



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년03월09일
(11) 등록번호 10-0946930
(24) 등록일자 2010년03월03일

(51) Int. Cl.

H04B 7/00 (2006.01) H04B 7/005 (2006.01)

H04B 1/04 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0072276

(22) 출원일자 2006년07월31일

심사청구일자 2008년01월30일

(65) 공개번호 10-2008-0011822

(43) 공개일자 2008년02월11일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050077217 A

KR1020060052191 A

전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

황인석

서울특별시 송파구 문정1동 66-10번지 402호

이병하

서울특별시 영등포구 신길5동 미성빌라2동 208호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이진주

심사관 : 성경아

(54) 통신 시스템에서 송신 안테나 이득 제어 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 다수의 송신 안테나들을 구비한 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 제어하는 장치에 있어서, 상기 다수의 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 송신 안테나의 최소 잔여 전력을 기준으로 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 결정하는 제어기를 포함하며; 상기 잔여 전력은, 상기 다수의 송신 안테나들 별로 신호를 송신할 때 사용 가능한 최대 전력값과 현재 사용 중인 사용 전력값의 비인 헤드룸으로 나타냄을 특징으로 한다.

대표도

항목 (K=4, P _{BS, MAX} = 20 Watt)		Round-Robin	Proportional Fair
		1 User	16 User
400 제1 방식	P _{ANT, MAX} = 5 Watt	3.8 Mbps (76%)	6.1 Mbps (77%)
	P _{ANT, MAX} = 7 Watt	4.5 Mbps (90%)	7.0 Mbps (89%)
	P _{ANT, MAX} = 10 Watt	5.0 Mbps (100%)	7.8 Mbps (99%)
	P _{ANT, MAX} = 20 Watt	5.0 Mbps (100%)	7.9 Mbps (100%)
410 제2 방식	P _{ANT, MAX} = 5 Watt	4.3 Mbps (86%)	6.5 Mbps (82%)
	P _{ANT, MAX} = 7 Watt	4.9 Mbps (98%)	7.4 Mbps (94%)
	P _{ANT, MAX} = 10 Watt	5.0 Mbps (100%)	7.8 Mbps (99%)

(72) 발명자

윤순영

서울특별시 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 9
동 106호

양장훈

경기도 성남시 분당구 서현동 276-1 한라시그마
1023호

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 송신 안테나들을 구비한 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 제어하는 장치에 있어서,

상기 다수의 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 송신 안테나의 최소 잔여 전력을 기준으로 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 결정하는 제어기를 포함하며;

상기 잔여 전력은, 상기 다수의 송신 안테나들 별로 신호를 송신할 때 사용 가능한 최대 전력값과 현재 사용 중인 사용 전력값의 비인 헤드룸으로 나타냄을 특징으로 하는 다수의 송신 안테나들의 이득 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 송신 안테나의 이득 제어를 위한 가중치와 상기 송신 안테나의 사용 전력 값의 벡터를 곱하여 상기 송신 안테나의 전력 빔 벡터를 계산하고, 상기 전력 빔 벡터에 상응하게 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 결정하는 것을 특징으로 하는 다수의 송신 안테나들의 이득 제어 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 가중치는,

상기 송신 안테나의 헤드룸의 양의 제곱근으로 계산되는 제 1가중치와, 상기 기지국의 최대 허용 송신 전력 대 상기 기지국이 현재 사용하는 송신 전력 비의 양의 제곱근으로 계산되는 제 2 가중치 중 최소값임을 특징으로 하는 다수의 송신 안테나들의 이득 제어 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

다수의 송신 안테나들을 구비한 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 제어하는 방법에 있어서,

상기 다수의 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 송신 안테나의 최소 잔여 전력을 기준으로 상기 다수의 송신 안테나 이득을 결정하는 과정을 포함하며;

상기 잔여 전력은, 상기 다수의 송신 안테나들 별로 신호를 송신할 때 사용 가능한 최대 전력값과 현재 사용중

인 사용 전력 값의 비인 헤드룸으로 나타냄을 특징으로 하는 다수의 송신 안테나들의 이득 제어 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 결정하는 과정은,

상기 송신 안테나의 이득 제어를 위한 가중치와 상기 송신 안테나의 사용 전력 값의 벡터를 곱하여 상기 송신 안테나의 전력 빔 벡터를 계산하는 과정과,

상기 전력 빔 벡터에 상응하게 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 결정하는 과정을 포함하는 다수의 송신 안테나들의 이득 제어 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 가중치는,

상기 송신 안테나의 헤드룸의 양의 제곱근으로 계산하는 제 1가중치와, 상기 기지국의 최대 허용 송신 전력 대 상기 기지국이 현재 사용하는 송신 전력 비를 양의 제곱근으로 계산하는 제 2 가중치 중 최소 값을 특징으로 하는 송신 안테나 이득 제어 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 통신시스템에서 송신 안테나 이득을 제어하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 통신 시스템은 이동 단말기(MS: Mobile Station)들에게 고속의 대용량 데이터 송수신이 가능한 서비스를 제공하기 위한 형태로 발전해 나가고 있다. 이렇게, 고속의 대용량 데이터를 송수신하는 것이 가능하도

[0006]

[0007]

록 하기 위해서는 데이터 레이트(data rate)를 증가시키고 데이터 송수신의 신뢰성을 향상시키는 다양한 방식들이 제안된 바 있으며, 그 중 대표적인 방식이 안테나 다이버시티(antenna diversity) 방식이다. 상기 다중 안테나 다이버시티 방식은 다중 안테나(multiple antenna)를 사용하는 방식으로서, 수신안테나들을 다수로 구비하여 적용하는 수신 안테나 다이버시티 방식과, 송신 안테나들을 다수로 구비하여 적용하는 송신 안테나 다이버시티 방식 및 다수의 송신 안테나들과 다수의 수신안테나들을 구비하여 적용하는 다중 입력 다중 출력(MIMO:Multiple Input Multiple Output, 이하 'MIMO'라 칭하기로 한다)방식으로 분류된다.

