



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0037135
(43) 공개일자 2016년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/32 (2009.01) H04W 24/10 (2009.01)
H04W 36/34 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 16/32 (2013.01)
H04W 24/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7036304
(22) 출원일자(국제) 2013년11월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년12월22일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2013/010161
(87) 국제공개번호 WO 2015/016429
국제공개일자 2015년02월05일
(30) 우선권주장
61/859,785 2013년07월30일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김영태
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)
이길수
서울특별시 강남구 봉은사로105길 12-7, 105호(삼성동, 삼성풍림2차아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 망에서의 소형 기지국 온-오프 지원을 위한 장치

(57) 요약

본 발명은 다수의 액세스 포인트(Access Point, AP)들; 다수의 단말(User Equipment, UE)들; 및 매크로 셀을 포함하며, 상기 매크로 셀은, 상기 다수의 AP 들의 식별자들과 상기 다수의 단말들 간에 연결 정보로 구성된 제 1 행렬을 포함하는 피드백을 수신하고, 상기 제 1 행렬에 기반하여 결정된 활성화 대상이 되는 특정 AP 에 관한 정보를 포함하는 제 2 행렬을 생성하고, 상기 생성된 제 2 행렬을 브로드캐스팅하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

H04W 36/34 (2013.01)

H04W 52/0206 (2013.01)

Y02B 60/50 (2013.01)

(72) 발명자

김홍석

서울특별시 마포구 월드컵북로47길 46, 201동 200
5호(상암동, 상암월드컵파크 2단지)

김병훈

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전
자 특허센터 (호계동)

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 액세스 포인트(Access Point, AP)들;

다수의 단말(User Equipment, UE)들; 및

매크로 셀을 포함하며,

상기 매크로 셀은, 상기 다수의 AP 들의 식별자들과 상기 다수의 단말들 간에 연결 정보로 구성된 제 1 행렬을 포함하는 피드백을 수신하고, 상기 제 1 행렬에 기반하여 결정된 활성화 대상이 되는 특정 AP 에 관한 정보를 포함하는 제 2 행렬을 생성하고, 상기 생성된 제 2 행렬을 브로드캐스팅하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 AP 는,

미리 결정된 주기마다 활성화되어 비콘(Beacon)메시지를 전송하고, 상기 생성된 제 2 행렬을 확인하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 AP 는,

상기 생성된 제 2 행렬에 포함된 특정 AP 와 대응하지 않는 경우, 턴-오프(Turn-off)를 수행하는 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 단말 각각은,

상기 다수의 AP 로부터 비콘 메시지를 수신하여, 연결 가능성 및 전송 가능 속도 중 적어도 하나를 포함하는 리포트 메시지를 피드백하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 단말 각각은,

상기 AP 의 비콘 메시지를 수신할 수 있는 경우인지를 확인하고, 상기 비콘 메시지를 수신할 수 있는 경우 핸드오버를 수행할 수 있는지 여부를 더 판단하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 특정 AP 는, 처리량(throughput)를 최대화하기 위한 수학적 A 에 의하여 결정되며,

[수학적 A]

$$\sum_j \sum_i \frac{A_{ij} S_{ij}}{S_j} - \sum_j P_j \times 1(S_j)$$

여기서, i 는 단말(UE)의 인덱스이며, j 는 AP 의 인덱스이며, A_{ij} 는 상기 제 1 행렬에서 상기 단말의 인덱스와 상기 AP 의 인덱스에 대응하는 값이며, S_{ij} 는 상기 제 2 행렬에서 상기 단말의 인덱스와 상기 AP 의 인덱스에 대

$$1(S_j) := \begin{cases} 1, & \text{if } S_j > 0 \\ 0, & \text{if } S_j = 0 \end{cases}, \quad S_j = \sum_{i=1}^I S_{ij}$$

응하는 값이고,

이며(여기서, I 는 전체 단말의 갯수), $\in [0, \infty)$ 는 전송속도와 에너지 소비 사이의 가중치(tradeoff parameter)이고, P_j 는 소형 AP(j)에서 소비되는 전력인

것을 특징으로 하는

무선 통신 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 행렬은,

상기 제 1 행렬에 기반하여, 상기 다수의 단말로 전송 가능한 처리량이 최대인 제 1 AP 및 상기 제 1 AP 에 연관된 제 1 UE 에 동시에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 행렬은,

상기 제 1 행렬에 기반하여, 연결 가능한 AP 의 개수가 최소인 제 2 UE 및 상기 제 2 UE 에 연결된 AP 중 연결 가능한 UE 의 개수가 최대인 제 2 AP 에 동시에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 행렬은,

상기 제 1 행렬에 기반하여, 특정 단말에게 가장 높은 처리량을 제공하는 AP 에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 매크로 셀은,

상기 생성된 제 2 행렬을 브로드캐스팅하는 경우, 핸드오버를 지시하는 메시지를 동시에 전송하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

무선 통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 소형 기지국의 온-오프(On-OFF)를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재의 셀룰러망은 기존의 매크로 셀(Macro Cell) 위주에서 이종 스몰 셀 (Heterogeneous and Small Cell) 형태로 진화하고 있다. 스몰 셀과 같은 작은 커버리지를 가지는 기지국은 커버리지가 수십 미터에서 심지어는 수 미터 정도까지 작아지는 초고밀도 통신망(Ultra-dense Network, UDN)으로 진화할 것으로 예상된다. 이러한 UDN을 구성하는 소형의 기지국들은 기존에 펄토셀(femto cell, FCell), 피코셀(pico cell, PCell), 또는 소형기지국(Small Cell)과 같은 이름으로 불리던 기지국들의 집합이라고 할 수 있다.

[0003] 도 1은 매크로 셀과 다수의 소형 AP(Access Point)로 구성된 UDN을 나타낸다. 도 1에서 나타난 UDN의 구조에서 하나의 큰 매크로 셀이 전체의 단말들을 서비스 할 수 있다. 또한, 매크로 셀은 셀룰러 망에서 커버리지 홀(Coverage Hole)의 발생을 방지하는 역할을 한다. 가령, 여러 개의 소형 AP들이 중첩되어 커버리지를 구성하는 동시에 그 전체를 관장하는 매크로셀이 중첩되게 존재하는 오버레이드(Overlaid Network) 형태가 된다. 이는 사용자가 음성통화와 같은 실시간성이 중요시되는 서비스를 제공받는 도중에 커버리지 홀로 이동하여 통화 끊김(Call Drop)과 같은 서비스의 중단이 발생하는 것을 미연에 방지하는 효과를 가진다.

[0004] 매크로셀은 전체 네트워크의 제어(Control) 정보를 처리하는데 사용될 수도 있다. 반면 UDN은 캐패시티 부스트(capacity boost)용으로 주로 사용되며, 커버리지(coverage)가 소형 AP끼리 중첩될 수도 있다. 또한, 소형 AP의 개수가 굉장히 많을 수 있기 때문에, 연결된 단말이 없는 소형 AP들이 다수 존재할 수 있으며, 시공간적인 사용패턴에 따라서 연결된 단말이 없는 소형 AP의 전원을 동적으로 오프 시킴으로써 기지국에서의 에너지 소비를 줄일 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는, 단말의 도움을 얻어 매크로 기지국에 위치한 스몰 셀 제어기(Small Cell Controller, 이하, SCC)가 소형 AP의 전원을 효율적으로 온/오프하여 전력소비를 최소화하는 동시에 사용자가 체감하는 네트워크 성능 저하를 최소화하는 기술을 제공하는데 있다.

[0006] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 양상은, 다수의 액세스 포인트(Access Point, AP)들; 다수의 단말(User Equipment, UE)들; 및 매크로 셀을 포함하며, 상기 매크로 셀은, 상기 다수의 AP들의 식별자들과 상기 다수의 단말들 간에 연결 정보로 구성된 제 1 행렬을 포함하는 피드백을 수신하고, 상기 제 1 행렬에 기반하여 결정된 활성화 대상이 되는 특정 AP에 관한 정보를 포함하는 제 2 행렬을 생성하고, 상기 생성된 제 2 행렬을 브로드캐스팅하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0008] 나아가, 상기 적어도 하나의 AP는, 미리 결정된 주기마다 활성화되어 비콘(Beacon)메시지를 전송하고, 상기 생성된 제 2 행렬을 확인하도록 구성된 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 생성된 제 2 행렬에 포함된 특정 AP와 대응하지 않는 경우, 턴-오프(Turn-off)를 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 나아가, 상기 다수의 단말 각각은, 상기 다수의 AP로부터 비콘 메시지를 수신하여, 연결 가능성 및 전송 가능 속도 중 적어도 하나를 포함하는 리포트 메시지를 피드백하도록 구성된 것을 특징으로 할 수 있다. 더 나아가, 상기 AP의 비콘 메시지를 수신할 수 있는 경우인지를 확인하고, 상기 비콘 메시지를 수신할 수 있는 경우 핸드오버를 수행할 수 있는지 여부를 더 판단하도록 구성된 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0010] 나아가, 상기 제 2 행렬은, 상기 제 1 행렬에 기반하여, 상기 다수의 단말로 전송 가능한 처리량이 최대인 제 1 AP 및 상기 제 1 AP 에 연관된 제 1 UE 에 동시에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0011] 나아가, 상기 제 2 행렬은, 상기 제 1 행렬에 기반하여, 연결 가능한 AP 의 개수가 최소인 제 2 UE 및 상기 제 2 UE 에 연결된 AP 중 연결 가능한 UE 의 개수가 최대인 제 2 AP 에 동시에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0012] 나아가, 상기 제 2 행렬은, 상기 제 1 행렬에 기반하여, 특정 단말에게 가장 높은 처리량을 제공하는 AP 에 대응하는 값이 1 로 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0013] 나아가, 상기 매크로 셀은, 상기 생성된 제 2 행렬을 브로드캐스팅하는 경우, 핸드오버를 지시하는 메시지를 동시에 전송하도록 구성된 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따르면, 매크로 기지국에 위치한 스몰 셀 제어기(SCC)가 소형 AP 의 전원을 효율적으로 온/오프하여 전력소비를 최소화하는 동시에 사용자가 체감하는 네트워크 성능 저하를 최소화할 수 있다.
- [0015] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- 도 1 은 매크로 셀과 다수의 소형 AP(Access Point)로 구성된 UDN 을 나타낸다.
- 도 2 는 이동통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3 은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서의 기지국 및 단말의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 4 는 소형 AP 의 동작을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 5 는 소형 AP 의 턴-온(TurnedOn) 절차를 나타내는 참고도이다.
- 도 6 은 본 발명에서의 UE 의 피드백 타이밍 및 핸드오버(HO)에 대한 FSM(Finite-State Machine)를 나타낸다.
- 도 7 은 UE 가 피드백하는 리포트 메시지의 일 예를 나타낸다.
- 도 8 은 본 발명에 따라 행-열 제거(column-row elimination)방식으로 행렬 A 로부터 행렬 S 를 결정하는 방안을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 9 는 AP 우선 활성화시키는 절차를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 10 은 UE 를 먼저 고려하는 절차를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 11 은 SCC 의 행-열 제거 절차를 이용하여 결정된 행렬 S 와 AP-ON 메시지를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 12 는 AP 와 UE 를 설정한 상황에서 본 발명의 성능에 대하여 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 13 은 Proximity ON 알고리즘을 1000 개의 소형 AP, 1000 개의 UE 경우에도 동작시킨 결과를 나타낸다.
- 도 14 는 UE 개수에 따른 네트워크 쓰루풋 및 네트워크 파워소비의 변화를 나타낸다.
- 도 15 는 UE 개수에 따른 네트워크 에너지 효율의 변화를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있

