(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0106959
(43) 공개일자 2021년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 74/08 (2019.01) *H04W 28/02* (2009.01)
H04W 74/00 (2009.01) *H04W 88/08* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 74/085 (2013.01)
H04W 28/0284 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0110954(분할)
(22) 출원일자 2021년08월23일
심사청구일자 2021년08월23일
(62) 원출원 특허 10-2015-0003506
원출원일자 2015년01월09일
심사청구일자 2019년04월11일

(71) 출원인
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
류탁기
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
문성호
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

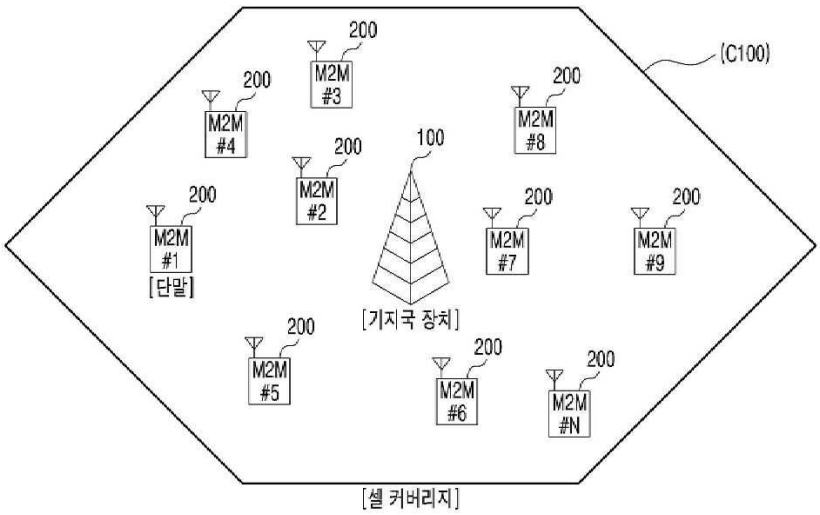
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **기지국 및 단말, 그리고 그 동작 방법**

(57) 요 약

본 발명은 기지국 및 단말, 그리고 그 동작 방법을 개시한다. 즉, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서 동시 다발적인 랜덤액세스 시도로 인해 과부하 상태가 발생하는 경우 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 함으로써, 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H04W 74/006 (2013.01)
H04W 88/08 (2013.01)
(72) 발명자
나민수
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
김영락
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
여운영
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 310동 2103호 (신천동, 파크리오)
조용희
경기도 동두천시 동두천로 149, 805동 806호 (지행동, 대방 노블랜드 8단지 아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

다수의 단말로부터 네트워크 접속을 위해 시도되는 랜덤액세스와 관련하여, 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 생성부; 및

상기 랜덤액세스정보를 상기 다수의 단말에 제공하여, 상기 다수의 단말에서 상기 네트워크로의 신규접속을 위한 랜덤액세스 시도 시 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하도록 하며, 상기 네트워크로의 신규접속 실패 시에는 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 랜덤액세스를 재시도하도록 하는 제공부를 포함하며,

상기 랜덤액세스정보는,

상기 네트워크로의 신규접속 실패에 따라 상기 네트워크의 재접속을 위해 랜덤액세스를 재시도하는 전체 단말 중 상기 네트워크의 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 이용제한정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기지국은,

상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블의 개수 중 적어도 하나를 기초로 상기 랜덤액세스정보를 생성하는데 요구되는 특정 조건이 만족되는지 여부를 판별하는 판별부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 판별부는,

상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 전환상태, 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 충돌심화상태 중 적어도 하나가 발생하는 경우에 상기 특정조건을 만족하는 것으로 판별하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 4

네트워크 접속을 위해 기지국에 시도되는 랜덤액세스와 관련하여, 상기 기지국으로부터 랜덤액세스정보를 수신하는 수신부;

상기 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하는 식별부; 및

상기 네트워크로의 신규접속을 위한 랜덤액세스 시도 시 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하며, 상기 네트워크로의 신규접속 실패 시에는 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 접속부를 포함하며,

상기 랜덤액세스정보는,

상기 네트워크로의 신규접속 실패에 따라 상기 네트워크의 재접속을 위해 랜덤액세스를 재시도하는 전체 단말 중 상기 네트워크의 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 이용제한정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 접속부는,

상기 네트워크로의 신규접속 상태인 경우, 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하며,

상기 랜덤액세스 실패로 인해 상기 네트워크로의 재접속 상태인 경우에는 상기 신규접속용 프리앰블 또는 재접속용 프리앰블을 선택적으로 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 랜덤액세스정보에는,

상기 재접속용 프리앰블의 이용을 제한하기 위한 이용제한정보가 더 포함되며,

상기 접속부는,

상기 네트워크로 재접속하는 횟수가 상기 이용제한정보에 정의된 임계 횟수 이상인 경우에만, 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 7

다수의 단말로부터 네트워크 접속을 위해 시도되는 랜덤액세스와 관련하여, 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 생성단계; 및

상기 랜덤액세스정보를 상기 다수의 단말에 제공하여, 상기 다수의 단말에서 상기 네트워크로의 신규접속을 위한 랜덤액세스 시도 시 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하도록 하며, 상기 네트워크로의 신규접속 실패 시에는 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 하는 제공단계를 포함하며,

상기 랜덤액세스정보는,

상기 네트워크로의 신규접속 실패에 따라 상기 네트워크의 재접속을 위해 랜덤액세스를 재시도하는 전체 단말 중 상기 네트워크의 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 이용제한정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국의 동작 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 방법은,

상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블의 개수 중 적어도 하나를 기초로 상기 랜덤액세스정보의 생성하는데 요구되는 특정 조건이 만족되는지 여부를 판별하는 판별단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국의 동작 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 판별단계는,

상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 전환상태, 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 충돌심화상태 중 적어도 하나가 발생하는 경우에 상기 특정조건을 만족하는 것으로 판별하는 것을 특징으로 하는 기지국의 동작 방법.

청구항 10

네트워크 접속을 위해 기지국에 시도되는 랜덤액세스와 관련하여, 상기 기지국으로부터 랜덤액세스정보가 수신되는 경우, 상기 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하는 식별단계; 및

상기 네트워크로의 신규접속을 위한 랜덤액세스 시도 시 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하며, 상기 네트워크

로의 신규접속 실패 시에는 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 접속단계를 포함하며,

상기 랜덤액세스정보는,

상기 랜덤액세스의 실패로 인해 상기 네트워크로 재접속되는 단말 전체 중 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 이용제한정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말의 동작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경과 관련하여, 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 하여 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하기 위한 방안에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 정보통신기술(ICT)을 기반으로 다양한 사물을 인터넷으로 연결하고 사람과 사물, 사물과 사물 간 정보를 교환하며 상호 소통하는 이른바 사물 인터넷(IoT, Internet of Things)에 대한 수요가 다양한 분야에 걸쳐 높아지고 있는 실정이다.

[0003] 상호 간의 연결을 통해 이득이 기대되는 모든 장치들은 유무선 네트워크를 통해 상호 연결성을 유지할 것이고, 이렇게 연결되는 장치의 수는 현재 사용하는 스마트폰이나 테블릿 등 인간이 사용하는 통신 장비의 수를 크게 넘어설 것으로 예상된다.

[0004] 위 사물 인터넷과 관련하여 유무선 네트워크를 통해 상호 연결성을 유지 연결성을 유지하는 것은 M2M(machine-to-machine) 통신이라 일컫게 되며, 더불어 위 앰투앰(M2M) 통신이 요구되는 단말 내지 장치를 앰투앰단말이라 명명할 수 있겠다.

[0005] 이러한 앰투앰단말에서는 소량의 데이터를 전송하기 때문에 네트워크와의 접속을 오랜 시간 동안 유지할 필요가 없으며, 전송할 데이터가 발생하면 랜덤액세스를 통해 네트워크에 접속하여 소량의 데이터를 전송한 후 다시 네트워크와의 접속을 끊어 전력소모를 줄이는 과정을 반복하는 특성을 갖는다.

[0006] 헌데, 앰투앰단말은 비교적 소량의 데이터를 전송하지만, 그 장치의 수가 매우 많기 때문에 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스 시도가 빈번하게 이루어짐을 예상할 수 있으며, 이를 그 수가 상대적으로 적은 H2H(human-to-human) 노드에 적합하게 운용되는 기존 상용 이동통신 시스템(예: LTE, LTE-A)에서 처리하기에는 그 한계가 예상된다.

[0007] 결국, 기존 상용 이동통신 시스템에서는 대량의 앰투앰단말들로부터 시도되는 랜덤액세스를 처리 시 과부하 상태의 발생이 우려되므로 이를 효과적으로 처리하기 위한 새로운 방안이 필요하다 할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 본 발명에서 도달하고자 하는 목적은, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서 동시 다발적인 랜덤액세스 시도로 인해 과부하 상태가 발생하는 경우 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 하여 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 관점에 따른 기지국은 다수의 단말로부터 네트워크 접속을 위해 시도되는 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별하는 판별부; 상기 과부하 상태가 발생한 것으로 판별되면 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 생성부; 및 상기 랜덤액세스정보를 상기 다수의 단

