

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁸ (11) 공개번호 10-2006-0016042
H04B 7/26 (2006.01) (43) 공개일자 2006년02월21일

(21) 출원번호 10-2004-0064464
(22) 출원일자 2004년08월16일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 허훈
경기도 성남시 분당구 서현동 한양아파트 333동 608호
조재희
서울특별시 영등포구 여의도동 광장아파트 10동 503호
황인석
서울특별시 송파구 문정1동 66-10번지 402호
최은선
서울특별시 노원구 상계1동 1094번지 보람그린아파트 102동 403호
윤순영
서울특별시 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 9동 106호
성상훈
경기도 수원시 영통구 영통동 살구골7단지아파트 현대아파트 721동 1404호

(74) 대리인 이견주

심사청구 : 없음

(54) 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서업링크 전력 제어 장치 및 방법

요약

본 발명은 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 이동국이 초기의 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 결정한 초기의 업링크 송신 전력으로 기지국으로 업링크 신호를 송신하고, 이후 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하여 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 결정되는, 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 검출한 후, 상기 다운링크 신호의 수신 전력을 측정하고, 상기 수신 전력과, 상기 전력 보상값에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어한다.

대표도

도 6

색인어

개루프 전력 제어, 업링크 송신 전력, 전력 보상값, 제어 메시지, 전용 채널

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 2는 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 업링크 및 다운링크 프레임 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 3은 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 전력 제어 과정을 도시한 신호 흐름도

도 4는 일반적인 IEEE 802.16e 통신 시스템의 프레임 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도

도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도

도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도

도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동 통신 시스템의 전력 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 개루프 방식으로 업링크 전력을 제어하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 이동 통신 시스템에서 사용되는 듀플렉싱(duplexing) 방식은 크게 주파수를 기준으로 업링크(uplink) 및 다운링크(downlink) 전송을 듀플렉싱하는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD: Frequency Division Duplexing, 이하 'FDD'라 칭하기로 한다) 방식과, 시간을 기준으로 업링크 및 다운링크 전송을 듀플렉싱하는 시분할 듀플렉싱(TDD: Time Division Duplexing, 이하 'TDD'라 칭하기로 한다) 방식으로 구분된다.

상기 FDD 방식은 업링크와 다운 링크가 상이한 주파수를 사용하여 듀플렉싱되는 방식이며, 따라서 송신측, 일 예로 기지국(BTS: Base Transceiver Station)과 수신측, 일 예로 이동국(MS: Mobile Station) 각각이 송신 안테나(Tx ANT) 및 수신 안테나(Rx ANT)를 독립적으로 구비해야만 한다.

또한, 상기 TDD 방식은 상기 FDD 방식과 달리 업링크 및 다운링크가 주파수가 아닌 시간을 사용하여 듀플렉싱되는 방식으로서, 송신측 및 수신측은 1개의 안테나만을 구비하여 신호를 송수신할 수 있다. 즉, 상기 TDD 방식을 사용할 경우 업링크와 다운링크의 주파수는 동일하기 때문에 상기 업링크 신호를 송신하는 업링크 시구간과 상기 다운링크 신호를 송신하

는 다운링크 시구간을 미리 구분하여 놓고, 상기 업링크 시구간에서는 업링크 신호만을 송신하고 상기 다운링크 시구간에서는 상기 다운링크 신호만을 송신하게 된다. 상기 TDD 방식은 상기 FDD 방식에 비해 업링크 및 다운링크 신호 송수신을 위한 스케줄링(scheduling) 복잡도가 증가하지만 주파수 사용 효율이 높아 자원의 효율성 면에서 효과를 가진다.

또한, 이동 통신 시스템에서 사용되는 다중 접속(multiple access) 방식은 크게 코드 분할 다중 접속(CDMA: Code Division Multiple Access, 이하 'CDMA'라 칭하기로 한다) 방식과, 주파수 분할 다중 접속(FDMA: Frequency Division Multiple Access, 이하 'FDMA'라 칭하기로 한다) 방식 및 시간 분할 다중 접속(TDMA: Time Division Multiple Access, 이하 'TDMA'라 칭하기로 한다) 방식으로 구분된다. 상기 CDMA 방식은 이동국들을 코드로 다중화하여 접속을 지원하는 방식이며, 상기 FDMA 방식은 상기 이동국들을 주파수로 다중화하여 접속을 지원하는 방식이며, 상기 TDMA 방식은 상기 이동국들을 시간으로 다중화하여 접속을 지원하는 방식이다. 또한, 상기 CDMA 방식은 비동기 방식으로 다중 접속을 지원하는 광대역 코드 분할 다중 접속(WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access, 이하 'WCDMA'라 칭하기로 한다) 방식과 동기 방식으로 다중 접속을 지원하는 CDMA-2000 방식으로 구분된다.

그러면 여기서 도 1을 참조하여 상기 듀플렉싱 방식으로 TDD 방식을 사용하고, 상기 다중 접속 방식으로 WCDMA 방식을 사용하는 이동 통신 시스템(이하 'WCDMA-TDD 이동 통신 시스템'이라 칭하기로 한다)의 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 1은 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 1을 참조하면, 먼저 상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템은 코어 네트워크(CN: Core Network)(101)와, 기지국 제어기(BSC: Base Station Controller)(103)와, 기지국(105)과, 다수의 이동국들, 즉 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n)으로 구성된다.

상기 도 1에서는 상기 코어 네트워크(101)가 1개의 기지국 제어기(103)와만 연결되어 있지만, 상기 코어 네트워크(101)는 다수의 기지국 제어기들과 연결될 수 있음은 물론이며, 상기 코어 네트워크(101)와 기지국 제어기(103)는 유선으로 연결된다. 또한, 상기 기지국 제어기(103)는 1개의 기지국(105)과만 연결되어 있지만, 상기 기지국 제어기(103)는 다수의 기지국들과 연결될 수 있음은 물론이며, 상기 기지국 제어기(103)와 기지국(105)은 유선으로 연결된다.

상기 코어 네트워크(101)는 상기 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n)의 위치 이동에 따른 위치 정보를 관리하며, 또한 인증 및 호 연결등의 동작을 수행한다. 상기 기지국 제어기(103)는 상기 기지국(105)의 무선 자원 할당을 제어하며, 상기 기지국(105)은 상기 기지국(105) 자신의 서비스 영역내에 존재하는 이동국들, 즉 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n)이 공통적으로 수신해야하는 정보들, 일 예로 시스템 정보(SI: System Information)와 같은 정보들은 방송 채널(BCH: Broadcasting CHannel, 이하 'BCH'라 칭하기로 한다)을 통해 송신한다.

또한, 상기 기지국(105)은 상기 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n) 각각을 타겟으로 하는 제어 메시지 혹은 트래픽 데이터(traffic) 데이터를 전용 채널(DCH: Dedicated CHannel)을 통해 송신하고, 또한, 상기 기지국(105)은 상기 이동국 #1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n) 각각에서 송신하는 신호를 수신한다. 여기서, 상기 기지국(105)과 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n)간의 듀플렉싱 방식이 상기 TDD 방식이며, 상기 기지국(105)과 이동국#1(107-1) 내지 이동국 #n(107-n)간의 다중 접속 방식이 상기 WCDMA 방식인 것이다.

상기 도 1에서는 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 2를 참조하여 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 업링크 및 다운링크 프레임(frame) 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 2는 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 업링크 및 다운링크 프레임 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 2를 참조하면, 상기에서 설명한 바와 같이 상기 TDD 방식을 사용할 경우 동일한 주파수 대역에서 다운링크 프레임(210) 및 업링크 프레임(230)이 해당 시구간에서만 전송된다. 즉, 다운링크 시구간에서 상기 다운링크 프레임(210)이 전송되고, 송신/수신 천이 공백(TTG: Transmit/receive Transition Gap, 이하 'TTG'라 칭하기로 한다)(220) 시구간이 경과된 후 업링크 시구간에서 상기 업링크 프레임(230)이 전송된다. 그리고, 상기 도 2에 별도로 도시하지는 않았으나 상기 업링크 프레임(230)이 전송되고, 수신/송신 천이 공백(RTG: Receive/Transmit Transition Gap, 이하 'RTG'라 칭하기로 한다)(240) 시구간이 경과된 후 다운링크 시구간에서 다시 다운링크 프레임이 전송된다. 여기서, 상기 TTG(220) 시구간 및 RTG(240) 시구간 동안은 어떤 신호도 전송되지 않으며, 상기 TTG(220) 시구간은 상기 다운링크에서 업링크로의

전환이 수행되는 시구간이며, 상기 RTG(240) 시구간은 상기 업링크에서 다운링크로의 전환이 수행되는 시구간이다. 즉, TTG(220) 시구간 및 RTG(240) 시구간은 상기 TDD 방식의 특성상 업링크와 다운링크가 동일한 주파수를 사용함으로 인해 발생할 수 있는 업링크 및 다운링크 신호들간의 간섭(interference)을 방지하기 위해 설정되는 시구간이다.

또한, 상기 다운링크 프레임(210)의 최초 시작 시점에서는 BCH 신호(211)가 전송된다. 여기서, 상기 BCH는 상기 도 1에서 설명한 바와 같이 해당 기지국의 서비스 영역내에 존재하는 모든 이동국들이 공통적으로 수신해야하는 정보들이 송신되는 채널이다. 그리고, 상기 BCH 신호에 연속적으로 해당 이동국을 타겟으로 하는 다운링크 버스트(DL-burst)들, 즉 다운링크 버스트 #1(DL-burst #1)(213)과 다운링크 버스트 #2(DL-burst #2)(215)가 전송된다. 한편, 해당 이동국들은 상기 해당 이동국들 각각에 할당된 시구간, 즉 다운링크 버스트 구간 동안 다운링크 데이터를 수신하며, 상기 이동국들 각각이 수신해야하는 다운링크 버스트 시구간에 대한 정보는 상기 기지국과 이동국들간에 미리 규약되어 있다.

또한, 상기 업링크 프레임(230)은 다수의 업링크 버스트(UL-burst)들, 즉 업링크 버스트 #1(UL-burst #1)(231)과 업링크 버스트 #2(UL-burst #2)로 구성되며, 해당 이동국들은 해당 이동국들 각각에 할당된 시구간, 즉 업링크 버스트 구간 동안 업링크 데이터를 송신한다. 여기서, 상기 이동국들 각각이 업링크 데이터를 송신해야하는 업링크 버스트 시구간에 대한 정보는 상기 기지국과 이동국들간에 미리 규약되어 있다.

한편, 일반적인 이동 통신 시스템에서는 시스템 용량을 증대시키고 품질 좋은 서비스를 제공하기 위해서 다운링크 및 업링크 전력 제어를 수행하고 있다. 여기서, 상기 다운링크 전력 제어는 송신측에서 수신측으로 송신되는 신호에 대한 전력 제어를 나타내며, 상기 업링크 전력 제어는 수신측에서 송신측으로 송신되는 신호에 대한 전력 제어를 나타낸다. 이하, 설명의 편의상 상기 송신측은 상기 기지국이라고 가정하기로 하며, 상기 수신측은 상기 이동국이라 가정하기로 한다.

상기 기지국은 상기 기지국이 서비스하는 영역내에 존재하는 모든 이동국들과의 통신에서 상기 이동국들의 송신 전력을 제어하고, 그래서 상기 이동국들이 송신하는 신호가 타겟(target) 신호 대 간섭 잡음비(SINR: Signal to Interference and Noise Ratio, 이하 'SINR'이라 칭하기로 한다)를 만족할 경우 시스템 용량이 최대화된다. 만약, 상기 이동국들중 특정 이동국에 할당되는 송신 전력이 상기 타겟 SINR을 초과하는 SINR을 가지도록 과도하게 설정될 경우 상기 특정 이동국의 송신 능력은 향상되지만 상기 특정 이동국에서 송신하는 신호가 다른 이동국들에 간섭으로 작용한다는 문제점을 가진다.

그러면 여기서 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다.

상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템은 상기에서 설명한 바와 같이 다수의 기지국 제어기들과, 다수의 기지국들과 다수의 이동국들로 구성된다. 그리고, 상기 기지국들 각각은 자신이 서비스하고 있는 서비스 영역내에 존재하는 이동국들 상호간의 간섭 및 타 기지국으로의 간섭양을 최대한 제어하기 위해 다운링크 송신 전력 제어(TPC: Transmit Power Control) 및 업링크 송신 전력 제어를 수행한다. 상기 다운링크 송신 전력 제어 방식은 상기 기지국에서 이동국으로 송신하는 다운링크 신호의 송신 전력의 레벨(level)을 제어하는 방식이며, 상기 업링크 송신 전력 제어 방식은 상기 이동국에서 기지국으로 송신하는 업링크 신호의 송신 전력의 레벨을 제어하는 방식이다. 상기 다운링크 송신 전력 제어 방식 및 업링크 송신 전력 제어 방식은 개루프 전력 제어(open loop power control) 방식과, 폐루프 전력 제어(closed loop power control) 방식과, 외부 루프 전력 제어(outer loop power control) 방식 등과 같은 전력 제어 방식들을 사용하여 송신 전력을 제어하는 방식이다.

그러면 여기서 상기 전력 제어 방식들, 즉 개루프 전력 제어 방식과, 폐루프 전력 제어 방식과, 외부 루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하면 다음과 같다. 특히, 상기 업링크 송신 전력 제어를 일 예로 하여 상기 개루프 전력 제어 방식과, 폐루프 전력 제어 방식과, 외부 루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다.

첫 번째로, 상기 개루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다.

