



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월18일
(11) 등록번호 10-1430981
(24) 등록일자 2014년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0100077
(22) 출원일자 2008년10월13일
심사청구일자 2013년08월27일
(65) 공개번호 10-2010-0041081
(43) 공개일자 2010년04월22일
(56) 선행기술조사문헌
US20050043031 A1

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
재단법인서울대학교산학협력재단
서울 관악구 관악로 1, (봉천동)
(72) 발명자
손일수
서울특별시 강남구 언주로 332, 109동 1304호 (역삼동, 역삼푸르지오)
이광복
서울특별시 강남구 개포로 409, 현대3차 4-404 (개포동)
(74) 대리인
특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 18 항

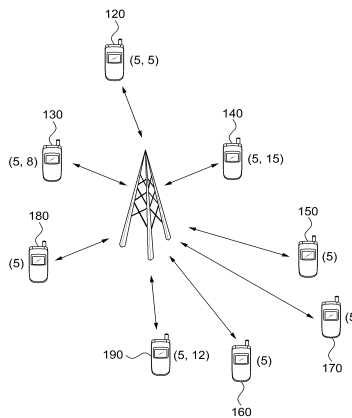
심사관 : 유재천

(54) 발명의 명칭 MIMO 시스템에서 동적 채널 정보 전송 장치 및 방법

(57) 요약

채널 정보 전송 방법이 제공된다. 기지국 장치는 단말기로부터 제1 채널 상태 정보를 수신하고, 제1 채널 상태 정보에 기반하여 수신 단말기를 선택한다. 기지국 장치는 수신 단말기 각각에 대하여 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정한다. 수신 단말기는 제2 양자화 길이에 따라서 제2 채널 상태 정보를 기지국 장치로 전송한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박창순

충청북도 충주시 봉현로 277-1 (교현동)

김성진

경기도 수원시 영통구 청명북로 33, 청명마을 삼성
래미안아파트 437동 1901호 (영통동)

특허청구의 범위

청구항 1

기지국 장치로부터 상기 기지국 장치에 접속된 복수의 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보들을 상기 복수의 단말기로부터 수신하는 제1 채널 상태 정보 수신부;

상기 제1 채널 상태 정보들에 기반하여 상기 복수의 단말기 중에서 데이터를 수신할 수신 단말기들을 선택하는 수신 단말기 선택부;

상기 제1 채널 상태 정보에 기반하여 상기 수신 단말기들에 대한 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정하는 양자화 길이 결정부;

상기 수신 단말기들에 상응하는 제2 양자화 길이를 상기 수신 단말기들로 전송하는 양자화 길이 전송부;

상기 무선 채널에 대하여 상기 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보들을 상기 수신 단말기들로부터 수신하는 제2 채널 상태 정보 수신부; 및

상기 제2 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 전송 안테나를 이용하여 상기 수신 단말기들로 데이터를 전송하는 데이터 전송부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수신 단말기 선택부는,

상기 복수의 전송 안테나의 개수를 고려하여 상기 수신 단말기들의 개수를 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전송부는,

상기 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성하는 가중치 벡터 생성부;

상기 각 전송 안테나를 통해 상기 수신 단말기로 전송될 데이터에 상기 가중치 벡터의 원소를 곱하여 안테나 전송 데이터를 생성하는 전송 데이터 생성부; 및

상기 안테나 전송 데이터를 각 전송 안테나를 통해 상기 수신 단말기들로 전송하는 배열 전송부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 가중치 벡터 생성부는,

상기 제1 채널 상태 정보를 고려하여 상기 가중치 벡터를 생성하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 각각의 전송 안테나를 이용하여 상기 수신 단말기들로 파일럿 신호를 전송하는 파일럿 신호 전송부

를 더 포함하고,

상기 제1 채널 상태 정보 및 상기 제2 채널 상태 정보는 상기 파일럿 신호에 기반하여 생성되는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 채널 상태 정보 및 상기 제2 채널 상태 정보는,

상기 무선 채널에 대한 채널 벡터의 크기 또는 방향 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 양자화 길이 결정부는,

상기 제1 채널 상태 정보 또는 상기 제2 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭, 상기 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, 상기 복수의 단말기들의 개수, 상기 기지국 장치의 송신 전력 및 상기 제1 양자화 길이 중에서 적어도 하나 이상에 기반하여 상기 제2 양자화 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 양자화 길이 결정부는,

상기 수신 단말기들에 대한 인덱스를 포함하는 수신 단말기 목록을 생성하고, 하기 수학적 식 1에 따라서 상기 제2 양자화 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

[수학적 식 1]

$$b_i = \frac{1}{\beta} \log_2 \left\{ \alpha_i \cdot \beta \cdot \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{\beta} \right) \right\}$$

b_i 는 i 번째 수신 단말기에게 대한 제2 양자화 길이이다. α_i 는 하기 수학적 식 2와 같이 결정되고, β 는 하기 수학적 식 3과 같이 결정된다. v 는 하기 수학적 식 4와 같이 결정된다.

[수학적 식 2]

$$\alpha_i = \frac{P}{M} \|h_i\|^2 \cdot 2^{-\frac{\bar{b}}{M-1}}$$

P 는 기지국 장치의 송신 전력, M 은 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, h_i 는 기지국의 전송 안테나로부터 i 번째 수신 단말기까지의 무선 채널 벡터, \bar{b} 제1 양자화 길이이다.

[수학적 식 3]

$$\beta = \frac{1}{M-1}$$

[수학식 4]

$$\mathbf{v} = \left(\left(\frac{2^{\beta(B-K\bar{b})}}{\beta^{|S_n|} \cdot \prod_{i \in S_n} \alpha_i} \right)^{1/|S_n|} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1}$$

B 는 제1 양자화 길이와 제2 양자화 길이의 총합, S_n 은 수신 단말기 목록, K 는 기지국에 접속한 복수의 단말기의 개수이다.

청구항 9

기지국 장치로부터 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 상기 기지국 장치로 전송하는 제1 채널 상태 정보 전송부;

상기 제1 채널 상태 정보에 기반하여 결정된 제2 양자화 길이를 상기 기지국 장치로부터 수신하는 양자화 길이 수신부;

상기 무선 채널에 대하여 상기 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보를 상기 기지국 장치로 전송하는 제2 채널 상태 정보 전송부; 및

상기 기지국 장치로부터 상기 제2 채널 상태 정보에 기반하여 전송되는 데이터를 수신하는 데이터 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제1 채널 상태 정보 및 상기 제2 채널 상태 정보는,

상기 무선 채널에 대한 채널 벡터의 크기 또는 방향 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 11

기지국 장치로부터 상기 기지국 장치에 접속된 복수의 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보들을 상기 복수의 단말기로부터 수신하는 단계;

상기 제1 채널 상태 정보들에 기반하여 상기 복수의 단말기 중에서 데이터를 수신할 수신 단말기들을 선택하는 단계;

상기 제1 채널 상태 정보에 기반하여 상기 수신 단말기들에 대한 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정하는 단계;

상기 수신 단말기들에 상응하는 제2 양자화 길이를 상기 수신 단말기들로 전송하는 단계;

상기 무선 채널에 대하여 상기 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보들을 상기 수신 단말기들로부터

수신하는 단계; 및

상기 제2 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 전송 안테나를 이용하여 상기 수신 단말기들로 데이터를 전송하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 수신 단말기를 선택하는 단계는,

상기 복수의 전송 안테나의 개수를 고려하여 상기 수신 단말기들의 개수를 결정하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 데이터를 전송하는 단계는,

상기 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성하는 단계;

상기 각 전송 안테나를 통해 상기 수신 단말기로 전송될 데이터에 상기 가중치 벡터의 원소를 곱하여 안테나 전송 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 안테나 전송 데이터를 각 전송 안테나를 통해 상기 수신 단말기들로 전송하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 가중치 벡터를 생성하는 단계는,