[0008] 그런데, 상기 송신 안테나 다이버시티 방식 및 MIMO 방식을 사용할 경우, 즉 다수의 송신 안테나들을 사용할 경우에는 송신 빔 벡터(beam vector)를 어떻게 생성하는지에 따라 그 다이버시티 이득이 상이해진다. 즉, 상기 송신 안테나 다이버시티 방식 및 MIMO 방식을 사용할 경우 송신 빔을 생성하는 것은 상기 송신 안테나 다이버시티 방식 및 MIMO 방식의 성능에 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용하게 된다. 여기서, 상기 송신 빔 벡터라 함은 상기 다수의 송신 안테나들 각각에 대한 송신 안테나 이득의 집합을 나타내며, 상기 송신 안테나들의 개수가 M 일 경우 상기 송신 빔 벡터는 M개의 엘리먼트(element)들을 포함한다.

[0009] 따라서, 다수의 송신 안테나들을 사용함에 있어 다이버시티 이득을 최대화시키도록 송신 빔 벡터를 생성하는 방안, 즉 송신 안테나 이득을 제어하는 방안에 대한 필요성이 대두되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0010] 따라서, 본 발명의 목적은 통신 시스템에서 송신 안테나 이득을 제어하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 통신 시스템에서 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 안테나를 기준으로 송신 안테나들의 이득을 제어하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0012] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 창안된 본 발명의 실시 예에 따른 장치는, 다수의 송신 안테나들을 구비한 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 제어하는 장치에 있어서, 상기 다수의 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 송신 안테나의 최소 잔여 전력을 기준으로 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 결정하는 제어기를 포함하며; 상기 잔여 전력은, 상기 다수의 송신 안테나들 별로 신호를 송신할 때 사용 가능한 최대 전력값과 현재 사용 중인 사용 전력값의 비인 헤드룸으로 나타냄을 특징으로 한다.

[0013] 삭제

[0014] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 방법은, 다수의 송신 안테나들을 구비한 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 상기 다수의 송신 안테나들의 이득을 제어하는 방법에 있어서, 상기 다수의 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 잔여 전력이 최소인 송신 안테나의 최소 잔여 전력을 기준으로 상기 다수의 송신 안테나 이득을 결정하는 과정을 포함하며; 상기 잔여 전력은, 상기 다수의 송신 안테나들 별로 신호를 송신할 때 사용 가능한 최대 전력값과 현재 사용중인 사용 전력 값의 비인 헤드룸으로 나타냄을 특징으로 한다.

[0015] 삭제

발명의 구성 및 작용

[0016] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세히 설명한다. 도면상에 표시된 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호로 나타내었으며, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0017] 본 발명은 통신 시스템에서 송신 안테나 이득을 제어하는 장치 및 방법을 제안한다. 이하, 설명의 편의상 직교 주파수 분할 다중화(OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing,이하 'OFDM'이라 칭하기로 한다) 통신 시스템을 상기 통신 시스템의 일 예로 하여 송신 안테나 이득 제어 장치 및 방법에 대해서 설명하기로 하며, 본

발명에서 제안하는 송신 안테나 이득 제어 장치 및 방법은 상기 OFDM 통신 시스템 뿐만 아니라 다른 통신 시스템들에도 적용 가능함은 물론이다.

