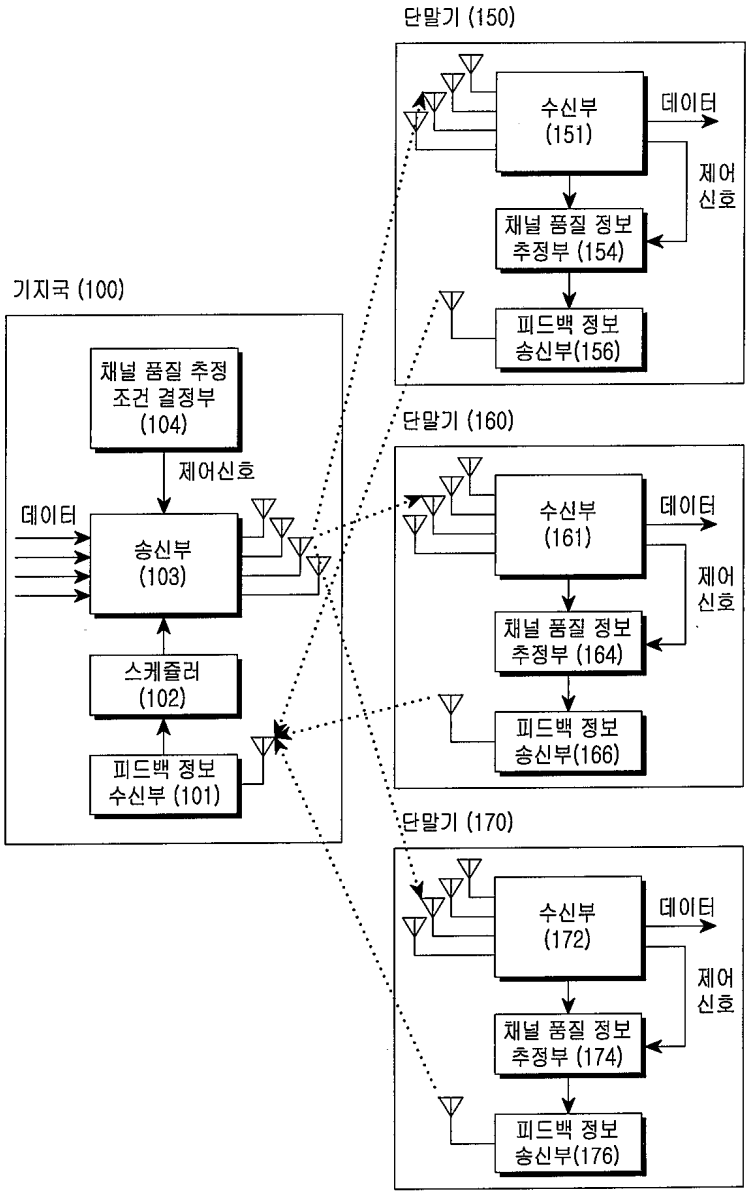
<73> 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 프리코딩 행렬의 랭크 결정 과정을 도시한 도면,

<74> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 기지국의 동작 과정을 도시한 흐름도, 및,

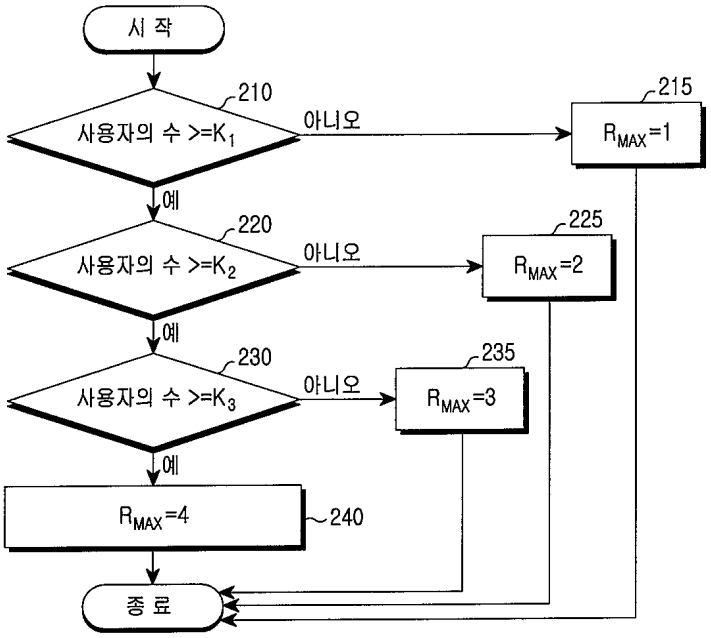
<75> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 사용자 단말기의 동작 과정을 도시한 흐름도.

