(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 9 월 8 일 (08.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/150826 A1

(51) 국제특허분류:
H04L 12/911 (2013.01) *H04L 12/873* (2013.01)
H04L 12/927 (2013.01) *H04L 12/851* (2013.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/001646

(22) 국제출원일: 2017 년 2 월 15 일 (15.02.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0024553 2016 년 2 월 29 일 (29.02.2016) KR

(71) 출원인: **부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 46241 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2(장전동, 부산대학교), Busan (KR).

(72) 발명자: **정상화 (CHUNG, Sanghwa)**; 46242 부산시 금정구 금샘로 262, 205 동 1801 호(구서동, 쌍용예가 2 단지), Busan (KR). **문재원 (MOON, Jaewon)**; 46287 부산시 금정구 금강로 279 번길 40, 307 호(장전동, 금조), Busan (KR).

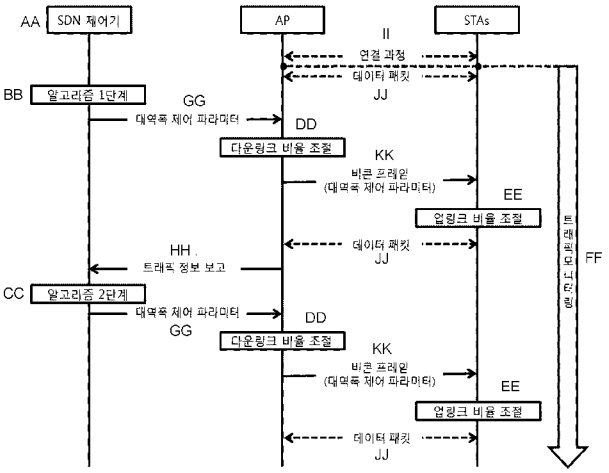
(74) 대리인: **오위환 (OH, Wihwan)**; 06123 부산시 강남구 봉은사로 116, 5 층(역삼동, 은성빌딩), Busan (KR).

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING BANDWIDTH IN CONSIDERATION OF TRAFFIC CHANGE IN SDN-BASED VIRTUAL WIRELESS NETWORK ENVIRONMENT

(54) **발명의 명칭** : S D N 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법



AA ... SDN controller
BB ... Algorithm step one
CC ... Algorithm step two
DD ... Control downlink ratio
EE ... Control uplink ratio
FF ... Traffic monitoring
GG ... Bandwidth control parameter
HH ... Report traffic information
II ... Connection process
JJ ... Data packet
KK ... Beacon frame (bandwidth control parameter)

(57) **Abstract**: The present invention comprises: an OpenFlow module which is included in a host access point daemon (hostapd) of an OpenFlow access point (AP) and allows the OpenFlow AP to collect network traffic and dynamically control a bandwidth; a bandwidth allocation module which is included in the hostapd of the OpenFlow AP and performs a bandwidth control command received from a software defined network (SDN) controller; a packet classification module which is included in media access control (MAC) of the OpenFlow AP and classifies a packet according to virtual slices so as to control a downlink in a virtual network; and a packet scheduling module which is included in the MAC of the OpenFlow AP and controls a downlink bandwidth according to downlink ratio information received from the bandwidth allocation module, on the basis of the classified packet.

(57) **요약서**:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/150826 A1

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 하는 오픈플로우 모듈;오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 SDN(Software Defined Networks) 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 수행하는 대역폭 할당 모듈;오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하여 가상 네트워크에서 다운링크를 제어할 수 있도록 하는 패킷 분류 모듈;오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 분류된 패킷을 기반으로 대역폭 할당 모듈로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절하는 패킷 스케줄링 모듈;을 포함하는 것이다.

명세서

발명의 명칭: SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 SDN 기반 무선 가상 네트워크에 관한 것으로, 구체적으로 SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 각 가상네트워크의 리소스를 효율적으로 제어하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 네트워크 가상화는 물리 네트워크의 자원을 분할하여 다수의 논리 네트워크를 구성하는 기술이다.

[3] 이러한 가상 네트워크는 다양한 서비스의 요구조건을 반영한 네트워크를 제공할 수 있는데, 이러한 다양한 서비스의 요구조건을 반영하기 위해 효율적인 리소스 분배 기술이 필요하다.

[4] 효율적인 리소스 분배를 위해 여러 가지 기법들이 제안되었지만 종래 기술의 기법들은 네트워크에 연결된 모든 노드들이 포화 트래픽을 발생시킨다고 가정한다.

[5] 하지만, 비포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 경우에는 정의된 대역폭 분배비에 따른 자원할당이 제대로 되지 않는 문제점이 있다.

[6] 이 외에도 업링크를 고려하지 않고 다운링크만 제어하는 기법들이 있다. 무선 네트워크에서 다운링크와 업링크는 동일한 자원을 공유하기 때문에 업링크를 고려하지 않은 제어기법은 네트워크의 자원을 관리할 수 없는 문제가 있다.

[7] 도 1에서는 가상 무선 네트워크로 각각의 가상 슬라이스에 60%, 20%, 20%의 대역폭을 할당한 것이다.

[8] 모든 노드들이 포화 트래픽을 발생시키면 기존의 대역폭 분배 기법이 가능하다. 하지만 A2의 업링크 트래픽이 5%만의 대역폭을 사용한다면 나머지 10%의 대역폭이 다른 모든 노드에 분산되는 현상이 발생한다.

[9] 따라서, 최근에 도입되고 있는 네트워크 관리 기술인 SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 각 가상네트워크의 리소스를 제어하고, 종래 기술이 갖는 문제점들 해결하기 위해 수집된 트래픽 정보를 활용한 업링크와 다운링크를 동적으로 제어할 수 있는 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 가상네트워크의 리소스 분배 기술의 문제를 해결하기 위한 것으로, SDN(Software Defined Networks) 기술을 활용하여

네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 각 가상네트워크의 리소스를 효율적으로 제어하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[11] 본 발명은 네트워크 관리 기술인 SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 업링크와 다운링크를 동적으로 제어할 수 있도록 한 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[12] 본 발명은 제어기와 연결 및 추가적인 컨트롤 메시지를 주고받기 위해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 오픈플로우 모듈(OpenFlow Module)을 추가하여 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 상황에 맞게 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 한 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[13] 본 발명은 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 수행하는 대역폭 할당 모듈(Bandwidth Allocation Module)을 포함하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[14] 본 발명은 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하여 가상 네트워크에서 다운링크를 제어할 수 있도록 하는 패킷 분류 모듈(Packet Classification Module)을 포함하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[15] 본 발명은 분류된 패킷을 기반으로 대역폭 할당 모듈(Bandwidth Allocation Module)로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절하는 패킷 스케줄링 모듈(Packet Scheduling Module)을 갖는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[16] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[17] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 하는 오픈플로우 모듈;오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 SDN(Software Defined Networks) 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 수행하는 대역폭 할당 모듈;오픈플로우 액세스

포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하여 가상 네트워크에서 다운링크를 제어할 수 있도록 하는 패킷 분류 모듈;오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 분류된 패킷을 기반으로 대역폭 할당 모듈로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절하는 패킷 스케줄링 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[18] 여기서, 오픈플로우 모듈은, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)와 SDN(Software Defined Networks) 제어기의 연결을 담당하고 가상 오픈플로우 액세스 포인트(AP) 생성, 네트워크 트래픽 정보, 대역폭 제어 명령의 컨트롤 메시지를 송·수신하는 것을 특징으로 한다.

[19] 그리고 대역폭 할당 모듈은, SDN(Software Defined Networks) 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 다운링크 비율 정보를 netlink를 통해 MAC(Media Access Control) 계층에 전달하고 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 스테이션의 네트워크 파라미터를 비콘프레임에 포함시키는 것을 특징으로 한다.

