



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년05월14일
(11) 등록번호 10-0896442
(24) 등록일자 2009년04월29일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2005-0128471
- (22) 출원일자 2005년12월23일
심사청구일자 2007년04월24일
- (65) 공개번호 10-2007-0067311
- (43) 공개일자 2007년06월28일
- (56) 선행기술조사문헌
US20050157810 A1*
EP01530335 A2
KR20040035505 A
KR20000032605 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

정윤호

경기 수원시 영통구 매탄3동 1253-3번지 203호

박윤상

경기 수원시 영통구 영통동 미주아파트 652동 1702호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 10 항

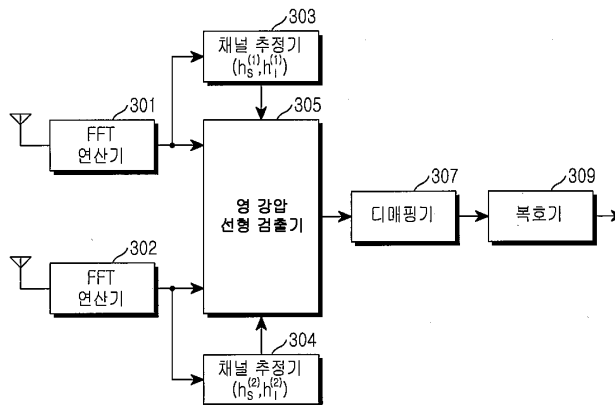
심사관 : 박성용

(54) 광대역 무선 통신시스템에서 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

광대역 무선 통신시스템에서 간섭 신호를 제거하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 서빙 기지국의 타겟 신호와 적어도 하나의 인접 기지국들의 간섭 신호들을 수신하는 적어도 두 개의 수신 안테나와, 상기 수신 안테나들을 통해 수신되는 수신신호들 각각의 채널을 추정하는 채널 추정기와, 상기 수신신호들의 채널 추정 값들을 이용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 검출부를 포함하여, 상기 간섭 신호의 잘못된 추정 및 검출로 발생하는 잡음 확산을 줄일 수 있으며, 상기 간섭 신호 검출하여 복구 후 제거하기 위한 시간 지연이 발생하지 않으며, 추가적인 버퍼의 증가를 막아 하드웨어 복잡도가 증가하는 것을 방지할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

송봉기

경기 성남시 분당구 수내동 양지마을금호1단지아파트101동 901호

강병태

서울 송파구 거여동 593 어울림 A 103동 1601호

박민철

경기 수원시 영통구 매탄3동 1240-3번지 B01호

연해동

경기 부천시 소사구 괴안동 106-1 대현청실아파트 105동310호

김인형

경기 성남시 분당구 정자동 느티마을주공4단지아파트406-403

김영학

경기 수원시 영통구 영통동 벽적골9단지아파트 910동303호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신시스템에서 간섭 신호를 제거하기 위한 수신단 장치에 있어서,

서빙 기지국의 타겟 신호와 적어도 하나의 인접 기지국들의 간섭 신호들을 수신하는 적어도 두 개의 수신 안테나들과,

상기 수신 안테나들을 통해 수신되는 수신신호들 각각의 채널을 추정하는 채널 추정기와,

상기 수신신호들의 채널 추정 값들을 이용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 검출부를 포함하여,

상기 검출부는, 수신신호들의 개수와 상기 수신 안테나들의 개수가 동일한 경우, 다중 안테나(MIMO : Multi-Input Multi-Output) 신호 검출 방식을 사용하여 상기 타겟 신호를 검출하고,

수신신호들의 개수가 상기 수신 안테나들의 개수보다 많은 경우, 간섭 신호들의 전력을 비교하여 전력이 높은 간섭 신호들부터 상기 수신 안테나들의 개수보다 하나 적은 개수의 간섭 신호들을 선택하여 다중 안테나 신호 검출 방식을 사용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 채널 추정기는,

상기 서빙 기지국과 인접 기지국들로부터 수신되는 신호들에 포함된 기준신호를 이용하여 상기 수신 신호들 각각의 채널을 추정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 검출부는, 영 강압(Zero Forcing) 선형 검출(Linear Detection) 방식, 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출 방식, 영 강압 VBLAST(Vertical-Bell lab.LAyered Space Time)방식, 최소 평균 자승 오차 VBLAST 중 적어도 하나의 다중 안테나(MIMO : Multi-Input Multi-Output) 신호 검출 방식을 사용하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 검출부는, 상기 영 강압 검출 방식을 사용하는 경우,

상기 수신신호들의 채널 추정값들을 이용하여 상기 타겟 신호를 추정하기 위한 널링 벡터를 생성하는 널링 벡터 생성기와,

상기 수신신호들과 상기 널링 벡터를 곱하여 상기 타겟 신호를 추정하는 곱셈기와,

상기 추정된 타겟 신호의 신호 결정 연산을 수행하여 타겟 신호를 검출하는 타겟 신호 검출기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

