



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0107390  
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04W 74/08 (2024.01)

(52) CPC특허분류  
H04W 74/085 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0189998

(22) 출원일자 2022년12월30일

심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인

한양대학교 에리카산학협력단

경기도 안산시 상록구 한양대학로 55

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

진후

경기도 수원시 영통구 영통로 498, 130동 2004호

후 양첸

경기도 안산시 상록구 한양대학로 55, 4공학관  
410-1호

서준배

경상남도 통영시 통영해안로 2, 802호

(74) 대리인

김준석, 박민욱

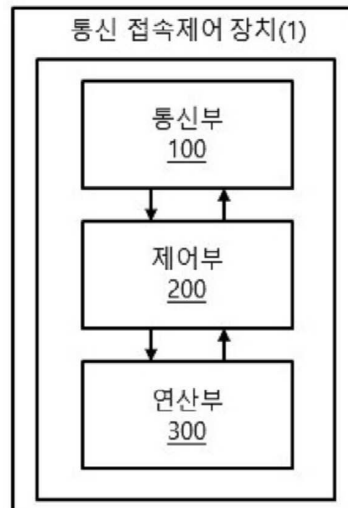
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 통신 접속제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 통신 접속제어 장치 및 통신 접속제어 방법에 관한 것으로, 복수의 사용자 단말로부터 복수의 타임 오프셋을 가지는 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 수신하는 단계; 상기 제1 타임슬롯의 형태를 판별하는 단계; 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 상기 제1 타임슬롯에 포함된 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계; 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우, 상기 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 단계; 및 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                              |
|-------------|----------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711166436                                   |
| 과제번호        | 2021R1F1A1063057                             |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                                    |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                       |
| 연구사업명       | 개인기초연구(과기정통부)                                |
| 연구과제명       | 스마트 농축산을 위한 사물인터넷의 응용과 저전력 통신망의 설계 및 최적화에 대한 |

연구

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 기 여 율   | 50/100                  |
| 과제수행기관명 | 경상국립대학교                 |
| 연구기간    | 2022.03.01 ~ 2023.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711153028                                          |
| 과제번호        | 2020-0-00167-003                                    |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                                           |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원                                           |
| 연구사업명       | 5G기반IoT핵심기술개발                                       |
| 연구과제명       | 5G+ 스마트시티 환경에서 무선 연결성 효율 증대를 위한 비면허대역 Massive IoT 무 |

선접속핵심 기술 개발

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 기 여 율   | 50/100                  |
| 과제수행기관명 | 한양대학교 에리카산학협력단          |
| 연구기간    | 2022.01.01 ~ 2022.12.31 |

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 사용자 단말로부터 복수의 타임 오프셋을 가지는 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 수신하는 단계;

상기 제1 타임슬롯의 형태를 판별하는 단계;

상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 상기 제1 타임슬롯에 포함된 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계;

상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우, 상기 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 단계; 및

상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계;

를 포함하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 단계는,

상기 첫번째 패킷 또는 상기 마지막 패킷이 다중 패킷인 경우, 상기 첫번째 패킷 및 상기 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하되,

상기 다중 패킷을 상기 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 재전송하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출하지 않는 경우, 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제2 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 타임슬롯의 형태는,

성공 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯, 유허 타임슬롯을 포함하고,

상기 제1 타임슬롯은 개방된 상태이고, 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯은 닫힌 상태인 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계는,

상기 제1 타임슬롯이 상기 성공 타임슬롯 및 유허 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않고,

상기 제1 타임슬롯이 상기 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않고, 상기 사용자 단말에 알람을 제공하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계는,

상기 제1 타임슬롯이 상기 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계는,

상기 제1 타임슬롯에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산하는 단계;

연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 산출하는 단계;

상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하는 단계;

상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수, 상기 제1 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하는 단계; 및

상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기지국의 추정값을 연산하는 단계는,

다음의 수학식을 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 전송 제어 방법;

$$\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$$

여기서,  $\mathbb{I}(x)$ 는 지시 함수이고,  $s$ 는 충돌 이후에 두 개의 후속 타임슬롯을 성공적으로 전송된 패킷의 수이며,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 슬롯 사이의 슬롯 수이고,  $\theta$ 는 가중치 계수이며,  $C_1$ 은 제1 충돌 타임슬롯을 나타낸다.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하는 단계는,

상기 타임슬롯이 성공 타임슬롯 또는 유허 타임슬롯인 경우에 다음의 수학식을 통해 연산하고,

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0) \text{ and } L_t = 1$$

여기서,  $\kappa$ 는  $K$ (타임 오프셋의 수)에 대응하는 매개변수이고,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 나타내며,

상기 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학식을 통해 예측하고,

$$\nu_t = \max\left(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2\right) - s \text{ and } L_t = 3$$

상기 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학식을 통해 예측하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^\kappa - \kappa - 1}, 2) \text{ and } L_t = 1$$

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하는 단계는,

상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 예측된 상기 백로그된 사용자 단말 수, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

#### 청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계는,

다음의 수학적식을 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 방법.

$$p_{t+1}^* = \min(\kappa/\nu_t, 1)$$

#### 청구항 12

복수의 사용자 단말로부터 복수의 타임 오프셋을 가지는 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 수신하고, 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우, 상기 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 통신부;

상기 제1 타임슬롯의 형태를 판별하고, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 상기 제1 타임슬롯에 포함된 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 제어부; 및

상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 연산부;

를 포함하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 첫번째 패킷 또는 상기 마지막 패킷이 다중 패킷인 경우, 상기 첫번째 패킷 및 상기 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하되,

상기 다중 패킷을 상기 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 재전송하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출하지 않는 경우, 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제2 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 15

제12항에 있어서,

상기 제1 타임슬롯의 형태는,

성공 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯, 유허 타임슬롯을 포함하고,

상기 제1 타임슬롯은 개방된 상태이고, 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯은 닫힌 상태인 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 타임슬롯이 상기 성공 타임슬롯 및 유휴 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정하며,

상기 제1 타임슬롯이 상기 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정하고, 상기 사용자 단말에 알림을 제공하되,

상기 제1 타임슬롯이 상기 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 제1 타임슬롯에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산하고, 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 산출하며, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수, 상기 제1 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하며, 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 연산부는,

다음의 수학적식을 통해 상기 기지국의 추정값을 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치;

$$\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$$

여기서,  $\mathbb{I}(x)$ 는 지시 함수이고,  $s$ 는 충돌 이후에 두 개의 후속 타임슬롯을 성공적으로 전송된 패킷의 수이며,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 슬롯 사이의 슬롯 수이고,  $\theta$ 는 가중치 계수이며,  $C_1$ 은 제1 충돌 타임슬롯을 나타낸다.

