(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0043159
(43) 공개일자 2008년05월16일

(51) Int. Cl.
H04B 7/26 (2006.01) *H04L 1/16* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0111845
(22) 출원일자 2006년11월13일
심사청구일자 2006년11월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
권정민
인천 서구 가정동 177-15 부흥빌라 나동 101호
이형우
대전 유성구 전민동 엑스포아파트 206동 304호
조충호
충남 천안시 신부동 대림한들아파트 205동 1005호
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 랜덤 액세스의 백오프 방법 및 무선 이동 통신 시스템

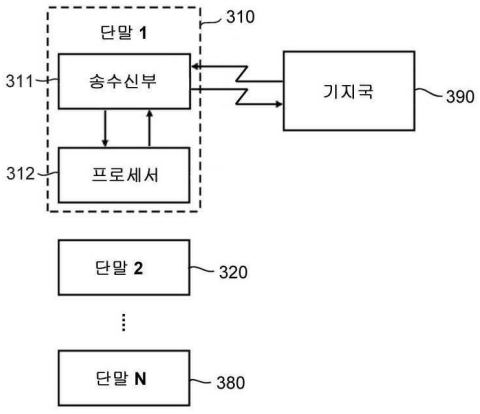
(57) 요 약

랜덤 액세스의 백오프 방법 및 무선 이동 통신 시스템이 개시된다.

본 발명은 복수의 단말 중 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계, 상기 레인징 요청 메시지를 수신한 기지국에서 매 프레임마다 접속에 성공하는 단말들의 수, 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 재전송 확률을 연산하는 단계, 상기 기지국에서 상기 재전송 확률을 브로드캐스트 하는 단계 및 상기 단말이 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하지 못하면, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명에 의하면, 기지국에서 충돌과 빈 채널을 구별할 수 없는 무선 이동 통신 시스템에서 효과적인 랜덤 엑세스를 구현할 수 있고, 기지국에서 채널의 상황을 판단하여 재접속 여부를 판단하기 때문에 최적화된 단말 수만이 접속을 시도하여 채널 혼잡시 기지국 접속에 소요되는 지연을 감소시키면서 처리량을 증가시킬 수 있으며, BEB 알고리즘의 자원을 낭비하는 문제, 불안정 상태로 빠지는 문제, 공정성 문제 및 잠재적 충돌 문제를 해결할 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 단말 중 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계;

상기 레인징 요청 메시지를 수신한 기지국에서 매 프레임마다 접속에 성공하는 단말들의 수, 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 재전송 확률을 연산하는 단계;

상기 기지국에서 상기 재전송 확률을 브로드캐스트 하는 단계; 및

상기 단말이 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하지 못하면, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계는

상기 단말이 상기 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하면, 상기 단말이 접속에 성공한 것으로 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계는

상기 단말에서 0과 1 사이의 실수를 임의로 선택하고, 상기 선택된 실수가 상기 재전송 확률보다 작으면 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계는

상기 단말에서 0과 1 사이의 실수를 임의로 선택하고, 상기 선택된 실수가 상기 재전송 확률보다 크면 다음 프레임의 재전송 확률이 수신될 때까지 대기하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 재전송 확률을 연산하는 단계는

상기 기지국에서 수신한 레인징 요청 메시지 중 충돌이 발생하지 않은 메시지들의 수를 이용하여 단말 접속률을 연산하는 단계;

상기 전송 시도 횟수 및 상기 단말 접속률을 이용하여 백로그드 유저 수를 예측하고, 상기 최초 접속 시도 시간에 따른 접속에 성공한 단말들의 지연을 이용하여 오퍼드 로드를 예측하는 단계; 및

최대 처리량이 발생하는 오퍼드 로드, 상기 백로그드 유저 수 및 상기 오퍼드 로드를 이용하여 상기 재전송 확률을 연산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 단말 접속률을 연산하는 단계는

S_i가 i번째 프레임에서 성공한 단말의 수인 경우, k-m-1번째 프레임에서부터 k번째 프레임까지의 m개의 프레임에 대해, 하기 식 1

$$\lambda_E(k) = \frac{\sum_{i=k-m-1}^{k} S_i}{m} \quad (1)$$

을 이용하여 단말 접속률을 연산하는 단계인 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 단말 접속률을 연산하는 단계는

한 프레임에 접속에 성공하는 단말의 수가 0이면, 단말 접속률을 최대값으로 증가시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 오퍼드 로드를 예측하는 단계는

λE(k)가 k번째 프레임의 단말 접속률이고, q는 프레임 개수이며, Tn은 n번째 프레임에서 단말들이 엑세스를 성공할 때까지의 전송 시도 횟수이고, Dn은 n번째 프레임에서 엑세스를 성공한 단말들의 지연일 때, 하기 식 4

$$G_E(k) = \frac{\widehat{\lambda_E}(k) \sum_{n=k-q-1}^{k} T_n}{\sum_{n=k-q-1}^{k} S_n} \quad (4)$$

를 이용하여 오퍼드 로드를 연산하고, 하기 식 5

$$B_E(k) = \frac{\widehat{\lambda_E}(k) \sum_{n=k-q-1}^{k} D_n}{\sum_{n=k-q-1}^{k} S_n} \quad (5)$$

를 이용하여 백로그드 유저 수를 연산하는 단계인 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 재전송 확률을 연산하는 단계는

G_{opt}가 최대 처리량이 발생하는 오퍼드 로드이고, D_{BEB}가 상기 기지국에 저장된 BEB 알고리즘의 지연일 때, 상기 연산된 오퍼드 로드가 G_{opt}보다 작거나 같고 엑세스를 성공한 단말들의 지연이 D_{BEB}보다 크거나 같으면 $\frac{\widehat{G_E} - \widehat{\lambda_E}}{\widehat{B_E}}$를 이용하여 재전송 확률을 연산하고, 그렇지 않으면 $\frac{G_{opt} - \widehat{\lambda_E}}{\widehat{B_E}}$를 이용하여 재전송 확률을 연산하는 단계인 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 10

복수의 단말 중 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계;

상기 단말이 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하면, 상기 단말이 접속에 성공한 것으로 판단하는 단계;

상기 단말이 상기 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하지 못하면, 매 프레임마다 접속에 성공하는 단말들의 수, 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 연산된 재전송 확률을 상기 기지국으로부터 수신하는 단계; 및

상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법.

청구항 11

제 10 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 12

복수의 단말 및 적어도 하나의 기지국을 포함하는 무선 이동 통신 시스템에 있어서,

상기 복수의 단말은

어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 상기 기지국으로 전송하고, 재전송 확률을 상기 기지국으로부터 수신하고, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 재전송하는 송수신부; 및

상기 송수신부에 의해 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지가 임계 시간 내에 수신되지 않으면, 상기 송수신부가 다음 프레임의 재전송 확률을 수신하게 하고, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지의 재전송 여부를 결정하는 프로세서를 포함하고,

상기 기지국은

상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 상기 재전송 확률을 매 프레임마다 연산하여 브로드캐스팅 하고, 상기 레인징 요청 메시지가 충돌이 없는 경우 레인징 응답 메시지를 해당하는 단말에 전송하는 하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<8> 본 발명은 무선 이동 통신 시스템에 관한 것으로서, 랜덤 액세스의 백오프 방법 및 무선 이동 통신 시스템에 관한 것이다.

<9> 이동 통신 시스템에서 무선 휴대 인터넷은 종래의 무선 근거리망(WLAN)과 같이 고정된 엑세스 포인트를 이용하는 근거리 데이터 통신 방식에 이동성(mobility)을 더 지원하는 통신 방식이다.

<10> 이러한 무선 이동 통신 시스템에서 이동하는 가입자 단말(subscriber station)이 기지국(base station)에 접속하기 위해서는 레인징 기능이 필요하다. 무선 이동 통신 시스템에서 레인징 기능은 단말이 전송한 데이터를 기지국이 정확히 수신할 수 있도록 단말의 전송 파워, 타이밍 및 주파수 오프셋을 조절하는 기능이다. 설명의 편의상 IEEE 802.16 통신 시스템을 예로 들어 설명한다.

