

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> (45) 공고일자 2005년08월31일  
H04B 1/69 (11) 등록번호 10-0511292

(24) 등록일자 2005년08월23일

(21) 출원번호 10-2002-0023785

(65) 공개번호 10-2003-0085380

(22) 출원일자 2002년04월30일

(43) 공개일자 2003년11월05일

(73) 특허권자 엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자 김상준  
경기도안양시동안구부림동공작아파트303동503호

(74) 대리인 박장원

심사관 : 정재우

(54)레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법 및 웨이트 벡터를 이용한레이크 수신장치

요약

본 발명은 스마트 안테나 기술을 채택하는 빔포머 구조를 가지는 2차원 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터를 계산하는 기술에 관한 것이다. 이러한 본 발명은 디스플레이딩된 심볼 데이터를 입력하는 제1과정과; 파일럿 구간의 심볼 데이터에 대하여 LMS 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하는 제2과정과; 널파일럿 구간의 심볼 데이터에 대하여 CMA 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하는 제3과정에 의해 달성된다.

대표도

도 4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 웨이트 벡터를 이용한레이크 수신장치의 블록도.

도 2는 도 1에서 빔포머의 상세 블록도.

도 3은 업링크 DPDCH/DPCCH의 프레임 구조를 나타낸 포맷도.

도 4는 본 발명에 의한 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법의 처리과정을 나타낸 신호 흐름도.

\*\*\*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*\*\*

11A : DPDCH 제1디스플레이더 11B : DPCCH 디스플레이더

12 : 빔포밍 웨이트벡터 업데이트부 13A : DPDCH 빔포머

13B : DPCCH 빔포머 14 : DPDCH 데이터버퍼

15 : 채널 추정기 16 : 곱셈기

17 : DPDCH 컴바이너 18 : 프레임 버퍼

19 : DPDCH 제2디스플레이더

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 스마트 안테나 기술을 채택하는 빔포머(beamformer) 구조를 가지는 2차원 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터를 계산하는 기술에 관한 것으로, 특히 WCDMA IMT-2000 시스템의 스마트 수신기에서 빔포머 웨이트 벡터를 간단하게 구하여 업데이트할 수 있도록 한 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법 및 빔포밍 웨이트 벡터를 이용한 레이크 수신장치에 관한 것이다.

DS-CDMA 통신 시스템에서 다중경로(multipath)의 무선환경에서 수신기를 구현하는 가장 일반적인 방법은 하나의 안테나를 통해 출력되는 데이터에 대해 레이크 수신기(Rake receiver)를 이용하는 방법이다. WCDMA 기지국 모델에서도 다중경로 페이딩 환경에서 안테나 다이버시티(diversity)를 활용한 레이크 수신기를 채택할 가능성이 매우 높을 것으로 기대된다.

이러한 안테나 다이버시티는 페이딩 효과를 보상해 주거나 안테나들 사이의 간격이 수배의 파장(wavelength) 만큼 이격되어야 하므로 많은 안테나를 사용할 경우, 보다 넓은 설치 공간을 필요로 한다. 반면에 보다 짧은 안테나 간격(약 파장의 5배)을 갖는 다중 안테나에 적용된 빔포밍 기술을 사용하는 경우에는 멀티유저 인터페이스에 의한 MAI(MAI: Multiple Access Interference)를 효과적으로 줄일 수 있어 기지국 시스템의 용량 뿐만 아니라 셀의 커버리지도 증대시킬 수 있다.

이와 같은 스마트 안테나 기술이 WCDMA 업링크 수신기에 적용되는 경우 빔포머를 위한 웨이트 벡터를 계산해 주어야 한다. 그리고, 레이크 수신기에서 MRC(MRC: Maximum Ratio Combining)를 하기 위해서는 무선 채널 환경을 추정해야 하는데, 현재 구현하고 있는 통상의 채널 추정 기술을 이용하면 채널 특성을 정확하게 추정할 수 없으므로 어느 정도의 성능 저하를 초래하게 된다.

그런데, 빔포밍 레이크 구조에서 구현이 용이하고 성능이 우수한 적응형 빔포밍 알고리즘을 이용하여 빔포머 단에서 어느 정도 채널 보상을 해주면 다음 단에서의 채널 추정의 부담을 줄일 수 있다.

