

무선 랜 밀집 지역의 전송률 향상을 위한 시분할 매체 접근 제어 프로토콜

권혁진 · 황경호*

TDM based MAC protocol for throughput enhancement in dense wireless LANs area

Hyeok-Jin Kwon · Gyung-Ho Hwang*

*Department of Computer Engineering, Hanbat National University, Daejeon 34158, Korea

요 약

무선 랜 기기의 보급에 따라 같은 무선 채널에 존재하는 단말의 수가 증가하고 있다. 기존의 무선 랜 프로토콜인 CSMA/CA는 랜덤 백오프 방식을 사용한다. 랜덤 백오프 방식은 같은 채널에 존재하는 단말의 개수가 수십 개 이상 되는 밀집 지역에서 단말간의 충돌이 잦아 표준 CSMA/CA 프로토콜의 성능 저하가 심각하게 발생한다. 이와 같은 프로토콜의 성능 저하를 막기 위해 IEEE 802.11ah 표준에서는 Restricted Access Window(RAW) 무선 접속 방식을 제안하였다. RAW는 단말을 여러 그룹으로 나뉘어 동시 접속 단말의 수를 제한하여 성능을 개선하였다. 본 논문에서는 기존의 RAW방식을 개선하여 트래픽 변화에 따른 새로운 그룹생성, 그룹 제거와 그룹 재배치 알고리즘을 사용하여 채널 접속에 관한 성능을 높일 수 있는 방안을 제시한다.

ABSTRACT

The number of stations existing in the same wireless channel is increasing due to the spread of the wireless LAN devices. CSMA/CA, a conventional wireless LAN protocol, uses a random backoff method. In the random backoff scheme, collision between stations is frequent in a dense region where the number of stations existing in the same channel is several tens or more, and the performance of the performance degradation of such a protocol, the IEEE 802.11ah standard proposed a Restricted Access Window(RAW) wireless access method. RAW improves performance by limiting the number of concurrent access stations by dividing the stations into several groups. In this paper, we propose a method to improve the performance of channel connection by using new group creation, group removal and group relocation algorithm according to traffic change by improving existing RAW method.

키워드 : MAC 프로토콜, 무선랜, IEEE 802.11ah, 전송률 향상, 무선 랜 밀집 지역

Key word : MAC protocol, Wireless LAN, IEEE 802.11ah, throughput enhancement, dense wireless LANs area

Received 22 January 2018, Revised 24 January 2018, Accepted 30 January 2018

* **Corresponding Author** Gyung-Ho Hwang(E-mail:gabriel@hanbat.ac.kr, Tel:+82-42-821-1751)
Department of Computer Engineering, Hanbat National University, Daejeon 34158, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2018.22.3.534>

pISSN:2234-4772

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

스마트폰과 같은 무선 랜 기기의 증가에 따른 무선 랜 사용량은 꾸준히 증가하고 있다. 특히 지하철이나 카페와 같은 한정된 장소에 많은 사용자가 존재하는 곳에서는 하나의 AP에 접속되어 있는 단말의 수가 수십 대 이상으로 증가한다. 기존의 IEEE 802.11 기반의 무선 랜 시스템은 최고 성능 향상을 목표로 발전되어 왔다. 하지만 실제 사용 환경에서는 최고 성능을 낼 수 있는 환경은 주어지지 않는다. 따라서 IEEE에서는 802.11ax 표준 등을 통해 실제 사용 환경에서 실질적 성능 향상을 높이기 위한 표준화가 진행 중이다[1][2].

IEEE802.11 기반의 무선 랜 시스템은 사용하는 무선 채널이 한정되어 있어 같은 채널을 사용하는 단말의 수가 증가하면 단말들 간의 동시 패킷 전송으로 인한 충돌이 급증하여 성능 저하가 발생한다. IEEE에서는 이를 해결하기 위해 802.11ah 표준을 통하여 Restricted Access Window(RAW) 방식을 제안 하였다[3].

본 논문에서는 기존의 CSMA/CA와 RAW의 문제점을 분석하고 새로운 알고리즘을 제안하여 성능 향상을 확인한다.