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다수의, 일 예로 K개의 송신 안테나들을 사용하는 통신 시스템의 신호 송신 장치 구조를 도시한 도면이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 상기 신호 송신 장치, 일 예로 기지국은 채널부호기(105)와, 성상도 생성기(110)와, 시공간 사상기(115)와, 부채널 할당기(125)와, 제어기(170)와, K개의 직렬/병렬 변환기(serial to parallel converter)들(120-1~120-K)과, K개의 역고속 푸리에 변환(IFFT:Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로 한다)기들(130-1~130-K)과, K개의 병렬/직렬 변환기(parallel to serial converter)들(135-1~135-K)과, K개의 보호 구간 삽입기(guard interval inserter)(140-1~140-K)들과, 디지털/아날로그 변환기(digital to analog converter)들(145-1~145-K)과, 무선 주파수(IF(intermediate frequency)/RF(Radio Frequency), 이하 "IF/RF"라 칭하기로 한다)처리기(processor)(150-1~150-K)와 전력증폭기(Power Amplifier, 이하 'power AMP'라 칭하기로 한다)들(155-1~155-K)과, K개의 송신 안테나들(160-1~160-K)을 포함한다.
- [0020] 먼저, 전송하고자 하는 정보 데이터 비트들(information data bits)이 발생하면, 상기 정보 데이터 비트들은 상기 채널 부호기(105)로 입력된다. 상기 채널부호기(105)는 상기 제어기(170)의 제어에 따라 결정되는 채널 부호화 방식을 사용하여 상기 정보 데이터 비트들을 채널 부호화한 후 상기 성상도 생성기(110)로 출력한다. 상기 제어기(170)가 상기 채널 부호기(105)의 채널 부호화 방식을 결정하는 동작에 대해서는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 설명을 생략하기로 한다. 상기 성상도 생성기(110)는 상기 채널 부호기(105)에서 출력된 신호를 입력하여 상기 제어기(170)의 제어에 따라 미리 결정되는 있는 변조 방식으로 변조한 후, 상기 시공간 사상기(115)로 출력한다. 상기 제어기(170)가 상기 성상도 생성기(110)의 변조 방식을 결정하는 동작에 대해서는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 구체적인 설명을 생략하기로 한다.
- [0021] 상기 시공간 사상기(115)는 상기 제어기(170)의 제어에 따라 상기 성상도 생성기(110)에서 출력한 신호를 시공간 사상하여 상기 성상도 생성기(110)에서 출력한 신호 자체를 상기 K개의 직렬/병렬 변환기들(120-1~120-K) 각각으로 동일하게 출력한다. 이하, K개의 상기 직렬/병렬 변환기들(120-1~120-K) 이후의 동작은 거의 유사하므로 상기 직렬/병렬 변환기(120-1)의 패스(path)를 일례로 하여 설명하기로 한다.
- [0022] 상기 직렬/병렬 변환기(120-1)는 상기 시공간 사상기(115)에서 출력한 신호를 입력하여 병렬 변환한 후 상기 IFFT기(130-1)로 출력한다. 상기 IFFT기(130-1)는 상기 부채널 할당기(125)의 부채널 할당 결과에 상응하게 상기 직렬/병렬 변환기(120-1)에서 출력한 신호를 해당 부반송파에 매핑시킨 후, IFFT를 수행하여 상기 병렬/직렬 변환기(135-1)로 출력한다. 상기 부채널 할당기(125)는 상기 제어기(170)의 제어에 따라 부채널을 할당하며, 상기 제어기(170)가 상기 부채널 할당기(125)의 부채널 할당을 제어하는 동작에 대해서는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 구체적인 설명을 생략하기로 한다.
- [0023] 상기 병렬/직렬 변환기(parallel to serial converter)(135-1)는 상기 IFFT기(130-1)에서 출력한 신호를 입력하여 직렬 변환한 후, 상기 보호 구간 삽입기(140-1)로 출력한다. 상기 보호 구간 삽입기(140-1)는 상기 병렬/직렬 변환기(135-1)에서 출력한 신호를 입력하여 보호 구간 신호를 삽입한 후 상기 디지털/아날로그 변환기(145-1)로 출력한다. 상기 보호 구간은 시간 영역의 OFDM 심벌의 마지막 일정 샘플(sample)들을 복사하여 유효 OFDM 심벌에 삽입하는 형태의 사이클릭 프리픽스(Cyclic Prefix, 이하 'CP'라 칭하기로 한다) 방식이나 혹은 시간 영역의 OFDM 심벌의 처음 일정 샘플들을 복사하여 유효 OFDM 심벌에 삽입하는 CP 방식으로 삽입된다. 상기 디지털/아날로그 변환기(145-1)는 상기 보호 구간 삽입기(140-1)에서 출력한 신호를 입력하여 아날로그 변환한 후 상기 IF/RF 처리기(150-1)로 출력한다. 여기서, 상기 IF/RF 처리기(150-1)는 필터(filter)와 전처리기(front end unit) 등의 구성들을 포함하며, 상기 디지털/아날로그 변환기들(145-1)에서 출력한 신호를 실제 에어(air)상에서 전송 가능하도록 IF/RF 처리한다.
- [0024] 상기 전력증폭기(155-1)는 상기 IF/RF 처리기(150-1)에서 출력한 신호를 상기 제어기(170)의 제어에 따라 결정된 이득에 상응하게 전력 증폭한 후, 상기 송신 안테나(160-1)를 통해 에어상으로 전송한다. 상기 제어기(170)는 송신 빔 벡터(beam vector)를 결정하고, 상기 결정된 송신 빔 벡터(beam vector)에 상응하게 상기 전력 증폭기(155-1)의 이득을 제어한다. 상기 제어기(170)가 송신 빔 벡터를 결정하는 동작에 대해서는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 또한, 상기 송신 빔 벡터라 함은 다수의 송신 안테나들 각각에 대한 송신 안테나 이득의 집합을 나타내며, 상기 송신 안테나들의 개수가 K개이므로 상기 송신 빔 벡터는 K개의 엘리먼트(element)들을 포함한다. 따라서, 상기 제어기(170)는 상기 송신 빔 벡터내 상기 송신 안테나(160-1)에 대응되는 엘리먼트에 상응하게 상기 전력 증폭기(155-1)의 이득을 결정한다.

[0025] 다음으로, 상기 제어기(170)의 동작에 대해서 구체적으로 설명하기로 한다.