상기 개루프 전력 제어 방식은 이동국이 서비스를 제공받고 있는 기지국으로부터 수신되는 특정 채널, 일 예로 제1 공통 제어 물리 채널(P-CCPCH: Primary Common Control Physical CHannel, 이하 'P-CCPCH'라 칭하기로 한다) 신호에 대한 경로 손실(path loss)을 측정하고, 상기 측정된 경로 손실에 상응하게 상기 이동국 자신의 업링크 송신 전력을 조정하여 상기 기지국으로 신호를 송신하는 방식으로서, 상기 이동국이 업링크를 통해 송신하는 신호를 기지국이 올바르게 수신할 수 있도록 하는 방식이다.

여기서, 상기 P-CCPCH는 기지국의 정보 및 시스템의 정보를 상기 기지국 내의 모든 이동국들에게 전송하는 일종의 기준 채널(reference) 채널이다. 그리고, 상기 P-CCPCH 신호는 항상 일정한 송신 전력으로 송신되고, 상기 P-CCPCH 신호를

송신하는 송신 전력의 크기는 상기 기지국 내의 이동국들에게 방송된다. 그러므로 상기 이동국은 상기 기지국에서 방송하는 상기 P-CCPCH 신호의 송신 전력을 사용하여 상기 기지국으로부터 상기 이동국까지의 경로 손실을 측정할 수 있게 되는 것이다. 따라서, 상기 개루프 전력 제어 방식으로 송신 전력을 제어할 경우에는 최초에 타겟 SINR이 결정되는 것이다.

두 번째로, 상기 페루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다.

상기 페루프 전력 제어 방식을 사용할 경우 상기 기지국은 이동국으로부터 수신되는 특정 채널 신호를 수신하고, 상기 수신한 채널 신호의 크기, 즉 SINR을 측정하여 상기 이동국으로부터 수신한 채널 신호의 크기가 미리 설정한 임계값, 즉 타겟 SINR 미만일 경우에는 상기 이동국으로 송신 전력을 증가시켜야함을 나타내는 전송 전력 제어(TPC) 명령(command)을 송신한다. 이와는 반대로, 상기 이동국으로부터 수신한 채널 신호의 크기가 상기 임계값 이상일 경우에는 상기 기지국은 상기 이동국으로 송신 전력을 감소시켜야함을 나타내는 전송 전력 제어(TPC) 명령을 송신한다.

그러면, 상기 이동국은 상기 기지국으로부터 수신되는 전송 전력 제어(TPC) 명령에 따라서 상기 기지국이 수신하는 채널 신호의 송신 전력이 일정한 레벨을 가질수 있도록 업링크 송신 전력을 조정한다. 결과적으로, 상기 페루프 전력 제어 방식은 이동국이 기지국으로부터 피드백(feedback)되는 전송 전력 제어(TPC) 명령에 상응하게 업링크 송신 전력을 제어하는 방식이다.

세 번째로, 상기 외부 루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 상기에서 설명한 페루프 전력 제어 방식은 타겟 SINR을 기준으로 송신 전력을 제어하는 방식이다. 그런데, 실제 이동 통신 시스템에서 무선 채널 신호의 품질(quality) 평가의 기준은 상기 SINR보다는 오히려 프레임 에러 레이트(FER: Frame Error Rate, 이하 'FER'이라 칭하기로 한다)이라고 할 수 있다. 여기서, 상기 FER은 양호한 서비스 품질 제공을 위해 요구되는 디지털 신호의 에러 레이트 한계를 나타내는 것으로, 서비스를 제공받는 사용자의 통신 만족도와 큰 상관 관계를 가진다. 그래서 상기 이동 통신 시스템은 상기 양호한 서비스 품질 제공을 위해 타겟 FER(target FER)를 설정하고 있다.

그런데, 상기 페루프 전력 제어 방식만으로 전력 제어를 수행할 경우 동일한 SINR을 가진다 할지라도 채널 환경에 따라 실제로 측정되는 프레임 에러 레이트가 변동되기 때문에 목표 프레임 에러 레이트보다 높거나 혹은 낮은 프레임 에러 레이트를 획득하게 되어, 결과적으로 상기 이동 통신 시스템 전체의 용량을 비효율적으로 사용하게된다는 문제점이 발생한다. 즉, 상기 SINR과 프레임 에러 레이트의 대응관계가 채널 환경이나 이동국의 이동 속도 등과 같은 외부 요인에 따라 불규칙하게 변동되는 것이다.

그러므로 상기 페루프 전력 제어 방식에 사용할 타겟 SINR 값을 특정한 값으로 고정시키지 않고 채널 상태에 적응적으로 변동하게 하여, 결과적으로 상기 타겟 프레임 에러 레이트를 유지할 수 있도록 하는 전력 제어 방식이 필요하게 되는데, 이러한 전력 제어 방식이 상기 외부 루프 전력 제어 방식이다. 상기 외부 루프 전력 제어 방식은 원하는 특정 성능 지표, 일 예로 상기 타겟 프레임 에러 레이트를 일정하게 유지하기 위하여 상기 페루프 전력 제어 방식에 사용되는 타겟 SINR을 채널 상태에 따라 적응적으로 변동시키는 방식이다.

그런데, 상기 페루프 전력 제어 방식을 사용하여 업링크 송신 전력을 제어할 경우에는 이동국이 업링크를 통해 기지국으로 송신할 신호가 지속적으로 존재하는 경우에만 그 성능이 보장되며, 이전 시점의 수신 신호의 SINR을 기준으로 송신 전력을 증가 혹은 감소시킴으로 이전에 수신한 신호의 수신 시점과 현재 수신한 신호의 수신 시점간의 차이가 클수록 그 성능이 저하된다. 따라서, 서킷(circuit) 데이터와 같은 연속성을 가지는 데이터를 송신할 경우에는 상기 페루프 전력 제어 방식을 사용하여 업링크 송신 전력을 제어하는 것이 바람직하지만, 패킷(packet) 데이터와 같은 버스트한 데이터를 송신할 경우에는 상기 페루프 전력 제어 방식을 사용하여 업링크 송신 전력을 제어하는 것보다 개루프 전력 제어 방식을 사용하여 업링크 송신 전력을 제어하는 것이 바람직하다.

다음으로 도 3을 참조하여 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 전력 제어 과정에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 3은 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 전력 제어 과정을 도시한 신호 흐름도이다.

상기 도 3을 참조하면, 먼저 기지국 물리 계층(physical layer)(300)은 BCH 신호와, P-DDPCH 신호를 송신하고(301단계), 이동국 물리 계층(310)은 상기 기지국 물리 계층(300)에서 송신하는 BCH 신호와, P-CCPCH 신호를 수신한다. 그리

고, 상기 이동국 물리 계층(310)은 상기 P-CCPCH 신호의 수신 전력 $P_{P-CCPCH,RX}$ 을 측정한다(303단계). 또한, 상기 이동국 물리 계층(310)은 BCH 신호와, P-CCPCH 신호로부터 검출한 시스템 정보를 이동국 무선 자원 제어(RRC: Radio Resource Control, 이하 'RRC'라 칭하기로 한다) 계층(320)으로 전달한다(305단계).

한편, 상기 기지국과 이동국간에는 호가 셋업(call setup)되기 전에 무선 베어러(RB: Radio Bearer)가 셋업되는데(307단계), 상기 이동국 RRC 계층(320)은 상기 무선 베어러 셋업 과정에서 상기 기지국으로부터 수신되는 무선 베어러 셋업 메시지에 포함되어 있는 타겟 SINR($SINR_{target}$)과, 기지국에서 측정된 기지국 자신의 간섭 전력(I_{BTS})과, 기지국에서 송신하는 P-CCPCH의 송신 전력($P_{P-CCPCH,TX}$) 및 전력 보상값($DPCH_{const}$)을 검출한다. 여기서, 상기 이동국이 송신하는 업링크 채널을 전용 물리 채널(DPCH: Dedicated Physical Channel, 이하 'DPCH'라 칭하기로 한다)이라고 가정하기로 하며, 따라서 상기 전력 보상값($DPCH_{const}$)은 상기 DPCH를 기준으로 하는 전력 보상값이 되는 것이다.

그리고 나서 상기 이동국 RRC 계층(320)은 상기 검출한 타겟 SINR($SINR_{target}$)과, 기지국의 간섭 전력(I_{BTS})과, 기지국에서 송신하는 P-CCPCH의 송신 전력($P_{P-CCPCH,TX}$) 및 전력 보상값($DPCH_{const}$)을 가지고 물리 계층을 초기화한다(309단계).

상기에서 설명한 바와 같은 방식으로 호 셋업이 완료되면 상기 이동국 물리 계층(310)은 상기 이동국에서 최초로 송신하는 제1업링크 프레임을 DPCH를 통해 상기 기지국 물리 계층(300)으로 송신한다(311단계). 여기서, 상기 제1업링크 프레임은 상기에서 설명한 바와 같은 개루프 전력 제어 방식을 사용하여 결정되는 송신 전력으로 송신되며, 상기 송신 전력은 하기 수학식 1과 같이 결정된다.

수학식 1

$$P_{DPCH} = \alpha \cdot L_{P-CCPCH} + (1-\alpha) \cdot L_0 + I_{BTS} + SINR_{target} + DPCH_{const}$$

상기 수학식 1에서 P_{DPCH} 는 이동국의 송신 전력을 나타내며, $L_{P-CCPCH}$ 는 P-CCPCH 신호가 겪는 경로 손실을 나타낸다. 여기서, 상기 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 는 상기 기지국에서 송신한 P-CCPCH 신호의 송신 전력과 상기 이동국에서 수신한 P-CCPCH 신호의 전력의 차로 계산되며, 이는 하기 수학식 2에 나타난 바와 같다.

수학식 2

$$L_{P-CCPCH} = P_{P-CCPCH,TX} - P_{P-CCPCH,RX}$$

상기 기지국은 P-CCPCH의 송신 전력 $P_{P-CCPCH,TX}$ 를 미리 설정한 제어 메시지 등을 통해 상기 기지국으로 통보해주며, 상기 이동국은 상기 P-CCPCH의 수신 전력 $P_{P-CCPCH,RX}$ 를 상기 이동국에서 수신되는 P-CCPCH 신호의 전력을 측정하여 검출한다.

한편, 상기 수학식 1에서 L_0 는 상기 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 을 미리 설정한 설정 시간 동안 내에서 평균한 평균 경로 손실을 나타낸다. 즉, 상기 수학식 1을 참조하면 총 경로 손실 L 은 상기 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 와 상기 평균 경로 손실 L_0 의 가중 평균값으로 정의되며, 이는 하기 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$L = \alpha \cdot L_{P-CCPCH} + (1-\alpha) \cdot L_0$$

상기 수학식 3에서 α 는 상기 전체 경로 손실 L 을 구성하는 평균 경로 손실 L_0 와 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 의 적용 비율을 제어하는 가중치로서, 만약 업링크와 다운링크간의 시간 간격이 작을 경우에는 비교적 채널 변화가 적으므로 전체 경로 손실 L 에서 평균 경로 손실 L_0 의 비중보다 상기 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 의 비중을 크게 해야하므로 상기 가중치 α 를 비교적 크게 설정

하는 것이 바람직하다. 이와는 반대로, 업링크와 다운링크간의 시간 간격이 클 경우에는 비교적 채널 변화가 크므로 전체 경로 손실 L 에서 상기 경로 손실 $L_{P-CCPCH}$ 의 비중보다 상기 평균 경로 손실 L_0 의 비중을 크게 해야하므로 상기 가중치 α 를 비교적 작게 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 수학적 식 1에서 I_{BTS} 는 기지국에서 측정된 기지국 자신의 간섭을 나타내며, 일반적인 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템의 경우 모든 이동국들의 업링크 신호는 타임 슬롯(time slot)별로 동일한 간섭의 영향을 받으므로, 상기 기지국 간섭 I_{BTS} 는 타임 슬롯별로 상기 모든 이동국들에게 공통적으로 적용된다. 또한, 상기 기지국 간섭 I_{BTS} 는 방송 채널 등을 통해 기지국내 모든 이동국들에게 방송된다. 상기 $SINR_{target}$ 은 각 이동국이 타겟으로 하는 SINR을 나타내며, 상기 기지국은 상기 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 을 상기 이동국과 DPCH를 셋업하기 전에 제어 메시지 등을 통해 통보할 수 있다. 물론, 상기 기지국은 상기 이동국과 DPCH를 셋업한 후에도 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 이 변경되어야 할 경우에는 상기 제어 메시지를 통해 상기 이동국으로 통보할 수 있다. 상기 $DPCH_{const}$ 는 업링크 송신 전력을 개루프 전력 제어 방식으로 제어할 경우의 전력 보상을 위한 전력 보상값으로서 일반적으로는 상수값으로 결정된다.