#### 청구항 19

제17항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 제1 타임슬롯이 성공 타임슬롯 또는 유휴 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 상기 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고,

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0) \text{ and } L_t = 1$$

여기서,  $\kappa$ 는  $K$ (타임 오프셋의 수)에 대응하는 매개변수이고,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 나타내며,

상기 제1 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 상기 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고,

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) - s \text{ and } L_t = 3$$

상기 제1 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 백로그된 사용자 단말 수를 예측하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) \text{ and } L_t = 1$$

## 청구항 20

제17항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 예측된 상기 백로그된 사용자 단말 수, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하고,

다음의 수학적식을 통해 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 것을 특징으로 하는 통신 접속제어 장치.

$$p_{t+1}^* = \min(\kappa/\nu_t, 1)$$

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 접속제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] LTE(Long-Term Evolution), IEEE 802.11, Zigbee, Bluetooth 등 다양한 이기종 무선 통신망이 원활하게 연동되면서 인터넷 접속이 유비쿼터스화 되었다.
- [0003] 현재 대부분의 이동 통신 시스템에서는 이동단말로부터 기지국으로의 데이터 전송을 위해 랜덤 액세스 채널(다중 액세스 채널)을 이용하고 있다.
- [0004] 이와 같은 랜덤 액세스 채널은 전용 채널 요구를 위한 신호 메시지뿐만 아니라 단문전송, 패킷 데이터 전송 등 전용채널 점유를 통한 전송이 비효율적인 경우에 사용되고 있다.
- [0005] 일반적으로, 이동 패킷 무선통신시스템에서 기지국(BS)은 하나 또는 그 이상의 공유 패킷 무선채널들을 통해 다수의 이동국(MS)들과 통신을 한다.
- [0006] 다운링크 패킷 트래픽은 기지국에 의해 스케줄됨으로써, 이동국들간의 다운링크 경합이 방지된다.
- [0007] 그러나 업링크를 통해 이동국들이 기지국으로 액세스를 이루도록 하기 위해 이동국들은 랜덤 다원 접속 프로토콜을 사용하여 액세스를 하게 된다.
- [0008] 이것은 업링크 상에 반드시 경합 및 충돌을 발생시키고, 기지국은 데이터를 성공적으로 수신할 수 없다는 문제가 있다.
- [0009] 각 이동단말기의 랜덤 액세스 시점을 충돌이 최소화되도록 적절히 조절하여 신속한 전송과 높은 처리율을 제공할 필요가 있으며, 단말국이 송출한 접속 메시지가 충돌한 경우에 단말국이 접속 메시지의 충돌 확인 후 임의의 시간동안 대기한 후 기지국으로 다시 접속 메시지를 재송출하고, 각 단말국이 각기 다른 임의의 시간동안 대기하여 충돌한 메시지를 재송출하는 방법을 사용할 수도 있다.
- [0010] 다만, 이러한 방법은 주로 짧고 간단한 데이터 전송시에 사용되는 한계가 있다.

[0011] 또한, 점점 더 증가하는 IoT 장치의 대규모 액세스로 인해 병목 현상이 발생할 수 있으므로, 구현이 간단하면서도 급증하는 IoT 트래픽을 수용할 수 있는 더 높은 처리량을 제공하는 기술이 요구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2002-0051499호("디에스/시디웹에어 기반 슬롯티드-알로하 시스템의 전송확률 제어 방법 및 그 장치", 공개일자: 2002.06.29)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 타임 오프셋을 포함하는 타임슬롯을 이용하여 패킷 전송 확률을 최대화하는 통신 접속제어 장치 및 통신 접속제어 방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0014] 상술한 과제를 해결하기 위하여 통신 접속제어 장치 및 방법이 제공된다.

[0015] 통신 접속제어 방법은 복수의 사용자 단말로부터 복수의 타임 오프셋을 가지는 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 수신하는 단계; 상기 제1 타임슬롯의 형태를 판별하는 단계; 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 상기 제1 타임슬롯에 포함된 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계; 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우, 상기 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 단계; 및 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계;를 포함한다.

[0016] 상기 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 단계는, 상기 첫번째 패킷 또는 상기 마지막 패킷이 다중 패킷인 경우, 상기 첫번째 패킷 및 상기 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하되, 상기 다중 패킷을 상기 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 재전송하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출하지 않는 경우, 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제2 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산할 수 있다.

[0018] 상기 제1 타임슬롯의 형태는, 성공 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯, 유허 타임슬롯을 포함하고, 상기 제1 타임슬롯은 개방된 상태이고, 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯은 닫힌 상태일 수 있다.

[0019] 상기 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계는, 상기 제1 타임슬롯이 상기 성공 타임슬롯 및 유허 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않고, 상기 제1 타임슬롯이 상기 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않고, 상기 사용자 단말에 알림을 제공할 수 있다.

[0020] 상기 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 단계는, 상기 제1 타임슬롯이 상기 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출할 수 있다.

[0021] 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계는, 상기 제1 타임슬롯에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산하는 단계; 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 산출하는 단계; 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하는 단계; 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수, 상기 제1 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하는 단계; 및 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 기지국의 추정값을 연산하는 단계는, 다음의 수학적식을 통해 연산할 수 있다.

$$\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$$

[0023]

[0024] 여기서,  $\mathbb{I}(x)$ 는 지시 함수이고,  $s$ 는 충돌 이후에 두 개의 후속 타임슬롯을 성공적으로 전송된 패킷의 수이며,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 슬롯 사이의 슬롯 수이고,  $\theta$ 는 가중치 계수이며,  $C_1$ 은 제1 충돌 타임슬롯을 나타낸다.

[0025] 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하는 단계는, 상기 타임슬롯이 성공 타임슬롯 또는 유허 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 연산하고,

$$[0026] \quad \nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0) \text{ and } L_t = 1$$

[0027] 여기서,  $\kappa$ 는  $K$ (타임 오프셋의 수)에 대응하는 매개변수이고,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 나타내며, 상기 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 예측하고,

$$[0028] \quad \nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) - s \text{ and } L_t = 3$$

[0029] 상기 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 예측할 수 있다.

$$[0030] \quad \nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) \text{ and } L_t = 1$$

[0031] 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하는 단계는, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 예측된 상기 백로그된 사용자 단말 수, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트할 수 있다.

[0032] 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 단계는, 다음의 수학적식을 통해 연산할 수 있다.

$$[0033] \quad p_{t+1}^* = \min(\kappa/\nu_t, 1)$$

[0034] 통신 접속제어 장치는 복수의 사용자 단말로부터 복수의 타임 오프셋을 가지는 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 수신하고, 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우, 상기 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하는 통신부; 상기 제1 타임슬롯의 형태를 판별하고, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 상기 제1 타임슬롯에 포함된 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정하는 제어부; 및 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산하는 연산부;를 포함한다.

[0035] 상기 제어부는, 상기 첫번째 패킷 또는 상기 마지막 패킷이 다중 패킷인 경우, 상기 첫번째 패킷 및 상기 마지막 패킷을 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송하되, 상기 다중 패킷을 상기 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 재전송할 수 있다.

[0036] 상기 연산부는, 상기 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출하지 않는 경우, 상기 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제2 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산할 수 있다.

[0037] 상기 제1 타임슬롯의 형태는, 성공 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯, 유허 타임슬롯을 포함하고, 상기 제1 타임슬롯은 개방된 상태이고, 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯은 닫힌 상태일 수 있다.

[0038] 상기 제어부는, 상기 제1 타임슬롯이 상기 성공 타임슬롯 및 유허 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정하며, 상기 제1 타임슬롯이 상기 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정하고, 상기 사용자 단말에 알림을 제공하되, 상기 제1 타임슬롯이 상기 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 상기 타임 오프셋을 추출할 수 있다.

[0039] 상기 연산부는, 상기 제1 타임슬롯에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산하고, 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 산출하며, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수, 상기 제1 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하며, 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을

연산할 수 있다.

[0040] 상기 연산부는, 다음의 수학적식을 통해 상기 기지국의 추정값을 연산할 수 있다.

$$\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$$

[0042] 여기서,  $\mathbb{I}(x)$ 는 지시 함수이고,  $s$ 는 충돌 이후에 두 개의 후속 타임슬롯을 성공적으로 전송된 패킷의 수이며,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 슬롯 사이의 슬롯 수이고,  $\theta$ 는 가중치 계수이며,  $C_1$ 은 제1 충돌 타임슬롯을 나타낸다.

[0043] 상기 연산부는, 상기 제1 타임슬롯이 성공 타임슬롯 또는 유허 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 상기 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고,

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0) \text{ and } L_t = 1$$

[0045] 여기서,  $\kappa$ 는  $K$ (타임 오프셋의 수)에 대응하는 매개변수이고,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 나타내며, 상기 제1 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 상기 백로그된 사용자 단말 수를 예측하고,

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^\kappa - \kappa - 1}, 2) - s \text{ and } L_t = 3$$

[0047] 상기 제1 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우에 다음의 수학적식을 통해 백로그된 사용자 단말 수를 예측할 수 있다.