<11> 국내 휴대 인터넷과 관련된 국제 표준인 IEEE 802.16은 직교 주파수 분할 다중(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 이하 'OFDM'이라 한다.)/직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; 이하 'OFDMA'라 한다.) 방식을 사용하는 광대역 무선 접속(BWA; Broadband Wireless Access) 통신 시스템이다. IEEE 802.16 통신 시스템은 OFDM/OFDMA 방식을 적용하기 때문에 복수의 서브캐리어(sub-carrier)들을

사용하여 물리 채널 신호를 송신함으로써 고속 데이터의 전송이 가능하다.

<12> 이하, 도 1에서는 광대역 무선 이동 통신 시스템에서 사용하는 프레임 구조를 도시하였다.

<13> 도 1에서와 같이 IEEE 802.16의 MAC 계층은 레인징 채널(100)을 정의한다. 레인징 채널을 구성하는 서브채널(sub-channel)은 UL-MAP(110) 메시지에 명시되어 있고, 단말들은 이러한 레인징 채널에서 충돌이 허용된다. IEEE 802.16 레인징 서브시스템은 복수의 단말들이 동시 접속을 하기 위하여 코드 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access; 이하 'CDMA'라 한다.) 방식의 랜덤 엑세스 프로토콜을 사용하여 초기 레인징(initial ranging), 핸드오프 레인징(handoff ranging), 주기적 레인징(periodic ranging), 그리고 대역폭 요청(bandwidth request)을 한다. 단말이 기지국으로 송신하고자 하는 메시지가 발생하면 PN(pseude-noise) 코드들의 집합에서 임의의 코드를 선택한 후, 전송할 메시지를 PN 코드를 사용하여 확산(spreading)하여 CDMA 방식을 통해 기지국으로 전송한다.

<14> 랜덤 엑세스 프로토콜은 슬롯 알로하(Slotted ALOHA) 방식을 사용한다. 슬롯 알로하 방식은 단말이 기지국에 접속하기 위해 슬롯 단위로 즉시 엑세스하는 방식이다. 따라서 동일한 슬롯에 하나의 단말이 접속을 시도하면 데이터 전송이 성공하고, 두개 이상의 단말이 접속을 시도하면 충돌이 발생하여 데이터 전송이 실패한다. 실패할 경우에는 임의의 시간 동안 기다렸다가(backoff time) 동일한 방식으로 접속을 시도한다.

<15> 실패한 단말들이 같은 임의의 시간을 기다렸다가 접속을 시도하면 동일한 단말들이 다시 충돌이 발생하여 실패를 한다. 이러한 계속적인 충돌을 피하기 위해 단말 분산 알고리즘인 이진 지수 분산(Binary Exponential Backoff; 이하 'BEB'라 한다.) 알고리즘을 사용하다.

<16> 도 2a는 종래 기술에 따른 광대역 이동 통신 시스템에서 랜덤 액세스의 백오프 방법의 흐름도이다.

<17> 도 2b는 종래 기술의 백오프 알고리즘 분산 구간을 도시한 것이다.

<18> BEB 알고리즘은 각각의 단말들이 충돌이 발생한 횟수에 의해 재전송을 위한 백오프 시간을 결정한다. BEB 알고리즘은 최소 경쟁 구간(Minimum Contention Window)과 최대 경쟁 구간(Maximum Contention Window)을 갖고 있다.

<19> 도 2a를 참조하면, 단말(200)이 기지국(250)에 처음으로 보낼 데이터가 있으면 즉시 이루어진다(211). 그러나, 상술한 바와 같이 랜덤 엑세스 방식에서는 동일한 슬롯에 동일한 PN 코드를 사용하여 메시지를 송신할 수가 있다. 이때, 복수의 단말들이 전송한 메시지들은 충돌이 발생 한다.

<20> 메시지를 송신한 단말들은 타이머를 작동시킨다(213). 기지국에서는 메시지를 받는 즉시 레인징 응답 메시지를 보낸다. 단말들은 정해진 시간 안에 레인징 응답 메시지를 받지 못하면, 보냈던 메시지를 충돌로 간주하고 BEB 알고리즘을 수행한다. 충돌이 한번 발생했기 때문에 $CW_{\min} \times 2^{0}$ 의 분산 구간(261)에서 임의의 정수를 선택하고, 이 정수가 백오프 시간(215)이 된다. 단말은 백오프 시간 동안 기다렸다가 메시지를 재전송한다(217).

<21> 재전송 형식도 초기 전송 형식과 동일하다. 단말들은 타이머를 동작시키고(219), 정해진 시간 안에 레인징 응답 메시지를 받지 못하면, BEB 알고리즘을 통해 백오프 시간을 결정한다. 충돌이 두 번 발생했기 때문에 $CW_{\min} \times 2^{1}$ 의 분산 구간(262)에서 임의의 정수를 선택하고, 이 정수가 백오프 시간(221)이 된다. 단말은 백오프 시간 동안 기다렸다가 메시지를 재전송한다(223).

<22> 충돌이 발생 할수록(225) 분산 구간은 증가를 하고, 이 분산 구간은 $CW_{\max}$ 를 넘을 수 없다. 따라서 분산 구간은 $\min\{CW_{\min} \times 2^{k-1}, CW_{\max}\}$ (269)이 된다. 여기서 k 는 충돌 횟수를 의미한다. IEEE 802.16 시스템에서는 최대 충돌 횟수를 15번으로 제한하고 있다. 15번 동안에 기지국으로부터 레인징 응답 메시지(227)를 받으면 성공이고, 16번째 충돌이 발생하면 데이터는 버려지게 된다.

<23> 무선망에서 동일한 채널을 공유하고 있는 단말들의 수가 많아지면 서로 간의 충돌이 불가피하다. 이것은 단말들이 자신과 경쟁하고 있는 다른 단말들이 언제 전송을 시작할지 알 수 없으므로 여러 개의 단말들이 동시에 전송하는 상황이 발생 될 수 있기 때문이다. 이런 불가피한 충돌을 줄이고자 랜덤 엑세스 프로토콜은 단말 분산 알고리즘을 사용한다.

<24> 가장 일반적으로 사용되는 단말 분산 알고리즘은 BEB 알고리즘이다. BEB 알고리즘은 각각의 단말들이 자신의 충

돌 횟수에 따라 분산 구간을 정하고, 정해진 분산 구간에서 임의의 백오프 시간을 결정한다. 단말은 결정된 백오프 시간을 기다린 후 즉시 메시지를 전송한다. 다시 충돌이 발생하면 앞의 과정을 다시 반복한다. 충돌이 발생 할수록 분산 구간은 증가한다.

<25> BEB 알고리즘은 무선 채널 용량에 비해 단말의 수가 적은 경우에는 매우 효율적으로 단말들을 분산시켜준다. 하지만 단말의 수가 증가하면 하나의 무선 채널에 하나의 단말이 접속을 시도할 경우는 극히 드물고, 단말의 수가 더욱 증가하면 모든 무선 자원을 사용할 수 없는 상황이 될 수도 있다.

<26> 또한 단말의 수가 증가하면 시스템에 접속하려는 단말의 수는 증가한다. 하지만 앞에서 설명한 것과 같이 접속에 성공하는 단말의 수는 극히 드물거나 없다. 다시 말하면, 시스템이 불안정(unstable) 상태가 된다. BEB 알고리즘은 불안정 상태가 된 시스템을 빠른 시간 안에 복구할 수 있는 능력이 없다.

<27> 또한 BEB 알고리즘은 초기 레인징 하는 단말과 몇 번의 충돌을 겪은 단말이 동일한 슬롯에서 서로 경쟁을 한다. 몇 번의 충돌을 겪은 단말이 초기 레인징 하는 단말보다 시스템에 빨리 접속해야 하지만 이진 지수 증가로 분산 구간이 급격히 증가하므로 더 많은 지연을 겪게 된다. 이것을 '공정성 문제(Fairness Problem)'라 한다.