말에 제공하여, 상기 다수의 단말에서 상기 랜덤액세스를 시도하는 경우 상기 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 상기 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 선택하여 이용하도록 하는 제공부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 보다 구체적으로, 상기 과부하 상태는, 상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블의 개수 중 적어도 하나를 기초로 판별되며, 상기 판별부는, 상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 전환상태, 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 충돌심화상태 중 적어도 하나가 발생하는 경우에 상기 과부하 상태로 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 보다 구체적으로, 상기 과부하 상태는, 상기 프리앰블 전체를 이용한 상기 랜덤액세스 시도와 관련하여, 랜덤액세스 전송효율이 가장 높은 시점에 확인되는 특정 랜덤액세스 시도 수를 초과하여 상기 랜덤액세스가 시도되는 경우에 발생되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 보다 구체적으로, 상기 랜덤액세스정보에는, 상기 재접속용 프리앰블의 이용을 제한하기 위한 이용제한정보가 더 포함되며, 상기 이용제한정보는, 상기 랜덤액세스 실패로 인해 상기 네트워크로 재접속되는 단말 전체 중 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 정보인 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 관점에 따른 단말은, 네트워크 접속을 위해 기지국에 시도되는 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 판별되는 경우, 상기 기지국으로부터 랜덤액세스정보를 수신하는 수신부; 상기 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하는 식별부; 및 상기 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 상기 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 접속부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 보다 구체적으로, 상기 접속부는, 상기 네트워크로의 신규접속 상태인 경우, 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하며, 상기 랜덤액세스 실패로 인해 상기 네트워크로의 재접속 상태인 경우에는 상기 신규접속용 프리앰블 또는 재접속용 프리앰블을 선택적으로 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 보다 구체적으로, 상기 랜덤액세스정보에는, 상기 재접속용 프리앰블의 이용을 제한하기 위한 이용제한정보가 더 포함되며, 상기 접속부는, 상기 네트워크로 재접속하는 횟수가 상기 이용제한정보에 정의된 임계 횟수 이상인 경우에만, 상기 재접속용 프리앰블을 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 관점에 따른 기지국의 동작 방법은, 다수의 단말로부터 네트워크 접속을 위해 시도되는 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판별되는 경우, 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 생성단계; 및 상기 랜덤액세스정보를 상기 다수의 단말에 제공하여, 상기 다수의 단말에서 상기 랜덤액세스를 시도하는 경우 상기 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 상기 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 선택하여 이용하도록 하는 제공단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 보다 구체적으로, 상기 방법은, 상기 생성단계 이전에, 상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블의 개수 중 적어도 하나를 기초로 상기 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별하는 판별단계를 더 포함하며, 상기 판별단계는, 상기 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 전환상태, 및 상기 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 충돌심화상태 중 적어도 하나가 발생하는 경우에 상기 과부하 상태로 판별하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 보다 구체적으로, 상기 랜덤액세스정보에는, 상기 랜덤액세스 실패로 인해 상기 네트워크로의 재접속되는 단말 전체 중 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 상기 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하는 이용제한정보가 더 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 관점에 따른 단말의 동작 방법은, 네트워크 접속을 위해 기지국에 시도되는 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 판별되어 상기 기지국으로부터 랜덤액세스정보가 수신되는 경우, 상기 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하는 식별단계; 및 상기 네트워크로의 신규접속 또는 재접속

상태에 따라 상기 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하는 접속단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 이에, 본 발명의 기지국 및 단말, 그리고 그 동작 방법에 의하면, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서 동시 다발적인 랜덤액세스 시도로 인해 과부하 상태가 발생하는 경우 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 함으로써, 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템 환경을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 RA 슬롯의 반복 주기를 설명하기 위한 도며.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템에서의 랜덤액세스 과정을 설명하기 위한 도면.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 M2M 트래픽의 발생 패턴 및 그에 따른 충돌 횟수를 설명하기 위한 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 개략적인 구성도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 수에 따른 전송효율을 설명하기 위한 도면.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 수에 따른 프리앰블 평균 충돌 수를 설명하기 위한 도면.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 개략적인 구성도.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 선택 이용한 경우에 발생되는 M2M 트래픽에 의한 충돌 횟수를 가시화한 도면.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국에서의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말에서의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템 환경을 도시한 도면이다.

[0024] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 이동통신 시스템 환경에는, 랜덤액세스를 처리하는 기지국(100) 및 기지국(100)의 셀 커버리지(100C) 내에 위치하여 네트워크 접속을 위해 기지국(200)에 랜덤액세스를 시도하는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)이 포함될 수 있다.

[0025] 기지국(100)은 이동통신 시스템에서 셀 커버리지(100C)에 위치한 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)로부터 시도되는 랜덤액세스를 처리하기 위한 장치를 일컫는 것으로서, 예컨대, e-NodeB 또는 NodeB가 이에 해당될 수 있다.

[0026] 이와 관련하여, 위 이동통신 시스템은 예컨대, LTE(Long Term Evolution), 및 LTE-A(Long Term Evolution-Advance) 등이 해당될 수 있으며, 이에 제한되는 것이 아닌 랜덤액세스를 처리할 수 있는 상용 이동통신 시스템은 모두 해당될 수 있다.

[0027] 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)은, 사물 인터넷(IoT, Internet of Things)과 관련하여 M2M(machine-to-machine) 통신이 이루어지는 장치를 일컫는 것으로서, 예컨대, 앞서 종래 기술에서 언급한 앰투앰(M2M)단말이 이에 해당될 수 있으며, 이에 제한되는 것이 아닌, 랜덤액세스 시도가 이루어지는 장치는 모두 해당될 수 있다.

[0028] 여기서, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 이루어지는 랜덤액세스 시도의 경우 네트워크 접속이 요구되는 경우에 이루어질 수 있는데, 이처럼 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 네트워크 접속이 요구되는 경우는 다음과 같을 수 있다.

[0029] 예를 들어, 네트워크와의 초기 접속을 시도할 경우, 데이터를 송수신할 필요가 있으나 네트워크와 동기가 맞지 않을 경우, 새로운 데이터를 송신할 필요가 있으나 상향링크 제어채널을 사용할 수 없을 경우, 기지국 간 핸드

오버(handover)를 진행할 경우, 및 무선링크가 끊어지고 연결을 재설정할 경우가 위 네트워크 접속이 요구되는 대표적인 경우라 할 수 있다.

[0030] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, M2M 통신이 이루어지는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 시도되는 랜덤액세스를 처리하는 이동통신 시스템 환경을 전제로 하고 있다.

[0031] 일반적으로 이동통신 시스템은, 음성 전화, 영상 전화, 온라인 게임, SNS, 웹 접속 등 기존의 H2H(human-to-human) 통신에 최적화된 동작을 유지하게 된다.

[0032] 위 H2H 통신의 특성은 이동성, 서비스의 품질(QoS, quality of service), 데이터 전송속도 등에 큰 영향을 받는 반면, M2M 통신은 적용 환경과 용도에 따라 매우 다양한 특성을 가질 수 있다.

[0033] 특히, M2M 통신의 대표적인 특징으로는 매우 높은 단말 밀도, 작은 데이터 크기, 낮은 단말당 트래픽 양, 제한적인 이동성, 비주기적인 데이터 전송, 단말의 발신 위주 통신, 및 낮은 전력소모 등을 그 예로 들 수 있겠다.

[0034] 이에, 위 M2M 통신이 이루어지는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서는 소량의 데이터를 전송하기 때문에 네트워크와의 연결성을 지속적으로 유지할 필요가 없으며, 또한 전송할 데이터가 발생하면 랜덤액세스를 통해 네트워크에 접속을 통해 소량의 데이터를 전송한 후 다시 네트워크와의 접속을 해제하여 전력소모를 줄이는 과정을 반복하게 된다.

[0035] 헌데, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서는 앞서 언급한 바와 같이 비교적 소량의 데이터를 전송하지만, H2H 노드에 비해 장치의 수가 매우 많기 때문에 접속 시도가 빈번하게 이루어지게 된다.

[0036] 이러한 특성 때문에, M2M 통신에는 현재 상용 이동통신 시스템에서 사용하는 랜덤액세스 방식이 적합하지 않을 수 있으며, 그 이유는 다음과 같이 설명될 수 있다.

[0037] 일반적으로 이동통신 시스템에서 사용되고 있는 랜덤액세스 무선 자원은 시간상에서 주기적으로 할당되는 랜덤액세스 기회인 RA 슬롯(random access slot)과, 서로 직교하는 최대 64개의 프리앰블로 구성된다.

[0038] 여기서, 프리앰블은 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N) 각각에서 전송하는 디지털 시그니처(Digital Signature)의 역할을 한다.

[0039] 특정 RA 슬롯에서 랜덤액세스를 시도하는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서는 가용한 프리앰블 중 하나를 임의로 선택하고, 선택한 프리앰블을 기지국(200)에 전송하게 되는데, 여기서 둘 이상의 단말이 동일한 프리앰블을 이용하게 된다면, 프리앰블 간 충돌이 발생하여 랜덤액세스는 실패하게 된다.

[0040] 더욱이, 프리앰블 간 충돌에 의해 랜덤액세스에 실패한 단말들은 잠시 대기한 후 네트워크로의 재접속을 위해 랜덤액세스를 재시도하게 되는데, 이 과정에서 재접속을 시도하는 단말과 새롭게 랜덤액세스를 시도하는 단말이 공용자원을 서로 경쟁하게 되면서 랜덤액세스 전송효율이 더욱 낮아지는 결과를 초래할 수 있다.

[0041] 위에서 언급한 이동통신 시스템에서 제공하는 무선 자원과, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 이루어지는 랜덤액세스 과정을 좀더 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0042] 먼저, 이동통신 시스템에서 제공하는 무선 자원을 설명하면 다음과 같다.

[0043] 이동통신 시스템에서는 랜덤액세스 과정을 지원할 수 있도록 별도의 물리채널인 PRACH(physical random access channel)을 제공하게 되며, 이 PRACH는 RA 슬롯(random access slot) 이라고 불리는 시간-주파수 자원으로 구성되고, 각 RA 슬롯은 시간상 주기적으로 반복된다.

[0044] 시간 영역에서 각 RA 슬롯은 네트워크에서 결정한 접속 패턴에 따라 다양한 설정이 가능하며, 주파수 영역에서는 각 RA 슬롯이 예컨대, 1.08 MHz를 차지할 수 있는데, 예컨대, 이동통신 시스템이 LTE/LTE-A인 경우, 기본 자원인 RB(resource block, 180 kHz) 관점에서 6개의 RB에 해당할 수 있다.

[0045] 이에, 기지국(200)은 RA 슬롯의 반복 주기를 PRACH configuration index라는 시스템정보를 통해 셀 커버리지(100C) 내의 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에게 브로드캐스팅하게 된다.

[0046] 이 반복 주기는 최소 2개의 프레임(frame, 10 ms)에 해당하는 20ms마다 1개의 RA 슬롯을 제공할 수 있고, 최대 1개의 서브프레임(subframe, 1ms)인 1 ms마다 1개의 RA 슬롯을 제공할 수 있다.

[0047] 예를 들어, 도 2에 도시한 바와 같이, 매 프레임마다 2개씩, 즉 5ms마다 1개씩의 RA 슬롯을 제공하는 설정을 이용하고 있는 것이 RA 슬롯의 반복 주기의 일반적인 경우라 할 수 있다.

[0048] 그리고, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)들이 무선 자원을 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 과정을 살펴보면 다음과 같다.

[0049] 참고로, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 이루어지는 랜덤액세스 과정은 동일하므로, 특정 단말(200; #1)에서 이루어지는 랜덤액세스 과정을 기준으로 설명하기로 한다.

[0050] 도 3을 참조하면, 특정 단말(200; #1)에서 이루어지는 랜덤액세스 과정은, 크게 제1메시지(Msg1) 전송 과정, 제2메시지(Msg2) 수신 과정, 및 제3메시지(Msg3) 전송 과정, 그리고 제4메시지(Msg4) 수신 과정으로 구분될 수 있는데, 각 과정에서 이루어지는 기지국(100)과 특정 단말(200; #1)의 세부 동작은 다음과 같다.