$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^\kappa - \kappa - 1}, 2) \text{ and } L_t = 1$$

[0049] 상기 연산부는, 상기 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 예측된 상기 백로그된 사용자 단말 수, 상기 기지국의 추정값, 상기 타임슬롯의 수를 기초로 상기 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트하고, 다음의 수학적식을 통해 상기 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산할 수 있다.

$$p_{t+1}^* = \min(\kappa / \nu_t, 1)$$

### 발명의 효과

[0051] 상술한 통신 접속제어 장치 및 통신 접속제어 방법에 의하면, 타임 오프셋을 포함하는 타임슬롯을 이용하여 충돌된 복수의 패킷이 각각 다른 타임슬롯을 통해 전송할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 통신 접속제어 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 타임슬롯을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 타임슬롯을 이용한 패킷 전송을 설명하기 위한 도면이다.

도 4은 통신 접속제어 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는  $K$ 에 대응하는  $\kappa$ 을 설명하기 위한 표이다.

도 6은 통신 접속제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 7은 전송 확률을 연산하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 8는 통신 접속제어 장치의 운영 성능 결과를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0053] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0054] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0055] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0056] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 그렇지만 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어가 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부", "모듈", "유닛" 등은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0057] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0058] "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [0060] 이하, 본 발명의 일 실시예에서는 통신 접속제어 장치(1)를 설명하도록 한다.
- [0061] 본 발명에서 기술되는 통신 접속제어 장치(1)는 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 예를 들어, 통신 접속제어 장치(1)는 S-ALOHA 시스템에 적용될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 다른 차세대 이동통신 및 다른 유무선 통신에 적용될 수도 있다.
- [0062] 또한, 본 발명은 랜덤 액세스 기술을 이용하는 이동통신 시스템에 적용되고 접속 제어 과정이 요구되는 다양한 무선 통신 시스템에서 응용될 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 2G부터 5G 통신 시스템 및 WLAN에서도 응용 가능하다.
- [0064] 또한, 본 발명에서 '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등을 포함하는 의미로 사용될 수 있다.
- [0065] 그리고, 본 발명에서 '시스템'은 '네트워크'와 서로 교환하여 사용될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에서, 통신 접속제어 장치(1)는 기지국과 복수의 사용자 단말과 네트워크 연결될 수 있다.
- [0067] 도 1은 통신 접속제어 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0068] 도 1에서 도시한 바와 같이, 통신 접속제어 장치(1)는 통신부(100), 제어부(200) 및 연산부(300)를 포함한다.
- [0069] 통신부(100)는 복수의 사용자 단말로부터 타임슬롯을 통해 패킷을 기지국에 전송할 수 있다.

- [0070] 이때, 타임슬롯은 복수의 타임 오프셋을 가질 수 있다.
- [0071] 여기서, 사용자 단말은 휴대 정보 단말기(Personal digital assistant, PDA), 무선 모뎀, 무선 통신 장치, 핸드헬드 장치, 랩탑 컴퓨터, 코드리스 폰 등으로 구현될 수 있으며, 다운로드 및 업링크 전송을 통해 하나 이상의 기지국과 통신할 수 있다.
- [0072] 도 2는 타임슬롯을 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 도 2에서 도시한 바와 같이, 일 실시예에 있어서, 타임슬롯은 패킷 전송을 하기 위한 것으로, 타임 오프셋(Time-offset)을 포함한다.
- [0074] 타임슬롯은 일정한 길이인  $T_s$ (초) 길이를 가질 수 있다.
- [0075] 타임슬롯은 하나의 패킷 전송 시간( $T$ )으로 구성될 수 있다.
- [0076] 타임슬롯의 앞부분에는  $K$ 개의 타임 오프셋(Time-offset)을 포함할 수 있다.
- [0077] 예를 들어, 도 2과 같이, 타임슬롯은 6개의 타임 오프셋과 3개의 패킷으로 구성될 수 있다.
- [0078] 각각의 타임 오프셋의 길이는  $\alpha$ (상수)로 나타낼 수 있고, 패킷 전송은 타임 오프셋 중 하나에서 발생할 수 있다.
- [0079] 타임슬롯의 길이( $T_s$ )는 다음의 수학식 1로 나타낼 수 있다.

### 수학식 1

[0080] 
$$T_s = \alpha(K - 1) + T$$

- [0081] 여기서,  $\alpha$ 는 각각의 타임 오프셋의 길이(상수),  $K$ 는 타임 오프셋의 개수,  $T$ 는 타임슬롯의 길이를 나타낸다.
- [0082] 전체 타임 오프셋의 길이는 타임슬롯의 전송 효율을 위해 하나의 패킷 전송 시간보다 작은 것으로 설정할 수 있고, 다음의 수학식 2로 나타낼 수 있다.

### 수학식 2

[0083] 
$$\alpha(K - 1) < T$$

- [0084] 여기서,  $\alpha$ 는 상수,  $K$ 는 타임 오프셋의 개수,  $T$ 는 타임슬롯의 길이를 나타낸다.
- [0085] 도 3은 타임슬롯을 이용한 패킷 전송을 설명하기 위한 도면이다.
- [0086] 도 3에서 도시한 바와 같이, 타임슬롯은 개방된(Open) 상태이거나 닫힌(Closed) 상태일 수 있다.
- [0087] 사용자 단말은 닫힌 상태의 타임슬롯을 통해 패킷을 기지국에 전송할 수 없고, 개방된 상태의 타임슬롯을 통해 패킷을 기지국에 전송할 수 있다.
- [0088] 제어부(200)는 기지국에서 타임슬롯의 형태를 판별한다.
- [0089] 타임슬롯의 형태는 성공 타임슬롯(Success, S), 제1 충돌 타임슬롯(Type-1 Collision,  $C_1$ ), 제2 충돌 타임슬롯(Type-2 Collision,  $C_2$ ), 유허 타임슬롯(idle, I)을 포함할 수 있다.
- [0090] 제1 충돌 타임슬롯은 제1 성공 타임슬롯(Type-1 Success)과 제2 성공 타임슬롯(Type-2 Success)을 포함할 수 있다.
- [0091] 제어부(200)는 타임슬롯의 형태에 대응하여 타임슬롯에 포함된 첫번째 패킷과 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋 추출 여부를 결정할 수 있다.
- [0092] 성공 타임슬롯(S)은 타임슬롯에서 단일 패킷 전송으로 성공한 경우이고, 제1 충돌 타임슬롯( $C_1$ )과 제2 충돌 타

임슬롯( $C_2$ )은 하나의 타임슬롯에서 충돌이 발생한 경우이며, 유허 타임슬롯은 패킷 전송이 없는 경우이다.