상기 제1 채널 상태 정보를 고려하여 상기 가중치 벡터를 생성하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정하는 단계는,

상기 제1 채널 상태 정보 또는 상기 제2 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭, 상기 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, 상기 복수의 단말기들의 개수, 상기 기지국 장치의 송신 전력 및 상기 제1 양자화 길이 중에서, 적어도 하나 이상에 기반하여 상기 제2 양자화 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 수신 단말기들에 대한 인덱스를 포함하는 수신 단말기 목록을 생성하는 단계; 및

하기 수학식 5에 따라서 슬랙 변수(slack variable)을 산출하는 단계

를 더 포함하고,

상기 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정하는 단계는,

하기 수학식 8에 따라서 상기 제2 양자화 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

[수학식 5]

$$\mathbf{v} = \left(\left(\frac{2^{\beta(B-K\bar{b})}}{\beta^{|S_n|} \cdot \prod_{i \in S_n} \alpha_i} \right)^{\frac{1}{|S_n|}} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1}$$

B 는 제1 양자화 길이와 제2 양자화 길이의 총합, S_n 은 수신 단말기 목록, K 는 기지국에 접속한 복수의 단말기의 개수, \bar{b} 제1 양자화 길이이다. α_i 는 하기 수학식 6와 같이 결정되고, β 는 하기 수학식 7과 같이 결정된다.

[수학식 6]

$$\alpha_i = \frac{P}{M} \|h_i\|^2 \cdot 2^{-\frac{\bar{b}}{M-1}}$$

P 는 기지국 장치의 송신 전력, M 은 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, h_i 는 기지국의 전송 안테나로부터 i 번째 수신 단말기까지의 무선 채널 벡터이다.

[수학식 7]

$$\beta = \frac{1}{M-1}$$

[수학식 8]

$$b_i = \frac{1}{\beta} \log_2 \left\{ \alpha_i \cdot \beta \cdot \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{\beta} \right) \right\}$$

b_i 는 i번째 수신 단말기에 대한 제2 양자화 길이이다.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 개별적으로 산출한 제2 양자화 길이들 중에서 특정 제2 양자화 길이가 '0'보다 작거나 같은 경우에, 상기 특정 양자화 길이를 '0'으로 결정하는 단계; 및

상기 특정 제2 양자화 길이에 상응하는 수신 단말기는 상기 수신 단말기 목록에서 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 18

제11항 내지 제17항 중에서 어느 한 항의 방법을 수행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명에 따른 실시예들은 무선 채널 정보를 피드백 하는 기술과 관련된 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 송수신 안테나 시스템은 송수신기에 복수개의 안테나가 있는 시스템으로, 일반적으로 각 안테나는 각기 독립적인 정보를 보내게 되며, MIMO 시스템 혹은 SDM(Space Division Multiplexing) 시스템 이라고 불린다. 이는 제한된 주파수 환경에서 고속의 데이터 전송을 가능하게 하기 위해 공간 영역을 활용하는 시스템이다. 현재까지 연구된 결과에 의하면, MIMO 시스템의 채널 용량은 송수신기 주변에 산란체가 많은 환경에서, 단일 송수신 안테나 시스템에 비해 송신 및 수신기 안테나 수 중 최고 값에 해당하는 수에 비례하여 증가하는 것으로 알려져 있다.

[0003] 다중 사용자 MIMO는 각 사용자의 QoS(Quality of Service) 요구사항을 고려하여 여러 사용자가 동시에 통신을 할 수 있도록 스케줄링이 필요하고 시스템의 복잡도가 높다. 최근 다중 사용자 MIMO에서 피드백 신호, 다중사용자 스케줄링과 송수신 최적화 등을 위한 많은 연구가 수행중이다.

[0004] MIMO 시스템에서 종래의 피드백 방식으로는, 수신단에서 획득할 수 있는 스트림별 SINR(Signal to Interference and Noise Ratio)을 모두 알려주는 방법이 있다. 그러나 무선 자원을 낭비한다는 점에서 매우 비효율적이다. 두 번째 종래 방식은 부분 피드백(partial feedback) 방식이다. 부분 피드백 방식에서는 선부화 행렬의 집합인 코드 북(code book) 사이즈가 커짐에 따라, 좀더 정밀한 채널 상태 정보를 피드백 할 수 있다. 그러나, 피드백 정보가 증가하는 문제점이 있다.

발명의 내용

과제 해결수단

[0005] 상기의 목적을 이루고 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 기지국 장치로부터 상기 기지국 장치에 접속된 복수의 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보들을 상기 복수의 단말기로부터 수신하는 제1 채널 상태 정보 수신부, 상기 제1 채널 상태 정보들에 기반하여 상기 복수의 단말기 중에서 데이터를 수신할 수신 단말기들을 선택하는 수신 단말기 선택부, 상기 제1 채널 상태 정보에 기반하여 상기 수신 단말기들에 대한 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정하는 양자화 길이 결정부, 상기 수신 단말기들에 상응하는 제2 양자화 길이를 상기 수신 단말기들로 전송하는 양자화 길이 전송부, 상기 무선 채널에 대하여 상기 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보들을 상기 수신 단말기들로부터 수신하는 제2 채널 상태 정보 수신부 및 상기 제2 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 전송 안테나를 이용하여 상기 수신 단말기들로 데이터를 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치를 제공한다.

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면 기지국 장치로부터 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 상기 기지국 장치로 전송하는 제1 채널 상태 정보 전송부, 상기 제1 채널 상태 정보에 기반하여 결정된 제2 양자화 길이를 상기 기지국 장치로부터 수신하는 양자화 길이 수신부, 상기 무선 채널에 대하여 상기 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보를 상기 기지국 장치로 전송하는 제2 채널 상태 정보 전송부 및 상기 기지국 장치로부터 상기 제2 채널 상태 정보에 기반하여 전송되는 데이터를 수신하는 데이터 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말기가 제공된다.

효 과

[0007] 본 발명에 따르면 채널 정보를 동적으로 할당함으로써, 무선 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

[0008] 본 발명에 따르면 한정된 무선 자원을 이용하여 좀더 정확한 채널 정보를 전송할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법의 개념을 도시한 도면이다. 이하 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 상세히 설명하기로 한다.

[0011] 복수의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)은 기지국 장치(110)로 채널 정보를 전송한다. 채널 정보는 기지국 장치(110)로부터 각각의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)까지의 무선 채널에 대한 정보를 포함한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면 각각의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)은 채널 상태 정보를 양자화하여 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다. 각각의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)은 각 무선 채널에 대한 채널 상태 정보를 제1 양자화 길이로 양자화 하여 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 양자화 길이는 모든 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)에 대하여 동일하게 결정될 수 있다. 제1 양자화 길이로 양자화된 채널 상태 정보를 제1 채널 상태 정보라 하자. 도 1에서는 각 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)에 대하여 모두 5비트의 양자화 길이가 결정된 실시예가 도시되었다.

[0013] MIMO시스템에서는 기지국 장치(110)에 접속된 복수의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)중에서 선택된 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)만이 기지국 장치(110)로부터 데이터를 수신한다. 기지국 장치(110)는 기지국 장치(110)로부터 각각의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)까지의 무선 채널의 상태에 따라서 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)을 선택한다.

[0014] 기지국 장치(110)는 복수의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)로부터 수신한 제1 채널 상태 정보에 기반하여 복수의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)중에서 적어도 하나 이상의 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)을 선택할 수 있다.