[0051] 우선 제1메시지(Msg1) 전송 과정과 관련하여, 특정 단말(200; #1)은 정기적으로 랜덤액세스에 이용할 수 있는 프리앰블 정보를 기지국(100)이 보내는 시스템정보(system information)로 수신하게 된다.

[0052] 예를 들어, LTE/LTE-A에서는 매 160ms 마다 전송되는 SIB-2(system information block #2)를 통해 관련 정보를 수신할 수 있다.

[0053] 이에, 특정 단말(200; #1)은 랜덤액세스 시도를 결정하였다면 시스템정보로부터 자신이 이용할 수 있는 RA 슬롯을 파악하고, 해당 위치에서 임의로 선택한 프리앰블을 제1메시지(Msg1)로서 전송하게 된다.

[0054] 이때, 특정 단말(200; #1) 이외에, 예컨대, 타 단말(200; #4)에서 동일한 프리앰블을 기지국(100)에 전송하였다면, 두 단말 간에는 랜덤액세스 충돌 현상이 발생할 수 있음을 예상할 수 있다.

[0055] 한편, 특정 단말(200; #1)은 사전에 정의된 시간 내에 기지국(100)으로부터 자신이 전송한 프리앰블에 대한 식별정보가 포함된 응답 메시지인 제2메시지(Msg2)가 수신되지 않는 경우, 랜덤액세스가 실패한 것으로 간주하게 된다.

[0056] 다음, 제2메시지(Msg2) 수신 과정과 관련하여, 기지국(100)은 성공적으로 특정 단말(200; #1)이 전송한 프리앰블이 수신되면, 하향링크 물리채널을 통해 RAR(random access response)를 제2메시지(Msg2)로서 특정 단말(200; #1)에 전송하게 된다.

[0057] 여기서, 제2메시지(Msg2)에는, 다양한 정보가 포함될 수 있는데, 대표적으로는 특정 단말(200; #1)이 전송한 프리앰블의 식별정보(ID, identifier), 상향링크 동기화를 위한 시간 동기화 정보, 제3메시지(Msg3)의 전송을 위한 상향링크 자원할당 정보, 특정 단말(200; #1)의 임시 식별정보(TC-RNTI, temporary cell-radio network temporary identity), 및 랜덤액세스 충돌시 재전송을 위한 백오프 시간(BI, backoff indicator) 등을 그 예로 들 수 있다.

[0058] 이에, 특정 단말(200; #1)에서는 기지국(100)으로부터 전송되는 제2메시지(Msg2)를 수신되면, 제2메시지(Msg2)에 자신이 전송한 프리앰블 식별정보가 있는지 여부를 확인하고, 해당 식별정보가 포함되어 있는 것으로 확인되면, 제3메시지(Msg3) 전송 과정을 추가 진행하게 된다.

[0059] 만약 자신이 전송한 프리앰블 식별정보가 제2메시지(Msg2)에 포함되어 있지 않은 경우, 랜덤액세스 실패로 간주하고 상기 백오프 시간 내에서 임의의 난수를 발생시켜 난수에 해당하는 시간만큼 기다린 후, 제1메시지(Msg1)를 재전송하는 절차를 밟게 된다.

[0060] 한편, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)이 동일한 RA 슬롯에서 동일한 프리앰블을 이용한다면 충돌이 발생하게 되지만, 기지국(100)과 비슷한 거리에 위치에서 프리앰블을 전송한 경우라면, 예외적으로 기지국(100) 입장에서는 이를 하나의 단일 신호로 수신하게 되어 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 동일한 프리앰블을 이용하였음을 확인할 수 없게 된다.

[0061] 이 경우, 기지국(100)에서는 프리앰블 간 충돌이 감지되지 않기 때문에 해당 프리앰블에 대한 응답 메시지인 제2메시지(Msg2)를 전송하게 되는 문제가 발생하게 되는데, 이 문제는 아래에 설명될 제3메시지(Msg3) 전송 과정을 통해 해결될 수 있다.

[0062] 다음, 제3메시지(Msg3) 전송 과정과 관련하여, 특정 단말(200; #1)이 자신이 전송한 프리앰블의 식별정보가 포함된 응답 메시지인 제2메시지(Msg2)를 기지국(100)으로부터 수신하게 되면, 특정 단말(200; #1)은 자신의 식별정보를 포함한 제3메시지(Msg3)를 전송하게 된다.

[0063] 여기서, 제3메시지(Msg3)에 포함되는 식별정보로는, 예컨대, 단말(200; #1)의 무선접속망 수준의 식별정보(C-RNTI, cell-radio network temporary identifier) 또는 핵심망(core network) 수준의 식별정보가 포함될 수 있

다.

[0064] 예를 들어, 특정 단말(200; #1)이 기존 네트워크와의 접속이 있었다면 기존에 사용하던 C-RNTI가 식별정보로서 사용되고, 연결이 없는 유휴모드(idle mode)였다면 핵심망 수준의 식별정보가 사용될 수 있다.

[0065] 한편, 앞서 언급한 바와 같이, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)이 기지국(100)과 비슷한 거리에 위치에서 동일한 프리앰블을 전송하여, 기지국(100)이 프리앰블 충돌을 발견하지 못한 경우, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)이 동일한 상향링크 자원을 이용하여 제3메시지(Msg3)를 전송할 수 있고 이에 따라 추가적인 충돌이 발생할 수 있다.

[0066] 이에, 기지국(100)은 정상적으로 제3메시지(Msg3)를 수신하지 못하였으므로, 이에 대한 수신 응답 신호인 제4메시지(Msg4)를 전송하지 않게 되며, 이에 제4메시지를 수신하지 못한 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서는 사전에 정의된 횟수만큼 제3메시지(Msg3)를 재전송하게 된다.

[0067] 이때, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)은 제3메시지의 재전송 횟수가 최대 재전송 횟수를 넘는 경우, 랜덤액세스를 실패로 간주하고 제1메시지(Msg1)의 전송을 재 시작하게 된다.

[0068] 마지막으로 제4메시지(Msg4) 수신 과정과 관련하여 기지국(100)은 제3메시지(Msg3)에 대한 응답으로서 제4메시지(Msg4)를 특정 단말(200; #1)에게 전송하게 되는데, 이를 수신한 특정 단말(200; #1)은 제3메시지(Msg3)를 통해 전송한 식별정보와, 제4메시지(Msg4)에 포함된 식별정보를 비교하게 된다.

[0069] 이때, 특정 단말(200; #1)은 자신이 전송한 식별번호와 제4메시지에 포함된 식별정보의 비교 결과 서로 일치하는 경우, 랜덤액세스는 성공된 것으로 간주될 수 있다.

[0070] 만약, 자신이 전송한 식별번호와 제4메시지에 포함된 식별정보의 비교 결과 서로 일치하지 않는 경우, 특정 단말(200; #1)은 랜덤액세스에 실패했다고 판단하여 제1메시지(Msg1)의 전송을 다시 시작하게 된다.

[0071] 여기서, 특정 단말(200; #1)은 자신이 시도한 랜덤액세스 시도 횟수를 누적 저장하고 있으며, 누적 저장된 랜덤액세스 시도 횟수(네트워크 재접속 회수)가 임계값을 넘게 되는 경우에는 랜덤액세스에 최종적으로 실패했다고 간주하고 추가적인 동작을 위해 상위 계층으로 이를 보고하게 된다.

[0072] 이상의 설명과 같이 랜덤액세스를 시도하는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서는 가용한 프리앰블 중 하나를 임의로 선택하여 선택한 프리앰블을 기지국(200)에 전송하게 된다.

[0073] 이에, 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에서 서로 동일한 프리앰블을 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 경우가 발생한다면, 프리앰블 간의 충돌로 인해 랜덤액세스가 실패하는 결과가 초래될 수 있음을 알 수 있다.

[0074] 더욱이, 충돌에 의해 랜덤액세스에 실패한 단말들은 일정 대기시간 후 네트워크로의 재접속을 위해 랜덤액세스를 재시도하게 되는데, 이로 인해 재접속을 시도하는 단말과 신규로 랜덤액세스를 시도하는 단말이 공용자원을 서로 경쟁하게 되면서 랜덤액세스 전송효율이 더욱 낮아지는 현상이 가속될 수 있음이 자명하게 예상된다.

[0075] 위 현상 들은 M2M 트래픽의 발생 패턴의 예를 도시하고 있는 도 4 및, M2M 트래픽에 의한 충돌 횟수의 관찰 예를 도시하고 있는 도 5를 통해 가시화될 수 있다.

[0076] 도 4에서는 M2M 트래픽의 발생 패턴 모델링에 주로 활용되는 베타 분포(beta distribution)를 이용한 3 만개의 단말의 M2M 트래픽 발생 패턴이 도시되고 있다.

[0077] 여기서, 각 단말은 10초 동안 1회씩 랜덤액세스(RA attempts)를 시도하며, 한 프레임(10 ms)당 2회의 RA 슬롯을 제공하는 PRACH configuration index 6를 기준으로 각 RA 슬롯에서 랜덤액세스를 시도하는 횟수를 보여준다.

[0078] 예컨대, 54개의 가용한 프리앰블을 고려했을 때, 도 4에서는 대부분 이보다 적은 수의 랜덤액세스가 시도되고 있음을 알 수 있다.

[0079] 그러나, 가용 프리앰블보다 적은 수의 랜덤액세스가 모두 성공하는 것은 아니며, 이와 같은 방식에서는 전송효율이 예컨대, 최대 36%를 넘지 못하게 되는 것이 일반적이다.

[0080] 따라서, 랜덤액세스 시도가 많은 경우 대부분의 랜덤액세스가 실패할 가능성이 높아지게 되고, 실패한 랜덤액세스는 이후 신규 랜덤액세스와 무선자원을 공유하며 서로 무선 자원(프리앰블)을 경쟁하게 되는데, 이는 랜덤액세스의 실패 가능성을 심화시키는 결과를 초래할 수 있다.

[0081] 도 5에서는 도 4에서와 동일한 환경을 가정하고, 랜덤액세스 과정에서 충돌하는 프리앰블의 수(collisions)가

도시되고 있으며, 추가적으로 각 단말은 최대 10회까지 랜덤액세스를 시도할 수 있음을 전제로 하고 있다.

[0082] 도 5에 도시된 바와 같이, 랜덤액세스 시도가 많아지는 경우 충돌 횟수는 급격히 증가하게 되는데, 앞서 총 54개의 프리앰블을 가정했으므로, 약 3초부터 6초 사이에는 거의 모든 접속 시도가 실패하고 있음을 알 수 있다.

