



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0004703
(43) 공개일자 2008년01월10일

(51) Int. Cl.

H04B 1/76 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0063306

(22) 출원일자 2006년07월06일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

조면균

경기 성남시 분당구 야탑동 526 탑마을 경남아파트 706-1401

김영수

경기 성남시 분당구 정자동 29 선경연립 111동 401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

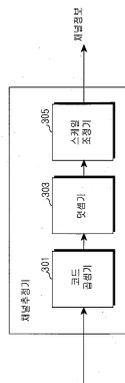
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널을 추정하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정을 하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 상기 채널 추정을 위한 파일럿 신호를 생성하기 위한 장치는, 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스(Sequence)를 생성하는 시퀀스 생성기와, 상기 시퀀스를 소정 횟수 반복하는 반복 삽입기와, 상기 반복 삽입기로부터의 데이터를 서로 다른 값으로 위상 천이하는 복수의 위상 천이기와, 각각 대응되는 위상 천이기로부터의 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하는 복수의 OFDM(Othogonal Frequency Divition Multiplexing) 변조기들을 포함하여, 셀 및 안테나 간 직교성을 가지는 파일럿 신호를 이용하여 시간 지연된 인접 기지국의 간섭 파일럿 신호를 제거함으로써, 단말이 속한 셀의 안테나별 채널을 정확히 추정할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

유철우

서울 관악구 봉천4동 건영아파트 102동 1402호

권종형

서울 성동구 송정동 73-882

권태훈

서울 마포구 서교동 446-20 현대빌라 301호

송형준

서울 구로구 고척2동 삼익아파트 202동 1302호

홍대식

서울 강남구 대치동 506 선경아파트 2동 705호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 셀룰러 통신 시스템에서 파일럿 신호를 생성하기 위한 장치에 있어서,
 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스(Sequence)를 생성하는 시퀀스 생성기와,
 상기 시퀀스를 소정 횟수 반복하는 반복 삽입기와,
 상기 반복 삽입기로부터의 데이터를 서로 다른 값으로 위상 천이하는 복수의 위상 천이기들과,
 각각 대응되는 위상 천이기로부터의 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하는 복수의 OFDM(Othogonal Frequency Divition Multiplexing) 변조기들을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 반복 삽입 횟수는, 적어도 상기 파일럿 신호가 사용될 채널의 임펄스 응답 길이(Impulse Response) 만큼인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정을 위한 장치에 있어서,
 수신된 샘플데이터를 소정 길이로 분할하여 미리 약속된 코드를 곱하는 코드 곱셈기와,
 상기 코드와의 곱셈을 통해 얻은 신호들을 더하여 채널 추정 값을 출력하는 덧셈기와,
 상기 채널 추정 값의 크기를 보상하는 스케일 조정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,
 상기 소정 길이는, 추정하고자 하는 채널의 임펄스 응답 길이와 송신단의 안테나 수를 곱한 값 또는 삽입된 CP(Cyclic Prefix)의 길이와 송신단의 안테나 수를 곱한 값인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

무선 셀룰러 통신 시스템에서 파일럿 신호를 생성하기 위한 방법에 있어서,
 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스(Sequence)를 생성하는 과정과,
 상기 시퀀스를 소정 횟수 반복하는 과정과,
 송신단에서 각 안테나가 다른 위상을 가지도록 상기 반복된 시퀀스를 위상 천이하는 과정과,
 각각 위상 천이된 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,
 상기 반복 삽입 횟수는, 적어도 상기 파일럿 신호가 사용될 채널의 임펄스 응답 길이(Impulse Response) 만큼인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,
 상기 파일럿 신호는, 하기 수학식 2에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 방법,

수학식 2

$$X_i^{(n)}(k) = \sqrt{\frac{P_{pilot}}{N_s N_t}} \sum_{m=0}^{G-1} \delta(k-t-mN_s) \cdot e^{j\frac{2\pi m G K}{N_t}}$$

여기서, P_{pilot} 은 파일럿 신호에 할당된 전력의 크기, N_s 는 셀의 개수, N_t 는 송신 안테나의 개수, G 는 CP의 길이, t 는 각 기지국에 할당된 변수, m 은 각 안테나에 할당된 변수를 나타냄.