한편, WCDMA 2차원 레이크 수신기에 적합한 종래의 적응형 빔포밍 알고리즘을 설명하면 다음과 같다.

첫째, LMS(LMS: Least Mean Square) 알고리즘에 있어서는 트레이닝 신호로 파일럿 심볼들을 이용하여 최소자승 에러(Mean Square Error)를 최소화하는 빔포밍 웨이트 벡터들을 다음의 [수학식1]과 같이 적응적으로 구한다.

수학식 1

$$\begin{aligned} \mathbf{w}_k(m+1) &= \mathbf{w}_k(m) - \mu \mathbf{r}_{DPCCH\_k}(m) \left[ d_{k,c}(m) - \mathbf{w}_k^H(m) \mathbf{r}_{DPCCH\_k}(m) \right]^H \\ \mathbf{r}_{DPCCH\_k}(m) &= \left[ r_{DPCCH\_k}^{(0)}(m) \quad r_{DPCCH\_k}^{(1)}(m) \quad \cdots \quad r_{DPCCH\_k}^{(P-1)}(m) \right]^H \\ \mathbf{w}_k(m) &= \left[ w_k^{(0)}(m) \quad w_k^{(1)}(m) \quad \cdots \quad w_k^{(P-1)}(m) \right]^H \end{aligned}$$

여기서,  $\mu$ 는 스텝 사이즈를 의미한다.

둘째, CMA(CMA: Constant Modulus Algorithm)는 블라인드(blind) 적응형 알고리즘으로서 이는 트레이닝 신호를 필요로 하지 않고 정수 엔벨로프(constant envelope)를 갖는 신호에 적응적으로 대처할 수 있으며, 다음의 [수학식2]를 이용하여 빔포밍 웨이트 벡터를 구할 수 있다.

수학식 2

$$\begin{aligned} y_{DPCCH\_k}(m) &= \mathbf{w}_k^H(m) \mathbf{r}_{DPCCH\_k}(m) \\ e_{DPCCH\_k}(m) &= 2 \left( y_{DPCCH\_k}(m) - \frac{y_{DPCCH\_k}(m)}{|y_{DPCCH\_k}(m)|} \right) \\ \mathbf{w}_k(m+1) &= \mathbf{w}_k(m) - \mu \mathbf{r}_{DPCCH\_k}(m) e_{DPCCH\_k}^*(m) \end{aligned}$$

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 이와 같은 종래의 LMS 알고리즘을 이용하는 경우 최적화된 값으로의 수렴(convergence) 속도가 늦고, 페이딩이 급속하게 변화되는 환경에 적용하는데 어려움이 있었다. 또한 종래의 CMA는 블라인드 알고리즘이기 때문에 일반적으로 트레이닝 신호를 이용하는 알고리즘에 비해 수렴 속도가 늦고 LMS 알고리즘의 수렴 특성에 비하여 제대로 정의되지 않은 것이다.

이밖의 여러 빔포밍 알고리즘이 있으나 이들의 경우 복잡도가 LMS나 CMA에 비하여 높기 때문에 실제 구현상에 어려움이 있다. 또한, 레이크 수신기에서 구현되고 있는 대부분의 채널 추정기는 성능 저하에 절대적으로 영향을 미친다는 것을 간과할 수 없다.

따라서, 본 발명의 목적은 WCDMA 뿐만 아니라 파일럿 구간과 널파일럿 구간 채널(예 : WCDMA 채널)로 구성된 이동통신 시스템에서, 파일럿 구간에서는 LMS 알고리즘을 이용하여 웨이트 벡터를 업데이트하고, 널파일럿 구간에서는 블라인드 알고리즘인 CMA를 이용하여 웨이트 벡터를 업데이트하는 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법은 디스플레이팅된 심볼 데이터를 입력하는 제1과정과; 파일럿 구간의 심볼 데이터에 대하여 LMS 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하는 제2과정과; 널파일럿 구간의 심볼 데이터에 대하여 CMA 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하는 제3과정으로 이루어진다.

