



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월30일
(11) 등록번호 10-1659692
(24) 등록일자 2016년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/24 (2009.01) H04W 52/08 (2009.01)
H04W 52/10 (2009.01) H04W 52/14 (2009.01)
H04W 52/26 (2009.01) H04W 52/36 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/244 (2013.01)
H04W 52/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0106594
(22) 출원일자 2015년07월28일
심사청구일자 2015년07월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130138864 A
KR1020100105589 A
KR1020090083418 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
장경희
서울특별시 마포구 백범로 205, 101동 1110호 (신공덕동, 마포펜트하우스)
김운
대전광역시 유성구 구즉로 25, 313동 103호 (송강동, 송강그린아파트)
칼립 지산
인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 전자공학파이동통신연구실
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 12 항

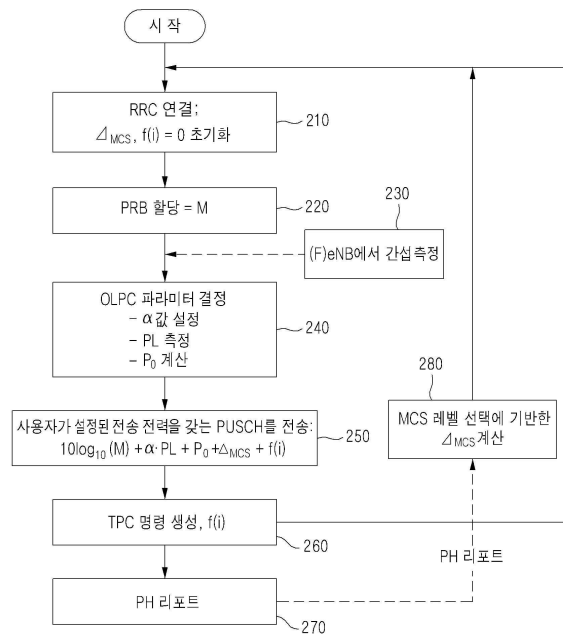
심사관 : 백형열

(54) 발명의 명칭 3GPP LTE-A 이중망 환경에서 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법 및 시스템

(57) 요약

3GPP LTE-A 이중망 환경에서 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법은 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화하는 단계, 상기 사용자들에게 PRB를 할당하는 단계, 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



프-전력 제어를 위해 터미널로 인한 간섭(IoT)을 측정하는 단계, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하는 단계, 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계, 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤더를 리포트하는 단계, 상기 리포트된 전력 헤더를 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04W 52/10 (2013.01)

H04W 52/146 (2013.01)

H04W 52/241 (2013.01)

H04W 52/262 (2013.01)

H04W 52/365 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026849

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 방송통신산업기술개발

연구과제명 TDD망 진화에 대응한 IMT-Advanced TDD 무선전송 방식을 지원하는 소형셀 기지국 시스템

개발

기 여 율 1/1

주관기관 콘텔라(주)

연구기간 2015.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

간접 인식 기반 상향링크 전력제어 방법에 있어서,
 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화하는 단계;
 상기 사용자들에게 PRB를 할당하는 단계;
 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널로 인한 간섭(IoT)을 측정하는 단계;
 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계;
 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하는 단계;
 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계;
 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드룸을 리포트하는 단계; 및
 상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계
 를 포함하는 간접 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계는,
 상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하는 단계;
 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단하는 단계;
 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, 상기 오버로드 지표 개수를 업데이트 하고 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하는 단계;
 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 정해진 오버로드 지표 상, 하한 개수와 상기 수신된 오버로드 지표의 수와 비교하는 단계; 및
 상기 비교 결과에 따라 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 업데이트 하는 단계
 를 포함하는 간접 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 비교 결과에 따라 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 업데이트 하는 단계는,
 상기 수신된 오버로드 지표 수가 상한 개수보다 높을 경우 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 ΔP_0 단계 전력만큼 감소시키는 것
 을 특징으로 하는 간접 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 비교 결과에 따라 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 업데이트 하는 단계는,
상기 수신된 오버로드 지표 수가 하한 개수 보다 작을 경우, 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 ΔP_0 단계 전력만큼 증가시키는 것
을 특징으로 하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계는,
상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하는 단계;
상기 터미널에 할당된 대역에 야기된 간섭(IoT)을 평균화하는 단계;
타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하는 단계;
상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값을 계산하는 단계; 및
상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 터미널에 할당된 대역에 야기된 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교하는 단계
를 포함하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교한 값을 사용하여 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값을 계산하는 단계,
를 포함하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계는,
수신된 SINR을 평균화하는 단계;
상기 전송 전력 제어 명령의 주기가 업데이트되었는지 확인하는 단계;
타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이를 계산하는 단계; 및
타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이에 따른 상기 전송 전력 제어 명령 값을 결정하는 단계
를 포함하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계는,
수신된 SINR을 평균화하는 단계;
상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단하는 단계;
상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 간섭 채널 품질 표시를 결정하는 단계;
상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는지 확인하는 단계;

상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤드룸에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트 하는 단계; 및

상기 간섭 채널 품질 표시에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계를 포함하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법.

청구항 9

간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템에 있어서,

사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CLP-PC) 파라미터를 초기화하는 초기화부;

상기 사용자들에게 PRB를 할당하는 할당부;

상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널을 통한 간섭(IoT)을 측정하는 간섭 측정부;

상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 및 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 파라미터 결정부;

상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하고, 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드룸을 리포트하는 전송부; 및

상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 계산부

를 포함하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 파라미터 결정부는,

상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단하고, 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)의 유출 간섭에 기반하여 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하고, 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 상기 사용자의 수 및 데이터의 수를 상기 수신된 오버로드 지표의 수와 비교하여 상기 비교 결과에 따라 상기 타겟 수신 전력 중 셀 관련 값을 업데이트 하는 것

을 특징으로 하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 파라미터 결정부는,

상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)을 평균화하고, 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하여 상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 타겟 수신 전력 중 사용자 관련 값을 계산하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교하는 것

을 특징으로 하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 계산부는,

수신된 SINR을 평균화하고, 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 간섭 채널 품질 표시를 결정하고, 상기 리포트된 전력

헤드룸이 있는지 확인하여 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤드룸에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트 하고, 상기 간섭 채널 품질 표시에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 것

을 특징으로 하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3GPP LTE-A HetNet 환경에서 셀 용량을 개선하기 위한 간섭-인식 업링크 전력 제어(interference-aware uplink power control) 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3GPP LTE-A 업링크에서, 상기 직교성(orthogonality)은 싱글 캐리어-주파수 분할 다중 접속(SC-FDMA: single carrier-frequency division multiple access)이 인트라-셀(intra-cell) 간섭을 제거함으로써 제공된다.