청구항 8

무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정을 위한 방법에 있어서,
수신된 파일럿 신호를 소정 길이로 분할하여 미리 약속된 코드를 곱하는 과정과,
상기 파일럿 신호를 분할하여 코드와의 곱셈을 통해 얻은 신호들을 더하여 채널 추정 값을 얻는 과정과,
상기 채널 추정 값의 크기를 보상하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,
상기 소정 길이는, 추정하고자 하는 채널의 임펄스 응답 길이와 송신단의 안테나 수를 곱한 값 또는 삽입된 CP(Cyclic Prefix)의 길이와 송신단의 안테나 수를 곱한 값인 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <8> 본 발명은 무선 셀룰러 통신 시스템에 관한 것으로서, 특히 상기 무선 셀룰러 통신 시스템에 속한 단말에서 채널 추정을 하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <9> 직교 주파수 다중 접속(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 같은 방식에 기반한 무선 통신 시스템에서 상기 채널 추정은 파일럿 부반송파나 프리앰블을 통해 전송되는 파일럿 신호 및 훈련 신호에 의해 수행된다. 기지국은 미리 알려진 파일럿 신호를 단말로 송신하고, 상기 단말은 채널을 통과하며 왜곡된 파일럿 신호를 수신하여 채널을 추정할 수 있다.
- <10> 하지만, 다중 셀(Multi Cell)로 구성된 무선 셀룰러 통신 시스템에서 상기 단말은 하나의 기지국이 아닌 다수의 기지국에서 송신한 파일럿 신호를 중첩하여 수신하게 된다. 즉, 상기 단말이 속한 기지국에서 송신한 파일럿 신호가 아닌 인접 기지국의 파일럿 신호는 올바른 채널 추정을 방해하는 간섭의 요인이 된다.
- <11> 따라서, 상기 무선 셀룰러 통신 시스템의 단말은 정확한 채널 추정을 위해 상기 파일럿 신호 수신시 상기 인접 기지국의 파일럿 신호에 의한 간섭을 제거하는 기술이 필요하다. 상기 무선 셀룰러 통신 시스템에서 인접 기지국의 파일럿 신호의 간섭에 의한 채널 추정 성능 열화를 방지하기 위한 종래의 기술들은 다음과 같다.
- <12> 첫째, 각 기지국에서 충분히 상관도가 낮은 PN(Pseudo Noise) 신호열을 이용하여 상기 파일럿 신호를 변조하는 방법이다. 따라서, 상기 파일럿 신호는 대역확산되어 전송되고, 상기 단말에서 채널 추정을 원하는 기지국의 PN 신호열을 이용하여 중첩된 파일럿 신호 복조시, 상기 인접 기지국의 파일럿신호는 잡음으로 처리된다. 여기서, 상기 PN 신호열을 이용하기 위해서는 각 기지국의 시간 동기가 정확히 일치해야한다. 또한, 상기 PN 신호열을 이용하는 방법은 단지 간섭 신호를 확신시키는 것이므로 간섭제거의 한계가 있으며, 파일럿 부반송파의 개수가 적은 경우 상기 PN 신호열의 상관도를 충분히 낮게 할 수 없다.

- <13> 둘째, 주파수 재 사용율(Frequency Reuse Factor : 이하, FRF라 칭함)을 이용하는 방법이다. 상기 기지국은 상기 파일럿 신호를 송신하는데 있어서 데이터보다 높은 FRF를 적용하여 같은 부반송파를 사용하는 셀간의 간격을 멀어지게 한다. 따라서, 채널 추정 시 인접 기지국의 파일럿 신호에 의한 간섭을 줄일 수 있다. 하지만, 상기 높은 FRF를 사용하는 방법은 데이터와 파일럿 신호의 주파수 대역이 다를 수 있기 때문에, 상기 파일럿 이외의 위치에 있는 채널 정보를 알아내기 위해서는 보간법(Interpolation)이 사용되어야 한다. 따라서, 상기 보간법의 사용으로 인한 오차가 발생하며, 상기 오차를 줄이기 위해서 상기 파일럿 부반송파의 개수를 늘려야하기 때문에 일정 수준 이상의 오차 감소를 기대하기 어렵다.
- <14> 마지막으로, ZCZ(Zero Correlation Zone) 코드를 사용하는 방법이다. 상기 ZCZ 코드는 각 코드 간 직교성을 가진다. 또한, 상기 각 코드는 자신의 코드를 일정 길이의 순환 쉬프트(Cyclic Shift)를 수행한 코드와도 직교성을 가진다. 따라서, 상기 단말은 상기 ZCZ 코드의 코드별 직교성 성질을 이용하여 상기 인접 기지국의 파일럿 신호로 인한 간섭을 제거할 수 있다. 또한, 상기 단말은 상기 ZCZ 코드의 상기 순환 쉬프트 직교성 성질을 이용하여 상기 ZCZ 코드를 순환 쉬프트하며 수신된 신호와 반복 연산함으로써 정확한 채널 추정이 가능하다. 하지만, 상기 ZCZ 코드를 이용한 방법은 정확한 채널 추정이 가능하지만, 반복적인 연산으로 인해 복잡도가 매우 높다.
- <15> 상술한 바와 같이 상기 무선 셀룰러 통신 시스템은 상기 인접 기지국의 파일럿 신호 간섭을 고려하여 채널을 추정한다. 하지만, 상기 PN 신호열 및 FRF를 이용한 방법들은 간섭 제거 성능에 한계가 있으며 상기 ZCZ 코드를 사용한 방법은 복잡도가 매우 높다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 따라서, 본 발명의 목적은 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널을 추정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <17> 본 발명의 다른 목적은 무선 셀룰러 통신 시스템에서 시간 지연되어 수신되는 인접 송신단의 간섭 파일럿 신호를 고려한 파일럿 신호를 생성하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <18> 본 발명의 또 다른 목적은 무선 셀룰러 통신 시스템에서 시간 지연되어 수신된 인접 송신단의 간섭 파일럿 신호를 제거하고 안테나 별 채널을 추정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <19> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 파일럿 신호를 생성하기 위한 장치는, 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스를 생성하는 시퀀스 생성기와, 상기 시퀀스를 소정 횟수 반복하는 반복 삽입기와, 상기 반복 삽입기로부터의 데이터를 서로 다른 값으로 위상 천이하는 복수의 위상 천이기와, 각각 대응되는 위상 천이기로부터의 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하는 복수의 OFDM(Othogonal Frequency Divition Multiplexing) 변조기들을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <20> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정을 위한 장치는, 수신된 샘플데이터를 소정 길이로 분할하여 미리 약속된 코드를 곱하는 코드 곱셈기와, 상기 코드와의 곱셈을 통해 얻은 신호들을 더하여 채널 추정 값을 출력하는 덧셈기와, 상기 채널 추정 값의 크기를 보상하는 스케일 조정기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <21> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 파일럿 신호를 생성하기 위한 방법은, 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스를 생성하는 과정과, 상기 시퀀스를 소정 횟수 반복하는 과정과, 송신단에서 각 안테나가 다른 위상을 가지도록 상기 반복된 시퀀스를 위상 천이하는 과정과, 각각 위상 천이된 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <22> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 견지에 따르면, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정을 위한 방법은, 수신된 파일럿 신호를 소정 길이로 분할하여 미리 약속된 코드를 곱하는 과정과, 상기 파일럿 신호를 분할하여 코드와의 곱셈을 통해 얻은 신호들을 더하여 채널 추정 값을 얻는 과정과, 상기 채널 추정 값의 크기를 보상하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <23> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 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.