- [0093] 이때, 제1 충돌 타임슬롯( $C_1$ )은 패킷이 충돌한 후의 후속 2개의 타임슬롯이 닫힌 상태이고, 제2 충돌 타임슬롯( $C_2$ )은 개방된 상태이다.
- [0094] 즉, 제어부(200)는 타임슬롯의 형태가 성공 타임슬롯(S) 및 유허 타임슬롯(I)인 경우에 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정할 수 있다.
- [0095] 그리고, 제어부(200)는 타임슬롯의 형태가 제2 충돌 타임슬롯( $C_2$ )인 경우에 타임 오프셋을 추출하지 않는 것으로 결정하고, 사용자 단말에 충돌 알림을 제공할 수 있다.
- [0096] 또한, 제어부(200)는 타임슬롯의 형태가 제1 충돌 타임슬롯( $C_1$ )인 경우에 타임 오프셋을 추출하는 것으로 결정할 수 있다.
- [0097] 도 3과 같이, 복수의 타임슬롯 중 제1 타임슬롯( $t_1$ )은 성공 타임슬롯(S)이고, 제8 타임슬롯( $t_8$ )은 유허 타임슬롯(I)일 수 있다.
- [0098] 성공 타임슬롯(S)인 제1 타임슬롯( $t_1$ )과 유허 타임슬롯(I)인 제8 타임슬롯( $t_8$ )의 그 다음 타임슬롯인 제2 타임슬롯( $t_2$ )과 제9 타임슬롯( $t_9$ )은 항상 개방된 상태일 수 있다.
- [0099] 도 3의 제2 타임슬롯( $t_2$ )과 제5 타임슬롯( $t_5$ )과 같이, 복수의 패킷이 전송될 경우에 충돌이 발생할 수 있다.
- [0100] 이때, 제어부(200)는 제2 타임슬롯( $t_2$ )과 제5 타임슬롯( $t_5$ )의 첫번째 패킷과 마지막 패킷 전송에서 두개의 타임 오프셋에 대한 정보를 추출할 수 있다.
- [0101] 제어부(200)는 타임슬롯에서 전송된 첫번째 패킷에 대한 타임 오프셋과 타임슬롯에서 전송된 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 모니터링하여 두 개의 타임 오프셋을 추출할 수 있다.
- [0102] 이때, 기지국과 네트워크 연결된 사용자 단말은 패킷의 수신 전력이 미리 정의된 값인 디코딩 임계값이 되는 것으로 가정한다.
- [0103] 그리고, 제어부(200)는 충돌이 발생한 타임슬롯에서 전송의 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 검출할 수 있다.
- [0104] 일 실시예에서, 제어부(200)는 기지국을 통해 IEEE 802.11 무선 근거리 통신망(WLAN)의 경우와 같이 충돌을 검출하기 위해 사용되는 에너지 검출을 이용할 수 있다.
- [0105] 즉, 제어부(200)는 기지국을 통해 에너지 검출을 이용하여 충돌이 발생한 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 감지할 수 있다.
- [0106] 그리고, 제어부(200)는 기지국을 통해 충돌 직후 캐리어 감지 다중 액세스(CSMA)에서 백오프 카운트를 재개할 수 있다.
- [0107] 이때, 패킷의 길이는 고정될 수 있다.
- [0108] 제어부(200)는 기지국을 통해 마지막 패킷의 전송이 끝나는 시점에서 하나의 패킷 길이를 빼면, 마지막 패킷이 전송된 타임 오프셋에 대한 정보를 추출할 수 있다.
- [0109] 다른 실시예에서, 제어부(200)는 기지국을 통해 전송에서 첫번째 패킷의 시작과 마지막 패킷의 끝을 검출하기 위해 프리앰블(preamble) 및 포스트앰블(postamble)과 함께 슬라이딩 윈도우 기술을 사용할 수 있다.
- [0110] 이때, 패킷이 타임 오프셋에 정렬되는 동안, 제어부(200)는 기지국을 통해 일부 패킷이 전송이 시작되거나 끝나는 타임 오프셋에 중첩되더라도 수신 패킷과 프리앰블 또는 포스트앰블을 연관시켜 타임 오프셋이 식별되는 일부 피크 에너지를 산출할 수 있다.
- [0111] 그리고, 충돌의 마지막 패킷을 검출할 시, 마지막 패킷의 전송이 끝나는 시점에서 하나의 패킷 전송 시간을 뺀 경우, 제어부(200)는 기지국을 통해 마지막 패킷 전송이 시작되는 타임 오프셋을 추출할 수 있다.
- [0112] 도 3과 같이, 충돌에서 모든 패킷은 동일한 타임 오프셋에서 전송될 수 있다.
- [0113] 제1 충돌 타임슬롯을 적어도 하나의 패킷이 다른 타임 오프셋에서 전송되는 충돌로 정의하고, 제2 충돌 타임슬

롯은 복수의 패킷이 동일한 타임 오프셋에서 전송되는 충돌로 정의할 수 있다.

- [0114] 제1 충돌 타임슬롯은 제2 타임슬롯( $t_2$ )과 제5 타임슬롯( $t_5$ )에 해당될 수 있고, 제2 충돌 타임슬롯은 제9 타임슬롯( $t_9$ )에 해당될 수 있다.
- [0115] 통신부(100)는 제1 충돌 타임슬롯에서 충돌한 후 제3 타임슬롯( $t_3$ ) 직전에 두 개의 타임 오프셋에 대한 정보와 제1 충돌 발생에 대하여 사용자 단말에 브로드캐스팅하고, 그 다음의 두 개의 타임슬롯인 제3 타임슬롯( $t_3$ )과 제4 타임슬롯( $t_4$ ), 제6 타임슬롯( $t_6$ )과 제7 타임슬롯( $t_7$ )이 닫힌 상태라는 것을 사용자 단말에 제공할 수 있다.
- [0116] 제1 충돌에 관련된 사용자 단말은 두 개의 타임 오프셋에 대한 정보를 통해 해당 패킷이 타임슬롯의 첫번째 패킷 전송인지 또는 마지막 패킷 전송인지 판별할 수 있다.
- [0117] 통신부(100)는 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 오프셋을 통해 첫번째 패킷과 마지막 패킷을 다음의 닫힌 상태의 타임슬롯에 각각 재전송할 수 있다.
- [0118] 예를 들어, 도 2와 같이, 통신부(100)가 다음 타임슬롯 직전에 타임 오프셋 2와 6에 대한 정보를 사용자 단말에 제공한다고 가정하면, 통신부(100)는 사용자 단말을 통해 해당 패킷이 타임슬롯에서 전송된 첫번째 패킷임을 알게 되고, 다음 닫힌 타임슬롯의 임의의 타임 오프셋에 패킷을 전송할 수 있다.
- [0119] 또한, 타임슬롯의 마지막 패킷을 검출하기 위해, 통신부(100)는 다른 사용자 단말을 통해 두 번째의 닫힌 타임슬롯의 모든 타임 오프셋에 패킷을 전송할 수 있다.
- [0120] 이때, 도 3과 같이, 제2 타임슬롯( $t_2$ )에서 처음과 마지막으로 전송된 패킷이 각각 제3 타임슬롯( $t_3$ )과 제4 타임슬롯( $t_4$ )에서 재전송될 수 있다.
- [0121] 따라서, 충돌한 다음의 두 개의 타임슬롯에서는 4가지 경우를 모니터링할 수 있다.
- [0122] 일 실시예에서, 첫번째 패킷 전송은 첫번째 후속 타임슬롯에서 전송될 것이고, 마지막 패킷 전송은 두 번째 후속 타임슬롯에서 전송될 수 있으며, 이러한 타임슬롯 유형을 제1 성공 타임슬롯이라고 할 수 있다.
- [0123] 다른 실시예에서, 초기의 타임 오프셋에서 하나의 패킷만 전송되지만, 동일한 타임슬롯의 마지막 타임 오프셋에서 복수의 패킷 전송이 발생한다고 가정하면, 첫번째 후속 타임슬롯에서는 하나의 패킷이 성공적으로 전송되고, 두번째 후속 타임슬롯에서는 충돌이 발견될 수 있다.
- [0124] 또 다른 실시예에서, 동일한 타임슬롯의 초기의 타임 오프셋에서 복수의 패킷이 전송되고, 마지막 타임 오프셋에서 하나의 패킷이 전송되는 경우에 도 2의 제5 타임슬롯( $t_5$ ), 제6 타임슬롯( $t_6$ ), 제7 타임슬롯( $t_7$ )과 같이, 첫번째 후속 타임슬롯에서는 충돌이 발생하고, 두번째 후속 타임슬롯에서는 패킷 전송이 성공할 수 있으며, 이러한 타임슬롯 유형을 제2 성공 타임슬롯이라고 할 수 있다.
- [0125] 이때, 첫번째 후속 타임슬롯에서 발생된 충돌은 성공적으로 전송되지 않을 수 있다.
- [0126] 그리고, 제1 충돌 타임슬롯으로 인해 2개의 후속 타임슬롯은 닫힌 상태이므로, 새로운 패킷 전송이 허용되지 않고, 이후의 타임슬롯은 항상 개방된 상태일 수 있다.
- [0127] 개방된 상태인 제5 타임슬롯( $t_5$ ) 다음에 개방된 상태의 타임슬롯에서, 충돌된 다중 패킷이 재전송될 수 있다.
- [0128] 또 다른 실시예에서, 타임슬롯 내에 복수의 패킷이 동일한 타임 오프셋에서 전송되는 경우는 도 3의 제2 충돌 타임슬롯이라 정의할 수 있다.
- [0129] 제어부(200)는 수신 전력이 미리 정의된 값보다 클 경우에 타임 오프셋에서 전송한 패킷을 찾을 수 있다.
- [0130] 이 충돌에서, 제어부(200)는 도 3의 제9 타임슬롯( $t_9$ )과 같은 제2 충돌 타임슬롯을 사용자 단말에 제공할 수 있고, 그 다음의 후속 타임슬롯은 개방된 상태로 설정할 수 있다.
- [0131] 그리고, 연산부(300)는 다음의 개방된 상태인 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산할 수 있다.
- [0132] 그리고, 연산부(300)는 복수의 사용자 단말을 통해 확률  $p$ 로 그 다음 개방된 상태인 타임슬롯에 재전송할 수 있다.