도 1은 본 발명 웨이트 벡터를 이용한 레이크 수신장치의 블록도로서 이에 도시한 바와 같이, 안테나를 통해 수신되는 신호를 각각 디스플레이팅하는 DPDCH 제1디스플레이터(11A) 및 DPCCH 디스플레이터(11B)와; 상기 DPCCH 디스플레이터(11B)에서 출력되는 첫 번째 디스플레이팅된 심볼 데이터를 입력받아 파일럿 구간에서는 LMS 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하고, 널파일럿 구간에서는 CMA 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하는 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트부(12)와; 상기 DPDCH 제1디스플레이터(11A) 및 DPCCH 디스플레이터(11B)의 출력단에 접속되어 다수 개의 안테나를 통해 수신되는 신호와 상기와 같이 업데이트된 웨이트 벡터를 각기 곱셈 및 합산처리하는 DPDCH 빔포머(13A) 및 DPCCH 빔포머(13B)와; 상기 DPDCH 빔포머(13A)의 출력 데이터를 버퍼링하는 DPDCH 데이터버퍼(14)와; 상기 DPCCH 빔포머(13B)의 출력단에 접속되어, 파일럿 정보를 이용하여 무선 채널 정보를 추정하는 채널 추정기(15)

와; 상기 채널 추정기(15)의 출력신호를 이용하여 상기 데이터가 DPDCH 데이터버퍼(14)의 출력 데이터를 보상하는 곱셈기(16)를 포함하여 구성한 것으로, 이와 같이 구성한 본 발명의 작용을 첨부한 도 2 내지 도 4를 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

안테나를 통해 수신되는 신호( $r_{DPCH_k}$ )가 DPDCH 제1디스플레이더(11A)와 DPCCH 디스플레이더(11B)에서 각기 디스플레이딩되어 DPDCH 빔포머(13A)와 DPCCH 빔포머(13B)에 전달된다. 그런데, 도 3에서와 같이 UMTS 업링크 DPCCH 프레임은 15개의 슬롯으로 이루어지고, 각 슬롯은 다시 10개의 심볼로 이루어지며 이들은 파일럿 구간과 널파일럿 구간으로 분류됨을 알 수 있다.

빔포밍 웨이트벡터 업데이트부(12)는 상기 DPCCH 디스플레이더(11B)에서 디스플레이딩되어 출력되는 심볼 데이터를 이용하여 웨이트 벡터를 다음과 같이 계산하여 업데이트하게 된다.(S1)

이때, 상기 파일럿 구간에서는 LMS 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하고, 널파일럿 구간에서는 CMA 알고리즘으로 웨이트 벡터를 계산하여 업데이트하게 된다.(S2-S7)

즉, 각 슬롯의 파일럿 구간에서는 다음의 [수학식3]을 이용하여 웨이트 벡터를 구하고, 널파일럿 구간에서는 다음의 [수학식4]를 이용하여 웨이트 벡터를 구하게 된다.

**수학식 3**

$$w_k(m+1) = w_k(m) - \mu r_{DPCCH_k}(m) [d_{k,p}(m) - w_k^H(m) r_{DPCCH_k}(m)]^H$$

**수학식 4**

$$y_{DPCCH_k}(m) = w_k^H(m) r_{DPCCH_k}(m)$$

$$e_{DPCCH_k}(m) = 2 \left( y_{DPCCH_k}(m) - \frac{y_{DPCCH_k}(m)}{|y_{DPCCH_k}(m)|} \right)$$

$$w_k(m+1) = w_k(m) - \mu r_{DPCCH_k}(m) e_{DPCCH_k}^*(m)$$

이때, 초기의 빔포밍 웨이트 벡터는 0으로 셋팅되어 있으므로 파일럿 구간의 첫 번째 심볼에 대해서는 초기값을 0으로 하여 웨이트 벡터를 구하고, 그 다음 심볼에 대하여는 이전 심볼에서 구한 웨이트 벡터를 초기값으로 설정하여 웨이트 벡터를 구하여 계속적으로 업데이트해 나간다. 또한 널파일럿 구간에서의 초기 웨이트 벡터는 상기 파일럿 구간의 마지막 심볼에 대하여 구한 웨이트 벡터를 이용하고, 다음 심볼에 대하여는 상기 파일럿 구간에서와 같이 이전 심볼에서 구한 웨이트 벡터를 초기값으로 설정하여 웨이트 벡터를 구하여 계속적으로 업데이트해 나간다.