- <24> 이하 본 발명은 무선 셀룰러 통신 시스템에서 시간 지연된 인접 기지국의 파일럿 신호에 의한 간섭을 제거하고 채널을 추정하기 위한 기술에 대해 설명한다.
- <25> 이하 설명에서 무선 셀룰러 통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access)방식에 기반한 통신 시스템을 예로 들어 설명한다.
- <26> 도 1은 본 발명에 따른 송신기의 블록 구성을 도시하고 있다.
- <27> 상기 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 송신기는 시퀀스(Sequence) 생성기(101), 반복 삽입기(103), 위상 천이기(105), IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 연산기(107) 및 CP(Cyclic Prefix) 삽입기(109)를 포함하여 구성된다.
- <28> 상기 시퀀스 생성기(101)는 시간 영역에서의 전파 지연과 관계없이 직교성이 유지되도록 하기 위해 주파수 영역에서 각 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스를 생성한다.
- <29> 상기 반복 삽입기(103)는 상기 시퀀스 생성기(101)로부터 제공받은 시퀀스를 상기 송신기와 수신기 사이 채널의 임펄스 응답 길이만큼 반복한다.
- <30> 상기 위상 천이기(105)는 상기 송신기가 보유한 각 안테나에서 사용할 파일럿 신호의 직교성을 위해 상기 반복 삽입기(103)로부터 제공받은 반복된 시퀀스의 위상을 변경한다. 즉, 상기 송신기가 안테나를 N개 보유하는 경우, N개의 위상 천이기(105)를 통해 각각 위상이 다른 N개의 시퀀스들이 출력된다.
- <31> 상기 IFFT 연산기(107)는 상기 위상 천이기(105)로부터 제공받은 N개의 시퀀스들을 시간영역 신호로 변환시키기 위해 IFFT 연산을 수행한다.
- <32> 상기 CP 삽입기(109)는 상기 IFFT 연산기(107)로부터 제공받은 N개의 시간영역 신호들에 CP를 삽입하여 안테나를 통해 송신한다.
- <33> 도 2는 본 발명에 따른 수신기의 블록 구성을 도시하고 있다.
- <34> 상기 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 수신기는 CP 제거기(201), 채널추정기(203), FFT(Fast Fourier Transform) 연산기(205), 등화기(207), 복조기(209) 및 복호기(211)를 포함하여 구성된다.
- <35> 상기 CP 제거기(201)는 안테나를 통해 수신된 신호에 삽입된 CP를 제거한 후, 상기 CP가 제거된 신호를 상기 채널추정기(203) 및 FFT 연산기(205)로 출력한다.
- <36> 상기 채널추정기(203)는 상기 CP제거기(201)로부터 상기 CP가 제거된 파일럿 신호를 제공받아 채널을 추정한다. 특히, 본 발명에 따라 다수의 파일럿 신호들이 중첩된 신호를 제공받아 시간 지연된 인접 기지국의 간섭 파일럿 신호를 제거하고 단말이 속한 셀의 채널 정보를 추출한다.
- <37> 상기 FFT 연산기(205)는 상기 CP제거기(201)로부터 시간영역의 신호를 제공받아 주파수 영역의 신호로 변환하기 위해 FFT 연산을 수행한다. 상기 등화기(207)는 상기 FFT 연산기(205)로부터 제공받은 채널을 통과하며 왜곡된 신호를 상기 채널 추정기(203)로부터 제공받은 채널 추정 값을 이용하여 보상한다.
- <38> 상기 복조기(209)는 상기 등화기(207)로부터 제공받은 신호를 해당 복조방식에 의해 이진 비트열로 복조(Demodulation)한다. 상기 복호기(211)는 상기 복조기(209)로부터 제공받은 비트열을 해당 부호율에 의해 복호(Decoding)한다.
- <39> 도 3은 본 발명에 따른 수신기에서 채널추정기의 블록 구성을 도시하고 있다. 여기서, 상기 채널추정기는 상기 도 2에 도시된 채널추정기(203)와 동일하다.
- <40> 상기 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 채널추정기는 코드 곱셈기(301), 덧셈기(303) 및 스케일 조정기(305)를 포함하여 구성된다.
- <41> 상기 코드 곱셈기(301)는 상기 CP 제거기(201)로부터 상기 파일럿 신호를 제공받아 상기 수신된 파일럿 신호를 소정 길이로 분할하여 미리 약속된 코드를 곱한다. 여기서, 상기 소정 길이는 채널의 임펄스 응답 길이와 상기 기지국 안테나 수의 곱 또는 삽입된 CP의 길이와 송신단 안테나 수의 곱이다. 또한, 상기 코드는 시스템 설계시 결정되는 값이며, 셀 간 직교성을 가진다.
- <42> 상기 덧셈기(303)는 상기 코드 곱셈기(301)로부터 상기 코드가 곱해진 신호를 제공받아 상기 신호들을 모두 더한다. 여기서, 상기 덧셈의 결과 값이 채널 추정 값이 된다.