[0003] 3GPP LTE-A는 다운링크 및 업링크 모두에 대한 어그레시브 주파수 재사용(aggressive frequency reuse) 기법을 사용하기 위해 설계되고, 이것은 네트워크에서 모든 셀들이 스펙트럼 효율(spectral efficiency)을 최대화하기 위해 동일한 주파수 밴드(frequency band)를 사용하는 것을 의미한다.

[0004] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3GPP LTE-A HetNet 간섭 시나리오(interference scenario)를 나타내는 도면이다.

[0005] 3GPP LTE-A의 이기종 네트워크(HetNet: Heterogeneous Network) 환경에서, 펌토(femto) eNB라고 불리는 낮은-전력(low-power), 짧은 범위(short range), 및 낮은 비용 기지국들(low cost base stations)이 트래픽 데이터(traffic data)의 증가하는 요구를 충족하기 위해 비용-효율적인 솔루션(the cost-effective solutions)으로 소비자들에 의해 설치된다.

[0006] 업링크에서 인터-셀(inter-cell) 간섭을 처리하기 위해, 네트워크에서 다른 셀들에 대한 간섭을 최소화하고, 모바일 단말의 배터리 수명을 최대화하고, 필요한 품질을 얻기 위해 요구되는 신호들의 적절한 전송 전력을 설정하기 위한 프랙셔널 전력 제어(FPC: fractional power control)가 제안된다.

[0007] UMTS RAN(Universal Mobile Telecommunications System Radio Access Network)로부터 LTE로 발전하면서, RNC(Radio Network Controller) 기능의 대부분은 eNBs, 다시 말해 LTE 기지국들(BS: Base Stations)로 이동되고, 이것은 X2라고 불리는 새로운 간섭을 통해 피어-투-피어(peer-to-peer) 방법에서 다른 eNBs와 조정하는 것을 허용한다.

[0008] 3GPP LTE-A FPC에서 사용자(UE) 전송 전력은 다음과 같이 결정된다:

$$P_{tx} = \min \left\{ P_{max}, 10 \log_{10}(M) + P_0 + \alpha \cdot PL + \underbrace{\Delta_{MCS} + f(i)}_{closed-loop} \right\}$$

[0009]

[0010] 여기에서 P_{tx} 는 서브프레임(subframe) I에서 사용자 전송 전력(UE transmit power), P_{max} 는 23 dBm으로서 된 최대 허용 가능한 사용자 전송 전력, M은 상기 사용자에게 허용된 PRBs(physical resource block)의 수를 나타내고, 더 많은 PRBs가 사용자에게 허용될 수록, 더 많은 사용자 전송 전력(UE transmission power)을 필요로 한다. 그리고, P_0 는 타겟 수신된 전력(target received power), α 는 경로손실 보상 팩터(pathloss compensation factor), PL은 사용자 및 사용자의 서빙 기지국(serving base station) 사이의 경로손실(pathloss), Δ_{MCS} = 변조 및 코딩 기법(MCS: modulation and coding scheme) 의존 파라미터, $f(i)$ 는 전송 전력 제어(TPC: transmit power control) 명령(command)을 나타낸다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] HetNet 환경에서 주요 과제는 어그레시브 주파수 재사용 기법(aggressive frequency reuse scheme)에 따른 계획되지 않은 펌토 셀 배치들(unplanned femto cell deployments)이고, 이것은 용량 저하(capacity degradation)를 일으키는 네트워크에서 심각한 인터-셀 업링크 간섭을 발생시킨다. 이러한 계획되지 않은 작은 셀들 때문에 네트워크가 더 밀집되면서 인터-셀 간섭 문제가 더욱 심각해지기 때문에, 높은 업링크 간섭을 갖는 네트워크 하에서 용량 개선을 제공하기 위한 전력 및 스펙트럼 효율적인 업링크 전력 제어 기법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법은 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화하는 단계, 상기 사용자들에게 PRB를 할당하는 단계, 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널로 인한 간섭(IoT)을 측정하는 단계, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하는 단계, 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계, 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드를 리포트하는 단계, 상기 리포트된 전력 헤드를 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계는 상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하는 단계, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단하는 단계, 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하는 단계, 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 상기 상한개수 및 하한개수를 상기 수신된 오버로드 지표의 수와 비교하는 단계, 상기 비교 결과에 따라 상기 P_{0_CELL} 값을 업데이트 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 비교 결과에 따라 상기 P_{0_CELL} 값을 업데이트 하는 단계는 상기 상한개수가 상기 수신된 오버로드 지표의 수보다 작을 경우, 상기 셀 성능 값을 타겟 수신된 전력만큼 감소시킨다.
- [0015] 상기 비교 결과에 따라 상기 P_{0_CELL} 값을 업데이트 하는 단계는 상기 상한개수가 상기 수신된 오버로드 지표의 수보다 크고, 상기 하한개수가 상기 수신된 오버로드 지표의 수보다 클 경우, 상기 셀 성능 값을 타겟 수신된 전력만큼 증가시킨다.
- [0016] 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계는 상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하는 단계, 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)을 평균화하는 단계, P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하는 단계, 상기 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 P_{0_UE} 값을 계산하는 단계, 상기 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교하는 단계를 포함한다.
- [0017] 상기 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교하는 단계는 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 상기 미리 정해진 임계값보다 큰 경우 간섭 셀로 오버로드 지표를 전송하는 단계, 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)이 상기 미리 정해진 임계값보다 작은 경우 간섭 셀로 오버로드 지표를 전송하지 않는 단계를 포함한다.
- [0018] 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계는 수신된 SINR을 평균화하는 단계, 상기 전송 전력 제어 명령의 주기가 업데이트되었는지 확인하는 단계, 타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이를 계산하는 단계, 타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이에 따른 상기 전송 전력 제어 명령 값을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0019] 상기 리포트된 전력 헤드를 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계는 수신된 SINR을 평균화하는 단계, 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단하는 단계, 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 간섭 채널 품질

표시를 결정하는 단계, 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는지 확인하는 단계, 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤드룸에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트 하는 단계, 상기 간섭 채널 품질 표시에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계를 포함한다.

[0020] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템은 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화하는 초기화부, 상기 사용자에게 PRB를 할당하는 할당부, 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널을 통한 간섭(IoT)을 측정하는 간섭 측정부, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 및 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 파라미터 결정부, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하고, 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드룸을 리포트하는 전송부, 상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 계산부를 포함한다.

[0021] 상기 파라미터 결정부는 상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단하고, 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하고, 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 상기 상한개수 및 하한개수를 상기 수신된 오버로드 지표의 수와 비교하여 상기 비교 결과에 따라 상기 P_{0_CELL} 값을 업데이트한다.

[0022] 상기 파라미터 결정부는 상기 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)을 평균화하고, 상기 P_0 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하여 상기 P_0 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 P_0 값을 계산하고, 상기 터미널로 인한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교한다.

