

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2022년 1월 20일 (20.01.2022) WIPO PCT



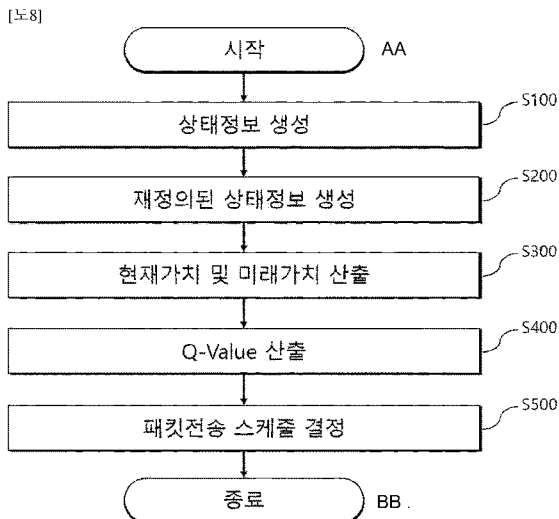
(10) 국제공개번호  
WO 2022/014916 A1

- (51) 국제특허분류:  
H04W 74/08 (2009.01) G06N 20/00 (2019.01)  
H04W 72/12 (2009.01) H04W 4/70 (2018.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2021/008347
- (22) 국제출원일: 2021년 7월 1일 (01.07.2021)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2020-0087743 2020년 7월 15일 (15.07.2020) KR  
10-2020-0169987 2020년 12월 8일 (08.12.2020) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 에리카산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY ERICA CAMPUS) [KR/KR]; 15588 경기도 안산시 상록구 한양대학교로 55, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 전상운 (JEON, Sang-Won); 06284 서울시 강남구 삼성로 212, 26동 707호, Seoul (KR). 정종진 (JEONG, Jongjin); 15825 경기도 군포시 산본천로 33, 704동 1102호, Gyeonggi-do (KR). 무하마드소하이브 (MUHAMAD, Sohaib); 15588 경기도 안산시 상록구 한양대학교로 55, 3생활관 242호, Gyeonggi-do (KR).

- (74) 대리인: 김준석 등 (KIM, Joon Seok et al.); 08500 서울시 금천구 가산디지털2로 173, 505호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: APPARATUS FOR DETERMINING PACKET TRANSMISSION, AND METHOD FOR DETERMINING PACKET TRANSMISSION SCHEDULE

(54) 발명의 명칭: 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법



S100 ... Generate status information  
S200 ... Generate redefined status information  
S300 ... Calculate present value and future value  
S400 ... Calculate Q-Value  
S500 ... Determine packet transmission schedule  
AA ... Start  
BB ... End

(57) Abstract: An apparatus for determining packet transmission comprises: a pre-processing unit which generates status information at each determination time on the basis of behavior information that has transmitted a packet and feedback information received through the packet transmission; a data management unit which generates redefined status information by using the status information and accumulated status information; a value calculation unit which calculates a present value of the packet transmission and a future value of the packet transmission by using the redefined status information; a Q-Value calculation unit which calculates a Q-Value for the packet transmission by summing the present and future values; and a determination unit which determines a packet transmission schedule at a next determination time on the basis of the Q-Value.

(57) 요약서: 패킷전송 결정 장치는 패킷을 전송한 행동정보 및 패킷전송으로 수신한 피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성하는 전처리부, 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된 상태정보를 생성하는 데이터관리부, 재정의된 상태정보를 이용하여 패킷전송의 현재가치 및 패킷전송의 미래가치를 산출하는 가치산출부, 현재가치 및 미래가치를 합산하여 패킷전송에 대한 Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출부 및 Q-Value에 기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄을 결정하는 결정부를 포함함.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 패킷전송에 따른 상태정보를 이용한 Q-Value를 산출하여 사용자 단말들 간의 공정성을 향상시키는 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법에 대한 것이다.

### 배경기술

- [2] 종래의 기계학습 기반의 다중채널 액세스 기법은 단일 에이전트가 모든 사용자의 정보를 취합하여 채널을 할당하는 중앙집중형 무선자원 관리 방식이다. 최근 분산환경에서 적용 가능한 기계학습 기반 다중채널 액세스 기법들이 제안 되었으나, 고정된 사용자 집합을 가정하고 있어 무선자원 관리에 한계가 있다.
- [3] 또한, 종래의 랜덤 액세스 기술은 최적화 및 결정 알고리즘에 기반한 기술군에 해당한다. 따라서 실시간으로 변화하는 통신 환경에 적응하는데 한계가 있으며 계산의 복잡도로 인하여 최적화 또한 한계가 있다.
- [4] 또한, 종래의 기계학습 기반 무선자원 관리 기술들은 중앙집중형 에이전트가 학습 데이터를 수집 후, 학습을 통하여 다수 사용자들의 무선자원 할당을 수행하였다. 따라서 5G 및 Beyond 5G 셀룰라 통신에서 요구하는 Massive Connectivity를 지원하기 어렵다. 아울러 최근 제안된 기계학습 기반 분산적 무선자원 관리 기술군 또한 시불변 사용자 집합을 가정하고 있으며, 많은 학습 데이터와 장기간의 학습 시간이 요구되어 실시간으로 변화하는 사물 인터넷 환경에 적응하는 데 한계가 있다.

### 발명의 상세한 설명

#### 기술적 과제

- [5] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이러한 문제점 또는 한계치를 해결하기 위한 것으로서, 본 발명은 패킷전송에 따른 상태정보를 이용한 Q-Value를 산출하여 사용자 단말들 간의 공정성을 향상시키는 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법을 제공한다.

#### 기술적 해결방법

- [6] 본 발명의 패킷전송 결정 장치는 패킷을 전송한 행동정보 및 패킷전송으로 수신한 피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성하는 전처리부, 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된 상태정보를 생성하는 데이터관리부, 재정의된 상태정보를 이용하여 패킷전송의 현재가치 및 패킷전송의 미래가치를 산출하는 가치산출부, 현재가치 및 미래가치를 합산하여 패킷전송에 대한 Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출부 및 Q-Value에

기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄을 결정하는 결정부를 포함할 수 있다.

- [7] 가치산출부는 미리 마련된 Deep Q-Network에 재정의된 상태정보를 입력하여 현재가치 및 미래가치를 산출할 수 있다.
- [8] 가치산출부는 최대 허용 사용자 단말 수에 대응하는 복수 개의 Deep Q-Network로 구성되는 현재가치 산출부를 포함할 수 있다.
- [9] 현재가치 산출부는 복수 개의 Deep Q-Network 중 결정시간의 크기에 대응하는 수의 Deep Q-Network만을 이용하여, 현재가치를 산출하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [10] 현재가치 산출부는 복수 개의 Deep Q-Network에서 산출된 현재가치를 정규화하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [11] 가치산출부는 재정의된 상태정보를 이용하여 현재가치가 결정되는 결정시간 이후의 패킷전송의 가치인 미래가치를 산출하는 미래가치 산출부를 포함할 수 있다.
- [12] 결정부는 Q-Value 중 가장 높은 Q-Value가 산출된 결정시간 내 시간 슬롯에 대응되는 전송 채널을 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄로 결정할 수 있다.
- [13] 결정부는 패킷전송 스케줄로 결정되지 않은 시간슬롯에 제로패딩(Zero-Padding)을 적용하여, 패킷전송 스케줄의 크기와 결정시간의 크기를 맞추는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [14] 데이터관리부는 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 이용하여 결정시간의 경과에 따라 상태정보 및 재정의된 상태정보를 시계열 학습 및 집계하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [15] 본 발명의 패킷전송 스케줄 결정 방법은 전처리부가 패킷을 전송한 행동정보 및 패킷전송으로 수신한 피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성하는 전처리단계, 데이터관리부가 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된 상태정보를 생성하는 데이터관리단계, 가치산출부가 재정의된 상태정보를 이용하여 패킷전송의 현재가치 및 패킷전송의 미래가치를 산출하는 가치산출단계, Q-Value 산출부가 현재가치 및 미래가치를 합산하여 패킷전송에 대한 Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출단계 및 결정부가 Q-Value에 기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄을 결정하는 결정단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [16] 본 발명의 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법은 사용자 단말 별 전송률과 사용자 단말들 간의 공정성을 보장할 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법은 기존의 중앙집중형 기계학습과 분산형 기계학습에 비해 계산의 복잡도를 감소시킬 수 있다.

- [18] 또한, 본 발명의 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법은 다양한 사물인터넷 관련 분야 또는 5G, Beyond 5G 셀룰라 통신 시스템의 접속 기술로 활용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 일 실시예에 따른 랜덤 액세스 통신 시스템을 나타내는 도면이다.
- [20] 도 2는 일 실시예에 따른 랜덤 액세스 통신 시스템이 동작하는 예시를 나타내는 도면이다.
- [21] 도 3은 일 실시예에 따른 사용자 단말의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [22] 도 4는 일 실시예에 따른 패킷전송 스케줄을 나타내는 도면이다.
- [23] 도 5는 일 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [24] 도 6은 일 실시예에 따른 현재가치 산출부의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [25] 도 7은 일 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치의 패킷전송 스케줄 결정 과정을 나타내는 도면이다.
- [26] 도 8은 일 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치를 이용하여 패킷전송 스케줄을 결정하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [27] 도 9a는 일 실시예에 따른 시간경과에 따른 활성 사용자 단말 간의 패킷전송 공정성을 도시한 도면이다.
- [28] 도 9b는 일 실시예에 따른 활성 사용자 단말 별 전송률과 목표 전송률을 도시한 도면이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [29] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 기술되는 실시예를 통하여 발명을 통상의 기술자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 기술하기로 한다.
- [30] 다만, 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명 실시예들의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [31] 이하에서 사용되는 용어들은 실시예에서의 기능을 고려하여 선택된 용어들로써, 그 용어의 의미는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 후술하는 실시예에서 사용된 용어의 의미는 이하에서 구체적으로 정의된 경우에는 그 정의에 따르며, 구체적인 정의가 없는 경우는 통상의 기술자들이 일반적으로 인식하는 의미로 해석되어야 할 것이다. 또한, 각 도면에서 제시된 동일한 참조번호 또는 부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부품 또는 구성요소를 나타낸다.
- [32] 이하, 첨부된 도면 및 이에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법을 상세히 설명하도록 한다.
- [33] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 랜덤 액세스 통신 시스템을 나타내는 도면이다.
- [34] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 랜덤 액세스 통신 시스템(1)은