- <43> 상기 스케일 조정기(305)는 상기 덧셈기(303)로부터 상기 채널 추정 값을 제공받아 상기 코드를 곱함으로써 인해 감소된 채널 추정 값의 크기를 보상하여 채널 정보를 출력한다.
- <44> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 기지국에서 파일럿 신호를 송신하기 위한 절차를 도시하고 있다.
- <45> 상기 도 4을 참조하면, 먼저 상기 기지국은 401단계에서 주파수 영역에서 각 셀 간 직교성을 가지는 시퀀스를 생성한다. 다시 말해, 상기 기지국은 인접 기지국 파일럿 신호의 시간 지연과 무관한 직교성을 위해 주파수 영역에서 직교성을 갖는 시퀀스를 생성한다. 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국A(610)는 할당된 주파수 영역에서 시퀀스(601)를 생성한다.
- <46> 상기 시퀀스를 생성한 후, 상기 기지국은 403단계로 진행하여 상기 생성된 시퀀스를 적어도 채널의 임펄스 응답 길이 만큼 반복한다. 상기 주파수 영역에서 반복된 파일럿 신호는 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 연산을 거치면 상기 반복 횟수만큼, 즉, 적어도 상기 임펄스 응답 길이만큼 0이 삽입된다. 따라서, 상기 기지국은 단말에서 상기 파일럿 신호 수신시 시간 영역에서 채널의 임펄스 응답의 중첩을 방지하여 연산의 복잡도가 감소되도록 상기 시퀀스를 반복 삽입한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국A(610)는 하기 수학식 1에 따라 채널의 임펄스 응답 길이만큼 시퀀스가 반복된 파일럿 신호(603)를 생성한다.
- <47> 이후, 상기 기지국은 405단계로 진행하여 보유한 각 안테나들 간 간섭을 제거하기 위해 상기 각 안테나마다 다른 위상을 갖도록 상기 파일럿 신호의 위상을 천이한다. 즉, 상기 기지국은 시간 축에서 각 안테나 별 파일럿 신호를 구분하여 간섭을 제거하기 위해 상기 파일럿 신호를 주파수 상에서 위상 천이한다. 상기 각 안테나에 따라 위상 천이된 파일럿 신호는 하기 수학식 1을 통해 얻어진다.

수학식 1

$$X_t^{(n)}(k) = \sqrt{\frac{P_{pilot}}{N_s N_t}} \sum_{m=0}^{G-1} \delta(k-t-mN_s) \cdot e^{j \frac{2\pi m G k}{N_t}}$$

- <48>
- <49> 상기 수학식 2에서, k 는 주파수 축, P_{pilot} 은 파일럿 신호에 할당된 전력의 크기, N_s 는 셀의 개수, N_t 는 송신 안테나의 개수, G 는 CP의 길이, t 는 각 기지국에 할당된 변수, n 은 각 안테나에 할당된 변수를 나타낸다.

- <50> 여기서, $\sqrt{\frac{P_{pilot}}{N_s N_t}}$ 는 각 기지국의 파일럿 신호의 전력을 평준화(Normalization)하는 것을 의미하고,

$\sum_{m=0}^{G-1} \delta(k-t-mN_s)$ 는 상기 403단계에서 생성되는 반복되는 시퀀스를 의미하며, 상기 k 값에 의해 기지국 별 주

파수 영역에 결정된다. 또한, $e^{j \frac{2\pi m G k}{N_t}}$ 는 상기 405단계에서 천이되는 위상의 크기를 의미하며, 상기 n 값에 의해 각 안테나의 위상이 결정된다. 예를 들어, 상기 각 안테나 간 동일한 위상 차이를 가지게 하는 경우, 상기 n 값에 안테나 순으로 일련 번호(0, 1, 2, ...)를 부과한다.

- <51> 상기 수학식 1에 따라 상기 각 안테나에 따라 상기 파일럿 신호의 위상을 천이한 후, 상기 기지국은 407단계로 진행하여 상기 주파수 축에서 생성된 파일럿 신호를 시간 축 신호로 변환하기 위해 IFFT 연산을 수행한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국A(610)는 IFFT 연산을 수행하여 두 개의 안테나에 대해 시간 축의 파일럿 신호(605)와 시간 축에서 쉬프트된 파일럿 신호(607)를 얻는다.

- <52> 이후, 상기 기지국은 409단계로 진행하여 채널 통과시 시간 지연으로 인한 상기 파일럿 신호의 직교성 상실을 방지하기 위해 상기 파일럿 신호에 CP를 삽입한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국A(610)는 채널의 최대 전파 지연을 고려하여 파일럿 신호의 마지막 부분을 복사하여 상기 파일럿 신호의 앞 단에 삽입한다. 따라서, 상기 기지국A(610)는 단말로 송신할 안테나A1의 파일럿 신호(609)와 안테나A2의 파일럿 신호(611)

를 얻는다.