음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE 의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0018] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0019] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.

[0020] 이동 통신 시스템에서 단말(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

[0021] 본 발명이 적용될 수 있는 이동통신 시스템의 일례로서 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution; 이하 "LTE"라 함), LTE-Advanced(이하 'LTE-A' 라 함) 통신 시스템에 대해 개략적으로 설명한다.

[0022] 도 2 는 이동통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0023] E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은 기존 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에서 진화한 시스템으로서, 현재 3GPP 에서 기초적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS 는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS 의 기술 규격 (technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network"의 Release 7 과 Release 8 을 참조할 수 있다.

[0024] 도 2 를 참조하면, E-UMTS 는 단말(User Equipment, UE)과 기지국(eNode B; eNB), 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속 게이트웨이(Access Gateway, AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스, 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을 동시에 전송할 수 있다.

[0025] 한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20MHz 등의 대역폭 중 하나로 설정돼 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다. 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향링크(Downlink, DL) 데이터에 대해 기지국은 하향링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, 하이브리드 자동 재전송 요청(Hybrid Automatic Repeat and request, HARQ) 관련 정보 등을 알려준다.

[0026] 또한, 상향링크(Uplink, UL) 데이터에 대해 기지국은 상향링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 전송하여 해당 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, 하이브리드 자동 재전송 요청 관련 정보 등을 알려준다. 기지국간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network, CN)은 AG 와 단말의 사용자 등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. AG 는 복수의 셀들로 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

[0027] 무선 통신 기술은 광대역 코드분할 다중 접속(Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA)를 기반으로 LTE 까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.

[0028] 최근 3GPP 는 LTE 에 대한 후속 기술에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. 본 명세서에서는 상기 기술을 "LTE-Advanced" 또는 "LTE-A"라고 지칭한다. LTE 시스템과 LTE-A 시스템의 주요 차이점 중 하나는 시스템 대역폭의 차이이다. LTE-A 시스템은 최대 100 MHz 의 광대역을 지원할 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 복수의 주파수 블록을 사용하여 광대역을 달성하는 캐리어 어그리게이션 또는 대역폭 어그리게이션(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술을 사용하도록 하고 있다. 캐리어 어그리게이션 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 주파수 블록을 하나의 커다란 논리 주파수 대역으로 사용하도록 한다. 각 주파수 블록의 대역폭은 LTE 시스템에서 사용되는 시스템 블록의 대역폭에 기초하여 정의될 수 있다. 각각의 주파수 블록은 컴포넌트

캐리어(component carrier)를 이용하여 전송된다.

- [0029] 도 3 은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0030] 무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(105)과 하나의 단말(110)을 도시하였지만, 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 단말기를 포함할 수 있다.
- [0031] 도 3 을 참조하면, 기지국(105)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(115), 심볼 변조기(120), 송신기(125), 송수신 안테나(130), 프로세서(180), 메모리(185), 수신기(190), 심볼 복조기(195), 수신 데이터 프로세서(197)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(165), 심볼 변조기(170), 송신기(175), 송수신 안테나(135), 프로세서(155), 메모리(160), 수신기(140), 심볼 복조기(155), 수신 데이터 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의 안테나를 구비한 다중 안테나이다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원한다.
- [0032] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(115)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(120)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.
- [0033] 심볼 변조기(120)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(125)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.
- [0034] 송신기(125)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 이어서, 하향링크 신호는 안테나(130)를 통해 단말로 전송된다.
- [0035] 단말(110)에서, 안테나(135)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(140)로 제공한다. 수신기(140)는 수신된 신호를 조정 하여(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting))하고, 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(145)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(155)로 제공한다.
- [0036] 또한, 심볼 복조기(145)는 프로세서(155)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(150)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(150)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 디-매핑(demapping)) 하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [0037] 심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(105)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.
- [0038] 단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(170)는 데이터 심볼들을 수신하여 파일럿 심볼들과 함께 다중화하여, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(175)로 제공한다. 송신기(175)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시키고, 이러한 상향링크 신호는 안테나(135)를 통해 기지국(105)으로 전송된다.
- [0039] 기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 안테나(130)를 통해 수신되고, 수신기(190)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(195)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(197)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말기(110)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [0040] 단말(110) 및 기지국(105) 각각의 프로세서(155, 180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(155, 180)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템,

어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.

- [0041] 프로세서(155, 180)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(155, 180)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(155, 180)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(155, 180) 내에 구비되거나 메모리(160, 185)에 저장되어 프로세서(155, 180)에 의해 구동될 수 있다.
- [0042] 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은, 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3 개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE 와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 단말, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환한다.
- [0043] 본 발명에서 사용되는 기지국이라는 용어는 지역적인 개념으로 사용되는 경우 셀 또는 섹터로 호칭될 수 있다. 서빙 기지국(또는 셀)은 단말에게 기존의 주요 서비스를 제공하는 기지국으로 볼 수 있고, 협력 다중 전송 포인트(coordinated multiple transmission point) 상에서의 제어 정보의 송수신을 수행할 수 있다. 이러한 의미에서 서빙 기지국(또는 셀)은 앵커 기지국(또는 셀)(anchor cell)이라 칭할 수 있다. 마찬가지로 인접 기지국은 지역적인 개념으로 사용되는 인접 셀로 호칭될 수도 있다.
- [0044] 본 발명에서는 매크로셀에 위치한 모든 소형 AP 를 ON 시켜놓는 대신, UE 의 분포에 따라 필요한 소형 AP 만을 활성화 시키는 방안을 제안한다. 3GPP LTE 를 기준으로 본 발명을 소형 AP, User Equipment (UE), SCC 각각을 기준으로 설명한다. 무선 통신 시스템에서 본 발명에 따른, 소형 기지국들의 On/OFF 절차는 다음과 같다.
- [0045] 무선 통신 시스템에서, 소형 AP 들은 연결된 단말이 없는 상태로 일정 시간이 지나면 스스로 비활성화 상태에 들어간다.
- [0046] 비활성화된 소형 AP 들은 주기적으로 준활성화 상태가 되어 비콘(Beacon) 메시지를 송출하고, 소형 AP 에 대하여 미리 설정된 절차를 수행하고, 미리 정의된 상태에 해당하지 아니하면, 다시 비활성화 상태로 돌아간다. 나아가, 비콘 메시지는 소형 AP 의 ID 를 포함하고 있는 것이 바람직하다.
- [0047] 비콘 메시지를 수신한 UE 는 비콘 메시지 수신 여부를 자신이 연결된 소형 AP 또는 매크로 기지국에 리포트 메시지를 피드백하며, 이러한 리포트는 매크로 기지국에 위치한 SCC (Small Cell Controller)로 전송된다. 나아가, UE 는 비콘 메시지 수신 여부뿐만 아니라 신호 세기로부터 추정된 전송 가능 속도를 함께 피드백 할 수도 있다. 또는, UE 가 리포트를 수행함에 있어서 자신의 이동속도 등을 고려하여 리포트를 하지 않을 수 있으며, 이 때 FSM(Finite-State Machine)가 이용될 수 도 있다.
- [0048] SCC 는 UE 들이 전송한 리포트를 바탕으로 UE 의 공간적인 분포를 알 수 있으며, 그에 따라 에너지 효율과 네트워크 쓰루풋(throughput)을 동시에 고려하여 어느 소형 AP 를 켜는 것이 좋을지 결정한 후 이 정보를 AP-ON 메시지에 담아 브로드캐스트 할 수 있다.
- [0049] 준활성화 상태의 소형 AP 는 AP-ON 메시지를 듣고 AP-ON 메시지 필드에서 자신의 활성화 비트를 체크한 후 활성화/비활성화를 결정한다. 이 때, UE 는 SCC 를 거치지 않고 소형 AP 를 빠르게 깨울 수(wake-up)도 있다. 즉, 소형 AP 는 업링크 채널(예를 들어, PUSCH)을 통해 전송되는 UE 의 활성화 요구에 응답함으로써 활성화(wake-up)될 수 있다.
- [0050] **1. 본 발명에서의 소형 AP(Access Point)의 절차**
- [0051] 전술한 본 발명을 실행하기 위한 표 1 은 상술한 소형 AP 에 대하여 미리 설정된 절차를 나타내는 일 예이다.