<28> 또한 시스템 접속에 성공한 단말은 충돌 횟수가 '0'으로 초기화된다. 시스템에 접속하려는 단말의 수가 많을 경우, 성공한 단말들이 다시 시스템에 접속을 하면 더욱 충돌 할 확률이 높아지는 '잠재적 충돌 문제'를 갖고 있다.

<29> 따라서, 종래의 BEB 알고리즘은 백오프 시간 결정시에 무선 채널 상황을 고려할 수 없고, 단말의 수가 증가할 때 효율이 급격히 저하되고, 시스템의 불안정 상태를 빠르게 복구할 수 없으며, 단말간의 공정성 문제와 잠재적 충돌 등의 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<30> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 기지국에서 충돌과 빈 채널을 구별할 수 없는 무선 이동 통신 시스템에서 효과적인 랜덤 엑세스를 구현할 수 있고, 채널 혼잡시 기지국 접속에 소요되는 지연을 감소시키면서 처리량을 증가시킬 수 있으며, BEB 알고리즘의 자원을 낭비하는 문제, 불안정 상태로 빠지는 문제, 공정성 문제 및 잠재적 충돌 문제를 해결할 수 있는 랜덤 액세스의 백오프 방법을 제공하는데 있다.

<31> 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 상기의 랜덤 액세스의 백오프 방법이 적용된 무선 이동 통신 시스템을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

<32> 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 복수의 단말 중 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계, 상기 레인징 요청 메시지를 수신한 기지국에서 매 프레임마다 접속에 성공하는 단말들의 수, 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 재전송 확률을 연산하는 단계, 상기 기지국에서 상기 재전송 확률을 브로드캐스트 하는 단계 및 상기 단말이 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하지 못하면, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법를 제공한다.

<33> 또한, 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 복수의 단말 중 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계, 상기 단말이 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하면, 상기 단말이 접속에 성공한 것으로 판단하는 단계, 상기 단말이 상기 레인징 응답 메시지를 임계 시간 내에 수신하지 못하면, 매 프레임마다 접속에 성공하는 단말들의 수, 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 연산된 재전송 확률을 상기 기지국으로부터 수신하는 단계 및 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법을 제공한다.

<34> 상기의 두번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 복수의 단말 및 적어도 하나의 기지국을 포함하는 무선 이동 통신 시스템에 있어서, 상기 복수의 단말은 어느 하나의 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 상기 기지국으로 전송하고, 재전송 확률을 상기 기지국으로부터 수신하고, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국으로 재전송하는 송수신부 및 상기 송수신부에 의해 상기 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지가 임계 시간 내에 수신되지 않으면, 상

기 송수신부가 다음 프레임의 재전송 확률을 수신하게 하고, 상기 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지의 재전송 여부를 결정하는 프로세서를 포함하고, 상기 기지국은 상기 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 상기 재전송 확률을 매 프레임마다 연산하여 브로드캐스팅하고, 상기 레인징 요청 메시지가 충돌이 없는 경우 레인징 응답 메시지를 해당하는 단말에 전송하는 하는 것을 특징으로 하는 무선 이동 통신 시스템을 제공한다.

<35> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<36> 본 발명은 복수의 단말이 공유하는 채널을 통해 초기 접속 또는 대역 요구를 시도하는 랜덤 엑세스 방식이 적용될 수 있는 어떠한 통신 시스템에도 적용이 가능하다.

<37> 일반적인 랜덤 엑세스 방식은 충돌이 발생하여 실패 할 경우, 단말 분산 알고리즘을 사용하여 복수의 단말들을 분산시켜준다. 일반적으로 사용되는 단말 분산 알고리즘은 BEB 알고리즘이다. 하지만 BEB 알고리즘은 자원 낭비, 불안정 상태로 빠지는 문제, 공정성 문제, 그리고 잠재적 충돌 문제 등을 가지고 있다. 이런 문제들은 단말들이 채널의 전반적인 상태를 고려하지 않고 단말 자신이 백오프 시간을 결정하기 때문이다.

<38> 따라서, 본 발명은 백오프 시간을 단말에서 결정하는 것이 아닌, 기지국에서 채널의 상태를 고려하여 재전송 확률을 연산하고, 모든 단말들이 재전송 확률에 따라 재전송 할지의 여부를 판단한다. 이렇게 한 프레임에 접속을 시도하는 단말들의 수를 최적화 해줌으로서 BEB 알고리즘의 문제들을 해결한다.

<39> 기지국에서 재전송 확률을 연산하기 위해서는 채널의 상태를 알아야 한다. 채널의 상태는 채널에 접속하려는 단말이 하나인지(레인징 성공), 둘 이상인지(레인징 실패), 없는지를 기지국이 알아야한다. 하지만 IEEE 802.16 시스템의 레인징 서브 채널은 OFDMA-CDMA 방식을 사용하기 때문에 현재 채널이 성공인지, 실패인지, 비었는지를 알 수가 없다. 단지 성공하는 단말만을 알 수가 있다. 따라서 접속에 성공한 단말들에서 얻을 수 있는 정보는 3가지가 있다. 첫째는 한프레임에서 접속을 성공한 단말들의 수이고, 두 번째는 한 프레임에서 접속을 성공한 단말들의 각각의 시도 횟수이고, 마지막은 한 프레임에서 접속을 성공한 단말들의 각각의 지연이다. 이런 제약적인 정보를 가지고 제어에 필요한 파라메터를 예측할 수 있다.

<40> 랜덤 엑세스는 기본적으로 슬롯 알로하를 바탕으로 하고 있다. 슬롯 알로하의 처리량은 $S=Ge^{-G}$ 이다. 여기서 S는 처리량이고, G는 오퍼드 로드(offered load)이다. IEEE 802.16 시스템의 레인징 서브 시스템은 한 프레임은 PN 코드의 개수만큼 단말들이 접속에 성공할 수 있다. 따라서 IEEE 802.16 시스템의 레인징 서브 시스템의 처리량은 $\frac{S}{C}=\frac{G}{C}e^{-G/C}$ 가 된다. C는 한 프레임 안에 있는 PN 코드 수이다. 따라서 최대 처리량은 슬롯 알로하 같이 $e^{-1}\approx 0.368$ 이다. 그리고 슬롯 알로하에서 최대 처리량을 얻기 위한 offered load는 '1'이다. 따라서 IEEE 802.16의 레인징 서브 시스템에서는 $G/C=1$ 이 되고, 최대 처리량을 얻기 위한 offered load는 'C'가 된다.

<41> offered load는 새로 발생한 단말들과 재전송하는 단말들의 합이다. 따라서 offered load는 $G=\lambda+\rho B$ 가 된다. B는 백로그드 유저(backlogged user)들의 수이고, ρ 는 백로그드 유저들의 재전송 확률이다. 재전송 확률을 한 프레임에 엑세스하는 단말의 수가 평균적으로 'C'가 되게 조절한다. 따라서 재전송 확률 $\rho=(G-\lambda)/B$ 가 가장 이상적인 재전송 확률이 된다. BEB 알고리즘은 단말 접속률이 e^{-1} 에 근접하면 불안정 상태가 된다. 하지만 앞의 재전송 확률을 갖고 재전송을 하면 최대 처리량을 유지한다.

<42> 재전송 확률을 연산하기 위해서는 기지국이 단말 접속률, offered load, 그리고 backlogged user 수를 알아야한다. 다음은 앞의 세가지 파라메터들을 예측하는 방법이다.

<43> 성공한 단말들의 수로 단말 접속률(arrival rate)을 예측한다. 예측하는 방법은 다음과 같다. 시스템이 안정 상

태에서는 접속하려는 단말의 수가 성공한 단말의 수가 된다. 따라서 아래와 같이 단말 접속률을 예측 할 수 있다.

수학식 1

$$\lambda_E(k) = \frac{\sum_{i=k-m-1}^{k} S_i}{m}$$

<44>

<45> 수학식 1은 k번째 프레임에서 단말 접속률을 k-m-1번째 프레임에서부터 k번째 프레임까지의 성공한 단말들의 평균으로 나타낸 것이다. 여기서 m은 프레임 개수이다. S_i는 i번째 프레임에서 성공한 단말의 수이다. 단말 접속률의 오르내림을 줄이기 위해 단말 접속률을 자기 회귀 처리(autoregressive processing)를 이용한 수학식 2를 사용한다.

