

모듈레이션 속도 변화에 따른 IEEE 802.11e HCCA에서의 TXOP Duration의 동적 할당

김영환, 석정봉
연세대학교

leo0207@empal.com, jbsuk@dragon.yonsei.ac.kr

Dynamic Allocation of TXOP Duration in IEEE 802.11e HCCA by Modulation Speed Changing

YoungHwan Kim, JungBong Suk
Yonsei university

요 약

본 논문의 연구에서는 IEEE 802.11e HCCA에서 멀티미디어와 같은 트래픽에 대해 보다 안정적인 전송을 위하여 일정 시간 동안 채널을 사용할 수 있도록 HC (Hyper Coordinator)가 허가함에 있어서, IEEE 802.11 PHY (physical layer)의 모듈레이션 변화에 따른 동적인 대응이 필요함을 논하고, 문제 해결을 위한 방안을 제시하였다. IEEE 802.11e의 HC는 멀티미디어와 같은 트래픽의 전송을 위하여 BSS (Basic Service Set) 안에 있는 무선 단말기와 TSPEC (Traffic Specification)을 이용하여 CAP (Controlled Access Phase) 채널을 설정하고 관리한다. 그러나 HC가 TSPEC을 설정할 당시와는 달리 무선 단말기들은 이동하거나 물리적으로 채널 환경의 변화로 IEEE 802.11 PHY의 모듈레이터 변경으로 설정된 TXOP 듀레이션 (duration)이 적절하지 않게 된다. 이와 같은 문제점을 밝히고 해결 방안을 아래와 같이 제안한다. 실험을 위해서는 NS-2와 유사하지만 보다 세련된 시뮬레이터를 활용하였다.

1. 서 론

IEEE 802.11 무선 랜은 몇 개의 무선 랜 표준 중에서 상용화가 가장 활발히 진행되어 많은 사용자들이 사용하고 있다. 그러나 지금 상용화된 IEEE 802.11 무선 랜 제품들은 best-effort 형식의 전송만을 제공하고 있어 멀티미디어 통신과 다수의 사용자들에게 차별화되고 안정적인 서비스 제공에 효율적이지 못하다.

IEEE 802.11 위원회에서는 새로운 태스크 그룹을 만들고 기존 IEEE 802.11 무선 랜의 MAC 프로토콜을 멀티미디어 통신과 다수의 사용자들을 위해서 향상된 MAC 프로토콜을 IEEE 802.11e MAC 프로토콜이라고 명하였다.

그러나 IEEE 802.11e HCCA의 표준으로 정하고 있지만 반드시 필요한 스케줄러와 어드미션 컨트롤러 (admission controller)에 IEEE 802.11 무선 단말기가 채널 환경에 따라 모듈레이터를 변경모듈레이션 속도 변화에 따른 IEEE 802.11e HCCA의 TXOP 듀레이션 동적 할당의 필요성을 논하고 그 해결 방안을 제시한다.

본 논문에서는 2장에서는 IEEE 802.11 무선 랜의 전반적인 내용과 IEEE 802.11e QoS MAC 프로토콜에 대해서 설명한다. 이어서 3장에서는 문제점을 확인하고 해결방안을 제시한

다. 4장에서는 시뮬레이터를 활용하여 실험한 결과에 대해 분석한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 내용을 종합하고자 한다.

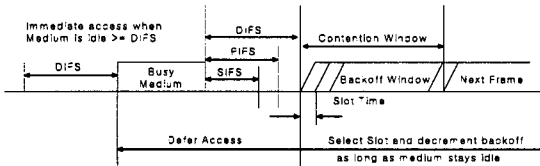
2. 관련 연구

2.1 IEEE 802.11 MAC 프로토콜

매체 접근 조절, 즉 IEEE 802.11에서의 MAC은 무선 매체에 접근 하는 것을 조절한다는 의미로서, 다시 말하면, WSTA (Wireless Station)의 전송 권한을 조절하는 기능이다. 현재 IEEE 802.11 표준으로 완성된 MAC은 크게 두 가지의 매체 접근 제어 방식이 있다. 그 중에 하나는 전송을 시도하는 WSTA들 사이에 경쟁을 통하여 무선 매체에 접근할 수 있는 권한을 획득하게 하는 방법이 있고, 또 다른 하나는 경쟁을 하지 않고 무선 매체에 접근할 수 있는 권한을 획득하는 방법이다[1].

WSTA들 간에 경쟁이 일어나는 기간을 CP (Contention Period)라고 하고 이 기간 동안에 무선 매체의 접근 권한을 조절하는 기능을 DCF (Distributed Coordination Function)라고 한다. 반면에 경쟁을 하지 않는 기간을 CFP (Contention Free Period)하며 이 기간 동안에 무선 매체의 접근 권한을 조절하는 기능을 PCF (Point Coordination Function)라고 한다.