[0023] 상기 계산부는 수신된 SINR을 평균화하고, 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 간섭 채널 품질 표시를 결정하고, 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는지 확인하여 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤드룸에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트 하고, 상기 간섭 채널 품질 표시에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예들에 따르면 사용자 성능 P_{0_UE} 은 이웃 셀들에게 높은 간섭을 야기하는 상기 사용자들의 전송 전력을 억제하는 동안 상기 셀 내부 사용자의 전송 전력을 증가시키고, 이러한 셀 에지 사용자들의 사용자 평균 성능 개선을 위한 업링크 간섭이 감소될 수 있다. 그리고, 오버로드 지표에 기반한 P_{0_CELL} 값 제어에 의하여 간섭 레벨을 임계값으로 유지 시킴으로써 셀 에지 성능 감소를 최소화할 수 있다. 또한, CL-PC를 이용함으로써, 페이딩 효과를 보상하여 업링크 SINR 이 OL-PC에 의해 결정된 타겟 SINR을 충족시킬 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3GPP LTE-A HetNet 간섭 시나리오(interference scenario)를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법의 흐름도를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전송 전력 제어 명령 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명에서는 간섭-인식 업링크 전력 제어 기법(interference-aware uplink power control scheme)은 3GPP LTE-A HetNet 환경에서 셀 용량을 개선하기 위한 방법 및 시스템이 제안된다.

[0027] 제안하는 방법에서는 오픈-루프 전력 제어(OL-PC: open-loop power control) 파라미터를 설정하는 동안 HetNet의 복잡한 간섭 상황을 취하기 위해 유입 간섭(incoming interference) 및 유출 간섭(outgoing interference)을 사용한다.

[0028] 그리고, 클로즈-루프 전력 제어(CL-PC: closed-loop power control)를 적용하여 페이딩 효과에 의해 야기된 채널 변화를 보상함으로써 오픈 오픈-루프 전력 제어(OL-PC: open-loop power control) 파라미터들에 의해 설정된 상기 타겟 SINR 설정을 충족하기 위해 오픈 오픈-루프 전력 제어(OL-PC: open-loop power control)가 SINR을 수신하는 경우를 지원한다.

[0029] 오픈-루프 전력 제어(OL-PC: Open-loop power control)는 각 PRB에서 할당되기 위한 전력인 전력 스펙트럼 밀도(PSD: power spectral density)를 아래와 같이 제어한다.

$$PSD_x = P_0 + \alpha \cdot PL$$

[0031] 타겟 수신된 전력(target received power)은 각각 셀 성능 값(cell-specific value) 및 사용자 성능 값(UE-specific value)인 P_{0_CELL} 및 P_{0_UE} 의 합으로서 아래와 같이 계산될 수 있다.

$$P_0 = P_{0_CELL} + P_{0_UE}$$

[0033] P_0 는 시스템 정보 블록 2(SIB2: System Information Block 2)를 이용하여 사용자에게 브로드캐스트(broadcast)되고, 예를 들어 브로드캐스팅 주기(broadcasting period)는 {8, 16, 32, 64, 128, 256, 512} 라디오 프레임들(radio frames)로부터 선택될 수 있다. 이때, P_0 를 다이내믹하게 변화시키기 위해 SIB2 브로드캐스팅 주기로서 8 라디오 프레임들(radio frames)(80 ms)을 선택한다.

[0034] 그리고, 업링크 경로손실(uplink pathloss) PL에 대하여 보상하기 위해 다운링크 경로손실 추정(downlink pathloss estimate)에 기반하여 업링크 전송 전력(uplink transmit power)이 설정된다.

[0035] α 는 {0, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1}의 범위로부터 선택되고, 여기에서 상기 0 및 1의 값은 무보상(no compensation), 그리고 전체 보상(no compensation)을 각각 나타내고, 반면에 다른 것들 것 FPC 기법에서 부분 경로손실 보상 팩터들(partial pathloss compensation factors)이다.

[0036] 클로즈-루프 전력 제어(CL-PC: Closed-loop power control)는 CL-PC에서, 기지국은 전력을 제어하기 위한 사용자를 지원한다.

[0037] Δ_{MCS} 은 업링크 전송을 위한 기지국에 의해 선택된 전송 포맷(transport format)에 의해 결정된 값이고, 아래와 같이 계산 된다.

$$\Delta_{MCS} = 10 \log_{10} \left(\left(2^{BPRE \cdot K_s} - 1 \right) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH} \right)$$

[0038] 여기서 BPRE(Bit per resource element)은 O_{CQI}/N_{RE} 로 계산되고, O_{CQI} 은 CQI 비트들의 수이고, N_{RE} 은 리소스 요소(RE: resource element)의 수이다. K_s 는 1.25의 더 높은 레이어(higher layer)로써 제공된 파라미터 $\Delta_{MCS-Enabled}$ 에 의해 주어진다. 그리고, β_{offset}^{CQI} 는 다른 MCS 레벨에 상응하여 제공된다.

[0040] $f(i)$ 는 수신된 SINR 및 타겟 SINR의 비교에 기반하여 전송 전력을 증가시키거나 감소시키기 위해 기지국에 의해 사용자에게 보내진 전송 전력 제어(TPC: transmit power control) 명령이다.

$$f(i) = f(i-1) + \delta_{PUSCH}(i-4)$$

[0042] 여기서 i 는 i 번째 서브프레임을 나타내고, 위 수식은 서브프레임 i 로부터 4서브프레임 지연을 나타낸다. δ

P_{USCH} 는 TPC 명령 값이고, 이것은 표 1과 같이 정의된다.

<표 1>

TPC Command Field in DCI format 0/3/4	TPC Command Values [dB]
0	-1
1	0
2	1
3	3

그리고, 사용자가 전력 헤드룸(PH: power headroom)이라고 하는 파라미터를 리포트하고, 이것은 아래와 같이 계산된다.

$$PH = P_{max} - \{10\log_{10}(M) + P_0 + \alpha \cdot PL + \Delta_{MCS} + f(i)\}$$

그러므로 사용자는 이전 서브프레임(previous subframe)에서 얼마나 많은 양의 전송 전력이 요구되는지 기지국에 리포트 할 수 있다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법의 흐름도를 나타내는 도면이다.

제안하는 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 방법은 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화하는 단계(210), 상기 사용자들에게 PRB를 할당하는 단계(220), 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널을 통한 간섭(IoT)을 측정하는 단계(230), 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계(240), 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하는 단계(250), 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계(260), 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드룸을 리포트하는 단계(270), 상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계(280)를 포함한다.

단계(210)에서, 사용자들(UEs)이 네트워크에 접속되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터는 0으로 초기화할 수 있다. 다시 말해, RRC(Radio Resource Control) 연결, 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터 Δ_{MCS} , 및 전송 전력 제어 명령의 파라미터 $f(i)$ 를 초기화한다.

단계(220)에서, 상기 사용자들에게 PRB를 할당할 수 있다. 3GPP LTE-A의 리소스 할당 기법들(resource allocation schemes)을 사용함으로써 상기 사용자에게 PRB = M을 할당한다.