[0015] 기지국 장치(110)는 각 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)에 대하여 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정할 수 있다. 즉, 제1 수신 단말기(120)에 대하여 결정된 제2 양자화 길이와 제2 수신 단말기(130)에 대하여 결정된 제2 양자화 길이는 서로 다른 길이일 수 있다. 도 1에 도시된 실시예에서는 제1 수신 단말기(120)에 대하여 5비트, 제2 수신 단말기(130)에 대하여 8비트, 제3 수신 단말기(140)에 대하여 15비트의 양자화 길이가 결정된 실시예가 도시되었다. 제4 수신 단말기(190)에 대해서는 12비트의 양자화 길이가 결정되었다.

- [0016] 기지국 장치(110)는 각 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)에 대하여 제2 양자화 길이를 전송한다. 각 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)은 제2 양자화 길이에 따라서 채널 상태 정보를 양자화할 수 있다. 제2 양자화 길이로 양자화된 채널 상태 정보를 제2 채널 상태 정보라고 하자. 각 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)은 제2 채널 상태 정보를 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다.
- [0017] MIMO 시스템에서 기지국 장치(110)로부터 데이터를 수신할 수 있는 단말기의 개수는 제한되어 있다. 기지국 장치(110)로부터 특정 단말기까지의 채널 상태가 우수하지 않은 경우에, 특정 단말기는 수신 단말기로 선택될 가능성이 매우 낮다. 따라서 모든 단말기가 채널 상태 정보를 기지국 장치(110)로 전송한다면, 이는 무선 자원을 낭비하는 것이다.
- [0018] 또한 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)은 데이터를 수신하기 위하여 무선 채널 정보를 기지국 장치(110)로 전송해야 한다. 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)이 기지국 장치(110)로 전송하는 무선 채널 정보가 정확할수록 기지국 장치(110)는 좀더 효율적으로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0019] 만약 모든 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)이 기지국 장치(110)로 채널 상태 정보를 전송한다면, 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)이 전송하는 채널 상태 정보의 양은 제한된다. 오직 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)만이 채널 상태 정보를 전송한다면 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)은 좀더 많은 양의 채널 상태 정보를 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따르면 기지국 장치(110)에 접속된 각 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)로부터 제1 채널 상태 정보를 수신한다. 도 1에 도시된 실시예에 따르면 기지국 장치(110)는 최대 40비트의 제1 채널 상태 정보들을 수신할 수 있다. 즉, 제1 양자화 길이는 5비트이고, 기지국 장치(110)에 할당된 각 제1 양자화 길이의 총합은 40비트이다. 8개의 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)은 5비트로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 각각 전송한다. 기지국 장치(110)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 4개의 수신 단말기(120, 130, 140, 190)들을 선택한다. 또한 기지국 장치(110)는 각 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)에 대하여 개별적으로 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다. 도 1에 도시된 실시예에서는 각 단말기들에 대하여 5비트, 8비트, 15비트 및 12비트의 제2 양자화 길이가 결정되었다. 기지국 장치(110)에 할당된 제2 양자화 길이의 총합은 40비트이다. 도1의 실시예에 따르면 제1 양자화 길이의 총합과 제2 양자화 길이는 동일하지만, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제1 양자화 길이의 총합과 제2 양자화 길이의 총합은 서로 다를 수 있다. 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)이 전송한 제2 채널 상태 정보는 제1 채널 상태 정보보다 좀더 자세한 정보를 포함한다. 기지국 장치(110)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 효율적으로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0021] 도 1의 실시예에 따르면 제1 양자화 길이와 제2 양자화 길이의 총합은 80비트이다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(110)는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보에 대하여 각각 피드백 대역폭을 할당할 수 있다. 단말기들(120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190)은 제1 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭을 이용하여 제1 채널 상태 정보를 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다. 수신 단말기들(120, 130, 140, 190)은 제2 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭을 이용하여 제2 채널 상태 정보를 기지국 장치(110)로 전송할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(110)는 상기 제1 채널 상태 정보 또는 상기 제2 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭에 기반하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보에 대하여 할당된 피드백 대역폭이 협소한 경우에, 기지국 장치(110)는 제2 양자화 길이의 총합이 작은 값이 되도록 각 수신 단말기(120, 130, 140, 190)에 대하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(110)는 수신 단말기들(120, 130, 140, 190) 중에서 데이터를 수신할 단말기들을 재선택할 수 있다.
- [0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치의 구조를 도시한 블록도이다. 이하 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 기지국 장치의 동작을 상세히 설명하기로 한다. 본 발명에 따른 기지국 장치(200)는 제1 채널 상태 정보 수신부(210), 수신 단말기 선택부(220), 양자화 길이 결정부(230), 양자화 길이 전송부(240) 제2 채널 상태 정보 수신부(250) 및 데이터 전송부(260)를 포함한다.
- [0026] 제1 채널 상태 정보 수신부(210)는 복수의 단말기(270, 280)로부터 제1 채널 상태 정보를 수신한다. 복수의 단말기들(270, 280)은 기지국 장치(200)로부터 복수의 단말기들(270, 280)까지의 무선 채널에 대한 채널 상태 정보를 제1 양자화 길이로 양자화한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 양자화 길이는 복수의 단말기들(270,

280)에 대하여 동일하게 결정될 수 있다.

- [0027] 수신 단말기 선택부(220)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 복수의 단말기(270, 280) 중에서 데이터를 수신할 적어도 하나 이상의 수신 단말기(270)를 선택한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 수신 단말기 선택부(220)는 무선 채널의 상태가 우수한 단말을 수신 단말기(270)로 선택할 수 있다.
- [0028] 양자화 길이 결정부(230)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 수신 단말기들에 대한 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 양자화 길이 결정부(230)는 기지국 장치(200)에 할당된 피드백 대역폭, 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, 기지국 장치에 접속한 복수의 단말기들의 개수, 기지국 장치의 송신 전력 및 제1 양자화 길이 중에서 적어도 하나 이상에 기반하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.
- [0029] 양자화 길이 전송부(240)는 각 수신 단말기(270)들에 대하여 결정된 제2 양자화 길이를 상응하는 수신 단말기들로 전송한다.
- [0030] 제2 채널 상태 정보 수신부(250)는 기지국 장치(200)로부터 각 수신 단말기(270)까지의 무선 채널에 대하여 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보를 수신한다.
- [0031] 데이터 전송부(260)는 제2 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 전송 안테나를 이용하여 수신 단말기들로 데이터를 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 양자화 길이는 제1 양자화 길이보다 더 길도록 결정될 수 있다. 이 경우에, 제2 채널 상태 정보는 제1 채널 상태 정보보다 더 자세한 정보를 포함한다. 데이터 전송부(260)는 무선 채널에 대한 더 자세한 정보에 기반하여 수신 단말기로 데이터를 효율적으로 전송할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따르면 데이터 전송부(260)는 복수의 전송 안테나를 이용하여 복수의 수신 단말기로 데이터를 전송할 수 있다. 만약 수신 단말기의 개수가 전송 안테나의 개수보다 적거나, 전송 안테나의 개수와 같은 경우에는 데이터 전송부(260)는 복수의 수신 단말기로 데이터를 매우 효율적으로 전송할 수 있다. 따라서 수신 단말기 선택부(220)는 복수의 전송 안테나의 개수를 고려하여 수신 단말기들의 개수를 결정할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(200)는 복수의 전송 안테나를 이용하여 수신 단말기들로 파일럿 신호를 전송하는 파일럿 신호 전송부를 더 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 각각의 단말기(270, 280)들은 파일럿 신호에 기반하여 기지국 장치(200)로부터 각 단말기(270, 280)까지의 무선 채널을 추정한다. 즉, 단말기(270, 280)가 전송하는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보는 파일럿 신호 전송부가 전송한 파일럿 신호에 기반하여 생성된다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면 양자화 길이 결정부(230)는 수신 단말기들에 대한 인덱스를 포함하는 수신 단말기 목록을 생성하고 하기 수학식 1에 따라서 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.