수학식 2

$$\widehat{\lambda_E}(k) = (1-\theta)\widehat{\lambda_E}(k-1) + \theta\lambda_E(k)$$

<46>

<47> 여기서 $\widehat{\lambda_E}(k)$는 k번째 프레임에서의 도착률에서 고주파 성분을 걸러내어 오르내림을 줄인 예측 값이다. 앞의 예측 방법은 예측 지연이 발생한다. 실제 단말 접속률이 갑작스럽게 변하는 환경에서는 예측 지연이 큰 영향을 미친다. 실제 단말 접속률이 갑작스럽게 변하면 예측 지연에 의해 실제 단말 접속률보다 작게 예측이 되고, 작게 예측된 단말 접속률은 offered load와 backlogged user 수의 예측에 영향을 미친다. 따라서 수학식 3과 같이 한 프레임에 접속을 성공하는 단말의 수가 하나도 없는 상태가 일정 시간 동안 계속되면 단말 접속률을 최대값인 $C\times e^{-1}$로 증가시킨다.

수학식 3

<48> $\sum_{i=k-m-1}^{k} S_i = 0$ 이면 $\widehat{\lambda_E}(k) = C\times e^{-1}$

<49> 앞에서 예측한 단말 접속률를 이용하여 offered load와 backlogged user 수를 수학식 4 및 수학식 5와 같이 예측한다.

수학식 4

$$G_E(k) = \frac{\widehat{\lambda_E}(k)\sum_{n=k-q-1}^{k} T_n}{\sum_{n=k-q-1}^{k} S_n}$$

<50>

수학식 5

$$B_E(k) = \frac{\widehat{\lambda_E}(k)\sum_{n=k-q-1}^{k} D_n}{\sum_{n=k-q-1}^{k} S_n}$$

<51>

<52> 여기서 q는 프레임 개수고, T_n은 n번째 프레임에서 단말들이 엑세스를 성공할 때까지의 시도 횟수이다. D_n은 n번째 프레임에서 엑세스를 성공한 단말들의 지연이다. 단말 접속률의 예측에서 사용한 것과 같이 오르내림을

줄이기 위해 autoregressive processing을 이용하면, 수학식 6 및 수학식 7과 같다.

수학식 6

<53> $$\widehat{G_E}(k) = (1-\beta)\widehat{G_E}(k-1) + \beta G_E(k)$$

수학식 7

<54> $$\widehat{B_E}(k) = (1-\gamma)\widehat{B_E}(k-1) + \gamma B_E(k)$$

<55> 수학식 2, 수학식 6 및 수학식 7의 θ, β, γ는 0과 1사이의 값을 갖으며, 오르내림을 조절하는 요소이다.

<56> 본 발명은 BEB 알고리즘보다 향상된 성능을 보이기 위해서 기지국은 BEB 알고리즘의 지연에 대한 데이터 베이스(Data Base)를 갖고 있는다. 재전송 확률을 위에서 예측한 단말 접속률, offered load, 그리고 backlogged user 수로 연산을 한다. 표1은 상황에 따른 재전송 확률을 보여준다. 표1의 상황에 예측한 offered load을 최대 처리량이 나오는 offered load(G_{opt})와 비교하고, 지연을 BEB 알고리즘의 지연과 비교하면 4가지 상황이 발생한다.

표 1

<57>

Case	ρ
1. $\widehat{G_E} \le G_{opt}$ and $D < D_{BEB}$	$\frac{G_{opt} - \widehat{\lambda_E}}{\widehat{B_E}}$
2. $\widehat{G_E} > G_{opt}$ and $D < D_{BEB}$	
3. $\widehat{G_E} > G_{opt}$ and $D \ge D_{BEB}$	
4. $\widehat{G_E} \le G_{opt}$ and $D \ge D_{BEB}$	$\frac{\widehat{G_E} - \widehat{\lambda_E}}{\widehat{B_E}}$

<58> IEEE 802.16 표준에서는 단말에서 기지국으로 전송 시도 횟수와 지연을 연산 할 수 있는 정보를 전송 할 수 없으며, 기지국에서 단말로 재전송 확률을 전송 할 수 없다. 따라서 다음과 같이 IEEE 802.16 표준의 수정이 필요하다. 단말은 레인징 요청 메시지(RNG-REQ)에 전송 시도 횟수와 처음 접속을 시도할 때의 시간을 추가해야한다. 또한, 기지국은 DL-MAP 메시지에 재전송 확률을 추가해야 한다.

<59> 표 2는 본 발명에서 제안하는 단말에서 기지국으로 전송하는 레인징 요청 메시지 형식이다.

<60> 표 3은 본 발명에서 제안하는 기지국에서 단말로 브로드캐스트하는 DL-MAP 메시지 형식이다.

표 2

<61>

문법	크기	설명
RNG-REQ_Message_Format() {		
Management Message Type = 4	8 bits	
Downlink Channel ID	8 bits	
Number of Trials	**4 bits**	
Time of First Access	**12 bits**	
TLV Encoded Information	*variable*	TLV specific
}		

표 3

<62>

문법	크기	설명
DL-MAP_Message_Format {		
Management Message Type = 2	8 bits	
PHY Synchronization Field	*variable*	See appropriate PHY specification
DCD Count	8 bits	
Base Station ID	48 bits	
Retransmission Probability	**16 bits**	
Begin PHY Specific Section {		See applicable PHY section
for (i=1; i<=n; i++) {		For each DL-MAP element 1 to n
DL-MAP_IE()	*Variable*	See corresponding PHY specification
}		
}		
if !(byte boundary) {		
Padding Nibble	4 bits	Padding to reach byte boundary
}		
}		

<63> 도 3은 본 발명에 따른 무선 이동 통신 시스템의 블럭도이다.

<64> 도 3의 무선 이동 통신 시스템은 복수의 단말(310-380) 및 적어도 하나의 기지국(390)을 포함한다.

<65> 복수의 단말(310-380)은 각각 송수신부(311) 및 프로세서(312)를 포함한다.

<66> 송수신부(311)는 무선 프로토콜을 처리 수단, 무선 신호를 전송 및 수신하기 위한 안테나 등을 포함한다. 송수신부(311)는 단말에서 접속에 성공할 때까지의 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 포함하는 레인징 요청 메시지를 기지국(390)으로 전송한다. 또한, 송수신부(311)는 재전송 확률을 기지국(390)으로부터 수신한다. 또한, 송수신부(311)는 수신된 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지를 기지국(390)으로 재전송한다. 송수신부(311)의 재전송 동작은 프로세서(312)의 제어를 받는다.

<67> 프로세서(312)는 송수신부(311)에 의해 레인징 요청 메시지에 대응한 레인징 응답 메시지가 임계 시간 내에 수신되지 않으면, 송수신부(311)가 다음 프레임의 재전송 확률을 수신하게 하고, 가장 최근에 수신된 재전송 확률에 따라 레인징 요청 메시지의 재전송 여부를 결정한다. 이때, 임계 시간이란, 타이머가 작동하는 시간으로 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자가 단말의 성능을 고려하여 적절히 정할 수 있는 정도의 시간이다.

<68> 기지국(390)은 전송 시도 횟수 및 최초 접속 시도 시간을 이용하여 재전송 확률을 매 프레임마다 연산하여 브로드캐스팅 한다. 또한, 기지국(390)은 레인징 요청 메시지가 충돌이 없는 경우 레인징 응답 메시지를 해당 단말에 전송한다.

<69> 이상, 본 발명에 적용되는 시스템 환경과 재전송 확률 그리고 재전송 확률을 연산하기 위한 단말 접속률, offered load, 그리고 backlogged user 수를 예측하는 방법을 설명하였다. 그리고 단말 접속률, offered load, 그리고 backlogged user 수를 예측하기 위한 상하향 링크의 메시지 형식을 설명하였다.

