



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0036912

(43) 공개일자 2015년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0115927

(22) 출원일자 2013년09월30일

심사청구일자 2013년09월30일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

정방철

경남 통영시 서송정3길 21-18, 101호 (봉평동, 로즈빌)

임한영

대전 유성구 신성남로 95, 신성마을 105호 (신성동)

(74) 대리인

김영재

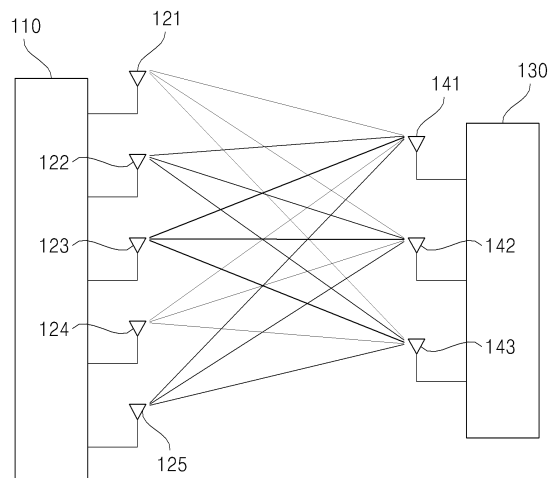
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 공간 변조를 위한 데이터 전송 안테나 선택 장치 및 방법

(57) 요약

복수의 전송 장치 안테나 중에서 전송 안테나를 선택하고, 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 전송하는 통신 시스템이 개시된다. 개시된 통신 시스템은 채널의 용량을 최대화 하기 위하여, 각 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기 및 각 채널 벡터간의 상관도에 기반하여 채널 벡터를 선택하고, 선택된 채널 벡터에 대응되는 전송 장치 안테나를 전송 안테나로 선택할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1575000074

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 방송통신인프라원천기술개발사업

연구과제명 안테나 노드 그룹핑 기반 무간섭 적응빔 접속기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2011.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 전송 장치 안테나를 구비하고, 데이터를 수신 장치로 전송하는 전송 장치에 있어서,

상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나를 이용하여 상기 데이터를 전송하는 전송부

를 포함하는 전송 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송부는 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치로 파일럿 신호를 개별적으로 전송하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 상기 개별적으로 전송된 파일럿 신호에 의하여 추정된 전송 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 전송 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 1을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 전송 장치.

[수학식 1]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

여기서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)이다. N_s

는 선택된 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 선택된 컬럼 벡터로 구성된 부분

채널 행렬이다. H_{ss} 는 하기 수학식 2와 같이 구성될 수 있다.

[수학식 2]

$$H_{ss} = [\overline{h_1}, \overline{h_2}, \dots, \overline{h_{N_s}}]$$

$$\overline{h_n}$$

여기서, $\overline{h_n}$ 는 n번째로 선택된 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터 또는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서 n번째로 선택된 컬럼 벡터를 나타낸다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 전송 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 전송 장치.

청구항 7

복수의 전송 장치 안테나를 구비한 전송 장치로부터 수신 장치 안테나를 이용하여 데이터를 수신하는 수신 장치에 있어서,

상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 상기 데이터를 수신하는 수신부

를 포함하는 수신 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

채널 벡터 추정부

를 더 포함하고,

상기 수신부는 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신하고,

상기 채널 벡터 추정부는 상기 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나까지의 채널 벡터를 추정하고,

상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 추정된 채널 벡터를 이용하여 산출된 수신 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 수신 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 3을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 수신 장치.

[수학식 3]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

여기서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)이다. N_s

는 선택된 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 선택된 컬럼 벡터로 구성된 부분

채널 행렬이다. H_{ss} 는 하기 수학식 4와 같이 구성될 수 있다.

[수학식 4]

$$H_{ss} = [\overline{h_1}, \overline{h_2}, \dots, \overline{h_{N_s}}]$$

여기서, $\overline{h_n}$ 는 n번째로 선택된 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터 또는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서 n번째로 선택된 컬럼 벡터를 나타낸다.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 수신 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 수신 장치.

청구항 13

복수의 전송 장치 안테나를 구비하고, 데이터를 수신 장치로 전송하는 전송 장치의 데이터 전송 방법에 있어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나를 이용하여 상기 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 데이터 전송 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치로 파일럿 신호를 개별적으로 전송하는 단계를 더 포함하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 상기 개별적으로 전송된 파일럿 신호에 의하여 추정된 데이터 전송 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 전송 방법.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 5를 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 전송 방법.

[수학식 5]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

여기서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비이고 N_s 는 선택된 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 선택된 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다. H_{ss} 는 하기 수학식 5와 같이 구성될 수 있다.

[수학식 6]

$$H_{ss} = [\overline{h_1}, \overline{h_2}, \dots, \overline{h_{N_s}}]$$

$$\overline{h_n}$$

여기서, $\overline{h_n}$ 는 n번째로 선택된 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터 또는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서 n번째로 선택된 컬럼 벡터를 나타낸다.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 전송 방법.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 전송 방법.

청구항 19

복수의 전송 장치 안테나를 구비한 전송 장치로부터 수신 장치 안테나를 이용하여 데이터를 수신하는 수신 장치의 데이터 수신 방법에 있어서,

상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 상기 데이터를 수신하는 단계

를 포함하는 데이터 수신 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신하는 단계; 및

상기 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나까지의 채널 벡터를 추정하는 단계

를 더 포함하고,

상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 추정된 채널 벡터를 이용하여 산출된 데이터 수신 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 수신 방법.

청구항 22

제19항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학적 7을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 수신 방법.

[수학적 7]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

여기서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비이고 N_s 는 선택된 컬럼 벡터의

개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 선택된 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다.

H_{ss} 는 하기 수학적 8과 같이 구성될 수 있다.

[수학적 8]

$$H_{ss} = [\overline{h_1}, \overline{h_2}, \dots, \overline{h_{N_s}}]$$

$$\overline{h_n}$$

여기서, $\overline{h_n}$ 는 n번째로 선택된 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터 또는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서 n번째로 선택된 컬럼 벡터를 나타낸다.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 수신 방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택되는 데이터 수신 방법.