[0026] 먼저, 상기 제어기(170)는 미리 설정되어 있는 스케줄링 방식에 상응하게 스케줄링 동작을 수행하여 상기 부채널 할당기(125)에서 부채널을 할당할 신호 수신 장치, 일 예로 이동 단말기(MS: Mobile Station, 이하 'MS'라 칭하기로 한다)를 선택하여 그 결과를 상기 부채널 할당기(125)로 출력한다. 여기서, 상기 제어기(170)의 스케줄링 동작 자체는 본 발명과 직접적인 연관이 없으므로 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 여기서, 상기 부채널이라 함은 코히런트 대역폭(coherent bandwidth, 이하 'CBW'라 칭하기로 한다)을 고려하여 생성되며, 적어도 1개의 부반송파(sub-carrier)를 포함한다. 여기서, 상기 코히런트 대역폭이라 함은 주파수 영역(frequency domain)에서 채널 특성이 변하지 않는다고(static) 가정할 수 있는 최대 대역폭을 나타낸다. 본 발명의 실시 예에서는 모든 부채널들이 동일한 개수의 부반송파들을 포함한다고 가정하기로 하며, 또한 부채널들의 총 개수가 B개라고 가정하기로 한다.

[0027] 상기 제어기(170)는 현재 부채널 할당기(125)가 할당해야하는 부채널을 할당받을 MS의 각 송신 안테나별 채널 응답을 추정하고, 상기 추정한 각 송신 안테나별 채널 응답에 상응하게 송신 빔 벡터를 생성한다. 여기서, 상기 각 송신 안테나별 채널 응답 자체를 추정하는 동작은 본 발명과 직접적인 연관이 없으므로 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0028] 상기 제어기(170)가 추정한 부채널의 송신 안테나 채널 응답은 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 부채널의 송신 안테나 채널 응답은 해당 부채널 신호를 송신한 각 송신 안테나별 채널 응답을 포함한다. 즉, 상기 송신 안테나의 개수가 M개이므로, 상기 송신 안테나 채널 응답은 M개의 엘리먼트들을 포함한다.

수학식 1

[0029]
$$h_b = [h_{b,1}, h_{b,2}, \dots, h_{b,k}]^T$$

[0030] 상기 수학식 1에서, b는 부채널을 나타내는 지시자(index)이고, k는 송신 안테나를 나타내는 지시자이고, h_b 는 부채널 b에 대한 송신 안테나 채널 응답을 나타내고, $h_{b,k}$ 는 부채널 b에 대한 k번째 송신 안테나의 채널 응답을 나타내고, T는 전치(transpose) 연산을 나타낸다.

[0031] 또한, 상기 제어기(170)는 하기 수학식 2와 같이 부채널의 송신 빔 벡터를 계산한다.

수학식 2

[0032]
$$W_b = h_b^* / \|h_b\|^2 = [W_{b,1}, W_{b,2}, \dots, W_{b,k}]^T$$

[0033] 상기 수학식 2에서, W_b 는 부채널 b에 대한 송신 빔 벡터를 나타내고, $W_{b,k}$ 는 부채널 b에 대한 k번째 송신 안테나에 적용될 엘리먼트를 나타내고, *는 켄주게이트(conjugate) 연산을 나타낸다.

[0034] 상기 제어기(170)는 부채널 b에 대한 송신 빔 벡터를 계산한 후, 상기 계산한 송신 빔 벡터에 상응하게 송신 안테나 이득을 제어한다. 여기서, 상기 송신 안테나 이득이라 함은 해당 부채널 신호를 송신할 송신 안테나 각각에 연결되어 있는 전력 증폭기에 적용되는 이득을 나타내며, 상기 송신 안테나 이득 역시 k개의 엘리먼트들을 포함한다. 상기 제어기(170)가 상기 송신 안테나 이득을 결정하는 방식은 크게 제1방식 및 제 2방식의 2가지가 존재한다. 그러면 여기서 상기 제어기(170)가 상기 제 1방식 및 제 2방식에 상응하게 상기 송신 안테나 이득을 결정하는 동작에 대해서 설명하면 다음과 같다. 이하, 상기 기지국에서 최대로 사용 가능한 전력인 최대 허용 송신 전력이 $P_{BS,MAX}$ 라고 가정하기로 한다.

[0035] 첫 번째로, 상기 제어기(170)가 상기 제1방식을 사용할 경우, 상기 제어기(170)는 하기 수학식 3에 상응하게 송신 안테나 전력 벡터를 결정한다.

수학식 3

[0036]
$$W_{b,TX} = \sqrt{[P_{BS,MAX}/B]} \cdot W_b$$

[0037] 상기 수학식 3에서, $W_{b,TX}$ 는 부채널 b에 대한 송신 안테나 전력 벡터를 나타낸다. 즉, 상기 제어기(170)는 상기 $W_{b,TX}$ 에 상응하게 각 전력 증폭기의 전력이 설정되도록 제어하는 것이며, 결과적으로 상기 제1방식을 사용할 경우

상기 송신 빔 벡터가 정한 그대로의 송신 안테나 이득을 적용하게 되는 것이다.

[0038] 결과적으로, 각 부채널을 통해 송신되는 신호의 총 전력은 $P_{BS,MAX}/B$ 로 일정하게 된다. 이 경우, 각 송신 안테나를 통해 송신되는 신호의 전력 $P_{k,TX}$ 는 하기 수학적 식 4에 나타낸 바와 같고, 상기 기지국이 사용하는 전력은 $P_{BS,TX}$ 는 하기 수학적 식 5에 나타낸 바와 같다.