- 적어도 하나의 사용자 단말(10) 및 중계기(20)로 구성될 수 있다.
- [35] 사용자 단말(10)은 전송할 패킷이 있는 경우 중계기(20)에 접속하여, 임의(Random)의 시간슬롯에 패킷을 전송하고, 패킷전송이 완료되면 중계기(20)와의 접속을 해제할 수 있다.
- [36] 복수의 사용자 단말(10)이 각 시간슬롯마다 중계기(20)와의 연결 및 해제를 반복적으로 수행함으로써, 중계기(20)에 연결되어 있는 활성 사용자 단말의 수는 각 시간슬롯에 따라 변할 수 있다.
- [37] 중계기(20)는 일반적으로 사용자 단말(10)과 통신하는 AP(Access Point)를 의미할 수 있고, 이에 따라 사용자 단말(10)이 전송하는 패킷을 수신할 수 있다. 중계기(20)는 각 시간슬롯마다 사용자 단말(10)이 전송한 패킷을 수신하고, 패킷의 수신에 따른 피드백정보를 브로드캐스팅(Broadcasting)할 수 있다.
- [38] 구체적으로, 중계기(20)는 하나의 시간슬롯에서 하나의 패킷만이 수신되면, 수신된 패킷을 디코딩한 후 사용자 단말(10) 측으로 ACK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [39] 하지만 중계기(20)는 하나의 시간슬롯에서 복수 개의 패킷들이 수신되면, 해당 패킷들을 디코딩하지 않고 사용자 단말(10) 측으로 NAK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [40] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 랜덤 액세스 통신 시스템이 동작하는 예시를 나타내는 도면이다.
- [41] 도 2를 참조하면, 도 2는 활성 사용자 단말이 5개이고, 전송 채널이 2개인 경우의 랜덤 액세스 통신 시스템 동작 예시를 도시하고 있다. 여기서 각 결정시간( $i=1,2,\dots,n$ )에서 패킷전송을 위해 중계기에 접속하는 사용자 단말을 활성 사용자 단말로 정의하고, 결정시간(Decision Time)에 대해서는 이하에서 후술하도록 한다.
- [42] 시간경과에 따른 패킷전송 동작을 살펴보면, 활성 사용자 단말 1은 시간슬롯 1에서 전송 채널 2를 통해 중계기 측으로 패킷을 전송할 수 있고, 중계기는 시간슬롯 1의 전송 채널 2에서 활성 사용자 단말 1의 패킷만을 수신하였으므로, 해당 패킷을 디코딩한 후 활성 사용자 단말 1 측으로 ACK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [43] 활성 사용자 단말 2는 시간슬롯 1에서 전송 채널 1을 통해 중계기 측으로 패킷을 전송할 수 있고, 중계기는 시간슬롯 1의 전송 채널 1에서 활성 사용자 단말 1의 패킷만을 수신하였으므로 해당 패킷을 디코딩한 후 활성 사용자 단말 1 측으로 ACK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [44] 복수의 활성 사용자 단말들은 시간슬롯 2에서 패킷전송에 참여하지 않았지만, 중계기는 복수의 활성 사용자 단말 측으로 NAK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다. 여기서 시간슬롯 2에서 브로드캐스팅한 NAK 신호는 어떠한 사용자 단말도 중계기에 접속하지 않았다는 의미의 NAK 신호일 수 있다.
- [45] 활성 사용자 단말 2 및 4는 시간슬롯 3에서 전송 채널 2를 통해 중계기 측으로

패킷을 전송할 수 있으며, 중계기는 시간슬롯 3의 전송 채널 2에서 복수 개의 패킷들을 수신하였으므로, 해당 패킷들을 디코딩하지 않고 활성 사용자 단말 2 및 4 측으로 NAK 신호를 브로드캐스팅할 수 있다. 여기서 시간슬롯 3에서 브로드캐스팅한 NAK 신호는 패킷들 간의 충돌이 발생하였다는 의미의 NAK 신호일 수 있다.

- [46] 이후의 결정시간 및 시간슬롯에서도 위와 같은 동작이 수행되므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [47] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [48] 도 3을 참조하면, 사용자 단말(10)은 통신부(110), 프로세스(120) 및 저장부(130)를 포함할 수 있다.
- [49] 통신부(110)는 중계기 측으로 패킷을 송신하고, 중계기의 패킷 수신 여부에 따른 피드백정보를 수신할 수 있다.
- [50] 프로세스(120)는 중계기 측으로 송신할 패킷을 생성하고, 패킷전송 결정 장치(121)에 의해 결정된 패킷전송 스케줄에 따라 패킷을 전송하도록 통신부(110)를 제어할 수 있다.
- [51] 구체적으로 사용자 단말(10)은 랜덤 액세스 통신 시스템에서 패킷을 전송할 시간슬롯 및 전송 채널을 결정하기 위한 패킷전송 결정 장치(121)를 포함할 수 있다. 패킷전송 결정 장치(121)는 사용자 단말(10)에 별도의 하드웨어적 구성으로 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것이 아니고 사용자 단말(10)의 프로세스(120)에 의하여 구동되는 소프트웨어 형태로도 구성될 수 있다. 즉, 사용자 단말(10)과 패킷전송 결정 장치(121)는 하나의 장치로 구성될 수 있다.
- [52] 패킷전송 결정 장치(121)는 결정시간마다 패킷을 전송할 패킷전송 스케줄을 결정할 수 있다.
- [53] 여기서 패킷전송 스케줄은 결정시간 내의 시간슬롯과 패킷전송에 이용할 전송 채널로 구성될 수 있으며, 패킷전송 스케줄은 특정 행렬 형태로 관리될 수 있다.
- [54] 도 2 및 도 4를 참조하면, 도 2와 같이 결정시간의 크기가 5이고 전송 채널의 수가 2인 경우의 랜덤 액세스 시스템에서, 도 4와 같이 패킷전송 스케줄(30)은 결정시간의 크기 5에 해당하는 크기의 행렬로 구성될 수 있고, 각 시간슬롯마다 패킷전송에 이용할 전송 채널의 번호가 저장된 형태로 생성될 수 있다.
- [55] 이때, 패킷전송에 이용할 전송 채널의 번호가 저장되지 않은 시간슬롯은 제로패딩(Zero-Padding)으로 처리될 수 있으나, 이에 한정되는 것이 아니고 패킷전송이 이루어지지 않음을 알 수 있는 특별한 값으로 처리될 수 있다.
- [56] 일 실시예로, 활성 사용자 단말의 수가  $n$ 명인 경우 패킷전송 결정장치(121)는 결정시간의 크기를  $n$  시간으로 결정하고,  $n$  시간마다 패킷전송 스케줄(30)을 결정할 수 있다. 활성 사용자 단말에 따라 결정시간이 결정되는 경우, 사용자 단말(10)은 중계기로부터 미리 설정된 시간슬롯마다 활성 사용자 단말의 수를 받아오거나, 중계기가 브로드캐스팅하는 ACK 신호 및 NAK 신호를 활용하여 활성 사용자 단말의 수를 추정할 수 있다.

- [57] 저장부(130)는 중계기 측으로 송신할 패킷을 저장하거나 프로세스(120)로부터 생성된 패킷을 저장하는 등의 역할을 수행할 수 있다.
- [58] 이하 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치가 포함된 사용자 단말의 구성과 동작에 대하여 상세히 설명한다.
- [59] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [60] 패킷전송 결정 장치(121)는 사용자 단말의 행동정보, 보상정보 및 상태정보에 기초하여 결정시간 내 시간슬롯 별 Q-Value를 산출하고, 산출된 Q-Value의 우선순위에 따라 다음 결정시간의 패킷전송 스케줄을 결정할 수 있다.
- [61] 여기서 사용자 단말의 행동정보, 보상정보 및 상태정보는 이하에서 설명할 패킷전송 스케줄을 결정하는 과정 또는 패킷전송 결정 장치(121)의 각 구성에서 사용되는 정보를 의미하는 것으로, 먼저 행동정보, 보상정보 및 상태정보의 정의에 대하여 선술하도록 한다.
- [62] 행동정보는 사용자 단말이 패킷을 전송하기 위해 행동한 정보를 의미하는 것으로, 행동정보는 각 시간슬롯 별 패킷전송 여부 및 패킷전송에 사용된 전송 채널에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [63] 본 발명의 일 실시예에 따른 행동정보는 결정시간 단위로 활성 사용자 단말이 패킷을 전송하기 위한 행동의 집합으로 구성될 수 있으며, 행동정보는  $\alpha_k[i] \in [0:N]^{K[i]}$ 로 표현될 수 있다. 여기서, k는 각 활성 사용자 단말, i는 결정시간, N은 전송 채널, K[i]는 결정시간 i에서의 활성 사용자 단말의 수를 의미한다.
- [64] 다시 말해, 행동정보는 결정시간동안 활성 사용자 단말이 패킷을 전송하기 위한 정보로, 현재 결정시간에 속한 시간슬롯들의 패킷전송 스케줄에 대한 정보를 나타낼 수 있다.
- [65] 예를 들어 도 4와 같이 행동정보가 포함된 패킷전송 스케줄이 주어진 경우, 활성 사용자 단말은 시간슬롯 1에서 전송 채널 2를 통해 패킷을 전송하고, 시간슬롯 2에서 전송 채널 1을 통해 패킷을 전송하며, 시간슬롯 3 내지 5에서는 패킷을 전송하지 않는다는 것을 의미할 수 있다.
- [66] 보상정보는 활성 사용자 단말이 행동정보에 따라 패킷을 전송하여, 중계기가 송신한 피드백정보로부터 획득할 수 있다. 여기서, 피드백정보는 패킷의 전송 완료를 의미하는 ACK 신호와 패킷의 충돌을 의미하는 NAK 신호를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [67] 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치(121)는 패킷전송에 따라 중계기로부터 ACK 신호를 수신한 경우 1로, 충돌발생을 의미하는 NAK 신호를 수신한 경우 -1, 이외의 경우에는(= 패킷을 전송하지 않은 경우)에는 0으로 보상정보를 결정할 수 있다. 이에 따라 활성 사용자 단말의 시간슬롯 별 보상정보는 다음의 수학적 식 1로 표현할 수 있다.

[68] [수식1]

$$r_k(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } FeedbackSignal = ACK, \\ 0, & \text{otherwise,} \\ -1, & \text{if } FeedbackSignal = NAK(Collision). \end{cases}$$

[69] 수학식 1에서 k는 활성 사용자 단말, t는 시간슬롯을 의미할 수 있다.

[70] 다만, 본 발명의 보상정보는 결정시간 단위로 활성 사용자 단말이 행동을 통하여 획득한 피드백정보에 따라 결정되는 보상정보의 집합으로 구성될 수 있으며, 보상정보는

$$r_k[i] \in [-1, 0, 1]^{K[i]}$$

로 표현될 수 있다.

[71] 이와 같이 패킷의 전송성공, 패킷의 전송실패 및 패킷의 전송유휴 상태 별로 보상 값을 달리하여 보상정보를 생성함으로써, 이하에서 설명할 Q-Value의 산출 정확도가 더욱 높아질 수 있다.

[72] 상태정보는 이전 결정시간에서의 행동정보와 보상정보를 포함하는 정보를 의미할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 행동정보와 보상정보가 결정시간의 크기에 대응되는 행렬로 구성되므로, 상태정보는

$$s_k[i] = (\alpha_k[i-1], r_k[i-1])$$

로 표현될 수 있다.