[0083] 앞선 도 4의 설명에 따르면 신규접속을 위한 랜덤액세스의 시도 수가 가용한 프리앰블보다 작지만 각 단말이 임의로 선택하는 프리앰블이 다른 단말과 동일할 수 있기 때문에 충돌이 발생할 수 있고, 이러한 충돌에 의한 재전송은 다시 신규 접속과 자원을 경쟁함에 따라 충돌 현상이 심각해짐을 예상할 수 있다.

[0084] 결국, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서, 랜덤액세스 시도 수가 증가하게 되며, 네트워크로 신규 접속되는 단말과, 랜덤액세스 실패에 따라 네트워크로 재접속을 위한 단말이 랜덤액세스에 이용되는 자원(프리앰블)을 서로 공유함에 따라 발생하는 과도한 충돌 문제를 경감할 수 있는 새로운 방안이 요구된다 할 것이다.

[0085] 이에 본 발명의 일 실시예에서는, 랜덤액세스에 이용되는 무선 자원인 프리앰블이 공유됨에 따라 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하기 위한 방안을 제안하고자 하며, 이하에서는 이를 실현하기 위한 기지국(100) 및 단말(200)에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0086] 우선, 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)의 구성을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0087] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)은 과부하 상태를 판별하는 판별부(110), 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블을 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 생성부(120), 및 생성된 랜덤액세스정보를 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)에 제공하는 제공부(130)를 포함하는 구성을 가질 수 있다.

[0088] 참고로, 이상 언급한 판별부(110), 생성부(120), 및 제공부(130)를 포함하는 기지국(100)의 구성 전체 내지는 적어도 일부는, 소프트웨어 모듈 형태 또는 하드웨어 모듈 형태로 구현되거나, 소프트웨어 모듈과 하드웨어 모듈이 조합된 형태로 구현될 수 있다.

[0089] 결국, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)은 위 구성들을 통해서 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)의 네트워크로 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용할 수 있도록 지원함으로써, 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하게 된다.

[0090] 이하에서는, 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하기 위한 기지국(100) 내 각 구성에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0091] 판별부(110)는 다수의 단말(200; #1,#2,..,#N)로부터의 랜덤액세스 시도와 관련하여 과부하 상태를 판별하는 기능을 수행한다.

[0092] 보다 구체적으로, 판별부(110)는 셀 커버리지(100C) 내에서 이루어지는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)의 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스 시도와 관련하여 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별하게 된다.

[0093] 한편, 위 판별부(110)에서 이루어지는 과부하 상태의 판별에 앞서, 제공부(130)는 최초 셀 커버리지(100C) 내에 시스템정보를 브로드캐스팅함으로써, 시스템정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들로 하여금 가용한 프리앰블(통합 프리앰블)을 모두 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 하게 된다.

[0094] 위 브로드캐스팅되는 시스템정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들은 신규접속 또는 재접속 상태에 상관없이, 가용한 프리앰블 전체 중 임의의 프리앰블을 선택 이용함으로써 기존과 동일한 절차에 따라 랜덤액세스를 시도하게 된다.

[0095] 이처럼, 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 신규접속 또는 재접속 상태에 상관없이, 가용한 프리앰블 전체 중 임의의 프리앰블을 선택 이용하도록 하는 것은 기존의 이동통신 시스템 환경에서 부하 수준이 낮은 경우에는 가용한 프리앰블을 모두 사용할 때 프리앰블 간 충돌확률을 낮출 수 있기 때문이다.

[0096] 판별부(110)는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 가용한 프리앰블 전체를 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 기존과 동일한 이동통신 시스템 환경에서, 랜덤액세스 시도와 관련하여 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별하게 된다.

[0097] 이때, 판별부(110)는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 이루어지는 프리앰블 전체를 이용한 상기 랜덤액세스 시도와 관련하여 전환상태 및 충돌심화상태 중 적어도 하나의 상태가 관찰된다면, 랜덤액세스와 관련하여 과

부하 상태가 발생한 것으로 판별할 수 있다.

[0098] 여기서, 전환상태는 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 상태를 말하며, 그리고 충돌심화상태는 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 상태를 말하게 된다.

[0099] 결국, 전환상태와 충돌심화상태는 랜덤액세스 전송효율이 가장 높은 시점에 확인되는 최적의 랜덤액세스 시도 수를 초과하여 랜덤액세스가 시도되는 경우에 발현되는 현상들을 말하게 되는데, 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0100] 위 전환상태와 충돌심화상태는 예컨대, 아래 [수식 1] 내지 [수식 4]와 같이 랜덤액세스 과정을 통해 전송효율(E[S],랜덤액세스 평균 성공 수)과, 프리앰블 평균 충돌 수(E[C])를 산출하는 방식을 통해 정의될 수 있다.

[0101] [수식 1]

[0102] $$E[S]=n\left(1-\frac{1}{M}\right)^{n-1}$$

[0103] [수식 2]

[0104] $$E[C]=M\left(1-\left(1-\frac{1}{M}\right)^{n}-\frac{n}{M}\left(1-\frac{1}{M}\right)^{n-1}\right)$$

[0105] 여기서, n은 동시에 이루어지는 랜덤액세스 시도 수를 말하며, M은 프리앰블 수를 말한다.

[0106] 위 [수식 1] 및 [수식 2]를 통해 최대 전송효율을 달성할 수 있는 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)는 예컨대, 아래 [수식 3]과 같이 구할 수 있다.

[0107] [수식 3]

[0108] $$n_{opt}=\left(\log\frac{M}{M-1}\right)^{-1}$$

[0109] 이로써, 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)에서 기대할 수 있는 최대 전송효율(SMAX)는 예컨대, 아래 [수식 4]를 통해 계산될 수 있다.

[0110] [수식 4]

[0111] $$S_{MAX}=\left(\log\frac{M}{M-1}\right)^{-1}\left(1-\frac{1}{M}\right)^{\left(\log\frac{M}{M-1}\right)^{-1}-1}$$

[0113] 결국, 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 상태인 전환상태의 경우, 전송효율로부터 설명될 수 있으며, 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 상태인 충돌심화상태는 프리앰블 평균 충돌 수(E[C])로부터 설명될 수 있다.

[0114] 우선, 프리앰블 수(M)에 따른 전송효율에 대해 도시하고 있는 도 7을 참조하여 위 전환상태에 대해 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0115] 도 7에 도시된 바와 같이, 랜덤액세스 시도 수(number of access request)가 증가할수록 전송효율(E[S], number of successful access)은 점차 커지다가 감소하는 특성을 보이는데 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)에서 최대값 즉, 랜덤액세스 전송효율이 가장 높다는 것을 알 수 있다.

[0116] 이와 관련하여, 과부하 상태는, 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)를 훨씬 넘어서는 단말이 동시에 랜덤액세스를 시도하는 상황이라고 볼 수 있으므로, 랜덤액세스 전송효율이 증가 추세에서 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)를 기점으로 감소 추세로 전환되는 상태인 전환상태를 과부하 상태로서 판별할 수 있는 것이다.

[0117] 예를 들어, 54개의 프리앰블을 기준으로 랜덤액세스 전송효율은 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)에서 약 20에 이르고, 이어서 랜덤액세스 시도 수가 증가할수록 점차 전송효율이 낮아지고 있다.

[0118] 따라서, 랜덤액세스에 성공한 평균 단말의 개수가 커지다가 작아지는 전환상태가 관찰된다면 이를 과부하 상태로 판별할 수 있다.

[0119] 여기서, 전환상태를 이용한 과부하 상태 판단 기준에 적용되는 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)일 때의 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수와, 하향 추세에서 전환상태로의 판단 기준이 되는 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수는 위 예에 제한되는 것이 아닌, 설정에 따라 다양한 범위로 결정될 수 있음은 물론이다.

[0120] 다음, 프리앰블 수(M)에 따른 프리앰블 평균 충돌 수(E[C])에 대해 도시하고 있는 도 8을 참조하여 위 충돌심화상태에 대해 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0121] 도 8에 도시된 바와 같이, 프리앰블 평균 충돌 수(E[C], number of collisions)는 동시에 시도되는 랜덤액세스(number of access requests)가 증가할수록 커지게 됨을 알 수 있으며, 위 충돌심화상태는 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt)를 넘어서는 임의의 값으로 정의될 수 있다.

[0122] 예를 들어, 54개 프리앰블을 기준으로 가정하면, 최적의 랜덤액세스 시도 수(nopt) = 53.5에 해당하고 이때의 프리앰블 평균 충돌 수(E[C]) = 14에 해당함을 알 수 있다.

[0123] 따라서 이보다 높은 수준인 프리앰블 평균 충돌 수(E[C])=20 정도를 기준으로 충돌심화상태를 정의하여, 정의된 기준을 넘어서는 프리앰블 평균 충돌 수(E[C])가 관찰되는 경우, 충돌심화상태가 발현된 것으로 이는 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판단될 수 있는 것이다.

[0124] 결국, 판별부(110)는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 이루어지는 프리앰블 전체를 이용한 상기 랜덤액세스 시도와 관련하여, 랜덤액세스 전송효율이 가장 높은 시점에 확인되는 최적의 랜덤액세스 시도 수를 초과하여 랜덤액세스가 시도되는 경우에 발현되는 현상인 전환상태 및 충돌심화상태 중 어느 하나가 관찰되는 경우, 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판별할 수 있는 것이다.

[0125] 생성부(120)는 프리앰블을 용도에 따라 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하는 기능을 수행한다.

[0126] 보다 구체적으로, 생성부(120)는 앞서 판별부(110)에서 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판별되면, 결정된 분할비율에 따라 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성하게 된다.

[0127] 이처럼, 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하는 것은, 네트워크에 신규접속을 위해 랜덤액세스를 최초 시도하는 단말과, 랜덤액세스 실패에 따라 네트워크에 재접속하기 위해 랜덤액세스를 재시도하는 단말이 동일한 프리앰블을 경쟁하여 이용하지 않도록 하기 위함이다.

[0128] 결국, 네트워크에 신규접속을 위해 랜덤액세스를 최초 시도하거나 랜덤액세스 실패로 인해 재접속하는 횟수가 임계 횟수보다 작은 단말은 위 신규접속용 프리앰블을 이용하게 되는 반면, 랜덤액세스 실패에 따라 네트워크에 재접속하기 위해 랜덤액세스를 재시도하는 횟수가 임계값 이상인 단말은 재접속용 프리앰블을 이용하게 됨에 따라, 각자 고유한 자원에 독립적으로 접근할 수 있어 상호 경쟁이 줄어드는 효과를 기대할 수 있는 것이다.