수학적 식 4

$$P_{k,TX} = \sum_b P_{BS,MAX}/B \cdot |W_{b,k}|^2$$

[0039]

수학적 식 5

$$P_{BS,TX} = \sum_b P_{BS,MAX}/B \cdot |W_b|^2 = P_{BS,MAX}$$

[0040]

[0041] 즉, 상기 제어기(170)는 상기 제1방식을 사용할 경우 M개의 송신 안테나들 중 해당 송신 안테나를 통해 송신되는 신호의 전력이 가장 큰 송신 안테나를 기준 송신 안테나로 결정하고, 상기 기준 송신 안테나를 통해 송신되는 신호의 전력을 기준으로 상기 송신 안테나 이득을 결정한다. 여기서, 송신 안테나를 통해 송신되는 신호의 전력을 송신 안테나 전력이라고 칭하기로 한다. 이 경우 채널 응답에 상응하게 특정 송신 안테나로 송신 안테나 전력이 편중되는 현상이 발생할 수 있으며, 이는 도 2에 나타낸 바와 같다.

[0042] 상기 도 2는 상기 제어기(170)가 제1방식을 사용하여 송신 안테나 이득을 결정할 경우 특정 송신 안테나로 전력 편중이 발생하는 현상을 도시한 표이다.

[0043] 상기 도 2에는 다수의, 일례로 4개의 송신 안테나들 각각의 부채널 b에 대한 k번째 안테나의 채널 응답($H_{b,k}$)과 송신 빔 벡터($W_{b,k}$) 및 상기 송신 빔 벡터 크기의 제곱인 $|W_{b,k}|^2$ 값이 도시되어 있다.

[0044] 상기 4개의 송신 안테나들 중 송신 안테나 지시자가 1인 송신 안테나의

[0045] $|W_{b,k}|^2$ 값은 0.94로 나머지 송신 안테나 2와, 송신 안테나 3과, 송신 안테나4의 $|W_{b,k}|^2$ 값보다 현저히 크다. 즉, 상기 송신 안테나 1에 송신 안테나 전력이 편중되어 있음을 알 수 있다.

[0046] 상술한 바와 같이 상기 제어기(170)가 제1방식을 사용하여 송신 안테나 이득을 결정할 경우, MS가 페이딩을 겪음으로써 송신 안테나별 채널 응답이 상이해지면 특정 송신 안테나로 송신 안테나 전력이 편중되는 현상이 발생하게 된다. 이러한 전력 편중 정도에 따라 상기 통신 시스템에 사용하는 전력 증폭기의 용량에 마진이 필요하게 되어 상기 통신 시스템 가격 상승과 전력 낭비 현상이 발생하게 된다.

[0047] 따라서, 상기 제어기(170)는 제 2방식을 사용하여 송신 안테나 이득을 결정하며, 상기 제2방식을 사용할 경우 송신 안테나들 중 현재 사용하고 있지 않은 전력이 최소인 송신 안테나를 기준으로 하여 송신 안테나 이득이 결정된다. 그러면, 여기서 상기 제어기(170)가 상기 제2방식을 사용하여 송신 안테나 이득을 결정하는 동작에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0048] 먼저, 상기 제어기(170)는 상기 수학적 식 1 및 수학적 식 2에 상응하게 결정된 부채널 b에 대한 송신 안테나 채널 응답과 송신빔 벡터는 그대로 사용한다. 그리고, 상기 제어기(170)는 상기 송신 안테나들 각각에 대하여 헤드룸(head room)을 계산한다. 상기 헤드룸이란 하기 <수학적 식 6>과 같이 해당 부채널에 대한 최대 허용 전체 송신 안테나 전력($P_{ANT,MAX}$)과 실제 사용하고 있는 송신 안테나 전력($P_{k,TX}$)의 비로 정의된다. 여기서, 상기 '최대 허용 전체 송신 안테나 전력'이라 함은 해당 부채널 신호를 송신하기 위해 사용하는 전체, 즉 K개의 송신 안테나들 각각의 송신 안테나 전력의 합을 나타낸다.

수학적 식 6

$$P_{k,head-room} = P_{ANT,MAX}/P_{k,TX}$$

[0049]

[0050] 상기 수학적 식 6에서, 상기 $P_{k,TX}$ 는 하기 <수학적 식 7>과 같이 계산된다.

수학적 식 7

[0051]
$$P_{k,TX} = \sum_b P_{ANT,MAX} / B \cdot |W_{b,k}|^2$$

[0052] 두번째로, 상기 제어기(170)는 기지국 송신 전력 제약 조건($P_{ANT,MAX} \leq P_{BS,MAX}$)을 만족하는 범위 내에서 헤드 룸이 최소인 송신 안테나, 즉 사용하지 않는 송신 안테나 전력이 최소인 송신 안테나의 헤드 룸(α) 값을 기준으로 하기 <수학적 식 8>와 같이 송신 빔 벡터의 정규화를 수행하여 송신 안테나 전력 벡터를 계산한다.

수학적 식 8

[0053]
$$\begin{aligned} W_{b,TX,NEW} &= \alpha \cdot \sqrt{(P_{BS,MAX} / B)} \cdot W_b \\ &= \alpha \cdot W_{b,TX} \end{aligned}$$

[0054] 여기서, 상기 α 값은 '송신 안테나 이득 제어를 위한 가중치'로 헤드룸이 최소인 송신 안테나의 헤드룸이다. 상기 제어기(170)는 하기 수학적 식 9 내지 수학적 식 11을 이용하여 상기 α 값을 계산한다.