상기 이동국 물리 계층(310)이 상기에서 설명한 바와 같은 방식으로 결정된 송신 전력으로 상기 DPCH를 통해 상기 제1업링크 프레임 송신하면, 상기 기지국 물리 계층(300)은 상기 이동국 물리 계층(310)에서 송신한 제1업링크 프레임을 수신하여 상기 DPCH 신호의 SINR을 측정한다. 그리고, 상기 기지국 물리 계층(300)은 상기 측정된 DPCH 신호의 SINR과 상기 타겟 SINR을 비교하고, 상기 비교 결과 상기 측정된 DPCH 신호의 SINR이 타겟 SINR 이상일 경우에는 상기 DPCH 신호의 송신 전력을 현재의 송신 전력보다 미리 설정한 스텝값(step value)만큼 작은 송신 전력으로 송신할 것을 나타내는 전송 전력 제어(TPC) 명령을 생성하고, 상기 비교 결과 상기 측정된 DPCH 신호의 SINR이 타겟 SINR 미만일 경우에는 상기 DPCH 신호의 송신 전력을 현재의 송신 전력보다 미리 설정한 스텝값만큼 큰 송신 전력으로 송신할 것을 나타내는 전송 전력 제어(TPC) 명령을 생성한다. 여기서, 상기 전송 전력 제어(TPC) 명령은 1비트(bit)로 표현 가능하며, 상기 전송 전력 제어(TPC) 명령 비트가 0일 경우에는 상기 송신 전력을 현재의 송신 전력보다 미리 설정한 스텝값만큼 낮은 송신 전력으로 조정할 것을 나타내는 명령을 나타내며, 상기 전송 전력 제어(TPC) 명령 비트가 1일 경우에는 상기 송신 전력을 현재의 송신 전력보다 미리 설정한 스텝값만큼 큰 송신 전력으로 조정할 것을 나타내는 명령을 나타낸다. 상기 스텝값에 해당하는 송신 전력을 ΔP 라고 정의하기로 하며, 또한 상기 전송 전력 제어(TPC) 명령은 전용 물리 제어 채널(DPCCH: Dedicated Physical Control CHannel, 이하 'DPCCH'라 칭하기로 한다)을 통해서 송신된다. 상기 도 3에서는 상기 전송 전력 제어 명령 비트가 1로 설정된 경우를 가정하기로 한다.

즉, 상기 기지국 물리 계층(300)은 상기 전송 전력 제어 명령 비트가 1로 설정된 DPCCH 신호를 상기 이동국 물리 계층(310)으로 송신한다(313단계). 그러면, 상기 이동국 물리 계층(313)은 상기 DPCCH 신호를 수신하여 상기 전송 전력 제어 명령 비트가 1로 설정되어 있으므로, 이전의 DPCH 송신 전력에 상기 스텝값만큼의 송신 전력을 가산한 송신 전력으로 제2업링크 프레임을 상기 DPCH를 통해 송신한다($P_{DPCH} = P_{DPCH} + \Delta P$)(315단계). 상기에서 설명한 바와 같이 상기 제2업링크 프레임을 송신하는 DPCH 신호는 페루프 전력 제어 방식으로 송신 전력이 제어되는 것이다.

한편, 차세대 통신 시스템인 4세대(4th Generation; 이하 '4G'라 칭하기로 한다) 통신 시스템에서는 고속의 전송 속도를 가지는 다양한 서비스 품질(Quality of Service; 이하 'QoS'라 칭하기로 한다)을 가지는 서비스들을 사용자들에게 제공하기 위한 활발한 연구가 진행되고 있다. 한편, 무선 근거리 통신 네트워크(LAN: Local Area Network, 이하 'LAN'이라 칭하기로 한다) 시스템 및 무선 도시 지역 네트워크(MAN: Metropolitan Area Network, 이하 'MAN'이라 칭하기로 한다) 시스템은 일반적으로 20Mbps ~ 50Mbps의 전송 속도를 지원한다. 그래서, 현재 4G 통신 시스템은 비교적 높은 전송 속도를 보장하는 무선 LAN 시스템 및 무선 MAN 시스템에 이동성(mobility)과 QoS를 보장하는 형태로 발전해나가고 있다.

상기 무선 MAN 시스템은 광대역 무선 접속 통신 시스템으로서, 상기 무선 LAN 시스템에 비해서 그 서비스 영역이 넓고 더 고속의 전송 속도를 지원한다. 상기 무선 MAN 시스템의 물리 계층에 광대역(broadband) 전송 네트워크를 지원하기 위해 직교 주파수 분할 다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 'OFDM'이라 칭하기로 한다) 방식 및 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access, 이하 'OFDMA'이라 칭하기로 한다) 방식을 적용한 시스템이 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16a 통신 시스템이다. 상기 IEEE 802.16a 통신 시스템은 상기 무선 MAN 시스템에 OFDM/OFDMA 방식을 적용하기 때문에 다수의 서브 캐리어(sub-carrier)들을 사용하여 물리 채널 신호를 송신함으로써 고속 데이터 송신이 가능하다. 또한 IEEE 802.16e 통신 시스템은 상기 IEEE 802.16a 통신 시스템에 가입자 단말기(AT: Access Terminal)의 이동성을 고려하는 시스템으로서,

상기 IEEE 802.16a 통신 시스템 및 IEEE 802.16e 통신 시스템 모두는 OFDM/OFDMA 방식을 사용하는 광대역 무선 접속 통신 시스템이다. 또한, 상기 IEEE 802.16a 통신 시스템 및 IEEE 802.16e 통신 시스템 모두는 듀플렉싱 방식으로 상기 TDD 방식을 사용할 수 있다.

그러면 여기서 도 4를 참조하여 상기 듀플렉싱 방식으로 TDD 방식을 사용하는 IEEE 802.16e 통신 시스템의 프레임 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 4는 일반적인 IEEE 802.16e 통신 시스템의 프레임 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 4를 설명하기에 앞서, 상기 IEEE 802.16a 통신 시스템 및 IEEE 802.16e 통신 시스템은 동일한 프레임 구조를 가지며, 다만 상기 IEEE 802.16e 통신 시스템은 상기 IEEE 802.16a 통신 시스템에 비해 이동성이 제공된다는 점에서 상이할 뿐이다. 따라서, 상기 도 4에서는 설명의 편의상 상기 IEEE 802.16e 통신 시스템만을 일 예로 하여 그 프레임 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 4를 참조하면, 각 프레임은 시간-주파수 영역에서 정의되는 다수의 버스트들로 구성되며, 상기 각 버스트들은 기지국과 이동국간에 TDMA 방식으로 다중 접속된다. 또한, 상기 다운링크 프레임과 업링크 프레임은 TDD 방식으로 듀플렉싱되며, 상기 다운링크 프레임과 업링크 프레임 사이에 TTG와 RTG 등의 전송 간격(transmission gap)이 존재한다.

한편, 이동국들 각각은 업링크 프레임의 각 버스트의 시간과 주파수 에러를 보정하고 전력의 조절을 위하여 초기 레인징(initial ranging) 및 주기적 레인징(periodic ranging)을 수행한다. 상기 이동국이 레인징을 수행하면, 상기 기지국은 상기 이동국에서 송신하는 신호의 수신 전력을 측정하고, 상기 이동국에서 송신하는 신호의 수신 전력을 가지고 경로 손실 및 상기 경로 손실로 인한 전력 보상값을 미리 설정한 제어 메시지, 일 예로 매체 접속 제어(MAC: Media Access Control, 이하, 'MAC'이라 칭하기로 한다) 계층의 제어 메시지를 통하여 상기 이동국에게 통보한다.

그러면 여기서 상기에서 설명한 바와 같은 상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템과 IEEE 802.16a 및 IEEE 802.16e 통신 시스템의 전력 제어 방식, 특히 업링크 전력 제어 방식의 문제점들을 설명하면 다음과 같다.

첫 번째로, 이동국의 이동 속도 및 수신 전력의 측정 오차 등에 따라 DPCH의 전력 보상값이 상이하므로 $DPCH_{const}$ 는 이동국들 각각의 상황에 상응하게 설정되어야만 한다. 그러나, 현재 상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템과 IEEE 802.16a 및 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 상기 전력 보상값 $DPCH_{const}$ 를 이동국들 각각의 상황에 상응하게 설정하는 방식에 대한 구체적인 고려는 전혀 없다. 따라서, 상기 이동국들 각각의 상황, 즉 이동 속도 및 수신 전력의 측정 오차 등을 전혀 고려할 수 없어 효율적인 송신 전력 제어가 불가능하다.

두 번째로, 듀플렉싱 방식으로 상기 TDD 방식을 사용하는 통신 시스템에서 업링크 수신 다이버시티(Rx diversity) 안테나를 사용할 경우 1개의 안테나는 송수신 겸용으로, 또 다른 1개의 안테나는 수신 전용으로 사용되므로 상기 수신 전용으로 사용되는 안테나에 대한 안테나 경로 손실을 고려하는 것이 불가능하므로 효율적인 송신 전력 제어가 불가능하다.

세 번째로, 상기에서 설명한 바와 같이 상기 4G 이동 통신 시스템에서는 물리 계층에 OFDM 방식 및 OFDMA 방식을 적극적으로 적용하고 있는 추세에 있으나, 상기 OFDM 및 OFDMA 방식을 사용할 경우 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading) 현상으로 인한 성능 열화가 발생할 수 있다. 그래서, 상기 주파수 선택적 페이딩으로 인한 성능 열화를 보상하기 위해서 제안된 방식이 적응적 변조 및 코딩(AMC: Adaptive Modulation and Coding, 이하 'AMC'라 칭하기로 한다) 방식이며, 상기 AMC 방식은 각 서브 캐리어의 주파수 응답 특성에 따라서 각 서브 캐리어에 할당되는 변조 방식 및 코딩 방식을 적응적으로 조정하는 방식이다. 여기서, 상기 주파수 응답은 일 예로 상기 SINR로 정의할 수 있으며, 이 경우 상기 서브 캐리어들 각각의 SINR들에 상응하게 상기 변조 방식 및 코딩 방식이 적응적으로 조정된다.

상기 AMC 방식은 다수개의 변조 방식들과 다수개의 코딩 방식들을 가지며, 상기 변조 방식들과 코딩 방식들을 조합하여 신호를 변조 및 코딩한다. 통상적으로 상기 변조 방식들과 코딩 방식들의 조합들 각각을 변조 및 코딩 방식(MCS: Modulation and Coding Scheme, 이하 'MCS'라 칭하기로 한다)이라고 하며, 상기 MCS들의 수에 따라 레벨(level) 1에서 레벨(level) N까지 다수개의 MCS들을 정의할 수 있다. 결국, 상기 AMC 방식은 기지국과 이동국들의 주파수 응답 특성에 따라 상기 MCS의 레벨을 적응적으로 결정하여 기지국의 전송 용량을 증대시켜 전체 시스템 효율을 향상시키는 방식이다.

그런데, 상기 MCS 레벨에 따른 타겟 SINR이 채널의 주파수 선택성 및 주파수 영역에서의 간섭 분포에 따라 상이하게 설정되므로, 상기 전력 보상값 $DPCH_{const}$ 역시 상기 채널의 주파수 선택성 및 주파수 영역에서의 간섭 분포에 상응하게 조정

되어야만 한다. 그러나, 현재 상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템과 IEEE 802.16a 및 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 상기 전력 보상값 $DPCH_{const}$ 를 상기 채널의 주파수 선택성 및 주파수 영역에서의 간섭 분포에 상응하게 조정하는 방식에 대한 구체적인 고려는 전혀 없어 효율적인 송신 전력 제어가 불가능하다.

네 번째로, 현재 상기 WCDMA-TDD 이동 통신 시스템과 IEEE 802.16a 및 IEEE 802.16e 통신 시스템에서는 상기 전력 보상값 $DPCH_{const}$ 를 구체적으로 업데이트(update)하는 방식에 대한 고려 역시 전혀 없어 효율적인 송신 전력 제어가 불가능하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 개루프 방식으로 업링크 전력을 제어하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 패킷 에러 발생에 따른 전력 보상값을 피드백하는 업링크 개루프 방식 전력 제어 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 장치는; 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 이동국이 업링크 송신 전력을 제어하는 장치에 있어서, 소정 제어에 따라 결정된 초기의 업링크 송신 전력으로 기지국으로 업링크 신호를 송신하고, 이후 소정 제어에 따라 조정된 업링크 송신 전력으로 상기 기지국으로 업링크 신호를 송신하는 송신기와, 상기 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하여 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 결정되는, 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 검출하는 수신기와, 상기 초기의 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 수신 전력과, 상기 전력 보상값에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 송신 전력 제어기를 포함함을 특징으로 한다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 다른 장치는; 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 기지국이 이동국의 업링크 송신 전력을 제어하는 장치에 있어서, 상기 이동국이 업링크 송신 전력의 초기값을 결정하기 위해 필요한 파라미터들을 포함하는 다운링크 신호를 송신하고, 소정 제어에 따라 결정된 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 송신기와, 상기 이동국으로부터 업링크 신호를 수신하고, 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부를 검출하는 수신기와, 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 결정하는 전력값 보상값 계산기를 포함함을 특징으로 한다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 방법은; 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 이동국이 업링크 송신 전력을 제어하는 방법에 있어서, 초기의 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 결정된 초기의 업링크 송신 전력으로 기지국으로 업링크 신호를 송신하는 과정과, 상기 업링크 신호를 송신한 후, 상기 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하여 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 결정되는, 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 검출하는 과정과, 상기 다운링크 신호의 수신 전력을 측정하는 과정과, 상기 수신 전력과, 상기 전력 보상값에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 다른 방법은; 시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 기지국이 이동국의 업링크 송신 전력을 제어하는 방법에 있어서, 상기 이동국이 업링크 송신 전력의 초기값을 결정하기 위해 필요한 파라미터들을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정과, 이후, 상기 이동국으로부터 업링크 신호가 수신되면 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부를 검출하는 과정과, 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 결정하고, 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기의 설명에서는 본 발명에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않는 범위에서 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.