단계(230)에서, 상기 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널을 통한 간섭(IoT)을 측정한다. (F)eNB에서 발생하는 간섭을 측정한다. 기지국(BS) i 는 터미널을 통한 간섭(IoT: interference over thermal)을 아래와 같이 측정한다.

$$IoT_{BS,i} = \frac{I_{BS,i} + N}{N}$$

$IoT_{BS,i}$ 는 터미널을 통한 간섭은 기지국(BS) i 에 할당된 전체 밴드(total band)에서 업링크 간섭 레벨(uplink interference level)이다. 이후, $IoT_{BS,i}$ 가 더 높은 레이어 필터를 사용하여 할당된다.

그리고, 기지국은 평균화된 $IoT_{BS,i}$ 와 IoT_{TH} 로 나타낸 임계 IoT를 비교한다. $IoT_{BS,i}$ 가 IoT_{TH} 보다 높아질 경우, 오버로드 지표(OI: overload indicator) 메시지가 이웃 셀들에게 리포트되고, 그렇지 않으면 리포트하지

않는다.

- [0056] 단계(240)에서, 상기 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정한다. 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 단계를 도 3을 참조하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0057]
- [0058] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0059] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 유출 간섭에 기반한 P_{0_CELL} 값을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0060] 단계(310a)에서, 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정한다. 이때, $P_{0_CELL_m}$, $P_{0_CELL_f}$, ΔP_0 , N_D , N_U 의 초기값을 설정한다. 단계(320a)에서, $N = 0$ 으로 초기화 한다.
- [0061] 단계(330a)에서, 터미널을 통한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단한다.
- [0062] 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, 단계(340a)에서 $N = N + 1$ 로 업데이트하고, 단계(350a)로 이동한다. 상기 오버로드 지표가 수신되지 않은 경우에는 바로 단계(350a)로 이동한다.
- [0063] 단계(350a)에서 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)의 유출 간섭에 기반하여 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단한다. 일 실시예에서, P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 160ms인지 판단한다.
- [0064] 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 단계(360a)에서 상기 상한 개수 (N_U)와 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)을 비교한다. 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 아닌 경우에는 다시 $N = 0$ 으로 초기화한다.
- [0065] 하한 개수 (N_D)가 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)보다 작을 경우, 단계(361a)에서 셀 성능 값을 아래와 같이 타겟 수신된 전력만큼 감소시킨다($P_{0_CELL} = P_{0_CELL} - \Delta P_0$).
- [0066] 상한 개수 (N_U)가 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)보다 클 경우, 단계(370a)에서 상기 하한 개수 (N_D)와 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)을 비교한다.
- [0067] 하한 개수 (N_D)가 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)보다 클 경우, 단계(371a)에서 상기 셀 성능 값을 타겟 수신된 전력만큼 증가시킨다($P_{0_CELL} = P_{0_CELL} + \Delta P_0$). 하한개수(N_D)가 상기 수신된 오버로드 지표의 수(N)보다 작은 경우에는 단계(372a)에서 상기 셀 성능 값을 유지 한다(P_{0_CELL}).
- [0068] 다시 말해, 유출 간섭에 기반하여 P_{0_Cell} 을 결정하는 과정은 P_{0_Cell} 의 특정 시간 윈도우가 업데이트 주기 동안 각 셀이 수신된 OI 메시지의 수를 카운트하고, 주어진 시간 윈도우 내에 N_U 보다 수신된 OI 메시지가 더 많은 경우, P_{0_Cell} 을 ΔP_0 만큼 감소시킨다. 반면에, 주어진 시간 윈도우 내에 N_D 보다 수신된 OI 메시지가 더 적은 경우, P_{0_Cell} 을 ΔP_0 만큼 증가시킨다. 주어진 시간 윈도우 내에 N_D 보다 수신된 OI 메시지가 더 클 경우에는 P_0 이 일정하게 유지된다. 여기에서, ΔP_0 은 타겟 수신된 전력의 변화량이다.
- [0069] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 유입 간섭에 기반한 P_{0_UE} 값을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0070] 단계(310b)에서 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정한다. 예를 들어, $P_{0_CELL_min} = -7\text{dB}$, $P_{0_CELL_max} = 8\text{dB}$ 로 설정하고, IoT_{Th} 를 초기화한다.
- [0071] 단계(320b)에서 터미널을 통한 간섭(IoT)을 평균화한다. $\text{IoT}_{BS,i}$ 및 $\text{IoT}_{UE,j}$ 를 평균화한다.

[0072] 단계(330b)에서 터미널을 통한 간섭(IoT)의 유입 간섭에 기반하여 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단한다. 일 실시예에서, P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 80ms인지 판단한다.

[0073] 상기 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 단계(340b)에서 상기 P_{0_UE} 값을 아래와 같이 계산한다.

$$P_{0_UE} = \begin{cases} \min \left(P_{0_UE_max}, \max \left(P_{0_UE_min}, (1-\beta) \cdot (PL_{max} - PL_j) \right) \right), & PL_j < PL_{max} \\ P_{0_UE_min}, & PL_j \geq PL_{max} \end{cases}$$

[0075] 여기에서, $P_{0_UE_max}$ 및 $P_{0_UE_min}$ 는 각각 8 및 -7dB로 설정된다. PL_j 는 UE_j 와 UE_j 의 서빙 기지국 사이의 손실경로(pathloss)이고, PL_{max} 는 셀 에지 사용자(cell edge user)에 대한 대표 손실경로(typical pathloss)이다.

[0076] 이때, β 값은 아래와 같이 계산된다.

$$\beta = \frac{IoT_{UE,j}}{IoT_{TH}}$$

[0078] 여기에서, $IoT_{UE,j}$ 는 사용자에게 할당된 서브-밴드에서의 업링크 간섭이다.

[0079] 그리고, P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 단계(350b)에서 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값 IoT_{TH} 를 비교한다.

[0080] 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 상기 미리 정해진 임계값 IoT_{TH} 보다 큰 경우, 단계(351b)에서 간섭 셀로 오버로드 지표(OI)를 전송한다.

[0081] 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 상기 미리 정해진 임계값 IoT_{TH} 보다 작은 경우, 단계(352b)에서 간섭 셀로 오버로드 지표(OI)를 전송하지 않는다.

[0082] 다시 도 2을 참조하여, 단계(250)에서 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 아래와 같이 전송한다.

$$10\log_{10}(M) + \alpha \cdot PL + P_0 + \Delta_{MCS} + f(i)$$

[0084] 단계(260)에서, 상기 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정한다. 도 5를 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

[0085] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전송 전력 제어 명령 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0086] 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정하는 단계는 먼저 단계(510)에서, 수신된 SINR을 평균화 한다(Rx SINR 평균화).

[0087] 단계(520)에서, 전송 전력 제어 명령의 주기가 업데이트되었는지 확인한다.