[0035] [수학식 1]

$$b_i = \frac{1}{\beta} \log_2 \left\{ \alpha_i \cdot \beta \cdot \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{\beta} \right) \right\}$$

[0036]

[0037] b_i 는 i번째 수신 단말기에게 대한 제2 양자화 길이이다. α_i 는 하기 수학식 2와 같이 결정되고, β 는 하기 수학식 3과 같이 결정된다. v 는 하기 수학식 4와 같이 결정된다.

[0038] [수학식 2]

$$\alpha_i = \frac{P}{M} \|h_i\|^2 \cdot 2^{-\frac{\bar{b}}{M-1}}$$

[0039]

[0040] P 는 기지국 장치의 송신 전력, M 은 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, h_i 는 기지국의 전송 안테나로부터 i 번째 수신 단말기까지의 무선 채널 벡터, \bar{b} 제1 양자화 길이이다.

[0041] [수학식 3]

$$\beta = \frac{1}{M-1}$$

[0042]

[0043] [수학식 4]

$$\mathbf{v} = \left(\left(\frac{2^{\beta(B-K \cdot \bar{b})}}{\beta^{|S_n|} \cdot \prod_{i \in S_n} \alpha_i} \right)^{1/|S_n|} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1}$$

[0044]

[0045] B 는 제1 양자화 길이와 제2 양자화 길이의 총합, S_n 은 수신 단말기 목록, K 는 기지국에 접속한 복수의 단말기의 개수이다. $|S_n|$ 는 S_n 의 크기로서, 수신 단말기 목록에 포함된 수신 단말기의 인덱스의 개수를 의미한다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면 수학식 1에 따라서 결정된 b_i 는 음수일 수 있다. 그러나 b_i 는 제2 양자화 길이로서, b_i 가 음수라면 부적절하다. 이 경우에, 양자화 길이 결정부는 b_i 를 '0'으로 결정하고, b_i 에 상응하는 S_n 을 업데이트 하여 i 번째 수신 단말기를 수신 단말기 목록 S_n 에서 삭제할 수 있다. 이 경우, 수신 단말기

목록 S_n 의 크기를 의미하는 $|S_n|$ 는 '1'만큼 감소한다. 양자화 길이 결정부(230)는 업데이트된 S_n 에 따라 S_n 에 포함된 각 수신 단말기에 대하여 제2 양자화 비트 b_i 를 다시 결정할 수 있다.

[0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 전송부의 구조를 도시한 블록도이다. 이하 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 데이터 전송부의 동작을 상세히 설명하기로 한다. 본 발명에 따른 데이터 전송부(260)는 가중치 벡터 생성부(310), 전송 데이터 생성부(320) 및 배열 전송부(330)를 포함한다.

[0048] 가중치 벡터 생성부(310)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 가중치 벡터 생성부(310)는 제로 포싱(Zero-forcing) 기법 또는 최소 평균 제곱 오차(MMSE: Minimum Mean Square Error)기법에 따라서 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 전송부(260)가 복수의 전송 안테나(340)를 이용하여 데이터를 수신 단말기로 전송하는 경우에, 기지국 장치로부터 각 수신 단말기까지의 무선 채널은 전송 안테나(340)의 개수만큼의 원소를 가지는 벡터 채널이다. 이를 무선 채널 벡터라고 하자. 각 수신 단말기가 전송하는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보도 무선 채널 벡터에 대한 크기 및 방향 정보를 포함할 수 있다. 즉, 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보도 역시 벡터일 수 있다.

[0049] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터에 대한 크기 정보 또는 방향 정보를 포함할 수도 있다.

[0050] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 가중치 벡터 생성부(310)는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 즉, 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 결합하여 무선 채널에 대한 정확한 제3 채널 상태 정보를 생성하고, 제3 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다.

[0051] 전송 데이터 생성부(320)는 복수의 전송 안테나(340)를 통해 수신 단말기로 전송될 각각의 데이터에 상기 가중치 벡터의 원소를 곱하여 안테나 전송 데이터를 생성한다.

[0052] 배열 전송부(330)는 안테나 전송 데이터를 각 전송 안테나(340)를 통해 수신 단말기들로 전송한다.

[0053] 가중치 벡터 생성부(310)가 제로 포싱 기법에 따라서 가중치 벡터를 생성하는 경우에, 배열 전송부는 특정 방향으로 데이터의 전송을 최소화하고, 다른 방향으로 전력을 집중하여 데이터를 전송할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 가중치 벡터 생성부(310)는 복수의 수신 단말기들이 전송한 채널 상태 정보에 기반하여, 제1 수신 단말기의 방향으로 전력을 집중하여 데이터를 전송하고, 제2 수신 단말기의 방향으로 데이터의 전송을 최소화할 수 있다.

[0054] 본 발명의 일 실시예에 따르면 가중치 벡터 생성부(310)는 제1 수신 단말기에 대하여 제2 수신 단말기가 전송한 제2 채널 상태 정보와 직교하는 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 제2 수신 단말기가 전송한 제2 채널 상태 정보와 직교하는 가중치 벡터는 제2 수신 단말기의 방향으로 데이터 전송을 최소화한다. 제1 수신 단말기로 전송되는 데이터가 제2 수신 단말기에 미치는 간섭의 영향이 최소화된다.

[0055] 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보는 기지국 장치로부터 각 수신 단말기까지의 무선 채널의 방향 정보만을 포함할 수 있다. 가중치 벡터 생성부가 무선 채널 벡터의 방향만을 고려하여 가중치 벡터를 생성하는 경우에, 무선 채널 벡터의 크기 정보는 불필요하다. 수신 단말기는 무선 채널 벡터의 방향만을 포함하는 제2 채널 상태 정보를 전송함으로써, 피드백 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터의 크기 정보만을 포함하고, 제2 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터의 방향 정보만을 포함할 수 있다. 수신 단말기 선택부(220)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 채널 상태가 우수한 단말기들을 수신 단말기로 선택하고, 가중치 벡터 생성부(310)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다.

[0057] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 정보를 도시한 도면이다. 이하 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 채널 정보를 상세히 설명하기로 한다.

[0058] 도 4의 가로축(410) 및 세로축(420)은 각각 무선 채널 벡터의 첫 번째 원소와 두 번째 원소를 나타낸다. 즉, 도 4에서는 전송부(260)가 2개의 전송 안테나만을 구비하고, 무선 채널 벡터는 2개의 원소만을 구비한 실시예가 도시되었다.