본 발명은 시분할 듀플렉싱(TDD: Time Division Duplexing, 이하 'TDD'라 칭하기로 한다) 방식을 사용하는 이동 통신 시스템(이하 'TDD 이동 통신 시스템'이라 칭하기로 한다)에서 개루프(open loop) 방식으로 전력을 제어하는 방안을 제안한다. 특히, 본 발명은 이동국(AT: Access Terminal)에서 업링크(uplink)를 통해 송신하는 패킷 데이터(packet data)의 에

러 발생 여부에 따라 기지국(AP: Access Point)에서 상기 이동국으로 상기 이동국의 업링크 송신 전력의 전력 보상값을 피드백(feedback)하는 개루프 방식의 전력 제어 방안을 제안한다. 또한, 본 발명에서는 설명의 편의상 듀플렉싱 방식으로 상기 TDD 방식을 사용하는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16e 통신 시스템을 일 예로 하여 본 발명의 개루프 전력 제어 방안에 대해서 설명하기로 하며, 본 발명에서 제안하는 개루프 전력 제어 방안은 듀플렉싱 방식으로 상기 TDD 방식을 사용하는 모든 이동 통신 시스템에 적용할 수 있음은 물론이다. 또한, 다운링크(downlink) 전력 제어는 송신측에서 수신측으로 송신되는 신호에 대한 전력 제어를 나타내며, 상기 업링크 전력 제어는 수신측에서 송신측으로 송신되는 신호에 대한 전력 제어를 나타낸다. 이하, 설명의 편의상 상기 송신측은 기지국이라고 가정하기로 하며, 상기 수신측은 이동국이라 가정하기로 한다.

먼저, 상기 IEEE 802.16e 통신 시스템은 듀플렉싱 방식으로 상기 TDD 방식을 사용하므로 다운링크 및 업링크 채널 환경이 거의 동일하다고 가정할 수 있다. 그리고, 차세대 통신 시스템인 4세대(4th Generation; 이하 '4G'라 칭하기로 한다) 통신 시스템에서는 고속의 전송 속도를 가지는 다양한 서비스 품질(Quality of Service; 이하 'QoS'라 칭하기로 한다)을 가지는 서비스들을 사용자들에게 제공하기 위한 활발한 연구가 진행되고 있으며, 특히 고속 대용량 패킷 데이터 전송을 위한 활발한 연구가 진행되고 있다.

상기 고속 대용량 패킷 데이터 전송을 위한 다양한 방식들중 한 방식이 상기 전력 제어 방식이며, 본 발명에서 제안하는 개루프 전력 제어 방식에 따른 업링크 송신 전력은 하기 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 4

$$P_{UL,TX} = \text{SINR}_{\text{target}} + I_{AP} + \alpha \cdot \text{PathLoss}_{\text{inst}} + (1-\alpha) \cdot \text{PathLoss}_{\text{avg}} + \text{Offset}_{\text{perAT}}$$

상기 수학적 식 4에서, $P_{UL,TX}$ 는 업링크 송신 전력을 나타내며, $\text{SINR}_{\text{target}}$ 은 타겟(target) 신호 대 간섭 잡음비(SINR: Signal to Interference and Noise Ratio, 이하 'SINR'이라 칭하기로 한다)를 나타내며, I_{AP} 는 기지국에서 측정된 기지국 자신의 간섭을 나타내며, $\text{PathLoss}_{\text{inst}}$ 는 현재 시점에서의 경로 손실(path loss), 즉 순시 경로 손실을 나타내며, $\text{PathLoss}_{\text{avg}}$ 는 미리 설정한 설정 시간 동안 내에서 평균한 평균 경로 손실, 즉 평균 경로 손실을 나타내며, α 는 전체 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{total}}$ 을 구성하는 상기 순시 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{inst}}$ 와 평균 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{avg}}$ 의 적용 비율을 제어하는 가중치이고, $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 는 전력 보상값을 나타낸다. 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 는 이동국의 채널 상황에 상응하게 결정되는 값으로서 본 발명에서 제안하는 개루프 전력 제어 방식에 의해 새롭게 제안되는 값으로서, 상기 이동국이 업링크로 송신한 패킷 데이터에 에러가 발생했는지 여부에 상응하게 기지국에서 피드백하는 값이며, 이는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

한편, 업링크와 다운링크간의 시간 간격이 작을 경우에는 비교적 채널 변화가 적으므로 전체 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{total}}$ 에서 평균 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{avg}}$ 의 비중보다 상기 순시 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{inst}}$ 의 비중을 크게 해야하므로 상기 가중치 α 를 비교적 크게 설정하는 것이 바람직하다. 이와는 반대로, 업링크와 다운링크간의 시간 간격이 클 경우에는 비교적 채널 변화가 크므로 전체 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{total}}$ 에서 상기 순시 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{inst}}$ 의 비중보다 상기 평균 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{avg}}$ 의 비중을 크게 해야하므로 상기 가중치 α 를 비교적 작게 설정하는 것이 바람직하다.

여기서, 상기 전체 경로 손실 $\text{PathLoss}_{\text{total}}$ 은 기지국에서 송신한 기준 채널(reference channel), 일 예로 파일럿(pilot) 채널 신호의 송신 전력과 상기 이동국에서 수신한 기준 채널 신호의 전력의 차로 계산되며, 이는 하기 수학적 식 5에 나타낸 바와 같다.

수학적 식 5

$$\begin{aligned} \text{PathLoss}_{\text{total}} &= \alpha \cdot \text{PathLoss}_{\text{inst}} + (1-\alpha) \cdot \text{PathLoss}_{\text{avg}} \\ &= P_{DL,TX} - \alpha \cdot P_{DL,RX,\text{inst}} - (1-\alpha) \cdot P_{DL,RX,\text{avg}} \end{aligned}$$

상기 수학적 식 5에서 $P_{DL,TX}$ 는 다운링크 송신 전력을 나타내며, $P_{DL,RX,\text{inst}}$ 는 현재 시점에서의 상기 다운링크 신호의 수신 전력, 즉 순시 다운링크 수신 전력을 나타내며, $P_{DL,RX,\text{avg}}$ 는 미리 설정한 설정 시간 동안 내에서 평균한 상기 다운링크 신

호의 수신 전력, 즉 평균 다운링크 수신 전력을 나타낸다. 여기서, 상기 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 는 상기 기준 채널 신호의 송신 전력을 나타내며 상기 기지국은 방송 채널 등을 통해 상기 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 를 상기 기지국의 서비스 영역내 모든 단말기들에게 방송한다.

상기 수학식 5를 상기 수학식 4에 적용하면 하기 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$P_{UL,TX} = \text{SINR}_{\text{target}} + I_{AP} + P_{DL,TX} - \alpha \cdot P_{DL,RX,\text{inst}} - (1-\alpha) \cdot P_{DL,RX,\text{avg}} + \text{Offset}_{\text{perAT}}$$

결과적으로, 본 발명에서 제안하는 개루프 전력 제어 방식은 상기 수학식 6에 나타난 바와 같은 방식으로 이동국의 업링크 송신 전력을 결정하는 방식이며, 상기 기지국은 각 이동국의 채널 상황에 상응하게 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 를 결정하여 상기 각 이동국으로 피드백한다. 그러면 여기서 상기 기지국이 상기 이동국으로 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 를 피드백하는 과정에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 상기 기지국은 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 의 초기값을 $\text{Offset}_{\text{perAT,init}}$ 로 설정하고, 상기 초기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT,init}}$ 을 상기 방송 채널등을 통해 상기 기지국의 서비스 영역내 모든 이동국들에게 방송한다. 한편, 상기 각 이동국의 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 은 상기 각 이동국이 업링크로 송신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부에 따라 결정되며, 상기 기지국은 상기 결정된 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 각 이동국으로 송신한다.

여기서, 상기 기지국은 상기 이동국에서 업링크를 통해 송신하는 모든 패킷 데이터들 각각의 에러 발생 여부에 따라서 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 결정하지만, 상기 모든 패킷 데이터들 각각에 대해 결정된 모든 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 상기 이동국으로 송신하지는 않는다. 여기서, 상기 기지국은 상기 이동국과의 신호 송수신중에 상기 이동국으로 미리 설정한 주기 PERIOD_OFFSET_MSG마다 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 송신하거나 혹은 상기 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG에 도달되지 않았을지라도 이전의 주기에서 송신한 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 보다 미리 설정한 임계값 X [dB]를 초과할 경우 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 송신한다. 물론, 모든 패킷 데이터들 각각에 대해 결정된 모든 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 상기 이동국으로 송신할 수도 있지만 이는 시그널링 로드(signalling load)를 증가시킬수 있기 때문에 상기 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG로 혹은 임계값 X[dB]을 초과하는 경우에만 송신하는 것이다.

또한, 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 은 상기에서 설명한 바와 같이 상기 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG내에서 업데이트(update)되기 때문에 하한값 Offset_BoundLower 과 상한값 Offset_BoundUpper 사이의 값으로만 결정되어야만 한다. 즉, 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 이 상기 하한값 Offset_BoundLower 미만으로 업데이트된다고 해도 최종적으로 상기 하한값 Offset_BoundLower 으로 결정되고, 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 이 상기 상한값 Offset_BoundUpper 을 초과하여 업데이트된다고 해도 최종적으로 상기 상한값 Offset_BoundUpper 으로 결정된다.

상기 기지국이 상기 이동국에서 업링크로 송신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부에 따라 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 을 결정하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 상기 이동국이 업링크로 송신한 패킷 데이터에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 기지국은 상기 이동국의 채널 상황을 비교적 양호하다고 결정하여 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 를 현재 시점의 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 에서 미리 설정한

스텝값(step value)을 미리 설정한 비율, 즉 $\frac{1}{\text{FER}_{\text{target}} - 1}$ 만큼 반영한 값만큼을 감산한 값으로 결정하고, 상기 결정된 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 를 상기 이동국으로 피드백한다. 여기서, 상기 스텝값을 UP_STEP이라고 칭하기로 한다.

이와는 반대로, 상기 이동국이 업링크로 송신한 패킷 데이터에 에러가 발생하였을 경우 상기 기지국은 상기 이동국의 채널 상황을 비교적 열악하다고 결정하여 상기 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 를 현재 시점의 전력 보상값 $\text{Offset}_{\text{perAT}}$ 에 상기 스텝값

만큼 가산한 값으로 결정하고, 상기 결정한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 상기 이동국으로 피드백한다. 그리고, 상기 두가지 경우 이외의 경우에는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 현재 시점의 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 으로 그대로 유지시킨다. 상기 기지국의 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 결정 동작 과정은 하기 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 7

$$\begin{aligned}
 &Offset_{perAT} = Offset_{perAT} + UP_STEP && \text{if Error is detected} \\
 &Offset_{perAT} = Offset_{perAT} - \frac{1}{1/ FER_{target} - 1} \cdot UP_STEP && \text{else if Error is not detected} \\
 &Offset_{perAT} = Offset_{perAT} && \text{else where}
 \end{aligned}$$

상기 수학적 식 7에서 FER_{target} 은 타겟 프레임 에러 레이트(FER: Frame Error Rate, 이하 'FER'이라 칭하기로 한다)를 나타낸다.

이하, 도 5 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 개루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 하며, 도 9 내지 도 12를 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 개루프 전력 제어 방식에 대해서 설명하기로 한다. 본 발명의 제1실시예는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 제어 메시지(control message) 형태로 제공하여 개루프 전력 제어를 수행하는 것이며, 본 발명의 제2실시예는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 물리 채널(physical channel)을 통해 제공하여 개루프 전력 제어를 수행하는 것으로서, 실질적인 개루프 전력 제어 방식은 동일하며 다만 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 제공하는 형태의 상이성으로 인한 차이만 존재할 뿐이다.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 5를 참조하면, 먼저 상기 이동국은 상위 계층 처리기(upper layer processor)(501)와, 채널 인코더(channel encoder)(503)와, 변조기(modulator)(505)와, 송신 무선 주파수(RF: Radio Frequency) 처리기(507)와, 송신 전력 제어기(509)와, 수신 전력 측정기(511)와, 수신 무선 주파수 처리기(513)와, 복조기(demodulator)(515)와, 채널 디코더(channel decoder)(517)와, TDD 듀플렉서(duplexer)(519)로 구성된다.

먼저, 상기 상위 계층 처리기(501)는 기지국으로 송신하고자 하는 패킷데이터가 발생함을 검출하면, 상기 패킷 데이터를 상기 채널 인코더(503)로 출력한다. 상기 채널 인코더(503)는 상기 패킷 데이터를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 상기 변조기(505)로 출력한다. 여기서, 상기 인코딩 방식은 소정 코딩 레이트(coding rate)를 가지는 터보 인코딩(turbo encoding) 방식 혹은 컨벌루션 인코딩(convolutional encoding) 방식 등이 될 수 있다. 상기 변조기(505)는 상기 채널 인코더(503)에서 출력하는 신호를 입력하여 미리 설정되어 있는 변조 방식으로 변조한 후 상기 송신 무선 주파수 처리기(507)로 출력한다. 여기서, 상기 변조 방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식 혹은 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 방식 등이 될 수 있다. 상기 송신 무선 주파수 처리기(507)는 필터(filter)와 전처리기(front end unit) 등의 구성들을 포함하며, 상기 변조기(505)에서 출력한 신호를 입력하여 실제 에어(air)상에서 전송 가능하도록 무선 주파수 처리한 후 상기 TDD 듀플렉서(519)로 출력한다. 상기 TDD 듀플렉서(519)는 해당 시구간에서 상기 송신 무선 주파수 처리기(507)에서 출력한 신호를 안테나를 통해 에어(air)상으로 전송한다.

한편, 상기 TDD 듀플렉서(519)는 안테나를 통해 수신되는 신호를 상기 수신 무선 주파수 처리기(513)로 출력한다. 상기 수신 무선 주파수 처리기(513)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 TDD 듀플렉서(519)에서 출력한 신호를 기저 대역(baseband) 신호로 변환한 후 상기 수신 전력 측정기(511) 및 복조기(515)로 출력한다. 상기 수신 전력 측정기(511)는 상기 수신 무선 주파수 처리기(513)에서 출력한 신호를 입력하여 순시 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,inst}$ 과 평균 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,avg}$ 를 측정하여 상기 송신 전력 제어기(509)로 출력한다.