- <53> 상기 CP를 삽입한 후, 상기 기지국은 411단계로 진행하여 상기 CP가 삽입된 파일럿 신호를 각 안테나를 통해 단말로 송신한다.
- <54> 이후, 상기 기지국은 본 절차를 종료한다.
- <55> 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 단말에서 채널을 추정하기 위한 절차를 도시하고 있다.
- <56> 상기 도 5를 참조하면, 먼저 상기 단말은 501단계에서 파일럿 신호가 수신되는지 확인한다. 여기서, 상기 수신되는 파일럿 신호는 다수의 파일럿 신호가 중첩된 신호이다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국 A(610)의 안테나A1으로부터 송신된 제 1 파일럿 신호(609), 안테나A2로부터 송신된 제 2 파일럿 신호(611), 인접 기지국인 기지국B(620)의 안테나B1으로부터 송신된 제 3 파일럿 신호(613) 및 안테나B2로부터 송신된 제 4 파일럿 신호(615)는 각각의 채널을 통과하여 단말(630)로 수신된다. 여기서, 상기 제 3 파일럿 신호(613)와 제 4 파일럿 신호(615)는 전파 지연되어 수신된다.
- <57> 상기 파일럿 신호가 수신되면, 상기 단말은 503단계로 진행하여 상기 파일럿 신호에 삽입된 CP를 제거한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 단말(630)은 각각의 채널을 통과한 모든 파일럿 신호들이 더해진 신호가 수신되면, 상기 CP를 제거하여 상기 CP가 제거된 파일럿 신호(617)를 얻는다.
- <58> 이후, 상기 단말은 505단계로 진행하여 인접 기지국의 간섭을 제거하기 위해 상기 파일럿 신호를 소정 길이로 분할한 후, 상기 단말이 속한 셀의 코드를 곱한다. 여기서, 상기 소정 길이는 채널의 임펄스 응답 길이와 상기 기지국 안테나 수의 곱 또는 상기 CP의 길이와 상기 기지국 안테나 수의 곱이다. 또한, 상기 코드는 시스템 설계시 결정되는 값이며, 셀 간 직교성을 가진다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 단말(630)은 CP가 제거된 파일럿 신호(617)를 상기 소정 길이로 분할 한 후, 곱셈 연산을 하여 상기 단말이 속한 셀의 코드가 곱해진 값(619, 621)을 얻는다.
- <59> 상기 코드와 곱셈을 수행한 후, 상기 단말은 507단계로 진행하여 인접 기지국의 파일럿 신호에 의한 간섭이 제거된 채널 추정 값을 얻기 위해 상기 코드와의 곱셈을 통해 얻은 신호들의 덧셈을 수행한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 단말(630)은 상기 코드가 곱해진 두 값(619, 621)을 덧셈 연산하여 채널 추정 값(623)을 얻는다. 여기서, 상기 채널 추정 값(623)은 상기 코드를 곱함으로써 크기가 감소된 값이다.
- <60> 상기 채널 추정 값을 얻은 후, 상기 단말은 509단계로 진행하여 상기 코드와의 곱셈으로 인해 감소된 채널 추정 값을 보상하기 위해 상기 채널 추정 값을 스케일링(Scaling)한다. 예를 들어, 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 단말(630)은 상기 코드를 곱함으로써 감소된 채널 추정 값에 상기 코드의 절대 값의 역수를 곱함으로써 채널A1의 임펄스 응답(625)과 채널A2의 임펄스 응답(627)을 얻는다.
- <61> 이후, 상기 단말은 본 절차를 종료한다.
- <62> 도 7은 본 발명에 따른 채널 추정 방법의 성능을 도시하는 그래프이다. 이하 설명에서, LSE(Least Square Estimation), 주파수 재 사용률(FRF : Frequency Reuse Factor)를 이용한 LSE, PN 신호열을 이용한 MLE(Maximum Likelihood Estimation), ZCZ(Zero Correlation Zone) 코드를 이용한 채널 추정 방법 및 본 발명에 따른 채널 추정 방법을 비교하여 설명한다. 여기서, 부반송파 개수는 1024개, 보호 구간의 길이는 128, 셀 개수는 5개, 사용 대역폭은 10MHz, 셀 반경은 1km의 환경을 가정하여 설명한다.
- <63> 상기 도 7을 참조하면, (a)는 기지국과의 거리에 따른 평균 오차 제곱(Mean Square Error : 이하, MSE라 칭함)을 각 채널 추정 방법에 따라 도시하는 그래프이다. 따라서, 상기 (a)의 가로축은 기지국과의 거리, 세로축은 MSE를 나타낸다.
- <64> 상기 (a)에 도시된 바와 같이, 종래 기술의 채널 추정을 사용한 경우, 동일한 거리에서 가장 우수한 MSE를 보이는 방법은 상기 ZCZ 코드를 이용한 방법이다. 본 발명의 채널 추정 방법을 사용하는 경우 상기 ZCZ 코드를 이용한 경우와 동일한 성능을 보인다.
- <65> 하지만, 미 도시되었지만, 본 발명의 채널 추정 방법은 코드의 길이(N) 만큼의 곱셈과 덧셈만이 필요하다. 반면, 상기 ZCZ 코드를 이용하는 방법은 채널의 임펄스 응답 길이만큼의 쉬프트 연산과 매 쉬프트마다 N 번의 곱셈 연산이 필요하다. 즉, 상기 (a)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 채널 추정 방법과 상기 ZCZ 코드를 이용하는 방법은 기지국과 거리에 따른 MSE에서 동일한 성능을 보이지만, 본 발명의 채널 추정 방법의 복잡도가 더 적다.