표 1

```
while(){
    while(활성화 상태){
        if (연결된 UE 가 없으면)
            {일정한 시간이 지나고 스스로 비활성화 됨.}
        else {활성화 상태를 유지함.}
    }

    while(비활성화 상태){
        주기적으로  $T_b$  시간마다 잠시 활성화 됨.
        비콘 (자신의 APID 관한 메시지) broadcast.
        업링크 채널을 관찰하여 UE 에서 전달되는 AP-ON 메시지를 수신함.
        또는 SCC로부터 AP-ON 메시지 수신함.
        if (AP-ON 메시지에서 활성화 비트가 1)
            {활성화 됨.}
        else {비활성화 상태를 유지함.}
    }
}
```

[0052]

[0053]

표 1 에서 APID(Access Point Identifier)는 eNodeB Identifier(eNB-ID)와 유사한 소형 AP 고유의 ID 를 나타낸다.

[0054]

도 4 는 소형 AP 의 동작을 설명하기 위한 참고도이다. 도 4 에서, 소형 AP 들은 동기화되어 미리 정해진 주기 T_b 마다 SCC 로부터 메시지가 수신되는지 여부를 확인한다고 가정한다.

[0055]

소형 AP 는 스스로 비활성화 결정을 내린다. 즉, 소형 AP 가 서비스 하는 단말이 없는 경우, 일정시간 Sleep Time (T_s) 만큼 대기 후에 스스로 전원을 오프(off)하여 비활성화한다. 또한, 소형 AP 는 매크로 셀의 기지국과는 다르게 빠른 재가동이 가능하기 때문에, 스스로 전원을 오프(off)하여도 새로운 단말이 커버리지 내에 들어 오면 빠르게 활성화 상태로 전환될 수 있다.

[0056]

도 5 는 소형 AP 의 턴-온(TurnedOn) 절차를 나타내는 참고도이다.

[0057]

도 5 에서, 전원이 오프되어 있는 소형 AP 는 주기 T_b 마다 스스로 켜져서(준활성화 상태) APID 를 브로드캐스트함으로써, 자신의 커버리지 내에 있는 UE 들에게 소형 AP 의 존재를 알려준다. 이때, 소형 AP 가 자신의 존재를 알리기 위하여 전송하는 신호를 비콘 메시지라 하며, T_b 주기로 비콘 메시지를 전송한다. 여기서, 비콘 메시지의 주기(즉, T_b)의 길이는 성능에 관련된 파라미터이므로, LTE 에서 셀 서치(cell search)에 사용하는 시스템 정보 블록(System Information Block, SIB)의 주기를 고려하여 결정되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 가장 빠른 SIB 의 주기는 80 ms 이며 T_b 는 이것의 정수 배 (예를 들어, 800 ms)가 될 수 있으며, 이러한 경우 기존의 무선 통신 시스템과 호환성을 유지하면서 본 발명을 적용할 수 있다는 장점이 있다.

[0058]

소형 AP 는 비콘 메시지를 송출한 이후, 유선 또는 무선으로 연결된 SCC 로부터 AP-ON 메시지를 수신한다. 또는, 소형 AP 는 상향링크 채널(예를 들어, physical uplink shared channel, PUSCH)을 통하여 UE 로부터 AP-ON 메시지를 수신할 수도 있다. 나아가, 소형 AP 는 SCC 또는 UE 로부터 받은 AP-ON 메시지에서 자신(즉, 소형 AP)의 활성화 비트를 체크하고 결과에 따라서 소형 AP 는 활성화 된다.

[0059]

2. 본 발명에서의 UE(User Equipment)의 절차

[0060]

UE 는 자신의 이동성(mobility)과 소형 AP(또는 매크로셀)의 채널의 강도를 알 수 있기 때문에, UE 는 RSRP(Reference Signal Received Power), RSSI(Receive Strength Signal Indicator)로 구해지는 참조 신호 수신 품질(Reference Signal Received Quality, RSRQ)를 계산하여 채널의 품질(Channel Quality Indicator, CQI)을 판단할 수 있다.

[0061]

표 2 를 참조하여, 본 발명에서 SCC 의 활성화를 위한 UE 의 동작을 설명한다.

표 2

```
초기화: 모든 UE 는 매크로셀에 연결되어 있다.
while () {
    Cell Search
    State transition (based on FSM)
    SCC 에 모든 채널의 CQI 를 리포트
    Wait Tb
}
```

[0062]

[0063]

표 2 에서 나타나듯이, UE 가 비콘 메시지를 수신한 이후, 연결 가능성 (예를 들어, 1 또는 0 으로 표현될 수 있다.) 또는 실질적으로 얻을 수 있는 전송가능속도 (예를 들어, Adaptive Modulation and Coding (AMC) 적용 시의 전송속도) 등을 포함한 리포트 메시지를 SCC 로 피드백 한다.

[0064]

도 6 및 표 3 을 참조하여 본 발명에서의 UE 의 피드백 타이밍 및 핸드오버(HO)에 대한 FSM(Finite-State Machine)을 설명한다.

표 3

상태	동작 및 의미
HO to MC	매크로셀로의 핸드오버
HO to AP _i	소형AP _i 으로 핸드오버
Beacon Receivable	UE가 소형AP에서 보낸 비콘을 수신할 수 있다는 것을 의미하며, 이 상태에서는 UE가 소형AP의 커버리지 내에 근접하고 있을 것을 예상
In Coverage	UE가 소형AP의 범위 내에 들어와 있어서 비콘을 수신할 수 있음은 물론, 핸드오버를 하기 전 소형AP에 더 가까운 위치로 이동하였는지 또는 충분히 긴 시간 동안 소형AP의 커버리지 안에 머무르고 있는지(즉 빠른 이동속도가 아닌 상황)를 다시 확인함

[0065]

[0066]

도 6 에서, 매번 시간주기 T_b 마다 상태(state)가 변화하며 일정한 주기 T_b 마다 UE 는 매크로셀 및 소형 AP 로 부터 채널강도(PMC, PAP)를 측정하고 SCC 로 채널 정보를 전송한다.

[0067]

따라서, SCC 는 수신된 채널 정보를 바탕으로, 적절한 임계치(threshold, 즉, Δ_{Beacon} 또는 Δ_{Coverage})를 UE 에게 알려주어 FSM 에서 핸드오버를 위한 상태 변화(state transition)을 수행한다.

[0068]

즉, 도 6 에서, UE 가 이동성을 가지고 1 개의 매크로셀과 2 개의 소형 AP 의 사이에서 이동하는 상황을 가정하며, 3 가지 시나리오 즉, i) 매크로 셀에서 소형 AP1 으로 이동, ii) 소형 AP1 에서 매크로 셀로 이동, iii) 소형 AP1 에서 소형 AP2 로 이동하는 시나리오를 설명한다.

[0069]

2.1. UE(User Equipment)의 매크로 셀에서 소형 AP1 로 이동 시나리오(S601)

[0070]

UE 는 'HO to MC' 상태에서 매크로 셀에 연결되어 있다. 만약 UE 가 이동을 하면서 소형 AP1 의 커버리지 내에 들어가게 되면 소형 AP1 의 채널강도가 높아진다. 따라서 순차적으로 'Beacon Receivable' , 'In coverage' 상태로 거쳐 'HO to AP1' 상태에서 소형 AP1 으로 핸드오버를 실행한다.

[0071]

매크로셀에서 소형 AP 로 핸드오버 하는 것은 소형 AP 의 커버리지가 제한적이며, 소형 AP 의 커버리지 안에서 UE 가 머물러 있는 것을 확실히 인지해야 되기 때문에 'Beacon Recognition' , 'In coverage' 상태 거치며 중복으로 이를 확인을 하고 핸드오버를 수행한다.

[0072]

또한, 매크로 셀에서의 핸드오버는 주로 차량 등의 고속 이동 중에 발생하는 경우가 많으나, 소형 셀로의 핸드오버는 차량과 같은 고속의 이동 중에는 소형 셀로 핸드오버를 하지 않고 바이패스 하게 설정되는 것이 바람직하다. 즉, 사용자의 nomadic walking 을 통해 주로 핸드오버가 일어나는 경우를 고려하였다.

[0073]

2.2. UE(User Equipment)의 소형 AP1 에서 매크로 셀로 이동 시나리오(S603)

[0074]

UE 가 이동을 하여 소형 AP1 의 범위를 벗어나 매크로셀의 커버리지로 들어가게 되는 경우, 'Beacon Receivable' 상태를 거쳐서 'HO to MC' 상태에서 매크로셀로 핸드오버를 실행한다.

[0075] 소형 AP 에서 매크로 셀로 핸드오버는 하는 경우는 더 넓은 커버리지를 갖는 기지국으로 핸드오버를 수행하는 것이므로 소형 AP 로의 핸드오버 경우보다 상대적으로 어려움이 없다. 따라서 간단히 'Beacon Recognition' 상태 만을 거치고 핸드오버를 한다.

[0076] **2.3. UE(User Equipment)의 소형 AP1 에서 소형 AP2 로 이동 시나리오(S605)**

[0077] UE 가 소형 AP1 의 커버리지 내에 있다가 이동을 하여 인접한 소형 AP2 의 커버리지로 들어가는 경우 'Beacon Receivable' 와 'In coverage' 상태를 거쳐서 'HO to AP2' 상태에서 소형 AP2 로 핸드오버를 실행한다.