또한, 상기 복조기(515)는 상기 수신 무선 주파수 처리기(513)에서 출력한 신호를 입력하여 기지국에서 적용한 변조 방식에 대응되는 복조 방식으로 복조한 후 상기 채널 디코더(517)로 출력한다. 상기 채널 디코더(517)는 상기 복조기(515)에서 출력한 신호를 입력하여 상기 기지국에서 적용한 인코딩 방식에 대응되는 디코딩 방식으로 디코딩한 후 상기 상위 계층 처리기(501)로 출력한다.

상기 상위 계층 처리기(501)는 상기 기지국의 상위 계층에서 송신한 제어 메시지를 수신하고, 상기 제어 메시지에 포함되어 있는, 업링크 송신 전력을 제어하기 위한 파라미터(parameter)들을 검출한다. 여기서, 상기 업링크 송신 전력을 제어하기 위한 파라미터들은 상기에서 설명한 바와 같이 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 와, 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이다. 상기 본 발명의 제1실시예는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 제어 메시지를 통해 전송되는 경우이므로, 상기 상위 계층 처리기(501)가 상기 기지국의 상위 계층 처리기로부터 상기 제어 메시지를 수신하여 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 검출한다.

상기 상위 계층 처리기(501)는 상기 검출한 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 와, 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 상기 송신 전력 제어기(509)로 출력하고, 상기 송신 전력 제어기(509)는 상기 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 와, 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 사용하여 상기 이동국 자신의 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 을 결정하고, 상기 결정한 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 에 상응하게 상기 송신 무선 주파수 처리기(507)가 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하도록 한다. 여기서, 상기 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 은 상기 수학식 6에서 설명한 바와 같은 방식으로 결정되는 것이므로 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

한편, 상기 도 5에서는 상기 OFDM 방식 및 OFDMA 방식 적용을 위한 별도의 구성들, 즉 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform, 이하 'FFT'라 칭하기로 한다)기와 역 고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform, 이하 'IFFT'라 칭하기로 한다)기 구조에 대해서는 도시하지는 않았음에 유의하여야만 한다.

상기 도 5에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 6을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도이다.

상기 도 6에서 설명하는 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작은 업링크 및 다운링크 채널 셋업이 완료된 이후의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작이다. 먼저 611단계에서 상기 이동국은 업링크 개루프 전력 제어를 위한 파라미터들, 즉 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 검출하고 613단계로 진행한다. 상기 613단계에서 상기 이동국은 다운링크 수신 전력, 즉 순시 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,inst}$ 과 평균 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,avg}$ 를 측정 후 615단계로 진행한다.

상기 615단계에서 상기 이동국은 검출한 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 사용하여 초기 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 결정한 초기 업링크 송신 전력을 사용하여 업링크 신호를 송신한 후 617단계로 진행한다. 여기서, 상기 초기 업링크 송신 전력은 수학식 7에서 설명한 전력 보상값을 상기 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 을 적용하여 결정되는 것이다.

상기 617단계에서 상기 이동국은 업링크 신호 송신이 종료되는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 업링크 신호 송신이 종료되지 않았을 경우 619단계로 진행한다. 상기 619단계에서 상기 이동국은 상기 기지국으로부터 제어 메시지를 통해 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 수신하고 621단계로 진행한다. 상기 621단계에서 상기 이동국은 상기 수신한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 적용하여 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 결정된 송신 전력으로 업링크 신호를 송신하고 상기 617단계로 되돌아간다. 여기서, 상기 업링크 송신 전력은 수학식 7에서 설명한 전력 보상값을 상기 수신한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 적용하여 결정되는 것이다.

상기 도 6에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 7을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 7을 참조하면, 먼저 상기 기지국은 상위 계층 처리기(701)와, 채널 인코더(703)와, 변조기(705)와, 송신 무선 주파수 처리기(707)와, TDD 듀플렉서(709)와, 수신 무선 주파수 처리기(711)와, 복조기(713)와, 채널 디코더(715)와, 에러 검출기(error detector)(717)와, 전력 보상값 계산기(719)로 구성된다.

먼저, 상기 상위 계층 처리기(701)는 이동국으로 송신하고자 하는 제어메시지가 발생함을 검출하면, 상기 제어 메시지를 상기 채널 인코더(703)로 출력한다. 여기서, 상기 제어 메시지는 이동국의 업링크 개루프 전력 제어를 위한 파라미터들, 즉 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 포함하며, 또한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 포함한다.

상기 채널 인코더(703)는 상기 제어 메시지를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 상기 변조기(705)로 출력한다. 여기서, 상기 인코딩 방식은 소정 코딩 레이트를 가지는 터보 인코딩 방식 혹은 컨벌루션 인코딩 방식 등이 될 수 있다. 상기 변조기(705)는 상기 채널 인코더(703)에서 출력하는 신호를 입력하여 미리 설정되어 있는 변조 방식으로 변조한 후 상기 송신 무선 주파수 처리기(707)로 출력한다. 여기서, 상기 변조 방식은 QPSK 방식 혹은 16QAM 방식 등이 될 수 있다. 상기 송신 무선 주파수 처리기(707)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 변조기(705)에서 출력한 신호를 입력하여 실제 에어상에서 전송 가능하도록 무선 주파수 처리한 후 상기 TDD 듀플렉서(709)로 출력한다. 상기 TDD 듀플렉서(709)는 해당 시구간에서 상기 송신 무선 주파수 처리기(707)에서 출력한 신호를 안테나를 통해 에어상으로 전송한다.

한편, 상기 TDD 듀플렉서(709)는 안테나를 통해 수신되는 신호를 상기 수신 무선 주파수 처리기(711)로 출력한다. 상기 수신 무선 주파수 처리기(711)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 TDD 듀플렉서(709)에서 출력한 신호를 기저 대역 신호로 변환한 후 상기 복조기(713)로 출력한다. 상기 복조기(713)는 상기 수신 무선 주파수 처리기(711)에서 출력한 신호를 입력하여 이동국에서 적용한 변조 방식에 대응되는 복조 방식으로 복조한 후 상기 채널 디코더(715)로 출력한다. 상기 채널 디코더(715)는 상기 복조기(713)에서 출력한 신호를 입력하여 상기 이동국에서 적용한 인코딩 방식에 대응되는 디코딩 방식으로 디코딩한 후 상기 상위 계층 처리기(701)와 에러 검출기(717)로 출력한다.

상기 에러 검출기(717)는 상기 채널 디코더(715)에서 출력한 신호, 즉 상기 이동국에서 송신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부를 검출하고, 상기 에러 발생 여부를 상기 전력 보상값 계산기(719)로 출력한다. 상기 전력 보상값 계산기(719)는 상기 에러 검출기(717)에서 출력한 에러 발생 여부에 상응하게 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 계산한 후 상기 상위 계층 처리기(701)로 출력한다. 여기서, 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 은 상기 수학적 식 7과 같이 계산되며 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 상기 상위 계층 처리기(701)는 상기 전력 보상값 계산기(719)에서 출력한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 상기 제어 메시지로 생성하여 해당 이동국으로 송신하게 되는 것이다. 한편, 상기 도 7에서는 상기 OFDM 방식 및 OFDMA 방식 적용을 위한 별도의 구성들, 즉 FFT기와 IFFT기 구조에 대해서는 도시하지는 않았음에 유의하여야만 한다.

상기 도 7에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 8을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도이다.

상기 도 8에서 설명하는 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작은 업링크 및 다운링크 채널 셋업이 완료된 이후의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작이다. 먼저 811단계에서 상기 기지국은 이동국의 업링크 개루프 전력 제어를 위한 파라미터들, 즉 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 송신하고, 이동국으로부터 패킷 데이터를 수신한 다음 813단계로 진행한다.

상기 813단계에서 상기 기지국은 이동국으로부터 수신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부를 검출하고 815단계로 진행한다. 여기서, 상기 도 8에서는 기지국이 1개의 이동국, 일 예로 임의의 제n 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어를 제어하는

과정에 대해서 설명하지만, 상기 기지국의 서비스 영역에 존재하는 이동국들 모두에 대해서 상기 도 8에서 설명하는 바와 같은 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 수행함은 물론이다. 상기 815단계에서 상기 기지국은 상기 이동국으로부터 수신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부를 검사한다.

상기 검사 결과 상기 수신한 패킷 데이터에 에러가 발생하였을 경우 상기 기지국은 817단계로 진행한다. 상기 817단계에서 상기 기지국은 상기 수학식 7에서 설명한 바와 같이 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 현재 시점의 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 에 스텝값 UP_STEP을 가산한 값으로 계산하고 821단계로 진행한다($Offset_{perAT} = Offset_{perAT} + UP_STEP$). 한편, 상기 815단계에서 검사 결과 상기 수신한 패킷 데이터에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 기지국은 819단계로 진행한다. 상기 819단계에서 상기 기지국은 상기 수학식 7에서 설명한 바와 같이 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 를 현재 시점의 전력 보상

값 $Offset_{perAT}$ 에서 상기 스텝값 UP_STEP에 $\frac{1}{\frac{1}{FER_{target}} - 1}$ 을 곱한값을 감산한 값으로 계산하고 상기 821단계로 진행한다($Offset_{perAT} = Offset_{perAT} - \frac{1}{\frac{1}{FER_{target}} - 1} \cdot UP_STEP$).

또한, 상기 기지국은 상기에서 설명한 바와 같이 상기 817단계 및 상기 819단계에서 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 계산함에 있어 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 하한값 $Offset_BoundLower$ 미만의 값으로 계산되면 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 상기 하한값 $Offset_BoundLower$ 으로 결정하고, 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 상한값 $Offset_BoundUpper$ 을 초과하는 값으로 계산되면 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 상기 상한값 $Offset_BoundUpper$ 으로 결정한다.

상기 821단계에서 상기 기지국은 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 상기 이동국으로 피드백할 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG에 도달하였는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG에 도달하였을 경우 상기 기지국은 825단계로 진행한다. 또한, 상기 821단계에서 상기 검사 결과 상기 설정 주기 PERIOD_OFFSET_MSG에 도달하지 않았을 경우 상기 기지국은 823단계로 진행한다.

상기 823단계에서 상기 기지국은 상기 계산한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 미리 설정한 임계값 X[dB]를 초과하는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 계산한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 상기 임계값 X[dB]를 초과하지 않을 경우 상기 기지국은 상기 813단계로 되돌아간다. 한편, 상기 823단계에서 검사 결과 상기 계산한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 상기 임계값 X[dB] 이하일 경우 상기 기지국은 825단계로 진행한다. 상기 825단계에서 상기 기지국은 상기 계산한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 제어 메시지를 통해 상기 이동국으로 송신하고 종료한다.

한편, 상기 도 8에서는 상기 계산한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 제어 메시지를 통해 상기 이동국으로 송신하는 경우를 설명하였는데, 상기 IEEE 802.16e 통신 시스템에서는 상기 제어 메시지로 UL_MAP 메시지 등이 사용될 수 있다. 또한, 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 과 타겟 SINR, 즉 $SINR_{target}$ 이 가산된 형태의 새로운 전력 보상값

$Offset_{perAT}$ 로 정의할 수 있으며, 이는 하기 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$Offset_{perAT} = Offset_{perAT} + SINR_{target}$$

또한, 상기 새로운 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 에 상응하게 상기 이동국이 송신하는 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 역시 하기 수학식 9와 같이 변경되어야만 한다.

수학식 9

$$P_{UL,TX} = I_{AP} + P_{DL,TX} - \alpha \cdot P_{DL,RX,inst} - (1 - \alpha) \cdot P_{DL,RX,avg} + \overline{Offset_{perAT}}$$

상기 도 8에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 9를 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 9를 참조하면, 먼저 상기 이동국은 상위 계층 처리기(901)와, 채널 인코더(903)와, 변조기(905)와, 송신 무선 주파수 처리기(907)와, 송신 전력 제어기(909)와, 수신 전력 측정기(911)와, 수신 무선 주파수 처리기(913)와, 복조기(915)와, 역다중화기(DEMUX)(917)와, 채널 디코더(919)와, 전력 보상값 디코더(921)와, TDD 듀플렉서(923)로 구성된다.

먼저, 상기 상위 계층 처리기(901)는 기지국으로 송신하고자 하는 패킷데이터가 발생함을 검출하면, 상기 패킷 데이터를 상기 채널 인코더(903)로 출력한다. 상기 채널 인코더(903)는 상기 패킷 데이터를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 상기 변조기(905)로 출력한다. 여기서, 상기 인코딩 방식은 소정 코딩 레이트를 가지는 터보 인코딩 방식 혹은 컨벌루션 인코딩 방식 등이 될 수 있다. 상기 변조기(905)는 상기 채널 인코더(903)에서 출력하는 신호를 입력하여 미리 설정되어 있는 변조 방식으로 변조한 후 상기 송신 무선 주파수 처리기(907)로 출력한다. 여기서, 상기 변조 방식은 QPSK 방식 혹은 16QAM 방식 등이 될 수 있다. 상기 송신 무선 주파수 처리기(907)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 변조기(905)에서 출력한 신호를 입력하여 실제 에어상에서 전송 가능하도록 무선 주파수 처리한 후 상기 TDD 듀플렉서(923)로 출력한다. 상기 TDD 듀플렉서(923)는 해당 시구간에서 상기 송신 무선 주파수 처리기(907)에서 출력한 신호를 안테나를 통해 에어상으로 전송한다.