<70> 이하, 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 랜덤 액세스의 백오프 절차를 구체적으로 설명한다.

<71> 도 4는 본 발명에 따른 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법의 흐름도이다.

<72> 종래의 백오프 방법과 동일하게, 단말(400)은 기지국(450)으로 보낼 데이터가 있으면 즉시 접속을 시도한다(411). 그러나 동일한 슬롯에 동일한 PN 코드를 사용하여 다른 단말이 메시지를 전송할 수가 있다. 이때, 복수의 단말들이 전송한 메시지들은 충돌이 발생 할 수가 있다.

<73> 메시지를 전송한 단말들은 타이머를 작동시킨다(413). 기지국(450)에서는 메시지를 받는 즉시 레인징 응답 메시지를 보낸다. 단말들은 임계 시간 안에 레인징 응답 메시지를 받지 못하면, 보냈던 메시지를 충돌로 간주하고 재전송 여부를 결정한다(419). 이때, 임계 시간이란, 타이머가 작동하는 시간으로 본 발명이 속하는 기술 분야

의 통상의 지식을 가진 자가 단말의 성능을 고려하여 적절히 정할 수 있는 정도의 시간이다.

<74> 단말은 타이머가 작동하는 동안 여러 재전송 확률(415)을 수신한다. 재전송 여부는 마지막으로 수신한 재전송 확률(417)을 가지고 단말이 결정을 한다. 단말은 0에서 1사이의 실수를 임의로 선택한다. 선택한 임의의 실수가 마지막으로 수신한 재전송 확률(417)보다 작으면(419) 재전송(421)을 한다. 마찬가지고 이때, 복수의 단말들이 전송한 메시지들은 충돌이 발생 할 수가 있다.

<75> 처음 접속 시도와 마찬가지고 메시지를 전송한 단말들은 타이머를 작동시키고(423), 타이머가 작동하는 동안 여러 재전송 확률(425)을 수신한다. 기지국(450)으로부터 레인징 응답 메시지를 기다리던 단말(400)은 레인징 응답 메시지를 타이머 종료시까지 즉, 임계 시간 내에 받지 못하면 보냈던 메시지를 충돌로 간주하고 마지막으로 수신한 재전송 확률(427)을 가지고 재전송 여부를 결정(429)한다.

<76> 이때, 재전송 여부 결정 과정은 앞에서와 마찬가지로 단말이 0에서 1사이의 실수를 임의로 선택하고, 선택한 임의의 실수와 마지막으로 수신한 재전송 확률(427)을 비교한다. 임의의 실수보다 재전송 확률이 크면(429) 재전송을 하지 않는다. 재전송을 하지 않은 경우, 다시 재전송 확률(431)을 수신한다. 새롭게 수신한 재전송 확률(431)을 가지고 재전송 여부를 결정(433)한다. 앞에서와 마찬가지로 임의의 실수를 선택하고 선택한 임의의 실수와 새롭게 수신한 재전송 확률(431)을 비교하여 재전송 여부를 결정(433)한다.

<77> 레인징이 성공 할 때까지, 단말(400)은 재전송 확률(435)을 수신하고 재전송 여부를 결정(437)한다. 단말이 레인징 응답 메시지(441)를 받으면 보냈던 메시지는 성공을 한다.

<78> 기지국(450)에서는 매 프레임마다 성공하는 단말들의 수와, 성공한 단말들에서 얻는 시도 횟수와, 처음 접속을 시도한 시간으로 재전송 확률들(415, 417, 425, 427, 431, 435)을 연산한다. 연산된 재전송 확률은 모든 단말들에게 전송되어진다. 모든 단말들은 위에서 설명한 레인징 절차를 따른다. 재전송 확률은 현재 접속하려는 단말들이 많으면 작아지고, 단말들이 적으면 커진다. 따라서 항상 한 프레임에 접속하는 단말의 수를 최적화 시켜준다.

<79> 이하, 도 5와 6을 참조하여 본 발명에 따른 기지국 및 단말에서 수행되는 절차를 각각 상세히 설명한다.

<80> 도 5는 본 발명에 따른 기지국에서 랜덤 엑세스의 백오프를 구현하기 위한 절차를 나타낸 흐름도이다.

<81> 도 5를 참조하면, 기지국에서 복수의 단말들에 의해 전송된 복수의 레인징 요청 메시지들이 수신한다(501 과정). 레인징 채널을 통해 전송된 데이터들이 충돌하지 않을 경우에 한하여 기지국은 특정 단말로부터 전송된 소정의 레인징 요청 메시지를 정상적으로 복조한다(503 과정).

<82> 정상적으로 수신되어 복조된 메시지들의 수로 단말 접속률을 예측한다(505 과정). 예측 방법은 앞에서 설명한 것과 같이, 일정 프레임 수 동안 레인징을 성공한 단말들의 평균 개수로 예측을 한다. 위에서 설명을 한 것과 같이, 예측된 단말 접속률이 '0'이면(507 과정) N을 하나씩 증가시키고(509 과정), '0'이 아니면 N의 값을 0으로 설정한다(511 과정). 여기서, N은 예측 단말 접속률 값이 '0'이었던 프레임 수를 나타낸다. N이 일정 프레임 수 Q가 되면(513 과정) 예측 단말 접속률을 최대값인 $C \times e^{-1}$로 증가시킨다(515 과정).

<83> 다음으로 성공적으로 복조된 메시지들로부터 각각의 단말들의 시도 횟수와 처음 접속을 시도한 시간의 정보를 추출한다(517 과정).

<84> 이것은 앞에서 예측된 단말 접속률과 함께 offered load와 backlogged user 수를 예측(519 과정)하는데 사용된다.

<85> 기지국은 BEB 알고리즘의 지연 DB(Data Base)를 구비할 수 있다. 이 지연 DB는 표 1에서 채널의 상황을 판단하는 기준이 된다. 채널의 상황을 고려하여, $\widehat{G_E} \leq G_{opt}$ 이고 $D \geq D_{BEB}$이면(523) 재전송 확률은 $\rho = (\widehat{G_E} - \widehat{\lambda_E})/\widehat{B_E}$(525)이 되고, 나머지 상황에서 재전송 확률은 $\rho = (G_{opt} - \widehat{\lambda_E})/\widehat{B_E}$)(527)가 된다.

<86> 이렇게 연산된 재전송 확률은 DL-MAP 메시지에 포함되어 기지국에서 모든 단말들에게 브로드캐스트 된다(529 과정). 모든 단말들은 재전송 확률을 수신하고 재전송 여부를 판단한다.

<87> 도 6은 본 발명에 따른 단말에서 랜덤 엑세스의 백오프를 구현하기 위한 절차를 나타낸 흐름도이다.

<88> 도 6을 참조하면, 단말은 랜덤 엑세스를 통해 시도횟수와 처음 접속을 시도한 시간을 포함하여 레인징 요청 메시지(초기 레인징, 핸드오프 레인징, 주기적 레인징 그리고 대역폭 요청)를 기지국으로 전송하고, 타이머를 작

동시킨다(601 과정). 기지국은 성공적으로 메시지를 받은 단말에게 레인징 응답 메시지를 보낸다.

<89> 단말은 기지국으로부터 레인징 응답 메시지를 받으면(603 과정) 레인징 응답 메시지 처리 결과를 확인한다(615 과정). 그러나, 타이머 종료시까지 즉, 임계 시간 내에 레인징 응답 메시지를 수신하지 못하면(603 과정), 기지국이 브로드캐스트한 재전송 확률을 수신한다(607 과정).

<90> 단말은 0에서 1사이의 임의 실수를 선택하고, 선택한 임의의 실수와 수신한 재전송 확률을 비교한다(609 과정). 임의의 실수가 재전송 확률보다 크면(609 과정) 새로운 재전송 확률을 수신한다(607 과정).