무선 통신시스템의 수신단에서 간섭 신호를 제거하기 위한 방법에 있어서,
 적어도 두 개의 수신 안테나들을 통해 서빙 기지국의 타겟 신호와 적어도 하나의 인접 기지국의 간섭 신호가 수신되는 경우, 각각의 수신신호들의 채널들을 추정하는 과정과,
 상기 수신신호들의 개수와 상기 수신 안테나들의 개수를 비교하는 과정과,
 상기 수신신호들의 개수와 상기 수신 안테나들의 개수가 동일한 경우, 상기 수신 신호들의 채널 추정 값들을 다중 안테나(MIMO : Multi-Input Multi-Output) 신호 검출 방식에 적용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 과정과,
 상기 수신신호들의 개수가 상기 수신 안테나들의 개수보다 많은 경우, 상기 간섭 신호들 중 전력이 큰 간섭 신호부터 상기 수신 안테나의 수보다 하나 적은 개수의 간섭 신호들을 선택하는 과정과,
 상기 선택된 간섭 신호들에 대한 채널 추정 값들을 다중 안테나 신호 검출 방식에 적용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 수신신호들의 채널 추정은,
 상기 서빙 기지국과 적어도 하나의 인접 기지국들로부터 수신되는 신호들에 포함된 기준신호를 이용하여 상기 수신신호들 각각의 채널을 추정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제 7 항에 있어서,
 상기 다중 안테나 신호 검출 기법은, 영 강압(Zero Forcing) 선형 검출(Linear Detection) 방식, 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출 방식, 영 강압 VBLAST(Vertical-Bell lab.LAyered Space Time) 방식, 최소 평균 자승 오차 VBLAST 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,
 상기 타겟 신호는, 경판정(Hard Decision) 연산 또는 연판정(Soft Decision) 연산을 이용하여 검출하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

간섭 신호를 제거하기 위한 무선통신 시스템에 있어서,
 수신단으로 타겟 신호를 전송하는 서빙 기지국과,
 상기 수신단으로 간섭 신호를 전송하는 적어도 하나의 인접 기지국들과,
 적어도 두 개의 수신 안테나를 구비하며, 상기 수신 안테나들을 통해 수신되는 상기 타겟 신호와 간섭 신호들 각각의 채널을 추정하여 상기 타겟 신호를 검출하는 수신단을 포함하여,
 상기 수신단은, 수신신호들의 개수와 상기 수신 안테나들의 개수가 동일한 경우, 다중 안테나(MIMO : Multi-

Input Multi-Output) 신호 검출 방식을 사용하여 상기 타겟 신호를 검출하고,

수신신호들의 개수가 상기 수신 안테나들의 개수보다 많은 경우, 간섭 신호들의 전력을 비교하여 전력이 높은 간섭 신호들부터 상기 수신 안테나들의 개수보다 하나 적은 개수의 간섭 신호들을 선택하여 다중 안테나 신호 검출 방식을 사용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 다중 안테나 신호 검출 기법은, 영 강압(Zero Forcing) 선형 검출(Linear Detection) 방식, 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출 방식, 영 강압 VBLAST(Vertical-Bell lab.LAyered Space Time) 방식, 최소 평균 자승 오차 VBLAST 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <6> 본 발명은 광대역 무선 통신시스템에서 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 상기 광대역 무선 통신시스템에서 다중 수신 안테나를 이용하여 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <7> 상기 무선 통신시스템은 서비스 지역의 제한과 가입자 수용용량의 한계를 극복하기 위하여 상기 서비스 지역을 여러 개의 작은 구역, 즉 셀로 나누어 통신을 수행하는 셀룰러 시스템을 사용한다. 더욱이 상기 셀룰러 시스템은 셀로 나누어 통신을 수행하기 때문에 서로 충분히 멀리 떨어진 두 셀은 동일한 주파수 대역을 사용함으로써 공간적으로 주파수를 재사용할 수 있도록 한다. 따라서 공간적으로 분포하는 채널 수를 증가시켜 충분한 가입자를 확보할 수 있도록 하는 이동통신 방식이다. 하지만, 상기 주파수 재사용 계수(Frequency Reuse Factor)가 1인 무선 통신시스템은 인접 셀의 간섭으로 인한 수신 성능 열화가 발생하는 문제가 있다.
- <8> 도 1은 일반적인 무선 통신시스템의 구성을 도시하고 있다.
- <9> 상기 도 1에 도시된 바와 같이 단말(104)은 서빙 기지국(100)의 셀 영역에 포함되어 상기 서빙 기지국(100)과 통신을 수행한다.
- <10> 이후, 상기 단말(104)이 상기 서빙 기지국(100)과 인접 기지국(102)의 핸드오프 영역, 즉 셀 경계지역으로 이동하는 경우, 상기 단말(104)은 상기 <수학식 1> 과 같이 상기 서빙 기지국(100)으로부터의 타겟 신호(111)뿐만 아니라 상기 인접 기지국(102)으로부터의 간섭 신호(113)도 수신하게 된다.

수학식 1

<11>
$$y(k) = h_s(k) \cdot x_s(k) + h_I(k) \cdot x_I(k) + n(k)$$

<12> 여기서, 상기 $h_s(k)$ 는 상기 서빙 기지국(100)과 단말(104) 간의 k번째 부채널에 해당하는 채널을 나타내고, 상기 $h_I(k)$ 는 상기 인접 기지국(102)과 단말(104) 간의 k번째 부채널에 해당하는 채널을 나타낸다. 또한, 상기 $x_s(k)$ 는 상기 k번째 부채널에 대한 상기 서빙 기지국(100)으로부터 송신되는 신호를 나타내고, 상기 $x_I(k)$ 는 상기 k번째 부채널에 대한 상기 인접 기지국(102)으로부터 송신되는 신호를 나타내며 상기 $n(k)$ 는 상기 k번째 부채널에 해당하는 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noise)을 나타낸다.