한편, 상기 TDD 듀플렉서(923)는 안테나를 통해 수신되는 신호를 상기 수신 무선 주파수 처리기(913)로 출력한다. 상기 수신 무선 주파수 처리기(913)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 TDD 듀플렉서(923)에서 출력한 신호를 기저 대역 신호로 변환한 후 상기 수신 전력 측정기(911) 및 복조기(915)로 출력한다. 상기 수신 전력 측정기(911)는 상기 수신 무선 주파수 처리기(913)에서 출력한 신호를 입력하여 순시 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,inst}$ 과 평균 다운링크 수신 전력 $P_{DL,RX,avg}$ 를 측정하여 상기 송신 전력 제어기(909)로 출력한다.

또한, 상기 복조기(915)는 상기 수신 무선 주파수 처리기(913)에서 출력한 신호를 입력하여 기지국에서 적용한 변조 방식에 대응되는 복조 방식으로 복조한 후 상기 역다중화기(917)로 출력한다. 상기 역다중화기(917)는 상기 복조기(915)에서 출력한 신호를 역다중화하여 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 포함하는 전용 채널(이하 '전력 보상값 채널'이라 칭하기로 한다) 신호를 상기 전력 보상값 디코더(921)로 출력하고 상기 전력 보상값 채널 신호 이외의 신호를 상기 채널 디코더(919)로 출력한다.

상기 채널 디코더(919)는 상기 역다중화기(917)에서 출력한 신호를 입력하여 상기 기지국에서 적용한 인코딩 방식에 대응되는 디코딩 방식으로 디코딩한 후 상기 상위 계층 처리기(901)로 출력한다. 상기 전력 보상값 디코더(921)는 상기 역다중화기(917)에서 출력한 신호를 입력하여 상기 기지국에서 송신한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 검출하여 상기 송신 전력 제어기(909)로 출력한다.

상기 상위 계층 처리기(901)는 상기 기지국의 상위 계층에서 송신한 제어 메시지를 수신하고, 상기 제어 메시지에 포함되어 있는, 업링크 송신 전력을 제어하기 위한 파라미터들을 검출한다. 여기서, 상기 업링크 송신 전력을 제어하기 위한 파라미터들은 상기에서 설명한 바와 같이 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 이다. 상기 본 발명의 제2실시예는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 전력 보상값 채널을 통해 전송되는 경우이므로, 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 은 상기 전력 보상값 디코더(921)에서 검출하는 것이다.

상기 상위 계층 처리기(901)는 상기 검출한 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 상기 송신 전력 제어기(909)로 출력하고, 상기 송신 전력 제어기(909)는 상기 상위 계층 처리기(901)에서 출력한 상기 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 와 상기 전력 보상값 디코더(921)에서 출력한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 사용하여 상기 이동국 자신의 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 을 결정하고, 상기 결정한 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 에 상응하게 상기 송신 무선 주파수 처리기(907)가 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하도록 한다. 여기서, 상기 업링크 송신 전력 $P_{UL,TX}$ 은 상기 수학식 6에서 설명한 바와 같은 방식으로 결정되는 것이므로 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

한편, 상기 도 9에서는 상기 OFDM 방식 및 OFDMA 방식 적용을 위한 별도의 구성들, 즉 FFT기와 IFFT기 구조에 대해서는 도시하지는 않았음에 유의하여야만 한다.

상기 도 9에서는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 10을 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도이다.

상기 도 10은 상기 도 6에서 설명한 본 발명의 제1실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작과 거의 동일하며, 다만 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 제어 메시지가 아닌 전력 보상값 채널을 통해 수신한다는 면에서만 상이하다. 즉, 상기 도 10에 도시한 1011단계 내지 1017단계와, 1021단계는 상기 도 6의 611단계 내지 617단계와, 621단계와 동일한 동작을 수행하며, 상기 도 6에서는 619단계에서 제어 메시지를 통해 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 수신하였는데 반해 상기 도 10의 1019단계에서는 전력 보상값 채널을 통해 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 수신한다는 면에서만 상이한 것이다.

상기 도 10에서는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 이동국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 11을 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 11을 참조하면, 먼저 상기 기지국은 상위 계층 처리기(1101)와, 채널 인코더(1103)와, 변조기(1105)와, 다중화기(MUX)(1107)와, 송신 무선 주파수 처리기(1109)와, TDD 듀플렉서(1111)와, 수신 무선 주파수 처리기(1113)와, 복조기(1115)와, 채널 디코더(1117)와, 에러 검출기(1119)와, 전력 보상값 계산기(1121)와, 전력 보상값 인코더(1123)와, 변조기(1125)로 구성된다.

먼저, 상기 상위 계층 처리기(1101)는 이동국으로 송신하고자 하는 제어메시지가 발생함을 검출하면, 상기 제어 메시지를 상기 채널 인코더(1103)로 출력한다. 여기서, 상기 제어 메시지는 이동국의 업링크 개루프 전력 제어를 위한 파라미터들, 즉 타겟 SINR인 $SINR_{target}$ 과, 가중치 α 와, 초기 전력 보상값 $Offset_{perAT,init}$ 과, 기지국 간섭 I_{AP} 와, 다운링크 송신 전력 $P_{DL,TX}$ 을 포함한다. 상기 본 발명의 제2실시예에서는 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 전용 채널, 즉 전력 보상값 채널을 통해 송신하므로 상기 제어 메시지에는 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 이 포함되지 않는다. 상기 채널 인코더(1103)는 상기 제어 메시지를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 상기 다중화기(1107)로 출력한다.

한편, 상기 TDD 듀플렉서(1111)는 안테나를 통해 수신되는 신호를 상기 수신 무선 주파수 처리기(1113)로 출력한다. 상기 수신 무선 주파수 처리기(1113)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 TDD 듀플렉서(1111)에서 출력한 신호를 기저 대역 신호로 변환한 후 상기 복조기(1115)로 출력한다. 상기 복조기(1115)는 상기 수신 무선 주파수 처리기

(1113)에서 출력한 신호를 입력하여 이동국에서 적용한 변조 방식에 대응되는 복조 방식으로 복조한 후 상기 채널 디코더(1117)로 출력한다. 상기 채널 디코더(1117)는 상기 복조기(1115)에서 출력한 신호를 입력하여 상기 이동국에서 적용한 인코딩 방식에 대응되는 디코딩 방식으로 디코딩한 후 상기 상위 계층 처리기(1101)와 에러 검출기(1119)로 출력한다.

상기 에러 검출기(1119)는 상기 채널 디코더(1117)에서 출력한 신호, 즉 상기 이동국에서 송신한 패킷 데이터의 에러 발생 여부를 검출하고, 상기 에러 발생 여부를 상기 전력 보상값 계산기(1121)로 출력한다. 상기 전력 보상값 계산기(1121)는 상기 에러 검출기(1119)에서 출력한 에러 발생 여부에 상응하게 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 계산한 후 상기 전력 보상값 인코더(1123)로 출력한다. 여기서, 상기 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 은 상기 수학적 식 7과 같이 계산되며 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.

상기 전력 보상값 인코더(1123)는 상기 전력 보상값 계산기(1121)에서 출력한 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 상기 변조기(1125)로 출력한다. 여기서, 상기 인코딩 방식은 상기 전력 보상값 채널에 적용되는 인코딩 방식인 것이다. 상기 변조기(1125)는 상기 전력 보상값 인코더(1123)에서 출력한 신호를 입력하여 미리 설정되어 있는 변조 방식으로 변조한 후 상기 다중화기(1107)로 출력한다. 여기서, 상기 변조 방식은 상기 전력 보상값 채널에 적용되는 변조 방식인 것이다.

상기 다중화기(1107)는 상기 변조기(1105)에서 출력하는 신호와 상기 변조기(1125)에서 출력하는 신호를 입력하여 다중화한 후 상기 송신 무선 주파수 처리기(1109)로 출력한다. 상기 송신 무선 주파수 처리기(1109)는 필터와 전처리기 등의 구성들을 포함하며, 상기 다중화기(1107)에서 출력한 신호를 입력하여 실제 에어상에서 전송 가능하도록 무선 주파수 처리한 후 상기 TDD 듀플렉서(1111)로 출력한다. 상기 TDD 듀플렉서(1111)는 해당 시구간에서 상기 송신 무선 주파수 처리기(1109)에서 출력한 신호를 안테나를 통해 에어상으로 전송한다.

한편, 상기 도 11에서는 상기 OFDM 방식 및 OFDMA 방식 적용을 위한 별도의 구성들, 즉 FFT기와 IFFT기 구조에 대해서는 도시하지는 않았음에 유의하여야만 한다.

상기 도 11에서는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 12를 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작에 대해서 설명하기로 한다.

상기 도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작을 도시한 순서도이다.

상기 도 12는 상기 도 8에서 설명한 본 발명의 제2실시예에 따른 IEEE 802.16e 통신 시스템에서 기지국의 업링크 개루프 송신 전력 제어 동작과 거의 동일하며, 다만 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 제어 메시지가 아닌 전력 보상값 채널을 통해 송신한다는 면에서만 상이하다. 즉, 상기 도 12에 도시한 1211단계 내지 1223단계와 상기 도 8의 811단계 내지 823단계는 동일한 동작을 수행하며, 상기 도 8에서는 825단계에서 제어 메시지를 통해 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 송신하였는데 반해 상기 도 12의 1225단계에서는 전력 보상값 채널을 통해 전력 보상값 $Offset_{perAT}$ 을 송신한다는 면에서만 상이한 것이다.

한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도내에서 여러가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 본 발명은 TDD 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 각 이동국의 채널 상황에 적응적인 전력 보상값을 적용하여 개루프 전력 제어 방식으로 업링크 송신 전력을 제어함으로써 효율적인 업링크 송신 전력 제어가 가능하다는 이점을 가진다. 특히, 본 발명은 기지국에서 각 이동국의 채널 상황에 상응하는 전력 보상값을 피드백시켜줌으로써 각 이동국이 자신의 채널 상황에 적합하게 업링크 송신 전력을 사용하기 때문에 송신 전력 자원의 효율성을 증가시키며, 또한 각 이동국은 자신의 채널 상황에 적합한 업링크 송신 전력을 사용하기 때문에 과도한 송신 전력으로 인해 타 이동국들에 영향을 미치는 간섭 발생을 최소화시켜 시스템 품질을 향상시킨다는 이점을 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 이동국이 업링크 송신 전력을 제어하는 방법에 있어서,

초기의 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 결정된 초기의 업링크 송신 전력으로 기지국으로 업링크 신호를 송신하는 과정과,

상기 업링크 신호를 송신한 후, 상기 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하는 과정과,

상기 수신된 다운링크 신호의 수신 전력 측정 및 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위하여 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 결정되는 전력 보상값을 검출하는 과정과,

상기 측정된 수신 전력 및 상기 검출된 전력 보상값에 따라서 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 초기의 업링크 송신 전력을 결정하는 과정은;

상기 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하여 상기 이동국이 타겟으로 하는 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값의 초기값을 검출하는 과정과,

상기 다운링크 신호의 수신 전력을 측정하는 과정과,

상기 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값의 초기값과, 상기 수신 전력을 고려하여 상기 초기의 업링크 송신 전력을 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 수신 전력과, 상기 전력 보상값에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 과정은;

상기 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값과, 상기 수신 전력을 고려하여 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 전력 보상값은 상기 업링크 신호에 에러가 발생하였을 경우 상기 초기의 전력 보상값에 미리 설정한 스텝값이 가산된 값으로 결정된 값을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 전력 보상값은 상기 업링크 신호에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 초기의 전력 보상값에서 미리 설정한 스텝값을 미리 설정한 비율만큼 반영한 값을 감산한 값으로 결정된 값을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6.

시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 기지국이 이동국의 업링크 송신 전력을 제어하는 방법에 있어서,

상기 이동국이 업링크 송신 전력의 초기값을 결정하기 위해 필요한 파라미터들을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정과,

이후, 상기 이동국으로부터 업링크 신호가 수신되면 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부를 검출하는 과정과,

상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 결정하고, 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 파라미터들은 상기 이동국이 타겟으로 하는 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값의 초기값임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 전력 보상값을 결정하는 과정은; 상기 업링크 신호에 에러가 발생하였을 경우 상기 전력 보상값의 초기값에 미리 설정한 스텝값을 가산한 값으로 상기 전력 보상값을 결정하는 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9.

제7항에 있어서,

상기 전력 보상값을 결정하는 과정은; 상기 업링크 신호에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 전력 보상값의 초기값에 미리 설정한 스텝값을 미리 설정한 비율만큼 반영한 값을 감산한 값으로 결정하는 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 10.

제6항에 있어서,

상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정은;

상기 전력 보상값이 미리 설정한 임계값을 초과하는 경우에만 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 11.

제6항에 있어서,

상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 과정은;

미리 설정한 설정 주기에 도달한 경우에만 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 것임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 12.

시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 이동국이 업링크 송신 전력을 제어하는 장치에 있어서,

소정 제어에 따라 결정된 초기의 업링크 송신 전력으로 기지국으로 업링크 신호를 송신하고, 이후 소정 제어에 따라 조정된 업링크 송신 전력으로 상기 기지국으로 업링크 신호를 송신하는 송신기와,

상기 기지국으로부터 다운링크 신호를 수신하여 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 결정되는, 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 검출하는 수신기와,

상기 초기의 업링크 송신 전력을 결정하고, 상기 수신 전력과, 상기 전력 보상값에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 송신 전력 제어기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 송신 전력 제어기는 상기 다운링크 신호로부터 검출되는 상기 이동국이 타겟으로 하는 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값의 초기값과, 상기 다운링크 신호의 수신 전력을 고려하여 상기 초기의 업링크 송신 전력을 결정함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 송신 전력 제어기는 상기 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값과, 상기 수신 전력을 고려하여 상기 업링크 송신 전력을 조정하도록 제어하는 것임을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 전력 보상값은 상기 업링크 신호에 에러가 발생하였을 경우 상기 초기의 전력 보상값에 미리 설정한 스텝값이 가산된 값으로 결정된 값을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 16.