II. IEEE 802.11 MAC 프로토콜

2.1. CSMA/CA 프로토콜

IEEE 802.11 무선 랜의 기본 MAC 프로토콜인 CSMA/CA 방식에서는 충돌을 회피하기 위해서 랜덤 백오프 방식을 사용한다. 패킷 전송 전에 백오프 카운터 값을 0부터 contention window(CW) 값 사이의 랜덤 정수 값을 선택하고 한 슬롯 타임 동안 무선 채널의 수신 세기가 미리 정의된 값보다 작은 상태(idle)인 경우 1씩 줄어든다. 백오프 값이 0이 되면 해당 패킷을 전송하고 이때 동시에 패킷을 전송한 다른 단말이 존재하면 패킷 충돌로 인해 수신 에러가 발생하며 ACK 패킷을 받지 못한 송신 단말은 전송 타임아웃이 발생해 해당 패킷을 재전송한다. 재전송할 경우 CW값을 2배로 증가시켜 동시에 패킷을 전송할 확률을 낮춰 충돌을 줄인다. 이후 충돌이 날 경우 계속해서 CW값을 2배만큼씩 증가해 가며 CWmax 값 까지 증가 할 수 있다. CWmax 값 까지 증가한 이후 일정 횟수 이상 계속해서 충돌이 날

경우 해당 패킷은 버리고 다음 패킷을 전송한다. 정상적으로 전송에 성공 하였을 경우에는 CW 값은 CWmin 값으로 되돌아온다[4].

CSMA/CA 방식에서는 동일 채널에 동시에 접속하는 단말이 많을수록 같은 랜덤 값을 선택할 확률이 늘어나 충돌 확률이 높아져 성능 저하가 발생한다. 반대로 접속하는 단말의 수가 적을 경우 랜덤 한 값만큼의 무적으로 기다려야하기 때문에 시간이 낭비 된다. 따라서 동시에 채널에 접속하는 단말의 수가 적절한 양을 유지해야 최고의 성능을 낼 수 있다.

2.2. IEEE 802.11ah Restricted Access Window(RAW)

IEEE 802.11ah 표준에서는 IoT를 사용하기 위하여 수천 개의 센서들과 통신이 가능하도록 RAW 채널 접속 방안을 제안하였다. RAW는 단말들을 여러 개의 그룹으로 나눠서 그룹별로 전송 구간을 할당하여 단말들의 전송 패킷의 충돌 확률을 줄였다[5].

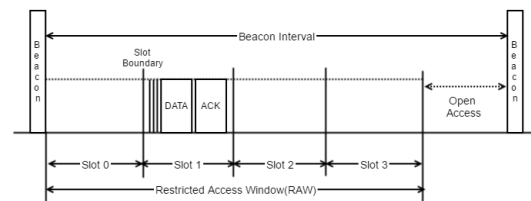


Fig. 1 IEEE 802.11ah RAW structure

그림 1과 같이 AP는 비콘 프레임에 RAW구간에 접속할 단말을 알려준다. RAW는 동일한 시간을 가진 슬롯(Slot)으로 나뉘지며 단말은 자신에게 할당된 슬롯 구간에서만 채널 액세스를 시도하여 채널 경쟁을 줄인다. 비콘은 전체 슬롯의 개수를 단말에게 안내하여 해당 단말들은 RAW 구간을 전체 슬롯의 개수로 나누어 자신이 속한 슬롯의 전송 가능 시간을 인지한다.

기존의 RAW의 그룹 배치 방법은 AID 기반 그룹 배치, TIM 기반 그룹 배치로 나눌 수 있다. 모든 단말은 AP에 접속 시 Association ID(AID)를 부여받는다. 이 AID를 이용하여 각 슬롯의 단말의 수가 일정하도록 할당한다. AID를 이용한 그룹 배치 방법은 AP에 접속되어 있는 모든 단말을 슬롯에 할당하기 때문에 전송할 데이터가 존재하지 않는 단말도 슬롯에 할당된다. RAW의 또 다른 그룹 배치 방법으로는 TIM을 이용하는 방법이 있다. IEEE 802.11ah에서는 파워 세이빙을

위해 Traffic Indicator Map(TIM)을 사용한다. TIM은 현재 파워 세이빙 모드에 들어가 있지 않은 단말들을 나타낸다. 이 TIM을 이용하여 AID를 이용한 그룹 배치와 마찬가지로 파워 세이빙 모드로 동작하지 않는 단말들을 슬롯의 단말수가 일정하도록 슬롯에 할당한다[6].