<13> 상술한 바와 같이 상기 단말(104)은 서빙 기지국(100)의 타겟 신호뿐만 아니라 인접 기지국(102)의 간섭 신호까지

지 수신하게 되므로, 상기 인접 기지국(102)으로부터 수신되는 간섭 신호는 상기 단말(104)의 수신 성능 열화의 원인이 된다. 따라서, 상기 광대역 무선통신시스템에서 상기 간섭 신호를 제거하여 상기 간섭신호에 의해 발생하는 수신 성능 열화를 줄이기 위한 방법들이 연구되고 있다. 예를 들어, 상기 단말(104)은 간섭 신호 성분을 무시하고 타겟 신호 성분을 검출한다. 또한, 상기 단말은 순차적 간섭 제거(Successive Interference Cancellation : 이하, SIC라 칭함) 방법과 병렬적 간섭 제거(Parallel Interference Cancellation : 이하, PIC라 칭함)을 이용하여 간섭신호를 제거한다.

<14> 상기 단말(104)이 상기 서빙 기지국(100)에 가까이 위치하고, 상기 인접 기지국(102)과는 멀리 떨어진 경우, 상기 단말(104)에 수신되는 상기 간섭 신호의 전력은 상기 타겟 신호의 전력에 비해 매우 작다. 따라서, 상기 단말(104)은 상기 <수학식 1>과 같은 수신신호에서 상기 간섭 신호를 무시하여 하기 <수학식 2>와 같이 타겟 신호를 추정 및 검출한다.

수학식 2

<15>
$$\tilde{x}_s(k) = \hat{h}_s^{-1}(k) \cdot y(k), \quad \hat{x}_s(k) = Q(\tilde{x}_s(k))$$

<16> 여기서, 상기 $\tilde{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 추정 성분을 나타내고, 상기 $h_s(k)$ 는 상기 서빙 기지국(100)과 단말(104)의 채널 성분을 나타내며, 상기 $y(k)$ 는 수신신호를 나타낸다. 또한, 상기 $\hat{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 검출 성분을 나타낸다.

<17> 하지만, 상기 도 1에 도시된 바와 같이 상기 단말(104)이 상기 서빙 기지국(100)과 인접 기지국(102)의 셀 경계 지역에 위치하는 경우, 상기 단말(104)에 수신되는 간섭 신호와 타겟 신호의 전력은 비슷하다. 따라서, 상기 단말(104)이 상기 간섭 신호를 무시하여 상기 타겟 신호를 추정 및 검출하면, 상기 간섭 신호에 의한 성능 저하가 발생한다.

<18> 다음으로 상기 SIC 방식은, 상기 단말(104)이 상기 간섭 신호를 추정하여 수신신호에서 상기 간섭신호를 제거하여 상기 타겟 신호를 검출하는 간섭 제거 방식이다. 예를 들어, 상기 단말(104)은 하기 <수학식 3>과 같이 인접 기지국(102)과 단말(104) 사이의 채널 성분을 추정하여 상기 간섭 신호를 복구한다.

수학식 3

<19>
$$\tilde{x}_I(k) = \hat{h}_I^{-1}(k) \cdot y(k), \quad \hat{x}_I(k) = Q(\tilde{x}_I(k))$$

<20> 여기서, 상기 $\tilde{x}_I(k)$ 는 상기 간섭 신호의 추정 성분을 나타내고, 상기 $h_I(k)$ 는 상기 인접 기지국(102)과 단말(104)의 채널 성분을 나타내며, 상기 $y(k)$ 는 수신신호를 나타낸다. 또한, 상기 $\hat{x}_I(k)$ 는 상기 간섭 신호의 검출 성분을 나타낸다.

<21> 이후, 상기 단말(104)은 상기 <수학식 3>과 같이 복구된 간섭 신호를 하기 <수학식 4>에 적용하여 상기 수신신호에서 상기 간섭 신호를 제거하여 타겟 신호를 복구한다.

수학식 4

<22>
$$w(k) = y(k) - \hat{h}_I^{-1}(k) \cdot \hat{x}_I(k) = h_s(k) \cdot x_s(k) + n'(k)$$

<23> 여기서, 상기 $\hat{x}_I(k)$ 는 상기 검출된 간섭 신호를 나타내고, 상기 $h_I(k)$ 는 상기 인접 기지국(102)과 단말(104)의 채널 성분을 나타내며, 상기 $y(k)$ 는 수신신호를 나타낸다.

<24> 상기 단말(104)은 상기 <수학식 4>와 같이 수신신호에서 인접 신호 성분을 제거한 후, 상기 서빙 기지국(100)과의 채널성분을 이용하여 상기 타겟 신호 성분의 추정 및 검출한다.

<25> 더욱이 상기 간섭 신호가 여러 개인 경우 상기 단말(104)은 상기 간섭 신호들을 반송파 대 간섭 및 잡음비

(Carrier to Interference and Noise Ratio)에 따라 정렬한 후, 상기 간섭 신호들을 순차적으로 복구하여 수신 신호에서 제거한다.