참고로, 상기 빔포밍 웨이트벡터 업데이트부(12)는 디지털신호 처리기 또는 내부의 상위 계층으로부터 프레임 및 슬롯 번호에 대한 정보를 제공받아 상기와 같이 웨이트 벡터를 업데이트할 수 있게 된다.

상기와 같이 빔포밍 웨이트벡터 업데이트부(12)에 의해 업데이트된 웨이트 벡터  $w_k^{(0)} \sim w_k^{(p-1)}$ 가 DPDCH 빔포머(13A) 및 DPCCH 빔포머(13B)에 제공된다. 이때, 상기 DPCCH 빔포머(13B)는 도 2에서와 같이 곱셈기( $M_0 \sim M_{P-1}$ )를 이용하여, P개의 안테나를 통해 수신되는 신호  $r_{DPCCH-k}^{(0)} \sim r_{DPCCH-k}^{(p-1)}$ 와 상기와 같이 업데이트된 웨이트 벡터  $w_k^{(0)} \sim w_k^{(p-1)}$ 를 각기 곱셈처리하고, 그 결과를 합산기(21)로 합산처리하여 출력하게 된다. 이와 마찬가지로, 상기 DPDCH 빔포머(13A)도 입력 데이터를 처리하여 출력하게 된다.

상기 DPDCH 빔포머(13A)의 출력 데이터가 DPDCH 데이터버퍼(14)에 버퍼링된다. 또한, 채널 추정기(15)는 파일럿 정보를 이용하여 무선 채널 정보를 추정한다. 이후, 곱셈기(16)에서 상기 DPDCH 데이터버퍼(14)의 출력 데이터가 상기 채널 추정기(15)의 출력신호에 의해 보상처리된 후 DPDCH 컴바이너(17), 프레임 버퍼(18) 및 DPDCH 제2디스플레이더(19)를 통해 출력된다.

**발명의 효과**

이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은 파일럿 구간에서는 LMS 알고리즘을 이용하여 웨이트 벡터를 업데이트하고, 년파일럿 구간에서는 블라인드 알고리즘인 CMA를 이용하여 웨이트 벡터를 업데이트 함으로써, 공간 필터링에 의하여 다른 사용자의 신호에 의한 간섭을 효과적으로 줄일 수 있게 되고, 이에 의해 기지국 시스템의 서비스 영역이 확장되는 효과가 있다. 또한, 고속 데이터 서비스 및 스마트 안테나 모뎀에 적용할 수 있는 효과가 있고, 빔포머 다음 단의 채널 예측기의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

**청구항 1.**

수신 신호중 DPCCH 신호의 입력 심볼 데이터가 속하는 구간이 파일럿 구간인 경우 LMS 알고리즘을 선택하고, 년 파일럿 구간인 경우에는 CMA 알고리즘을 선택하는 과정과;

상기 선택된 빔포밍 알고리즘을 이용하여 웨이트 벡터를 계산 또는 업데이트하는 과정과;

상기 웨이트 벡터를 이용하여 상기 DPCCH 신호와 DPDCH 신호에 대해 빔포밍을 수행하는 과정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법.

**청구항 2.**

삭제

**청구항 3.**

삭제

**청구항 4.**

제1항에 있어서, 웨이트 벡터를 계산할 때, 웨이트 벡터를 계산하기 위한 알고리즘이 변경된 경우 이전 알고리즘의 웨이트 벡터를 초기값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법.

**청구항 5.**

제1항에 있어서, 웨이트 벡터를 계산할 때, 상기 파일럿 구간의 첫 번째 심볼에 대해서는 초기값을 0으로 하여 웨이트 벡터를 구하고, 그 다음의 심볼에 대해서는 이전 심볼에서 구한 웨이트 벡터를 초기값으로 설정하여 웨이트 벡터를 구하는 것을 특징으로 하는 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법.