[73] 이하에서는 이상에서 정의한 행동정보, 보상정보 및 상태정보를 기초로 패킷전송 결정 장치에 대하여 상세히 설명한다.

[74] 패킷전송 결정 장치(121)는 전처리부(122), 데이터관리부(123), 가치산출부(124), Q-Value 산출부(127) 및 결정부(128)를 포함할 수 있다.

[75] 전처리부(122)는 현재 결정시간에서의 상태정보

$$s_k[i]$$

를 생성하고, 생성된 상태정보가 인공지능을 통한 처리에 용이하도록 전처리를 수행하여 재정의된 상태정보

$$x$$

를 생성할 수 있다.

[76] 구체적으로 전처리부(122)는 상태정보

$$s_k[i]$$

를 생성하기 위하여 이에 대한 행동정보 및 보상정보를 생성할 수 있다.

[77] 여기서 행동정보는 사용자 단말 내 통신부가 패킷전송 여부를 모니터링하여 생성될 수도 있고, 전처리부(122)가 통신부로부터 해당 행동정보를 수신할 수도 있으며, 전처리부(122)가 이전 전송시간의 패킷전송 스케줄을 행동정보로 가져올 수도 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[78] 전처리부(122)는 입력된 행동정보

$$\alpha_k[i] \in [0:N]^{K[i]}$$

의 각 요소에 대하여 One-Hot 인코딩을 적용하여,

$$\alpha'_k[i] \in [0,1]^{(N+1)K[i]}$$

을 도출할 수 있다. 여기서,

$k$

는 각 활성 사용자 단말,

$i$

는 결정시간,  $N$ 은 전송 채널,

$K[i]$

는 결정시간

$i$

에서의 활성 사용자 단말의 수를 의미한다.

[79] 전처리부(122)는 통신부를 통해서 ACK 신호 및 NAK 신호가 수신되면, 이를 기초로 수학식 1과 같이 각 경우에 맞게 매칭하여 보상정보를 생성할 수 있다.

[80] 이에 따라 전처리부(122)는 행동정보 및 보상정보에 기초하여 상태정보

$$s_k[i] = (\alpha_k[i-1], r_k[i-1])$$

를 생성할 수 있다.

[81] 데이터관리부(123)는 상태정보

$$s_k[i]$$

를 기초로, 활성 사용자 단말의 수

$K[i]$

와 최대 허용 사용자 단말 수

$K_{\max}$

에 따라 재정의된 상태정보

$x$

를 생성할 수 있다.

[82] 구체적으로, 활성 사용자 단말의 수

$K[i]$

와 최대 허용 사용자 단말 수

$K_{\max}$

가 동일한 경우, 데이터관리부(123)는 상태정보

$$s_k[i]$$

를 다음의 수학식 2와 같이 재정의하여 생성할 수 있다.

[83] [수식2]

$$x=(a_k'[i-1], r_k[i-1]) \in \{0,1\}^{(N+1)K_{\max}} \times \{-1,0,1\}^{K_{\max}}$$

[84] 수학식 2에서

$x$

는 재정의된 상태정보,

$k$

는 활성 사용자 단말,

$i$

는 결정시간,

$N$

은 전송 채널의 수,

$K_{\max}$

는 최대 허용 사용자 단말 수,

$a_k'[i-1]$

는 One-Hot 인코딩을 적용한 행동정보,

$r_k[i-1]$

는 보상정보를 의미할 수 있다.

[85] 또한, 활성 사용자 단말의 수

$K[i]$

가 최대 허용 사용자 단말 수

$K_{\max}$

미만일 경우, 데이터관리부(123)는 상태정보

$s_k[i]$

를 다음의 수학식 3과 같이 재정의할 수 있다.

[86] [수식3]

$$x=(a_k'[i-1], 0_{(N+1)(K_{\max}-|K(T|i-1)|)}), r_k[i-1], 0_{K_{\max}-|K(T|i-1)|})$$

[87] 수학식 3에서

$x$

는 재정의된 상태정보,

$k$

는 활성 사용자 단말,

$i$

는 결정시간,

$N$

은 전송 채널의 수,

$$K_{\max}$$

는 최대 허용 사용자 단말 수,

$$K(T)$$

는 시간슬롯의 수,

$$a'_k[i-1]$$

는 One-Hot 인코딩을 적용한 행동정보,

$$r_k[i-1]$$

는 보상정보를 의미할 수 있다.

[88] 다만, 활성 사용자 단말의 수

$$K_i$$

가 최대 허용 사용자 단말 수

$$K_{\max}$$

미만일 경우,

$$K_{\max}-K[i]$$

만큼 상태정보의 크기가 작아지므로, 데이터관리부(123)는 추가적으로 0을 삽입하는 제로패딩을 적용하여 수학적식 3의

$$0_{(N+1)(K_{\max}-|K(T|i-1)|)}$$

및

$$0_{K_{\max}-|K(T|i-1)|}$$

와 같이 크기를 맞춰 재정의된 상태정보

$$\mathbf{x}$$

를 생성할 수 있다.

[89] 또한, 데이터관리부(123)는 상태정보

$$s_k[i]$$

또는 재정의된 상태정보

$$\mathbf{x}$$

를 누적하여 저장할 수 있다. 즉, 데이터관리부(123)는 매 결정시간마다 생성되는 상태정보를 지속적으로 누적하여 저장할 수 있다.

[90] 여기서 데이터관리부(123)가 매 결정시간마다 누적된 상태정보와 재정의된 상태정보를 지속적으로 누적하다 보면, 그 수가 방대해져 데이터 손실, 학습 오류 등의 문제점이 생길 수 있다.

[91] 따라서, 데이터관리부(123)는 LSTM(Long Short-Term Memory) 블록이라는 메모리 형태로 구성되어, 결정시간경과에 따라 누적된 상태정보와

전처리부(122)에서 생성된 상태정보가 집계된 LSTM 데이터를 시계열 데이터 처리 및 학습시킬 수 있으며, 해당 LSTM 데이터의 출력을 효율적으로 조정할 수 있다.

- [92] 이와 같이, 데이터관리부(123)는 LSTM 모델을 도입하여 결정시간 경과에 따른 상태정보를 집계함으로써, 패킷전송 결정 장치(121)가 과거의 상태정보를 이용하여 현재의 상태정보를 추정하는 데 효율성 및 정확성을 향상시킬 수 있다. 이렇게 데이터관리부(123)에 집계되어 있는 LSTM 데이터는 이후 가치산출부(124)의 입력 값으로 활용될 수 있다.

- [93] 가치산출부(124)는 현재가치 산출부(125) 및 미래가치 산출부(126)를 포함할 수 있다.

- [94] 현재가치 산출부(125)는 미리 마련된 인공지능에 재정의된 상태정보

$x$

를 입력하여 패킷전송의 현재가치를 산출할 수 있다.

- [95] 현재가치 산출부(125)는 적어도 하나의 Deep Q-Network(DQN)로 구성될 수 있으며, 미리 마련된 Deep Q-Network에 재정의된 상태정보

$x$

입력을 통하여 패킷전송의 현재가치를 산출할 수 있다. 여기서 현재가치는 현재 결정시간만을 고려할 때 각 시간슬롯 및 전송 채널이 갖는 Q-Value를 의미할 수 있다.

- [96] 구체적으로, 현재가치 산출부(125)는 도 6에 도시된 것과 같이 복수 개의 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

$K_{\max}$

)로 구성될 수 있으며, 여기서 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

$K_{\max}$

)의 수는 최대 허용 사용자 단말 수

$K_{\max}$

와 동일할 수 있다.

- [97] 또한, 현재가치 산출부(125)는 결정시간에 따라 현재가치의 산출에 이용하는 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

$K_{\max}$

)의 개수를 조정할 수 있다. 결정시간의 크기는 활성 사용자 단말의 수에 따라 달라질 수 있으므로, 기존의 Q-Value 산출 방법으로는 패킷전송에 대한 현재가치를 산출하는 것에 어려움이 있다.

- [98] 따라서, 현재가치 산출부(125)는 적어도 최대 허용 사용자 단말 수

$K_{\max}$

만큼의 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

$K_{\max}$ 

)로 구성되어, 활성 사용자 단말 수를 고려한 현재가치를 산출함으로써 현재가치 산출의 정확도를 향상할 수 있으며, 현재 활성 사용자 단말 수에 한하여 인공지능을 활용함으로써 패킷전송 결정 장치(121)의 향상된 효율을 기대할 수 있다.

- [99] 구체적으로, 현재가치 산출부(125)에 포함된 복수 개의 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

 $K_{\max}$ 

)는 활성 사용자 단말 수의 범위인

 $j \in [1: K_{\max}]$ 

로 정의될 수 있으며, 각 Deep Q-Network(125-1 내지 125-

 $K_{\max}$ 

)는 패킷전송의 현재가치를 산출하는 어드벤처지 행동 브랜치(Advantage Action Branch) 및 산출된 패킷전송의 현재가치를 정규화하는 정규화 행동 브랜치(Normalization Action Branch)로 구성될 수 있다.

- [100] j번째 현재가치 산출부(즉, j번째 Deep Q-Network)의 어드벤처지 행동 브랜치는 재정의된 상태정보

 $x$ 

를 입력 받아,

 $j$ 

번째 행동정보

 $a_j \in [0:N]$ 

의 현재가치인

 $A_j(x, a_j)$ 

를 산출할 수 있다.

- [101] 이후,

 $j$ 

번째 현재가치 산출부의 정규화 행동 브랜치는

 $j$ 

번째 행동정보 별 현재가치인

 $A_1(x, 0), A_1(x, 1), A_1(x, 2), \dots, A_{K_{\max}}(x, 0), A_{K_{\max}}(x, 1), A_{K_{\max}}(x, 2)$ 

를 j번째 행동정보

 $a_j \in [0:N]$ 

에 대해 정규화하여, 최종적으로 정규화된 패킷전송의 현재가치

$$B_j(x, a_j) = A_j(x, a_j) - \frac{1}{N} \sum_{a'_j \in [0:M]} A_j(s, a'_j)$$

를 산출할 수 있다.

[102] 미래가치 산출부(126)는 미리 마련된 인공지능에 재정의된 상태정보

$x$

를 입력하여 패킷전송의 미래가치를 산출할 수 있다. 여기서, 미래가치는 현재가치 산출부(125)에서 산출되는 패킷전송의 현재가치 이후의 패킷전송을 통해 획득할 수 있는 잠재적인 가치를 의미하는 것으로, 현재가치 산출부(125)에서 현재가치가 산출된 결정시간 이후의 패킷전송에 대한 가치를 의미할 수 있다.

[103] 도 2를 참조하여 미래가치에 대해 더 상세히 설명하자면, 현재가치 산출부(125)가 결정시간  $i=2$  이후(더 상세하게는 결정시간  $i=2$ 와 결정시간  $i=3$  사이의 구간)의 패킷전송에 대한 현재가치를 산출한다면, 이때 미래가치는 결정시간  $i=3$  이후의 패킷전송에 대한 가치가 될 수 있다.