[0088] 전송 전력 제어 명령의 주기가 업데이트된 경우, 단계(530)에서 타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이를 아래와 같이 계산한다.

$$\Delta \text{ SINR} = \text{타겟 SIN} - \text{Rx SINR}$$

[0089]

[0090]

전송 전력 제어 명령의 주기가 업데이트되지 않은 경우, 다시 단계(510)으로 이동한다.

[0091]

그리고, 타겟 SINR 및 상기 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이에 따른 상기 전송 전력 제어 명령 값을 결정한다.

[0092]

단계(540)에서, $\Delta \text{ SINR} \leq -1$ 인지 판단한다. $\Delta \text{ SINR} \leq -1$ 인 경우, 전송 전력 제어 명령 값을 $\delta_{\text{PUSCH}} = -1$ 로 결정한다(541).

[0093]

$\Delta \text{ SINR} \leq -1$ 이 아닌 경우, 단계(550)에서 $\Delta \text{ SINR} \leq 1$ 인지 판단한다. $\Delta \text{ SINR} \leq 1$ 인 경우, 전송 전력 제어 명령 값을 $\delta_{\text{PUSCH}} = 0$ 로 결정한다(552).

[0094]

$\Delta \text{ SINR} \leq 1$ 이 아닌 경우, $\Delta \text{ SINR} \leq 5$ 인지 판단한다. $\Delta \text{ SINR} \leq 5$ 인 경우, 전송 전력 제어 명령 값을 $\delta_{\text{PUSCH}} = 1$ 로 결정한다(562).

[0095]

$\Delta \text{ SINR} \leq 5$ 이 아닌 경우, $\delta_{\text{PUSCH}} = 3$ 로 결정한다(570).

[0096]

예를 들어, TPC 명령 파라미터 $f(i)$ 를 결정하는 단계는 수신된 SINR을 10ms 에 걸쳐 평균화 한다. 이후, 기지국은 타겟 SINR 및 평균화된 수신된 SINR 사이의 차이인 $\Delta \text{ SINR}$ 를 계산한다.

[0097]

상기 TPC 값은 아래 기준에 따라 생성될 수 있다.

if $\Delta \text{ SINR [dB]} \leq -1$, then -1 is sent
else if $-1 < \Delta \text{ SINR [dB]} \leq 1$, then 0 is sent
else if $1 < \Delta \text{ SINR [dB]} \leq 3$, then 1 is sent
else if $\Delta \text{ SINR [dB]} \leq 5$, then 3 is sent

[0098]

[0099]

수신된 SINR 이 타겟 SINR을 충족하지 못하는 경우, 상기 기지국은 전송 전력을 증가시키기 위해 사용자에게 포지티브 TPC 명령 값을 보낼 수 있다. 그렇지 않으면 상기 기지국은 전송 전력을 감소시키기 위해 사용자에게 네거티브 TPC 명령 값을 보낼 수 있다.

[0100]

다시 도 2를 참조하면 단계(270)에서, 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤드룸을 리포트한다(PH 리포트).

[0101]

그리고, 단계(280)에서 상기 리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산한다. 도 4를 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

[0102]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0103]

리포트된 전력 헤드룸을 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산하는 단계는 먼저, 단계(410)에서 수신된 SINR을 평균화한다(Rx SINR 평균화).

[0104]

단계(420)에서 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단한다. 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 단계(430)에서 간섭 채널 품질 표시(I_{CQI})를 결정한다. 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되지 않았을 경우에는 다시 단계(410)으로 이동한다.

[0105]

그리고, 단계(440)에서 리포트된 전력 헤드룸이 있는지 확인한다.

[0106] 상기 리포트된 전력 헤드룸이 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤드룸에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트한다. 리포트된 전력 헤드룸이 없는 경우에는 단계(471)로 이동한다.

[0107] 단계(450)에서 $PHR < 0'$ 인지 판단한다. $PHR < 0'$ 인 경우, 단계(460)에서 간섭 채널 품질 표시 $I_{CQI} = I_{CQI} - 1$ 로 결정한다.

[0108] $PHR < 0'$ 이 아닌 경우, 단계(470)에서 $PHR = 0'$ 인지 판단한다. $PHR = 0'$ 인 경우, 단계(471)에서 I_{CQI} 를 유지한다. $PHR = 0'$ 이 아닌 경우에는 간섭 채널 품질 표시 $I_{CQI} = I_{CQI} + 1$ 로 결정한다.

[0109] 단계(480)에서, 간섭 채널 품질 표시 I_{CQI} 에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터 Δ_{MCS} 를 아래와 같이 계산한다.

[0110]
$$\Delta_{MCS}(i) = 10 \log_{10} ((2^{BPRE \cdot K_s} - 1) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH})$$

[0111] 예를 들어, MCS 의존 파라미터 Δ_{MCS} 를 결정하는 단계는 수신된 SINR 이 10ms에 거쳐 평균화될 수 있다. 이후, 기지국이 평균화된 수신된 SINR에 기반하여 MCS 레벨을 결정한다. 그리고, 사용자(UE)는 네거티브(negative) PH를 리포트 하고, 상기 MCS 레벨이 하나로 결정된다. 이때, 네거티브(negative) PH는 사용자 전송 전력(UE transmission power)이 최대로 제한된 것을 의미한다. 그러므로, 상기 기지국은 사용자의 전송 전력을 감소시키기 위해 사용자에게 네거티브 옵션을 보낸다.

[0112] 전력 헤드룸이 리포트 되지 않은 경우, 또는 상기 리포트된 전력 헤드룸 값이 0인 경우, 수신된 SINR에 기반하여 선택된 MCS 레벨에서의 변화가 없다.

[0113] 사용자가 포지티브 PH를 리포트한 경우, 상기 수신된 SINR 에 기반하여 일반적으로 선택된 상기 MCS 레벨은 하나 증가될 수 있다. 이때, 상기 기지국은 사용자가 사용자의 전송 전력을 증가시키는 것이 가능하다는 것을 고려할 수 있다. 데이터 전송에 대한 적절한 MCS 레벨이 선택되면, Δ_{MCS} 가 계산될 수 있다.

[0114] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0115] 간섭 인식 기반 상향링크 전력제어 시스템은 초기화부(610), 할당부(620), 간섭 측정부(630), 파라미터 결정부(640), 전송부(650), 계산부(660)를 포함할 수 있다. 초기화부(610), 할당부(620), 간섭 측정부(630), 파라미터 결정부(640), 전송부(650), 계산부(660)는 도 2의 단계들(210~280)을 수행하기 위해 구성될 수 있다.

[0116] 초기화부(610)는 사용자들이 네트워크에 연결되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터를 초기화한다. 사용자들(UEs)이 네트워크에 접속되고, 클로즈 루프-전력 제어(CL-PC) 파라미터는 0으로 초기화할 수 있다. 다시 말해, RRC(Radio Resource Control) 연결, 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터 Δ_{MCS} , 및 전송 전력 제어 명령의 파라미터 $f(i)$ 를 초기화한다.