청구항 25

제13항 내지 제24항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 하기의 실시예들은 공간 변조 기술에 관한 것으로, 구체적으로는 복수의 전송 안테나들 중에서, 공간 변조 기법을 적용하여 데이터를 전송할 데이터 전송 안테나를 선택하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 안테나 (Multi input multi output) 기술은 단일 안테나 기술에 비교하여 동일한 시간 및 주파수 자원을 사용할 때 더욱 높은 전송 용량을 제공할 수 있다. STC 기술은 다이버시티 이득(diversity gain)을 통하여 전송 용량 증대를 달성할 수 있다. V-BLAST 기반의 기술들은 수신단의 반복적 프로세싱을 통하여 이론적 상한치에 근접하는 높은 전송 용량을 달성할 수 있다.

[0003] 이러한 기술들을 실제 구현하기 위해서는 송수신단 각각에 안테나 수와 일치하는 RF 소자가 필요한데, 안테나의 수가 많은 경우에는 RF 소자의 비용이 매우 커지게 되는 단점이 있다.

[0004] 위의 기술과 비교하여, 송수신 안테나의 수와 관계 없이 단일 RF 소자를 이용하여 구현 가능하며, 비트 오류율 (bit error rate) 측면에서도 좋은 성능을 얻을 수 있는 공간 변조(SM, spatial modulation) 기술이 제안되었다.

[0005] 공간 변조 기술은 송신단의 안테나 수와 콘스텔레이션(constellation) 수를 통하여 송신단의 데이터를 매핑하여 전송하는 기술이다. 데이터를 매핑 과정은 2단계로 구성되어 있는데, 먼저, 송신단의 안테나를 2진수의 값으로 구분하고 데이터를 그 값에 매핑 한다. 이후 이어지는 데이터는 2진수의 값으로 구분된 콘스텔레이션값에 매핑 된다.

[0006] 이렇게 생성된 송신 신호는 다수개의 안테나 중 매핑 된 하나의 안테나에서 매핑을 통하여 결정된 특정한 값을 가지게 된다. 이와 같은 방법은 기존의 일반적인 다중 안테나 기술과 비교하여, 데이터가 직접적으로 안테나에 로딩(loading) 되지 않고, 데이터의 값에서 공간 변조된 결과 값이 전송되는 특징이 있다.

[0007] 한편, 최근의 다중 안테나 기술은 송수신단의 안테나 수가 매우 많은 환경을 고려하고 있다. 그러나, 이 경우 앞서 기술한 공간 변조 기법을 다중 안테나 기술에 접목하는 경우, 안테나 수가 증가함에 따라 성능이 향상되지 않는다. 즉, 송수신 안테나가 많은 경우에 있어서는 모든 안테나를 활용하여 공간 변조를 적용하는 것 보다는 모든 안테나들 중에서 선택된 일부 안테나만을 활용하여 공간 변조를 적용하는 것이 좀더 효과적일 수 있다. 따라서, 안테나가 더욱 많은 환경에서는 송신단에서 다수개의 안테나 중 선택을 통한 안테나 선택 이득을 얻고, 이후 SM을 동작시키는 것이 더욱 좋은 방법이 될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 하기 실시예들의 목적은 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 최적의 전송 안테나를 선택하여 채널 용량을 증가시키는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 예시적 실시예에 따르면, 복수의 전송 장치 안테나를 구비하고, 데이터를 수신 장치로 전송하는 전송 장치에 있

어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나를 이용하여 상기 데이터를 전송하는 전송부를 포함하는 전송 장치가 제공된다.

[0010] 여기서, 상기 전송부는 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치로 파일럿 신호를 개별적으로 전송하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 상기 개별적으로 전송된 파일럿 신호에 의하여 추정될 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 1을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0013] [수학식 1]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

[0014]

[0015] 수학식 1에서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)이다. N_s 는 제어부 또는 수신 장치가 선택하는 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 제어부 또는 수신 장치가 선택한 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다.

[0016] 여기서, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0018] 또 다른 예시적 실시예에 따르면, 복수의 전송 장치 안테나를 구비한 전송 장치로부터 수신 장치 안테나를 이용하여 데이터를 수신하는 수신 장치에 있어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 상기 데이터를 수신하는 수신부를 포함하는 수신 장치가 제공된다.

[0019] 여기서, 채널 벡터 추정부를 더 포함하고, 상기 수신부는 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신하고, 상기 채널 벡터 추정부는 상기 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나까지의 채널 벡터를 추정하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 추정된 채널 벡터를 이용하여 산출될 수 있다.

[0020] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 2을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0022] [수학식 2]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

[0023]

[0024] 수학식 2에서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비이고 N_s 는 제어부 또는 수신 장치가 선택하는 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 제어부 또는 수신 장치가 선택한 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다.

[0025] 여기서, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0026] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0027] 또 다른 예시적 실시예에 따르면, 복수의 전송 장치 안테나를 구비하고, 데이터를 수신 장치로 전송하는 전송 장치의 데이터 전송 방법에 있어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나를 이용하여 상기 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 데이터 전송 방법이 제공된다.

[0028] 여기서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치로 파일럿 신호를 개별적으로 전송하는 단계를 더 포함하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 상기 개별적으로 전송된 파일럿 신호에 의하여 추정될 수 있다.

[0029] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0030] 또한, 상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 3을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0031] [수학식 3]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

[0032]

[0033] 수학식 3에서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비이고 N_s 는 제어부 또는 수신 장치

가 선택하는 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 제어부 또는 수신 장치가 선택한 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다.

[0034] 여기서, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0035] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0036] 또 다른 예시적 실시예에 따르면, 복수의 전송 장치 안테나를 구비한 전송 장치로부터 수신 장치 안테나를 이용하여 데이터를 수신하는 수신 장치의 데이터 수신 방법에 있어서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치까지의 각 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도에 기반하여 상기 전송 장치 안테나들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 전송 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 상기 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 데이터 수신 방법이 제공된다.

[0037] 여기서, 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신하는 단계 및 상기 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 상기 각 전송 장치 안테나로부터 상기 수신 장치 안테나까지의 채널 벡터를 추정하는 단계를 더 포함하고, 상기 채널 벡터의 크기 및 상기 각 채널 벡터들간의 상관도는 추정된 채널 벡터를 이용하여 산출될 수 있다.