IEEE 802.11ah는 IoT에서 사용하기 위한 낮은 속도와 적은 데이터량, 파워 세이빙이 핵심인 표준이다. 따라서 기존의 TIM을 이용한 그룹 배치만으로도 충분할 것이다. 하지만 IEEE 802.11ah를 제외한 IEEE 802.11에서 사용하기에는 부족하다. 파워 세이빙 모드에 들어가 있지 않은 단말도 항상 보낼 데이터가 존재하는 것이 아니고 슬롯의 총 개수가 고정되어 있기 때문에 접속되어 있는 단말의 수의 변화에 따라 최적의 그룹 배치가 어렵다는 문제점이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 그룹을 적응적으로 생성하고 주기적으로 그룹 관리를 통해 최적의 그룹 배치 방안을 제시한다.

III. 제안하는 시분할 기반의 CSMA/CA MAC 프로토콜

그림 2는 CSMA/CA의 기존 랜덤 백오프 방식과 RAW 접속 방식을 사용하였을 때의 Throughput을 비교한 그래프이다.

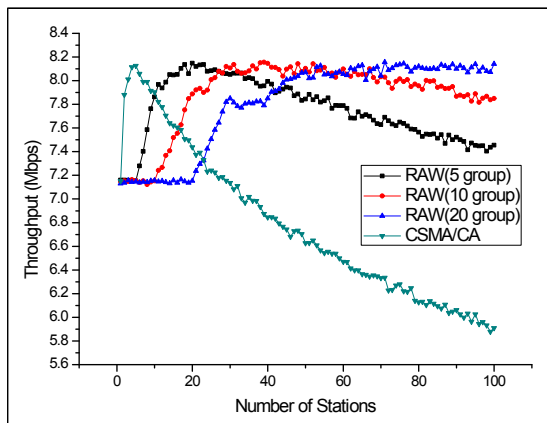


Fig. 2 Throughput of CSMA/CA and RAW schemes vs. number of stations

모든 단말이 항상 전송할 데이터가 존재한다는 가정

하에 802.11b 물리계층에서 시뮬레이션 하였다. RAW 접속 방식은 기존에 802.11ah를 위해 구현되었지만 성능 비교를 위하여 기존의 RAW 방식을 그대로 802.11b에서 테스트 하였다.

그림 2에서와 같이 RAW 접속 방식을 사용 하였을 경우 사용자가 많을수록 CSMA/CA에 비해 성능이 향상되는 것을 볼 수 있다. 하지만 기존의 RAW 방식은 단말의 수에 따른 최고의 성능을 내는 RAW의 그룹 수는 각기 다르다[7]. 따라서 본 논문에서 제안하는 시분할 기반의 CSMA/CA MAC 프로토콜에서는 단말의 수에 따라 최고의 성능을 나타내는 그룹의 수가 다른 RAW의 단점을 개선하기 위하여 단말의 수의 변화에 따라 최고의 성능을 내는 그룹의 수로 변화시키는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 시분할 기반의 CSMA/CA MAC 프로토콜에서는 AP가 하나의 슬롯에 할당된 그룹별 전송시간이 끝나면 각 그룹의 상태를 업데이트하고 마지막 그룹까지 전송 시간이 완료되면 각 그룹의 상태를 확인하여 그룹에 대한 재배치, 병합, 분리를 진행한다[8].

RAW 방식을 이용하여 효율적으로 그룹을 분배하기 위해서는 동시에 채널 접속에 참여하는 최적의 단말 개수가 필요하다. 그림 3은 동시에 채널 접속에 참여하는 단말의 수에 따른 충돌률(전체 전송 패킷에서 충돌 패킷의 비율)과 Idle time(전체 시뮬레이션 시간에서 idle 시간의 비율)이 차지하는 비중을 그래프로 나타낸 것이다.