**청구항 6.**

제1항에 있어서, 웨이트 벡터를 계산할 때, 상기 년파일럿 구간에서의 초기 웨이트 벡터는 상기 파일럿 구간의 마지막 심볼에 대하여 구한 웨이트 벡터를 이용하고, 다음 심볼에 대하여는 이전 심볼에서 구한 웨이트 벡터를 초기값으로 설정하여 웨이트 벡터를 구하는 것을 특징으로 하는 레이크 수신기의 빔포밍 웨이트 벡터 업데이트 방법.

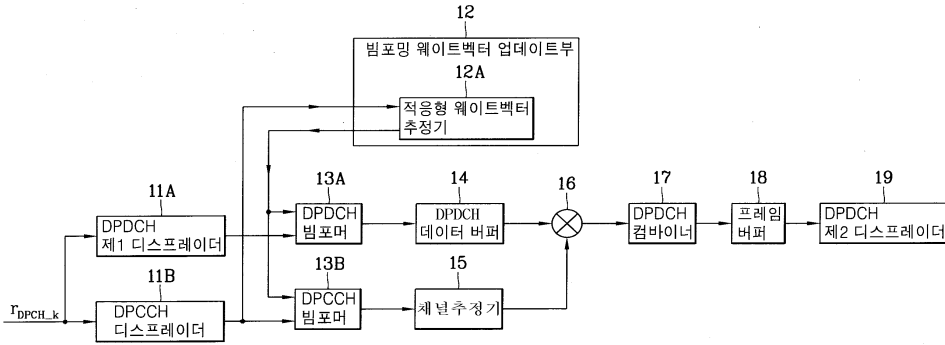
**청구항 7.**

DPCCH 채널을 통해 수신된 심볼 데이터가 파일럿 구간 또는 년파일럿 구간인지에 따라 빔포밍 알고리즘을 LMS 알고리즘이나 CMA 알고리즘으로 선택하고, 그 선택된 빔포밍 알고리즘을 이용하여 웨이트 벡터를 계산 또는 업데이트하는 빔포밍 웨이트벡터 산출부와;

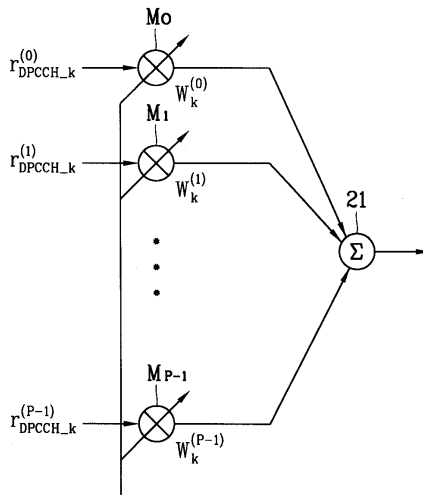
상기 빔포밍 웨이트벡터 산출부에 의해 계산된 웨이트 벡터에 따라 각각의 빔포밍을 수행하는 DPDCH 빔포머 및 DPCCH 빔포머를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 빔포밍 웨이트 벡터를 이용한 레이크 수신장치.

도면

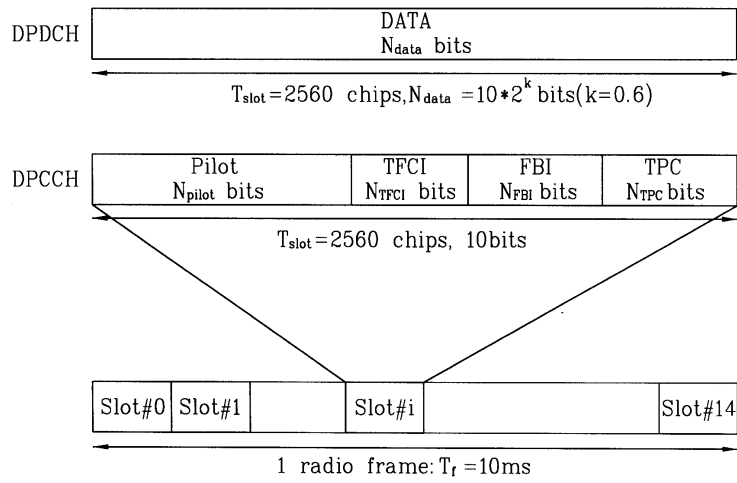
도면1



도면2



도면3



도면4