[0038] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 크기가 크고, 다른 채널 벡터와의 상관도가 낮은 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0039] 또한, 상기 채널 벡터들 중에서, 하기 수학식 4를 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0040] [수학식 4]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

[0041]

[0042] 수학식 3에서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비이고 N_s 는 제어부 또는 수신 장치가 선택하는 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 제어부 또는 수신 장치가 선택한 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다.

[0043] 여기서, 상기 채널 벡터들 중에서, 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

[0044] 그리고, 상기 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 선택된 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들이 상기 전송 안테나로 선택될 수 있다.

발명의 효과

[0045] 하기의 실시예들에 따르면, 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 최적의 전송 안테나를 선택하여 채널 용량을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 예시적 실시예에 따라 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택하는 개념을 도시한 도면이다.

도 2는 예시적 실시예에 따라서 전송 장치와 수신 장치가 연동하여 전송 안테나를 선택하는 것을 단계별로 설명한 순서도이다.

도 3은 예시적 실시예에 따른 전송 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

도 4는 예시적 실시예에 따른 수신 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

도 5는 예시적 실시예에 따른 데이터 전송 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.

도 6은 예시적 실시예에 따른 데이터 수신 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0048] 도 1은 예시적 실시예에 따라 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택하는 개념을 도시한 도면이다.

[0049] 전송 장치(110)는 복수의 전송 장치 안테나들(121, 122, 123, 124, 125)을 구비할 수 있다. 또한, 수신 장치(130)는 적어도 하나 이상의 수신 장치 안테나들(141, 142, 143)을 구비할 수 있다. 여기서, 전송 장치 안테나들(121, 122, 123, 124, 125)의 개수는 N_t 로 표현될 수 있고, 수신 장치 안테나들(141, 142, 143)의 개수는 N_r 로 표현될 수 있다.

[0050] 도 1과 같이, 전송 장치(110) 또는 수신 장치(130)가 복수의 안테나를 구비한 경우, 전송 장치(110)로부터 수신 장치(130)까지는 $N_t \times N_r$ 개의 무선 채널이 형성된다. 전송 장치(110)는 $N_t \times N_r$ 개의 무선 채널 중에서 우수한 채널을 선택하여 수신 장치(130)로 데이터를 전송할 수 있으므로, 데이터 전송 효율이 향상된다.

[0051] 전송 장치(110)가 N_t 개의 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)를 이용하여 데이터를 전송하고, 수신 장치(130)가 N_r 개의 수신 장치 안테나(141, 142, 143)를 이용하여 데이터를 수신하는 경우, 수신 장치(130)가 수신한 신호는 하기 수학식 1과 같이 표현할 수 있다.

[0052] [수학식 1]

$$Y = HX + N$$

[0053] 여기서, Y 는 수신 장치(130)가 수신한 수신 신호로 구성된 수신 신호 벡터로서, $Y \in C^{N_r \times 1}$ 이다. H 는 전송 장치(110)의 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나(141, 142, 143)까지의 무선 채널로 구성된 채널 행렬로서, $H \in C^{N_r \times N_t}$ 이다. 또한, X 는 전송 장치(110)가 각 전송

장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)로 전송한 데이터로 구성된 데이터 벡터로서, $X \in C^{N_t \times 1}$ 이다. N 는 수신 장치 안테나(141, 142, 143)의 열잡음 성분으로 구성된 잡음 벡터로서, $N \in C^{N_r \times 1}$ 이다. 잡음 벡터의 각 성분은 i.i.d(independent and identically distributed)인 가우시안 분포로 가정할 수 있다.

[0055]

일측에 따르면, 전송 장치(110)는 공간 변조(Spatial Modulation) 기법을 이용하여 데이터를 전송할 수 있다. 공간 변조 기법은 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)의 개수와 콘스텔레이션(constellation) 수를 통하여 데이터를 매핑하여 전송하는 기술이다. 그러나, 도 1과 같이 다수의 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)를 구비한 전송 장치(110)가 공간 변조 기법을 이용하는 경우, 데이터 전송 효율이 더 이상 증가하지 않는 경우가 있다.

[0056]

따라서, 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125) 또는 수신 장치 안테나(141, 142, 143)가 많은 경우에, 전송 장치(110)가 모든 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)를 이용하여 공간 변조를 적용하는 것 보다는 모든 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)들 중에서 선택된 일부 안테나(이하 본 발명에서는 선택된 일부 안테나를 전송 안테나라고 한다.)만을 이용하여 공간 변조를 적용하는 것이 좀더 효과적일 수 있다.

[0057]

일측에 따르면, N_t 개의 전송 장치 안테나(121, 122, 123, 124, 125)들 중에서, N_s 개의 전송 안테나가 선택될 수 있다. 이 경우에, 위에서 설명된 수신 신호는 하기 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0058]

[수학식 2]

[0059]

$$Y_s = H_s X_s + N$$

[0060]

여기서, Y_s 는 N_s 개의 전송 안테나를 이용하여 전송된 데이터를 수신 장치(130)가 수신한 수신 신호로 구성된 수신 신호 벡터로서, $Y_s \in C^{N_r \times 1}$ 이다. H_s 는 전송 안테나로부터 수신 장치 안테나(141, 142, 143)까지의 무선 채널로 구성된 채널 행렬로서, $H_s \in C^{N_r \times N_s}$ 이다. 또한, X_s 는 전송 장치(110)가 전송 안테나로 전송한 데이터로 구성된 데이터 벡터로서, $X \in C^{N_s \times 1}$ 이다. 여기서, 채널 행렬 H_s 의 각 컬럼 벡터는 선택된 전송 안테나에 대응된다.

[0061]

도 1을 참고하면, 복수의 전송 장치 안테나들(121, 122, 123, 124, 125) 중에서 전송 안테나를 선택하고 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 전송하는 경우, 어느 전송 장치 안테나를 전송 안테나로 선택하는지에 따라서 데이터 전송 효율이 크게 달라질 수 있다.

[0062]

도 2는 예시적 실시예에 따라서 전송 장치와 수신 장치가 연동하여 전송 안테나를 선택하는 것을 단계별로 설명한 순서도이다.