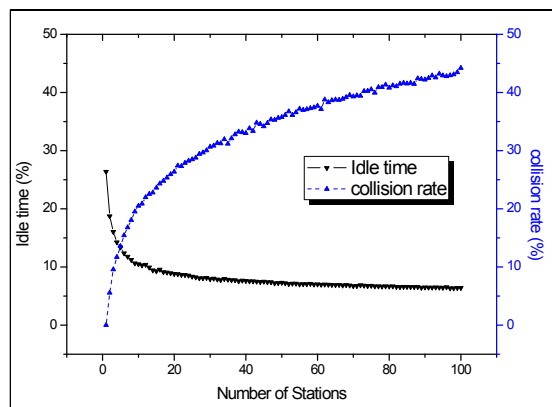


Fig. 3 Idle time and collision rate vs. number of stations

단말의 수가 적을수록 충돌률은 급격히 줄어들지만 전체 시간에서 Idle time의 비중이 급격히 증가한다. IEEE 802.11b 물리 계층을 사용할 경우 단말의 수가 5일 때 가장 좋은 throughput을 보여준다. 물리 계층에 따라 최고의 성능을 내는 단말의 개수는 각 표준의 스펙에 따라 다르기 때문에 이 수를 본 논문에서 N_0 라고 한다.

3.1. 그룹 관리 알고리즘

모든 단말이 전송할 패킷을 가지고 있는 상황을 가정할 때 기존의 RAW 방식에서 그룹 당 단말 개수를 N_0 로 구현하면 최고의 성능을 낼 수 있다. 하지만 실제 환경에서는 단말의 데이터 전송 패턴이 모두 다르기 때문에 그룹 당 단말의 개수를 N_0 로 구현하여도 실질적으로 채널 접속에 참여하는 단말은 N_0 보다 작을 수 있다.

본 논문에서 제시하는 방법은 실질적으로 채널 접속에 참여하는 단말의 개수가 N_0 에 가깝도록 그룹에 포함된 단말들을 계속 변경한다.

$$X_i = (C_i - C_{N_0}) - (I_i - I_{N_0}) \quad (1)$$

- X_i : 그룹별 상태 값 (Congestion Parameter)
- C_i : i 번째 그룹의 충돌률
- C_{N_0} : 단말의 수가 N_0 일 경우의 충돌률
- I_i : i 번째 그룹의 idle time
- I_{N_0} : 단말의 수가 N_0 일 경우 idle time
- X_I : Idle한 기준이 되는 Congestion Parameter
- X_B : Busy한 기준이 되는 Congestion Parameter

식 (1)은 그룹의 상태 값(Congestion Parameter)을 구하기 위한 식이다. X_i 값이 음수일 경우 실질적 사용자는 최고의 성능을 내는 N_0 보다 적고, 양수일 경우 N_0 보다 많다는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 실질적 사용자의 수를 N_0 의 50%, 150%일 때의 Congestion Parameter 값을 각각 X_I , X_B 로 부르며 이를 기준으로 그룹을 3개의 상태로 구분한다. X_i 값이 X_I 보다 작은 경우 Idle, X_i 값이 X_I 에서 X_B 사이인 경우 Stable, X_i 값이 X_B 보다 클 경우 Busy 상태로 구분한다. 이때 X_I, X_B 는 최고의 성능을 내는 사

용자수 N_0 일 때의 기준 값이므로 IEEE 802.11 물리 계층에 따라 값이 달라진다.

그룹에 포함된 일부 단말이 전송할 데이터가 존재하지 않을 경우 해당 그룹들의 Congestion Parameter 값은 낮아지고 Idle 상태가 된다. 반대로 기존의 휴면상태인 단말이 다시 데이터 전송을 시도 할 경우 Congestion Parameter값은 증가하고 해당 그룹은 Busy 상태가 된다. 그룹별 전송이 끝난 후에는 그룹 관리를 통해 그룹의 상태를 Stable이 되도록 만든다.

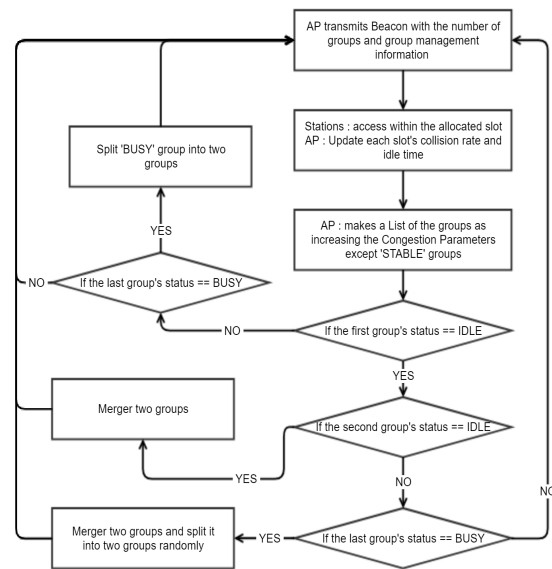


Fig. 4 TDM-CSMA group management flowchart

그림 4는 본 논문에서 제안하는 시분할 기반의 CSMA/CA 프로토콜의 동작을 나타낸 그림이다.