[0055] 상기 제어기(170)는 송신 안테나별 헤드룸 값($P_{k,head-room}$)을 각각 계산하고, 상기 계산된 $P_{k,head-room}$ 들 중에서 최소 값을 갖는 송신 안테나의 헤드룸 값을 사용하여 하기 <수학적 식 9>과 같이 α_1 값을 계산한다.

수학적 식 9

[0056]
$$\alpha_1 = \sqrt{P_{k_0,head-room}}; \quad k_0 = \arg \min_k P_{k,head-room}$$

[0057] 상기 α_1 값이 구해지면, 상기 제어기(170)는 기지국 송신 전력 제한 값(α_2)을 하기 <수학적 식 10>과 같이 계산한다.

수학적 식 10

[0058]
$$\alpha_2 = \sqrt{P_{BS,MAX} / P_{BS,TX}} = \sqrt{P_{BS,MAX} / P_{ANT,MAX}}$$

[0059] 상기 α_1 값과 α_2 값이 구해지면, 상기 제어기(170)는 상기 계산된 α_1 값과 상기 α_2 값을 비교하여, 하기 <수학적 식 11>과 같이 비교결과가 작은 값을 α 값으로 결정한다.

수학적 식 11

[0060]
$$\alpha = \min(\alpha_1, \alpha_2)$$

[0061] 즉, 상기 α_1 값은 상기 기지국 별 송신 전력 제한값(α_2)보다 작은 범위 내에서만 α 값으로 결정된다. 즉, 상기 α_1 값이 α_2 값보다 클 경우, 상기 α_2 값을 α 값으로 결정한다. 결과적으로, 상기 제어기(170)가 상기 제2방식을 사용할 경우 상기 송신 빔 벡터에 가중치, 즉 α 가 곱해진 송신 빔 벡터에 상응하게 송신 안테나 이득을 제어하게 되는 것이다.

[0062] 일 예로, 송신 빔 벡터 값이 항상 $|W_{b,k}|^2 = 1/k$ for all b and all k인 경우 즉, 항상 송신 빔 벡터 값이 일정한 경우 상기 제2방식을 사용하여 송신 안테나 이득을 결정하는 동작에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0063] 이 경우, $P_{k,TX}$ 값은 ' $P_{ANT,MAX} / K$ (for all K)'으로 k개의 송신 안테나 모두 일정하다. α_1 값은 상기 수학적 식 6과 상기

수학적 식 9를 이용하면, $P_{ANT,MAX}$ 을 $P_{ANT,MAX}/K$ (for all K)나눈 값의 양의 제곱근 값이므로 ' \sqrt{k} '이 된다. α^2 값은 상기 수학적 식 6과 상기 수학적 식 10을 이용하면, $P_{BS,MAX}$ 값은 $P_{ANT,MAX}$ 과 B 의 곱으로 나타내므로 상기 $P_{ANT,MAX}$ 과 B 의 곱을 $P_{ANT,MAX}$ 값으로 나눈 값의 양의 제곱근은 B 즉, ' $\sqrt{P_{BS,MAX}/P_{ANT,MAX}}$ '가 된다. 따라서, 일반적으로 B 값이 K 값보다 크므로 α 값은 α^1 과 α^2 값 중 작은 값인 α^1 값인 \sqrt{K} 로 운영되고, $P_{ANT,MAX}$ 값은 $P_{BS,MAX}/K$ 값으로 선정된다.

[0064] 상술한 바와 같이 제 2 방식을 사용하여 현재 사용하고 있지 않은 전력이 최소인 송신 안테나 즉, 헤드룸이 최소인 송신 안테나를 기준으로 하여 송신 안테나 이득을 결정함으로써, 송신 안테나들에 대응하는 전력증폭기들은 보다 높은 전력 이득을 얻은 송신 빔 벡터에 상응하게 송신 안테나 이득을 제어하게 된다. 구체적으로, 상기 제어기(170)의 지시에 따라 상기 전력증폭기들은 α 값이 1을 초과하는 경우 즉, $P_{ANT,MAX}$ 보다 $P_{k,Tx}$ 가 작은 경우 상기 α 값이 곱해진 송신 빔 벡터를 통해 얻어진 이득을 고려하여 송신 신호를 전송하기 위해 보다 높은 데이터 전송률(data rate) 즉, MCS(Modulation & Coding Selection) 레벨이 할당될 수 있다. 일 예로, 상기 제어기(170)는 α 값이 1.5 즉, 3.5dB 정도 이득이 발생하면, 송신 신호의 전송 시 QPSK 1/2 전송률을 사용하던 것을 본 발명의 제 2방식을 따름으로써 α 값이 3.5dB정도 이득이 발생하면 QPSK 1/2 변조율보다 높은 QPSK 2/3 변조율을 할당할 수 있게 된다.

[0065] 이하, 본 발명에 실시예에 따른 상기 제어기(170)가 송신 빔 벡터를 결정하고, 상기 결정한 송신 빔 벡터에 상응하게 전력 증폭기들의 송신 전력 용량을 제어하는 동작을 설명한다.