- [0059] 제1 채널 상태 정보(430)는 무선 채널 벡터에 대한 대략적인 정보만을 포함할 수 있다. 도 4의 실시예에서는 제1 상태 정보는 2비트로 양자화된다. 즉, 제1 양자화 길이는 2비트일 수 있다. 제1 상태 정보는 무선 채널 벡터가 벡터 평면상의 4부분 중에서 어느 부분에 위치하는지에 대한 정보만을 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보(440, 450)는 무선 채널 벡터에 대한 좀더 상세한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 제2 양자화 길이는 제1 양자화 길이보다 길 수 있다. 제2 채널 상태 정보(440, 450)는 무선 채널 벡터에 대한 좀더 상세한 정보를 포함할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보(440, 450)는 제1 채널 상태 정보(430)를 이용하여 무선 채널 벡터에 대한 좀더 상세한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 제1 채널 상태 정보(430)와 무선 채널 벡터의 차이(460, 470)에 대한 정보만을 포함할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 일 실시예에 따르면 각각의 채널 상태 정보(430, 440, 450)는 무선 채널 벡터의 크기 정보(480) 및 방향 정보(490)를 포함할 수 있다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 단계별로 도시한 순서도이다. 이하 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- [0064] 단계(S510)에서는 기지국 장치로부터 기지국 장치에 접속된 복수의 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 복수의 단말기로부터 수신한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치는 복수의 전송 안테나를 구비할 수 있다. 이 경우, 기지국 장치로부터 각 단말기까지의 무선 채널은 기지국의 전송 안테나의 개수만큼의 원소를 가지는 벡터 채널일 수 있다. 제1 채널 상태 정보는 벡터 채널을 제1 양자화 길이로 양자화한 정보이다.
- [0065] 단계(S520)에서는 제1 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 단말기 중에서 데이터를 수신할 수신 단말기들을 선택한다. MIMO 시스템에서는 기지국으로부터 데이터를 수신할 수 있는 단말기의 개수는 제한된다. 기지국 장치는 복수의 단말기 중에서 무선 채널의 상태가 우수한 단말기들을 수신 단말기로 선택하고 선택된 수신 단말기들로 데이터를 전송한다. 무선 채널의 상태는 시간에 따라 변하므로, 수신 단말기로 선택되지 않은 단말기들은 시간이 지나서 무선 채널의 상태가 우수해지면 수신 단말기로 선택될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S520)에서는 기지국의 복수의 전송 안테나의 개수를 고려하여 수신 단말기들의 개수를 결정할 수 있다.
- [0066] 단계(S530)에서 기지국 장치는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 각 수신 단말기들에 대한 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, 복수의 단말기들의 개수, 기지국 장치의 송신 전력 및 제1 양자화 길이에 기반하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S530)는 수신 단말기들에 대한 인덱스를 포함하는 수신 단말기 목록을 생성하는 단계, 수신 단말기 목록에 기반하여 슬랙 변수(slack variable)를 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다. 단계(S530)에서는 슬랙 변수에 기반하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 일 실시예에 따르면 슬랙 변수는 하기 수학식 5에 따라서 결정될 수 있다.

[0069] [수학식 5]

$$\mathbf{v} = \left(\left(\frac{2^{\beta(B-K\bar{b})}}{\beta^{|\mathbf{S}_n|} \cdot \prod_{i \in \mathbf{S}_n} \alpha_i} \right)^{1/|\mathbf{S}_n|} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1}$$

[0070]

[0071] v 는 슬랙 변수이고, B 는 제1 양자화 길이와 제2 양자화 길이의 총합, S_n 은 수신 단말기 목록, K 는 기지국에 접속한 복수의 단말기의 개수, \bar{b} 제1 양자화 길이이다. $|S_n|$ 는 S_n 의 크기로서, 수신 단말기 목록에 포함된 수신 단말기의 인덱스의 개수를 의미한다. 여기서, α_i 는 하기 수학식 6와 같이 결정되고, β 는 하기 수학식 7과 같이 결정된다.

[0072] [수학식 6]

$$\alpha_i = \frac{P}{M} \|h_i\|^2 \cdot 2^{-\frac{\bar{b}}{M-1}}$$

[0073]

[0074] P 는 기지국 장치의 송신 전력, M 은 기지국 장치의 전송 안테나의 개수, h_i 는 기지국의 전송 안테나로부터 i 번째 수신 단말기까지의 무선 채널 벡터이다.

[0075] [수학식 7]

$$\beta = \frac{1}{M-1}$$

[0076]

[0077] 단계(S530)에서는 슬랙 변수에 기반하여 하기 수학식 8에 따라서 각 수신 단말기에 대한 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.

[0078] [수학식 8]

$$b_i = \frac{1}{\beta} \log_2 \left\{ \alpha_i \cdot \beta \cdot \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{\beta} \right) \right\}$$

[0079]

[0080] 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S530)은 개별적으로 산출한 제2 양자화 길이들 중에서 특정 제2 양자화 길이가 '0'보다 작거나 같은 경우에, 상기 특정 양자화 길이를 '0'으로 결정하는 단계 및 상기 특정 제2 양자화 길이에 상응하는 수신 단말기는 상기 수신 단말기 목록에서 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0081] 본 발명의 일 실시예에 따르면 수학적 식 8에 따라서 결정된 b_i 는 음수일 수 있다. b_i 는 제2 양자화 길이로서, b_i 가 음수이거나 '0'과 같다면 부적절하다. 이 경우에 i 번째 수신 단말기에 대하여 개별적으로 산출한 b_i 를 '0'으로 결정하고, i 번째 수신 단말기를 수신 단말기 목록 S_n 에서 삭제할 수 있다. 수신 단말기 목록 S_n 의 크기를 의미하는 $|S_n|$ 는 '1'만큼 감소한다. 단계(S530)에서는 업데이트된 수신 단말기 목록 S_n 에 따라서 S_n 에 포함된 각 수신 단말기에 대하여 제2 양자화 비트 b_i 를 다시 결정할 수 있다.
- [0082] 단계(S540)에서는 본 발명에 따른 기지국 장치는 수신 단말기에 상응하는 제2 양자화 길이를 각 수신 단말기로 전송한다.
- [0083] 단계(S550)에서는 본 발명에 따른 기지국 장치는 기지국 장치로부터 각 수신 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보들을 각 수신 단말기들로부터 수신한다.
- [0084] 단계(S560)에서 기지국 장치는 제2 채널 상태 정보들에 기반하여 복수의 전송 안테나를 이용하여 수신 단말기들로 데이터를 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보는 제1 채널 상태 정보보다 무선 채널에 대한 좀더 자세한 정보를 포함할 수 있다. 단계(S560)에서는 무선 채널에 대한 좀더 자세한 정보에 기반하여 수신 단말기로 데이터를 효율적으로 전송할 수 있다.
- [0085] 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S560)은 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성하는 단계, 각 전송 안테나를 통해 수신 단말기로 전송될 데이터에 가중치 벡터의 각 원소를 곱하여 안테나 전송 데이터를 생성하는 단계 및 안테나 전송 데이터를 각 전송 안테나를 통해 수신 단말기들로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S560)에서는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 제2 양자화 길이는 제1 양자화 길이보다 더 길수 있고, 제2 채널 상태 정보는 제1 채널 상태 정보 보다 무선 채널에 대하여 더 자세한 정보를 포함할 수 있다. 단계(S560)에서는 좀더 자세한 정보를 포함하는 제2 채널 상태 정보를 이용하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 단계(S560)에서는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 즉, 단계(S560)에서는 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 결합하여 무선 채널에 대한 정확한 제3 채널 상태 정보를 생성하고, 제3 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다.
- [0088] 본 발명의 일 실시예에 따르면 가중치 벡터를 생성하는 단계는 제로 포싱 기법 또는 최소 평균 제곱 오차 기법 등을 이용하여 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 만약 제로 포싱 기법을 이용하여 가중치 벡터를 생성한다면, 제1 수신 단말기에 대하여 생성된 가중치 벡터는 제2 수신 단말기가 전송한 제2 채널 상태 정보의 방향과는 직교할 수 있다. 즉, 가중치 벡터를 생성하는 단계는 특정 단말기에 대한 가중치 벡터가 다른 단말기가 전송한 제2 채널 상태 정보들과 직교하도록 가중치 벡터를 생성할 수 있다. 이 경우, 가중치 벡터를 생성하기 위하여 무선 채널 벡터의 크기 보다는 방향 정보가 더 중요하다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터의 방향 정보만을 포함할 수 있다. 제2 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터의 방향 정보만을 포함하므로, 제한된 피드백 대역폭을 효율적으로 이용할 수 있다.
- [0089] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말기의 구조를 도시한 블록도이다. 이하 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 단말기의 동작을 상세히 설명하기로 한다. 본 발명에 따른 단말기(600)는 제1 채널 상태 정보 전송부(610), 양자화 길이 수신부(620), 제2 채널 상태 정보 전송부(630) 및 데이터 수신부(640)를 수신한다.
- [0090] 제1 채널 상태 정보 전송부(610)는 기지국 장치(650)로부터 단말기까지의 무선 채널에 대하여 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 기지국 장치(650)로 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 양자화 길이는 기지국 장치(650)에 접속한 모든 단말기에게 동일하게 결정될 수 있다.