AP는 각 그룹별로 idle time과 collision rate를 측정하여 이를 이용하여 Congestion Parameter 값을 구한다. 모든 그룹의 할당된 시간이 종료 된 후에 각 그룹들의 Congestion Parameter값의 크기로 오름차순 정렬을 한다. 정렬한 그룹들 중 첫 번째 그룹의 Congestion Parameter가 Idle에 해당 한다면 두 번째 그룹의 Congestion Parameter를 확인한다. 두 번째 그룹 또한 Idle에 해당한다면 두 그룹은 하나의 그룹으로 병합한다. 만일 첫 번째 그룹은 Idle 하지만 두 번째 그룹이 Idle하지 않다면 가장 마지막 그룹의 Congestion Parameter를 확인한다. 가장 마지막 그룹이 Busy한 경

우 첫 번째 그룹과 마지막 그룹은 재배치한다. 만일 첫 번째 그룹이 Idle하지 않고 마지막 그룹이 Busy하다면 마지막 그룹을 두 개의 그룹으로 분리한다.

3.2. 그룹 관리를 위한 Information Element

이러한 그룹 관리는 AP에 의해 이루어진다. AP는 각 그룹의 충돌률과 Idle Time 정보를 이용하여 비콘 프레임의 통해 그룹 병합, 그룹 재배치, 그룹 분리 명령을 접속한 단말에게 지시한다. 하지만 실질적으로 자신이 포함될 그룹을 선택하는 것은 각 단말이다.

그림 5는 TDM-CSMA를 위한 비콘 프레임의 Information Element를 나타낸 것이다.

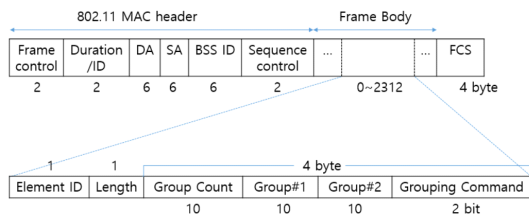


Fig. 5 TDM-CSMA information element frame

TDM-CSMA를 이용하기 위해서는 6bytes의 Information Element가 추가되어야 한다.

Group Count는 현재 AP에 생성되어 있는 Group의 수를 나타낸다. 이 Group의 수를 이용하여 단말은 자신이 속한 그룹의 backoff 참여 시간을 알 수 있다. 현재 backoff에 참여 할 수 있는 그룹은 비콘 주기를 Group의 수로 나누어 비콘을 받기 시작한 시점부터 1번 Group부터 순차적으로 진행한다.

Group#1과 Group#2는 그룹 병합, 재배치, 분리해야 하는 그룹의 번호를 나타낸다. Group Command는 2bits로 3가지의 그룹관리 정보를 나타낸다. 00은 그룹 병합, 01은 그룹 재배치, 10은 그룹 분리를 나타낸다.

Group Command 00을 받게 되면 Group#1과 Group#2 중 더 큰 수의 그룹에 포함된 단말은 더 작은 수의 그룹으로 이동하게 된다. 예를 들어 Group#1이 4이고 Group#2가 2일 경우 Group#1인 4번 그룹에 해당 하는 단말들은 자신이 속할 그룹을 Group#2인 2번 그룹으로 지정한다. 이때 4번 그룹에는 더 이상 아무 단말도 존재하지 않기 때문에 4번 이상의 그룹 즉 5번 그룹은 4번 그룹으로 6번 그룹은 5번 그룹으로 하나씩 당겨 지

정한다.

Group Command 01을 받게 되면 Group#1의 그룹과 Group#2의 그룹에 해당하는 단말들은 그룹 재배치를 시작한다. 해당 단말들은 자신이 속할 그룹을 Group#1과 Group#2중에 하나를 선택하여 지정한다.