[0117] 할당부(620)는 사용자들에게 PRB를 할당한다. 3GPP LTE-A의 리소스 할당 기법들(resource allocation schemes)을 사용함으로써 상기 사용자에게 PRB = M을 할당한다.

[0118] 간섭 측정부(630)는 클로즈-루프 전력 제어 및 오픈 루프-전력 제어를 위해 터미널을 통한 간섭(IoT)을 측정한다.

[0119] (F)eNB에서 발생하는 간섭을 측정한다. 기지국(BS) i 는 터미널을 통한 간섭(IoT: interference over thermal)을 아래와 같이 측정한다.

[0120]
$$IoT_{BS,i} = \frac{I_{BS,i} + N}{N}$$

[0121] $IoT_{BS,i}$ 는 터미널을 통한 간섭은 기지국(BS) i 에 할당된 전체 밴드(total band)에서 업링크 간섭 레벨(uplink interference level)이다. 이후, $IoT_{BS,i}$ 가 더 높은 레이어 필터를 사용하여 할당된다.

- [0122] 그리고, 기지국은 평균화된 $IoT_{BS,i}$ 와 IoT_{TH} 로 나타난 임계 IoT를 비교한다. $IoT_{BS,i}$ 가 IoT_{TH} 보다 높아질 경우, 오버로드 지표(OI: overload indicator) 메시지가 이웃 셀들에게 리포트되고, 그렇지 않으면 리포트하지 않는다.
- [0123] 파라미터 결정부(640)는 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 결정하는 및 전송 전력 제어 명령 값을 이용하여 전송 전력 제어 명령의 파라미터를 결정한다.
- [0124] 파라미터 결정부(640)는 먼저 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)이 미리 정해진 임계값보다 높은 경우에 수신되는 오버로드 지표가 수신되었는지 판단한다. 상기 오버로드 지표가 수신된 경우, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)의 유출 간섭에 기반하여 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단한다. 그리고, 상기 P_{0_CELL} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값일 경우, 상기 사용자의 수 및 데이터의 수를 상기 수신된 오버로드 지표의 수와 비교하여 상기 비교 결과에 따라 상기 P_{0_CELL} 값을 업데이트한다.
- [0125] 또한, 파라미터 결정부(640)는 오픈 루프-전력 제어의 초기 파라미터를 설정하고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)을 평균화한다. 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)의 유입 간섭에 기반하여 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는지 판단하여 상기 P_{0_UE} 값의 업데이트 주기가 미리 정해진 값이 맞는 경우, 상기 P_{0_UE} 값을 계산한다. 그리고, 상기 터미널을 통한 간섭(IoT)과 미리 정해진 임계값을 비교한다.
- [0126] 전송부(650)는 오픈 루프-전력 제어의 파라미터를 이용하여 설정된 전송 전력을 갖는 전송 전력 제어 명령 값을 전송하고, 상기 결정된 전송 전력 제어 명령의 파라미터에 따른 전력 헤더를 리포트한다.
- [0127] 계산부(660)는 리포트된 전력 헤더를 이용하여 변조 및 코딩 기법 레벨 선택에 기반한 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산한다.
- [0128] 계산부(660)는 수신된 SINR을 평균화하고, 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었는지 판단한다. 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터가 업데이트되었을 경우, 간섭 채널 품질 표시를 결정한다. 이후, 상기 리포트된 전력 헤더가 있는지 확인하여 상기 리포트된 전력 헤더가 있는 경우, 상기 리포트된 전력 헤더에 따라 상기 간섭 채널 품질 표시를 업데이트한다. 그리고, 상기 간섭 채널 품질 표시에 기반하여 상기 변조 및 코딩 기법의 의존 파라미터를 계산한다.
- [0129] 제안된 PHR-PERA는 사용자에게 사용자 전력 용량을 고려하여 PRBs를 할당함으로써 제한된 대역폭 및 전력 리소스들을 효율적으로 활용한다. 추가적으로, OL-PC를 적용하여 평균 수신된 SINR 및 이웃 셀들에 의해 발생한 업링크 간섭에 기반하여 오픈-루프 파라미터를 설정함으로써 매크로 및 펌토 셀들의 용량을 개선한다. 이러한 제안된 업링크 전력 제어 기법을 적용함으로써, 3GPP LTE-A HetNet 환경의 극심한 간섭 상황에도 불구하고 셀 용량은 최대화될 수 있다. 게다가, PHR 및 수신된 SINR에 기반한 CL-PC에 의해 지원된 OL-PC를 사용함으로써, 사용자 업링크 SINR은 오직 페이딩 효과의 보상만을 통해 OL-PC를 이용하여 기지국에 의해 요구된 타겟 SINR을 충족할 수 있다.
- [0130] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0131] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의

조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

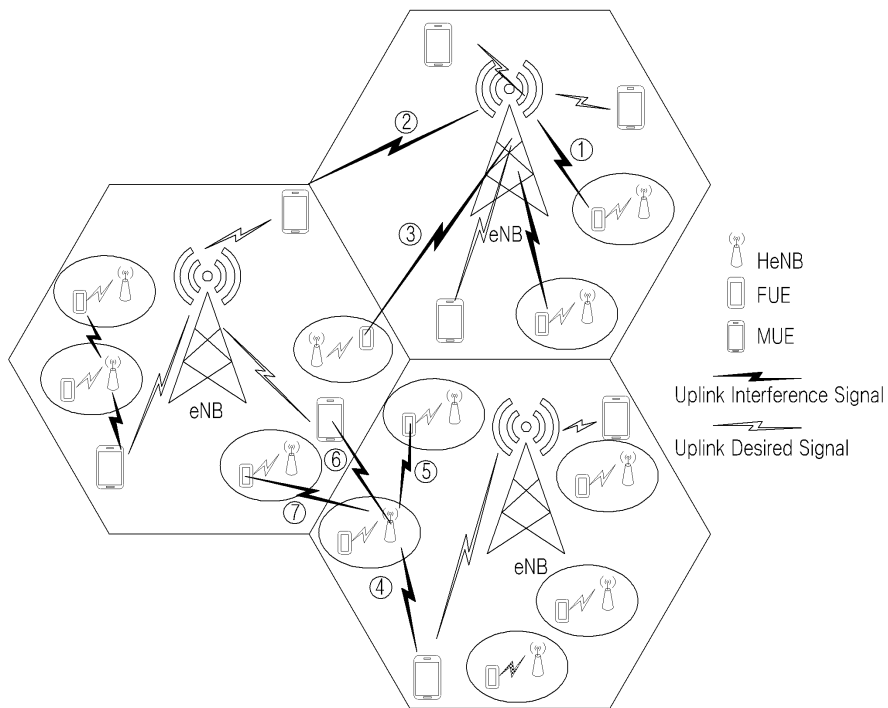
[0132] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0133] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