[20] 그리고 패킷 스케줄링 모듈은, 대역폭 분배를 위해 업링크와 다운링크를 제어하고, 업링크는 802.11e 표준에서 QoS 제공을 위한 파라미터 CW(Contention Window)와 TXOP(Transmission Opportunity)를 사용하고, 다운링크는 멀티큐와 DRR(Deficit Round Robin)알고리즘을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[21] 그리고 멀티큐는 하나의 큐와 하나의 가상슬라이스가 매칭되고, 가상 슬라이스별 멀티큐를 기반으로 DRR알고리즘을 사용해 다운링크를 제어하고, 동일 가상슬라이스 내에서는 공평한 대역폭 분배를 위해 RR(Round Robin)을 통해 전송하는 것을 특징으로 한다.

[22] 그리고 스테이션의 대역폭은 CW와 반비례하고 TXOP와 비례하고, 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로,

$$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum_i DownlinkRatio}{uplinkRatio_i}$$

를 이용해 계산하는 것을 특징으로 한다.

[23] 그리고 CW는 2의 제곱수 형태를 갖기 때문에 CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼,

$$txop_i = TXTIME \times \frac{CW_i}{CW_{\min,i}}$$

를 이용해 TXOP를 증가시키는 것을 특징으로 한다.

[24] 그리고 SDN(Software Defined Networks) 제어기는, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 명령을 하달하기 위해서 확장된 오플플로우 프로토콜을 사용하고, 확장된 오픈플로우 프로토콜은 스테이션의 트래픽량을 바이트 단위로 수집하고 이를 이용해 주기적으로 SDN(Software Defined

Networks) 제어기에서 트래픽 정보를 수집하고 대역폭 제어 알고리즘을 수행하는 스테이션 트래픽 정보 수집 프로토콜과, SDN(Software Defined Networks) 제어기가 대역폭 제어 알고리즘을 수행하고 이를 기반으로 오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 스테이션별 대역폭 제어 비율을 하달하는 대역폭 제어 프로토콜인 것을 특징으로 한다.

[25] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법은 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 연결된 스테이션의 트래픽을 모니터링하고 수집된 데이터를 오플플로우 메시지를 통해 SDN(Software Defined Networks) 제어기로 전송하는 단계;SDN(Software Defined Networks) 제어기에서 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로부터 수집된 트래픽정보를 기반으로 CW(Contention Window)와 TXOP(Transmission Opportunity)값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계;계산된 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 오픈플로우 메시지를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송하는 단계;오픈플로우 액세스 포인트(AP)에서 다운링크 비율을 설정하고 비콘프레임을 통해 스테이션에 CW와 TXOP 값을 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[26] 여기서, 트래픽정보를 기반으로 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계에서, 네트워크에 연결된 모든 노드들이 포화 트래픽을 발생시키는 경우 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 제 1 단계 알고리즘을 수행하는 것을 특징으로 한다.

[27] 그리고 제 1 단계 알고리즘은, TXOP를 계산하기 위해 한 프레임 전송을 위한 시간 TXTIME을 정의 단계와, 스테이션의 업링크에 할당할 대역폭 분배비(uplinkRatioi)가 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이 되도록 하는 단계와, 스테이션의 다운링크에 할당할 대역폭 분배비(downlinkRatioi)가 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이 되도록 하는 단계와, 모든 스테이션의 다운링크에 할당된 대역폭 분배비의 합(sumDownLinkRatio)이 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 트래픽을 송신하는 대역폭 분배비와 같도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[28] 그리고 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로 계산하고, 스테이션의 CW과 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW 비, uplinkRatio와 sumDownlinkRatio의 비는 서로 반비례하고,

[29] $$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum DownlinkRatio}{uplinkRatio}$$ 으로 계산되어, CW는 2의 제곱수 형태를 갖는 것을 특징으로 한다.

[30] 그리고 최소 CW값(CWmini)은 CWi값보다 큰 최소 2의 제곱수이고, CW가

증가했기 때문에 할당할 대역폭 분배비만큼 대역폭을 사용하지 못하고, CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼 TXOP를 증가시키는 것을 특징으로 한다.

[31] 그리고 트래픽정보를 기반으로 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계에서, 비 포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 환경에서 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 제 2 단계 알고리즘을 수행하는 것을 특징으로 한다.

[32] 그리고 제 2 단계 알고리즘은, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 SDN(Software Defined Networks) 제어기에 주기적으로 보고하는 스테이션의 트래픽 모니터링 정보를 기반으로 uplinkRatioi와 downlinkRatioi를 재계산하기 위하여, 비 포화 트래픽을 발생시키는 링크를 찾는 단계와,비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 업링크라면 해당 스테이션의 다운링크 대역폭 분배비를 업링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당하는 단계와,비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 다운링크라면 해당 스테이션의 업링크 대역폭 분배비를 다운링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당하는 단계와,스테이션의 업링크와 다운링크 모두 비 포화 트래픽을 발생시키는 경우, 비 포화된 대역폭 분배비를 해당 가상 슬라이스의 모든 링크에 공평하게 나누는 단계와,산출한 CWmin과 TXOP 값은 OpenFlow 메시지(BAND_ALLOC_REP)를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[33] 이와 같은 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[34] 첫째, SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 각 가상네트워크의 리소스를 효율적으로 제어할 수 있다.

[35] 둘째, SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 업링크와 다운링크를 동적으로 제어할 수 있다.

[36] 셋째, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd에 오픈플로우 모듈(OpenFlow Module)을 추가하여 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 상황에 맞게 동적으로 대역폭을 제어할 수 있다.

[37] 넷째, 대역폭 할당 모듈(Bandwidth Allocation Module)을 포함하여 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 효과적으로 수행할 수 있다.

[38] 다섯째, 패킷 분류 모듈(Packet Classification Module)을 포함하여 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하여 가상 네트워크에서 효과적으로 다운링크를 제어할 수 있다.

[39] 여섯째, 패킷 스케줄링 모듈(Packet Scheduling Module)을 갖고 분류된 패킷을 기반으로 대역폭 할당 모듈(Bandwidth Allocation Module)로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 효과적으로 조절할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[40] 도 1은 가상 슬라이스 자원 할당을 나타낸 구성도

[41] 도 2는 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치의 구성도

[42] 도 3은 본 발명에 따른 트래픽을 고려한 대역폭 제어 동작을 나타낸 구성도

[43] 도 4는 본 발명에 따른 확장된 OpenFlow 프로토콜

[44] 도 5는 본 발명에 따른 트래픽 기반 대역폭 제어를 위한 제 1 단계 알고리즘

[45] 도 6은 본 발명에 따른 트래픽 기반 대역폭 제어를 위한 제 2 단계 알고리즘

[46] 도 7은 본 발명에 따른 트래픽을 고려한 가상 슬라이스 자원 할당을 나타낸 구성도

[47] 도 8은 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법을 나타낸 플로우 차트

[48] 도 9는 본 발명에 따른 트래픽 기반 대역폭 제어 동작 과정 및 메시지 흐름도

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[49] 이하, 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[50] 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[51] 도 2는 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치의 구성도이다.

[52] 본 발명은 각 가상네트워크의 리소스를 제어하는 것으로, SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 업링크와 다운링크를 동적으로 제어할 수 있도록 한 것이다.

[53] 이를 위하여, 본 발명은 제어기와 연결 및 추가적인 컨트롤 메시지를 주고받기 위해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd에 오픈플로우 모듈(OpenFlow Module)을 추가하여 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 상황에 맞게 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 한다.

[54] 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치는 도 2에서와 같이, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)(100)의 hostapd(200)에 오픈플로우 액세스 포인트(AP)와 제어기의 연결을 담당하고 가상 오픈플로우 액세스 포인트(AP) 생성, 네트워크 트래픽 정보, 대역폭 제어 명령 등의 컨트롤 메시지를 송·수신하는 오픈플로우 모듈(10)과, 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 다운링크 비율 정보를 netlink를 통해 MAC(Media Access Control) 계층에 전달하고 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 스테이션의 네트워크 파라미터를 비콘프레임에 포함시키는 대역폭 할당 모듈(20)이 구성된다.