- <26> 상기 PIC 기법은, 상기 SIC 기법과 동일하게 간섭신호를 복구한 후, 수신신호에서 상기 간섭 신호를 제거하여 타겟 신호를 검출하는 간섭 제거 방식이다. 하지만, 상기 PIC 기법은 상기 SIC 기법과 다르게 상기 간섭 신호가 여러 개인 경우, 상기 간섭신호들을 병렬적으로 복구하여 상기 수신에서 제거한다.
- <27> 상술한 바와 같이 상기 SIC방식과 PIC방식은 간섭신호를 복구하여 상기 복구된 간섭신호를 상기 수신신호에서 제거하여 타겟 신호를 검출하는 간섭 제거 방식이다. 하지만, 상기 SIC방식과 PIC방식은 상기 간섭 신호를 복구할 때 상기 타겟 신호 성분을 무시하기 때문에 상기 복구된 간섭 신호의 오류 확률이 증가하게 된다. 상기 단말에서 상기 오류가 발생한 간섭 신호를 이용하여 타겟 신호를 검출하게 되면 에러 확산(Error Propagation)을 초래하게 되어 시스템의 성능이 저하되는 문제가 발생한다.
- <28> 또한, 상기 단말에서 상기 간섭 신호 성분을 추출하기 위해서는 상기 간섭 신호의 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 알아야하므로 상기 간섭신호를 복호해야 한다. 따라서, 상기 단말은 간섭을 제거하기 위한 시간 지연이 발생하며, 이로 인해 입력단에 존재하는 버퍼의 크기가 커져 하드웨어 복잡도가 증가하게 되는 문제가 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <29> 따라서, 본 발명의 목적은 광대역 무선 통신 시스템에서 간섭 신호 성분과 독립적으로 타겟 신호성분을 검출하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <30> 본 발명의 다른 목적은 광대역 무선 통신 시스템에서 다중 수신 안테나를 이용하여 간섭 신호 성분과 독립적으로 타겟 신호 성분을 검출하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <31> 본 발명의 또 다른 목적은 광대역 무선 통신 시스템에서 간섭 신호 성분과 독립적으로 타겟 신호 성분을 검출하여 시간 지연과 추가적인 버퍼의 사용을 줄이기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <32> 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 무선 통신시스템에서 간섭 신호를 제거하기 위한 수신단 장치는, 서빙 기지국의 타겟 신호와 적어도 하나의 인접 기지국들의 간섭 신호들을 수신하는 적어도 두 개의 수신 안테나와, 상기 수신 안테나들을 통해 수신되는 수신신호들 각각의 채널을 추정하는 채널 추정기와, 상기 수신신호들의 채널 추정 값들을 이용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 검출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <33> 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 상기 검출부는, 영 강압(Zero Forcing) 선형 검출(Linear Detection) 방식, 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출 방식, 영 강압 VBLAST(Vertical-Bell lab.LAyered Space Time)방식, 최소 평균 자승 오차 VBLAST 중 적어도 하나의 다중 안테나(MIMO : Multi-Input Multi-Output) 신호 검출 방식을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- <34> 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 무선 통신시스템의 수신단에서 간섭 신호를 제거하기 위한 방법은, 적어도 두 개의 수신 안테나를 통해 서빙 기지국의 타겟 신호와 적어도 하나의 인접 기지국들의 간섭 신호들이 수신되는 경우, 상기 수신신호들 각각의 채널을 추정하는 과정과, 상기 수신신호들과 상기 채널 추정 값들을 이용하여 상기 타겟 신호를 검출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 제 4 견지에 따르면, 간섭 신호를 제거하기 위한 무선통신 시스템은, 수신단으로 타겟 신호를 전송하는 서빙 기지국과, 상기 수신단으로 간섭 신호를 전송하는 적어도 하나의 인접 기지국들과, 적어도 두 개의 수신 안테나를 구비하며, 상기 수신 안테나들을 통해 수신되는 상기 타겟 신호와 간섭 신호들 각각의 채널을 추정하여 상기 타겟 신호를 검출하는 수신단을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <35> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 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.
- <36> 이하 본 발명은 광대역 무선 통신 시스템의 수신단에서 다중 수신 안테나를 이용하여 간섭 신호를 제거하기 위한 기술에 대해 설명한다.

이하 설명은 직교 주파수 다중 분할(Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 이하, OFDM이라 칭함) 방식을 사용하는 무선통신시스템의 수신단에서 2개의 수신 안테나를 이용하여 간섭을 제거하는 것을 예를 들어 설명한다. 하지만, 다른 다중 접속 방식을 사용하며 다 수개의 수신 안테나를 구비하는 무선통신시스템에도 동일하게 적용할 수 있다.

- <37> 도 2는 본 발명에 따른 무선 통신시스템의 구성을 도시하고 있다.
- <38> 상기 도 2에 도시된 바와 같이 단말(204)이 서빙 기지국(200)의 셀 영역에 포함되어 상기 서빙 기지국(200)으로부터 타겟 신호를 수신한다.
- <39> 이후, 상기 단말(204)이 상기 서빙 기지국(200)과 인접 기지국(202)의 핸드오프 영역, 즉 셀 경계지역으로 이동하면, 상기 단말(204)은 상기 서빙 기지국(200)으로부터 수신되는 타겟 신호뿐만 아니라 상기 인접 기지국(202)으로부터 의 간섭 신호도 수신받게 된다.
- <40> 이때, 상기 단말(204)은 다중 수신 안테나를 구비하므로 하기 <수학식 5>와 같은 수신 신호를 수신한다.

수학식 5

$$y_1(k) = h_{s^{(1)}}(k) \cdot x_s(k) + h_{I^{(1)}}(k) \cdot x_I(k) + n(k)$$

$$y_2(k) = h_{s^{(2)}}(k) \cdot x_s(k) + h_{I^{(2)}}(k) \cdot x_I(k) + n(k)$$

- <41>
- <42> 여기서, 상기 $y_i(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나의 수신 신호를 나타내고, 상기 $h_s^{(i)}(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나와 상기 서빙 기지국(200)과의 채널 성분을 나타내며, 상기 $x_s(k)$ 는 상기 서빙 기지국(200)이 상기 단말(204)로 전송한 송신 신호를 나타낸다. 또한, 상기 $h_I^{(i)}(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나와 상기 인접 기지국(202)과의 채널 성분을 나타내고, 상기 $x_I(k)$ 는 상기 인접 기지국(202)이 전송한 신호를 나타내며, 상기 $n(k)$ 는 상기 k 번째 부채널에 해당하는 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noise)을 나타낸다.
- <43> 상기 <수학식 5>와 같이 상기 단말(204)은 다중 수신 안테나를 이용하여 수신하는 신호는 하기 <수학식 6>과 같이 행렬식으로 표현할 수 있다.