[0063]

단계(230)에서, 전송 장치(210)는 복수의 전송 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 수신 장치(220)로 전송할 수 있다. 일측에 따르면, 전송 장치(210)는 각 전송 장치 안테나로부터 파일럿 신호를 개별적으로 전송할 수 있다. 여기서, 개별적으로 전송한다는 의미는, 각 전송 장치 안테나에서 상이한 파일럿 신호를 전송하여 수신 장치가 어느 전송 장치 안테나로부터 수신한 파일럿 신호인지 구분할 수 있도록 하는 것이다. 일측에 따르면, 전송 장치(210)는 특정 파일럿 신호의 위상을 각 전송 장치 안테나에 따라 달리 변조하여 파일럿 신호를 각 전송 장치 안테나에서 개별적으로 전송할 수 있다.

- [0064] 단계(240)에서, 수신 장치(220)는 수신 장치 안테나를 이용하여 각 전송 장치 안테나로부터 파일럿 신호를 개별적으로 수신한다. 수신 장치(220)는 수신한 파일럿 신호를 이용하여 전송 장치 안테나로부터 수신 장치 안테나까지의 채널 벡터를 추정할 수 있다. 추정된 채널 벡터는 수학식 1에서 설명한 H 와 같이, $N_t \times N_r$ 크기의 채널 행렬일 수 있다.
- [0065] 전송 안테나는 단계(240)에서 추정된 채널 벡터 또는 채널 행렬을 이용하여 선택될 수 있다. 이하 추정된 채널 벡터 또는 채널 행렬을 이용하여 전송 안테나를 선택하는 여러 가지 실시예에 대하여 설명한다.
- [0066] 1) 수신 장치가 전송 안테나를 선택하는 실시예(도 2에 도시)
- [0067] 이 실시예에서는 수신 장치(220)가 전송 안테나를 선택한다.
- [0068] 수신 장치(220)는 특정한 전송 장치 안테나들로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응되는 채널 벡터를 추출한다. 일측에 따르면, 채널 행렬의 각 컬럼 벡터들은 특정한 전송 장치 안테나 및 특정한 전송 장치로부터 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응된다.
- [0069] 수신 장치(220)는 각 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다.
- [0070] 단계(250)에서, 수신 장치(220)는 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0071] 단계(260)에서, 수신 장치(220)는 선택된 전송 안테나에 대한 정보를 전송 장치(210)로 피드백할 수 있다.
- [0072] 단계(270)에서, 전송 장치(210)는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치(220)로 전송할 수 있다.
- [0073] 2) 전송 장치가 전송 안테나를 선택하는 실시예-1
- [0074] 이 실시예에서는 전송 장치(210)가 전송 안테나를 선택한다.
- [0075] 수신 장치(220)는 각 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다.
- [0076] 수신 장치(220)는 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 전송 장치(210)로 피드백할 수 있다.
- [0077] 전송 장치(210)는 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0078] 전송 장치(210)는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치(220)로 전송할 수 있다.
- [0079] 3) 전송 장치가 전송 안테나를 선택하는 실시예-2
- [0080] 이 실시예에서는 전송 장치(210)가 전송 안테나를 선택한다.
- [0081] 수신 장치(220)는 추정된 채널 벡터 또는 채널 행렬에 대한 정보를 전송 장치(210)로 피드백할 수 있다.
- [0082] 전송 장치(210)는 각 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다.
- [0083] 전송 장치(210)는 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 전송 안테나를 선택할 수 있다.

- [0084] 전송 장치(210)는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치(220)로 전송할 수 있다.
- [0085] 이하 도 3 내지 도 4에서는 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택하는 실시예에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0086] 도 3은 예시적 실시예에 따른 전송 장치의 구조를 도시한 블록도이다.
- [0087] 예시적 실시예에 따른 전송 장치(300)는 전송부(310), 제어부(340), 수신부(330)를 포함한다.
- [0088] 전송부(310)는 복수의 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)를 이용하여 수신 장치(350)로 파일럿 신호를 개별적으로 전송한다. 여기서, 개별적으로 전송한다는 의미는, 각 전송 장치 안테나에서 상이한 파일럿 신호를 전송하여 수신 장치가 어느 전송 장치 안테나로부터 수신한 파일럿 신호인지 구분할 수 있도록 하는 것이다. 일측에 따르면, 전송부(310)는 특정 파일럿 신호의 위상을 각 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)에 따라 달리 변조하여 파일럿 신호를 각 전송 장치 안테나에서 개별적으로 전송할 수 있다.
- [0089] 개별적으로 전송된 파일럿 신호는 수신 장치(350)에서 수신된다. 수신 장치(350)는 수신된 파일럿 신호를 이용하여 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 무선 채널을 추정한다. 수신 장치(350)는 무선 채널을 추정하여 채널 행렬을 생성할 수 있다. 여기서, 채널 행렬 H 의 크기는 전송 장치 안테나의 개수 N_t 와 수신 장치 안테나의 개수 N_r 를 이용하여 $H \in C^{N_r \times N_t}$ 와 같이 표현될 수 있다.
- [0090] 일측에 따르면, 수신 장치(350)는 생성된 채널 행렬로부터 특정한 전송 장치 안테나들로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응되는 채널 벡터를 추출한다. 또한, 수신 장치는 추출된 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다. 또한 수신 장치(350)는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0091] 다른 측면에 따르면, 수신부(330)는 수신 장치(350)로부터 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 수신할 수 있다. 이 경우에, 제어부(340)는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0092] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 하기의 실시예들 중에서 어느 하나의 기법을 이용하여 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0093] (1) 채널 용량 기반 최적 안테나 선택 기법
- [0094] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)와 수신 장치 안테나 사이의 MIMO 채널의 용량을 최대화하는 최적의 전송 장치 안테나들을 전송 안테나로 선택할 수 있다.
- [0095] 일반적으로 MIMO 채널 용량은 채널 행렬의 컬럼 벡터의 크기가 클 뿐만 아니라 채널 행렬의 컬럼 벡터들 사이의 상관도가 낮을수록 채널 용량이 증가한다. 따라서, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 전체 전송 장치 안테나(321, 322, 323, 324)들 중에서 전송 안테나를 선택하는 경우, 선택한 전송 안테나를 이용하여 형성되는 MIMO 채널의 용량을 가장 크게 하는 전송 장치 안테나들을 전송 안테나로 선택할 수 있다.
- [0096] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 하기 수학식 3을 만족하는 채널 벡터들에 대응하는 전송 장치 안테나들을 전송 안테나로 선택할 수 있다.