[0133] 이때, 타임슬롯  $t$ 에서의 재전송 확률은  $p_t$ 일 수 있다.

[0135] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 접속제어 알고리즘을 설명하도록 한다.

[0136] 도 4은 통신 접속제어 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.

[0137] 도 4에서 도시한 바와 같이, 통신 접속제어 알고리즘은 베이지안 백오프 알고리즘일 수 있다.

[0138] 도 4에서 도시한 바와 같이, 라인 1에서는  $\lambda_0$ ,  $v_0$ ,  $p_1^*$ ,  $L_0$ 에 대한 초기화 동작을 수행한다.

[0139] 여기서,  $\lambda_0$ 는 타임슬롯이 0일때의 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값이고,  $v_0$ 는 타임슬롯이 0일때의 백로그된 사용자 단말의 수이며,  $p_1^*$ 은 타임슬롯이 1일 때의 다음 개방된 타임슬롯에 대한 처리량 최적 전송 확률이고,  $L_0$ 는 타임슬롯이 1일때의 연속된 두개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수이다.

[0140] 그리고, 라인 2에서의  $\lambda_t$ (패킷/타임슬롯)은 타임슬롯  $t$ 에서 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값이며, 연산부(300)는 다음의 수학식 3을 통해 타임슬롯  $t$ 에서 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산할 수 있다.

### 수학식 3

$$\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$$

[0142] 여기서,  $\mathbb{I}(x)$ 는 지시 함수를 나타내며,  $x$ 가 참이면 1이고, 거짓이면 0을 나타낸다.

[0143] 또한,  $s$ 는 제1 충돌 타임슬롯 이후에 두 개의 후속 타임슬롯을 성공적으로 전송된 패킷의 수를 나타내고,  $L_t$ 는 연속된 두 개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수를 나타낸다.

[0144] 그리고,  $\theta$ 는 가중치 계수이며, 가중치 계수  $\theta \in (0, 1)$ 를 갖는 1차 자기 회귀 모델은  $\lambda_t$  추정에 사용될 수 있다.

[0145] 이때, 자기 회귀 모델은  $t$ 시점의 관측이 전 시점의 관측의 상수배와 백색잡음으로 이루어져 있다고 가정한 모델을 나타낸다.

[0146] 통신부(100)는 타임슬롯에서 하나의 패킷 전송에 의해 성공하거나 제1 충돌 타임슬롯이 발생할 때마다 하나 또는  $s$ 개의 패킷이 성공적으로 전송될 수 있다.

[0147] 만일, 두개의 연속된 개방된 타임슬롯 사이를 복수의 타임슬롯 수( $L_{t-1}$ )로 나누면, 연산부(300)는 시스템의 출력 속도인 타임슬롯 당 패킷 단위의 처리량을 연산할 수 있다.

[0148] 즉, 타임슬롯  $t$ 에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값( $\lambda_t$ )은 출력 비율이 균형 상태에서 입력 비율과 같다는 것을 기반으로 할 수 있다.

[0149] 그리고, 라인 4 내지 라인 8에서, 연산부(300)는 복수의 개방된 타임슬롯의 채널 결과를 모니터링하고, 성공 타임슬롯, 유향 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯 각각에 대응하여 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )를 예측할 수 있다.

[0150] 이때, 사용자 단말의 수( $v_t$ )는 평균값일 수 있다.

[0151] 연산부(300)는 성공 타임슬롯, 유향 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯에 대응하여 연속된 두 개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수( $L_t$ )를 설정할 수 있다.

[0152] 만일, 현재 타임슬롯이 성공 타임슬롯이거나 유희 타임슬롯인 경우, 연속된 두 개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수( $L_t$ )는 1일 수 있다.

[0153] 현재 타임슬롯이 성공 타임슬롯이거나 유희 타임슬롯인 경우, 연산부(300)는 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )를 다음의 수학적 식 4를 통해 예측될 수 있다.

#### 수학적 식 4

[0154] 
$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0) \text{ and } L_t = 1$$

[0155] 여기서,  $\kappa$ 는 K에 대응하는 매개변수를 나타낸다.

[0156] 현재 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우, 연속된 두개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수( $L_t$ )는 3개일 수 있다.

[0157] 이때, 현재 타임슬롯이 제1 충돌 타임슬롯인 경우, 연산부(300)는 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )를 다음의 수학적 식 5를 통해 예측될 수 있다.

#### 수학적 식 5

[0158] 
$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) - s \text{ and } L_t = 3$$

[0159] 현재 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우, 연속된 두개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수( $L_t$ )는 1개일 수 있다.

[0160] 이때, 현재 타임슬롯이 제2 충돌 타임슬롯인 경우, 연산부(300)는 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )를 다음의 수학적 식 6를 통해 예측될 수 있다.

#### 수학적 식 6

[0161] 
$$\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^{\kappa} - \kappa - 1}, 2) \text{ and } L_t = 1$$

[0162] 그 다음, 라인 10에서, 연산부(300)는 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ ), 연속된 두 개의 개방된 타임슬롯 사이의 타임슬롯 수( $L_t$ ), 타임슬롯 t에서 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값( $\lambda_t$ )을 이용하여 다음 개방된 타임슬롯에 대한 예측된 새로운 백로그된 사용자 단말의 수를 업데이트될 수 있다.

[0163] 라인 11에서, 연산부(300)는 업데이트된 백로그된 사용자 단말의 수가 적용될 수 있도록 다음의 개방된 타임슬롯에 대한 처리량 최적 재전송 확률( $p_{t+1}^*$ )을 연산하여 브로드캐스트할 수 있다.

[0164] 즉, 연산부(300)는 다음의 개방된 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )를 추정하고, 다음 개방된 타임슬롯에 대한 전송 확률( $p_{t+1}^*$ )을 연산할 수 있다.

[0165] 이때, 연산부(300)는 다음 개방된 타임슬롯에 대한 전송 확률( $p_t$ )를 다음의 수학적 식 7을 통해 연산할 수 있다.