수학식 6

$$Y = \begin{bmatrix} y_1(k) \\ y_2(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{s^{(1)}}(k) & h_{I^{(1)}}(k) \\ h_{s^{(2)}}(k) & h_{I^{(2)}}(k) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_s(k) \\ x_I(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1(k) \\ n_2(k) \end{bmatrix} = H \cdot X + N$$

- <44>
- <45> 여기서, 상기 $y_i(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나의 수신 신호를 나타내고, 상기 $h_s^{(i)}(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나와 상기 서빙 기지국(200)과의 채널 성분을 나타내며, 상기 $x_s(k)$ 는 상기 서빙 기지국(200)이 상기 단말(204)로 전송한 송신 신호를 나타낸다. 또한, 상기 $h_I^{(i)}(k)$ 는 상기 단말(204)의 i 번째 수신 안테나와 상기 인접 기지국(202)과의 채널 성분을 나타내고, 상기 $x_I(k)$ 는 상기 인접 기지국(202)이 전송한 신호를 나타내며, 상기 $n(k)$ 는 상기 k 번째 부채널에 해당하는 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noise)을 나타낸다.

상기 <수학식 6>은 전형적인 다중 입력 다중 출력(Multi Input Multi Output : 이하, MIMO라 칭함) 모델과 동일하다. 즉, 상기 광대역 무선통신시스템에서 상기 서빙 기지국(200)과 인접 기지국(202)은 각각 하나의 송신 안테나를 구비하지만, 상기 단말(204)은 다중 수신 안테나를 이용하여 상기 서빙 기지국(200)과 인접 기지국(202)의 신호를 동시에 수신하므로 상기 단말(204)은 상기 MIMO 시스템과 동일한 수신 모델을 갖는다.

- <46> 따라서, 상기 단말(204)은 상기 MIMO 시스템에서 각 채널 성분을 추정하는 방식을 이용하여 상기 간섭 신호와 독립적으로 상기 타겟 신호를 검출할 수 있다. 여기서, 상기 MIMO 시스템의 채널 성분 추정방식은 영 강압(Zero

Forcing) 선형 검출(Linear Detection)기법, 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출 기법, 영 강압 V-BLAST(Vertical-Bell lab.Layered Space Time), 최소 평균 자승 오차 VBLAST 등의 다양한 신호 검출 기법이 존재한다.

- <47> 이하 설명은 상기 광대역 무선통신시스템의 단말에서 상기 영 강압 선형 검출 방식을 이용하여 타겟 신호 성분을 추정하는 것을 예를 들어 설명한다.
- <48> 도 3은 본 발명에 따른 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 단말의 블록구성을 도시하고 있다.
- <49> 상기 도 3에 도시된 바와 같이 FFT(Fast Fourier Transform) 연산기(301, 302), 채널 추정기(Channel Estimation)(303, 304), 영강압 선형 검출기(ZF-LD Detection)(305), 디 매핑기(307) 및 복호기(309)를 포함하여 구성된다.
- <50> 상기 FFT 연산기(301, 302)는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 통해 각각 수신되는 시간 영역의 신호를 고속 푸리에 변환을 수행하여 주파수 영역의 신호로 변환한다.
- <51> 상기 채널 추정기(303, 304)는 상기 FFT 연산기(301, 302)로부터 제공받은 신호에 포함된 상기 서빙 기지국과 인접 기지국으로부터 수신된 프리앰블 신호를 이용하여 각 채널($h_s^{(1)}(k)$, $h_s^{(2)}(k)$, $h_l^{(1)}(k)$, $h_l^{(2)}(k)$)을 추정한다. 여기서, 상기 프리앰블 신호는, 채널 추정을 위한 파일럿 신호와 같은 기준신호를 포함하는 것을 의미한다.
- <52> 상기 영 강압 선형 검출기(305)는 상기 채널 추정기(303, 304)에서 추정된 채널 값을 이용하여 널링 벡터를 생성한다. 이후, 상기 FFT 연산기(301, 302)로부터 제공되는 신호와 상기 널링 벡터를 이용하여 타겟 신호 성분을 추정 및 검출한다. 여기서, 상기 영 강압 선형 검출기(305)는 하기 도 4에 도시된 바와 구성을 갖는다.
- <53> 도 4는 본 발명에 따른 인접 셀의 간섭 신호를 제거하기 위한 영강압(Zero Forcing) 선형 검출기의 상세 구성을 도시하고 있다.
상기 도 4에 도시된 바와 같이 상기 영 강압 선형 검출기(305)는 널링 벡터 생성기(401), 곱셈기(403), 및 타겟 신호 검출기(405)를 포함하여 구성된다.
- <54> 상기 널링 벡터 생성기(401)는 상기 채널 추정기(303, 304)에서 추정된 채널 값들을 이용하여 타겟 신호 성분만을 추정 및 검출하기 위한 널링 벡터를 생성한다.
- <55> 상기 곱셈기(403)는 상기 널링 벡터 생성기(401)에서 생성된 널링 벡터와 상기 FFT 연산기(301, 302)로부터 제공되는 푸리에 변환된 수신신호를 곱하여 하기 <수학식 7>과 같은 타겟 신호를 추정한다.
- <56> 상기 타겟 신호 검출기(405)는 상기 곱셈기(403)에서 추정된 타겟 신호($\tilde{x}_s(k)$)를 제공받아 하기 <수학식 7>과 같이 신호 결정 연산을 수행하여 타겟 신호를 검출한다.