[0129] 여기서, 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 분한비율은, 시스템의 동작 환경에 따라 운용자가 다양하게 결정할 수 있는 데, 예컨대, 과부하 상태에서 동작한다면 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 50:50으로 분리하여 운용하는 것보다는 비대칭으로 할당할 때 성능 개선의 효과가 뚜렷하다 할 것이다.

[0130] 예를 들어, 신규접속용 프리앰블의 비율을 재접속용 프리앰블의 비율보다 크게 설정하는 경우, 랜덤액세스를 재시도하는 횟수가 임계 횟수 이상인 단말들이 적은 수의 재접속용 프리앰블을 이용하게 되어 재접속 랜덤액세스의 성공률은 낮아질 것으로 예상되는 반면, 과부하 상태에서는 재접속되는 단말들에 의해 과부하 상태가 심화되므로 신규접속용 프리앰블을 이용하는 단말들이 프리앰블을 배타적으로 사용하여 단말들 사이의 경쟁 수준을 낮출 수 있는 것이다.

[0131] 만약, 재접속용 프리앰블의 비율을 신규접속용 프리앰블의 비율보다 크게 설정하는 경우에는, 신규접속 또는 재접속하는 횟수가 임계값 미만인 랜덤액세스 시도들은 대부분 실패하겠지만, 임계 횟수 이상의 재전송 랜덤액세스의 재전송 과정이 많은 수의 재접속용 플리앰블에서 분산되어 전반적인 충돌 확률을 감소시킬 수 있는 효과를

기대할 수 있다.

[0132] 한편, 시스템이 과부하 상태에 있다고 하더라도 신규접속에 실패한 즉시 재접속용 프리앰블을 이용하도록 전환되지 않도록 해야 하는데, 이는 재접속용 프리앰블에 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)이 과도하게 몰리는 현상을 방지하기 위함이다.

[0133] 이를 위해, 생성부(120)는 프리앰블을 분할하기 위해 랜덤액세스정보를 생성함에 있어서, 위 재접속용 프리앰블의 이용을 제한하기 위한 이용제한정보를 랜덤액세스정보에 포함시키게 된다.

[0134] 위 이용제한정보는, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크에 재접속하는 단말 중 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 위 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하기 위한 제한정보를 일컫는다.

[0135] 여기서, 재접속용 프리앰블 이용에 제한되는 위 재접속 횟수와 관련하여 정의되는 임계 횟수는 예컨대, 시뮬레이션을 통한 성능평가 결과, 랜덤액세스 과정에서 충돌 없이 전송한 프리앰블의 수신 성공률, 제3메시지(Msg3)와 제4메시지(Msg4)의 성공률을 통해 확인되는 채널의 상태를 고려한 운용자의 고유한 기준에 따라 다양하게 정의될 수 있으며, 별도의 제한은 따르지 않는다.

[0136] 제공부(130)는 랜덤액세스정보를 제공하는 기능을 수행한다.

[0137] 보다 구체적으로, 제공부(130)는 프리앰블을 분할하기 위한 랜덤액세스정보가 생성되는 경우, 생성된 랜덤액세스정보를 시스템정보에 포함시켜, 셀 커버리지(100C) 내에 브로드캐스팅함으로써, 셀 커버리지(100C) 내 위치하는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들로 하여금 신규접속용 프리앰블 또는 재접속용 프리앰블 선택적으로 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 한다.

[0138] 이와 관련하여, 랜덤액세스정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들은 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하게 되며, 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 이용하여 랜덤액세스를 시도하게 된다.

[0139] 이하에서는 도 9를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N) 각각의 구성에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0140] 참고로, 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 이루어지는 랜덤액세스 과정은 모두 동일하므로, 하나의 단말(200)에 대해서만 설명하기로 한다.

[0141] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 단말(200)은 기지국(100)으로부터 시스템정보를 수신하는 수신부(210), 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블을 식별하는 식별부(220), 및 랜덤액세스를 시도하는 접속부(230)를 포함하는 구성을 가질 수 있다.

[0142] 참고로, 이상 언급한 수신부(210), 식별부(220), 및 접속부(230)를 포함하는 단말(200)의 구성 전체 내지는 적어도 일부는, 소프트웨어 모듈 형태 또는 하드웨어 모듈 형태로 구현되거나, 소프트웨어 모듈과 하드웨어 모듈이 조합된 형태로 구현될 수 있다.

[0143] 결국, 본 발명의 일 실시예에 따른 단말(200)은 위 구성을 통해서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용함으로써, 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하게 된다.

[0144] 이하에서는, 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하기 위한 단말(200) 내 각 구성에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0145] 수신부(210)는 기지국(100)으로부터 시스템정보를 수신하는 기능을 수행한다.

[0146] 보다 구체적으로, 수신부(210)는 랜덤액세스에 이용할 수 있는 프리앰블 정보를 기지국(100)으로부터 브로드캐스팅되는 시스템정보를 통해 정기적으로 수신하게 된다.

[0147] 예를 들어, 이동통신 시스템이 LTE/LTE-A인 경우 매 160ms 마다 전송되는 SIB-2(system information block #2)를 통해 관련 정보를 수신할 수 있다.

[0148] 한편, 랜덤액세스와 관련하여 기지국(100)에서 과부하 상태가 판별된 경우에는, 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블을 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 포함하는 시스템정보 기지국(100)으로부터 수신하게 된다.

[0149] 식별부(220)는 랜덤액세스정보를 기초로 프리앰블을 식별하는 기능을 수행한다.

[0150] 보다 구체적으로, 식별부(220)는 프리앰블과 관련하여 과부하 상태 발생으로 인해 기지국(100)으로부터 브로드캐스팅된 랜덤액세스정보가 수신부(210)를 통해 수신되는 경우, 위 랜덤액세스정보를 기초로 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할되는 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하게 된다.

[0151] 앞서도 언급한 바와 같이, 신규접속용 프리앰블은 네트워크에 신규로 접속하거나 랜덤액세스 실패로 인해 재접속하는 횟수가 임계 횟수보다 작은 경우에 이용되는 프리앰블을 말하며, 재접속용 프리앰블은 프리앰블 실패에 따라 네트워크에 재접속하는 횟수가 임계 횟수 이상인 경우에 이용되는 프리앰블을 말한다.

[0152] 접속부(230)는 네트워크 접속을 위해 랜덤액세스를 시도하는 기능을 수행한다.

[0153] 보다 구체적으로, 접속부(230)는 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 위에서 식별된 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하게 된다.

[0154] 이때, 접속부(230)는, 네트워크로 신규접속 또는 랜덤액세스 실패로 재접속하는 횟수가 임계 횟수보다 작은 경우 상기 신규접속용 프리앰블을 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하게 되며, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속하는 횟수가 임계 횟수 이상인 경우에는 재접속용 프리앰블을 선택적으로 이용하여 상기 랜덤액세스를 시도하게 된다.

[0155] 한편, 랜덤액세스정보에는, 재접속용 프리앰블의 이용을 제한하기 위한 이용제한정보가 더 포함될 수 있음을 언급한 바 있다.

[0156] 결국, 접속부(230)는 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 각각 고유한 자원(프리앰블)에 독립적으로 접근할 수 있어 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화할 수 있는 것이다.

[0157] 참고로, 도 10은 앞선 예에서 설명한 도 5의 환경과 동일한 환경에서, 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 선택 이용한 경우에 발생되는 M2M 트래픽에 의한 충돌 횟수를 가시화한 도면이다.

[0158] 도 10의 경우 신규접속용 및 재접속용 프리앰블의 개수는 각각 50개와 4개를 가정하였으며, 시스템의 과부하 상태 발생 시, 이용제한정보에 정의된 임계 횟수로서 3번째 랜덤액세스 시도부터 재접속 프리앰블을 이용하도록 설정된 상황을 가정한 예이다.

[0159] 이를 도 5와 비교하면 프리앰블의 충돌 횟수가 크게 줄어들고 있음을 알 수 있으며, 특히 가장 충돌이 심해지는 2초-6초 구간에서도 50% 정도의 랜덤액세스는 성공하고 있음을 알 수 있다.

[0160] 그 이유는 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속하는 횟수가 임계값 이상인 단말들이 소수의 프리앰블만을 이용하면서 최종적으로 랜덤액세스에 실패하게 되고, 이에 따라 전체 랜덤액세스 과정에서 제외되면서 전반적인 충돌이 감소하기 때문이다.

[0161] 한편, 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생하지 않은 상태라면, 기지국(100)으로부터 수신되는 시스템정보에는 위 랜덤액세스정보가 포함되지 않게 된다.

[0162] 이 경우, 접속부(230)는 신규접속 또는 재접속 상태에 상관없이 가용한 프리앰블 전체 중 임의의 프리앰블을 선택 이용함으로써, 기존과 동일한 절차에 따라 랜덤액세스를 시도하게 됨은 물론이다.

[0163] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100) 및 단말(200)에 따르면, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서 동시 다발적인 랜덤액세스 시도로 인해 과부하 상태가 발생하는 경우 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 함으로써, 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하는 효과를 기대할 수 있다.

[0164] 이하에서는 도 11 및 도 12를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)의 동작 방법 및 단말(200)의 동작 방법을 설명하기로 한다.

[0165] 여기서, 설명의 편의를 위해 전술한 도 6 내지 도 9에 도시한 구성은 해당 참조번호를 언급하여 설명하겠다.

[0166] 우선, 도 11을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)에서의 동작 흐름을 설명하도록 한다.

[0167] 먼저, 판별부(110)는 셀 커버리지(100C) 내에서 이루어지는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)의 네트워크 접속

을 위한 랜덤액세스 시도와 관련하여 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별한다(S110).

[0168] 위 판별부(110)에서 이루어지는 과부하 상태의 판별에 앞서, 제공부(130)는 최초 셀 커버리지(100C) 내에 시스템정보를 브로드캐스팅함으로써, 시스템정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들로 하여금 가용한 프리앰블(통합 프리앰블)을 모두 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 하게 된다.

[0169] 위 브로드캐스팅되는 시스템정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들은 신규접속 또는 재접속 상태에 상관없이, 가용한 프리앰블 전체 중 임의의 프리앰블을 선택 이용함으로써, 기존과 동일한 절차에 따라 랜덤액세스를 시도하게 E된다.

[0170] 결국, 판별부(110)는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)에서 가용한 프리앰블 전체를 이용하여 랜덤액세스를 시도하는 기존과 동일한 이동통신 시스템 환경에서, 랜덤액세스 시도와 관련하여 과부하 상태가 발생하였는지 여부를 판별하게 되는 것이다.