- [0091] 양자화 길이 수신부(620)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 결정된 제2 양자화 길이를 기지국 장치(650)로부터 수신한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제2 양자화 길이는 기지국 장치(650)에 접속한 복수의 수신 단말기에 대하여 개별적으로 결정된 것을 수 있다.
- [0092] 제2 채널 상태 정보 전송부(630)는 무선 채널에 대하여 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보를 기지국 장치(650)로 전송한다. 제1 채널 상태 정보와 제2 채널 상태 정보는 동일한 무선 채널에 대한 정보이나, 제2 채널 상태 정보는 제1 채널 상태 정보 보다 좀더 자세한 정보를 포함할 수 있다. 이 경우, 제2 양자화 길이는 제1 양자화 길이보다 더 큰 값을 가질 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보는 무선 채널에 대한 채널 벡터의 크기 및 방향 정보를 포함할 수 있다.
- [0094] 데이터 수신부(640)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 전송되는 데이터를 수신한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(650)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성하고, 가중치 벡터 및 복수의 전송 안테나를 이용하여 데이터를 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(650)는 데이터를 빔포밍하여 단말기(600)로 전송할 수도 있고, 전송 다이버시티 기법을 이용하여 데이터를 전송할 수도 있다.
- [0095] 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(650)의 가중치 벡터 생성 기법에 따라서 제2 채널 상태 정보는 무선 채널 벡터의 방향 정보만을 포함할 수도 있다.
- [0096] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 단계별로 도시한 순서도이다. 이하 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- [0097] 단계(S730)에서는 기지국 장치(710)는 단말기(720)로 파일럿 신호를 전송할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(710)와 단말기(720)사이에서 약속되어, 단말기(720)가 패턴을 이미 알고 있는 신호라면 모두 파일럿 신호로서 사용될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 단계(S730)에서 기지국 장치(710)는 복수의 전송 안테나를 구비하고, 복수의 전송 안테나 별로 상이한 파일럿 신호를 단말기(720)로 전송할 수 있다.
- [0098] 단계(S731)에서 단말기는 파일럿 신호를 이용하여 기지국 장치(710)로부터 단말기(720)까지의 무선 채널을 추정할 수 있다. 기지국 장치(710)가 복수의 전송 안테나를 이용하면 기지국 장치(710)로부터 단말기(720)까지의 채널은 벡터 채널이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(710)는 복수의 전송 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 전송할 수 있다. 단말기는 복수의 전송 안테나 각각에 상응하는 파일럿 신호를 이용하여 벡터 채널을 추정할 수 있다.
- [0099] 단계(S732)에서 단말기(720)는 제1 양자화 길이로 양자화된 제1 채널 상태 정보를 기지국 장치(710)로 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 제1 양자화 길이는 기지국 장치(710)에 접속한 모든 단말기들에 대하여 동일하게 결정될 수 있다.
- [0100] 단계(S740)에서 기지국 장치(710)는 제1 채널 상태 정보에 기반하여 수신 단말기를 선택한다. MIMO 시스템에서 기지국 장치(710)로부터 효율적으로 데이터를 수신할 수 있는 단말기의 개수는 제한된다. 기지국 장치(710)는 기지국 장치(710)의 전송 안테나의 개수를 고려하여 기지국 장치(710)로부터 데이터를 수신할 수신 단말기를 선택한다. 이하 단말기(720)가 수신 단말기로 선택되었다고 가정한다.
- [0101] 또한 단계(S740)에서 기지국 장치(710)는 각각의 수신 단말기(720)에 대하여 제2 양자화 길이를 개별적으로 결정한다. 즉, 특정 기지국 장치(710)에 접속한 제1 수신 단말기의 제2 양자화 길이와 제2 수신 단말기의 제2 양자화 길이는 상이할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(710)는 기지국 장치(710)의 전송 안테나의 개수, 기지국 장치(710)에 접속한 단말기들의 개수, 기지국 장치의 송신 전력 및 제1 양자화 길이에 기반하여 제2 양자화 길이를 결정할 수 있다.
- [0102] 단계(S741)에서 기지국 장치(710)는 제2 양자화 길이를 수신 단말기(720)로 전송한다.
- [0103] 단계(S742)에서 단말기(720)는 무선 채널을 추정하고, 제2 양자화 길이에 따라서 양자화한다.
- [0104] 단계(S750)에서 단말기는 제2 양자화 길이로 양자화된 제2 채널 상태 정보를 기지국 장치(710)로 전송한다.
- [0105] 단계(S760)에서 기지국 장치(710)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 가중치 벡터를 생성한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 가중치 벡터는 데이터를 빔포밍하기 위하여 이용될 수 있다.
- [0106] 단계(S770)에서 기지국 장치(710)는 제2 채널 상태 정보에 기반하여 수신 단말기(720)로 데이터를 전송한다. 본

발명의 일 실시예에 따르면 기지국 장치(710)는 데이터와 가중치 벡터를 곱하고, 그 결과를 각각의 전송 안테나를 이용하여 수신 단말기(720)로 전송할 수 있다.

[0107] 본 발명의 실시예에 따른 데이터 전송 방법 또는 동적 채널 정보 전송 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다.

[0108] 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 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. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 본 발명에서 설명된 기지국 장치 또는 단말기의 전부 또는 일부가 컴퓨터 프로그램으로 구현된 경우, 상기 컴퓨터 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체도 본 발명에 포함된다.

[0109] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0110] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0111] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법의 개념을 도시한 도면이다.

[0112] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

[0113] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 전송부의 구조를 도시한 블록도이다.

[0114] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 정보를 도시한 도면이다.