제14항에 있어서,

상기 전력 보상값은 상기 업링크 신호에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 초기의 전력 보상값에서 미리 설정한 스텝값을 미리 설정한 비율만큼 반영한 값을 감산한 값으로 결정된 값을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 17.

시분할 듀플렉싱 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서, 기지국이 이동국의 업링크 송신 전력을 제어하는 장치에 있어서,

상기 이동국이 업링크 송신 전력의 초기값을 결정하기 위해 필요한 파라미터들을 포함하는 다운링크 신호를 송신하고, 소정 제어에 따라 결정된 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신하는 송신기와,

상기 이동국으로부터 업링크 신호를 수신하고, 상기 업링크 신호의 에러 발생 여부를 검출하는 수신기와,

상기 업링크 신호의 에러 발생 여부에 상응하게 상기 업링크 송신 전력을 보상하기 위한 전력 보상값을 결정하는 전력값 보상값 계산기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서,

상기 파라미터들은 상기 이동국이 타겟으로 하는 타겟 신호대 간섭비와, 상기 기지국의 간섭값과, 상기 다운링크 신호의 송신 전력과, 상기 전력 보상값의 초기값임을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 전력 보상값 계산기는 상기 업링크 신호에 에러가 발생하였을 경우 상기 전력 보상값의 초기값에 미리 설정한 스텝값을 가산한 값으로 상기 전력 보상값을 결정함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 20.

제18항에 있어서,

상기 전력 보상값 계산기는 상기 업링크 신호에 에러가 발생하지 않았을 경우 상기 전력 보상값의 초기값에 미리 설정한 스텝값을 미리 설정한 비율만큼 반영한 값을 감산한 값으로 결정함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 21.

제17항에 있어서,

상기 송신기는 상기 전력 보상값이 미리 설정한 임계값을 초과하는 경우에만 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신함을 특징으로 하는 상기 장치.

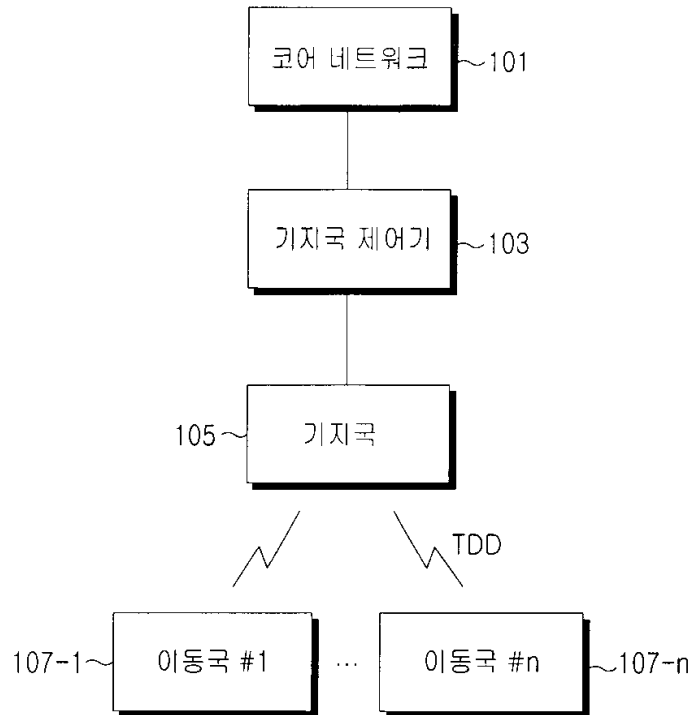
청구항 22.

제17항에 있어서,

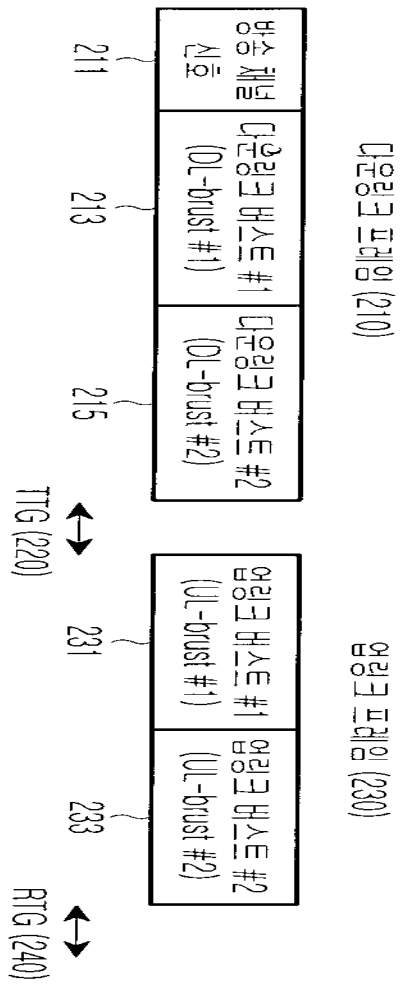
상기 송신기는 미리 설정한 설정 주기에 도달한 경우에만 상기 전력 보상값을 포함하는 다운링크 신호를 송신함을 특징으로 하는 상기 장치.