### 수학식 7

$$p_{t+1}^* = \min(\kappa/\nu_t, 1)$$

이하에서는 편의상  $t$ 를 생략하여 확률을 산출하는 방법과 백로그된 사용자 단말의 수를 추정하는 방법을 더욱 자세하게 설명하도록 한다.

연산부(300)는 평균  $\nu$ 를 사전 분포로 하는 포아송 분포에 의해 백로그된 사용자 수를 추정하고, 백로그된 사용자 수가  $k$ 일 확률을 다음의 수학식 8로 나타낼 수 있다.

### 수학식 8

$$\Phi_n(\nu) = \frac{\nu^n}{n!} e^{-\nu}.$$

여기서,  $\Phi_n(\nu)$ 은 평균  $\nu$ 를 가지는 포아송 분포이고,  $n$ 는 백로그된 사용자 단말의 수를 나타낸다.

그리고, 도 4에서의  $\kappa$ 는  $K$ (타임 오프셋의 수)에 대응하는 매개변수를 나타낸다.

연산부(300)는  $n$ 개의 사용자 단말이 백로그될 때 유휴 타임슬롯이 발생할 당시 확률을 다음의 수학식 9로 나타낼 수 있다.

### 수학식 9

$$\Pr[I, n] = \mathcal{B}_0^n(p) \Phi_n(\nu).$$

여기서,  $\mathcal{B}_i^n(p)$ 는 이항분포를 나타낸다.

이때, 연산부(300)는 타임슬롯이 유휴 상태일 확률을 다음의 수학식 10으로 나타낼 수 있다.

### 수학식 10

$$\Pr[I] = \sum_{n=0}^{\infty} \Pr[I, n] = e^{-\nu p}.$$

타임슬롯이 유휴 상태이면, 연산부(300)는 유휴 타임슬롯이 복수의 백로그된 사용자 단말의 귀납적 확률을 사용하여 다음의 개방된 타임슬롯에 대한 기대값을 업데이트할 수 있다.

연산부(300)는 수학식 10의 기대값을 다음의 수학식 11로 연산될 수 있다.

**수학식 11**

$$\mathbb{E}[n|I] = \sum_{n=0}^{\infty} n \Pr[n|I] = \nu(1-p).$$

[0180]

[0181] 도 4에서, 전송 제어 알고리즘은  $\nu(1-p) = \nu - \kappa$ 를 사용할 수 있다.

[0182] 연산부(300)는 백로그된  $n$ 개의 사용자 단말이 있는 단일 패킷 전송에 의한 성공적인 슬롯의 동시 확률을 다음의 수학식 12로 표현될 수 있다.

**수학식 12**

$$\Pr[S, n] = \mathcal{B}_1^n(p) \Phi_n(\nu).$$

[0183]

[0184] 그리고, 연산부(300)는 성공적인 타임슬롯일 확률을 다음의 수학식 13으로 연산될 수 있다.

**수학식 13**

$$\Pr[S] = \sum_{n=1}^{\infty} \Pr[S, n] = \nu p e^{-\nu p}.$$

[0185]

[0186] 타임슬롯이 성공 타임슬롯일 경우, 연산부(300)는 백로그된  $n$ 의 귀납적 확률에 의해 업데이트할 수 있고, 다음의 수학식 14로 나타낼 수 있다.

**수학식 14**

$$\Pr[n|S] = \frac{\Pr[S, n]}{\Pr[S]} = \Phi_{n-1}(\nu(1-p)).$$

[0187]

[0188] 그리고, 연산부(300)는 수학식 14의 기대값을 다음의 수학식 15로 나타낼 수 있다.

**수학식 15**

$$\mathbb{E}[n|S] = \nu(1-p) + 1.$$

[0189]

[0190] 한편,  $\mathbb{C}$ 는 유형 1 또는 유형2와 관계없이 충돌을 나타내고, 연산부(300)는  $n$ 개의 백로그된 사용자 단말로부터 (재)전송이 충돌을 일으킬 동시 확률을 다음의 수학식 16으로 나타낼 수 있다.

수학식 16

$$\Pr[\mathbb{C}, n] = (1 - \mathcal{B}_0^n(p) - \mathcal{B}_1^n(p))\Phi_n(\nu).$$

연산부(300)는 타임슬롯에서 충돌이 발생할 확률을 다음의 수학식 17로 나타낼 수 있다.

수학식 17

$$\Pr[\mathbb{C}] = \sum_{n=1}^{\infty} \Pr[\mathbb{C}, n] = 1 - (1 + \nu p)e^{-\nu p}.$$

또한, 연산부(300)는 충돌이 발생한 타임슬롯에서 n개의 백로그된 사용자 단말의 귀납적 확률을 다음의 수학식 18로 연산될 수 있다.

수학식 18

$$\begin{aligned} \Pr[n|\mathbb{C}] &= \frac{\Pr[\mathbb{C}, n]}{\Pr[\mathbb{C}]} = \frac{(1 - \mathcal{B}_0^n(p) - \mathcal{B}_1^n(p))\Phi_n(\nu)}{1 - (1 + \nu p)e^{-\nu p}} \\ &= \frac{\Phi_n(\nu) - e^{-\nu p}(\Phi_n(\nu(1-p)) + \nu p\Phi_{n-1}(\nu(1-p)))}{1 - (1 + \nu p)e^{-\nu p}}. \end{aligned}$$

그리고, 연산부(300)는 푸아송 분포를 다음 수학식 19를 통해 평균으로 나타낼 수 있다.

수학식 19

$$\mathbb{E}[n|\mathbb{C}] = \nu + \frac{(\nu p)^2}{e^{\nu p} - \nu p - 1}.$$

그리고, 도 4의 4, 6, 8행에서, 연산부(300)는 평균비율  $\nu$ 인 푸아송 분포를 이용하여 백로그된 사용자 단말의 수를 추정한다고 가정한다.

이때, 처리량( $\tilde{\tau}_\nu$  (packets/T))은 다음의 수학식 20으로 나타낼 수 있다.

수학식 20

$$\tilde{\tau}_\nu = \gamma \frac{\nu p e^{-\nu p} + \frac{2\nu p}{K} \left[ \frac{e^{-\frac{\nu p}{K}} - e^{-\nu p}}{1 - e^{-\frac{\nu p}{K}}} - (K-1)e^{-\nu p} \right]}{3 - 2e^{-\nu p} (K(e^{\frac{\nu p}{K}} - 1) + 1)}$$

[0202] 여기서,  $\nu = T/T_s$ 로 나타낸다.

[0203] 백로그된 사용자 단말의 포아송 분포로 인해, 연산부(300)는 분자와 분모 모두 백로그된 사용자 단말 수에 대해 평균을 연산할 수 있다.

[0204] 이때, T에 의한 정규화는 처리량이 T당 패킷 단위이므로 분모에 나타낼 수 있으며, 연산부(300)는 다음의 수학적 식 21로 나타낼 수 있다.

### 수학적 식 21

$$\tilde{\tau}_\nu = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} \mathbb{E}[R|n] \Phi_n(\nu)}{\sum_{n=0}^{\infty} \mathbb{E}[Z|n] \Phi_n(\nu)/T}.$$

[0207] 한편,  $\kappa = \nu p$ 이고,  $\kappa = \nu p$ 는  $\tilde{\tau}_\nu$ 의 최대화라고 가정한다.

[0208] 도 5는 K에 대응하는  $\kappa$ 를 설명하기 위한 표이다.

[0209] 도 5에서 도시한 바와 같이,  $\tilde{\tau}^*$ 는  $\kappa$ 와 함께  $\tilde{\tau}_\nu$ 를 나타낸다.

[0210] 도 5는 수학적 식 20을 통해 연산될 수 있다.