[0097] [수학식 3]

$$H_s = \arg \max \left(\log_2 \det \left(I + \frac{\sigma}{N_s} \cdot H_{ss} \cdot H_{ss}^H \right) \right)$$

[0098]

[0099] 수학식 3에서, I 는 단위행렬(identity matrix)이고, σ 는 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)이다. N_s 는 제어부(340) 또는 수신 장치(350)가 선택하는 컬럼 벡터의 개수이다. H_{ss} 는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)가 선택한 컬럼 벡터로 구성된 부분 채널 행렬이다. H_{ss} 는 하기 수학식 4와 같이 구성될 수 있다.

[0100] [수학식 4]

$$H_{ss} = [\overline{h_1}, \overline{h_2}, \dots, \overline{h_{N_s}}]$$

[0101]

$$\overline{h_n}$$

[0102] 여기서, $\overline{h_n}$ 는 n번째로 선택된 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터 또는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서 n번째로 선택된 컬럼 벡터를 나타낸다.

[0103] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 채널 행렬의 컬럼 벡터들 중에서, 임의로 N_s 개의 컬럼 벡터를 선택하고, 선택된 N_s 개의 컬럼 벡터를 이용하여 수학식 4의 부분 채널 행렬을 구성하고, 그 채널 용량을 산출하여 전송 안테나를 선택할 수 있다.

[0104] 채널 행렬은 N_t 개의 컬럼 벡터를 포함하므로, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 최대 $\begin{pmatrix} N_t \\ N_s \end{pmatrix}$ 번의 계산을 수행할 수 있다.

[0105] (2) 복잡도를 줄일 수 있는 준최적 안테나 선택 기법

[0106] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 준최적(sub optimum)의 안테나 선택 기법을 이용하여, 계산의 복잡성을 크게 감소시키면서도 안테나 선택의 성능은 우수하게 유지할 수 있다.

[0107] 이 경우에, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 채널 벡터의 용량이 적은 채널 벡터들이 제외되고, 남은 채널 벡터들에 대응되는 전송 장치 안테나들을 전송 안테나로 선택할 수 있다.

[0108] 구체적으로, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 채널 행렬에서 특정 벡터 채널에 대응되는 컬럼 벡터를 제거한 경우, 남은 채널의 용량을 계산할 수 있다. 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 전체 채널의 용량과 남은 채널의 용량을 비교하여 전체 채널의 용량과 남은 채널의 용량의 차이가 적다면, 해당 컬럼 벡터에 대응하는 전송 장치 안테나를 전송 안테나의 선택에서 제외할 수 있다.

[0109] 즉, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 전체 벡터 채널 중에서 채널 용량에 적은 영향을 미치는 벡터 채널을 형성하는 전송 장치 안테나를 선택에서 제거할 수 있다.

[0110] 예를 들어, N_t 개의 컬럼 벡터 중에서 N_s 개의 컬럼 벡터를 선택하는 경우, $N_t - N_s$ 개의 컬럼 벡터를 제거함으로써, 결과적으로 N_s 개의 전송 안테나를 선택할 수 있다.

[0111] (3) 프로젝션을 이용한 안테나 선택 기법

[0112] 일측에 따르면, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 전송 장치 안테나에 각각 대응되는 채널 벡터의 크기뿐만 아니라 채널 벡터들간의 방향성을 고려하여 N_s 개의 전송 안테나를 선택할 수 있다.

[0113] 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 대응되는 채널 벡터의 크기가 가장 큰 전송 장치 안테나를 첫 번째 전송 안테나로 선택할 수 있다. 이 경우, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 채널 벡터들 중에서 크기가 가장 큰 채널 벡터와의 프로젝션에 기반하여 전송 안테나들을 선택할 수 있다.

[0114] 구체적으로, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 남은 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들을 첫 번째 전송 안테나에 대응되는 채널 벡터의 방향에 직교하도록 프로젝션 시킬 수 있다. 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 프로젝션된 채널 벡터들 중 프로젝션 값이 가장 큰 채널 벡터에 대응하는 전송 장치 안테나를 두 번째 전송 안테나로 선택할 수 있다.

[0115] 이후, 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 남은 전송 장치 안테나에 대응되는 채널 벡터들은 첫 번째 및 두 번째 채널 벡터의 방향에 직교하는 방향으로 프로젝션 시킬 수 있다. 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 프로젝션된 채널 벡터들 중에서, 프로젝션 값이 가장 큰 채널 벡터에 대응하는 전송 장치 안테나를 세 번째 전송 장치 안테나로 선택할 수 있다.

[0116] 제어부(340) 또는 수신 장치(350)는 유사한 방법으로 N_s 개의 전송 안테나를 선택할 수 있다.

[0117] 위에서 설명된 실시예 1 내지 3의 기법을 이용하여 전송 안테나가 선택되면, 전송부(310)는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치(350)로 전송할 수 있다.