[0066] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 송신 장치의 송신 전력 이득 제어 절차를 보여주는 도면이다. 상기 송신 전력 이득 제어 절차는 크게 부채널 별로 송신 빔 벡터를 계산하여 상기 계산된 송신 빔 벡터에 상응하게 송신 안테나 전력 벡터를 설정하는 제 1단계와, 현재 사용하고 있지 않은 전력이 최소인 송신 안테나를 기준으로 송신 안테나의 이득을 결정하여 발생한 이득을 통해 안테나별 송신 빔 벡터의 정규화를 통해 발생한 이득을 바탕으로 해당 부채널별 전송 속도를 변경하는 제 2단계로 구성된다.

[0067] 도 3을 참조하면, 상기 제 1단계는 300단계 내지 315단계에 해당한다.

[0068] 300단계에서 상기 제어기(170)는 미리 설정되어 있는 스케줄링 방식에 상응하게 스케줄링 동작을 수행하여 상기 부채널 할당기(125)에서 부채널을 할당할 단말 혹은 사용자를 선택한다. 여기서, 상기 사용자를 선택하는 방식은 본원 발명의 요지를 벗어나므로 설명을 생략한다.

[0069] 305단계에서 상기 제어기(170)는 상기 부채널 할당기(125)가 할당해야 하는 부채널을 할당받은 사용자의 각 송신 안테나별 채널응답($h_{b,k}$)을 추정한다. 310단계에서 상기 제어기(170)는 상기 수학적 식 2를 이용하여 상기 추정된 $h_{b,k}$ 값에 상응하게 송신 빔 벡터를 계산한 후, 상기 수학적 식 3을 이용하여 부채널별 송신 안테나 전력 벡터를 계산한다. 315단계에서 상기 제어기(170)는 수학적 식 4와 같이 상기 부채널별 송신 안테나 전력 벡터에 상응하게 해당 전력 증폭기의 전력이 설정하도록 제어한다.

[0070] 상기 제 2단계는 320단계 내지 335단계에 해당한다.

[0071] 320단계에서 상기 제어기(170)는 상기 송신 안테나들 각각에 대하여 <수학적 식 6>을 이용하여 헤드룸 값($P_{k,head-room}$)을 계산하고, 상기 계산된 $P_{k,head-room}$ 값들 중에서 가장 작은 값을 갖는 안테나의 헤드룸 값을 가지고 상기 <수학적 식 9> 내지 <수학적 식 11>을 이용하여 α 값을 선정한다.

[0072] 325단계에서 상기 제어기(170)는 기지국 송신 전력 제약 조건($P_{ANT,MAX} \leq P_{BS,MAX}$)을 만족하는 범위 내에서, 헤드룸이 최소인 안테나의 헤드 룸 값으로 선정된 상기 α 값을 가지고 하기 <수학적 식 8>를 이용해서 송신 안테나 전력 벡터를 계산한다.

[0073] 335단계에서 상기 제어기(170)는 상기 송신 안테나 전력 벡터에 상응하게 상기 전력 증폭기들의 송신 안테나 이득을 제어함으로써 발생한 송신 안테나 전력의 이득을 바탕으로 보다 효율적인 데이터 전송률 즉, MCS레벨을 할당한다.

- [0074] 이후, 상기 할당된 MCS 레벨을 바탕으로 상기 다수의 안테나들을 통해 송신 데이터가 전송된다.
- [0075] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 송신장치의 데이터 전송률의 변화를 보여주는 표이다.
- [0076] 도 4를 참조하면, 상기 송신 장치는 4개의 안테나를 사용하는 $P_{BS,MAX}$ 값이 20watt인 시스템에서 상기 <수학식 1> 내지 <수학식 3>을 이용한 본 발명의 제 1 방식을 따르는 각 안테나의 데이터 전송률(400)과, 상기 <수학식 6> 내지 <수학식 11>을 이용한 본 발명의 제 2방식을 따르는 각 안테나의 데이터 전송률(410)을 예측한 것이다.
- [0077] 구체적으로, 안테나별 용량 값인 $P_{ANT,MAX}$ 가 5watt와 7watt인 경우, 제 1방식을 따르는 안테나의 데이터 전송률에 비해서 제 2방식을 따르는 안테나의 데이터 전송률이 5~10 %정도 높아졌음을 알 수 있다.
- [0078] 상술한 바와 같이 부채널별로 헤드룸이 최소인 안테나의 헤드룸 값을 기준으로 송신 안테나 전력 벡터를 생성하고, 상기 송신 안테나 전력 벡터에 상응하게 전력 증폭기의 송신 전력을 제어함으로써, 발생하는 이득을 통해서 사업자는 보다 적은 송신 전력을 사용하는 전력 증폭기를 사용하여 기존 송신 전력을 사용하는 전력 증폭기와 동등한 수준의 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다.
- [0079] 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 국한되지 않으며, 후술되는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