[0211] K가 2이상이고 32이하인 경우, 연산부(300)는 처리량 최적화 재전송에 대하여 수치적으로 다음의 수학적 식 22로 연산될 수 있다.

### 수학적 식 22

$$p_\nu^* = \frac{\kappa}{\nu}$$

[0213] 여기서, 상수  $\kappa$ 는 다음의 수학적 식 23으로 나타낼 수 있다.

### 수학적 식 23

$$\kappa = 0.2697 \log_2 K + 0.8943.$$

[0215] 그리고,  $\tilde{\tau}_\nu$ 의 수열에  $\kappa$ 를 추가하면, 다음의 수학적 식 24로 나타낼 수 있다.

### 수학적 식 24

$$\tilde{\tau}^* = \gamma \left( 0.673 - \frac{0.7828}{K + 1.904} \right)$$

[0217] 그리고, K가 1인 경우,  $\kappa$ 는 1일 수 있으며, 최적의  $\kappa$ 를 사용하면, K에서 처리량은 증가하고,  $\tilde{\tau}_\nu$ 는 0.673 $^\nu$ 로 수렴될 수 있다.

- [0218] 이때, 도 4의 라인 4, 6, 8에 기술된 백로그된 사용자 단말의 수( $v_t$ )에 대한 방정식은 각각 수학적 식 11, 15, 19에 각각  $\kappa$ 를 추가하여 연산될 수 있으며, 연산부(300)는 백로그된 사용자 단말의 재전송 확률을 연산할 수 있다.
- [0219] 이와 같이, 통신부(100)는 연산부(300)로부터 연산된 각 개방된 타임슬롯에서 재전송 확률  $p_t^*$ 를 브로드캐스팅하고, 백로그된 사용자 단말은 재전송하기 위해 재전송 확률  $p_t^*$ 를 적용할 수 있다.
- [0220] 만약, 확률  $1-p_t^*$ 로 재전송하지 않는다면, 사용자 단말은 다음 개방된 타임슬롯에서 다른 재전송 확률을 적용할 수 있다.
- [0221] 이하에서는, 균일한 윈도우(window)를 가진 베이지안 백오프 알고리즘을 이용하여 사용자 단말이 브로드캐스트 메시지를 모니터링하지 않고도 개방된 타임슬롯에서 전송하는 방법을 설명하도록 한다.
- [0222] 도 4의 라인 11에서, 통신부(100)는  $p_{t+1}^*$  대신 윈도우 사이즈(Size)인  $U_{t+1}$ 를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0223] 사용자 단말이  $U_{t+1}$ 을 수신하면 0과  $U_{t+1}-1$ 사이에서 무작위로 선택된 카운터를 사용할 수 있다.
- [0224] 카운터가 0이고, 타임슬롯이 개방된 상태인 경우, 통신부(100)는 백로그된 사용자 단말을 통해 재전송할 수 있다.
- [0225] 또는, 통신부(100)는 백로그된 사용자 단말을 통해 브로드캐스트 메시지를 모니터링하지 않고, 타임슬롯마다 하나씩 카운트할 수 있다.
- [0226] 그리고, 카운트가 0이 되는 경우, 통신부(100)는 백로그된 사용자 단말을 통해 타임슬롯이 개방된 상태인지 여부를 전송하고, 타임슬롯이 닫힌 상태인 경우, 백로그된 사용자 단말은 패킷을 재전송하지 않고, 닫힌 타임슬롯 끝에서 기지국으로 브로드캐스트 메시지를 수신하여  $U_{t+1}$ 로 새로 브로드캐스트를 반복할 수 있다.
- [0227] 한편,  $U_{t+1}$ 을 결정하기 위해서,  $P_{t+1}^*$ 을 사용하는 알고리즘의 평균 재전송 간격은  $1/p_{t+1}^*$ 일 수 있다.
- [0228] 백로그된 사용자가 균일한 윈도우  $U_{t+1}$ 을 사용하는 경우, 평균 재전송 간격은  $U_{t+1}/2$ 일 수 있다.
- [0229] 그리고,  $U_{t+1}/2$ 와  $P_{t+1}^*$ 을 일치시켜 정수로 변환하면,  $U_{t+1}$ 은 다음의 수학적 식 25로 나타낼 수 있다.

### 수학적 식 25

$$U_{t+1} = \left\lceil \frac{2}{p_{t+1}^*} \right\rceil$$

[0230]

- [0231] 즉, 통신부(100)는 실제 확률 대신 정수의 윈도우 크기를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0233] 이하, 도면을 참조하여, 통신 접속제어 방법을 설명하도록 한다.
- [0234] 도 6은 통신 접속제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0235] 통신부(100)는 복수의 사용자 단말로부터 제1 타임슬롯을 통해 패킷을 기지국에 전송한다(S100).
- [0236] 이때, 타임슬롯은 복수의 타임 오프셋을 가질 수 있다.
- [0237] 제어부(200)는 타임슬롯의 형태를 판별한다(S110).
- [0238] 이때, 타임슬롯의 형태는 성공 타임슬롯, 제1 충돌 타임슬롯, 제2 충돌 타임슬롯, 유허 타임슬롯을 포함할 수 있다.
- [0239] 제어부(200)는 타임슬롯의 형태에 대응하여 제1 타임슬롯에 포함된 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오

프셋 추출 여부를 결정한다(S120).

- [0240] S110 및 S120 단계는 도 2에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.
- [0241] 통신부(100)는 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출한 경우에 첫번째 패킷 및 마지막 패킷을 제1 타임슬롯 다음의 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯에 각각 재전송할 수 있다(S130).
- [0242] 이때, 제1 타임슬롯은 개방된 상태이고, 제2 타임슬롯 및 제3 타임슬롯은 닫힌 상태일 수 있다.
- [0243] 그리고, 연산부(300)는 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산한다(S140).
- [0244] 만약, 첫번째 패킷 및 마지막 패킷에 대한 타임 오프셋을 추출하지 않는 경우, 연산부(300)는 제1 타임슬롯 다음의 개방된 상태인 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산할 수 있다.
- [0245] 통신부(100)는 연산된 전송 확률을 사용자 단말에 브로드캐스트할 수 있다.
- [0247] 이하에서는 전송 확률을 연산하는 방법에 대해서 자세하게 설명하도록 한다.
- [0248] 도 7은 전송 확률을 연산하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0249] 연산부(300)는 제1 타임슬롯에 새로운 패킷이 도착하는 평균 속도에 대한 기지국의 추정값을 연산한다(S200).
- [0250] S200 단계는 수학식 3을 이용하여 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.
- [0251] 연산부(300)는 연속된 두 개의 개방된 제1 타임슬롯과 제4 타임슬롯 사이의 타임슬롯의 수( $L_t$ )를 산출한다(S210).
- [0252] 연산부(300)는 제1 타임슬롯의 형태에 대응하여 백로그된 사용자 단말 수를 예측한다(S220).
- [0253] S220 단계는 수학식 4 내지 6을 이용하여 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.
- [0254] 연산부(300)는 기지국의 추정값, 타임슬롯의 수, 제1 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 기초로 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말 수를 업데이트한다(S230).
- [0255] 연산부(300)는 제4 타임슬롯에 대한 백로그된 사용자 단말수를 기초로 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 연산한다(S240).
- [0256] S240 단계는 수학식 7을 이용하여 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.
- [0257] 통신부(100)는 연산된 제4 타임슬롯에 대한 전송 확률을 사용자 단말에 브로드캐스트할 수 있다.
- [0259] 이하, 도면을 참조하여 통신 접속제어 장치의 운영 성능 결과를 설명하도록 한다.
- [0260] 도 8는 통신 접속제어 장치의 운영 성능 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [0261] 도 8에서 도시한 바와 같이, 알고리즘 1은 재전송 확률을 가지는 베이지안 백오프 알고리즘이고, 알고리즘 2는 균일한 원도우를 가지는 베이지안 백오프 알고리즘을 나타낸다.
- [0262] 여기서, 베이지안 백오프 알고리즘의 가중치 계수( $\theta$ )는 0.99로 설정하고, 패킷 전송 시간(T)는 1로 설정할 수 있다.
- [0263] 도 8의 (a) 내지 도 8의 (c)에서 도시한 바와 같이, 네트워크에 패킷을 보내고자 하는 사용자 단말들이 포이슨 도착 패턴(Poisson Arrival Pattern)으로 도착 시 도착 비율(Arrival Rate)을 증가시키면서 지연 성능 결과를 나타낸다.
- [0264] 도 8의 (a)에서 도 8의 (c)의  $\alpha$ 가 작아질수록 K값에 민감하며 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.
- [0266] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 타임 오프셋을 포함하는 타임슬롯을 이용하여 패킷이 충돌이 다른 타임슬롯을 통해 전송할 수 있다.