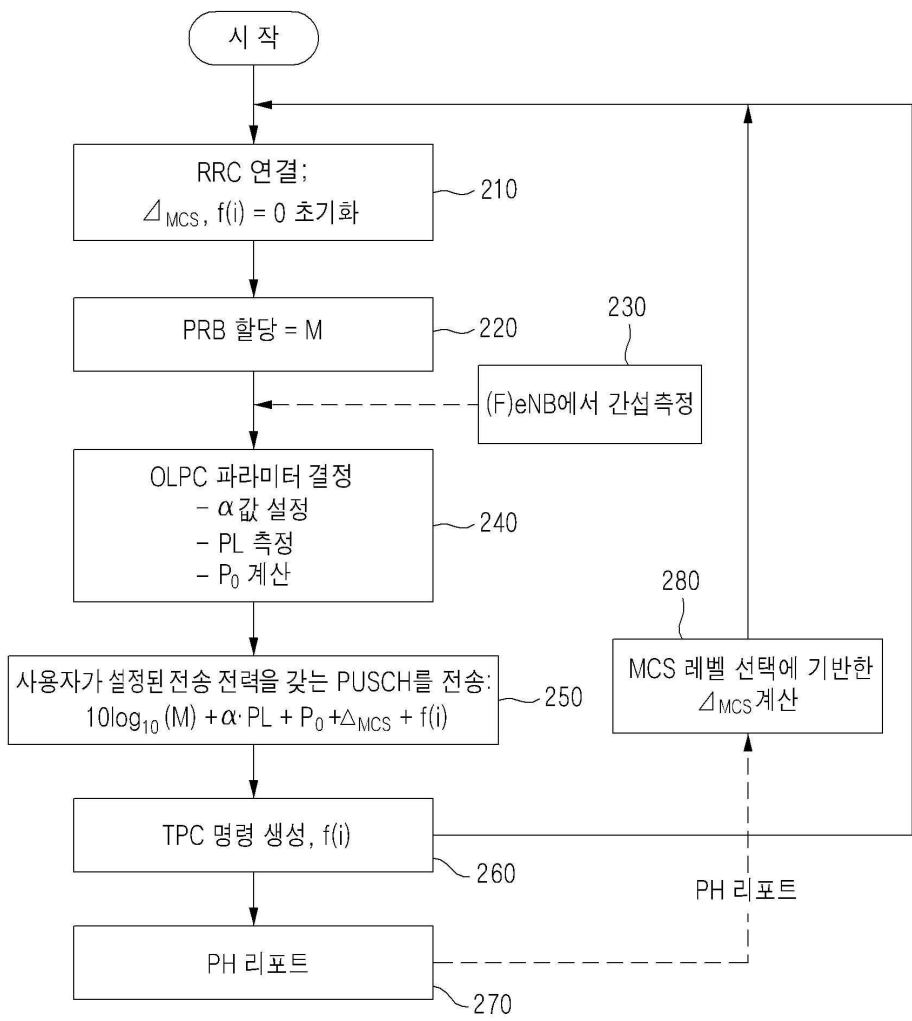
[0134] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