[0078] UE 가 FSM 에서 상태 변화를 하기 위해서는 비교조건으로 2 개의 임계치(threshold)가 필요하다. 우선, 'HO to MC' 상태에서 'Beacon Receivable' 상태로 이동하기 위해서 비콘 임계치(Beacon threshold, Δ_{Beacon})를 채널 강도와 비교한다. 여기서, Δ_{Beacon} 를 정할 때는, 매크로셀과 소형 AP 의 출력 파워의 차이를 보정하기 위한 오프셋(offset)을 고려한다. 그리고 'Beacon Receivable' 상태에서 'In coverage' 상태로 이동하기 위해서는 커버리지 임계치(Coverage threshold, Δ_{Coverage})를 채널 강도와 비교한다. Δ_{Coverage} 는 $\Delta_{\text{Coverage}} > \Delta_{\text{Beacon}}$ 로 정하여 비콘(Beacon)을 수신할 수 있는 UE 가 실제로 소형 AP 의 커버리지 안으로 접근하고 있는지 또는 커버리지 내에 머무르면서 높은 전송속도가 가능한지를 다시 한번 채널강도와 비교할 수 있다.

[0079] 여기서, 매크로셀에서 소형 AP 로 핸드오버의 경우, 차량 등에 탑승하여 빠르게 이동하는 경우 소형 AP 로 불필요하게 연결되는 것을 막기 위해 거쳐야 하는 스테이트(state)를 한 번 더 두었으나, 소형 AP 에서 매크로셀로 이동하는 경우에는 상대적으로 그러한 경우가 발생하지 않을 것으로 판단하여 매크로셀로의 빠른 핸드오버를 위해 'In Coverage' 상태(state)는 건너뛰고 바로 'Beacon Receivable' 상태로 옮겨가도록 설정될 수 있다. 즉, 매크로에서 소형 AP 로 넘어오는 핸드오버는 매크로가 넓은 커버리지를 가지고 있으므로 핸드오버가 천천히 일어나도 괜찮다는 장점이 있다. 따라서, 데이터 오프로딩이 필요한 시점은 사용자가 확실히 소형 AP 의 커버리지에 있다는 것이 확인된 이후에 해도 괜찮은 것이다. 반면 소형 AP 에서 매크로셀로의 핸드오버는 소형 AP 가 갖는 작은 커버리지로 인해서 단절없는 서비스를 위해서는 빠른 핸드오버가 필요한 사항이므로, 본 발명에서는 비대칭적 대기시간에 의한 핸드오버를 제안한다.

[0080] 도 6 에서, UE 가 'HO to MC' 상태에서 'HO to AP' 상태까지 2 번의 T_b 를 기다리는 것은 UE 의 이동성(mobility)에 의한 불필요한 핸드오버를 감소시킬 수도 있다. 즉, 매크로셀에 연결되어 있고 빠른 이동성을 가진 UE 가 소형 AP 근처를 이동하는 순간에는 잠시 매크로셀보다 소형 AP 의 채널 상태가 좋지만, 곧 소형 AP 의 커버리지를 벗어나 다시 매크로셀의 채널 상태가 좋아질 것이다.

[0081] 이런 상황에서 만약 여러 소형 AP 를 UE 가 지나가면 여러 셀 사이에서 불필요한 핸드오버를 반복하는 이른바 핑퐁 효과가 발생될 수 있다. 따라서 이동성이 있는 UE 는 짧은 시간 동안 소형 AP 의 커버리지 안에 있지만, 계속 매크로셀에 연결되어 있는 것이 보다 바람직하다. 따라서, 본 발명에서는, 핑퐁 효과(Ping-Pong effect)를 줄이기 위해서 FSM 에서는 예를 들어, 최소 T_b 의 3 배인 $3T_b$ 이상의 시간 동안 소형 AP 의 커버리지에 머무를 경우, UE 가 소형 AP 의 범위에 들어와 있을 것이라고 판단하고 핸드오버가 실행될 수 도 있다.

[0082] 또한, 본 발명에서는 UE 가 SCC 로 리포트 메시지를 피드백 하는 대신 UE 가 직접 소형 AP 로 활성화 명령을 전송할 수 도 있다.

표 4

```
초기화: 모든 UE 는 매크로셀에 연결되어 있다.
while() {
    Cell Search
    State transition (based on FSM)
    활성화 시킬 AP 를 결정
    PUSCH 통해서 AP-ON 메시지를 소형 AP 에게 전송
    Wait  $T_b$ 
}
```

[0083]

[0084] 표 4 를 참조하면, UE 가 비콘 메시지를 수신하면 FSM 을 사용한 판단 과정 (decision-making) 을 통하여, UE 가 몇 회의 T_b 시간 이상 소형 AP 의 커버리지에 머무를 때까지 대기할 수 있다. 이후, UE 는 측정된 CQI 정보

등을 활용하여 주변의 소형 AP 들 중에서 활성화 시킬 소형 AP 를 결정할 수 있다. 활성화시킬 AP 가 결정된 경우, UE 는 상향링크 채널(예를 들어, PUSCH)를 통하여 활성화 대상으로 결정된 AP 로 AP-ON 메시지를 전송할 수 있다.

[0085] 3. 본 발명에서의 SCC(Small Cell Controller)의 절차

[0086] 본 발명에서, SCC 는 다수의 UE 들로부터 전송된 리포트 메시지들을 토대로 다음 번 주기 Tb 에 활성화 시킬 소형 AP 를 결정할 수 있다.

[0087] 도 7 은 UE 가 피드백하는 리포트 메시지의 일 예를 나타낸다. 도 7 을 참조하여 설명하면, UE 가 피드백하는 리포트 메시지는 UE 가 측정한 주변 소형 AP 에 대한 전송 가능 속도에 대한 정보를 포함하며, 이를 행렬 A 로 나타낼 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, UE 가 피드백하는 리포트 메시지에 나타내는 행렬은 2 가지 방식으로 사용될 수 있다. 도 7(a)와 같이, 주변 소형 AP 로의 전송 가능 여부 만을 나타내는 '1 bit' 방식과, 도 7(b)와 같이 주변 소형 AP 로의 전송 가능 여부 및 전송 가능 속도를 동시에 나타내는 'N bit' 방식으로 나타낼 수 있다. 이하에서는, 도 7 을 참조하여 본 발명에서 SCC 의 동작에 대하여 설명한다.

[0088] 3.1. 소형 AP 의 밀도가 UE 의 밀도보다 높은 경우 SCC 의 동작

[0089] 먼저, 소형 AP 가 매우 높은 밀도로 배치되어 있으며, 상대적으로 UE 는 낮은 밀도로 존재하는 경우를 가정한다. 이러한 가정은, UDN 에서 일반적으로 나타나며, 소형 AP 의 수(이하, j)가 UE 의 수(이하, i)보다 많기 때문에 행렬 A 가 열의 개수가 행의 개수보다 많은 형태로 행렬 A 가 결정된다. 또한, 이러한 경우 행렬 A 는 희소 행렬(sparse matrix)의 특징을 가질 수 있다.

[0090] 소형 AP 의 밀도가 UE 의 밀도보다 높은 경우, 활성화 시킬 소형 AP 는 비교적 명확히 결정된다.

[0091] 3.2. 소형 AP 의 밀도가 UE 의 밀도보다 낮은 경우 SCC 의 동작

[0092] 소형 AP 의 밀도보다 UE 의 밀도가 더 높은 경우, 예를 들어, 적은 수의 매크로셀이 많은 수의 UE 를 서비스하는 경우를 설명한다. 이러한 경우 활성화 시킬 소형 AP 의 집합을 결정하는 것은 용이하지 아니하다.

[0093] 따라서, 본 발명에서는 SCC 에서 활성화 시킬 소형 AP 를 결정하는 행렬을 제안하며, 이하에서는, UE 로부터 전송된 리포트 메시지에 포함된 정보를 행렬 A 로, 본 발명의 실시예에 따라 활성화 시킬 소형 AP 를 나타내는 행렬을 S 로 나타낸다. 즉, 행렬 S 의 각 행은 UE 를 나타내며, 각 열은 소형 AP 를 나타낸다. 만약, $S_{ij} = 1$ 이면 $UE(i)$ 가 소형 AP(j)에 연결된 경우를 나타내며, $S_{ij} = 0$ 이면 연결되지 않은 경우를 각각 나타낸다. 행렬 A 와 S 에서, UE 는 총 I 개, 소형 AP 는 총 J 개이다.

[0094] 여기서, 활성화 시킬 소형 AP 의 개수는 최소한으로 하며 전체 쓰루풋(throughput)을 최대화 시키기 위한 목적 함수(object function)는 수학식 1 으로 정의될 수 있다.

수학식 1

$$\max. \sum_j \sum_i \frac{A_{ij} S_{ij}}{S_j} - \sum_j P_j \times 1(S_j)$$

$$1(S_j) := \begin{cases} 1, & \text{if } S_j > 0 \\ 0, & \text{if } S_j = 0 \end{cases}, \quad S_j = \sum_{i=1}^I S_{ij}, \quad \in [0, \infty)$$

[0096] 여기서, $\frac{A_{ij} S_{ij}}{S_j}$ 는 전송속도와 에너지 소비 사이의 가중치(tradeoff parameter), P_j 는 소형 AP(j)에서 소비되는 전력이다. 따라서, 수학식 1 에서 n 가 매우 크다면 활성화 시키는 소형 AP 의 개수는 최소가 되어야 한다.

[0097] 3.3. SCC 의 행-열 제거 절차

[0098] 도 8 은 본 발명에 따라 행-열 제거(column-row elimination)방식으로 행렬 A 로부터 행렬 S 를 결정하는 방안을 나타낸다.