- <66> (b), (c) 및 (d)는 SNR(Signal to Noise Ratio)에 따른 MSE를 각 채널 추정 방법에 따라 도시하는 그래프이다. 따라서, 상기 (b), (c) 및 (d)의 가로축은 SNR, 세로축은 MSE를 나타낸다. 여기서, 기지국과 단말의 거리는 0.8km를 가정하고, 며상기 (a)에 적용한 SIR(Signal to Interference Ratio)은 -5dB, 상기 (b)에 적용한 SIR은 -3dB, 상기 (c)에 적용한 SIR은 0dB이다.
- <67> 상기 (b), (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 모든 SNR 구간에서 본 발명의 채널 추정 방법이 동일한 SNR에서 MSE가 우수함을 확인할 수 있다. 더욱이, SIR 값이 낮아질수록 종래의 기술과 대비하여 더 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- <68> 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

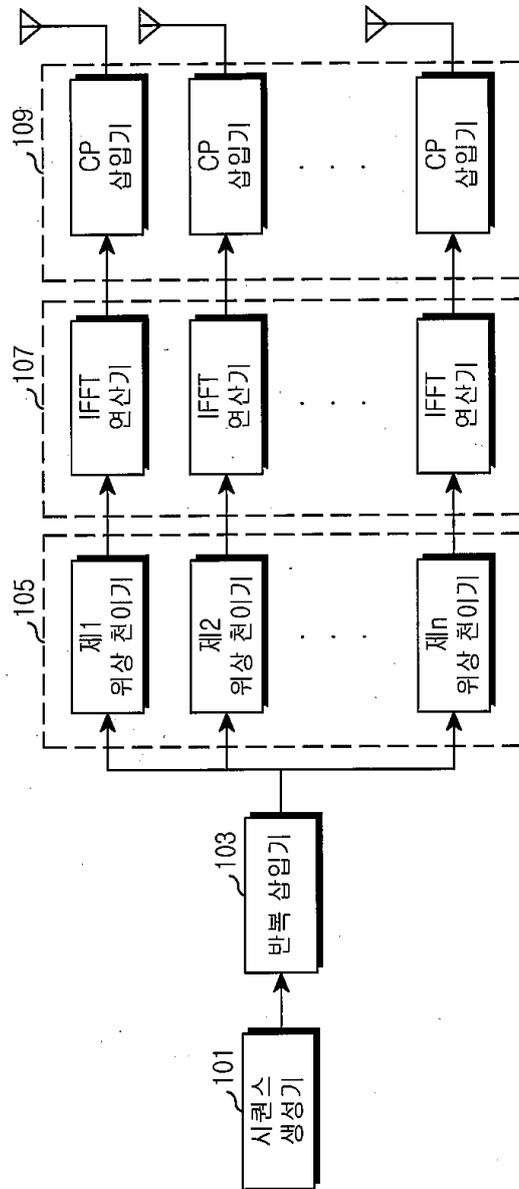
- <69> 상술한 바와 같이, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 채널 추정시, 셀 및 안테나 간 직교성을 가지는 파일럿 신호를 이용하여 인접 기지국의 시간 지연된 간섭 파일럿 신호를 제거함으로써, 단말이 속한 셀의 안테나별 채널을 정확히 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

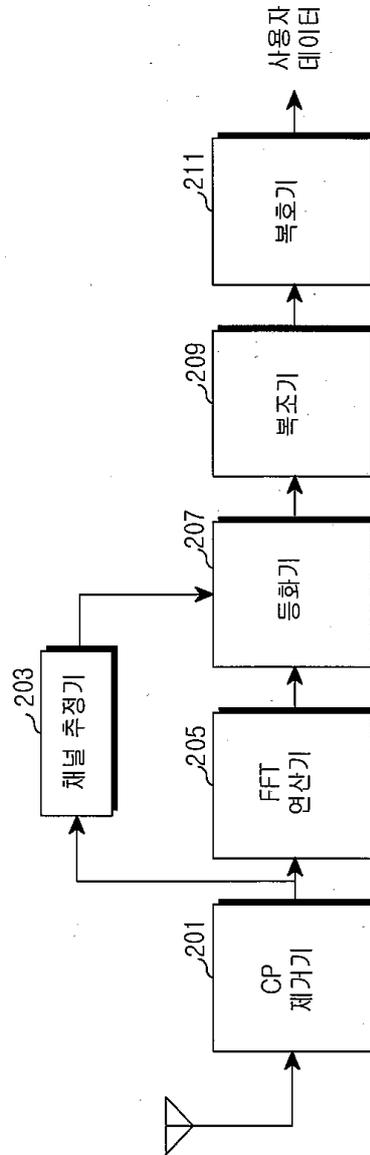
- <1> 도 1은 본 발명에 따른 송신기의 블록 구성을 도시하는 도면,
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 수신기의 블록 구성을 도시하는 도면,
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 수신기에서 채널추정기의 블록 구성을 도시하는 도면,
- <4> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 기지국에서 파일럿 신호를 송신하기 위한 절차를 도시하는 도면,
- <5> 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 단말에서 채널을 추정하기 위한 절차를 도시하는 도면,
- <6> 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 채널 추정 시 송수신단 간의 신호 처리를 도시하는 도면, 및
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 채널 추정 방법의 성능을 도시하는 그래프.