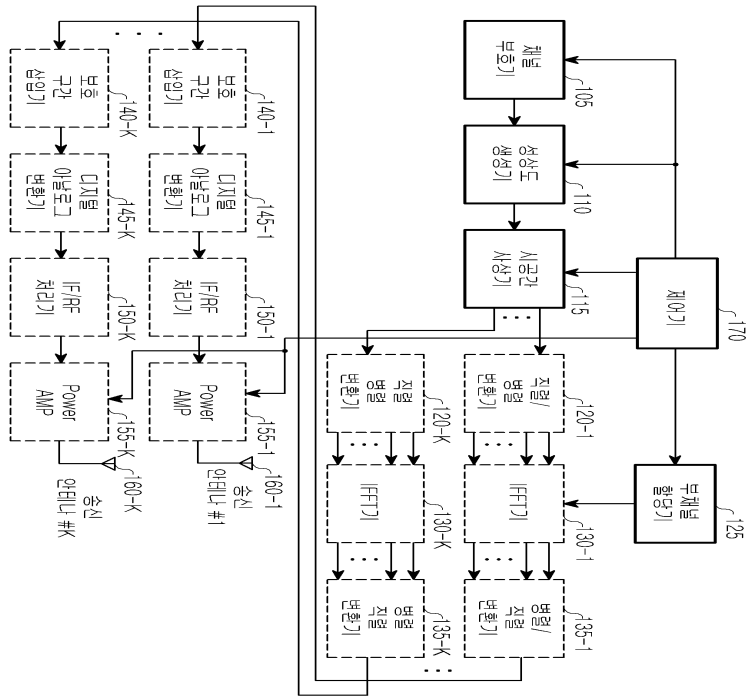
- [0080] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 동작하는 본 발명에 있어서, 개시되는 발명 중 대표적인 것에 의하여 얻어지는 효과를 간단히 설명하면 다음과 같다.
- [0081] 본 발명은, 안테나별로 최소 헤드룸 값을 가지는 안테나의 헤드룸 값을 기준으로 부채널별 송신 안테나 전력 벡터에 상응하게 전력 증폭기의 전력을 조절함으로써 보다 적은 용량의 전력 증폭기를 사용하여 기존과 동등한 수준의 결과를 얻을 수 있고, 보다 높은 전송률을 할당할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 다수개의 안테나를 사용하는 통신시스템의 송신 장치를 간략히 도시한 도면.
- [0002] 도 2는 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 다수개의 안테나를 사용하는 송신장치의 빔 벡터 정규화 그래프를 보여주는 도면.
- [0003] 도 3은 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 특정 안테나의 전력 편중 현상을 보여주는 표를 보여주는 도면.
- [0004] 도 4는 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 송신 장치의 송신 전력 이득 제어 절차를 보여주는 도면.
- [0005] 도 5는 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 송신장치의 데이터 전송 용량의 변화를 보여주는 표를 보여주는 도면.

도면

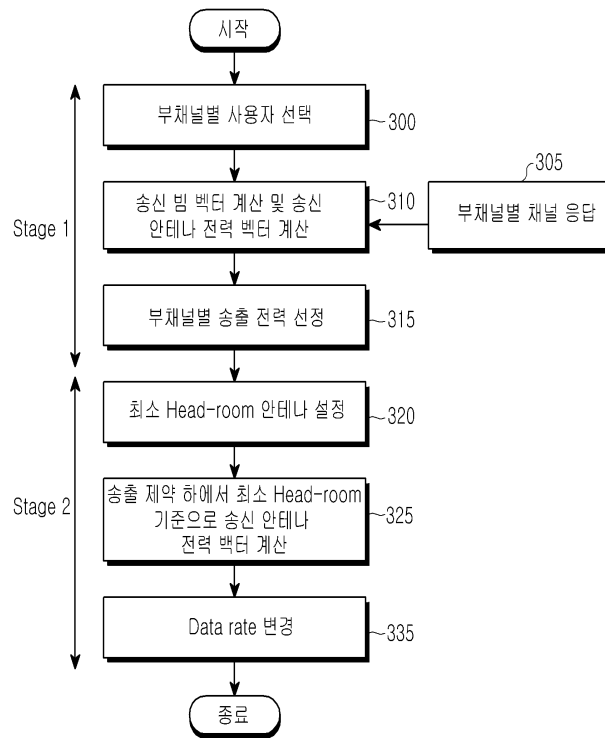
도면1



도면2

안테나 번호	1	2	3	4
$h_{b,k}$	$0.97e^{j\theta_1}$	$0.1e^{j\theta_2}$	$0.2e^{j\theta_3}$	$0.1e^{j\theta_1}$
$w_{b,k}$	$0.97e^{-j\theta_1}$	$0.1e^{-j\theta_2}$	$0.2e^{-j\theta_3}$	$0.1e^{-j\theta_1}$
$ w_{b,k} ^2$	0.94	0.01	0.04	0.01

도면3



항목 ($K=4, P_{BS,MAX} = 20 \text{ Watt}$)	Round-Robin	Proportional Fair	
	1 User		16 User
제1 방식 400	$P_{ANT,MAX} = 5 \text{ Watt}$	3.8 Mbps (76%)	6.1 Mbps (77%)
	$P_{ANT,MAX} = 7 \text{ Watt}$	4.5 Mbps (90%)	7.0 Mbps (89%)
	$P_{ANT,MAX} = 10 \text{ Watt}$	5.0 Mbps (100%)	7.8 Mbps (99%)
	$P_{ANT,MAX} = 20 \text{ Watt}$	5.0 Mbps (100%)	7.9 Mbps (100%)
	$P_{ANT,MAX} = 5 \text{ Watt}$	4.3 Mbps (86%)	6.5 Mbps (82%)
	$P_{ANT,MAX} = 7 \text{ Watt}$	4.9 Mbps (98%)	7.4 Mbps (94%)
제2 방식 410	$P_{ANT,MAX} = 10 \text{ Watt}$	5.0 Mbps (100%)	7.8 Mbps (99%)

도면4