[104] 현재 패킷전송의 현재가치가 높은 값으로 산출되어도, 패킷전송의 미래가치는 낮은 값으로 산출될 수 있으므로, 향후 패킷전송의 미래가치에 대한 가중치를 낮게 하여 보다 안정된 Q-Value를 산출할 수 있게끔 할 수 있다.

[105] 따라서 가치산출부(124)는 패킷전송의 현재가치와 미래가치를 종합적으로 고려하여 최종적인 Q-Value를 산출할 수 있다.

[106] 구체적으로, 미래가치 산출부(126)는 현재가치 산출부(125)에서 산출되는 패킷전송의 현재가치와는 별개로, 패킷전송의 미래가치

$V(s_k[i])$

를 산출할 수 있다. 다만, 앞서 언급했던 것처럼 상태정보

$s_k[i]$

는 결정시간  $i$ 마다 크기가 다르기 때문에, 미래가치 산출부(126)는 상태정보

$s_k[i]$

를 대체하는 고정된 크기를 갖는 재정의된 상태정보

$x$

를 적용한 미래가치

$V(x)$

를 산출할 수 있다.

[107] Q-Value 산출부(127)는 패킷전송의 현재가치와 패킷전송의 미래가치를 합산하여 결정시간 내 시간슬롯 및 전송 채널 별로 Q-Value를 산출할 수 있다.

[108] 구체적으로, Q-Value 산출부(127)는 현재가치 산출부(125)에서 산출된 패킷전송의 현재가치

$B_j(x, a_j)$

와 미래가치 산출부(126)에서 산출된 패킷전송의 미래가치  $V(x)$

$$V(x)$$

조합으로 표현되는 Q-Value를 산출할 수 있고,

$$Q_j(x, a_j) = V(x) + B_j(x, a_j)$$

와 같이 표현할 수 있다.

[109] 이와 같이 Q-Value 산출부(127)는 결정시간 내 각 시간슬롯 및 전송채널 별로 Q-Value를 산출할 수 있고, 이에 대한 예시는 도 7의 (a)와 같다.

[110] 결정부(128)는 Q-Value 산출부(127)에서 산출된 결정시간 내 각 시간슬롯 및 전송 채널 별로 Q-Value에 기초하여, 다음 결정시간 내 각 시간슬롯에서 이용할 수 있는 전송 채널을 결정할 수 있다.

[111] 결정부(128)는 시간슬롯의 수  $T(1 \sim T)$  및 전송 채널의 수  $N(1 \sim N)$ 으로 구성된 결정시간  $i$ 에서의  $N \times T$  행렬의 Q-Value에 기초하여, 가장 큰 Q-Value를 선택하고 해당 Q-Value가 포함되어 있는 시간슬롯  $T$ 에서의 전송 채널  $N$ 을 다음 결정 시간 내 시간슬롯  $T$ 의 전송 채널로 결정할 수 있다.

[112] 이후  $N \times T$  행렬 내 가장 큰 Q-Value가 전송 채널로 결정되면, 결정부(128)는 해당 Q-Value가 포함된 행렬을 제외한  $N \times T-1$  행렬에서 다시 가장 큰 Q-Value를 선택하고, 해당 Q-Value가 포함된 시간슬롯  $T$ 에서의 전송 채널  $N$ 을 다음 결정시간 내 시간슬롯  $T$ 에서의 전송 채널로 결정할 수 있다.

[113] 다만, 결정부(128)는 위와 같이 가장 큰 Q-Value가 포함된 시간슬롯에서의 전송 채널을 다음 결정시간의 전송 채널로 결정하는 과정을, 전송 채널의 수  $N$ 만큼 반복하여 진행할 수 있다.

[114] 구체적으로, 전송 채널을 결정하는 과정에서 결정시간  $i$ 동안의 활성 사용자 단말의 수

$$K[i]$$

가 패킷전송을 시도할 수 있는 전송 채널의 수  $N$ 이 주어지면, 각 활성 사용자 단말은

$$N/K[i]$$

확률로 패킷을 전송할 수 있기 때문에, 다음 결정시간의 전송 채널로 결정되는 수는 주어진 전송 채널의 수  $N$ 과 같을 수 있다.

[115] 또한, 결정부(128)는 Q-Value가 선택되지 않은 나머지 시간슬롯에 대해서 제로패딩을 적용하여, 해당 시간슬롯의 전송 채널을 0으로 처리함으로써 다음 결정시간의 전송 채널 집합의 크기와 결정시간의 크기를 맞출 수 있다.

[116] 최종적으로 결정부(128)는 다음 결정시간 내 시간슬롯 별 전송 채널이 결정된  $1 \times T$  행렬 형태의 패킷전송 스케줄(즉, 위에서 언급한 다음 결정시간의 전송 채널 집합)을 결정할 수 있다.

[117] 또한, 결정부(128)가 다음 결정시간의 패킷전송 스케줄을 결정하면, 활성 사용자 단말들은 다음 결정시간에서 패킷전송 스케줄에 따라 패킷을 전송하며,

패킷전송이 완료되면 결정부(128)는 다시 그 다음 결정시간의 패킷전송 스케줄을 결정하는 과정을 반복하며 업데이트할 수 있다.

- [118] 본 발명의 패킷전송 스케줄 결정 과정의 일 실시예를 도시한 도 7을 참조하여 결정부의 동작을 다시 한번 설명하고자 한다.
- [119] 도 7의 (a)와 같이, 결정부는 시간슬롯의 수( $T=5$ ) 및 전송 채널의 수( $N=2$ )로 구성된 결정시간에서의  $2 \times 5$  행렬의 Q-Value에 기초하여 가장 큰 Q-Value(5.7)을 선택하고, 해당 Q-Value(5.7)이 포함되어 있는 시간슬롯 1의 전송 채널 1을 다음 결정시간 내 시간슬롯 1의 전송 채널로 결정할 수 있다.
- [120] 또한, 도 7의 (b)와 같이, 결정부는  $N \times T$  행렬 내 가장 큰 Q-Value(5.7)가 전송 채널로 결정되면, 결정부는 해당 Q-Value(5.7)가 포함된 행렬(1,1)을 제외한  $2 \times 4$  행렬에서 다시 가장 큰 Q-Value(4.3)를 선택하고, 해당 Q-Value(4.3)가 포함된 시간슬롯 4의 전송 채널 2을 다음 결정시간 내 시간슬롯 4에서의 전송 채널로 결정할 수 있다.
- [121] 이후, 도 7의 (c)와 같이, 결정부는 Q-Value가 선택되지 않은 나머지 시간슬롯(2,3,5)에 대해서 제로패딩을 적용하여, 해당 시간슬롯의 전송 채널을 0으로 처리함으로써 다음 결정시간의 전송 채널 집합의 크기와 결정시간의 크기를 맞출 수 있다.
- [122] 최종적으로 도 7의 (c)와 같이, 결정부는 다음 결정시간 내 시간슬롯 별 전송 채널이 결정된  $1 \times 5$  행렬 형태의 패킷전송 스케줄(즉, 위에서 언급한 다음 결정시간의 전송 채널 집합)을 결정할 수 있다.
- [123] 즉, 활성 사용자 단말은 다음 결정시간에 포함된 시간슬롯 1에서는 전송 채널 1을 통해 패킷을 전송하고, 시간슬롯 4에서는 전송 채널 2을 통해 패킷을 전송할 수 있으며, 이후 시간슬롯 2, 3 및 5에서는 패킷을 전송하지 않는다는 것을 의미할 수 있다.
- [124] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 패킷전송 결정 장치를 이용하여 패킷전송 스케줄을 결정하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [125] 도 8을 참조하면, 패킷전송 결정 장치를 이용하여 패킷전송 스케줄을 결정하는 방법은 상태정보를 생성하는 전처리단계(S100), 재정의된 상태정보를 생성하는 데이터관리단계(S200), 현재가치 및 미래가치를 산출하는 가치산출단계(S300), Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출단계(S400) 및 패킷전송 스케줄을 결정하는 결정단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [126] 전처리단계(S100)는 전처리부가 패킷을 전송하는 행동정보 및 패킷 전송에 대응되는 피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성할 수 있다.
- [127] 데이터관리단계(S200)는 데이터관리부가 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된 상태정보를 생성할 수 있다.
- [128] 가치산출단계(S300)는 가치산출부가 재정의된 상태정보를 이용하여 패킷전송의 현재가치 및 패킷전송의 미래가치를 산출할 수 있다.
- [129] Q-Value 산출단계(S400)는 Q-Value 산출부가 패킷전송의 현재가치 및

패킷전송의 미래가치를 합산하여 패킷전송에 대한 Q-Value를 산출할 수 있다.

[130] 결정단계(S500)는 결정부가 Q-Value에 기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄을 결정할 수 있다.

[131] 패킷전송 결정 장치를 이용하여 패킷전송 스케줄을 결정하는 방법은 이상에서도 1 내지 도 7을 참조하여 패킷전송 결정 장치를 상세하게 설명하였으므로, 위와 같이 간략하게 설명하도록 한다.

[132] 도 9a는 본 발명의 실시예에 따른 시간경과에 따른 활성 사용자 단말 간의 패킷전송 공정성을 도시한 도면이다.

[133] 도 9a를 참조하면, 최대 허용 사용자 단말 수

$$K_{\max}=5$$

, 전송 채널

$$N=2$$

인 경우, 본 발명을 시간경과에 따라 실시함으로써 얻어지는 패킷전송 공정성을 확인할 수 있다.

[134] 위의 조건에 따라 이상적인 경우, 각 활성 사용자 단말은 2/5 확률로 패킷을 전송하고, 이에 따라 모든 패킷을 성공적으로 송신한 경우 2/5의 전송률을 얻을 수 있어 모든 활성 사용자 단말이 공정하게 패킷을 전송할 수 있다.

[135] 본 발명을 시간경과에 따라 실시하면, 약 시간슬롯 50까지는 각 활성 사용자의 전송률이 고르지 않고 공정성이 낮은 현상을 확인할 수 있지만, 시간 슬롯 50 이후로도 지속적인 실시를 통해 모든 활성 사용자의 전송률이 목표 전송률 2/5(0.4)과 같이 일정해짐에 따라 패킷전송의 공정성을 유지할 수 있다.

[136] 도 9b는 본 발명의 실시예에 따른 활성 사용자 단말 별 전송률과 목표 전송률을 도시한 도면이다.

[137] 도 9b의 (a)는 최대 허용 사용자 단말 수

$$K_{\max}=10$$

, 전송 채널

$$N=4$$

인 경우의 활성 사용자 단말 별 전송률과 목표 전송률을 확인할 수 있다.

[138] 도 9b의 (b)는 최대 허용 사용자 단말 수

$$K_{\max}=10$$

, 전송 채널

$$N=2$$

인 경우의 활성 사용자 단말 별 전송률과 목표 전송률을 확인할 수 있다.