[0171] 이때, 판별부(110)는 랜덤액세스 전송효율이 가장 높은 시점에 확인되는 최적의 랜덤액세스 시도 수를 초과하여 랜덤액세스가 시도되는 경우에 발현되는 현상인 전환상태 및 충돌심화상태 중 어느 하나가 관찰되는 경우, 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판별하게 된다.

[0172] 즉, 판별부(110)는 랜덤액세스에 성공한 단말의 개수가 증가 추세에서 감소 추세로 전환되는 상태인 위 전환상태 및 랜덤액세스 시도 시 서로 충돌되는 프리앰블 개수의 평균값이 임계값 이상인 상태인 위 충돌심화상태가 관찰되는 경우, 랜덤액세스와 관련하여 과부하 상태가 발생한 것으로 판별하는 것이다.

[0173] 그리고 나서, 생성부(120)는 앞선 단계 S120을 통해 과부하 상태가 발생한 것으로 판별된 경우, 결정된 분할비율에 따라 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부를 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성한다(S130-S140).

[0174] 이때, 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 분한비율은, 시스템의 동작 환경에 따라 운용자가 다양하게 결정할 수 있는 데, 예컨대, 과부하 상태에서 동작한다면 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 50:50으로 분리하여 운용하는 것보다는 비대칭으로 할당할 때 성능 개선의 효과가 뚜렷하다 할 것이다.

[0175] 한편, 시스템이 과부하 상태에 있다고 하더라도 신규접속에 실패한 즉시 재접속용 프리앰블을 이용하도록 전환되지 않도록 해야 하는데, 이는 재접속용 프리앰블에 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)이 과도하게 몰리는 현상을 방지하기 위함이다.

[0176] 이를 위해, 생성부(120)는 프리앰블을 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 생성함에 있어서, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속되는 단말 전체 중 재접속 횟수가 임계 횟수 이상인 단말에 한해서만 위 재접속용 프리앰블을 이용할 수 있게 하기 위한 이용제한정보를 포함시켜 생성하게 된다.

[0177] 이후, 제공부(130)는 위 단계 'S130-140'을 통해 프리앰블을 분할하기 위한 랜덤액세스정보가 생성되는 경우, 생성된 랜덤액세스정보를 시스템정보에 포함시켜, 셀 커버리지(100C) 내에 브로드캐스팅함으로써, 셀 커버리지(100C) 내 위치하는 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들로 하여금 신규접속용 프리앰블 또는 재접속용 프리앰블 선택적으로 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 한다(S150).

[0178] 이와 관련하여, 랜덤액세스정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들은 랜덤액세스정보를 기초로 상기 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할된 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하게 되며, 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 신규접속용 프리앰블 및 상기 재접속용 프리앰블 중 어느 하나를 이용하여 랜덤액세스를 시도하게 된다.

[0179] 한편, 제공부(120)는 앞선 단계 'S120'에서 과부하 상태가 발생하지 않은 것으로 판별된 경우에는, 위 랜덤액세스정보를 포함하지 않는 시스템정보를 셀 커버리지(100C) 내에 브로드캐스팅함으로써, 기존과 마찬가지로 시스템정보를 수신한 다수의 단말(200; #1,#2.....,#N)들로 하여금 가용한 프리앰블(통합 프리앰블)을 모두 이용하여 랜덤액세스를 시도하도록 하게 된다.

[0180] 이하에서는 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 단말(200)에서의 동작 흐름을 구체적으로 설명하도록 한다.

[0181] 먼저, 수신부(210)는 랜덤액세스에 이용할 수 있는 프리앰블 정보를 기지국(100)으로부터 브로드캐스팅되는 시스템정보를 통해 정기적으로 수신한다(S210-S220).

[0182] 예를 들어, 이동통신 시스템이 LTE/LTE-A인 경우 매 160ms 마다 전송되는 SIB-2(system information block #2)를 통해 관련 정보를 수신할 수 있다.

[0183] 이때, 접속부(230)는 랜덤액세스 시도 횟수(네트워크 재접속 횟수)를 의미하는 카운트(COUNT) 수를 1 증가시키게 된다.

[0184] 한편, 수신부(210)는 랜덤액세스와 관련하여 기지국(100)에서 과부하 상태가 판별된 경우에는, 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블을 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블로 분할하기 위한 랜덤액세스정보를 포함하는 시스템정보 기지국(100)으로부터 수신할 수 있다.

[0185] 이에, 식별부(220)는 프리앰블과 관련하여 과부하 상태 발생으로 인해 기지국(100)으로부터 수신되는 시스템정보에 랜덤액세스정보가 포함된 경우, 현재 과부하 발생 상태임을 인지하고, 위 랜덤액세스정보를 기초로 랜덤액세스에 이용되는 프리앰블 전체 중 적어도 일부로부터 분할되는 신규접속용 프리앰블과 재접속용 프리앰블을 식별하게 된다.

[0186] 나아가, 접속부(230)는 위 단계 'S220-S230'을 통해 위 랜덤액세스정보를 포함하지 않는 시스템정보를 수신하여 과부하 상태가 발생하지 않은 것으로 인지되는 경우, 시스템정보로부터 자신이 이용할 수 있는 RA 슬롯을 파악하고, 해당 위치에서 임의로 선택한 프리앰블을 제1메시지(Msg1)로서 기지국(200)에 전송하게 된다(S240-S250).

[0187] 한편, 접속부(230)는 위 단계 'S220-S230'을 통해 위 랜덤액세스정보를 포함하지 않는 시스템정보를 수신하여 과부하 상태가 발생한 것으로 인지되는 경우, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속하는 횟수가 상기 이용제한정보에 만족하는지 여부를 확인한다(S260).

[0188] 그리고 나서, 접속부(230)는 위 단계 'S260'을 통해 상기 이용제한정보에 만족하지 못하는 것으로 확인되는 경우, 시스템정보로부터 자신이 이용할 수 있는 RA 슬롯을 파악하고, 해당 위치에서 임의로 선택한 신규접속용 프리앰블을 제1메시지(Msg1)로서 기지국(200)에 전송하게 된다(S270-S280).

[0189] 여기서, 이용제한정보에 만족하지 못하는 경우는, 단말(200)이 네트워크에 신규접속을 위해 랜덤액세스를 최초 시도하는 경우이거나, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속하는 횟수가 이용제한정보에 정의된 임계 횟수에 못 미치는 경우에 해당된다 할 것이다.

[0190] 반면, 접속부(230)는 위 단계 'S260'을 통해 이용제한정보에 만족하는 것으로 확인되는 경우에는, 시스템정보로부터 자신이 이용할 수 있는 RA 슬롯을 파악하고, 해당 위치에서 임의로 선택한 재접속용 프리앰블을 제1메시지(Msg1)로서 기지국(200)에 전송하게 된다(S290-S300).

[0191] 여기서, 이용제한정보에 만족하는 경우는, 랜덤액세스 실패로 인해 네트워크로 재접속하는 횟수가 상기 이용제한정보에 정의된 임계 횟수 이상인 경우에 해당된다 할 것이다.

[0192] 나아가, 접속부(230)는 위 제1메시지(Msg1)를 수신한 기지국(100)으로부터 제2메시지(Msg2)가 수신되면, 제2메시지(Msg2)에 자신이 전송한 프리앰블 식별정보가 있는지 여부를 확인한다(S310).

[0193] 이와 관련하여, 기지국(100)에서는 단말(200)이 전송한 프리앰블을 수신하면, 하향링크 물리채널을 통해 RAR(random access response)를 제2메시지(Msg2)로서 단말(200)에 전송하게 된다.

[0194] 이때, 접속부(230) 위 단계 'S310'을 통해 제2메시지(Msg2)에 자신이 전송한 프리앰블 식별정보가 포함되어 있는 것으로 확인되면, 단말(200)의 식별정보를 포함하는 제3메시지(Msg3)를 기지국(100)에 전송한다(S320).

[0195] 여기서, 제3메시지(Msg3)에 포함되는 식별정보로는, 예컨대, 단말(200; #1)의 무선접속망 수준의 식별정보(C-RNTI, cell-radio network temporary identifier) 또는 핵심망(core network) 수준의 식별정보가 포함될 수 있다.

[0196] 반면, 접속부(230)는 위 단계 'S310'을 통해 자신이 전송한 프리앰블에 대한 식별정보가 포함된 응답 메시지인 제2메시지(Msg2)가 수신되지 않은 것으로 확인된 경우에는, 랜덤액세스가 실패한 것으로 간주하여 이후 랜덤액세스 실패와 관련하여 정의된 프로세스를 실행한다(S330-S350).

[0197] 이때, 접속부(230)는 랜덤액세스 실패로의 간주에 따라 랜덤액세스 재시도 횟수(네트워크 재접속 횟수)를 의미하는 카운트(COUNT) 수를 1 증가시키게 되며, 상기 백오프 시간 내에서 임의의 난수를 발생시켜 난수에 해당하는 시간만큼 기다린 후, 제1메시지(Msg1)를 재전송하는 절차를 밟게 된다.

[0198] 한편, 접속부(230)는 단계 'S340' 단계에서 위 누적된 카운트 수가 임계 값(Nmax)과 동일한 경우, 랜덤액세스를

최종적으로 실패했다고 판단하고, 이를 상위 계층에 보고하여 추가 작업을 요청하게 된다(S360).

[0199] 나아가, 접속부(230)는 위 제3메시지(Msg1)를 수신한 기지국(100)으로부터 제4메시지(Msg4)가 수신되면, 제3메시지(Msg2)에 자신이 전송한 식별정보가 있는지 여부를 확인한다(S370).

[0200] 이때, 접속부(230)는 위 단계 'S370'을 통해 제4메시지(Msg4)에 포함된 식별정보와 자신이 제3메시지(Msg3)를 통해 전송한 식별번호가 일치하는 것이 확인되는 경우, 랜덤액세스는 성공된 것으로 간주하여 랜덤액세스 절차를 종료하게 된다(S380).

[0201] 반면, 접속부(230)는 위 단계 'S370'을 통해 제4메시지(Msg4)에 포함된 식별정보와 자신이 제3메시지(Msg3)를 통해 전송한 식별번호가 일치하지 않는 것으로 확인되는 경우에는, 랜덤액세스가 실패한 것으로 간주하여 이후 랜덤액세스 실패와 관련하여 정의된 프로세스를 실행한다(S390-S400).

[0202] 이때, 접속부(230)는 랜덤액세스 실패로의 간주에 따라 랜덤액세스 재시도 횟수(네트워크 재접속 횟수)를 의미하는 카운트(COUNT) 수를 1 증가시키게 되며, 위 누적된 카운트 수가 임계 값(Nmax) 미만인 경우, 제1메시지(Msg1)를 재전송하는 절차를 밟게 된다.