<91> 임의의 실수가 재전송 확률보다 작으면, 임의의 슬롯과 PN 코드를 선택한다. 선택한 슬롯과 PN 코드를 사용하여 시도 횟수와 처음 접속을 시도한 시간을 포함하여 레인징 요청 메시지를 전송한다(611 과정). 이때, 타이머를 작동시킨다.

<92> 기지국으로부터 타이머 종료시까지 즉, 임계 시간내에 레인징 응답 메시지를 받으면(613 과정) 레인징 응답 메시지 처리 결과를 확인한다(615 과정). 레인징 응답 메시지를 받지 못하고 타이머가 종료되면(613 과정) 새로운 재전송 확률을 수신하여 위의 과정(607-611 과정)을 반복한다. 이때, 재전송 여부의 결정은 가장 최근에 수신된 재전송 확률에 따른다.

<93> 바람직하게는, 본 발명의 무선 이동 통신 시스템에서 랜덤 엑세스의 백오프 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록하여 제공할 수 있다.

<94> 본 발명은 소프트웨어를 통해 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.

<95> 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 테이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(hard disk), 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<96> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<97> 본 발명에 의하면, 기지국에서 충돌과 빈 채널을 구별할 수 없는 무선 이동 통신 시스템에서 효과적인 랜덤 엑세스를 구현할 수 있고, 기지국에서 채널의 상황을 판단하여 재접속 여부를 판단하기 때문에 최적화된 단말 수만이 접속을 시도하여 채널 혼잡시 기지국 접속에 소요되는 지연을 감소시키면서 처리량을 증가시킬 수 있으며, BEB 알고리즘의 자원을 낭비하는 문제, 불안정 상태로 빠지는 문제, 공정성 문제 및 잠재적 충돌 문제를 해결할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 광대역 무선 이동 통신 시스템에서의 프레임 구조를 도시한 것이다.

<2> 도 2a는 종래 기술에 따른 광대역 랜덤 액세스의 백오프 방법의 흐름도이다.

<3> 도 2b은 종래 기술의 백오프 알고리즘 분산 구간을 도시한 것이다.

<4> 도 3은 본 발명에 따른 무선 이동 통신 시스템의 블럭도이다.

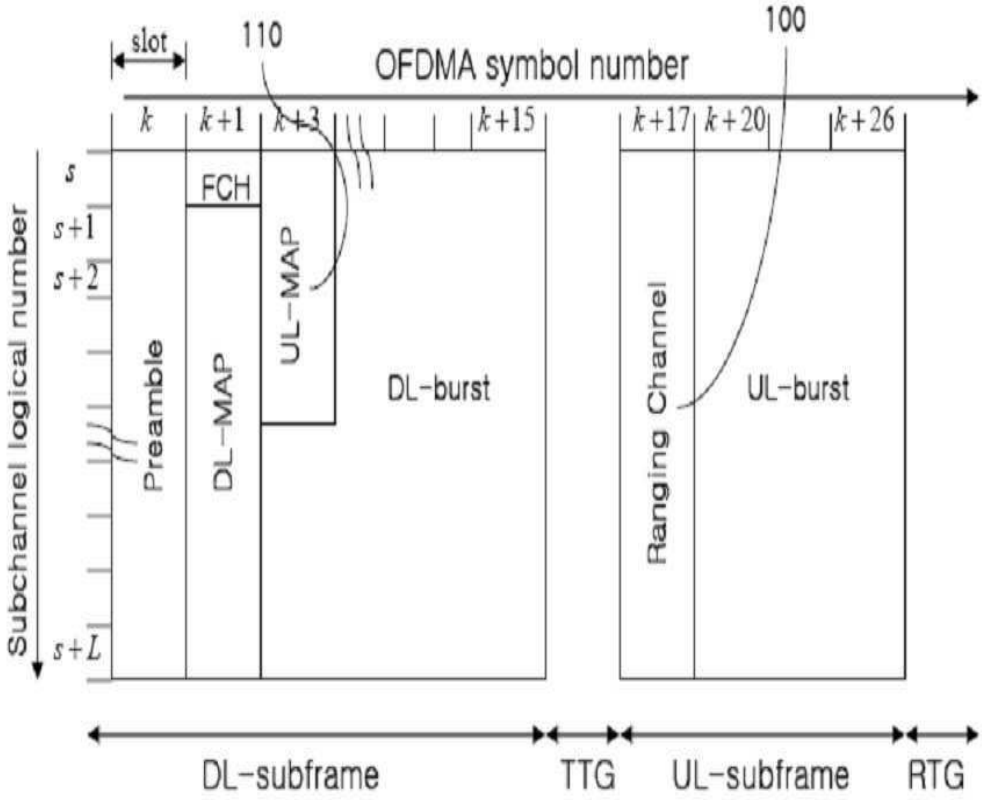
<5> 도 4는 본 발명에 따른 랜덤 액세스의 백오프 방법의 흐름도이다.

<6> 도 5는 본 발명에 따른 기지국에서 랜덤 액세스의 백오프를 구현하기 위한 절차를 나타낸 흐름도이다.

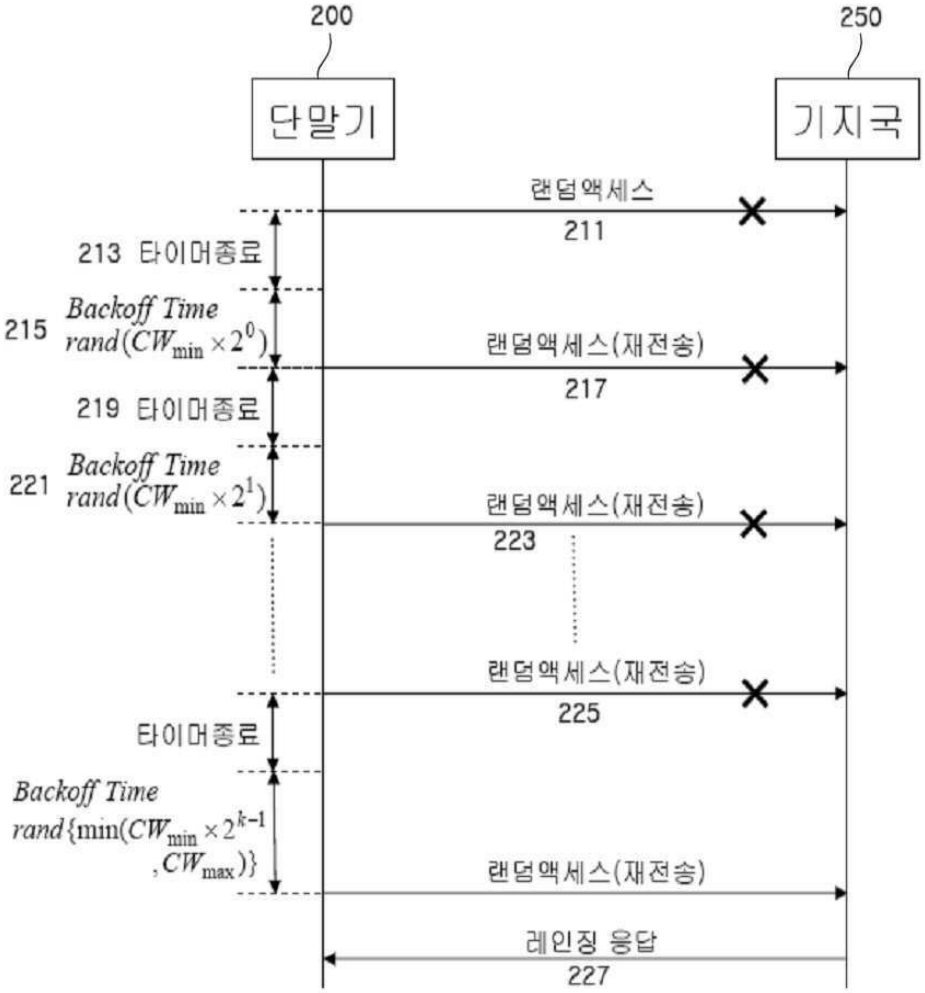
<7> 도 6은 본 발명에 따른 단말에서 랜덤 액세스의 백오프를 구현하기 위한 절차를 나타낸 흐름도이다.