[139] 도 9b의 (a) 및 (b) 도면을 참조하면, 시간경과에 따라 실시간으로 접속하는 활성 사용자 수가 달라지므로 활성 사용자 별 목표 전송률이 상이함을 확인할 수 있다.

[140] 하지만, 본 발명을 실시함으로써 접속하는 활성 사용자 수가 달라지는 랜덤 액세스 통신 환경에서도, 활성 사용자 별 목표 전송률에 근접하는 전송률을 얻을 수 있다.

[141] 상기의 설명은 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 상기에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 기술적 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

### **산업상 이용가능성**

[142] 본 발명은 패킷전송 결정 장치 및 패킷전송 스케줄 결정 방법에 관한 것으로, 사용자 단말 별 전송률과 사용자 단말들 간의 공정성을 보장하고 계산의 복잡도를 감소시키며, 다양한 사물인터넷 관련 분야 또는 5G, Beyond 5G 셀룰라 통신 시스템의 접속 기술로 활용할 수 있어 산업상 이용가능성이 높다.

## 청구범위

- [청구항 1] 패킷을 전송한 행동정보 및 패킷전송으로 수신한 피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성하는 전처리부;  
상기 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된 상태정보를 생성하는 데이터관리부;  
상기 재정의된 상태정보를 이용하여 상기 패킷전송의 현재가치 및 상기 패킷전송의 미래가치를 산출하는 가치산출부;  
상기 현재가치 및 상기 미래가치를 합산하여 상기 패킷전송에 대한 Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출부; 및  
상기 Q-Value에 기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송 스케줄을 결정하는 결정부;  
를 포함하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
상기 가치산출부는,  
미리 마련된 Deep Q-Network에 상기 재정의된 상태정보를 입력하여 상기 현재가치 및 상기 미래가치를 산출하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,  
상기 가치산출부는,  
최대 허용 사용자 단말 수에 대응하는 복수 개의 상기 Deep Q-Network로 구성되는 현재가치 산출부;  
를 포함하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,  
상기 현재가치 산출부는,  
상기 복수 개의 Deep Q-Network 중 상기 결정시간의 크기에 대응하는 수의 상기 Deep Q-Network만을 이용하여, 상기 현재가치를 산출하는 것을 특징으로 하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,  
상기 현재가치 산출부는,  
상기 복수 개의 Deep Q-Network에서 산출된 상기 현재가치를 정규화하는 것을 특징으로 하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,  
상기 가치산출부는,  
상기 재정의된 상태정보를 이용하여 상기 현재가치가 결정되는 상기 결정시간 이후의 패킷전송의 가치인 상기 미래가치를 산출하는 미래가치 산출부;  
를 포함하는 패킷전송 결정 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,

상기 결정부는,  
상기 Q-Value 중 가장 높은 상기 Q-Value가 산출된 상기 결정시간 내  
시간슬롯에 대응되는 전송 채널을 상기 다음 결정시간에서의 패킷전송  
스케줄로 결정하는 패킷전송 결정 장치.

[청구항 8] 제7항에 있어서,  
상기 결정부는,  
상기 패킷전송 스케줄로 결정되지 않은 상기 시간슬롯에  
제로패딩(Zero-Padding)을 적용하여, 상기 패킷전송 스케줄의 크기와  
상기 결정시간의 크기를 맞추는 것을 특징으로 하는 패킷전송 결정 장치.

[청구항 9] 제1항에 있어서,  
상기 데이터관리부는,  
LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 이용하여 상기 결정시간의  
경과에 따라 상기 상태정보 및 상기 재정의된 상태정보를 시계열 학습 및  
집계하는 것을 특징으로 하는 패킷전송 결정 장치.

[청구항 10] 전처리부가 패킷을 전송한 행동정보 및 패킷전송으로 수신한  
피드백정보에 기초하여 결정시간마다 상태정보를 생성하는 전처리단계;  
데이터관리부가 상기 상태정보 및 누적된 상태정보를 이용하여 재정의된  
상태정보를 생성하는 데이터관리단계;  
가치산출부가 상기 재정의된 상태정보를 이용하여 상기 패킷전송의  
현재가치 및 상기 패킷전송의 미래가치를 산출하는 가치산출단계;  
Q-Value 산출부가 상기 현재가치 및 상기 미래가치를 합산하여 상기  
패킷전송에 대한 Q-Value를 산출하는 Q-Value 산출단계; 및  
결정부가 상기 Q-Value에 기초하여 다음 결정시간에서의 패킷전송  
스케줄을 결정하는 결정단계;  
를 포함하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,  
상기 가치산출단계는,  
미리 마련된 Deep Q-Network에 상기 재정의된 상태정보를 입력하여 상기  
현재가치 및 상기 미래가치를 산출하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.

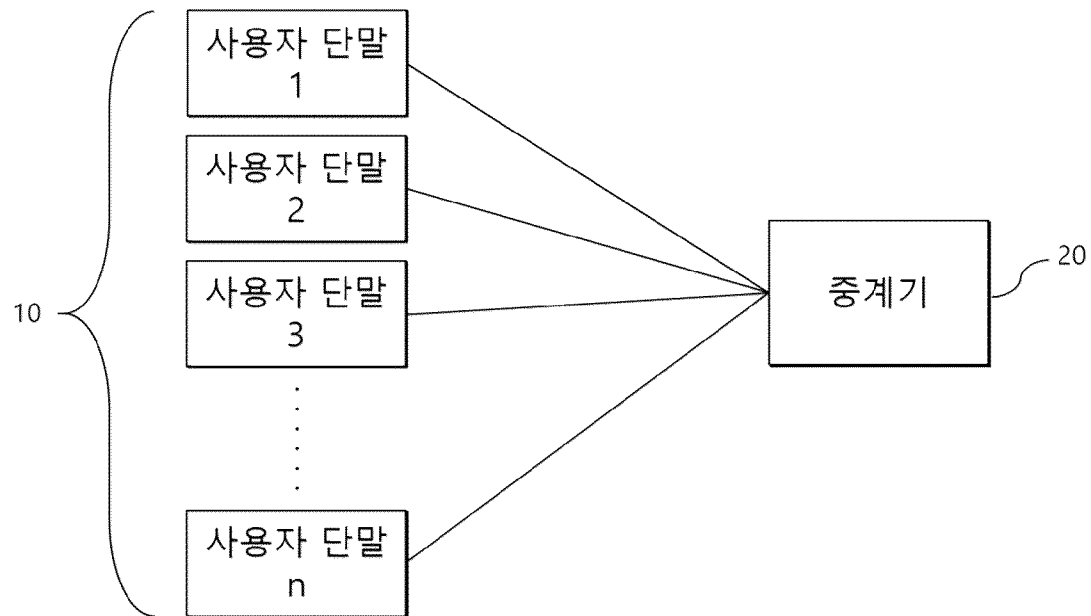
[청구항 12] 제11항에 있어서,  
상기 가치산출단계는,  
현재가치 산출부를 최대 허용 사용자 단말 수에 대응하는 복수 개의 상기  
Deep Q-Network로 구성하는 현재가치 산출단계;  
를 포함하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.

[청구항 13] 제12항에 있어서,  
상기 현재가치 산출단계는,  
상기 복수 개의 Deep Q-Network 중 상기 결정시간의 크기에 대응하는  
수의 상기 Deep Q-Network만을 이용하여, 상기 현재가치를 산출하는

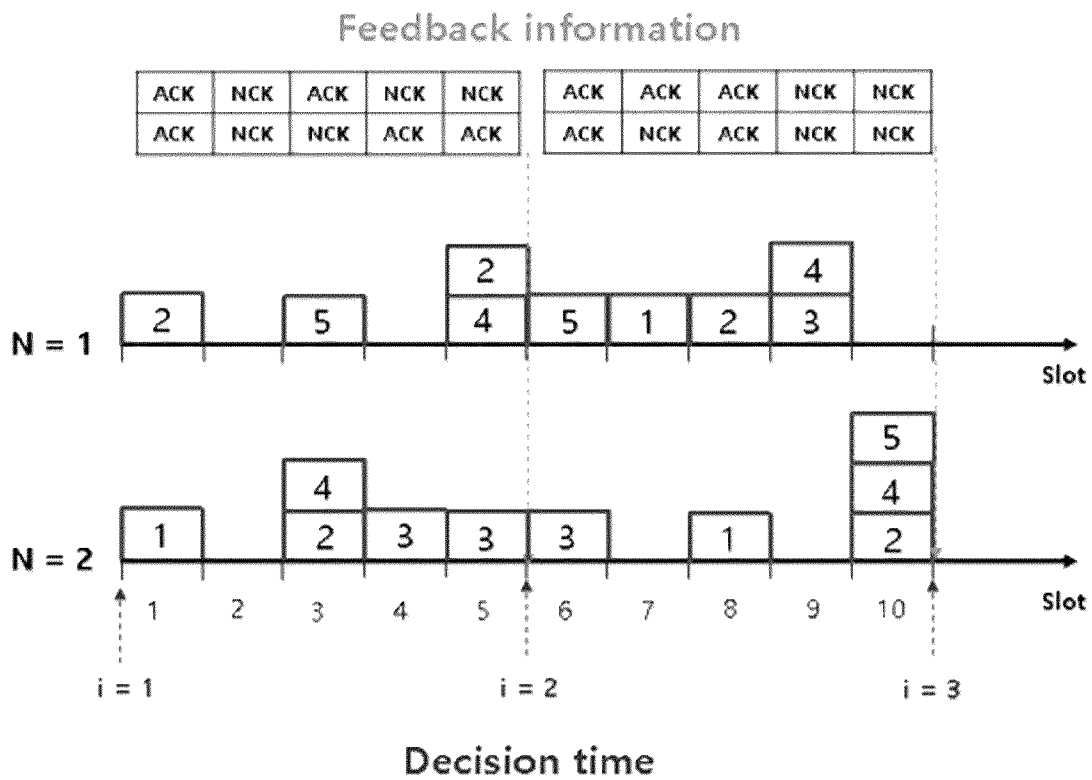
- 것을 특징으로 하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,  
상기 현재가치 산출단계는,  
상기 복수 개의 Deep Q-Network에서 산출된 상기 현재가치를 정규화하는  
것을 특징으로 하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.
- [청구항 15] 제10항에 있어서,  
상기 가치산출단계는,  
상기 재정의된 상태정보를 이용하여 상기 현재가치가 결정되는 상기  
결정시간 이후의 패킷전송의 가치인 상기 미래가치를 산출하는 미래가치  
산출단계;  
를 포함하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.
- [청구항 16] 제10항에 있어서,  
상기 결정단계는,  
상기 Q-Value 중 가장 높은 상기 Q-Value가 산출된 상기 결정시간 내  
시간슬롯에 대응되는 전송 채널을 상기 다음 결정시간에서의 패킷전송  
스케줄로 결정하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,  
상기 결정단계는,  
상기 패킷전송 스케줄로 결정되지 않은 상기 시간슬롯에  
제로패딩(Zero-Padding)을 적용하여, 상기 패킷전송 스케줄의 크기와  
상기 결정시간의 크기를 맞추는 것을 특징으로 하는 패킷전송 스케줄  
결정 방법.
- [청구항 18] 제10항에 있어서,  
상기 데이터관리단계는,  
LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 이용하여 상기 결정시간의  
경과에 따라 상기 상태정보 및 상기 재정의된 상태정보를 시계열 학습 및  
집계하는 것을 특징으로 하는 패킷전송 스케줄 결정 방법.