도면

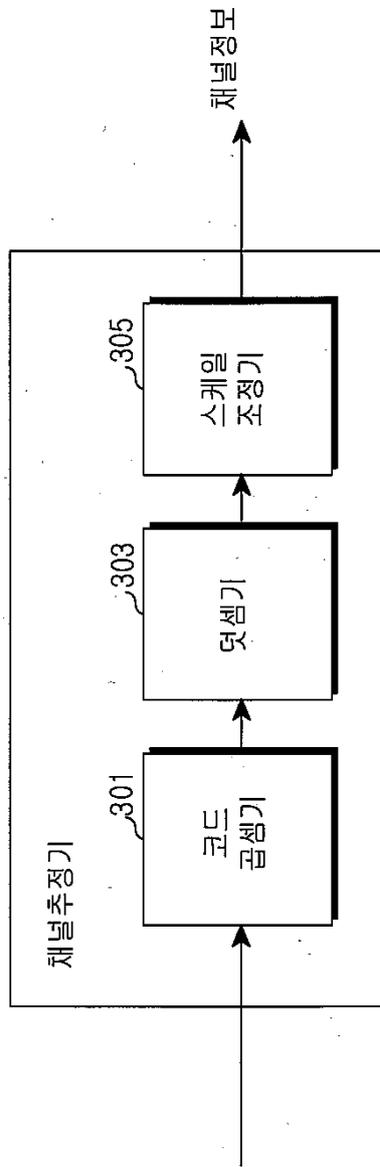
도면1



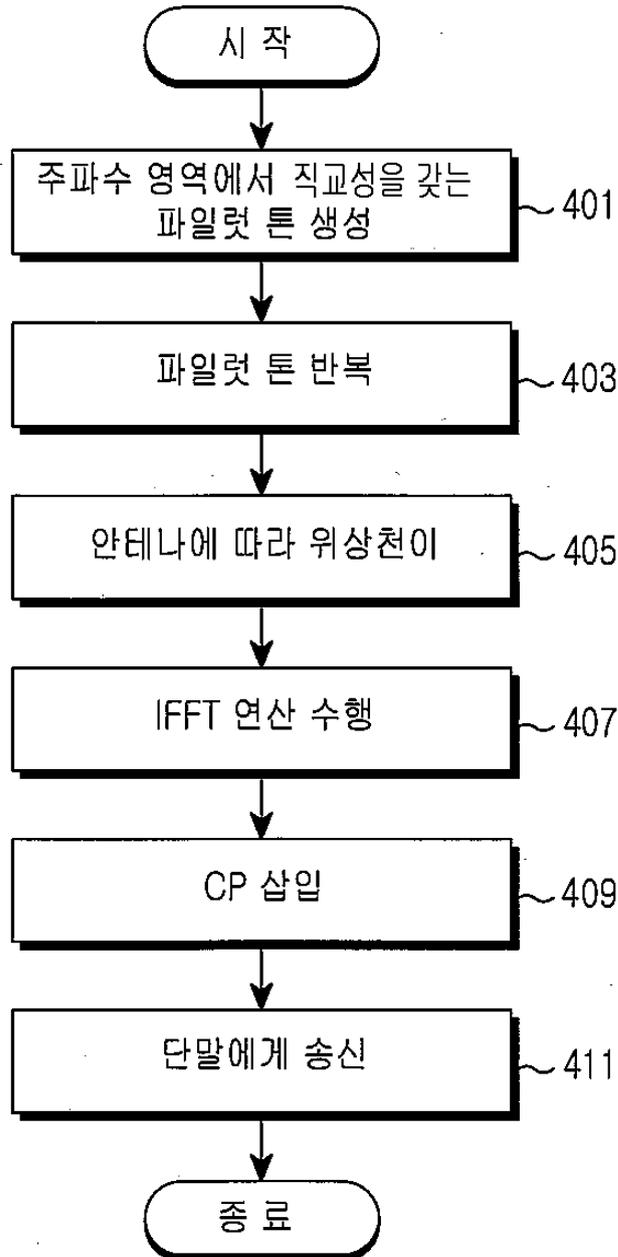
도면2



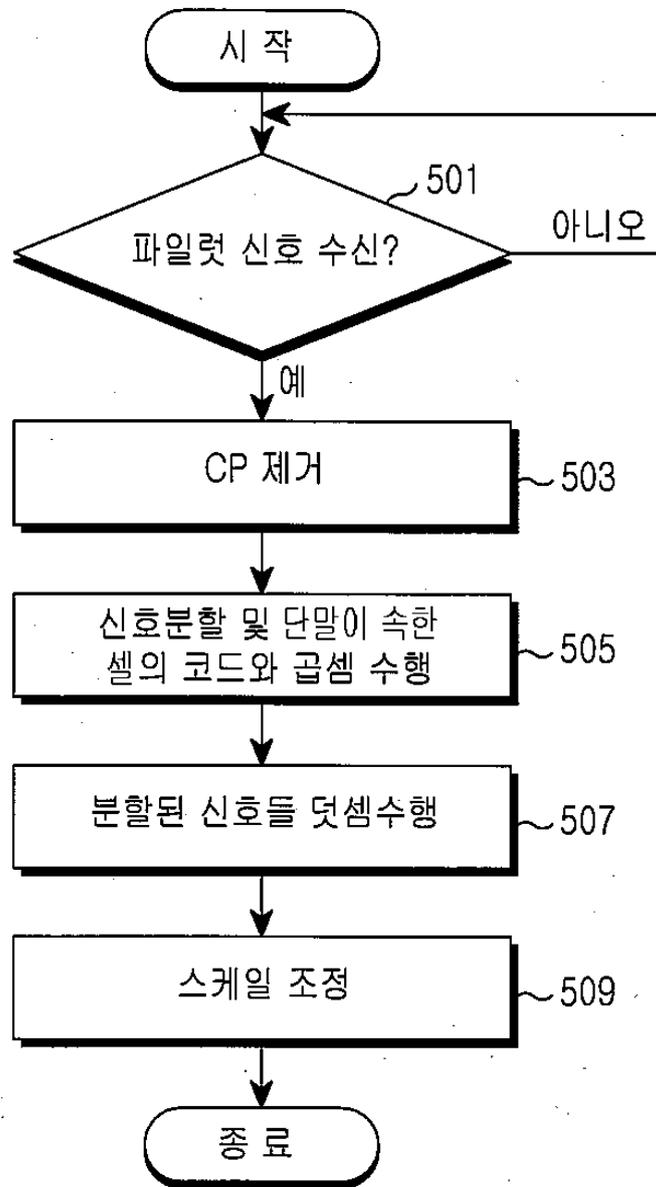
도면3



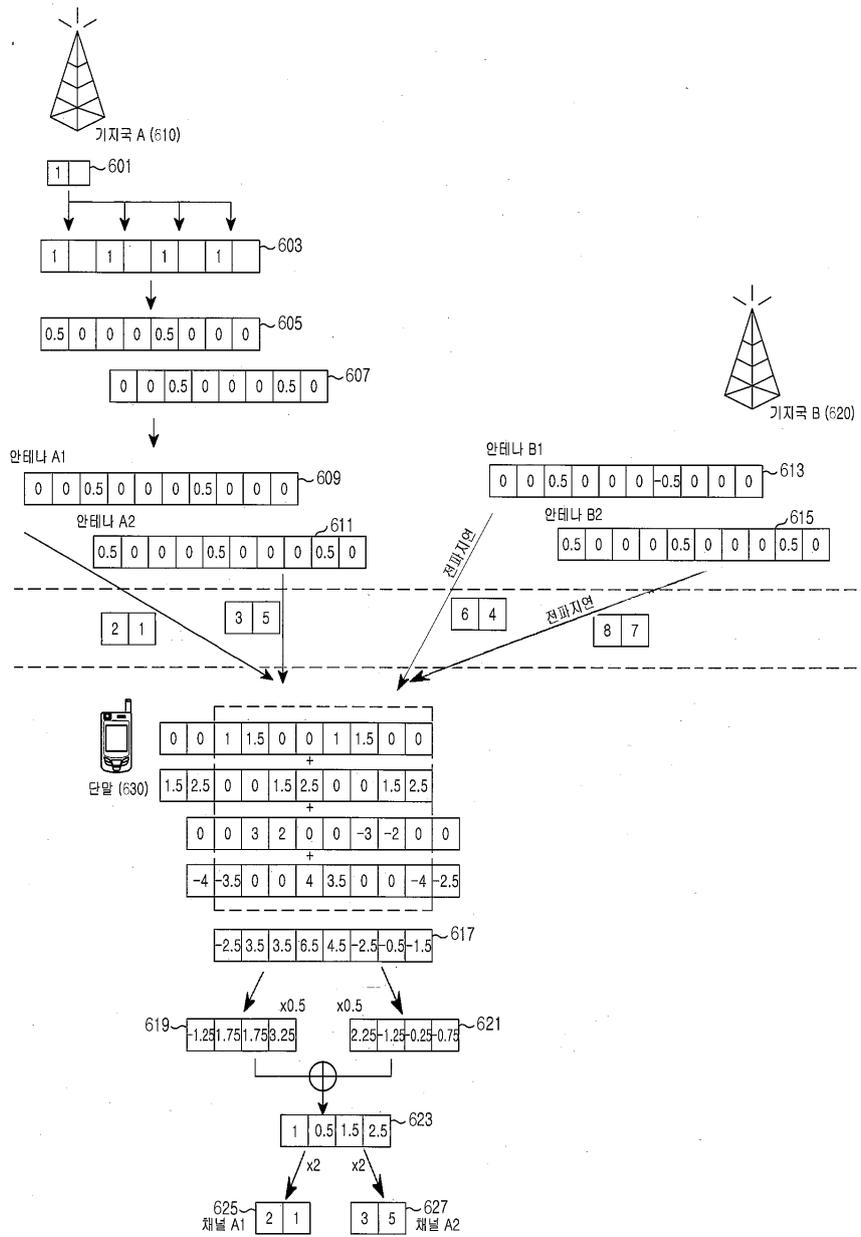
도면4