Group Command 10을 받게 되면 Group#1만을 사용하여 그룹 분리를 시작한다. 이때 새로운 그룹이 하나 생성되며, 새로 생성된 그룹 번호는 Group Count+1 이다. Group #1에 속한 단말들은 Group#1과 마지막 그룹인 Group Count+1 그룹 중에 자신이 속할 그룹을 랜덤하게 선택한다.

새로운 단말이 AP에 접속하게 되면 다음 비콘 수신 시 Group#1로 자신의 그룹을 지정한다.

이러한 그룹 관리는 한 번의 그룹관리를 통해 최적의 그룹 배치가 되지는 않지만 비콘 주기 0.1초마다 그룹 관리를 진행하기 때문에 시간이 지날수록 지속적인 그룹 관리를 통해 공평하게 분배될 수 있다.

3.3. Contention Window 고정

기존의 CSMA/CA 프로토콜의 경우 충돌이 발생했을 경우 CW값을 늘려감으로써 충돌을 줄였다. 또한 CW값을 변화 시켜 성능을 향상 시키는 연구가 많이 진행 되어 왔다[7]. 하지만 본 논문에서 제시한 방법은 그룹을 통해 동시에 전송하는 단말의 수가 적어 충돌이 많지 않다. 따라서 CW값을 늘리는 것이 오히려 idle time을 증가시켜 성능의 저하의 원인이 된다. 따라서 본 논문에서는 CW값을 고정하여 CW값이 충돌에 따라 변하지 않도록 하였다[9][10].

IV. 성능 평가

본 논문에서 제안한 MAC 프로토콜은 IEEE 802.11b와 IEEE 802.11a의 물리 계층에서 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 항상 모든 단말이 보낼 데이터가 있는 상황이 아닌 실제 상황에서 트래픽의 변화에 맞춰 그룹을 재배치하기 때문에 단말의 패킷 생성량을 조절 하였다. 각 단말의 패킷 생성량은 동시에 backoff에 참여하는 단말의 수가 평균적으로 전체 단말의 50%에 해당하도록 조절하였다. 실제 사용 환경에서의 트래픽은 환경에 따라 매우 차이가

크기 때문에 본 논문에서는 트래픽에 따른 throughput의 변화를 확인하기 위하여 트래픽의 변화량이 가장 클 수 있도록 평균 50%로 지정 하였다. 평균 50%로 지정 할 경우 동시에 backoff에 참여하는 단말의 수가 0%부터 100% 까지 분포하기 때문에 트래픽의 변화에 따른 성능을 확인하기에 적합하다.

표 1은 802.11b와 802.11a 물리 계층에서의 시뮬레이션 파라미터 값을 나타내는 표이다.

Table. 1 Simulation parameters

Parameter	802.11b	802.11a
Contention Window Min	31	15
Contention Window Max	1023	1023
SIFS	10 μ s	16 μ s
DIFS	50 μ s	34 μ s
Slottime	20 μ s	9 μ s
Data	8000bits	8000bits
Data Rate	11Mbps	54Mbps
ACKFrame	128bits	128bits

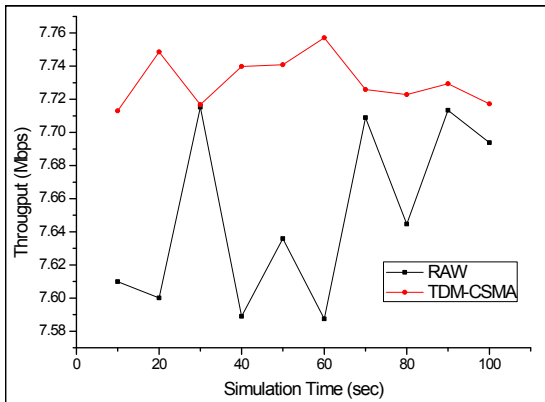


Fig. 6 Throughput variations of TDM-CSMA and RAW scheme over simulation time

그림 6은 패킷 량을 조절 한 상태의 TDM-CSMA와 RAW 접속 방식의 성능을 비교한 그래프이다. RAW 접속 방식과 TDM-CSMA 모두 단말의 수를 100으로 하고 RAW 접속 방식의 경우 패킷 생성량 50% 상태의 이론상 최적의 상태인 그룹당 단말 수가 10 일 때, 즉 총 그룹을 10개로 나눈 후 TDM-CSMA와 테스트하였다. TDM-CSMA의 경우 트래픽의 변화에 따라 그룹이 재