[도1]

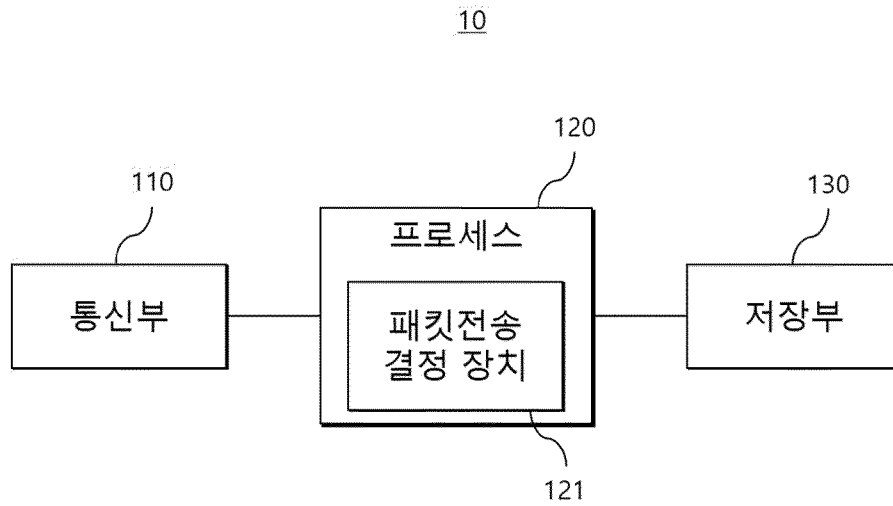
1



[도2]



[도3]

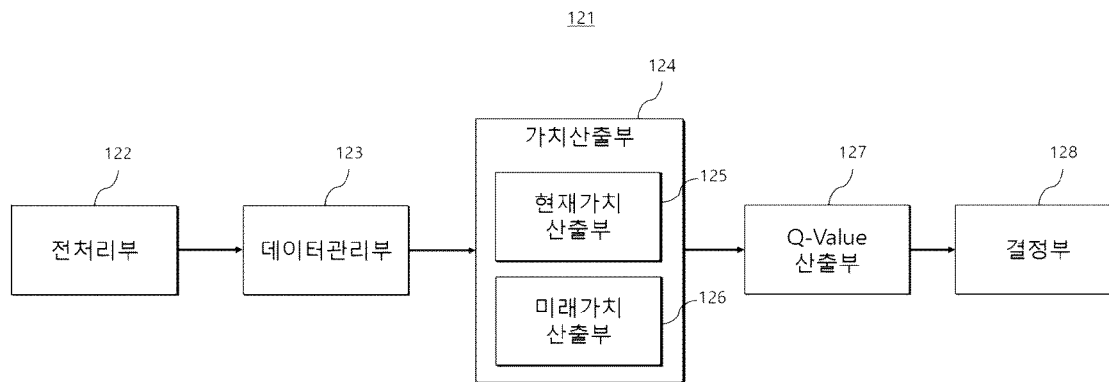


[도4]

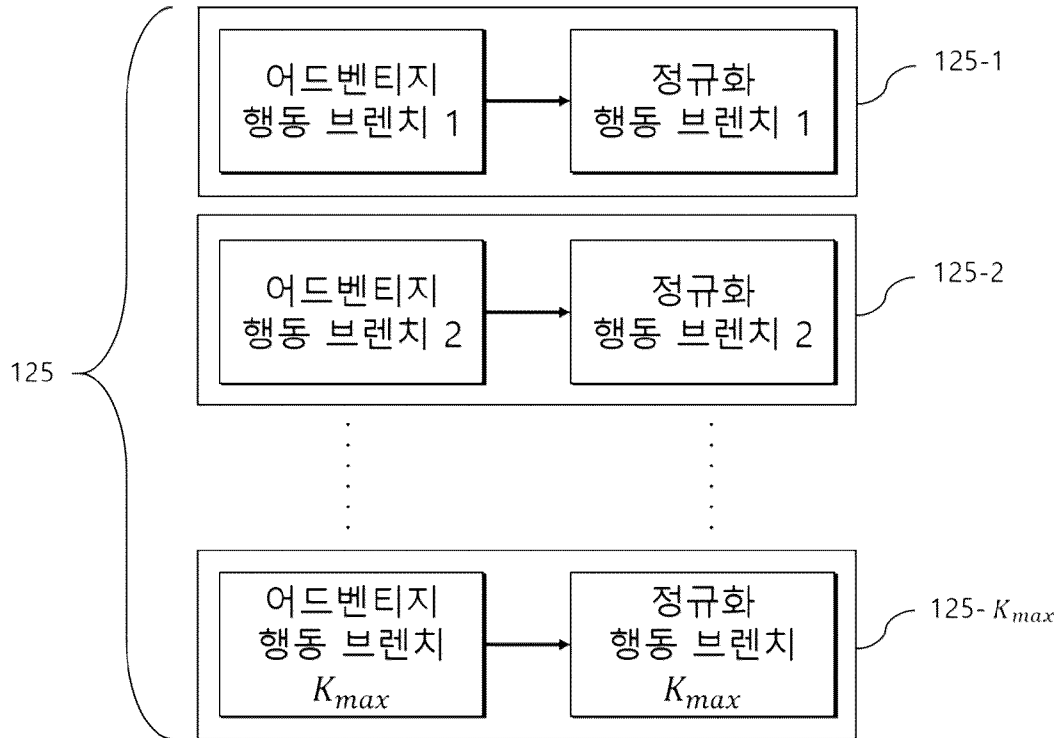
30

|       | 시간슬롯 1 | 시간슬롯 2 | 시간슬롯 3 | 시간슬롯 4 | 시간슬롯 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 전송 노드 | 2      | 1      | 0      | 0      | 0      |

[도5]



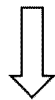
[도6]



[도7]

|         | 시간슬롯 1 | 시간슬롯 2 | 시간슬롯 3 | 시간슬롯 4 | 시간슬롯 5 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 전송 노드 1 | 5.7    | 2.1    | 3.3    | 0.5    | 3.8    |
| 전송 노드 2 | 0.2    | 1.0    | 2.5    | 4.3    | 1.2    |

(a)



|         | 시간슬롯 2 | 시간슬롯 3 | 시간슬롯 4 | 시간슬롯 5 |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| 전송 노드 1 | 2.1    | 3.3    | 0.5    | 3.8    |
| 전송 노드 2 | 1.0    | 2.5    | 4.3    | 1.2    |

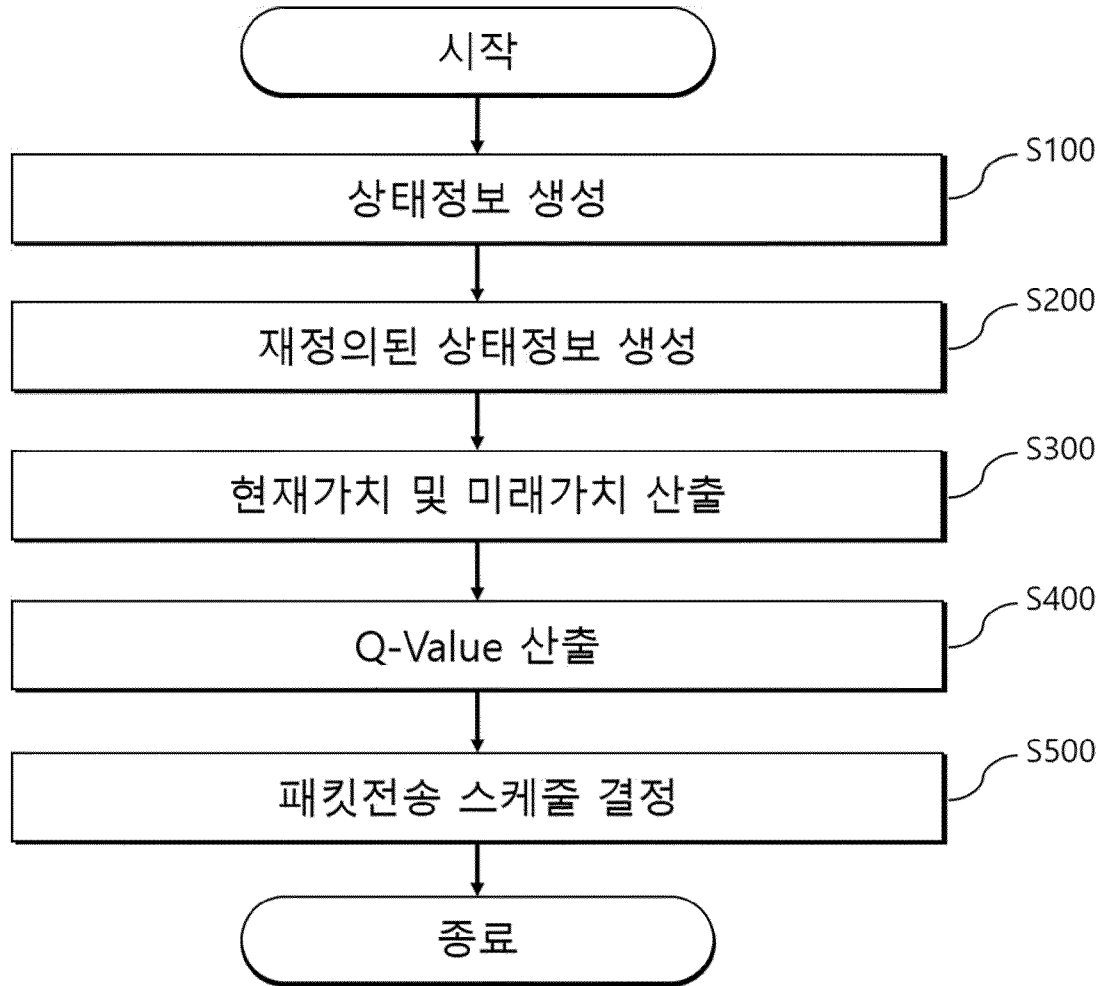
(b)