[55] 그리고 오픈플로우 액세스 포인트(AP)(100)의 MAC(300)에 다운링크를 제어하기 위해 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하는 패킷 분류 모듈(30)과, 분류된 패킷을 기반으로 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절하는 패킷 스케줄링 모듈(40)이 구성된다.

[56] 본 발명은 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 기존의 대역폭 제어 기법들의 문제점을 해결하고 효율적인 대역폭 분배를 위한 것이다.

[57] 도 2는 본 발명에 따른 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 구조를 나타낸 것이다.

[58] 도 2에서와 같이, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 상황에 맞게 동적으로 대역폭을 제어하기 위해 추가적인 기능이 필요하다.

[59] 이를 위하여, 제어기와 연결 및 추가적인 컨트롤 메시지를 주고받기 위해 hostapd(200)에 오픈플로우 모듈(10)이 구성되고, 오픈플로우 모듈(10)은 오픈플로우 액세스 포인트(AP)와 제어기의 연결을 담당하고 가상 오픈플로우 액세스 포인트(AP) 생성, 네트워크 트래픽 정보, 대역폭 제어 명령 등의 컨트롤 메시지를 송·수신한다.

[60] 그리고 대역폭 할당 모듈(20)은 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 수행하기 위한 것으로, 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 다운링크 비율 정보를 netlink를 통해 MAC 계층에 전달한다. 또한 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 스테이션의 네트워크 파라미터를 비콘프레임에 포함시킨다.

[61] 그리고 패킷 분류 모듈(30)은 가상 네트워크에서 다운링크를 제어하기위해 패킷을 가상 슬라이스별로 분류한다.

[62] 분류된 패킷을 기반으로 패킷 스케줄링 모듈(40)에서는 대역폭 할당 모듈(20)로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절한다.

[63] 대역폭 분배를 위해 업링크와 다운링크를 제어한다. 업링크는 802.11e 표준에서 QoS 제공을 위한 파라미터 CW(Contention Window)와 TXOP(Transmission Opportunity)를 사용한다.

[64] [수식1]

$$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum_i DownlinkRatio}{uplinkRatio_i}$$

[65] 스테이션의 대역폭은 CW와 반비례하고 TXOP와 비례한다. 본 발명에서는 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로 수학식 1을 이용해 계산한다.

[66] [수식2]

$$txop_i = TXTIME \times \frac{CW_i}{CW_{\min,i}}$$

[67] CW는 2의 제곱수 형태를 갖기 때문에 CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼 수학식 2를 이용해 TXOP를 증가시킨다.

[68] 다운링크는 멀티큐와 DRR(Deficit Round Robin)알고리즘을 사용한다.

[69] 멀티큐는 하나의 큐와 하나의 가상슬라이스가 매칭된다. 가상 슬라이스별 멀티큐를 기반으로 DRR알고리즘을 사용해 다운링크를 제어한다.

[70] 동일 가상슬라이스 내에서는 공평한 대역폭 분배를 위해 RR(Round Robin)을 통해 전송한다.

[71] 도 3은 본 발명에 따른 트래픽을 고려한 대역폭 제어 동작을 나타낸 구성도이고, 도 4는 본 발명에 따른 확장된 오픈플로우 프로토콜이다.

[72] 오픈플로우 액세스 포인트(AP)는 지속적으로 연결된 스테이션의 트래픽을 모니터링하고 수집된 데이터는 OpenFlow 메시지를 통해 SDN 제어기로 전송된다.

[73] SDN 제어기는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로부터 수집된 트래픽정보를 기반으로 알고리즘을 통해 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 계산한다.

[74] 계산된 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율은 OpenFlow 메시지를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송된다.

[75] 오픈플로우 액세스 포인트(AP)는 다운링크 비율을 설정하고 비콘프레임을 통해 스테이션에 CW와 TXOP 값을 전송한다.

[76] 대역폭 제어 알고리즘을 수행하기 위해 OpenFlow 프로토콜을 이용해 제어기에서 오픈플로우 액세스 포인트(AP)와 연결된 스테이션의 트래픽 정보를 수집한다.

[77] 또한, 제어기가 오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 명령을 하달하기 위해서도 확장된 오픈플로우 프로토콜을 이용한다.

[78] 확장된 오픈플로우 프로토콜은 도 4에서와 같이 2종류로 구성된다.

[79] 첫 번째는 스테이션 트래픽 정보 수집이다. 이 프로토콜은 스테이션의 트래픽량을 바이트 단위로 수집한다. 이를 이용해 주기적으로 제어기에서 트래픽 정보를 수집하고 대역폭 제어 알고리즘을 수행한다.

[80] 두 번째는 대역폭 제어 프로토콜이다. 이 프로토콜은 제어기가 대역폭 제어 알고리즘을 수행하고 이를 기반으로 오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 스테이션별 대역폭 제어 비율을 하달한다.

[81] SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 효율적인 리소스 분배를 위해 제어기에서는 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 알고리즘을 수행한다.

[82] 이 대역폭 제어 알고리즘은 2단계로 구성된다.

[83] 도 5는 본 발명에 따른 트래픽 기반 대역폭 제어를 위한 제 1 단계 알고리즘이고, 도 6은 본 발명에 따른 트래픽 기반 대역폭 제어를 위한 제 2 단계 알고리즘이다.

[84] 전체적인 대역폭 제어 동작 과정 및 메시지 흐름은 도 9에서와 같다.

[85] 제 1 단계 알고리즘은 네트워크에 연결된 모든 노드들이 포화 트래픽을

발생시키는 경우 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 알고리즘이다.

[86] 우선 TXOP를 계산하기 위해 한 프레임 전송을 위한 시간 TXTIME을 정의한다.

[87] uplinkRatioi는 스테이션의 업링크에 할당 할 대역폭 분배비로 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이다.

[88] 즉, 업링크 대역폭 분배비와 다운링크 대역폭 분배비를 공평하게 나누어 준다는 가정으로, 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션들은 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 공평하게 나누어 갖는다.

[89] downlinkRatioi는 스테이션의 다운링크에 할당 할 대역폭 분배비로 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이다.

[90] 마찬가지로, 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션들은 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 공평하게 나누어 갖는다.

[91] sumDownLinkRatio는 모든 스테이션의 다운링크에 할당된 대역폭 분배비의 합이다. 즉, 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 트래픽을 송신 대역폭 분배비와 같다.

[92] 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로 계산한다.

[93] 스테이션의 CW과 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW 비, uplinkRatio와 sumDownlinkRatio의 비는 서로 반비례 한다.

[94] 도 5 (6번째 줄)에서와 같이 수학식 3에서와 같이 계산할 수 있다.

[95] [수식3]

$$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum DownlinkRatio}{uplinkRatio}$$

[96] CW는 2의 제곱수 형태를 갖는다.

[97] 따라서 CWmini는 CWi값보다 큰 최소 2의 제곱수이다. CW가 증가했기 때문에 할당 할 대역폭 분배비만큼 대역폭을 사용하지 못한다. CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼 TXOP를 증가시킨다.(도 5의 8번째줄)

[98] 비 포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 환경에서도 각 슬라이스에 대역폭이 기존에 할당된 자원분배 비율에 따라 분배하기 위해서 고려해야 할 사항이 있다.

[99] 도 6은 알고리즘 2단계로 비 포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 환경에서 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 알고리즘이다.

[100] 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 OpenFlow 제어기에 주기적으로 보고하는 스테이션의 트래픽 모니터링 정보를 기반으로 uplinkRatioi와 downlinkRatioi를 재계산 한다.