도면

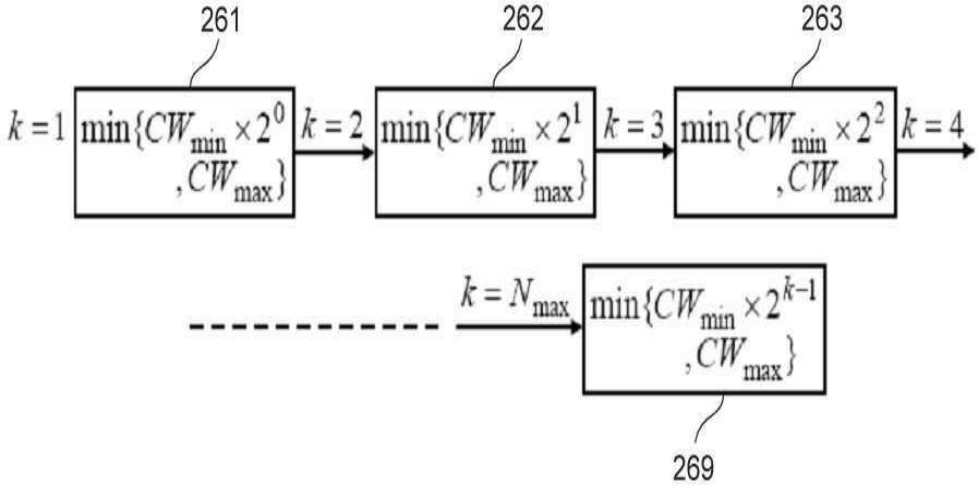
도면1


slot
110
100
OFDMA symbol number
k
k+1
k+3
k+15
k+17
k+20
k+26
s
s+1
s+2
s+L
Subchannel logical number
Preamble
FCH
DL-MAP
UL-MAP
DL-burst
Ranging Channel
UL-burst
DL-subframe
TTG
UL-subframe
RTG

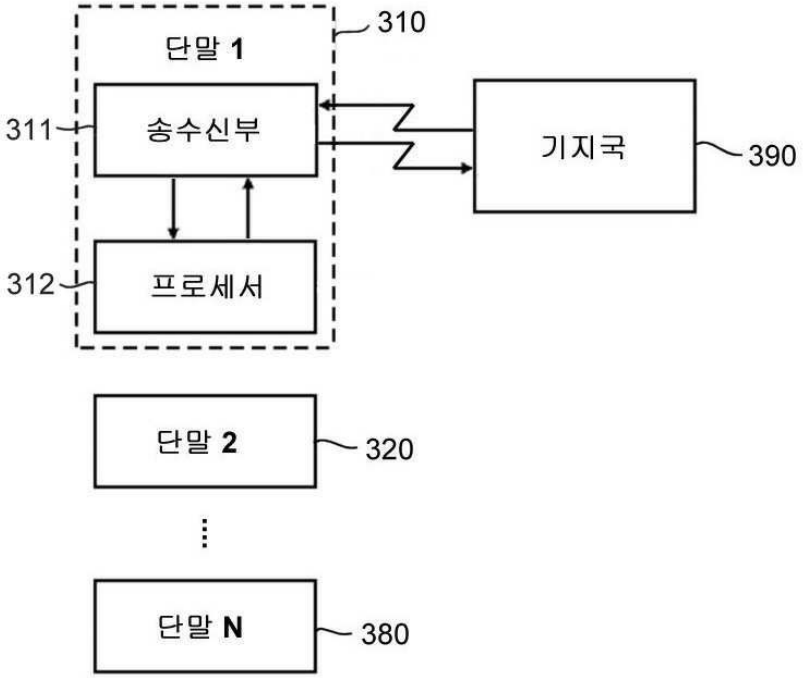
도면2a


200
250
단말기
기지국
랜덤액세스
211
213 타이머종료
215 Backoff Time
rand(CWmin×2^0)
랜덤액세스(재전송)
217
219 타이머종료
221 Backoff Time
rand(CWmin×2^1)
랜덤액세스(재전송)
223
랜덤액세스(재전송)
225
타이머종료
Backoff Time
rand{min(CWmin×2^k-1
,CWmax)}
랜덤액세스(재전송)
레인징 응답
227

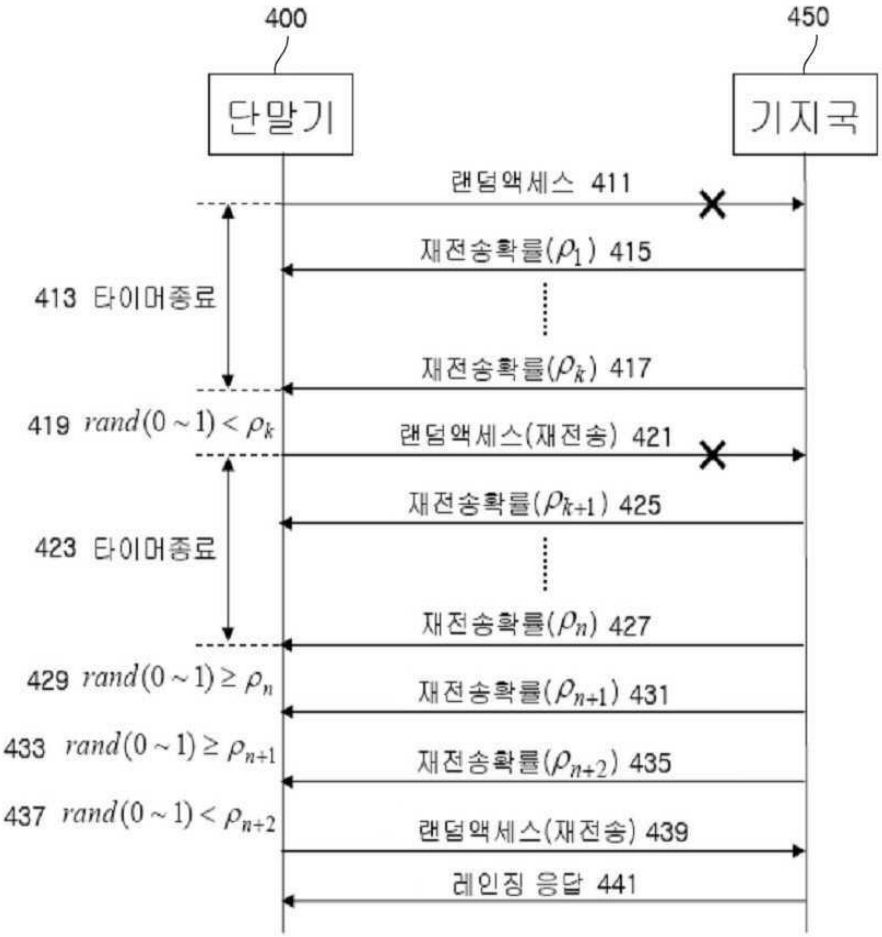
도면2b


261
262
263
k=1
min{CWmin×2^0
,CWmax}
k=2
min{CWmin×2^1
,CWmax}
k=3
min{CWmin×2^2
,CWmax}
k=4
k=Nmax
min{CWmin×2^k-1
,CWmax}
269