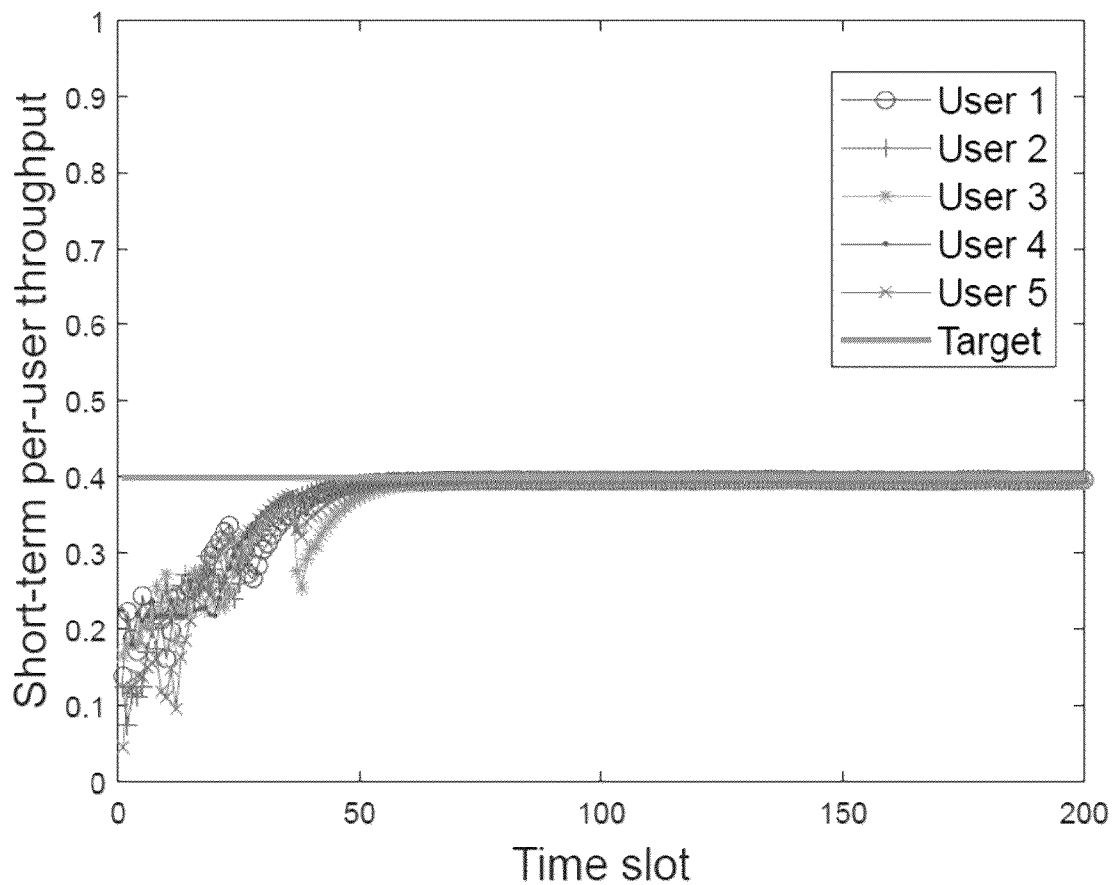
|       | 시간슬롯 1 | 시간슬롯 2 | 시간슬롯 3 | 시간슬롯 4 | 시간슬롯 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 전송 노드 | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      |

(c)

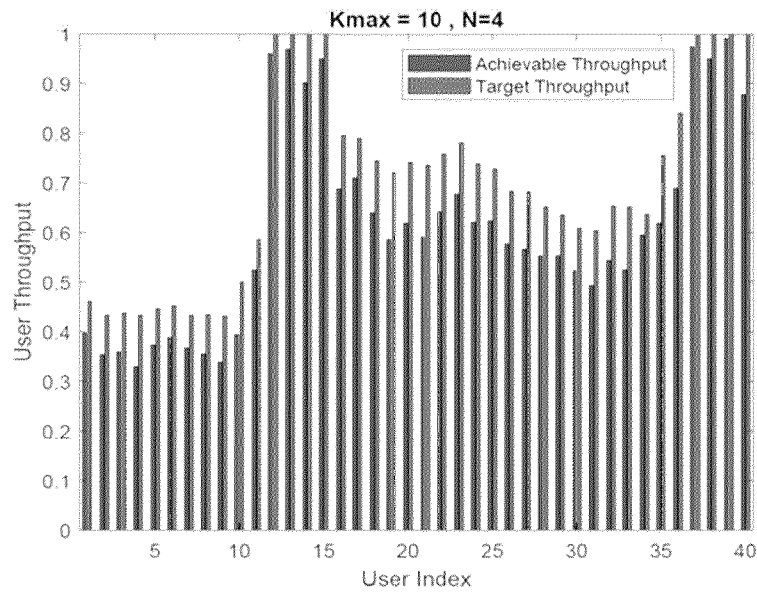
[도8]



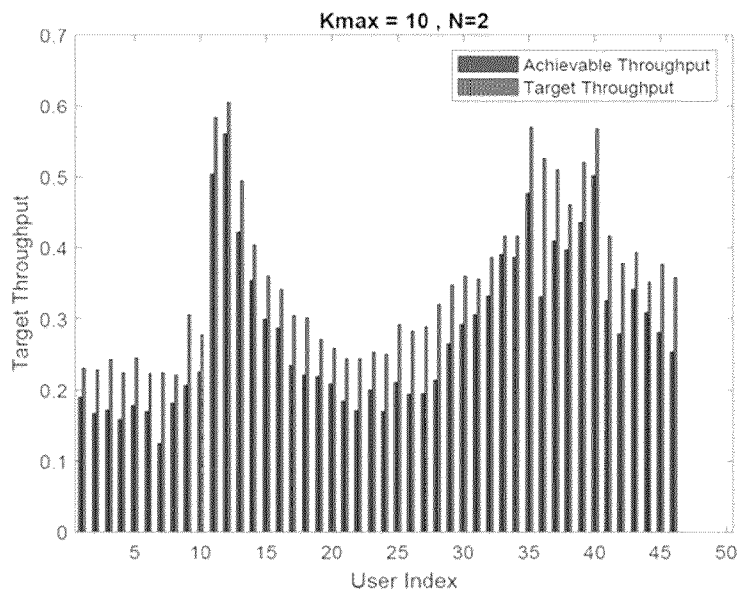
[도9a]



[도9b]



(a)



(b)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/008347

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04W 74/08**(2009.01)i; **H04W 72/12**(2009.01)i; **G06N 20/00**(2019.01)i; **H04W 4/70**(2018.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 74/08(2009.01); G06F 11/07(2006.01); G06N 7/00(2006.01); G06N 99/00(2010.01); H04L 12/725(2013.01);  
H04L 12/751(2013.01); H04L 29/08(2006.01); H04W 24/02(2009.01); H04W 40/34(2009.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above  
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; keywords: 상태(state), 패킷(packet), Q-Value, 스케줄(schedule)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 108900419 B (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 17 April 2020 (2020-04-17)<br>See paragraphs [0007]-[0019]; and claims 1-8. | 1-18                  |
| A         | CN 110995858 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 10 April 2020 (2020-04-10)<br>See paragraphs [0005]-[0042]; and claim 1.                       | 1-18                  |
| A         | KR 10-2039650 B1 (AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT) 01 November 2019 (2019-11-01)<br>See paragraphs [0011]-[0018]; and claims 1, 3-8 and 10-16.   | 1-18                  |
| A         | JP 2019-502282 A (UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 24 January 2019 (2019-01-24)<br>See paragraphs [0015]-[0017]; and claims 1-14. | 1-18                  |
| A         | US 2016-0239753 A1 (DEUTSCHE TELEKOM AG) 18 August 2016 (2016-08-18)<br>See paragraphs [0023]-[0052]; and claims 1-10.                          | 1-18                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"D" document cited by the applicant in the international application

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2021

Date of mailing of the international search report

21 October 2021

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office**  
**Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2021/008347**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 108900419   | B  | 17 April 2020                        | CN                      | 108900419       | A  | 27 November 2018                     |
| CN                                        | 110995858   | A  | 10 April 2020                        | None                    |                 |    |                                      |
| KR                                        | 10-2039650  | B1 | 01 November 2019                     | KR                      | 10-2019-0118243 | A  | 18 October 2019                      |
|                                           |             |    |                                      | KR                      | 10-2039650      | B1 | 01 November 2019                     |
| JP                                        | 2019-502282 | A  | 24 January 2019                      | AU                      | 2016-337026     | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337026     | B2 | 27 May 2021                          |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337029     | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337029     | B2 | 19 August 2021                       |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337031     | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337031     | B2 | 05 August 2021                       |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-337678     | A1 | 31 May 2018                          |
|                                           |             |    |                                      | AU                      | 2016-338823     | B2 | 03 June 2021                         |
|                                           |             |    |                                      | CA                      | 3001650         | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | CA                      | 3001940         | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | CA                      | 3010110         | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | CA                      | 3039648         | A1 | 20 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | CL                      | 2018000951      | A1 | 09 November 2018                     |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 106603268       | A  | 26 April 2017                        |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 106903164       | A  | 30 June 2017                         |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 106965781       | A  | 21 July 2017                         |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 107030114       | A  | 11 August 2017                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 107044230       | A  | 15 August 2017                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108141612       | A  | 08 June 2018                         |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108141612       | B  | 02 March 2021                        |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108366836       | A  | 03 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108366837       | A  | 03 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108366838       | B  | 11 June 2021                         |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108471985       | B  | 12 March 2021                        |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108472910       | A  | 31 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108472962       | A  | 31 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108602147       | B  | 27 March 2020                        |
|                                           |             |    |                                      | CN                      | 108698781       | B  | 22 May 2020                          |
|                                           |             |    |                                      | DK                      | 3289799         | T3 | 02 March 2020                        |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3289799         | A1 | 07 March 2018                        |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3289799         | B1 | 27 November 2019                     |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3361878         | A1 | 22 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3361878         | B1 | 24 June 2020                         |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3362675         | B1 | 14 August 2019                       |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3362932         | A1 | 22 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3362932         | B1 | 01 May 2019                          |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3363183         | A1 | 22 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3363183         | B1 | 16 September 2020                    |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3363202         | A1 | 22 August 2018                       |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3586780         | A1 | 01 January 2020                      |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 3597340         | A1 | 22 January 2020                      |
|                                           |             |    |                                      | ES                      | 2770753         | T3 | 03 July 2020                         |
|                                           |             |    |                                      | JP                      | 2018-532531     | A  | 08 November 2018                     |
|                                           |             |    |                                      | JP                      | 2018-534099     | A  | 22 November 2018                     |
|                                           |             |    |                                      | JP                      | 2018-534100     | A  | 22 November 2018                     |
|                                           |             |    |                                      | JP                      | 6670931         | B2 | 25 March 2020                        |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2021/008347**