[0118] 도 4는 예시적 실시예에 따른 수신 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

- [0119] 예시적 실시예에 따른 수신 장치(400)는 수신부(410), 채널 벡터 추정부(420), 제어부(430) 및 전송부(440)를 포함한다.
- [0120] 수신부(410)는 전송 장치 안테나(471, 472, 473, 474)로부터 수신 장치 안테나(451, 452)를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신할 수 있다.
- [0121] 채널 벡터 추정부(420)는 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 전송 장치 안테나(471, 472, 473, 474)로부터 수신 장치 안테나(451, 452)까지의 채널을 추정한다. 채널 벡터 추정부(420)는 채널 행렬을 생성할 수 있다.
- [0122] 제어부(430)는 생성된 채널 행렬로부터 특정한 전송 장치 안테나들로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응되는 채널 벡터를 추출한다. 또한, 제어부(430)는 추출된 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다. 또한 제어부(430)는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나(471, 472, 473, 474)들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다. 전송 안테나를 선택하는 구성에 대해서는 도 3에서 구체적으로 설명하였으므로, 이하에서는 생략하기로 한다. 전송부(440)는 선택된 전송 안테나에 대한 정보를 전송 장치(460)로 전송할 수 있다.
- [0123] 다른 측면에 따르면, 전송부(440)는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션에 대한 정보를 전송 장치(460)로 전송할 수 있다. 이 경우, 전송 장치(460)는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나(471, 472, 473, 474)들 중에서, 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0124] 도 5는 예시적 실시예에 따른 데이터 전송 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.
- [0125] 단계(510)에서, 전송 장치는 복수의 전송 장치 안테나를 이용하여 수신 장치로 파일럿 신호를 개별적으로 전송한다.
- [0126] 개별적으로 전송된 파일럿 신호는 수신 장치에서 수신된다. 수신 장치는 수신된 파일럿 신호를 이용하여 전송 장치 안테나로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 무선 채널을 추정한다. 수신 장치는 무선 채널을 추정하여 채널 행렬을 생성할 수 있다.
- [0127] 수신 장치는 생성된 채널 행렬로부터 특정한 전송 장치 안테나들로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응되는 채널 벡터를 추출한다. 또한, 수신 장치는 추출된 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다.
- [0128] 단계(520)에서 전송 장치는 수신 장치로부터 피드백 정보를 수신할 수 있다.
- [0129] 일측에 따르면, 수신 장치는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다. 이 경우에, 전송 장치가 수신 장치로부터 수신하는 피드백 정보는 선택된 전송 안테나에 대한 정보일 수 있다.
- [0130] 다른 측면에 따르면, 전송 장치는 수신 장치로부터 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 정보 등을 피드백 정보로 수신할 수 있다. 이 경우에, 전송 장치는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다.
- [0131] 수신 장치 또는 전송 장치가 전송 안테나를 선택하는 구성에 대해서는 도 3에서 구체적으로 설명하였으므로, 이하 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0132] 전송 안테나가 선택되면, 단계(530)에서 전송 장치는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치로 전송할 수 있다.
- [0133] 도 6은 예시적 실시예에 따른 데이터 수신 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.
- [0134] 단계(610)에서, 수신 장치는 전송 장치 안테나로부터 수신 장치 안테나를 이용하여 파일럿 신호를 개별적으로 수신할 수 있다.
- [0135] 단계(620)에서, 수신 장치는 개별적으로 수신한 파일럿 신호를 이용하여 전송 장치 안테나로부터 수신 장치 안

테나까지의 채널을 추정한다. 수신 장치는 채널 행렬을 생성할 수 있다.

[0136] 단계(630)에서, 수신 장치는 생성된 채널 행렬로부터 특정한 전송 장치 안테나들로부터 수신 장치의 수신 장치 안테나까지의 벡터 채널에 대응되는 채널 벡터를 추출한다. 또한, 수신 장치는 추출된 채널 벡터들에 대하여 채널 벡터들의 크기, 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등을 산출할 수 있다.

[0137] 또한, 수신 장치는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션 등에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나들 중에서 전송 안테나를 선택할 수 있다. 전송 안테나를 선택하는 구성에 대해서는 도 3에서 구체적으로 설명하였으므로, 이하에서는 생략하기로 한다.

[0138] 단계(640)에서, 수신 장치는 선택된 전송 안테나에 대한 정보를 전송 장치로 전송할 수 있다.

[0139] 단계(650)에서, 전송 장치는 선택된 전송 안테나를 이용하여 데이터를 수신 장치로 전송하고, 수신 장치는 수신 장치 안테나를 이용하여 데이터를 수신할 수 있다.

[0140] 다른 측면에 따르면, 단계(630)에서, 수신 장치는 전송 안테나를 선택하지 않을 수 있다. 이 경우에, 단계(640)에서 수신 장치는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션에 대한 정보를 전송 장치로 전송할 수 있다. 전송 장치는 각 채널 벡터들간의 상관도, 각 채널 벡터들간의 프로젝션에 기반하여 복수의 전송 장치 안테나들 중에서, 전송 안테나를 선택할 수 있다.

[0141] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0142] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0143] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0144] 110: 전송 장치