수학식 7

<57>
$$\tilde{x}_s(k) = h_{(1, :)}^{-1}(k) \cdot Y, \quad \hat{x}_s(k) = Q(\tilde{x}_s(k))$$

<58> 여기서, 상기 $\tilde{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 추정 성분을 나타내고, 상기 $h_{(1, :)}^{-1}(k)$ 는 널링 벡터로 채널 행렬 H의 역행렬의 첫 번째 행을 나타내며, 상기 $\hat{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 검출 성분을 나타낸다. 또한, Q(x)는 신호 성장도에 기반한 신호 결정 연산을 나타낸다. 이때, 상기 타겟 신호는, 경관정(Hard Decision) 연산을 통해 검출하거나, 복호기의 성능 증가를 위해 연관정(Soft Decision) 연산을 통해 검출할 수 있다.

- <59> 상기 디매핑기(307)는 상기 영 강압 검출기(305)로부터 제공되는 출력신호, 즉 부반송파 값들에서 실제 데이터가 실린 부반송파 값들을 추출한다.
- <60> 상기 복호기(309)는 상기 디매핑기(307)로부터 제공받은 데이터를 해당 변조레벨(MCS(Modulation and Coding Scheme)레벨)에 따라 복조 및 복호하여 정보 데이터를 복원한다.
- <61> 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 인접 셀의 간섭 신호를 제거하기 위한 절차를 도시하고 있다.
- <62> 상기 도 5를 참조하면, 먼저 단말은 501단계에서 상기 단말의 다중 수신 안테나를 통해 상기 서빙 기지국과 인

접 기지국의 신호가 수신되는지 확인한다.

<63> 만일, 상기 신호가 수신되면, 상기 단말은 503단계로 진행하여 상기 수신 안테나별로 수신되는 신호에 대해 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 수행하여 시간 영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환한다.

<64> 이후, 상기 단말은 505단계로 진행하여 상기 푸리에 변환된 신호에서 상기 서빙 기지국과 인접 기지국과의 각각의 채널($h_s^{(1)}(k)$, $h_s^{(2)}(k)$, $h_I^{(1)}(k)$, $h_I^{(2)}(k)$)을 추정한다. 여기서, 상기 단말은 상기 서빙 기지국과 인접 기지국으로부터 수신되는 파일럿 신호와 같은 기준 신호를 포함하는 프리앰블을 이용하여 상기 각각의 채널을 추정한다.

<65> 상기 서빙 기지국과 인접 기지국 각각의 채널을 추정된 후, 상기 단말은 507단계로 진행하여 상기 추정된 채널 값을 이용하여 타겟 신호 성분을 추정하기 위한 널링 벡터를 생성한다. 여기서, 상기 MIMO 시스템의 선형 검출 방법에 의해 타겟 신호 성분이 하기 <수학식 8>과 같이 간섭 신호 성분과 독립적으로 검출되므로 상기 단말은 상기 간섭 신호 성분의 실제 추정, 검출을 수행하지 않아도 된다. 따라서, 상기 단말은 전체 채널(H)의 역행렬을 모두 구하지 않고 상기 타겟 신호 성분을 구하는데 필요한 상기 전체 채널의 역행렬의 첫 번째 행만 구하여도 상기 타겟 신호의 추정 및 검출을 수행할 수 있다.

수학식 8

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_s(k) \\ \hat{x}_I(k) \end{bmatrix} = H^{-1} \cdot Y = H^{-1} \cdot (H \cdot X + N) = X + H^{-1} \cdot N = X + N' = \begin{bmatrix} x_s(k) + n'_1(k) \\ x_I(k) + n'_2(k) \end{bmatrix}$$

<66>

<67> 여기서, 상기 $\hat{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 추정치를 나타내고, 상기 $\hat{x}_I(k)$ 는 인접 신호의 추정치를 나타내며, 상기 H^{-1} 은 상기 채널의 역행렬을 나타낸다. 또한, 상기 Y는 수신신호 행렬을 나타내고, 상기 X는 송신신호 행렬을 나타낸다.

<68> 상기 널링 벡터가 생성되면, 상기 단말은 509단계로 진행하여 상기 <수학식 7>과 같이 상기 널링 벡터와 상기 푸리에 변환된 수신신호의 선형 연산을 통해 상기 타겟 신호 성분을 추정한다.

<69> 이후, 상기 단말은 511단계로 진행하여 상기 추정된 타겟 신호 성분을 이용하여 상기 <수학식 7>과 같이 타겟 신호를 검출한다. 여기서, 상기 단말은 경판정(Hard Decision) 연산 또는 연판정(Soft Decision) 연산을 통해 상기 타겟 신호를 검출할 수 있다.

<70> 상술한 바와 같이 다중 수신 안테나를 구비하는 단말에서 MIMO 시스템의 신호 검출 기법들 중 영 강압 선형 검출방식을 예를 들어 설명하였다. 상기 영 강압 선형 검출 외에도 상기 타겟 신호 검출 성능을 향상시키기 위해 최소 평균 자승 오차(Minimum Mean Square Error) 선형 검출기법을 적용하면, 상기 단말은 상기 <수학식 7>과 같이 널링 벡터를 이용하여 상기 타겟 신호 성분을 추정 및 검출하는 대신 하기 <수학식 9>를 이용하여 상기 타겟 신호 성분을 추정 및 검출한다.