[101] 우선 비 포화 트래픽을 발생시키는 링크를 찾는다.

[102] 비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 업링크라면 해당 스테이션의 다운링크 대역폭 분배비를 업링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당해준다.

[103] 반대로, 비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 다운링크라면 해당 스테이션의 업링크 대역폭 분배비를 다운링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당해준다.

[104] 만약, 스테이션의 업링크와 다운링크 모두 비 포화 트래픽을 발생시키는 경우, 비 포화된 대역폭 분배비를 해당 가상 슬라이스의 모든 링크에 공평하게 나누어 준다. 재분배된 대역폭을 기준으로 도 5의 5번 줄 ~ 9번 줄을 수행한다.

[105] 이와 같은 알고리즘이 산출한 CWmin과 TXOP 값은 OpenFlow 메시지(BAND_ALLOC_REP)를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송된다.

[106] 도 7은 본 발명에 따른 트래픽을 고려한 가상 슬라이스 자원 할당을 나타낸 구성도이다.

[107] 이와 같은 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법은 비 포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 경우에도 각 가상 슬라이스에 대역폭이 기존에 할당된 자원분배 비율에 따라 분배를 할 수 있도록 한 것이다.

[108] A2의 업링크 트래픽이 5%만의 대역폭을 사용한다면 나머지 10%의 대역폭 분배비는 도 7에서와 같이, 동일 가상 슬라이스 내에서 사용된다.

[109] 즉, 스테이션들의 트래픽이 변화하더라도 각 가상 슬라이스에 할당된 대역폭 비를 유지할 수 있다.

[110] 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[111] 도 8은 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

[112] 먼저, 연결된 스테이션이 있는가를 판단하고(S801), 연결된 각 스테이션의 txbytes,rxbytes를 주기적으로 SDN 제어기에 보고하면서 네트워크 트래픽 모니터링을 시작한다.(S802)

[113] 그리고 가상 네트워크에 기 정의된 대역폭 비율에 따른 파라미터를 결정한다.(S803)

[114] 이어, 비포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 있는지를 판단한다.(S804)

[115] 비포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 있는 경우에, 트래픽 모니터링 정보를 기반으로 대역폭 제어 파라미터를 결정한다.(S805)

[116] 그리고 다운링크 비율 제어를 위하여 비콘프레임을 전송한다.(S806)

[117] 그리고 새로 연결된 스테이션이 있는 경우에는(S807) 가상 네트워크에 기 정의된 대역폭 비율에 따른 파라미터를 결정하는 단계를 수행한다.

[118] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서

트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법은 각 가상네트워크의 리소스를 제어하는 것으로, SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 업링크와 다운링크를 동적으로 제어할 수 있도록 한 것이다.

[119] 이를 위하여, 본 발명은 제어기와 연결 및 추가적인 컨트롤 메시지를 주고받기 위해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd에 오픈플로우 모듈(OpenFlow Module)을 추가하여 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 상황에 맞게 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 한다.

[120] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[121] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[122] 본 발명은 SDN 기반 무선 가상 네트워크에 관한 것으로, 구체적으로 SDN 기술을 활용하여 네트워크의 트래픽 정보를 수집하고 이를 기반으로 각 가상네트워크의 리소스를 효율적으로 제어하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

[123]

청구범위

[청구항 1] 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 네트워크의 트래픽을 수집하고 동적으로 대역폭을 제어할 수 있도록 하는 오픈플로우 모듈;
오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 hostapd(host access point daemon)에 구성되어 SDN(Software Defined Networks) 제어기로부터 받는 대역폭 제어 명령을 수행하는 대역폭 할당 모듈;
오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 패킷을 가상 슬라이스별로 분류하여 가상 네트워크에서 다운링크를 제어할 수 있도록 하는 패킷 분류 모듈;
오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 MAC(Media Access Control)에 구성되어 분류된 패킷을 기반으로 대역폭 할당 모듈로부터 받은 다운링크 비율 정보대로 다운링크 대역폭을 조절하는 패킷 스케줄링 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서, 오픈플로우 모듈은,
오픈플로우 액세스 포인트(AP)와 SDN(Software Defined Networks) 제어기의 연결을 담당하고 가상 오픈플로우 액세스 포인트(AP) 생성, 네트워크 트래픽 정보, 대역폭 제어 명령의 컨트롤 메시지를 송·수신하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서, 대역폭 할당 모듈은,
SDN(Software Defined Networks) 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 다운링크 비율 정보를 netlink를 통해 MAC(Media Access Control) 계층에 전달하고 제어기의 대역폭 할당 명령에 포함된 스테이션의 네트워크 파라미터를 비콘프레임에 포함시키는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 4] 제 1 항에 있어서, 패킷 스케줄링 모듈은,
대역폭 분배를 위해 업링크와 다운링크를 제어하고, 업링크는 802.11e 표준에서 QoS 제공을 위한 파라미터 CW(Contention Window)와 TXOP(Transmission Opportunity)를 사용하고, 다운링크는 멀티큐와 DRR(Deficit Round Robin)알고리즘을 사용하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 5] 제 4 항에 있어서, 멀티큐는 하나의 큐와 하나의 가상슬라이스가 매칭되고, 가상 슬라이스별 멀티큐를 기반으로 DRR알고리즘을 사용해 다운링크를 제어하고,

동일 가상슬라이스 내에서는 공평한 대역폭 분배를 위해 RR(Round Robin)을 통해 전송하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 6] 제 4 항에 있어서, 스테이션의 대역폭은 CW와 반비례하고 TXOP와 비례하고, 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로,

$$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum_i DownlinkRatio}{uplinkRatio_i}$$

를 이용해 계산하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 7] 제 4 항에 있어서, CW는 2의 제곱수 형태를 갖기 때문에 CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼,

$$txop_i = TXTIME \times \frac{CW_i}{CW_{\min,i}}$$

를 이용해 TXOP를 증가시키는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 8] 제 1 항에 있어서, SDN(Software Defined Networks) 제어기는,
오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 명령을 하달하기 위해서 확장된 오플플로우 프로토콜을 사용하고,
확장된 오픈플로우 프로토콜은 스테이션의 트래픽량을 바이트 단위로 수집하고 이를 이용해 주기적으로 SDN(Software Defined Networks) 제어기에서 트래픽 정보를 수집하고 대역폭 제어 알고리즘을 수행하는 스테이션 트래픽 정보 수집 프로토콜과,
SDN(Software Defined Networks) 제어기가 대역폭 제어 알고리즘을 수행하고 이를 기반으로 오픈플로우 액세스 포인트(AP)에 대역폭 제어 스테이션별 대역폭 제어 비율을 하달하는 대역폭 제어 프로토콜인 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 장치.