[0099] 도 8 을 참조하여 설명하면, 먼저, 행렬 A 에서 $\sum_i A_{ij}$ 를 최대화 시키는 AP j^* 를 활성화시키고, j^* 열을 삭제한다 (S801). 더불어, j^* 에 연결될 수 있는 모든 UE i (즉, i 번째 행)을 지운다(S803). 이어서, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 업데이트 한다(S805). 이어서, 상술한 과정을 반복하여 모든 UE 가 소형 AP 에 연결이 될 때, 즉, 행렬 A 가 모두 지워질 때까지 알고리즘을 수행한다.

[0100] 이하에서는, 본 특허에서 제안하는 실시예를 보다 구체적으로 설명한다.

[0101] 3.3.1. SCC 의 행-열 제거 절차 - AP First 절차

[0102] 먼저, AP 우선 활성화시키는 절차, 즉, AP-First 1 Bit 방식 및 AP-First N Bits 방식에 대하여 설명한다. 여기서, 1 Bit 방식은 도 7 에서 상술한 바와 같이 전송 가능 여부만을 나타내는 방식이며, N Bit 방식은 주변 소형 AP 로의 전송 가능 여부 및 전송 가능 속도를 동시에 나타내는 방식으로 정의된다.

[0103] 도 9 는 AP 우선 활성화시키는 절차를 설명하기 위한 참고도이다. AP first 절차(AP-First 1-bit / N-bit Algorithm)중 AP-First 1-bit 의 경우를 도 9 및 표 5 를 참조하여 설명하면, 각 소형 AP 에서 UE 당 전송 가능한 쓰루풋을 가장 크게 하는 소형 AP 를 우선 활성화 시킨다.

표 5

A=∅일 때까지 반복:
$j^* = \operatorname{argmax}_j \sum_i A_{ij} / \sum_i S_{ij}$
$S_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } A_{ij} > 0 \\ 0, & \text{other wise} \end{cases}$
Eliminate column j^* of matrix A(소형AP j^* 를 활성화시킴)
Eliminate rows of matrix A that UE associated with AP j^*

[0104]

[0105] 즉, 행렬 A 에서, $\sum_i A_{ij}$ 를 최대화 시키는 AP j^* 를 활성화시키고, j^* 열을 삭제한다. 더불어, j^* 에 연결될 수 있는 모든 UE i (즉, i 번째 행)을 지운다. 이어서, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 1 로 업데이트 한다. 이어서, 상술한 과정을 반복하여 모든 UE 가 소형 AP 에 연결이 될 때, 즉, 행렬 A 가 모두 지워질 때까지 알고리즘을 수행한다.

[0106] 만약, AP-First N-bit 의 경우에는, 행렬 A 에서, $\sum_i A_{ij}$ 를 최대화 시키는 AP j^* 를 활성화시키고, j^* 열을 삭제한다. 더불어, j^* 에 연결될 수 있는 모든 UE i (즉, i 번째 행)을 지운다. 이어서, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 행렬 A 에서 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값 n (n 은 자연수)으로 업데이트 한다. 이어서, AP-First 1-bit 의 경우와 마찬가지로 상술한 과정을 반복하여 모든 UE 가 소형 AP 에 연결이 될 때, 즉, 행렬 A 가 모두 지워질 때까지 알고리즘을 수행한다.

[0107] 3.3.2. SCC 의 행-열 제거 절차 - UE First 절차

[0108] 도 10 은 UE 를 먼저 고려하는 절차를 설명하기 위한 참고도이다. 이하에서 UE 를 먼저 고려하는 절차, 즉, UE-First 1 Bit 방식 및 UE-First N Bits 방식에 대하여 설명한다. 여기서, 1 Bit 방식은 도 7 에서 상술한 바와 같이 전송 가능 여부만을 나타내는 방식이며, N Bit 방식은 주변 소형 AP 로의 전송 가능 여부 및 전송 가능 속도를 동시에 나타내는 방식으로 정의된다.

표 6

A=∅일 때까지 반복:
 $i^* = \operatorname{argmin}_i \sum_j A_{ij}$
 $j^* = \operatorname{argmax}_j A_{i^*j}$
 $S_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } A_{i^*j^*} > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$
 Eliminate column j^* of matrix A (소형 AP j^* 를 활성화시킴)
 Eliminate rows of matrix A that UE associated with AP j^*

[0109]

[0110]

도 10 및 표 6 을 참조하여 설명하면, UE First 절차에서는 우선 UE 중에서 연결 가능한 소형 AP 의 수가 가장 적은 UE 를 결정한다. 그 후, 결정된 UE 가 연결 가능한 소형 AP 후보들 중에서 가장 많은 UE 를 연결할 수 있는 소형 AP 를 활성화 시킨다.

[0111]

즉, 행렬 A 에서, $\sum_i A_{ij}$ 를 최소화 시키는 UE i^* 를 결정한다. 이어서, UE i^* 가 연결 가능한 소형 AP 들 중에서, $\sum_i A_{ij}$ 를 최대화 시키는 AP j^* 를 활성화시키고, j^* 열을 삭제한다. 더불어, j^* 에 연결될 수 있는 모든 UE i (즉, i 번째 행)을 지운다. 이어서, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 1 로 업데이트 한다(UE-First 1 Bit 방식). 이어서, 상술한 과정을 반복하여 모든 UE 가 소형 AP 에 연결이 될 때, 즉, 행렬 A 가 모두 지워질 때까지 알고리즘을 수행한다.

[0112]

마찬가지로, UE-First N-Bits 방식의 경우에도, 상술한 UE-First 1 Bit 방식을 적용할 수 있으며, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 1 이 아닌 행렬 A 에서 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값 n (n 은 자연수)으로 업데이트 할 수 있다.

[0113]

3.3.3. SCC 의 행-열 제거 절차 - Proximity On 절차

[0114]

또는 본 발명에서, UE 는 가장 높은 SINR(즉, 쓰루풋)을 제공하는 소형 AP 를 활성화하고 연결되는 방식으로, 행렬 S 가 생성될 수 있다.

표 7

A=∅일 때까지 반복:
 AP j^* provides the best SINR to UE i .
 $S_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } A_{ij^*} > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$
 Eliminate column j^* of matrix A (소형 AP j^* 를 활성화시킴)
 Eliminate rows of matrix A that UE associated with AP j^*

[0115]

[0116]

표 7 을 참조하여 설명하면, 행렬 A 에서, UE i 에게 가장 높은 SINR 을 제공하는 AP j^* 를 활성화시키고, j^* 열을 삭제한다. 더불어, j^* 에 연결될 수 있는 모든 UE i (즉, i 번째 행)을 지운다. 이어서, 행렬 S 의 j^* 행 및 i 열에 대응하는 값을 1 로 업데이트 한다. 이어서, 상술한 과정을 반복하여 모든 UE 가 소형 AP 에 연결이 될 때, 즉, 행렬 A 가 모두 지워질 때까지 알고리즘을 수행한다.

[0117]

3.3.4. SCC 의 행렬 S 에 대한 업데이트 절차

[0118]

또한, 수학적 1 의 목적함수에서 활성화 시킬 소형 AP 의 행렬 S 를 정할 때, 매번 반복 과정에서 S 를 새롭게 정하는 것보다는 다음과 같이 시간이 지남에 따라 행렬 A 값의 변화 차이 통한 업데이트 절차를 수행할 수 도 있다.

[0119] 즉, 매 시간 주기마다 UE 가 리포트 메시지를 피드백 할 때, A^{t-1} 과 A^t 는 각각 시각 $t-1$ 일 때와 t 일 때의 행렬 A 라고 정의한다. 이 때 행렬 A 는 열의 개수가 행의 개수보다 많은 형태의 행렬이며, 희소 행렬(sparse matrix)이다. 따라서, 서로 다른 시각일 때의 행렬 A 의 차이를 $\Delta A = A^t - A^{t-1}$ 로 정의하면, ΔA 의 값은 UE 가 이동함에 따라서 업데이트되는 소형 AP j 의 근처에서만 변화된다. (소형 AP 의 인덱스 j 를 정할 때, 공간상의 분포를 고려하여 인접한 소형 AP 간에는 규칙성을 가지고 인접한 인덱스 j 를 부여한다.) 따라서 시각 t 에 활성화 시킬 기지국 j^* 는 즉, 행렬 A 의 차이를 최대화시키는 기지국($j^* = \operatorname{argmax}_j \Delta A_{ij}^t$)이고, $S_{j^*} = 0$ 인 소형 AP j^* 를 활성화 시키면 된다. 즉, $F(A^t, S^t) < F(A^{t+1}, S^{t+1})$ 인 경우에 j^* 를 활성화시킨다.

[0120] 도 11 은 상술한 SCC 의 행-열 제거 절차를 이용하여 결정된 행렬 S 와 AP-ON 메시지를 설명하기 위한 참고도이다. 도 11 에서 나타난 바와 같이 행렬 S 가 결정되고, SCC 는 행렬 S 의 정보를 도 11 에서의 AP-ON 메시지 형식을 이용하여 소형 AP 들에게 브로드캐스트할 수 있다.

[0121] 3.4. 핸드오버

[0122] 이하에서는 본 발명에서 UE 가 활성화된 소형 AP 로 핸드오버 하는 방법을 설명한다.

[0123] 3.4.1. 정상(Normal) 핸드오버

[0124] 기존 핸드오버 방식(3GPP TS 23.401 에서 X2 기반 핸드오버)을 그대로 활용하는 방법으로 소형 AP 가 활성화된 이후 표준에서의 핸드오버 과정을 그대로 사용한다. 3GPP LTE 표준에서의 핸드오버는 핸드오버 준비(handover preparation), 핸드오버 실행(handover execution), 핸드오버 완료(handover completion) 등의 과정으로 구성되어 있다. 핸드오버 준비과정에서는 UE 가 서빙 기지국(serving eNB)에게 주변 eNB 채널의 무선 신호강도(signal strength)를 보고하면 서빙 기지국(serving eNB)는 자신보다 더 좋은 무선신호를 제공하는 타겟 기지국(target eNB)로 핸드오버 결정(Handover Decision)을 내린다. 즉, 본 발명에서 기존의 핸드 오버 방식을 그대로 적용함으로써 기존(Legacy) 시스템과의 호환성을 유지할 수 있다.