도면

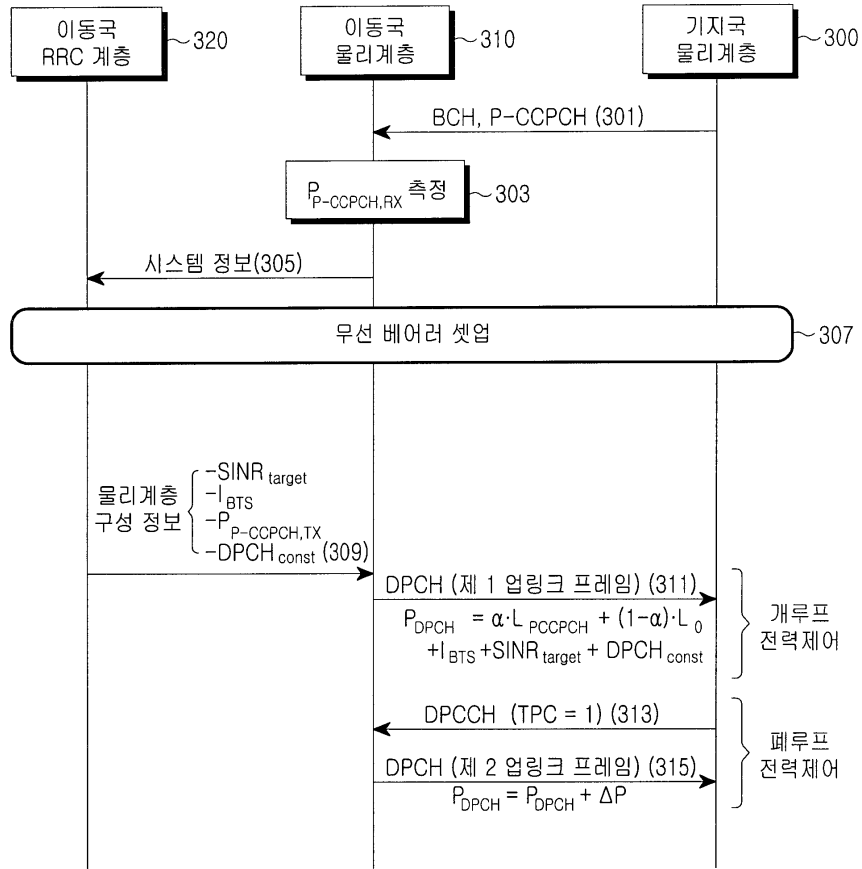
도면1



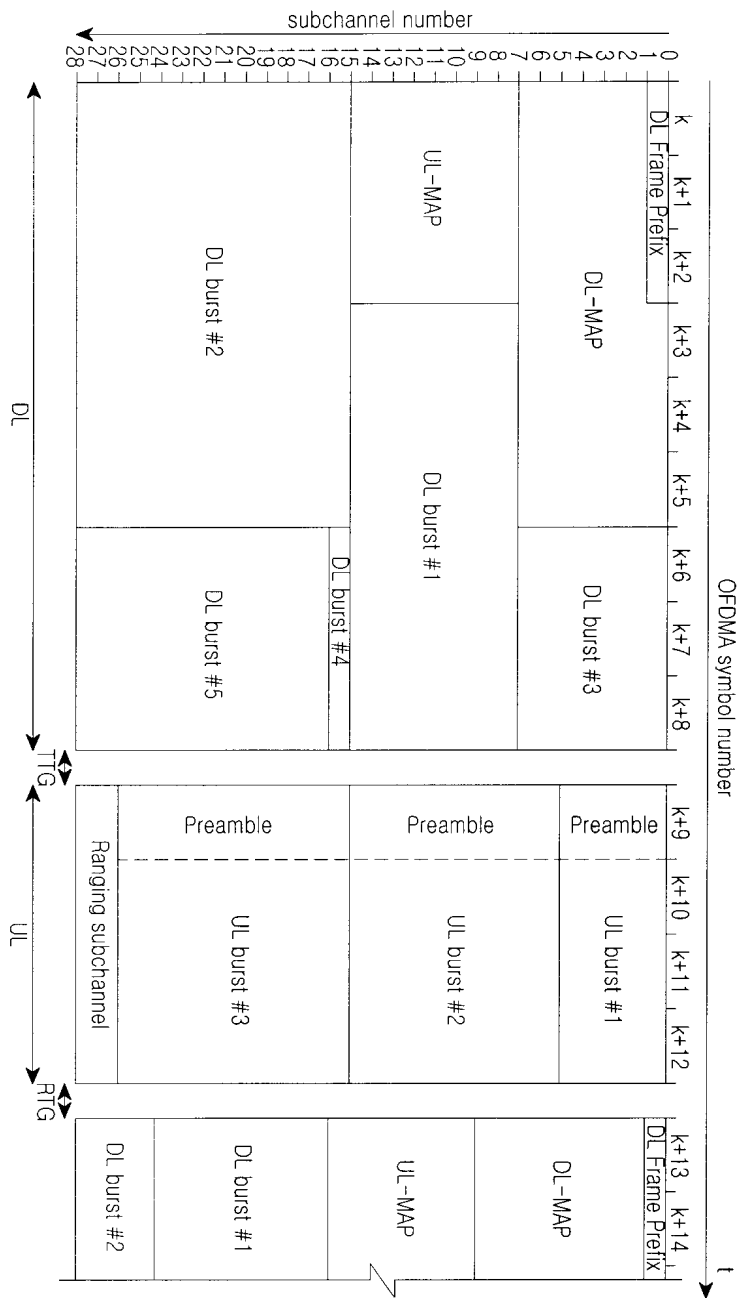
도면2



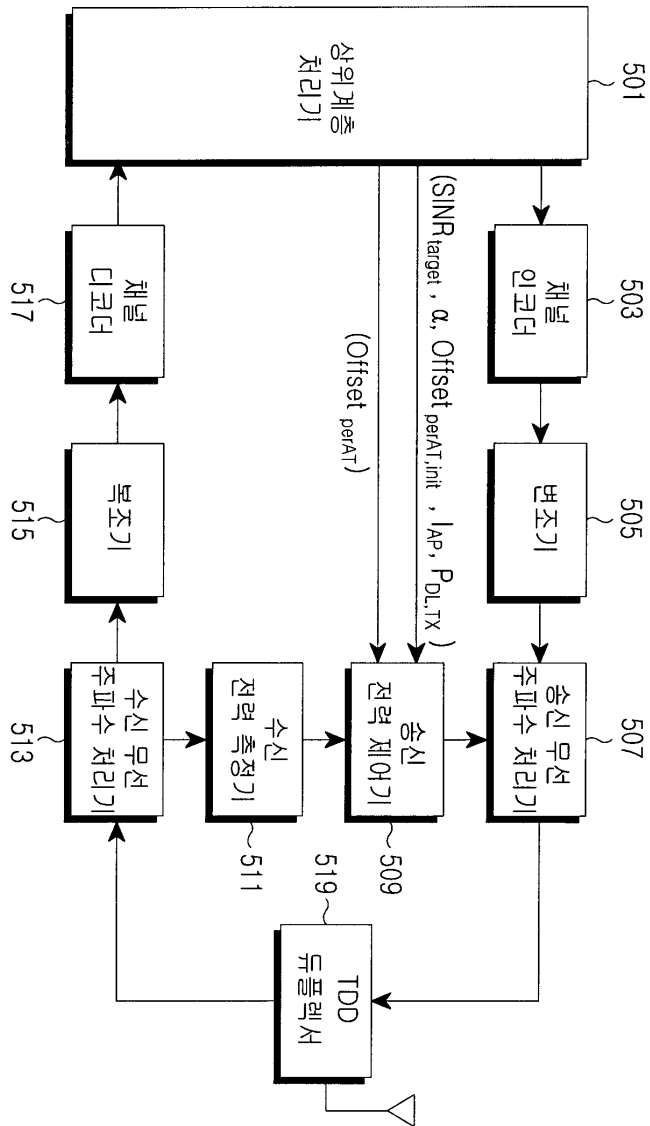
도면3



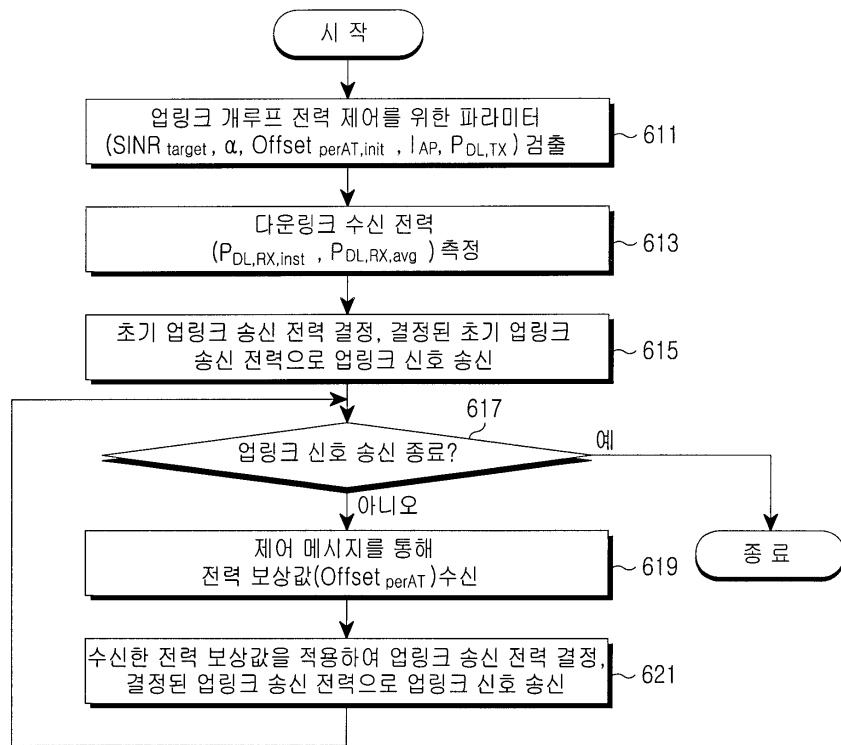
도면4



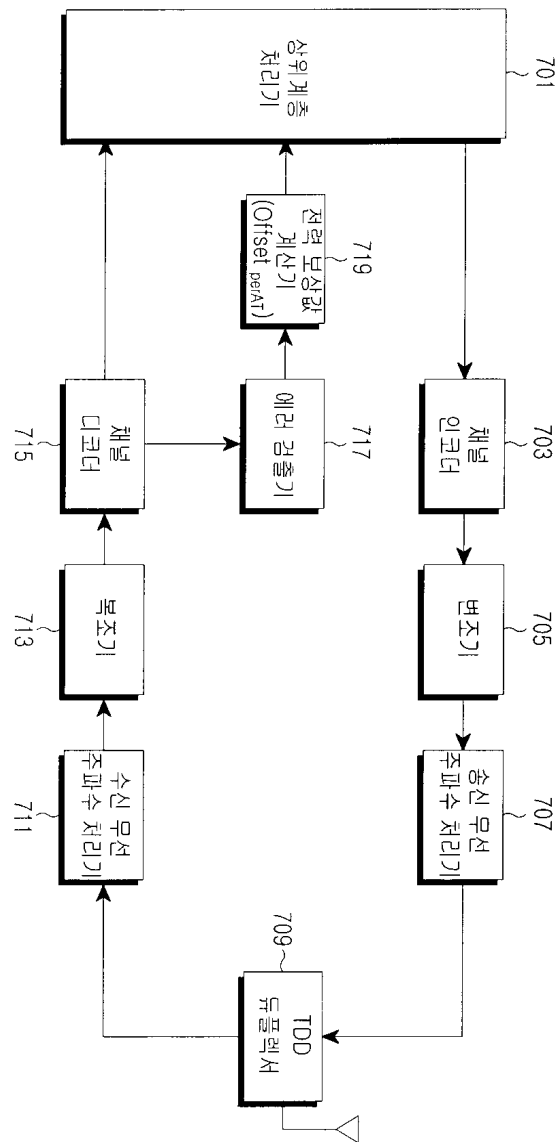
도면5



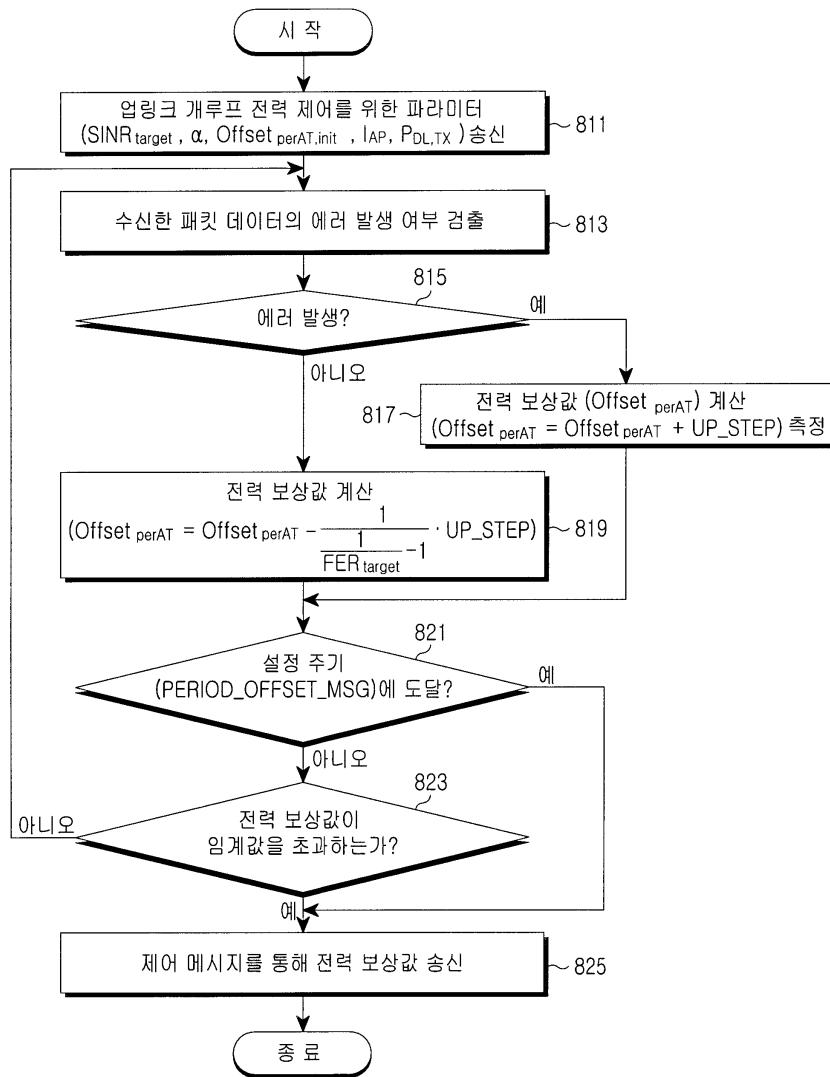
도면6



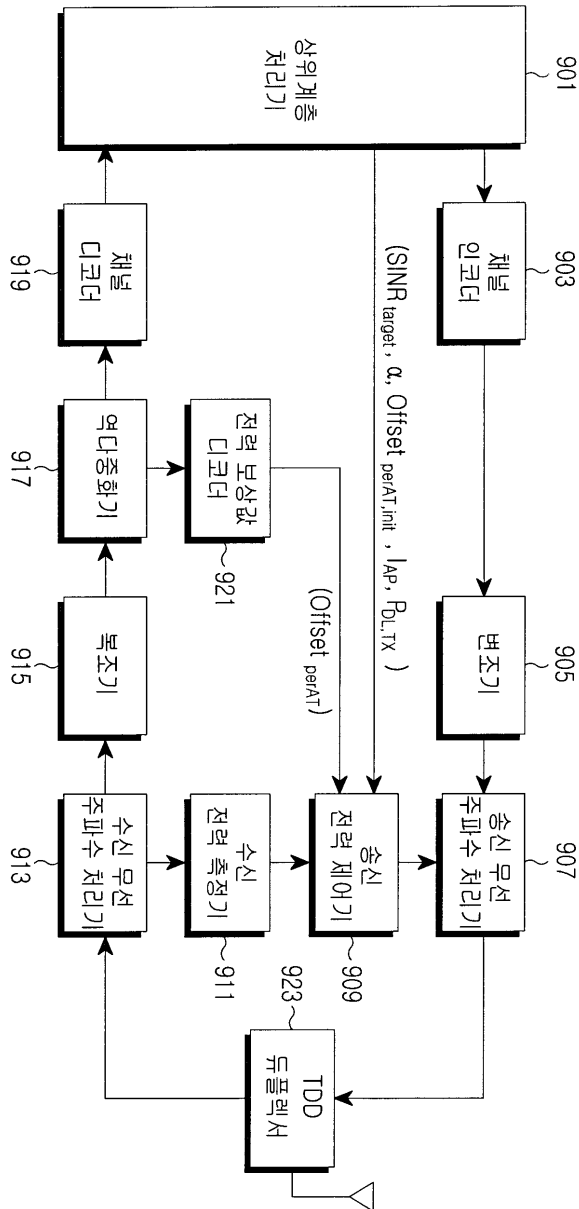
도면7



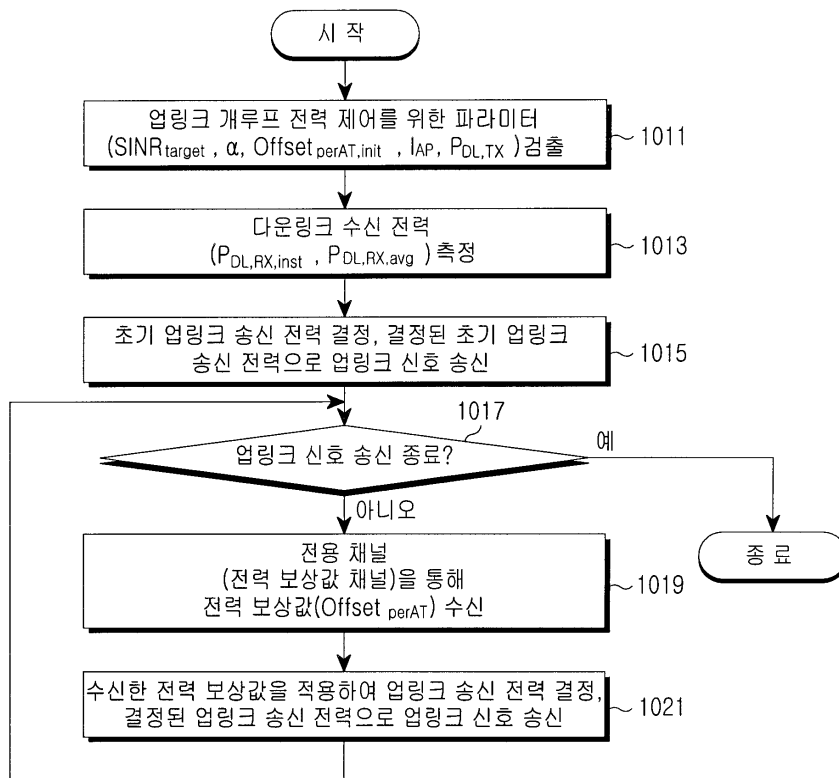
도면8



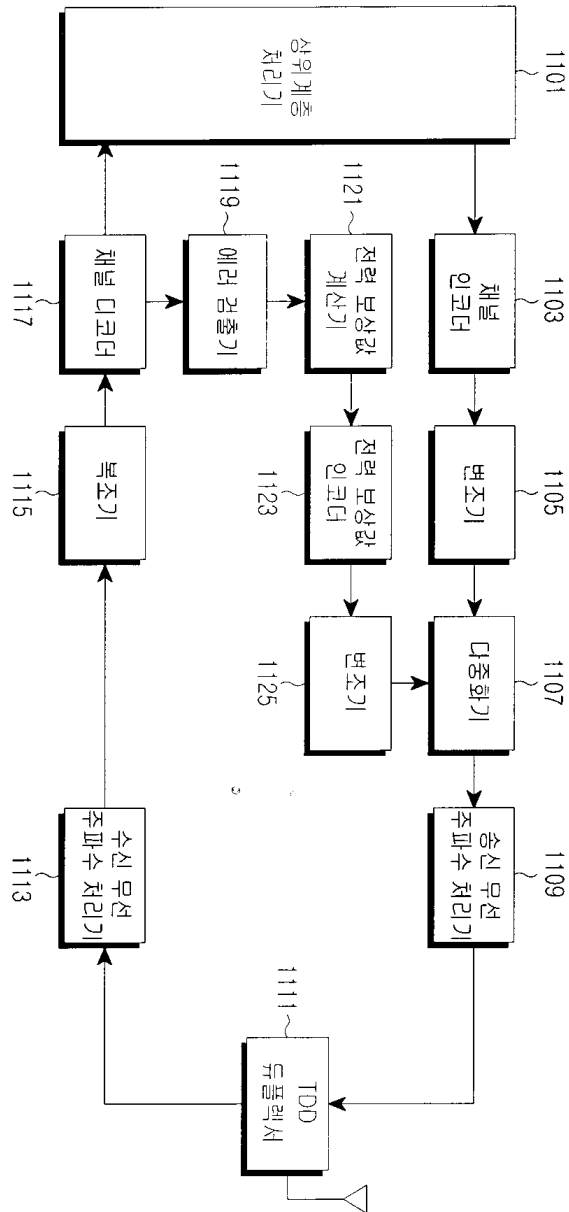
도면9



도면10



도면11



도면12