배치되고 그룹의 수도 변화 한다. RAW의 경우 RAW로 나타낼 수 있는 최고의 환경에서 테스트 했음에도 현재와 같이 트래픽이 변화하는 상황에서 Throughput이 시간의 흐름에 따라 크게 변화하는 것을 볼 수 있다. 하지만 TDM-CSMA의 경우 RAW에 비해 Throughput이 비교적 고르고 평균적으로 성능이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

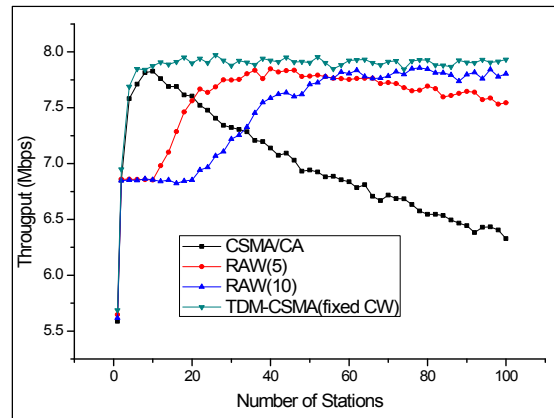


Fig. 7 Performance comparison of TDM-CSMA, RAW and CSMA/CA in 802.11b physical layer

그림 7은 802.11b 물리 계층에서 AP에 접속되어 있는 단말의 수에 따른 성능을 비교한 그래프 이다. 각 단말의 수 별로 60초간의 시뮬레이션을 통한 전체 Throughput을 나타낸다.

CSMA/CA의 성능은 단말의 수가 많을수록 Throughput이 계속해서 내려가는 것을 확인 할 수 있다. 기존의 RAW 접속 방식은 그룹의 수를 고정 하기 때문에 5개의 그룹으로 나눈 것과 10개의 그룹으로 나눈 것으로 성능을 확인하였다. 그룹을 5개로 나누었을 경우 단말의 수가 50이 될 때까지 Throughput이 증가한 후 감소한다. 그룹을 10개로 나누었을 경우 단말의 개수가 100일 때 최고의 Throughput을 보인다. 하지만 TDM-CSMA의 경우 그룹을 현재 상황에 맞춰 가장 이상적으로 계속해서 변화해 가므로 단말의 수의 변화 에도 Throughput이 영향을 거의 미치지 않는 것을 확인 할 수 있다.

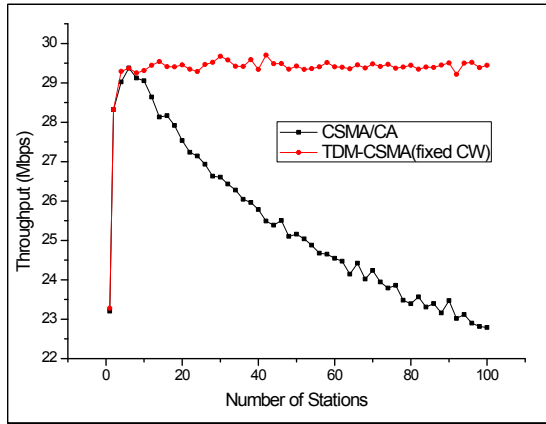


Fig. 8 Performance Comparison of TDM-CSMA and CSMA/CA in 802.11a Physical Layer

그림 8은 IEEE 802.11a의 물리 계층에서 TDM-CSMA와 CSMA/CA의 성능을 비교한 그래프이다. IEEE 802.11b 뿐만 아니라 IEEE 802.11a에서도 단말의 수가 변화해도 최적의 그룹 관리를 통해 일정한 throughput을 유지하는 것을 확인 하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 RAW 방식을 개선하여 트래픽 변화에 따른 그룹 관리 알고리즘을 사용하여 밀집 지역에서 무선 채널 접속에 관한 성능을 높일 수 있는 방안을 제시하였다. 각 그룹의 충돌률과 idle time을 이용하여 각 그룹의 실제 전송을 시도하는 단말의 개수를 파악하고 접속 정도에 따라 그룹 병합, 재배치, 분리 하였다.