[0125] 3.4.2 향상된(Expedite) 핸드오버

[0126] 본 발명에서는 압축된 과정을 사용하는 핸드오버 방법을 제안한다. 즉, 비활성화 되어 있는 소형 AP 를 활성화시키기 위해 AP-ON 메시지 보내는 동시에 핸드오버 결정을 내린다. 즉, 소형 AP 가 활성화 되고 별도의 주변 채널의 무선 신호 강도를 측정하는 과정을 생략하고 바로 핸드오버 결정을 내리는 것이다.

[0127] 이러한 이유는, 소형 AP 를 활성화 시키는 과정에서 이미 주변의 무선신호 상태를 관찰하였기 때문에, 핸드오버 절차에서 중복되는 과정은 반복하지 않아도 된다. 따라서 시그널링 오버헤드(signaling overhead)와 핸드오버 딜레이를 줄이면서 UE 가 활성화된 소형 AP 로 연결될 수 있는 장점이 있다.

[0128] 3.5 본 발명에 따른 성능 향상

[0129] 도 12 는, AP 와 UE 를 설정한 상황에서 본 발명의 성능에 대하여 설명하기 위한 참고도이다. 도 12 와 같은 환경에서, 1 개의 매크로 셀의 범위와 같은 넓이(셀 반지름은 500m) 안에 1000 개의 소형 AP 가 균일 분포(uniform distribution)에 따라 랜덤하게 공간상에 배치되어 있다. 이 소형 AP 들에 대하여는 상술한 본 발명의 실시예들이 적용된다고 가정하였다. 각 소형 AP 의 송신 전력(transmission power)는 30dBm, 운용 전력(operation power)은 1W 로 가정하였다. 채널환경 및 파라미터는 IEEE 802.16m evaluation methodology document(EMD)를 사용하였으며, indoor small office(light wall) 시나리오를 따른다. 본 시나리오에서는 소형 셀 환경과 유사하게, 실내에서 10m 마다 존재하는 벽에 의해 경로 손실(path loss)이 증가함을 고려한다. UE 의 배치는 소형 AP 의 배치와 유사하게, 각각 10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000 개의 UE 가 매크로셀의 범위와 같은 넓이 안에 균일 분포(uniform distribution)를 따라 랜덤하게 분포한다. 모든 소형 AP 와 UE 는 co-channel environment 에서 반송파 주파수(carrier frequency)는 2GHz, 대역폭 10MHz 를 사용한다.

[0130] 본 발명의 상술한 실시예를 통하여 활성화 시킬 AP 의 집합을 정하고, 각각의 UE 들의 셀 접속(user association)을 정하였다. 그리고 활성화되어 있는 소형 AP 의 개수에 따라서 총 운용 전력(operation power)를 계산하였다. 또 UE 의 쓰루풋(단위: bits/sec/Hz)을 구하기 위해서 단위 대역폭일 때의 Shannon 공식을 사용하였다. 쓰루풋을 구할 때, UE 가 측정한 소형 AP 의 SINR 이 -20dB 이하인 소형 AP 의 신호는 쓰루풋이 0 에 근사하므로 무시하는 것으로 가정하였다. 이렇게 구해진 각 UE 쓰루풋의 합으로 네트워크 쓰루풋을 계산하였다. 본 발명의 실시예에서는 각 UE 의 개수가 다른 경우마다 다수의 반복적인 실험을 통하여 그 평균값을 구하여 도

13 과 같이 결과를 나타낼 수 있다.

- [0131] 도 13 은 Proximity ON 알고리즘을 1000 개의 소형 AP, 1000 개의 UE 경우에도 동작시킨 결과를 나타낸다. 도 13 을 참조하면, 1000 개 중에서 574 개의 소형 AP 가 활성화되고, 각 UE 의 셀 접속은 도 13 에서의 점선으로 나타나고 있다.
- [0132] 도 14 는 UE 개수에 따른 네트워크 쓰루풋 및 네트워크 파워소비의 변화를 나타낸다. 즉, 도 14 에서 나타난 바와 같이, Baseline 의 경우 모든 소형 AP 가 활성화 되어있는 경우 일정한 파워소비를 하는 동시에 UE 개수가 많아지면서 네트워크의 쓰루풋은 증가하면서 수렴하는 결과를 나타낸다. 이 Baseline 을 기준으로 Proximity ON 을 사용하면 가장 좋은 SINR 을 제공하는 소형 AP 를 켜기 때문에, UE 개수가 소형 AP 의 수보다 작은 경우는 파워소비에 있어서 baseline 보다는 적은 파워를 소비하면서 동시에 baseline 과 유사한 네트워크 쓰루풋을 보여준다. 하지만 UE 개수가 매우 많아지게 되면 baseline 과 유사하게 거의 모든 소형 AP 가 켜지게 되어 많은 파워소비를 하게 된다. UE first 1 bit, UE first N bit, AP first 1 bit, AP first N bit 은 활성화되는 소형 AP 의 숫자를 가능한 줄이는 기능을 하기 때문에 baseline, proximity ON 에 비해서 더 적은 파워를 소비하는 동시에 네트워크 쓰루풋이 baseline, proximity ON 경우 보다는 낮아지게 된다. 하지만, 긍정적으로는 UE 개수가 10000 개와 같이 매우 밀도가 높은 경우는 활성화되는 소형 AP 의 개수가 줄어들어 소형 AP 간의 간섭현상이 줄어들어서 baseline, proximity ON 과 비슷하거나 오히려 더 높은 네트워크 쓰루풋을 달성한다.
- [0133] 도 15 는 UE 개수에 따른 네트워크 에너지 효율의 변화를 나타내며, 도 15(a)는 UE 개수가 linear scale 인 경우를 나타내며, 도 15(b)는 UE 개수가 log scale 인 경우를 나타낸다.
- [0134] 네트워크의 에너지 효율은 단위 에너지(1 Joule) 당 전송 가능한 정보량(bits/Joule)로 정의된다. Bits/Joule 은 bits/sec/power 와 같은 물리량으로서 단위 송신전력당 데이터 전송속도를 의미한다. 이 정의에 따라 앞서 도시한 네트워크 쓰루풋과 네트워크 파워소비 결과를 가지고 에너지 효율을 계산하였다. 결과적으로 UE 개수가 2000 개 이상인 경우는 baseline 과 proximity ON 을 포함한 모든 경우에서 에너지 효율이 일정하게 수렴하는 것을 관찰할 수 있다. 본 DANCE 알고리즘의 에너지 효율적 측면을 관찰하기 위해서는 UE 가 1000 개 미만인 경우를 살펴볼 필요가 있다. UE 의 밀도가 소형 AP 의 밀도와 비슷하거나 낮은 경우는 baseline 과 비교했을 때, 에너지 효율이 매우 높음을 확인할 수 있다. 예를 들어 UE 가 100 개 인 경우 약 10 배의 에너지 효율을 달성할 수 있다.
- [0135] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [0136] 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNodeB(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.
- [0137] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0138] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다.
- [0139] 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0140]

본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

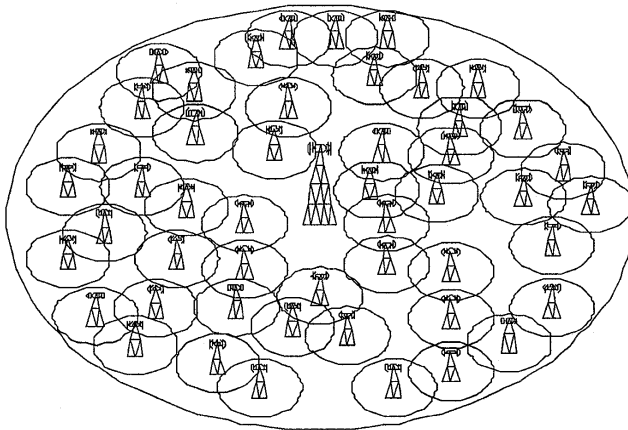
산업상 이용가능성

[0141]

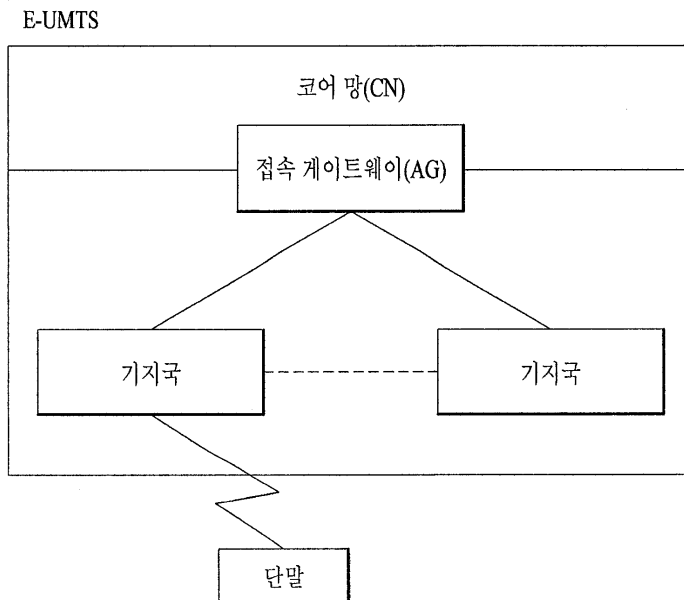
상술한 바와 같은 자기 구성 네트워크(SON)에서 에너지 효율을 증가시키는 지원 방법 및 이를 위한 장치는, 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