[청구항 9] 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 연결된 스테이션의 트래픽을 모니터링하고 수집된 데이터를 오플플로우 메시지를 통해 SDN(Software Defined Networks) 제어기로 전송하는 단계;
SDN(Software Defined Networks) 제어기에서 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로부터 수집된 트래픽정보를 기반으로 CW(Contention Window)와 TXOP(Transmission Opportunity)값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계;

계산된 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 오픈플로우 메시지를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송하는 단계;
오픈플로우 액세스 포인트(AP)에서 다운링크 비율을 설정하고 비콘프레임을 통해 스테이션에 CW와 TXOP 값을 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

[청구항 10] 제 9 항에 있어서, 트래픽정보를 기반으로 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계에서,
네트워크에 연결된 모든 노드들이 포화 트래픽을 발생시키는 경우 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 제 1 단계 알고리즘을 수행하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서, 제 1 단계 알고리즘은,
TXOP를 계산하기 위해 한 프레임 전송을 위한 시간 TXTIME을 정의 단계와,
스테이션의 업링크에 할당할 대역폭 분배비(uplinkRatioi)가 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이 되도록 하는 단계와,
스테이션의 다운링크에 할당할 대역폭 분배비(downlinkRatioi)가 스테이션이 속한 가상 슬라이스의 기 정의된 대역폭 분배비를 동일한 가상 슬라이스에 속한 스테이션의 수*2로 나눈 값이 되도록 하는 단계와,
모든 스테이션의 다운링크에 할당된 대역폭 분배비의 합(sumDownLinkRatio)이 오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 트래픽을 송신하는 대역폭 분배비와 같도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

[청구항 12] 제 9 항에 있어서, 스테이션의 CW는 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW를 기준으로 계산하고,
스테이션의 CW과 오픈플로우 액세스 포인트(AP)의 CW 비, uplinkRatio와 sumDownlinkRatio의 비는 서로 반비례하고,

$$CW_i = \frac{CW_{ap} \times \sum DownlinkRatio}{uplinkRatio}$$

으로 계산되어, CW는 2의 제곱수 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

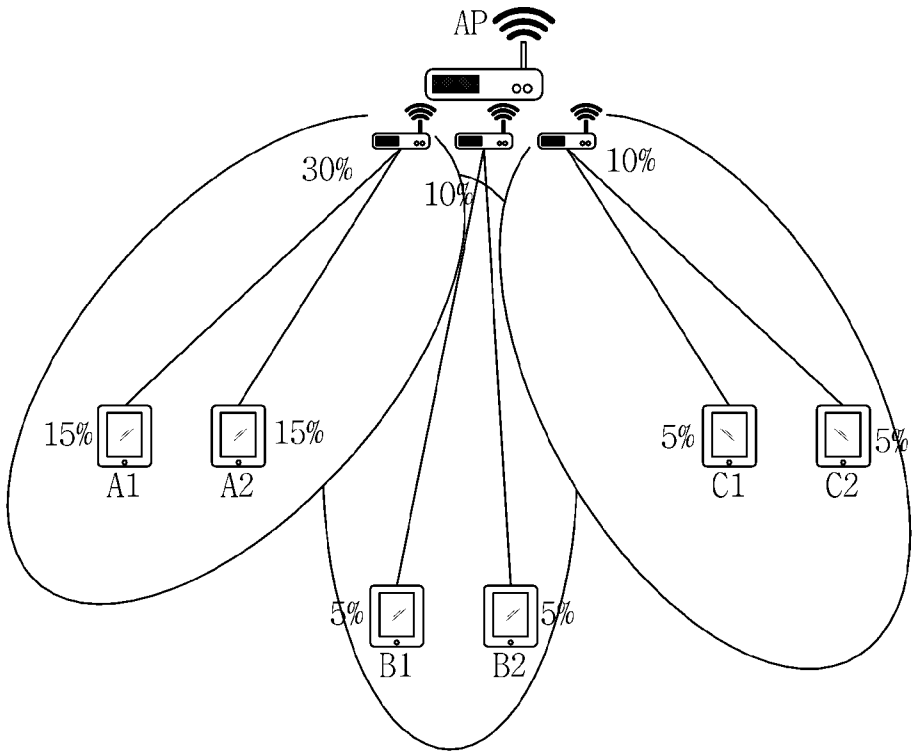
[청구항 13] 제 12 항에 있어서, 최소 CW값(CWmini)은 CWi값보다 큰 최소 2의 제곱수이고,
CW가 증가했기 때문에 할당할 대역폭 분배비만큼 대역폭을 사용하지

못하고, CW가 증가하면서 줄어든 대역폭 분배비만큼 TXOP를 증가시키는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

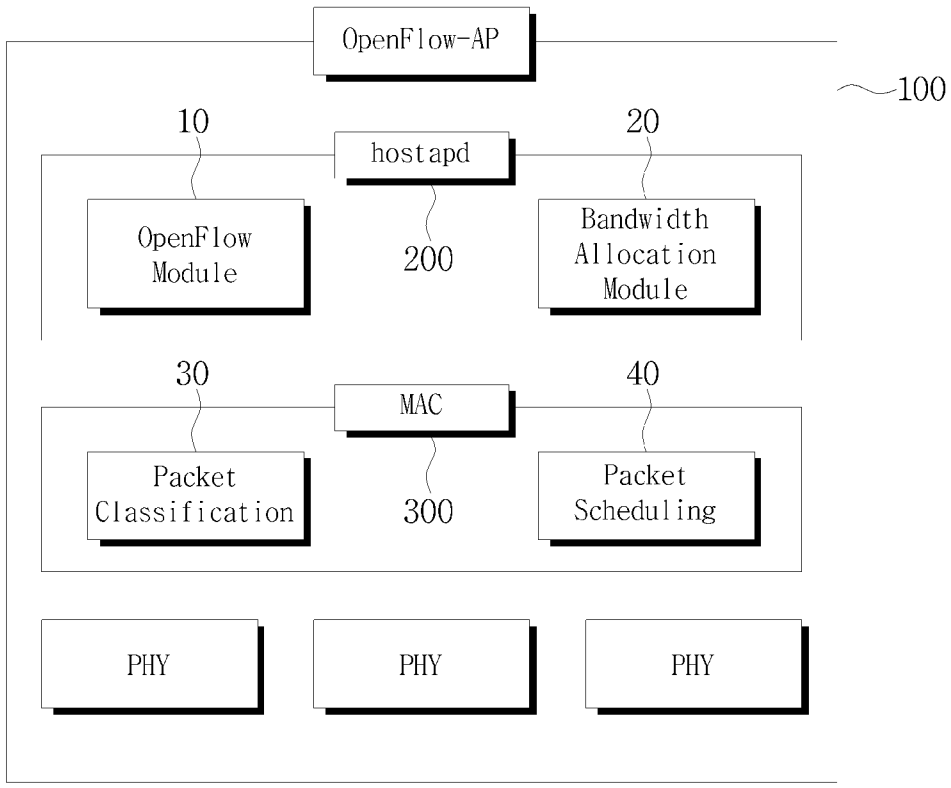
[청구항 14] 제 9 항에 있어서, 트래픽정보를 기반으로 CW, TXOP 값 및 다운링크 비율을 계산하는 단계에서,
비 포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 존재하는 환경에서 각 가상 슬라이스에 기 정의된 대역폭 분배비에 따라 자원을 할당하는 제 2 단계 알고리즘을 수행하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

[청구항 15] 제 14 항에 있어서, 제 2 단계 알고리즘은,
오픈플로우 액세스 포인트(AP)가 SDN(Software Defined Networks) 제어기에 주기적으로 보고하는 스테이션의 트래픽 모니터링 정보를 기반으로 uplinkRatioi와 downlinkRatioi를 재계산하기 위하여,
비 포화 트래픽을 발생시키는 링크를 찾는 단계와,
비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 업링크라면 해당 스테이션의 다운링크 대역폭 분배비를 업링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당하는 단계와,
비 포화 트래픽을 발생시키는 링크가 다운링크라면 해당 스테이션의 업링크 대역폭 분배비를 다운링크가 비 포화된 대역폭 분배비만큼 더 할당하는 단계와,
스테이션의 업링크와 다운링크 모두 비 포화 트래픽을 발생시키는 경우, 비 포화된 대역폭 분배비를 해당 가상 슬라이스의 모든 링크에 공평하게 나누는 단계와,
산출한 CWmin과 TXOP 값은 OpenFlow 메시지(BAND_ALLOC_REP)를 통해 오픈플로우 액세스 포인트(AP)로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반 무선 가상 네트워크 환경에서 트래픽 변화를 고려한 대역폭 제어 방법.