[0203] 한편, 위 누적된 카운트 수가 임계 값(Nmax)과 동일한 경우, 랜덤액세스를 최종적으로 실패했다고 판단하고, 이를 상위 계층에 보고하여 추가 작업을 요청함은 물론이다(S360).

[0204] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)의 동작 방법 및 단말(200)의 동작 방법에 따르면, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경에서 동시 다발적인 랜덤액세스 시도로 인해 과부하 상태가 발생하는 경우 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 함으로써, 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화하는 효과를 기대할 수 있다.

[0205] 한편, 여기에 제시된 실시예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 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 본 발명을 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 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0206] 지금까지 본 발명을 바람직한 실시 예를 참조하여 상세히 설명하였지만, 본 발명이 상기한 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 또는 수정이 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 사상이 미친다 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0207] 본 발명의 기지국 및 단말, 그리고 그 동작 방법에 따르면, 다수의 단말이 네트워크 접속을 위한 랜덤액세스를 시도하는 이동통신 시스템 환경과 관련하여, 각 단말에서 네트워크로의 신규접속 또는 재접속 상태에 따라 랜덤액세스에 이용되는 자원을 구분하여 이용하도록 하여 동일 자원 이용으로 인해 발생할 수 있는 랜덤액세스 충돌 현상을 최소화한다는 점에서, 기존 기술의 한계를 뛰어 넘음에 따라 관련 기술에 대한 이용만이 아닌 적용되는 장치의 시판 또는 영업의 가능성이 충분할 뿐만 아니라 현실적으로 명백하게 실시할 수 있는 정도이므로 산업상 이용가능성이 있는 발명이다.

부호의 설명

[0208] 100: 기지국

110: 판별부 120: 생성부

130: 제공부

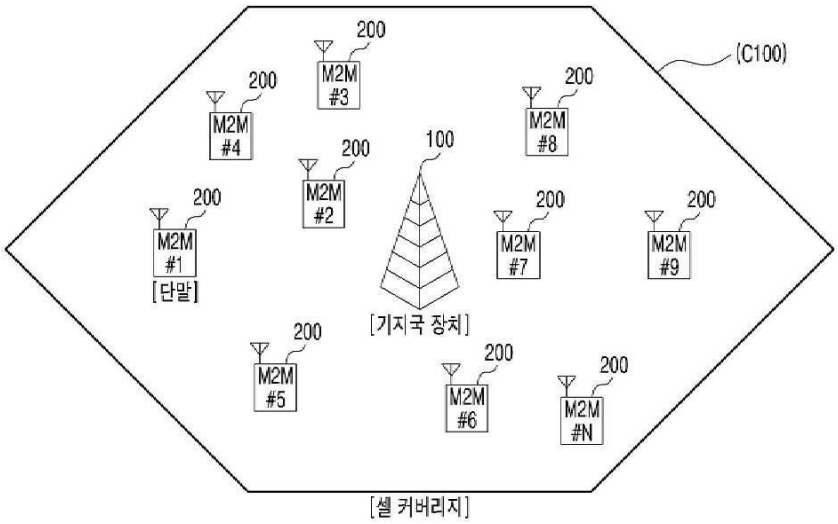
200: 단말

210: 수신부 220: 식별부

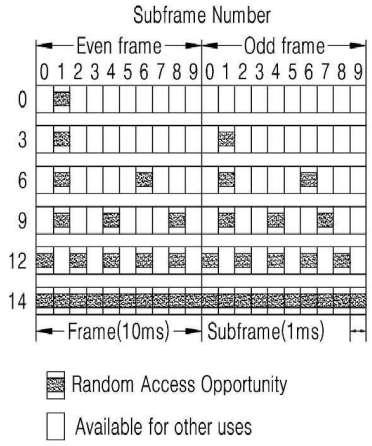
230: 접속부

도면

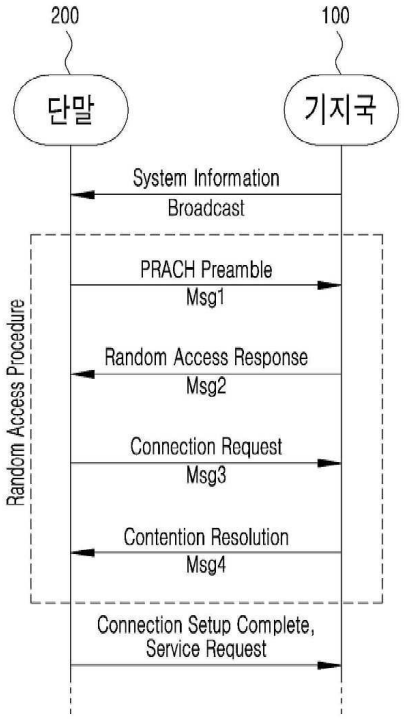
도면1



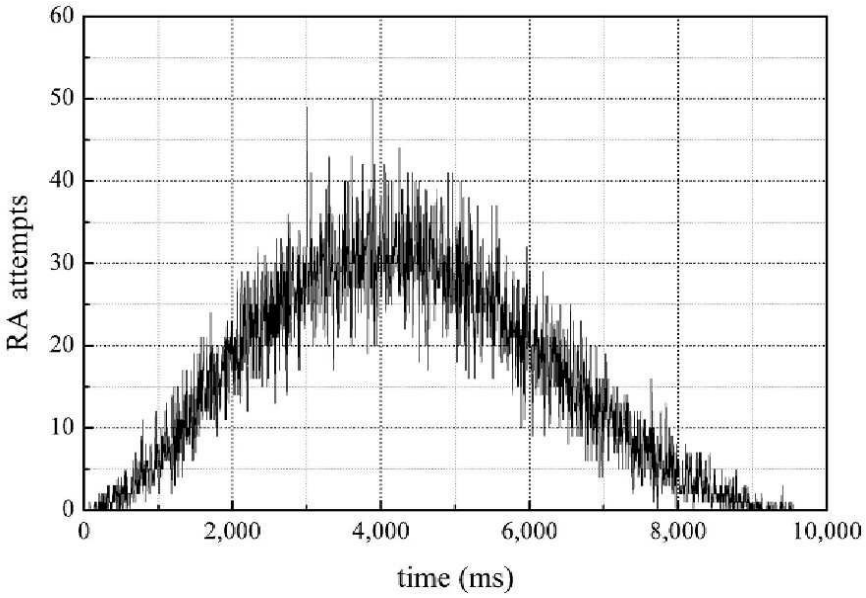
도면2



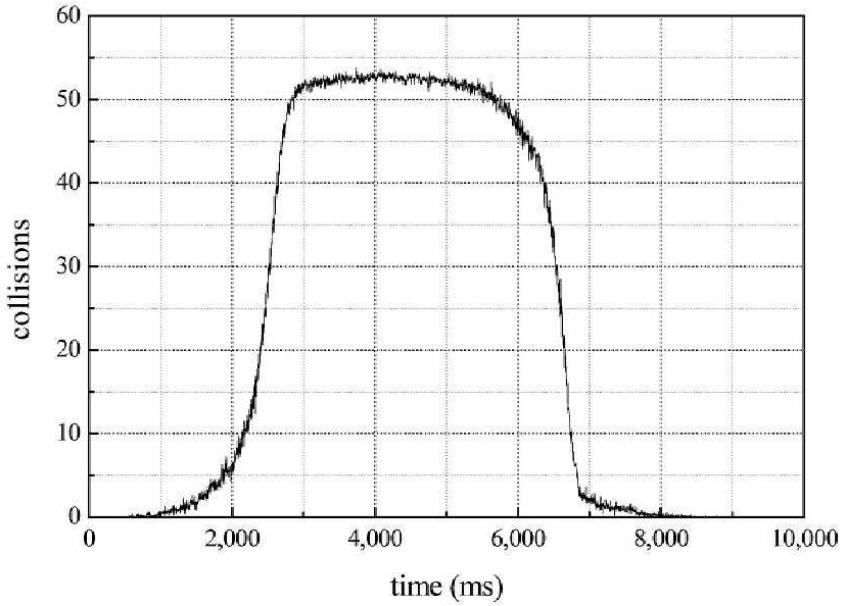
도면3


200
100
단말
기지국
System Information
Broadcast
PRACH Preamble
Msg1
Random Access Response
Msg2
Connection Request
Msg3
Contention Resolution
Msg4
Random Access Procedure
Connection Setup Complete,
Service Request

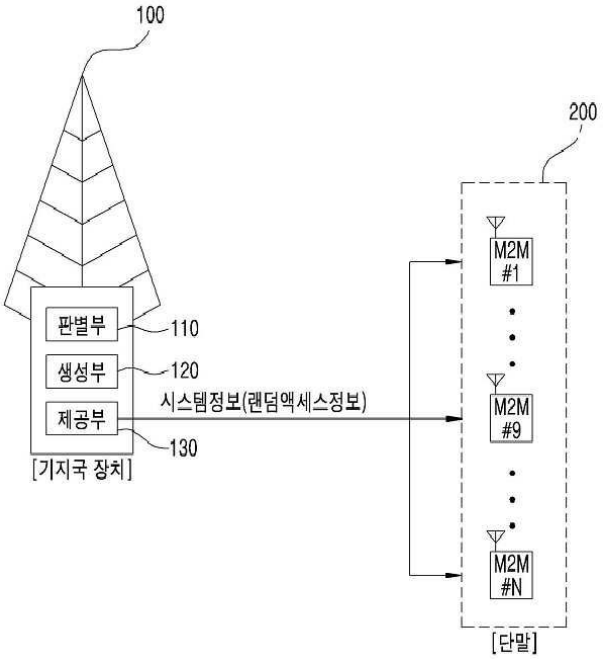
도면4


RA attempts
time (ms)
0
10
20
30
40
50
60
0
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000