도면

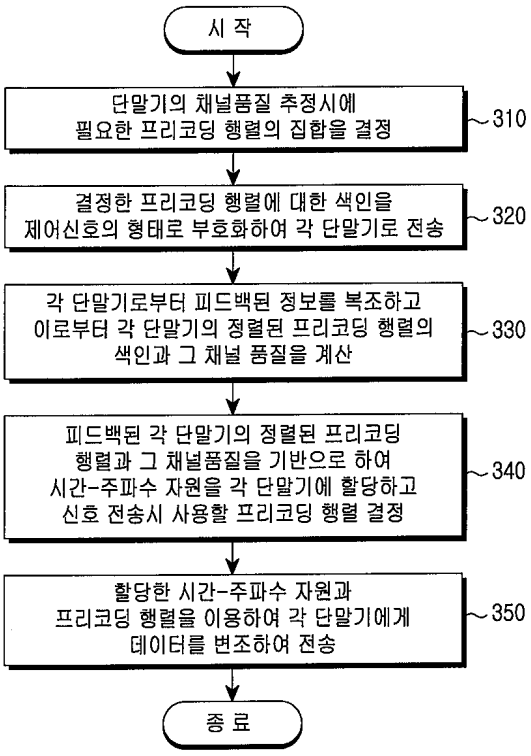
도면1


단말기 (150)
수신부 (151)
데이터
제어 신호
채널 품질 정보 추정부 (154)
피드백 정보 송신부(156)
기지국 (100)
채널 품질 추정 조건 결정부 (104)
제어신호
데이터
송신부 (103)
스케쥴러 (102)
피드백 정보 수신부 (101)
단말기 (160)
수신부 (161)
데이터
제어 신호
채널 품질 정보 추정부 (164)
피드백 정보 송신부(166)
단말기 (170)
수신부 (172)
데이터
제어 신호
채널 품질 정보 추정부 (174)
피드백 정보 송신부(176)

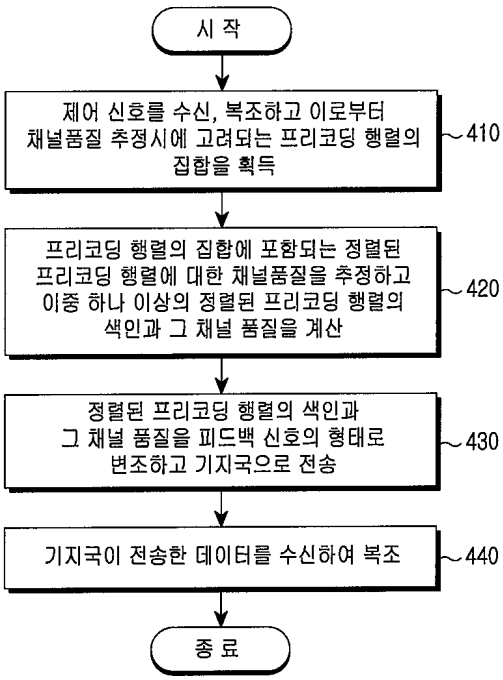
도면2


시 작
210
사용자의 수 >=K1
아니오
215
RMAX=1
예
220
사용자의 수 >=K2
아니오
225
RMAX=2
예
230
사용자의 수 >=K3
아니오
235
RMAX=3
예
RMAX=4
240
종 료

도면3


시 작
단말기의 채널품질 추정시에
필요한 프리코딩 행렬의 집합을 결정
310
결정한 프리코딩 행렬에 대한 색인을
제어신호의 형태로 부호화하여 각 단말기로 전송
320
각 단말기로부터 피드백된 정보를 복조하고
이로부터 각 단말기의 정렬된 프리코딩 행렬의
색인과 그 채널 품질을 계산
330
피드백된 각 단말기의 정렬된 프리코딩
행렬과 그 채널품질을 기반으로 하여
시간-주파수 자원을 각 단말기에 할당하고
신호 전송시 사용할 프리코딩 행렬 결정
340
할당한 시간-주파수 자원과
프리코딩 행렬을 이용하여 각 단말기에게
데이터를 변조하여 전송
350
종 료

도면4


시 작
제어 신호를 수신, 복조하고 이로부터 채널품질 추정시에 고려되는 프리코딩 행렬의 집합을 획득
410
프리코딩 행렬의 집합에 포함되는 정렬된 프리코딩 행렬에 대한 채널품질을 추정하고 이중 하나 이상의 정렬된 프리코딩 행렬의 색인과 그 채널 품질을 계산
420
정렬된 프리코딩 행렬의 색인과 그 채널 품질을 피드백 신호의 형태로 변조하고 기지국으로 전송
430
기지국이 전송한 데이터를 수신하여 복조
440
종 료