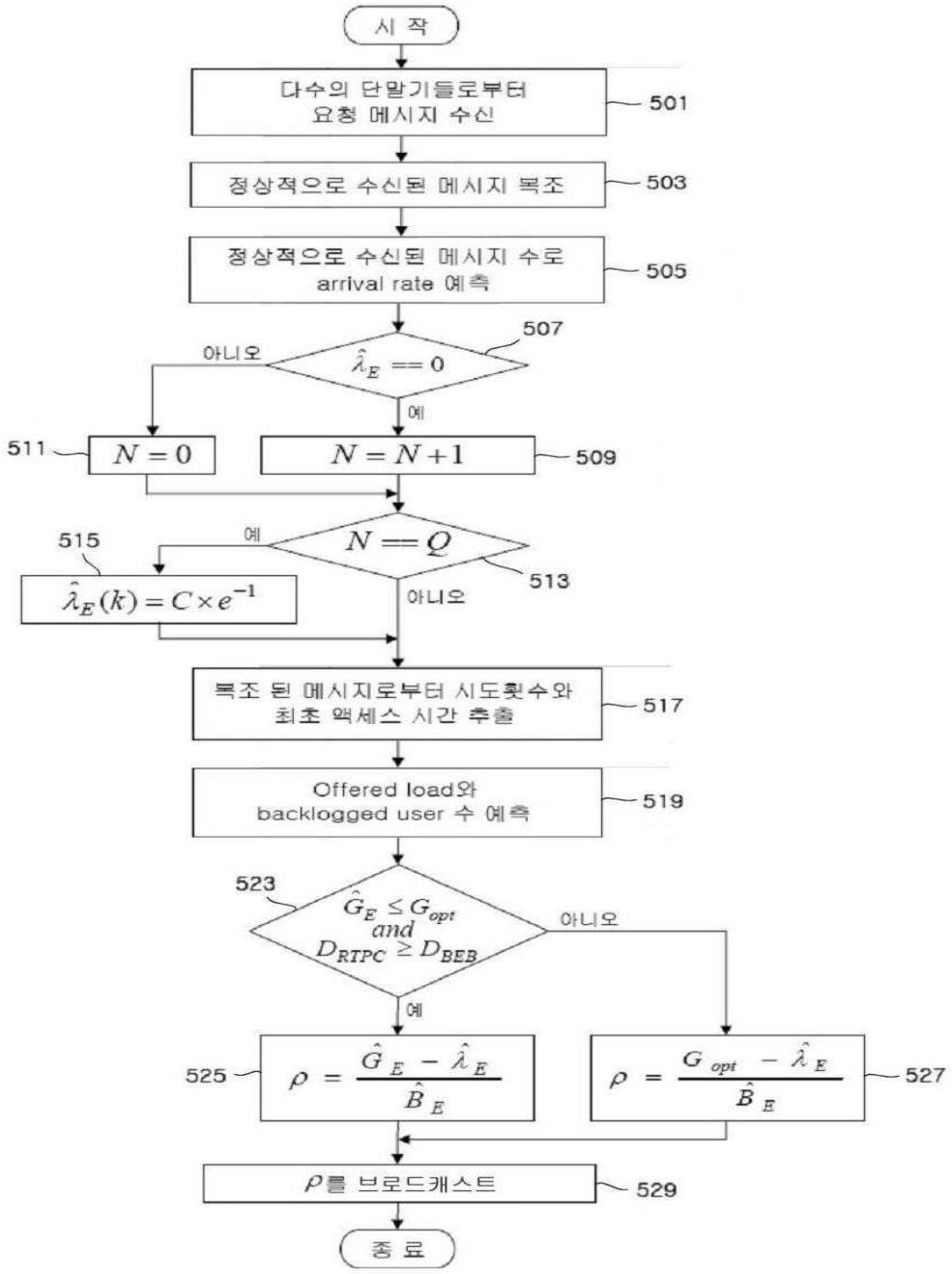
도면3



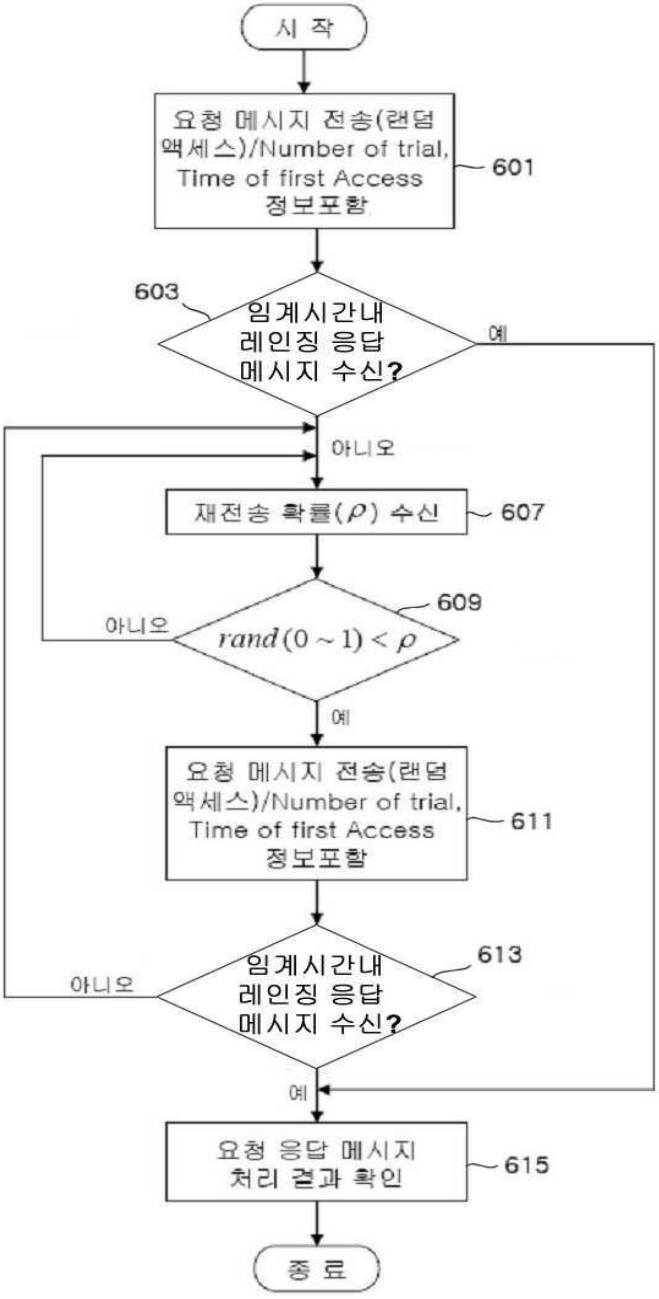
도면4


400
450
단말기
기지국
랜덤액세스 411
재전송확률(ρ_1) 415
413 타이머종료
재전송확률(ρ_k) 417
419 $rand(0\sim1)<\rho_k$
랜덤액세스(재전송) 421
재전송확률(ρ_{k+1}) 425
423 타이머종료
재전송확률(ρ_n) 427
429 $rand(0\sim1)\geq\rho_n$
재전송확률(ρ_{n+1}) 431
433 $rand(0\sim1)\geq\rho_{n+1}$
재전송확률(ρ_{n+2}) 435
437 $rand(0\sim1)<\rho_{n+2}$
랜덤액세스(재전송) 439
레인징 응답 441

도면5


시 작
다수의 단말기들로부터 요청 메시지 수신
501
정상적으로 수신된 메시지 복조
503
정상적으로 수신된 메시지 수로 arrival rate 예측
505
507
$\hat{\lambda}_E == 0$
아니오
예
511
$N = 0$
$N = N + 1$
509
515
예
$N == Q$
513
$\hat{\lambda}_E(k) = C \times e^{-1}$
아니오
복조 된 메시지로부터 시도횟수와 최초 액세스 시간 추출
517
Offered load와 backlogged user 수 예측
519
523
$\hat{G}_E \le G_{opt}$ and $D_{RTPC} \ge D_{BEB}$
아니오
예
525
$\rho = \frac{\hat{G}_E - \hat{\lambda}_E}{\hat{B}_E}$
$\rho = \frac{G_{opt} - \hat{\lambda}_E}{\hat{B}_E}$
527
ρ를 브로드캐스트
529
종 료

도면6


시 작
요청 메시지 전송(랜덤 액세스)/Number of trial, Time of first Access 정보포함
601
603
임계시간내 레인징 응답 메시지 수신?
예
아니오
재전송 확률(ρ) 수신
607
609
rand(0 ~ 1) < ρ
아니오
예
요청 메시지 전송(랜덤 액세스)/Number of trial, Time of first Access 정보포함
611
613
임계시간내 레인징 응답 메시지 수신?
아니오
예
요청 응답 메시지 처리 결과 확인
615
종 료