| Patent document<br>cited in search report |  |  | Publication date<br>(day/month/year) |  | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |  |
|-------------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|-------------------------|--------------------------------------|--|
|                                           |  |  |                                      |  | JP 6851087 B2           | 31 March 2021                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | JP 6865970 B2           | 28 April 2021                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | JP 6900048 B2           | 07 July 2021                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2017-0045139 A    | 26 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2018-0070654 A    | 26 June 2018                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2018-0073608 A    | 02 July 2018                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2018-0074711 A    | 03 July 2018                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2018-0089399 A    | 08 August 2018                       |  |
|                                           |  |  |                                      |  | KR 10-2046734 B1        | 02 December 2019                     |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10264479 B2          | 16 April 2019                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10518305 B2          | 31 December 2019                     |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10534005 B2          | 14 January 2020                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10538408 B2          | 21 January 2020                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10581533 B2          | 03 March 2020                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10582975 B2          | 10 March 2020                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10588657 B2          | 17 March 2020                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 10610913 B2          | 07 April 2020                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 11103319 B2          | 31 August 2021                       |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 11136152 B2          | 05 October 2021                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2017-0106417 A1      | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2017-0106419 A1      | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2017-0109982 A1      | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2018-0305050 A1      | 25 October 2018                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2018-0305168 A1      | 25 October 2018                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2018-0306816 A1      | 25 October 2018                      |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2018-0338143 A1      | 22 November 2018                     |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2020-0170726 A1      | 04 June 2020                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2020-0170727 A1      | 04 June 2020                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2021-0059776 A1      | 04 March 2021                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2021-0106393 A1      | 15 April 2021                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 9824557 B2           | 21 November 2017                     |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064234 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064301 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064303 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064305 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064306 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064597 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064616 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064622 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064645 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064649 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064651 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064654 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064655 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064682 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064683 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | WO 2017-064739 A1       | 20 April 2017                        |  |
|                                           |  |  |                                      |  | US 2016-0239753 A1      | 18 August 2016                       |  |
|                                           |  |  |                                      |  | CN 105765563 A          | 13 July 2016                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | CN 105765563 B          | 12 June 2018                         |  |
|                                           |  |  |                                      |  | EP 2854045 A1           | 01 April 2015                        |  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2021/008347**

| Patent document<br>cited in search report | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                                           |                                      | EP 2854045 B1           | 06 April 2016                        |
|                                           |                                      | ES 2568052 T3           | 27 April 2016                        |
|                                           |                                      | JP 2016-537702 A        | 01 December 2016                     |
|                                           |                                      | JP 6200076 B2           | 20 September 2017                    |
|                                           |                                      | KR 10-1733708 B1        | 10 May 2017                          |
|                                           |                                      | KR 10-2016-0058891 A    | 25 May 2016                          |
|                                           |                                      | WO 2015-043823 A1       | 02 April 2015                        |
| <hr/>                                     |                                      |                         |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br><b>H04W 74/08(2009.01)i; H04W 72/12(2009.01)i; G06N 20/00(2019.01)i; H04W 4/70(2018.01)i</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                               |
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>H04W 74/08(2009.01); G06F 11/07(2006.01); G06N 7/00(2006.01); G06N 99/00(2010.01); H04L 12/725(2013.01);<br>H04L 12/751(2013.01); H04L 29/08(2006.01); H04W 24/02(2009.01); H04W 40/34(2009.01)<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 상태(state), 패킷(packet), Q-Value, 스케줄(schedule) |                                                                                                               |                                               |
| <b>C. 관련 문헌</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |                                               |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                    | 관련 청구항                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 108900419 B (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 2020.04.17<br>단락 [0007]-[0019]; 및 청구항 1-8 | 1-18                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 110995858 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 2020.04.10<br>단락 [0005]-[0042]; 및 청구항 1                      | 1-18                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KR 10-2039650 B1 (국방과학연구소) 2019.11.01<br>단락 [0011]-[0018]; 및 청구항 1, 3-8, 10-16                                | 1-18                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 2019-502282 A (UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 2019.01.24<br>단락 [0015]-[0017]; 및 청구항 1-14   | 1-18                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2016-0239753 A1 (DEUTSCHE TELEKOM AG) 2016.08.18<br>단락 [0023]-[0052]; 및 청구항 1-10                           | 1-18                                          |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                               |                                               |
| * 인용된 문헌의 특별 카테고리:<br>"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌<br>"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌                                                                                                                                                                                |                                                                                                               |                                               |
| 국제조사의 실제 완료일<br><b>2021년10월20일(20.10.2021)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               | 국제조사보고서 발송일<br><b>2021년10월21일(21.10.2021)</b> |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                               | 심사관<br>양정록<br>전화번호 +82-42-481-5709            |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌               | 공개일        |
|-----------------------|------------|----------------------|------------|
| CN 108900419 B        | 2020/04/17 | CN 108900419 A       | 2018/11/27 |
| CN 110995858 A        | 2020/04/10 | 없음                   |            |
| KR 10-2039650 B1      | 2019/11/01 | KR 10-2019-0118243 A | 2019/10/18 |
|                       |            | KR 10-2039650 B1     | 2019/11/01 |
| JP 2019-502282 A      | 2019/01/24 | AU 2016-337026 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | AU 2016-337026 B2    | 2021/05/27 |
|                       |            | AU 2016-337029 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | AU 2016-337029 B2    | 2021/08/19 |
|                       |            | AU 2016-337031 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | AU 2016-337031 B2    | 2021/08/05 |
|                       |            | AU 2016-337678 A1    | 2018/05/31 |
|                       |            | AU 2016-338823 B2    | 2021/06/03 |
|                       |            | CA 3001650 A1        | 2017/04/20 |
|                       |            | CA 3001940 A1        | 2017/04/20 |
|                       |            | CA 3010110 A1        | 2017/04/20 |
|                       |            | CA 3039648 A1        | 2017/04/20 |
|                       |            | CL 2018000951 A1     | 2018/11/09 |
|                       |            | CN 106603268 A       | 2017/04/26 |
|                       |            | CN 106903164 A       | 2017/06/30 |
|                       |            | CN 106965781 A       | 2017/07/21 |
|                       |            | CN 107030114 A       | 2017/08/11 |
|                       |            | CN 107044230 A       | 2017/08/15 |
|                       |            | CN 108141612 A       | 2018/06/08 |
|                       |            | CN 108141612 B       | 2021/03/02 |
|                       |            | CN 108366836 A       | 2018/08/03 |
|                       |            | CN 108366837 A       | 2018/08/03 |
|                       |            | CN 108366838 B       | 2021/06/11 |
|                       |            | CN 108471985 B       | 2021/03/12 |
|                       |            | CN 108472910 A       | 2018/08/31 |
|                       |            | CN 108472962 A       | 2018/08/31 |
|                       |            | CN 108602147 B       | 2020/03/27 |
|                       |            | CN 108698781 B       | 2020/05/22 |
|                       |            | DK 3289799 T3        | 2020/03/02 |
|                       |            | EP 3289799 A1        | 2018/03/07 |
|                       |            | EP 3289799 B1        | 2019/11/27 |
|                       |            | EP 3361878 A1        | 2018/08/22 |
|                       |            | EP 3361878 B1        | 2020/06/24 |
|                       |            | EP 3362675 B1        | 2019/08/14 |
|                       |            | EP 3362932 A1        | 2018/08/22 |
|                       |            | EP 3362932 B1        | 2019/05/01 |
|                       |            | EP 3363183 A1        | 2018/08/22 |
|                       |            | EP 3363183 B1        | 2020/09/16 |
|                       |            | EP 3363202 A1        | 2018/08/22 |
|                       |            | EP 3586780 A1        | 2020/01/01 |
|                       |            | EP 3597340 A1        | 2020/01/22 |
|                       |            | ES 2770753 T3        | 2020/07/03 |
|                       |            | JP 2018-532531 A     | 2018/11/08 |
|                       |            | JP 2018-534099 A     | 2018/11/22 |
|                       |            | JP 2018-534100 A     | 2018/11/22 |
|                       |            | JP 6670931 B2        | 2020/03/25 |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌               | 공개일        |
|-----------------------|------------|----------------------|------------|
|                       |            | JP 6851087 B2        | 2021/03/31 |
|                       |            | JP 6865970 B2        | 2021/04/28 |
|                       |            | JP 6900048 B2        | 2021/07/07 |
|                       |            | KR 10-2017-0045139 A | 2017/04/26 |
|                       |            | KR 10-2018-0070654 A | 2018/06/26 |
|                       |            | KR 10-2018-0073608 A | 2018/07/02 |
|                       |            | KR 10-2018-0074711 A | 2018/07/03 |
|                       |            | KR 10-2018-0089399 A | 2018/08/08 |
|                       |            | KR 10-2046734 B1     | 2019/12/02 |
|                       |            | US 10264479 B2       | 2019/04/16 |
|                       |            | US 10518305 B2       | 2019/12/31 |
|                       |            | US 10534005 B2       | 2020/01/14 |
|                       |            | US 10538408 B2       | 2020/01/21 |
|                       |            | US 10581533 B2       | 2020/03/03 |
|                       |            | US 10582975 B2       | 2020/03/10 |
|                       |            | US 10588657 B2       | 2020/03/17 |
|                       |            | US 10610913 B2       | 2020/04/07 |
|                       |            | US 11103319 B2       | 2021/08/31 |
|                       |            | US 11136152 B2       | 2021/10/05 |
|                       |            | US 2017-0106417 A1   | 2017/04/20 |
|                       |            | US 2017-0106419 A1   | 2017/04/20 |
|                       |            | US 2017-0109982 A1   | 2017/04/20 |
|                       |            | US 2018-0305050 A1   | 2018/10/25 |
|                       |            | US 2018-0305168 A1   | 2018/10/25 |
|                       |            | US 2018-0306816 A1   | 2018/10/25 |
|                       |            | US 2018-0338143 A1   | 2018/11/22 |
|                       |            | US 2020-0170726 A1   | 2020/06/04 |
|                       |            | US 2020-0170727 A1   | 2020/06/04 |
|                       |            | US 2021-0059776 A1   | 2021/03/04 |
|                       |            | US 2021-0106393 A1   | 2021/04/15 |
|                       |            | US 9824557 B2        | 2017/11/21 |
|                       |            | WO 2017-064234 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064301 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064303 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064305 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064306 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064597 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064616 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064622 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064645 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064649 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064651 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064654 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064655 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064682 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064683 A1    | 2017/04/20 |
|                       |            | WO 2017-064739 A1    | 2017/04/20 |
| US 2016-0239753 A1    | 2016/08/18 | CN 105765563 A       | 2016/07/13 |
|                       |            | CN 105765563 B       | 2018/06/12 |
|                       |            | EP 2854045 A1        | 2015/04/01 |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌               | 공개일        |
|-----------------------|-----|----------------------|------------|
|                       |     | EP 2854045 B1        | 2016/04/06 |
|                       |     | ES 2568052 T3        | 2016/04/27 |
|                       |     | JP 2016-537702 A     | 2016/12/01 |
|                       |     | JP 6200076 B2        | 2017/09/20 |
|                       |     | KR 10-1733708 B1     | 2017/05/10 |
|                       |     | KR 10-2016-0058891 A | 2016/05/25 |
|                       |     | WO 2015-043823 A1    | 2015/04/02 |
| <hr/>                 |     |                      |            |