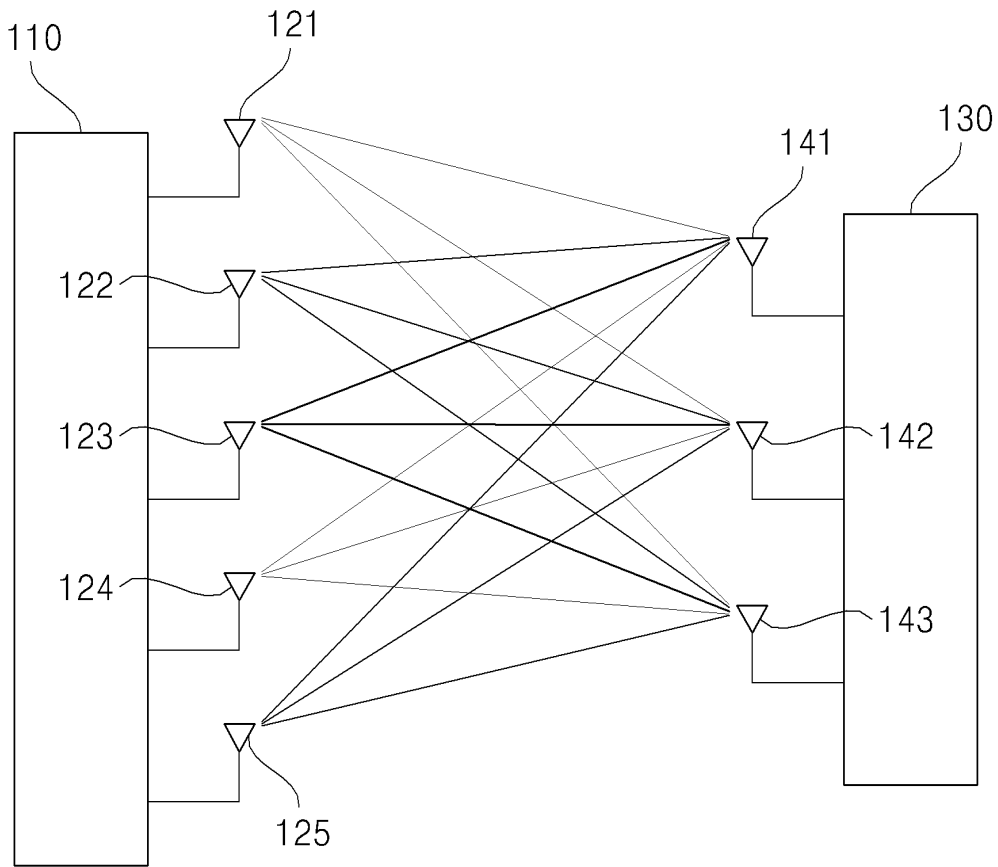
121, 122, 123, 124, 125: 전송 장치 안테나

130: 수신 장치

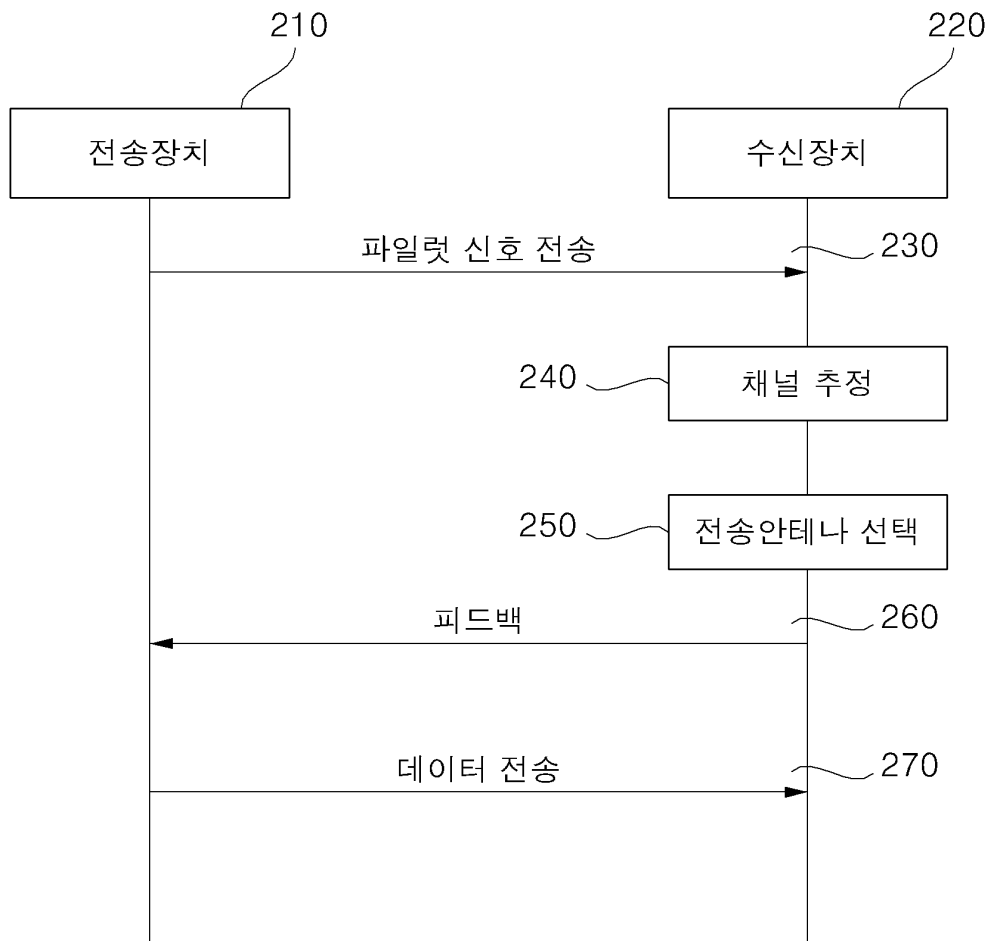
141, 142, 143: 수신 장치 안테나

도면