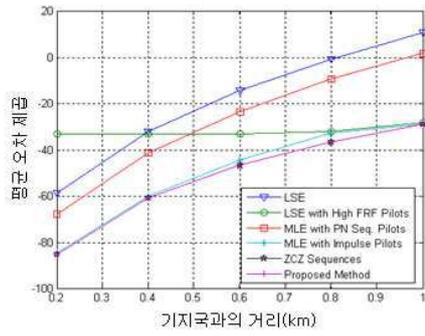
도면5



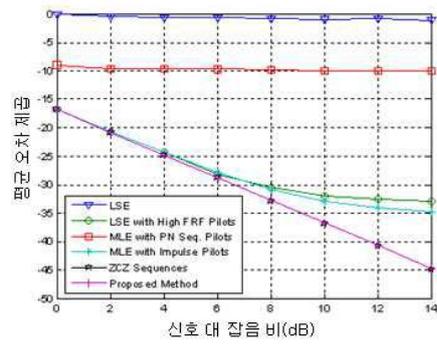
도면6



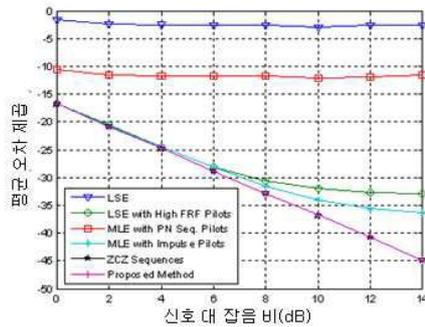
도면7



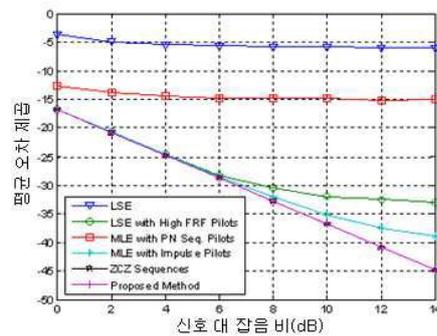
(a)



(b)



(c)



(d)