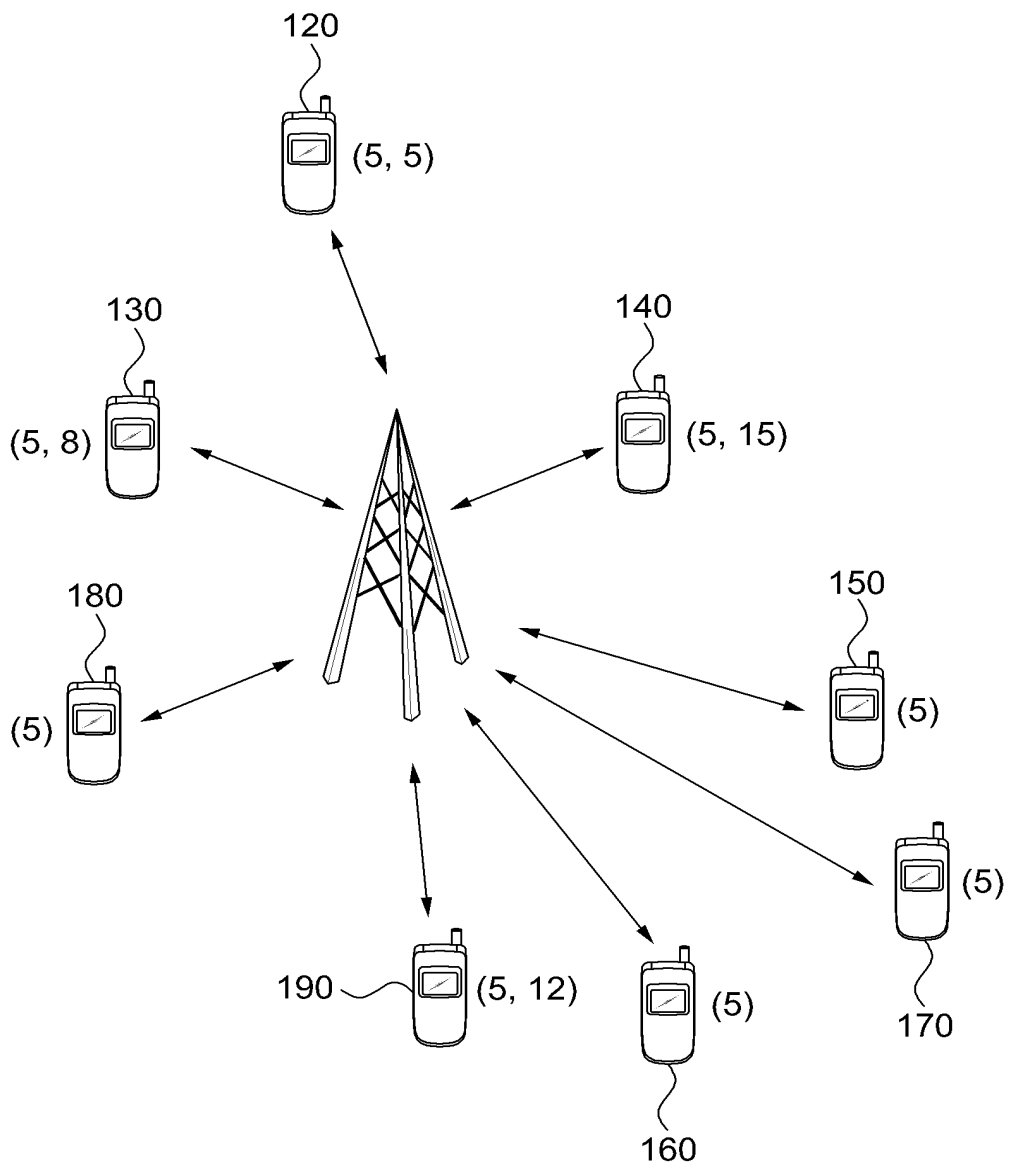
[0115] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 단계별로 도시한 순서도이다.

[0116] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

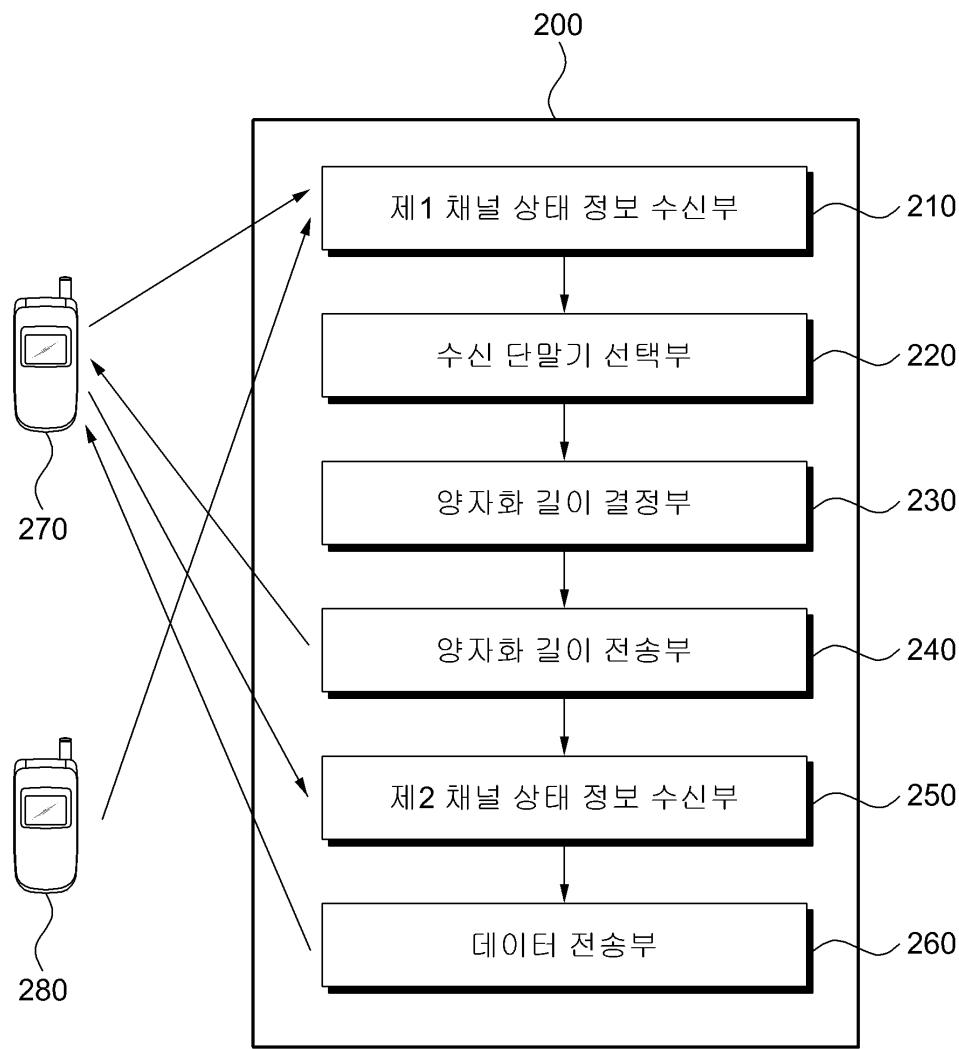
[0117] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 채널 정보 전송 방법을 단계별로 도시한 순서도이다.