수학식 9

$$\hat{x}_s(k) = \left[(H^H H + \alpha I)^{-1} H^H \right]_{(1,:)} \cdot Y, \quad \hat{x}_I(k) = Q(\hat{x}_s(k))$$

<71>

<72> 여기서, 상기 H는 상기 단말의 다중 수신 안테나를 통해 수신되는 채널의 행렬을 나타내고, 상기 I는 2×2 크기의 단위 행렬을 나타내며, 상기 Y는 수신신호의 행렬을 나타낸다. 상기 $\hat{x}_s(k)$ 는 상기 타겟 신호의 검출 성분을 나타내고, 상기 Q(x)는 신호 성장도에 기반한 신호 결정 연산을 나타낸다.

<73> 상기 단말에서 상기 <수학식 9>를 이용하여 상기 타겟 신호를 추정 및 검출을 수행하면 상기 영 강압 선형 검출 방식에 비해 잡음 성분의 전력 증폭을 줄일 수 있는 이점이 있다.

<74> 또한, 상술한 예는 상기 광대역 무선통신시스템에서 두 개의 기지국(서빙 기지국, 인접 기지국)과 두 개의 수신 안테나를 구비하는 단말을 예를 들어 설명하였다. 이뿐만 아니라, 상기 간섭 신호 성분의 개수가 N_I 인 경우, 수

신 안테나 수(N_r)를 (N_r+1)개로 설정하고, 상기 <수학식 6, 7, 9>의 행렬을 하기 <수학식 10>과 같이 [$N_r \times (N_r+1)$]로 확장하여도 상기 단말에서 동일한 방법으로 상기 타겟 신호 성분을 추정 및 검출할 수 있다.

수학식 10

$$Y = \begin{bmatrix} y_1(k) \\ y_2(k) \\ \vdots \\ y_{N_r}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{s^{(1)}}(k) & h_{I_1^{(1)}}(k) & \cdots & h_{I_{N_r}^{(1)}}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{s^{(N_r)}}(k) & h_{I_1^{(N_r)}}(k) & \cdots & h_{I_{N_r}^{(N_r)}}(k) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_s(k) \\ x_{I_1}(k) \\ \vdots \\ x_{I_{N_r}}(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1(k) \\ n_2(k) \\ \vdots \\ n_{N_r}(k) \end{bmatrix} = H \cdot X + N$$

<75>

여기서, 상기 N_r 은 수신 안테나 수를 나타내고, 상기 N_r 는 간섭 신호의 개수를 나타낸다.

<76>

한편, 상기 수신 안테나의 수(N_r)가 상기 수신 신호의 개수(간섭 신호의 개수(N_r) + 타겟 신호의 개수(1))와 다른 경우, 먼저, 상기 수신 안테나 수가 상기 수신 신호의 개수보다 큰 경우($N_r > (N_r+1)$), 상기 MIMO 시스템의 신호 검출 방식에 따라 상기 타겟 신호를 추정 및 검출하며 상기 수신 안테나에서 상기 타겟 신호를 검출하는데 사용된 수신 안테나 이외의 잉여 안테나 수($N_r-(N_r+1)$)에 해당하는 다이버시티 이득을 발생하므로 보다 우수한 성능의 타겟 신호를 검출할 수 있다. 여기서, 상기 타겟 신호를 추정하기 위한 역행렬 연산은 의사-역행렬(Pseudo-Inverse) 연산으로 변경된다.

<77>

<78>

만일, 상기 수신 안테나 수가 상기 수신 신호의 개수보다 작은 경우($N_r < (N_r+1)$), 상기 단말은 간섭 신호 성분들의 전력을 비교하여 상위 (N_r-1)개의 간섭 신호를 선택하여 상술한 바와 동일한 방법으로 상기 타겟 신호를 추정 및 검출을 수행할 수 있다.

<79>

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.

발명의 효과

<80>

상술한 바와 같이, 광대역 무선 통신시스템에서 다중 수신 안테나를 이용하여 MIMO 검출방식을 이용하여 간섭 신호 성분과 독립적으로 타겟 신호 성분을 검출함으로써, 상기 간섭 신호의 잘못된 추정 및 검출로 발생하는 여러 확산을 줄일 수 있으며, 상기 간섭 신호 검출하여 복구 후 제거하기 위한 시간 지연이 발생하지 않는 이점이 있다. 또한, 추가적인 버퍼의 증가를 막아 하드웨어 복잡도가 증가하는 것을 방지할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

<1>

도 1은 일반적인 무선 통신시스템의 구성을 도시하는 도면,

<2>

도 2는 본 발명에 따른 무선 통신시스템의 구성을 도시하는 도면,

<3>

도 3은 본 발명에 따른 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 단말의 블록구성을 도시하는 도면,

<4>

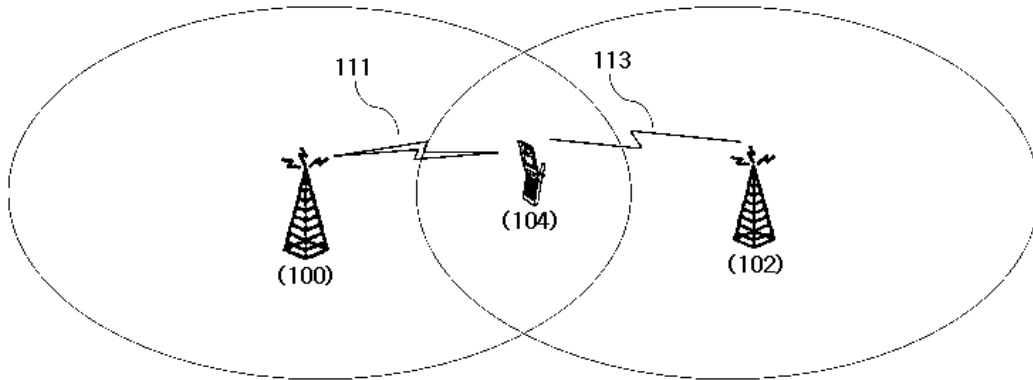
도 4는 본 발명에 따른 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 영강압(Zero Forcing) 선형 검출기의 상세 구성을 도시하는 도면, 및