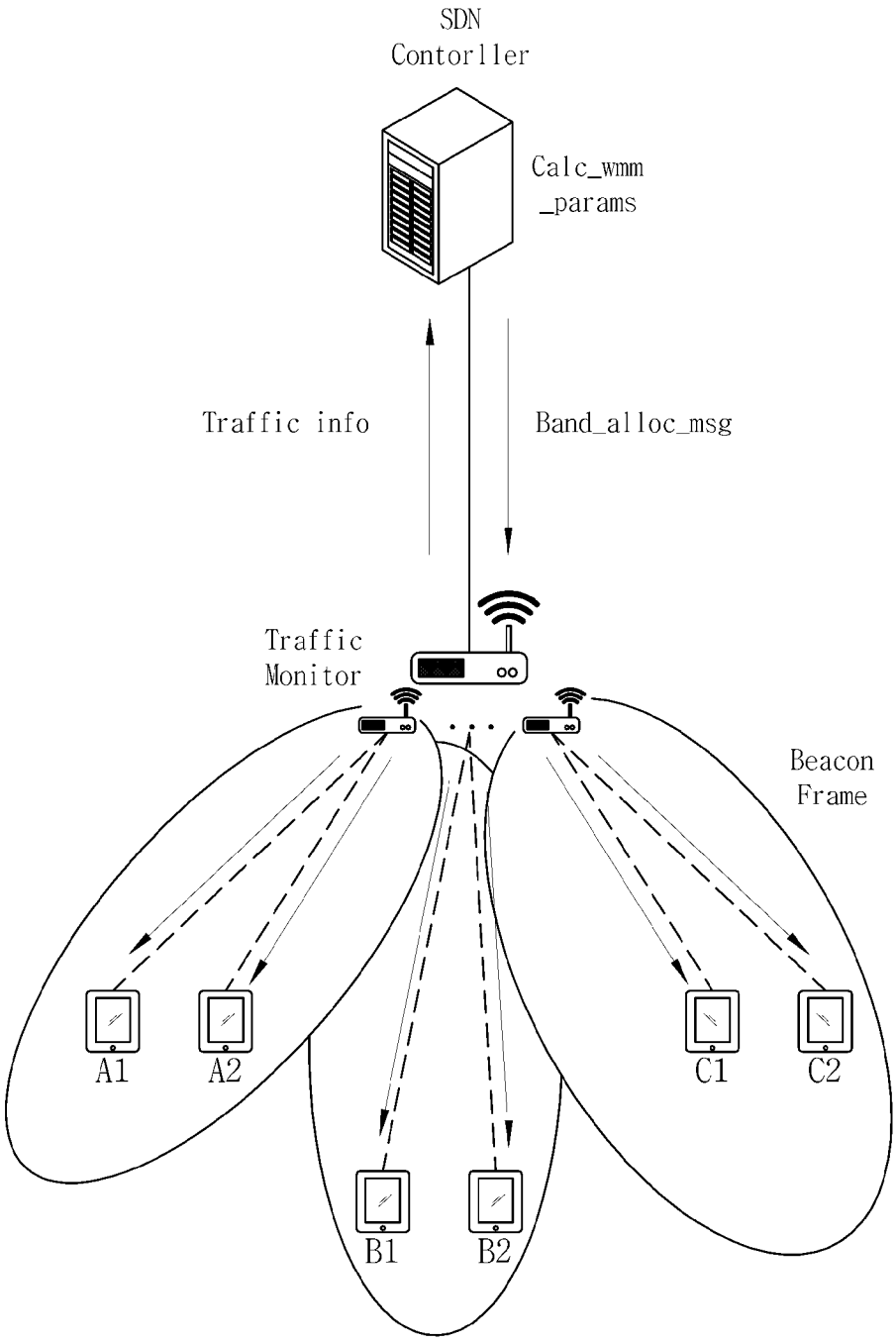
[도1]


AP
30%
10%
10%
15%
A1
15%
A2
5%
C1
5%
C2
5%
B1
5%
B2

[도2]


OpenFlow-AP
100
10
hostapd
20
OpenFlow Module
200
Bandwidth Allocation Module
30
MAC
40
Packet Classification
300
Packet Scheduling
PHY
PHY
PHY

[도3]


SDN
Contorller
Calc_wmm
_params
Traffic info
Band_alloc_msg
Traffic
Monitor
Beacon
Frame
A1
A2
B1
B2
C1
C2

[도4]

type값	종류
0	VAP_INFO_REQ
1	VAP_INFO_REP
2	BAND_ALLOC_REQ
3	BAND_ALLOC_REP

OpenFlow 프로토콜 추가 설계

Octet	4	6	4	8	8
	type	sta_addr	interval	rx_bytes	tx_bytes

스테이션 트래픽 정보 수집 프로토콜

Octet	4	6	6	4	8	8	8
	type	vap_addr	sta_addr	interval	cw	txop	downlink_ratio

대역폭 제어 프로토콜

[도5]

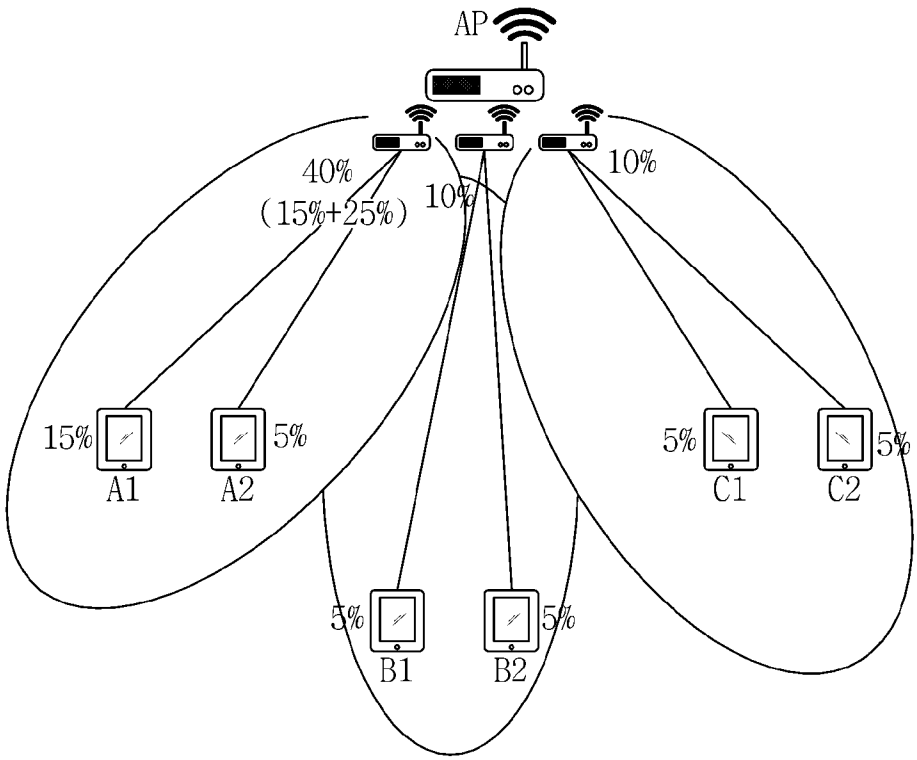
Calculate the contention window, txop value and downlink ratio in saturation network

1. TXTIME is transmission time for one frame
2. $uplinkRatio_i$ = allocated ratio in VN/(2*staNum in VN)
3. $downLinkRatio_i$ = allocated ratio in VN/(2*staNum in VN)
4. sumDownLinkRatio = $\sum_i downlinkRatio_i$
5. **For** every STA_i associated AP
6. CW_i = CWap * sumDownlinkRatio / $uplinkRatio_i$
7. $CWmin_i$ is the smallest power of 2 greater than CW_i
8. txop = TXTIME * $CWmin_i/CW_i$
9. **End For**