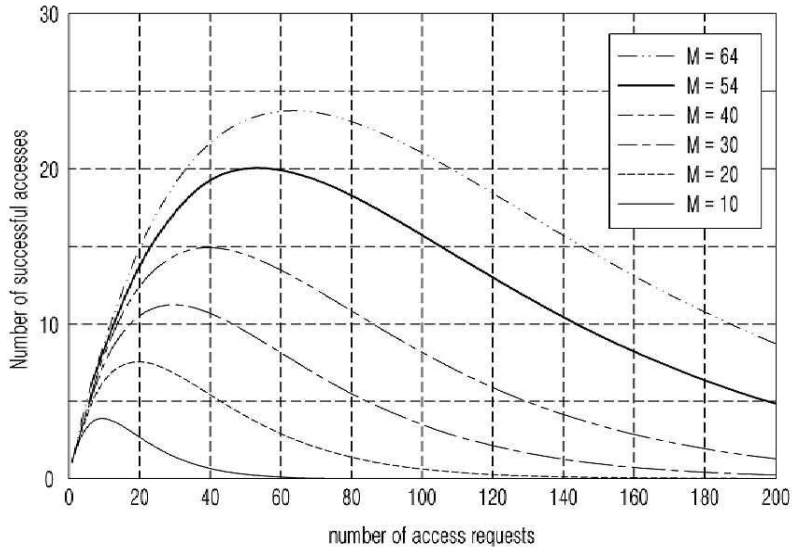
도면5


60
50
40
30
20
10
0
collisions
0
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000
time (ms)

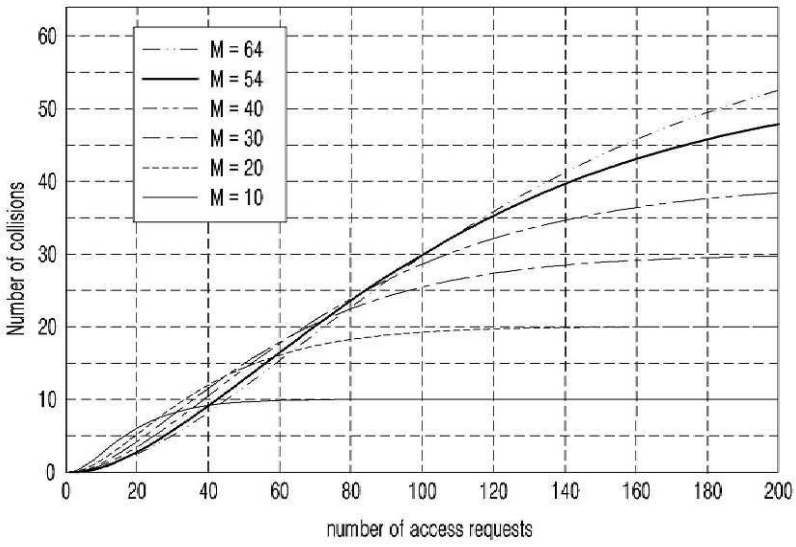
도면6


100
200
판별부
110
생성부
120
제공부
130
시스템정보(랜덤액세스정보)
[기지국 장치]
M2M #1
M2M #9
M2M #N
[단말]

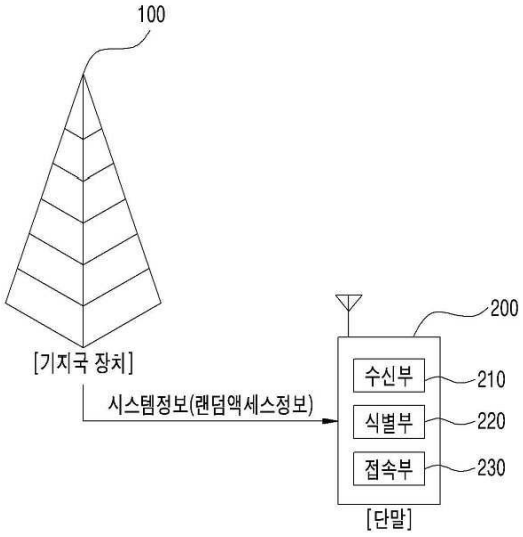
도면7


M = 64
M = 54
M = 40
M = 30
M = 20
M = 10
Number of successful accesses
number of access requests
0
10
20
30
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

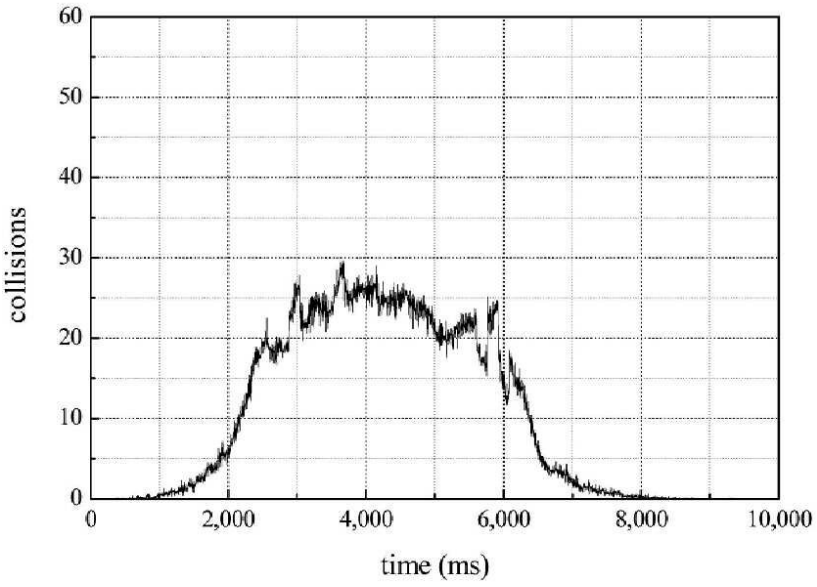
도면8


M = 64
M = 54
M = 40
M = 30
M = 20
M = 10
Number of collisions
number of access requests
0
10
20
30
40
50
60
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

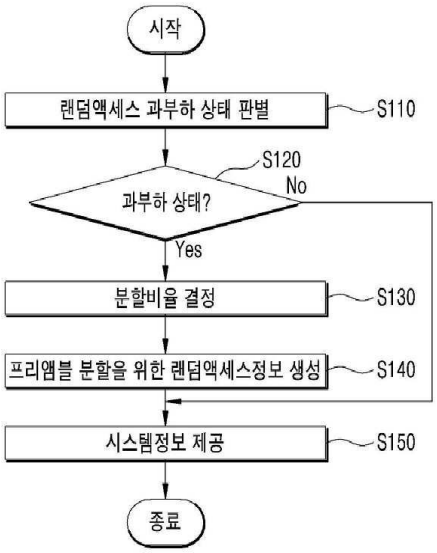
도면9


100
[기지국 장치]
시스템정보(랜덤액세스정보)
200
수신부
210
식별부
220
접속부
230
[단말]

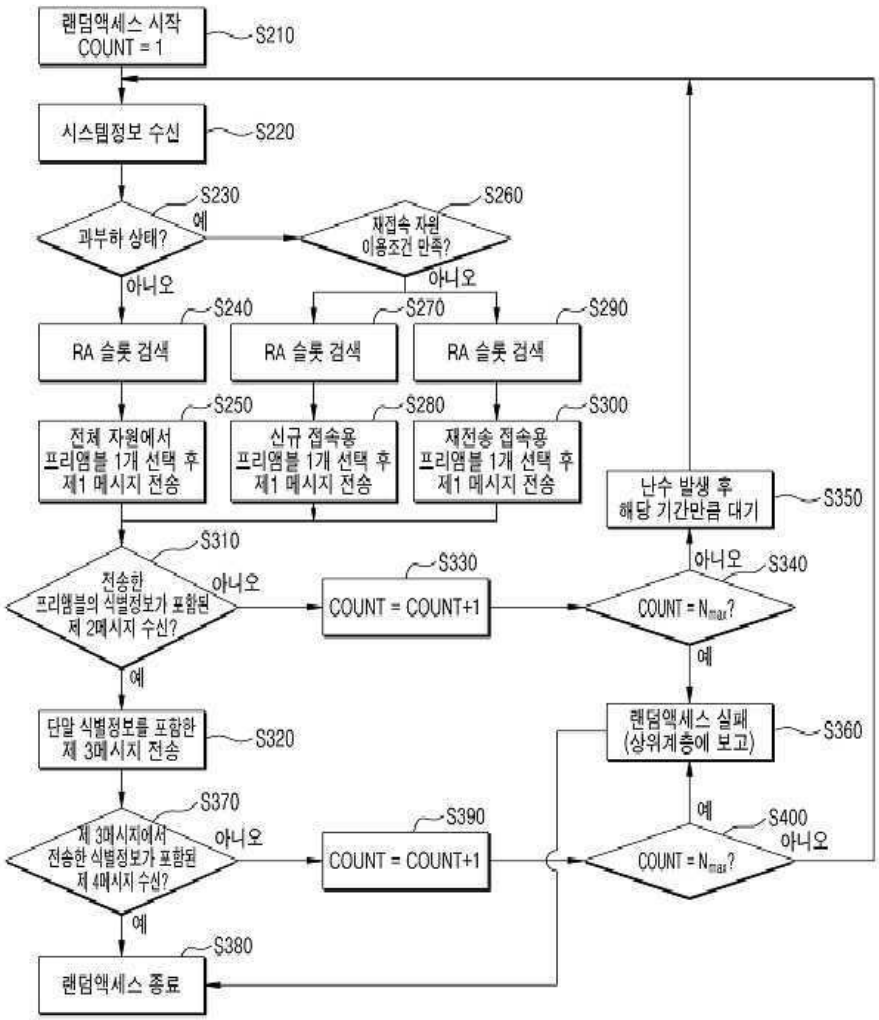
도면10


collisions
time (ms)
0
10
20
30
40
50
60
0
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000

도면11


시작
랜덤액세스 과부하 상태 판별
S110
S120
과부하 상태?
No
Yes
분할비율 결정
S130
프리앰블 분할을 위한 랜덤액세스정보 생성
S140
시스템정보 제공
S150
종료

도면12


랜덤액세스 시작
COUNT = 1
S210
시스템정보 수신
S220
S230
과부하 상태?
예
S260
재접속 자원
이용조건 만족?
아니오
아니오
S240
S270
S290
RA 슬롯 검색
RA 슬롯 검색
RA 슬롯 검색
S250
S280
S300
전체 자원에서
프리앰블 1개 선택 후
제1 메시지 전송
신규 접속용
프리앰블 1개 선택 후
제1 메시지 전송
재전송 접속용
프리앰블 1개 선택 후
제1 메시지 전송
난수 발생 후
해당 기간만큼 대기
S350
S310
전송한
프리앰블의 식별정보가 포함된
제 2메시지 수신?
아니오
S330
COUNT = COUNT+1
아니오
S340
COUNT = Nmax?
예
예
단말 식별정보를 포함한
제 3메시지 전송
S320
랜덤액세스 실패
(상위계층에 보고)
S360
S370
제 3메시지에서
전송한 식별정보가 포함된
제 4메시지 수신?
아니오
S390
COUNT = COUNT+1
예
S400
COUNT = Nmax?
아니오
예
S380
랜덤액세스 종료