도면

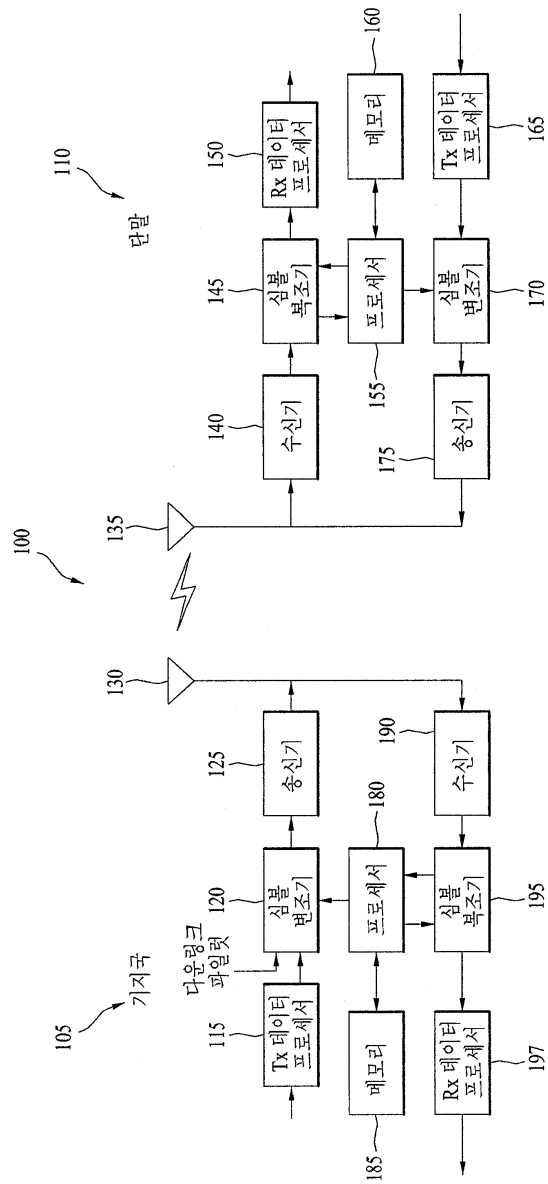
도면1



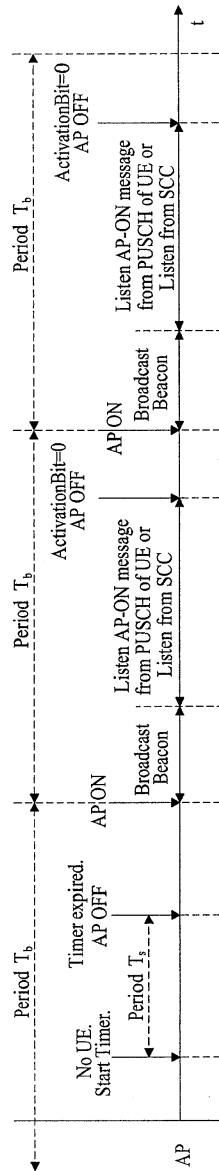
도면2



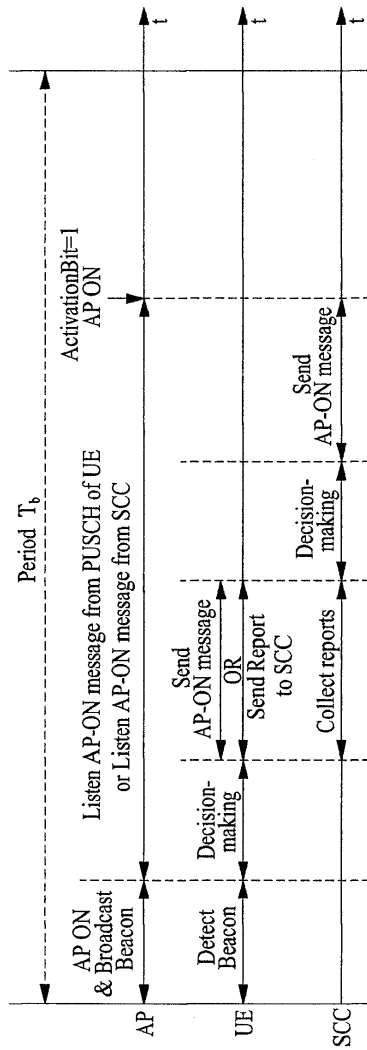
도면3



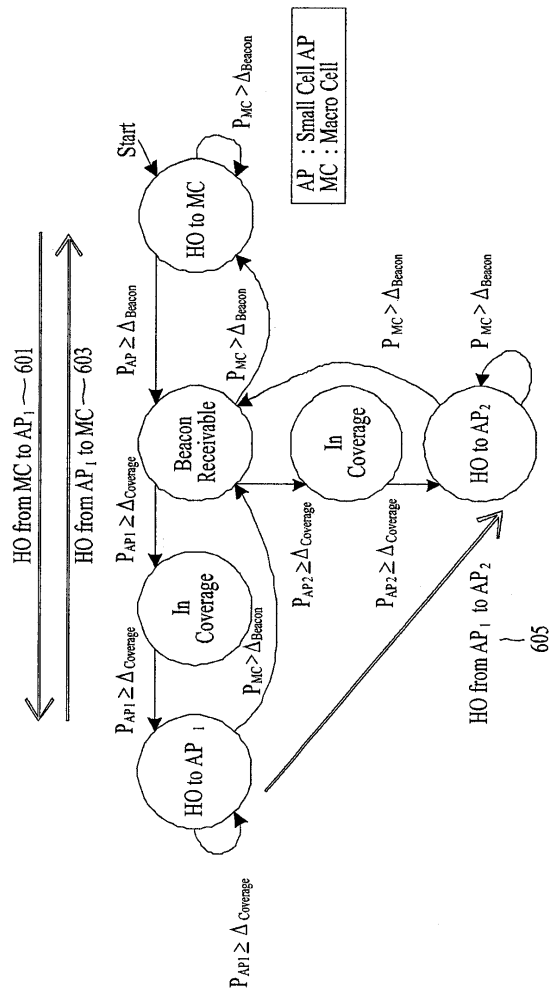
도면4



도면5



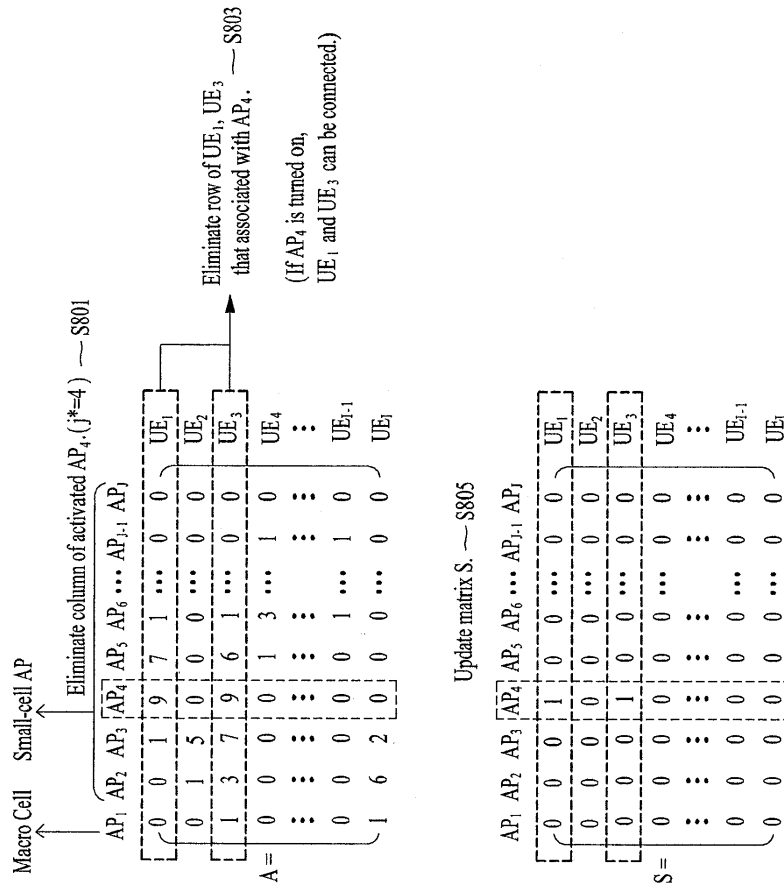
도면6



도면7

1-bit feedback	N-bit feedback
$A_{ij} = \{1, 0\}$ - Only represents the connectivity - Highly depends on the possible cell range	$A_{ij} = \{\text{throughput}\}$ Throughput can be quantized by using the adaptive modulation and coding (AMC)
$A = \begin{matrix} & AP_1 & AP_2 & AP_3 & AP_4 & AP_5 & AP_6 & \dots & AP_{i-1} & AP_i \\ \begin{matrix} UE_1 \\ UE_2 \\ UE_3 \\ UE_4 \\ \vdots \\ UE_{i-1} \\ UE_i \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$	$A = \begin{matrix} & AP_1 & AP_2 & AP_3 & AP_4 & AP_5 & AP_6 & \dots & AP_{i-1} & AP_i \\ \begin{matrix} UE_1 \\ UE_2 \\ UE_3 \\ UE_4 \\ \vdots \\ UE_{i-1} \\ UE_i \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 7 & 9 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 7 & 9 & 6 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 & \dots & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 5 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$