<5>

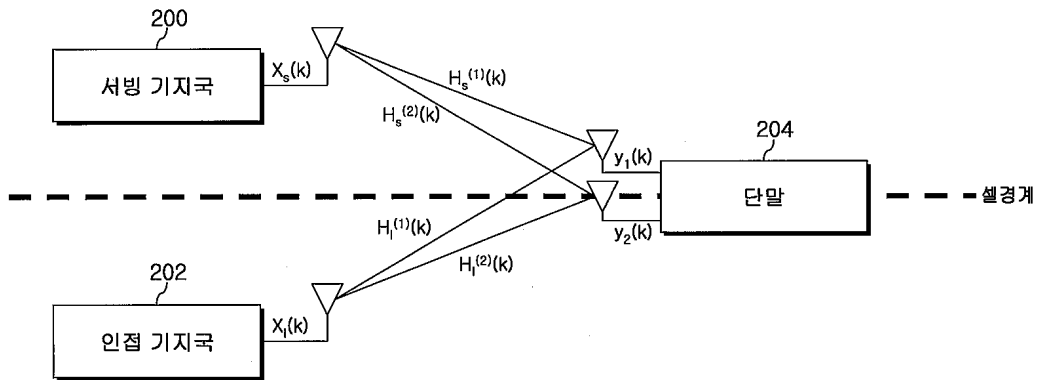
도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 인접 셀의 간섭을 제거하기 위한 절차를 도시하는 도면.

도면

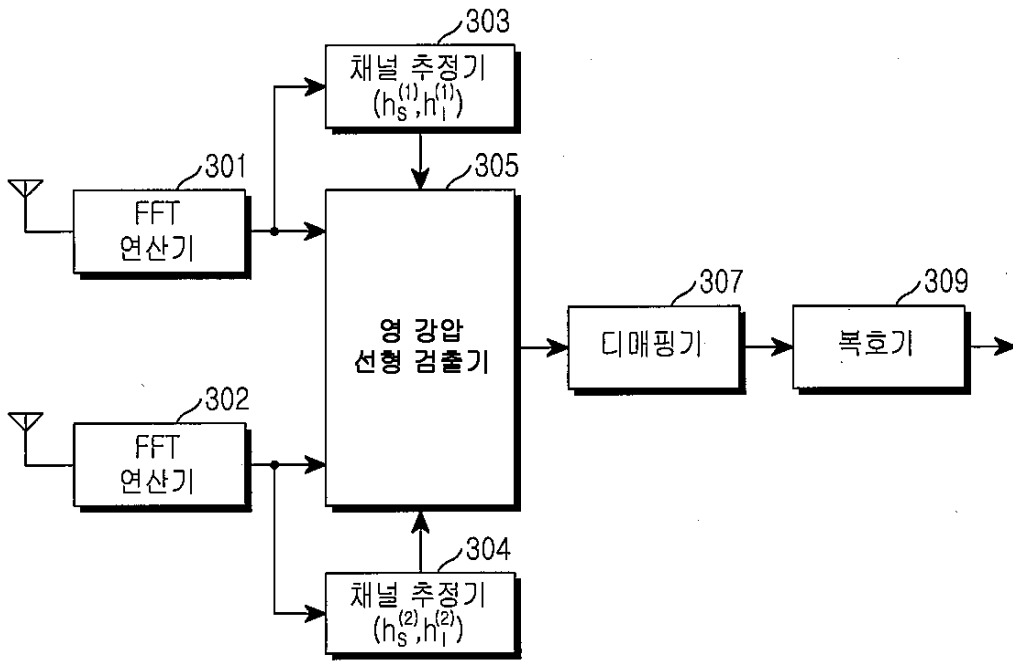
도면1



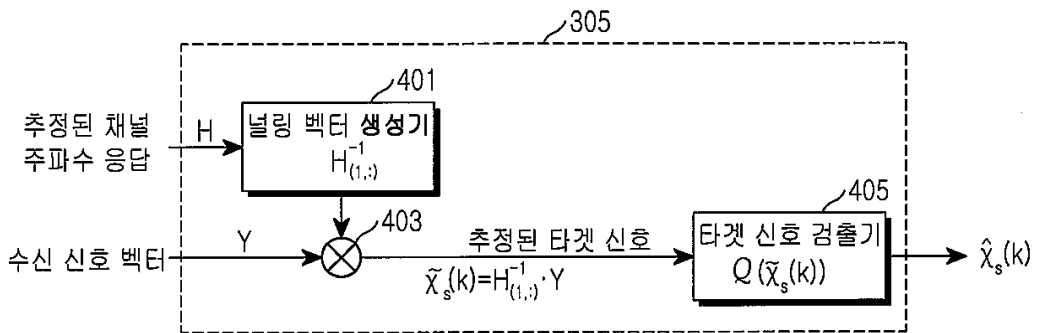
도면2



도면3



도면4



도면5