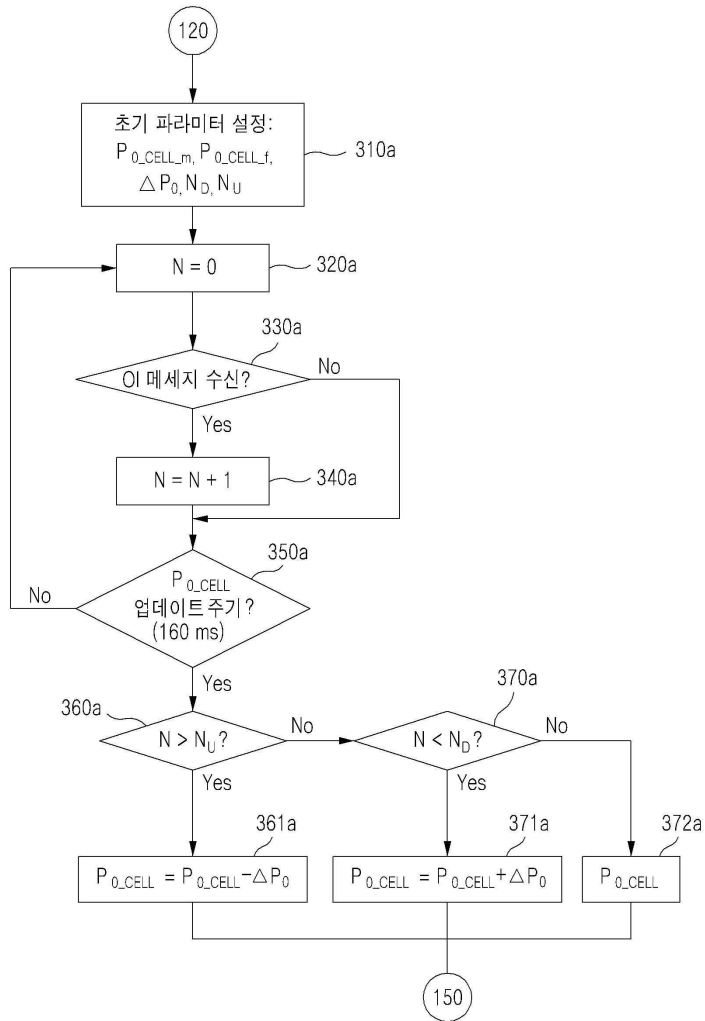
도면1



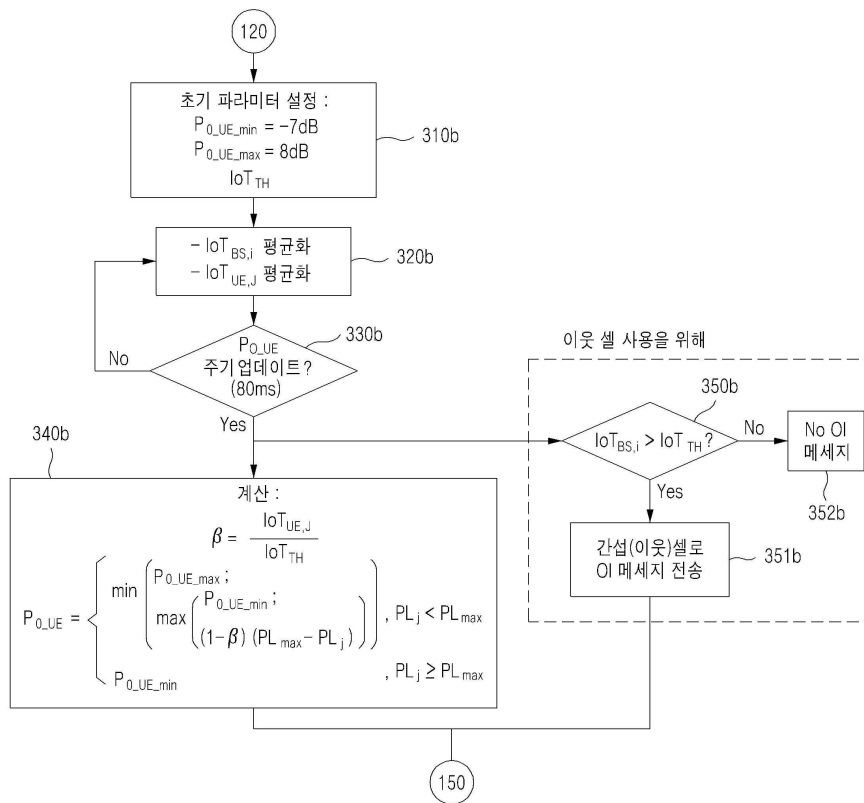
도면2



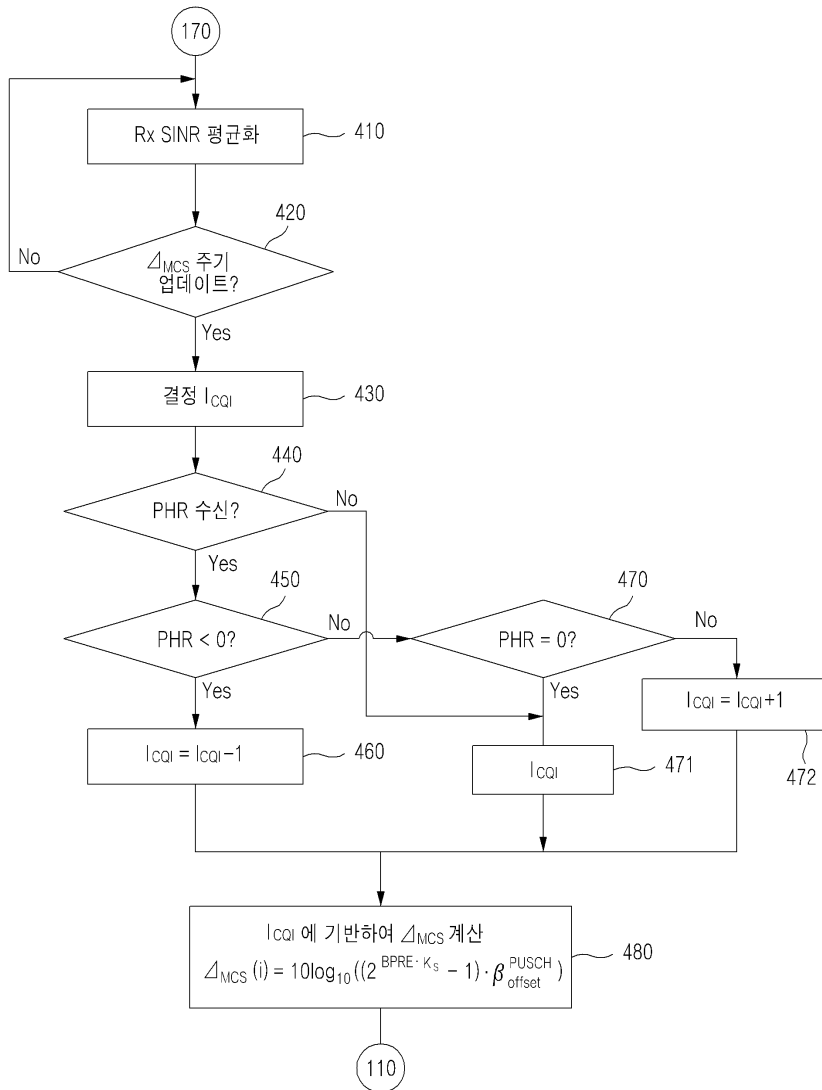
도면3a



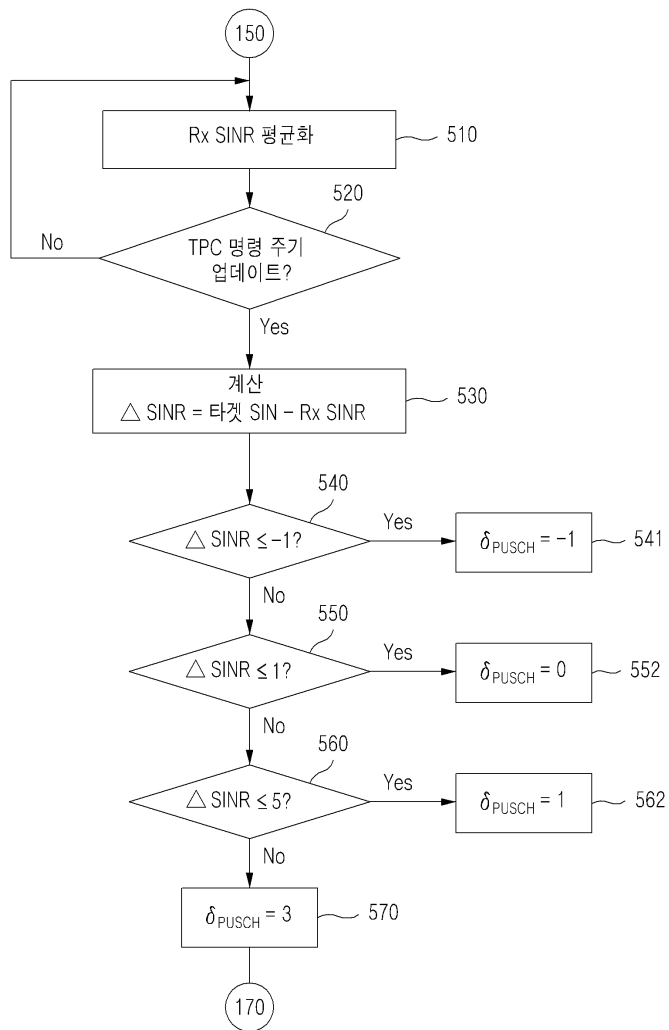
도면3b



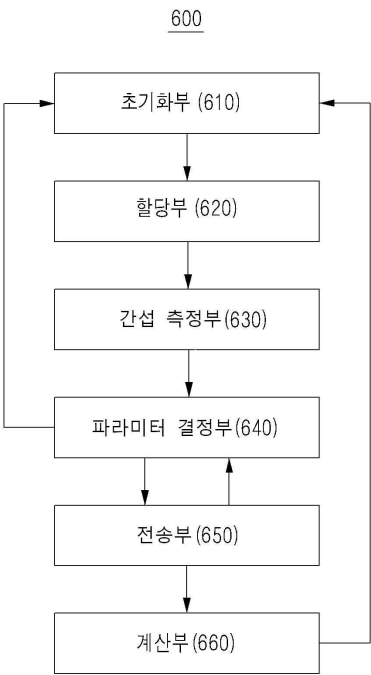
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항의 다섯째줄

【변경전】

"상기 타겟 수신 전력 중 ..."

【변경후】

"타겟 수신 전력 중 ..."