도면8



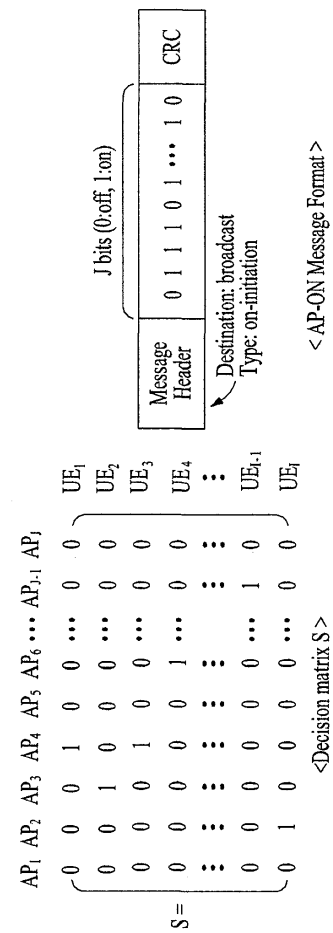
도면9

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 7 & 9 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 7 & 9 & 6 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 & \dots & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 5 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} UE_1 \\ UE_2 \\ UE_3 \\ UE_4 \\ \vdots \\ UE_{j-1} \\ UE_j \end{matrix}$$

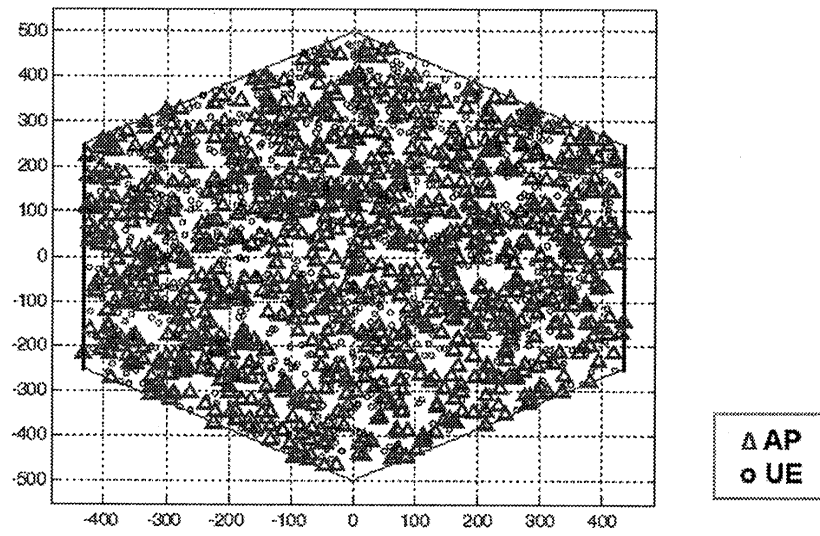
도면10

$$A = \begin{matrix} & AP_1 & AP_2 & AP_3 & AP_4 & AP_5 & AP_6 & \dots & AP_{J-1} & AP_J \\ \begin{matrix} UE_1 \\ UE_2 \\ UE_3 \\ UE_4 \\ \vdots \\ UE_{I-1} \\ UE_I \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 7 & 9 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 7 & 9 & 6 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 & \dots & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 5 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

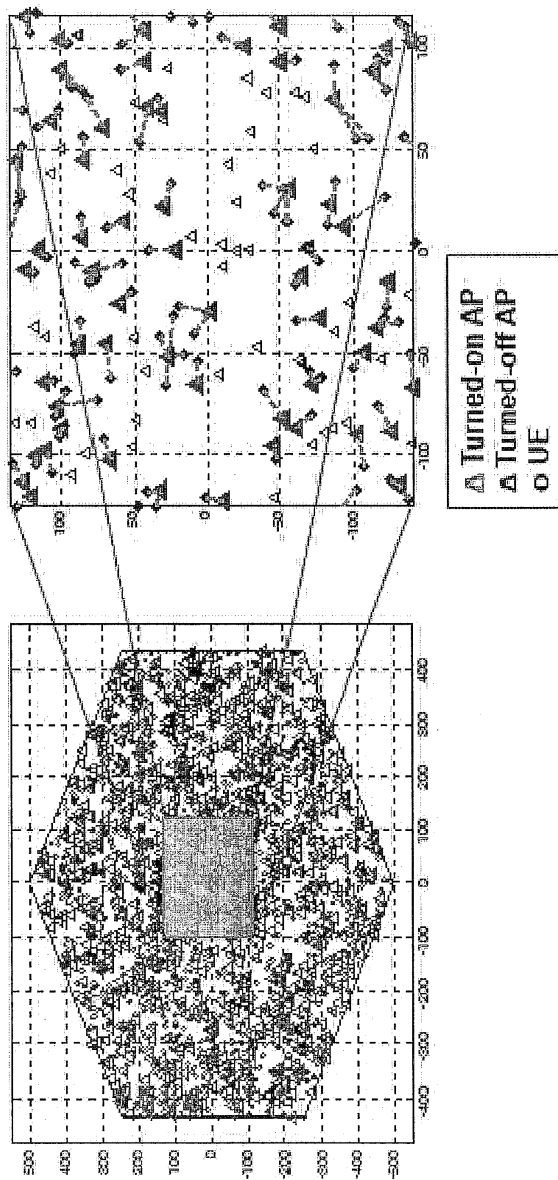
도면11



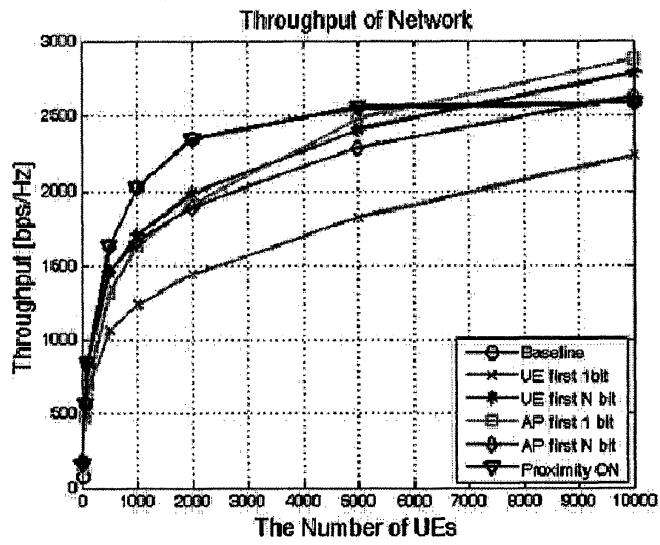
도면12



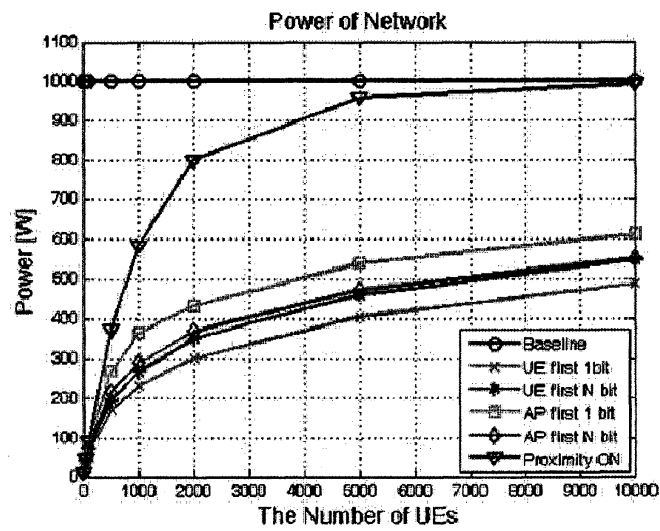
도면13



도면14

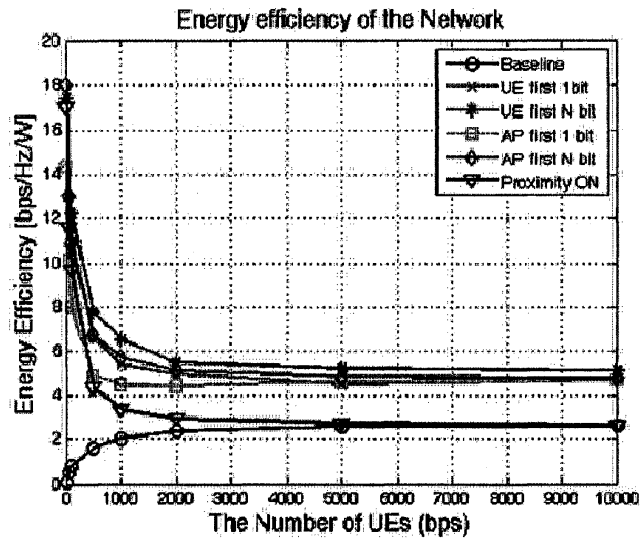


(a)

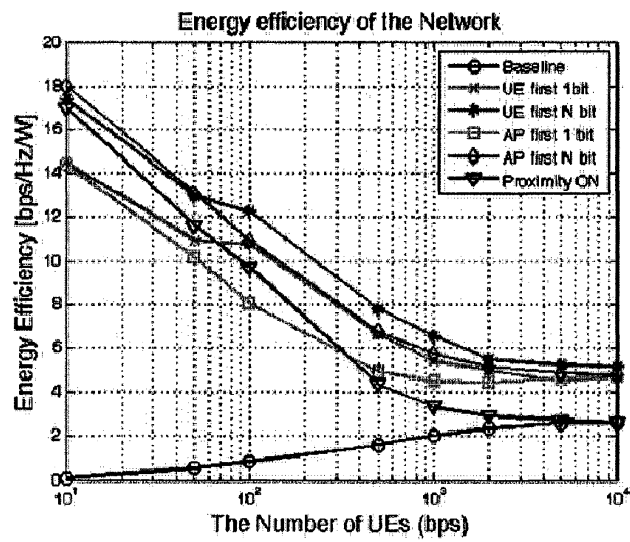


(b)

도면15



(a)



(b)