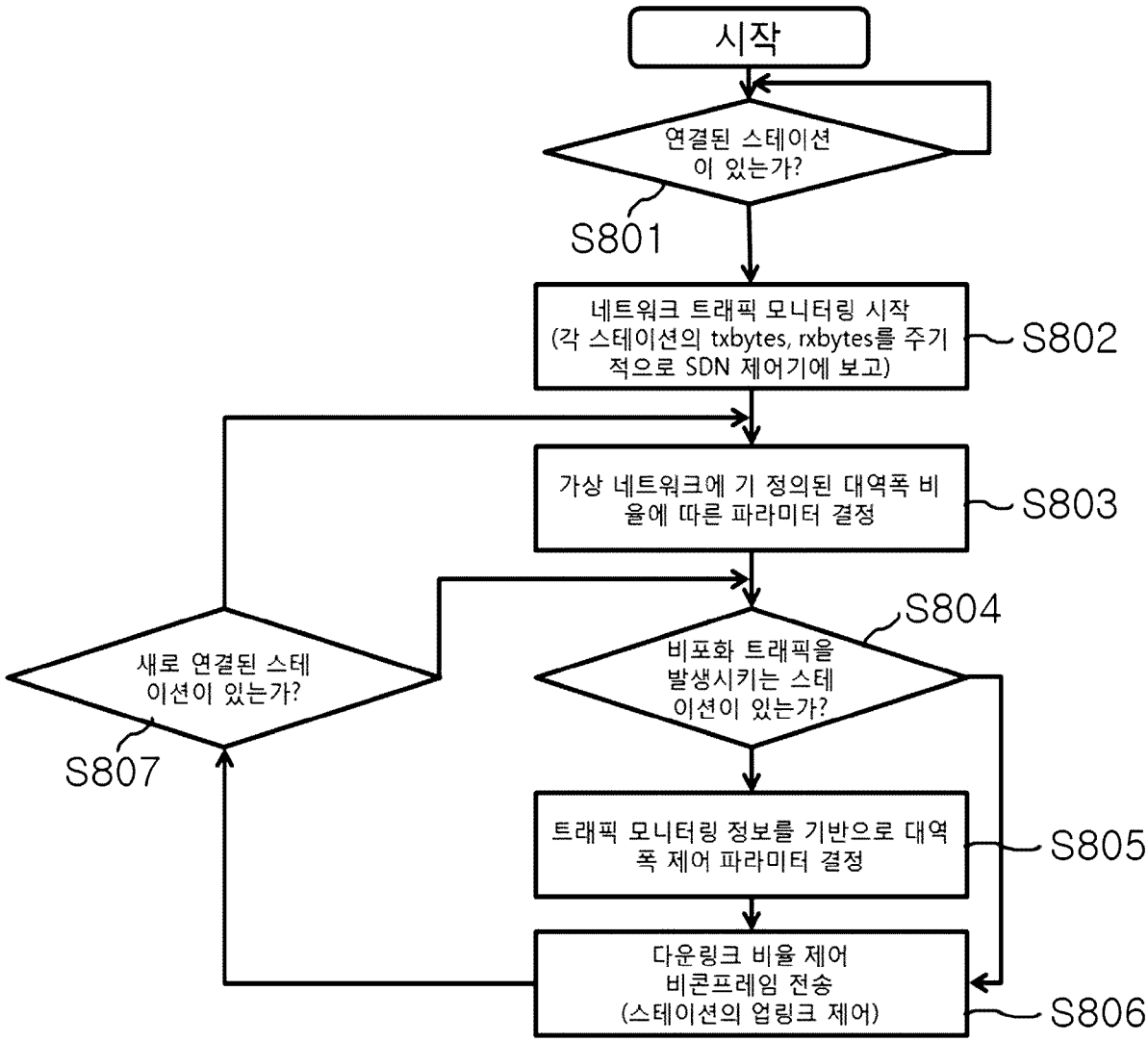
[도6]

1. **For** every STA_i associated AP
2. **If** (($uplinkRatio_i$ > 100 * $uplinkTraffic_i$ / totalTraffic) and
3. ($downLinkRatio_i$ > 100 * $downLinkTraffic_i$ / totalTraffic))
4. **All station in VN get more linkRatio value of bottom**
5. (($uplinkRatio_i$ - 100 * $uplinkTraffic_i$ / totalTraffic) +
6. ($downLinkRatio_i$ - 100 * $downLinkTraffic_i$ / totalTraffic))/
7. (2*staNum in VN)
8. **End If**
9. **Else If** ($uplinkRatio_i$ > 100 * $uplinkTraffic_i$ / totalTraffic)
10. $uplinkRatio_i$ -= ($uplinkRatio_i$ - 100 * upLinkTraffic$_i$ / totalTraffic)
11. $downLinkRatio_i$ += ($uplinkRatio_i$ - 100 * upLinkTraffic$_i$ / totalTraffic)
12. **End If**
13. **Else If** ($downLinkRatio_i$ > 100 * $downLinkTraffic_i$ / totalTraffic)
14. $downLinkRatio_i$ -= ($downLinkRatio_i$ - 100 * $downLinkTraffic_i$ / totalTraffic)
15. $uplinkRatio_i$ += ($downLinkRatio_i$ - 100 * $downLinkTraffic_i$ / totalTraffic)
16. **End If**
17. **End For**
18. Recalculate sumDownLinkRatio
19. Recalculate the contention window, txop value and downlink ratio

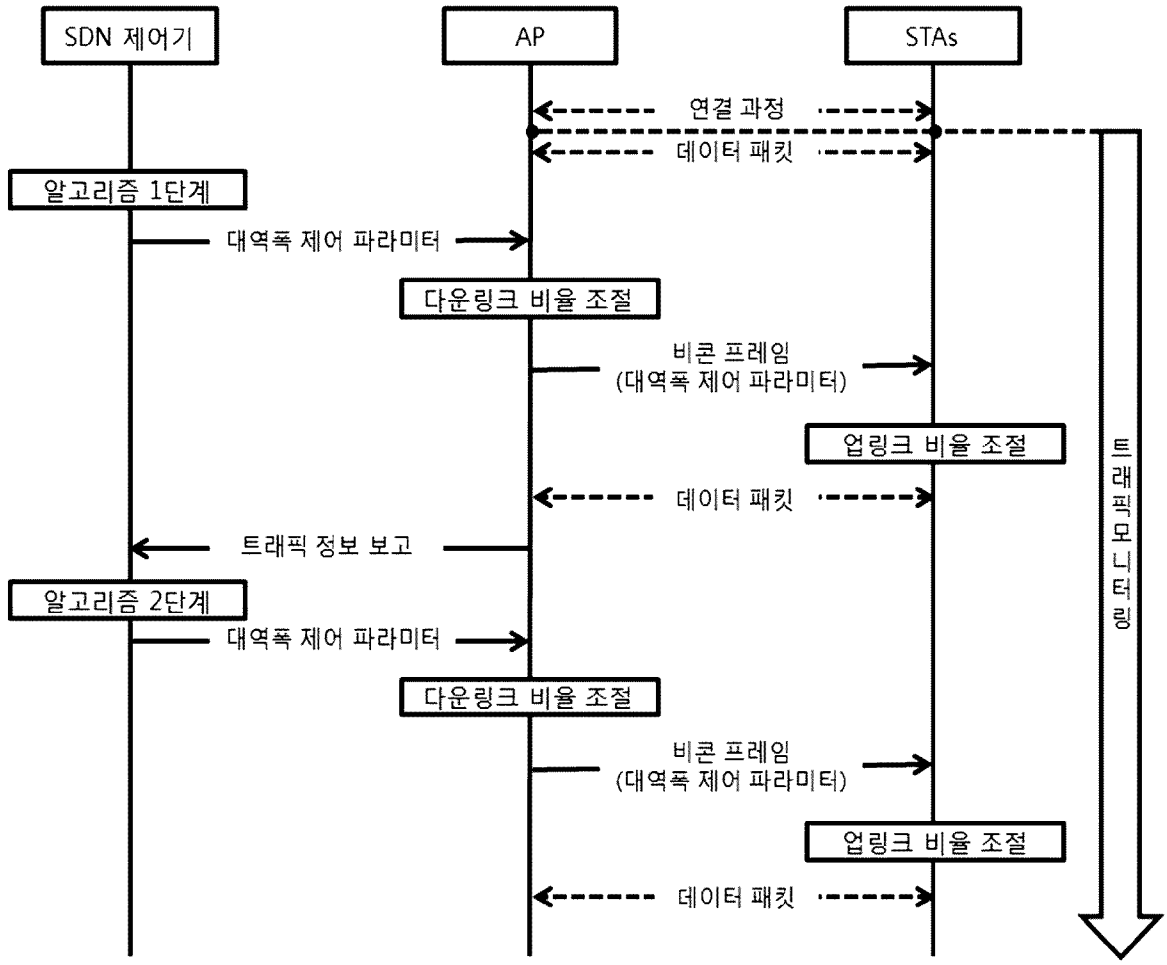
[도7]