도면

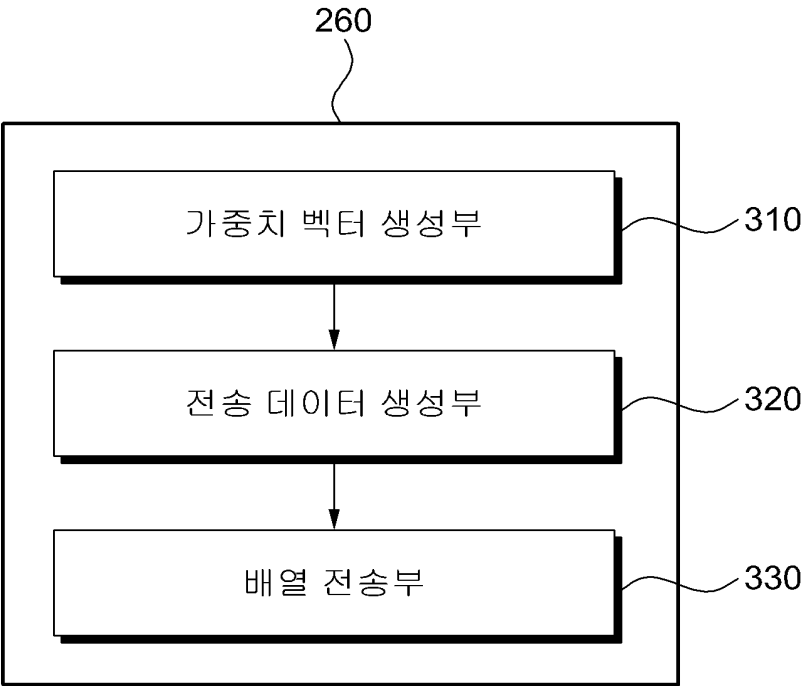
도면1



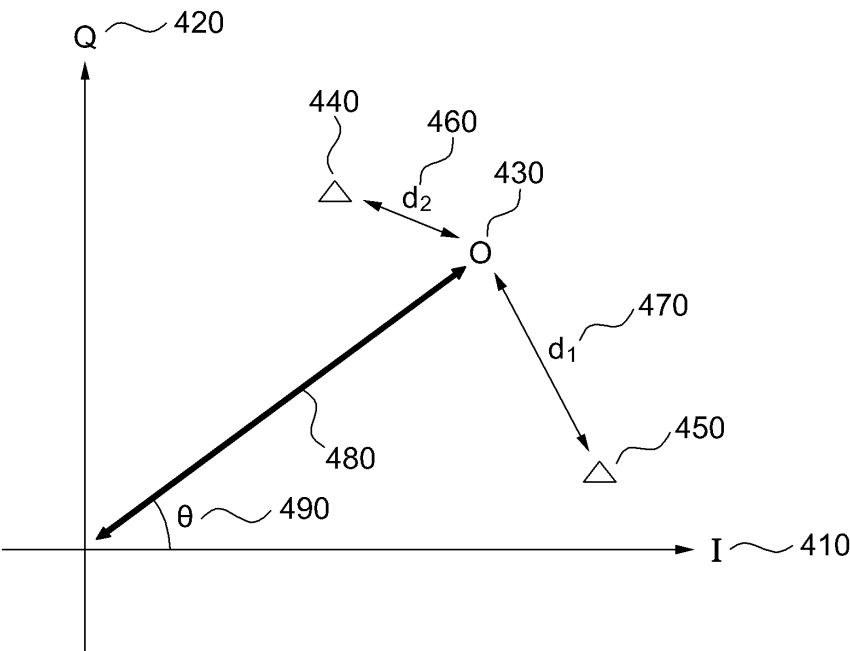
도면2



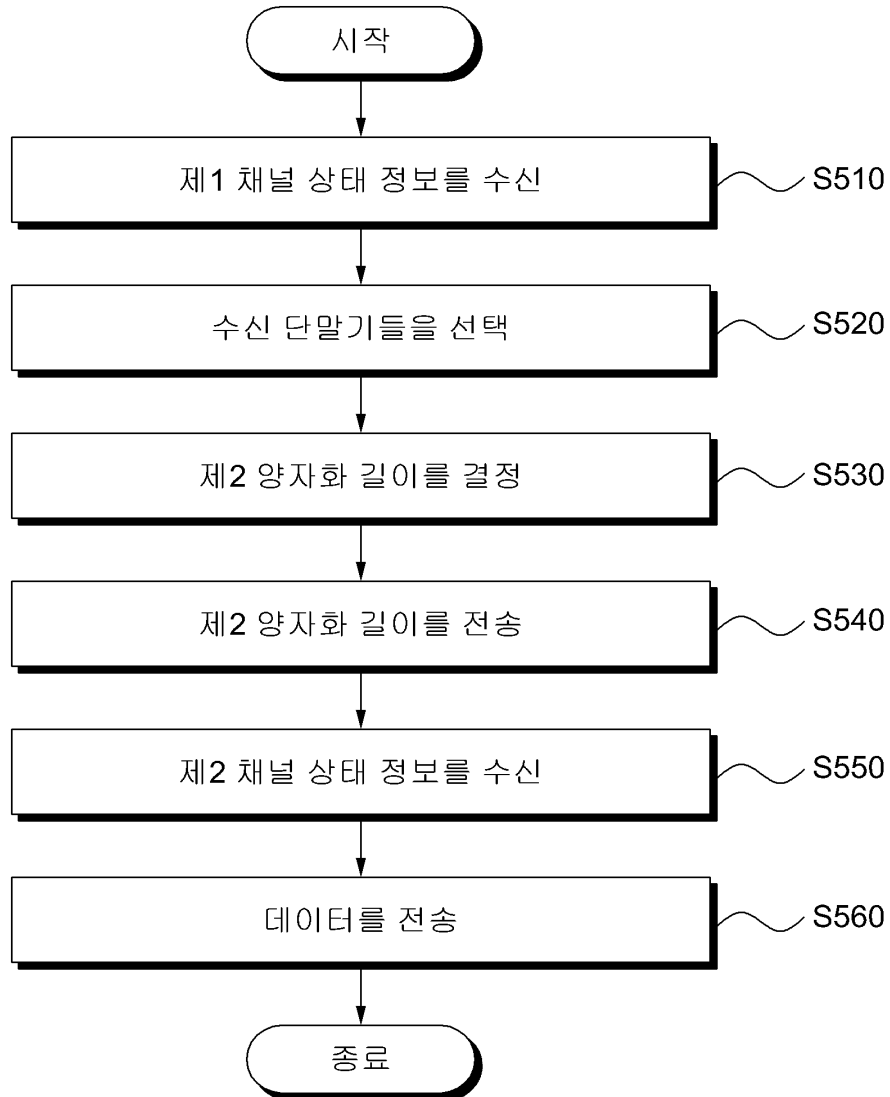
도면3



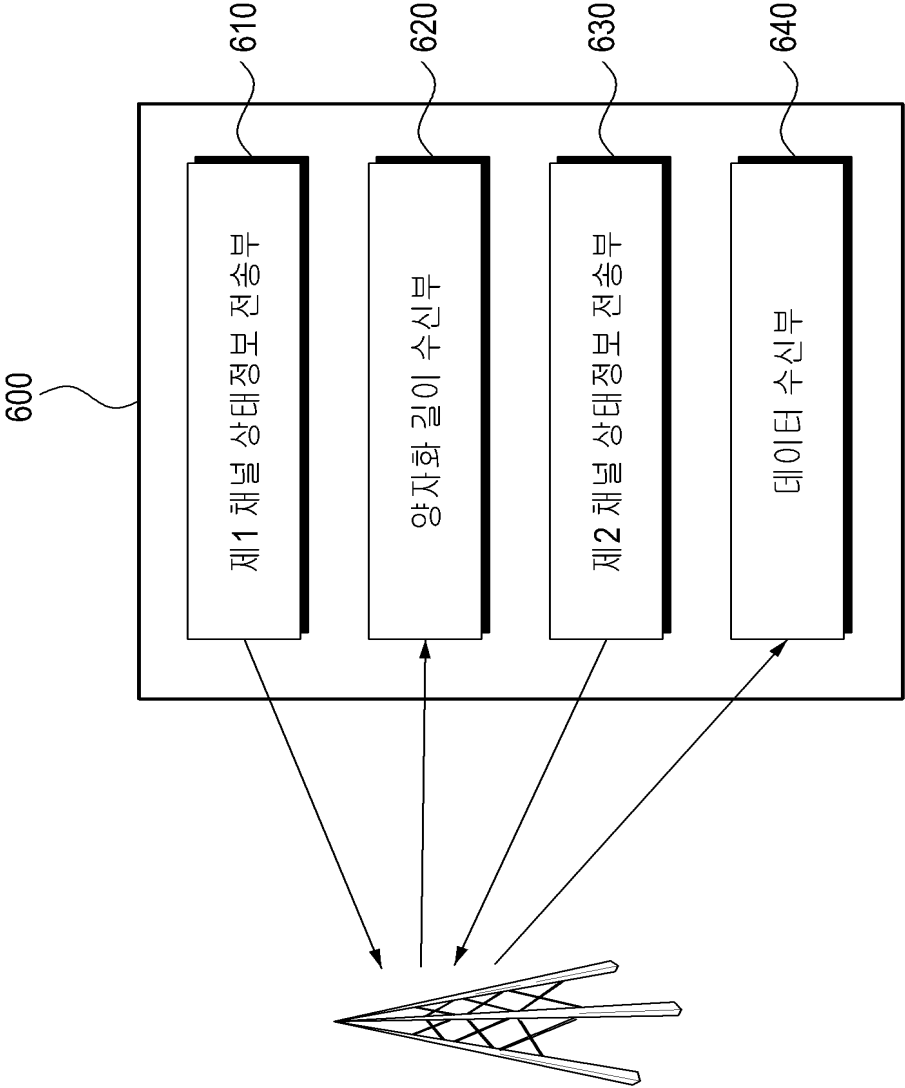
도면4



도면5



도면6



도면7