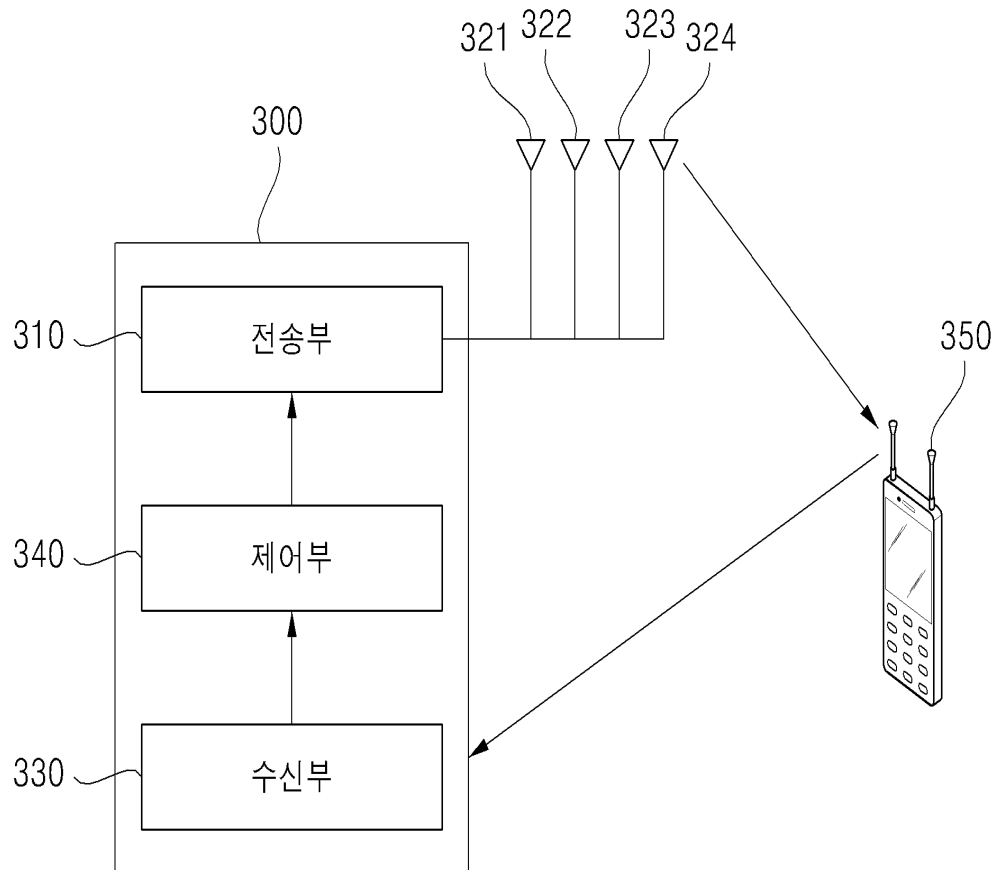
도면1



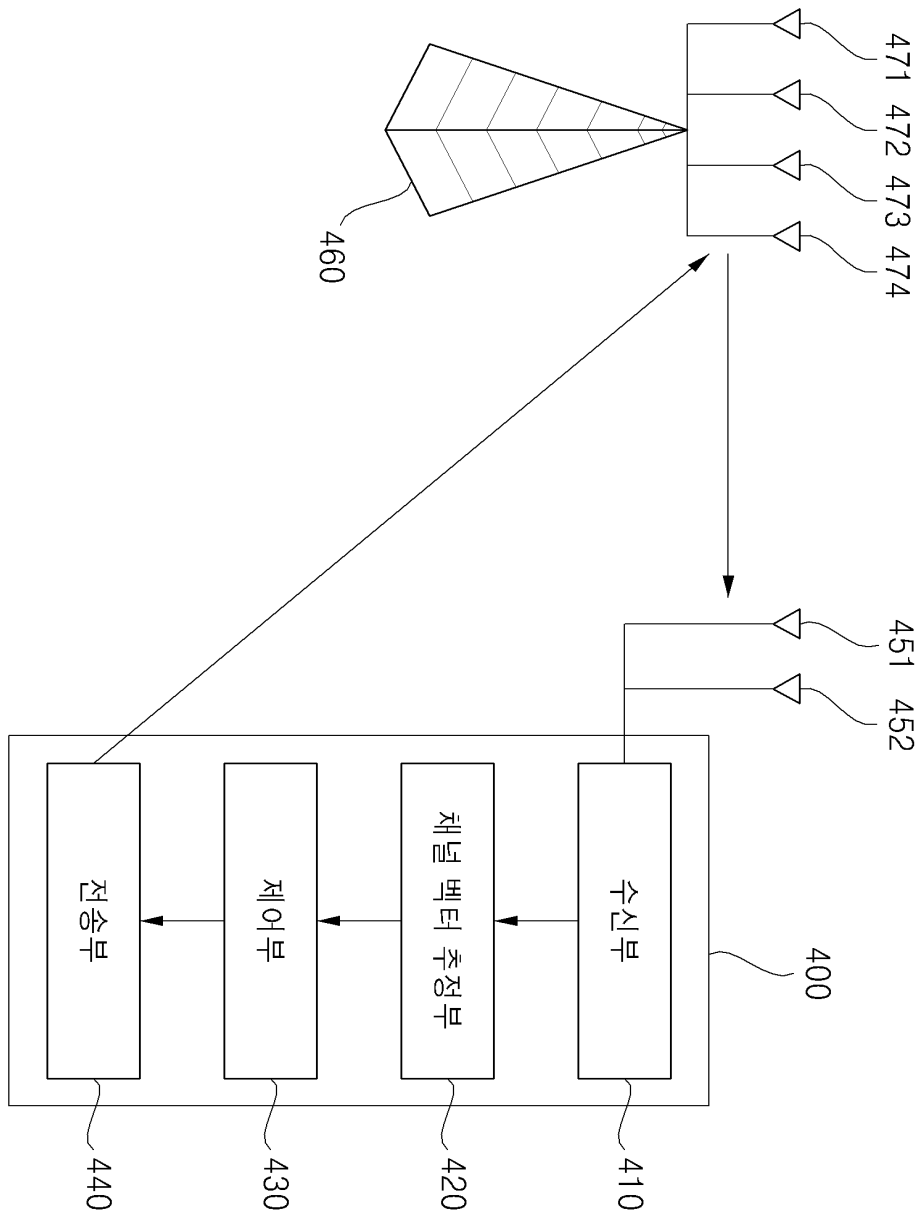
도면2



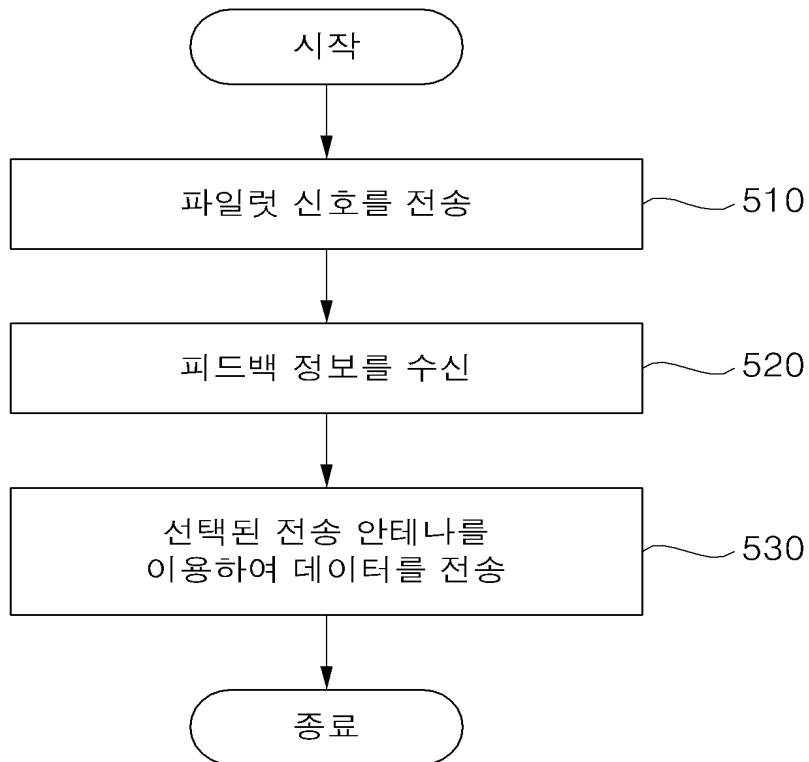
도면3



도면4



도면5



도면6