[0268] 본원 발명의 실시예들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## 부호의 설명

[0271] 1: 통신 접속제어 장치

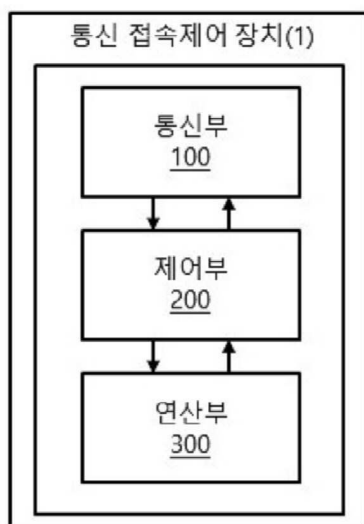
100: 통신부

200: 제어부

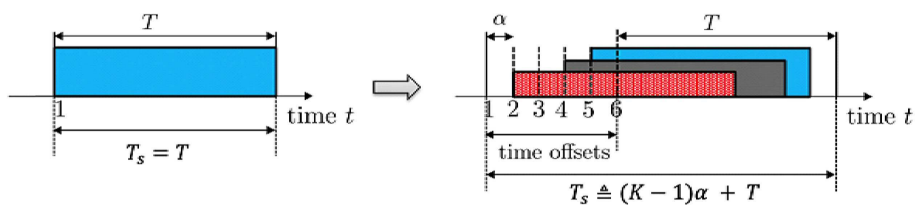
300: 연산부

## 도면

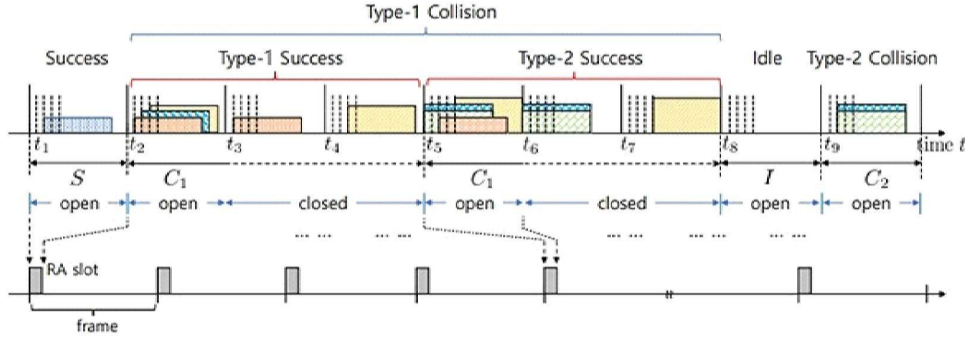
### 도면1



### 도면2



도면3



도면4

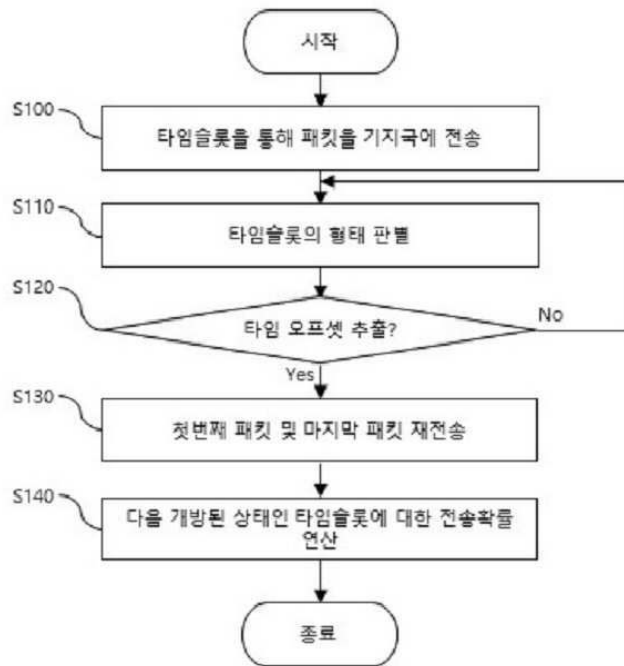
### Algorithm

- 1: Initialize  $\lambda_0 = 0$ ,  $\nu_0 = 1$ ,  $p_1^* = 1$ ,  $L_0 = 1$ , and do this every open slot  $t = 1, 2, \dots$
- 2:  $\lambda_t = \theta \lambda_{t-1} + (1 - \theta) \frac{(\mathbb{I}(S) + s \cdot \mathbb{I}(C_1))}{L_{t-1}}$ .
- 3: **if** the current slot is idle or success **then**
- 4:  $\nu_t = \max(\nu_{t-1} - \kappa, 0)$  and  $L_t = 1$
- 5: **else if** the current slot is type-1 collision **then**
- 6:  $\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^\kappa - \kappa - 1}, 2) - s$  and  $L_t = 3$
- 7: **else**
- 8:  $\nu_t = \max(\nu_{t-1} + \frac{\kappa}{e^\kappa - \kappa - 1}, 2)$  and  $L_t = 1$ .
- 9: **end if**
- 10:  $\nu_t \leftarrow \nu_t + \lambda_t L_t$ .
- 11: Broadcast  $p_{t+1}^* = \min(\kappa / \nu_t, 1)$  for the next open slot.

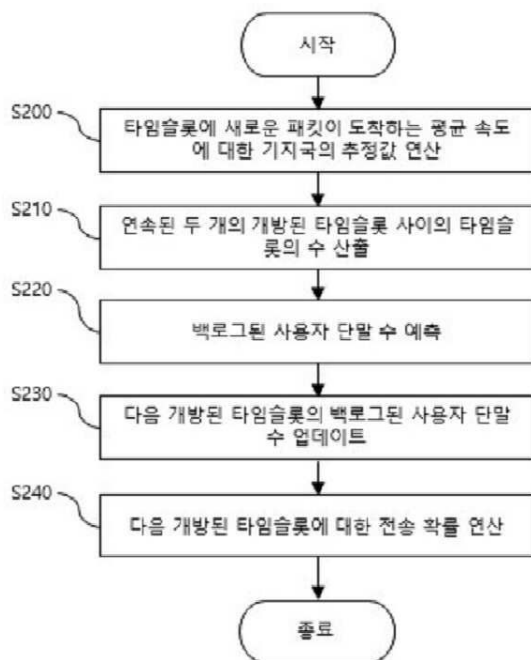
도면5

| $K$              | 2              | 4              | 8              | 16             | 32             |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $\kappa = \nu p$ | 1.1704         | 1.4233         | 1.7019         | 1.1914         | 2.2398         |
| $\tilde{\tau}^*$ | $0.4681\gamma$ | $0.5436\gamma$ | $0.5953\gamma$ | $0.6284\gamma$ | $0.6484\gamma$ |

도면6



도면7



도면8