AP
40%
(15%+25%)
10%
10%
15%
A1
5%
A2
5%
C1
5%
C2
5%
B1
5%
B2

[도8]


시작
연결된 스테이션 이 있는가?
S801
네트워크 트래픽 모니터링 시작 (각 스테이션의 txbytes, rxbytes를 주기적으로 SDN 제어기에 보고)
S802
가상 네트워크에 기 정의된 대역폭 비율에 따른 파라미터 결정
S803
S804
비포화 트래픽을 발생시키는 스테이션이 있는가?
새로 연결된 스테이션이 있는가?
S807
트래픽 모니터링 정보를 기반으로 대역폭 제어 파라미터 결정
S805
다운링크 비율 제어 비콘프레임 전송 (스테이션의 업링크 제어)
S806

[도9]


SDN 제어기
AP
STAs
연결 과정
데이터 패킷
알고리즘 1단계
대역폭 제어 파라미터
다운링크 비율 조절
비콘 프레임
(대역폭 제어 파라미터)
업링크 비율 조절
데이터 패킷
트래픽 정보 보고
알고리즘 2단계
대역폭 제어 파라미터
다운링크 비율 조절
비콘 프레임
(대역폭 제어 파라미터)
업링크 비율 조절
데이터 패킷
트래픽 모니터링

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/001646

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/911(2013.01)i, H04L 12/927(2013.01)i, H04L 12/873(2013.01)i, H04L 12/851(2013.01)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)

H04L 12/911; H04W 28/08; H04L 12/407; H04W 48/16; H04W 28/18; H04L 12/801; H04W 84/12; H04L 12/927; H04L 12/873; H04L 12/851

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) & Keywords: open-flow access point, hostapd, traffic, SDN, bandwidth allocation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MOON, Jae Won et al., "Bandwidth Control Using Multi-Queue Access Point in SDN-based IEEE802.11 WLANs", Pusan National University, The Korean Institute of Communications and Information Sciences 2015 Summer Conference, June 2015, pages 1582-1583. See pages 1582-1583; and figures 1-3.	1-2,8
A	※ The document pertains to a known document indicating exceptions to lack of novelty when an applicant files an earlier application.	3-7,9-15
A	KR 10-2016-0006806 A (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 20 January 2016 See paragraphs [0053]-[0080]; and figures 1-2.	1-15
A	KR 10-1500242 B1 (INCHEON UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 06 March 2015 See paragraphs [0012]-[0014]; and figure 1.	1-15
A	KR 10-2009-0011484 A (LG-NORTEL CO., LTD.) 02 February 2009 See paragraphs [0047]-[0049]; and figure 2.	1-15
A	KR 10-2007-0001993 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 04 January 2007 See paragraphs [0055]-[0078]; and figure 1.	1-15

☐ 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
"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	Date of mailing of the international search report
23 MAY 2017 (23.05.2017)	**24 MAY 2017 (24.05.2017)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/001646

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0006806 A	20/01/2016	KR 10-1596412 B1	22/02/2016
KR 10-1500242 B1	06/03/2015	NONE	
KR 10-2009-0011484 A	02/02/2009	EP 2026621 A2	18/02/2009
		EP 2026621 A3	25/03/2009
		KR 10-0891757 B1	07/04/2009
		US 2009-0028120 A1	29/01/2009
KR 10-2007-0001993 A	04/01/2007	CN 101873639 A	27/10/2010
		CN 101873639 B	23/05/2012
		CN 1951067 A	18/04/2007
		CN 1951067 B	13/10/2010
		EP 1729449 A1	06/12/2006
		EP 1729449 A4	22/06/2011
		EP 2618597 A1	24/07/2013
		EP 2618597 B1	14/01/2015
		JP 4714142 B2	29/06/2011
		US 2007-0258414 A1	08/11/2007
		US 2012-0005354 A1	05/01/2012
		US 8045531 B2	25/10/2011
		US 8270384 B2	18/09/2012
		WO 2005-083942 A1	09/09/2005

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/001646

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 12/911(2013.01)i, H04L 12/927(2013.01)i, H04L 12/873(2013.01)i, H04L 12/851(2013.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04L 12/911; H04W 28/08; H04L 12/407; H04W 48/16; H04W 28/18; H04L 12/801; H04W 84/12; H04L 12/927; H04L 12/873; H04L 12/851

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 오픈플로우 액세스 포인트, hostapd, 트래픽, SDN, 대역폭 할당

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	문재원 등. 'SDN 기반 IEEE 802.11 무선랜 환경에서 멀티큐를 이용한 동적 대역폭 제어 기법 설계 및 실험'. 부산대학교, 한국통신학회 2015년 하계종합학술발표회, 2015. 06, 페이지 1582-1583. 페이지 1582-1583; 및 도면 1-3 참조. ※ 선출원에서 공지예외주장한 문헌임.	1-2,8
A		3-7,9-15
A	KR 10-2016-0006806 A (부산대학교 산학협력단) 2016.01.20 단락 [0053]-[0080]; 및 도면 1-2 참조.	1-15
A	KR 10-1500242 B1 (인천대학교 산학협력단) 2015.03.06 단락 [0012]-[0014]; 및 도면 1 참조.	1-15
A	KR 10-2009-0011484 A (엘지노텔 주식회사) 2009.02.02 단락 [0047]-[0049]; 및 도면 2 참조.	1-15
A	KR 10-2007-0001993 A (마츠시타 덴끼 산교 가부시키가이샤) 2007.01.04 단락 [0055]-[0078]; 및 도면 1 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2017년 05월 23일 (23.05.2017)	2017년 05월 24일 (24.05.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김성우
전화번호 +82-42-481-3348

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/001646

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0006806 A	2016/01/20	KR 10-1596412 B1	2016/02/22
KR 10-1500242 B1	2015/03/06	없음	
KR 10-2009-0011484 A	2009/02/02	EP 2026621 A2	2009/02/18
		EP 2026621 A3	2009/03/25
		KR 10-0891757 B1	2009/04/07
		US 2009-0028120 A1	2009/01/29
KR 10-2007-0001993 A	2007/01/04	CN 101873639 A	2010/10/27
		CN 101873639 B	2012/05/23
		CN 1951067 A	2007/04/18
		CN 1951067 B	2010/10/13
		EP 1729449 A1	2006/12/06
		EP 1729449 A4	2011/06/22
		EP 2618597 A1	2013/07/24
		EP 2618597 B1	2015/01/14
		JP 4714142 B2	2011/06/29
		US 2007-0258414 A1	2007/11/08
		US 2012-0005354 A1	2012/01/05
		US 8045531 B2	2011/10/25
		US 8270384 B2	2012/09/18
		WO 2005-083942 A1	2005/09/09