본 논문에서 제안한 시분할 기반 CSMA/CA는 그룹당 전송 단말 개수를 제어하기 때문에 무선 채널 접속에 참여하는 단말의 개수가 변화해도 전송률이 최대치로 유지 되는 것을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

본 논문에서는 Contention Window의 값을 기존의 802.11b와 802.11a에서 사용하는 Contention Window Min 값으로 고정 하여 사용하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 성능에 따라 그룹을 재배치하여 backoff를 진행한다. 따라서 Contention Window의 고정된 값은 어떠한 값으로 고정하여도 상황에 맞춰 그룹을 재배치해가

기 때문에 크게 성능에 영향을 미치지 않는다. 다만 접속되어 있는 단말의 수가 매우 적어 Idle time이 늘어나는 상황이라면 작은 값으로 Contention Window의 값을 고정 시켜 주는 것이 성능 향상에 도움이 된다. 따라서 추후 연구를 통하여 시분할 CSMA/CA를 사용할 경우 고정 시킬 Contention Window의 값과 성능의 관계를 연구할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 그룹 상태를 판단하기 위해 기준이 되는 Congestion Parameter 값을 고정하여 사용 하였다. 하지만 Congestion Parameter의 기준 값은 사용 환경에 따라 달라질 수 있다. 따라서 추후 연구를 통해 최적의 Congestion Parameter를 찾는 방법을 연구 할 수 있을 것이다.

References

- [1] B. H. Jung, S. H. Jang, S. R. Youn and D. H. Kim, "WLAN Technology Development Direction and IEEE 802.11ax Standardization Trend," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 32, no. 3, pp. 69-76, Feb. 2015.
- [2] J. H. Son, W. J. Ahn, G. J. Ko and J. S. Gwag, "IEEE 802.11ax Next Generation Wireless LAN Standardization Trend" *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 33, no. 10, pp.3-9, Sep. 2016.
- [3] Part 11: *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications –Amendment 2: Sub 1 GHz License Exempt Operation*, IEEE P802.11ah, D10.0, 2016.
- [4] Part11 : *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) specifications*, IEEE 802.11 Std, 2016.
- [5] Y. H. Seok, "Sub 1GHz Wireless LAN," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 30, no. 6, pp. 20-25, May 2013.
- [6] J. S. Lee and H. Lee, "IEEE 802.11ah Sub 1GHz Wireless LAN technology," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 32, no. 3, pp. 77-84, Feb. 2015.
- [7] S. G. Jin, "A Simulation Study on the Performance of the RAW in IEEE 802.11ah WLANs," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, vol. 20, no. 2, pp. 39-44, Apr. 2015.
- [8] J. O. Seo, S. G. Yoon and S. W. Bahk, "Algorithm for alleviating the hidden node problem in 802.11ah through

HMBR (Hidden Matrix Base Regrouping)," in *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp.327-328, 2013.

[9] S. H. Kang and Y. Y. Choo, "Variable Backoff Stage(VBS) Algorithm to Reduce Collisions in IEEE 802.11 DCF" in *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 6, pp. 1333-1340, Jun. 2015.

[10] S. H. Kang, Y. J. Ha, S. D. Son and Y. B. Kim, "A Study on Algorithm of Applying Variable Contention Window in IEEE 802.11 DCF" in *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, vol. 19, no. 6, pp. 1333-1340, pp.1007-1008, 2015.



권혁진(Hyeok-Jin Kwon)

2016년 한밭대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
2018년 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
2018년 ~ 현재 ㈜와이파이브 기술연구소 연구원
※관심분야 : 이동통신 프로토콜, 모바일 응용 프로그램



황경호(Gyung-Ho Hwang)

1998년 KAIST 전기및전자공학과 졸업(공학사)
2000년 KAIST 전자전산학과 졸업(공학석사)
2005년 KAIST 전자전산학과 졸업(공학박사)
2005년~2007년 삼성전자 무선사업부 책임연구원
2007년~현재 한밭대학교 컴퓨터공학과 부교수
※관심분야 : 이동통신 프로토콜, 무선 센서 네트워크, 모바일 응용 프로그램