[그림 1]은 CSMA/CA (Carrier Sensing Multiple Access / Collision Avoidance) 메커니즘을 나타낸 것이며, CSMA에 의해서 어떤 WSTA이 전송을 시작하기 전에 캐리어 센싱과 백오프 프로시저 (Backoff Procedure)를 수행한다. 즉, DIFS (DCF InterFrame Space)라고 불리는 최소한의 기간 동안 무선 채널이



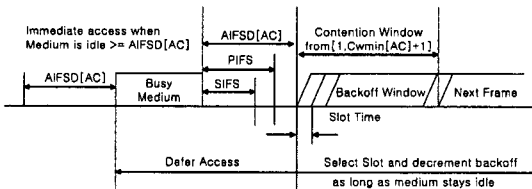
[그림 1] Distributed Coordination Function

유휴 상태인지를 확인하고 난 후에, 임의의 시간을 더한 기간 동안 채널을 센싱하고 있어야만 한다. 만약 그 임의의 추가 시간이 지난 뒤에도 채널이 사용되고 있지 않다면, 그 WSTA은 전송을 시작할 수 있다.

2.2 IEEE 802.11e MAC 프로토콜

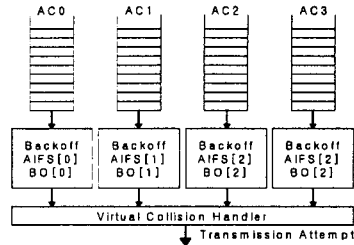
IEEE 802.11e에는 QoS를 두 가지 경우로 나누어서 제공하고 있는데, 우선순위 방식과 파라미터 방식이 있다. 우선순위 방식은 기본적인 QoS 방법으로서 8단계로 서비스 차별화를 선택할 수 있으며, 8단계는 다시 4등급의 AC (Access Category)로 나누어서 서비스를 차별화 하고 있으며, 파라미터 방식에서는 트래픽의 특성에 따라 다양한 파라미터들을 정의해서 매체 접근을 관장하는 HC (Hybrid Coordinator)가 적절히 매체 접근을 허가하는 진보된 QoS를 제공한다[2][3].

EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)는 HCF (Hybrid Coordination Function)를 위해서 IEEE 802.11e에서 기본적으로 제공되어야 하는 프로토콜이다. EDCA는 CP 구간 동안에 작동하는 매체 접근 제어 방법으로서, 우선순위 방식의 QoS 방침을 따른다[2][3].



[그림 2] EDCA의 UP별 다중 백오프

[그림 2]는 전송 권한 (TXOP : Transmission Opportunity)을 획득하기 위해서 경쟁을 하는데 있어서, UP별로 채널이 유휴 상태인지를 판단하는데 걸리는 시간에 차이를 둔 것을 나타낸 것이고, [그림 3]에서는 한 WSTA에서 각 AC 간에 전송 권한을 획득하기 위해서 가상 백오프 알고리즘이 수행된다.



[그림 3] EDCA의 액세스 카테고리 및 가상 백오프

3. IEEE 802.11e HCCA의 동적 CFP poll time 할당

앞의 2장과 같이 IEEE 802.11e HCCA는 같은 BSS안에 있는 단말기들이 멀티미디어와 같은 통신을 위하여 TSPEC을 작성하여 HC에 허가를 요청한다. TSPEC 요청을 받은 HC는 어드미션 컨트롤 알고리즘에 의하여 수락 혹은 거절을 할 수 있다. HC가 WSTA의 TSPEC 요청을 수락하는 경우 TSPEC의 파라미터들에 따라서 HC의 스케줄러는 SI (Service Interval) 마다 TXOP을 위하여 poll 프레임을 발생 시킨다.

WSTA는 주변의 환경이나 이동에 따라 모듈레이터를 바꾸어 보다 적절한 송신 및 수신 상태를 유지하려 한다. 그러나 이러한 변화를 감지하지 못하고 항상 같은 TXOP 듀레이션을 할당 한다면 채널 환경이 보다 좋아 질 경우 채널 효율이 떨어 질 것이며, 반대의 경우에는 안정된 통신 환경을 제공하기 위하여 HC는 보다 긴 TXOP 듀레이션을 할당해 주어야 할 것이다.

이를 위한 해결 방안은 여러 가지가 있을 수 있겠으나 poll 프레임 발생시키기 직전에 TXOP 듀레이션을 재계산 한다. 재 계산 방법은 현재의 모듈레이션 상태를 반영하여 필요한 시간을 TXOP 듀레이션으로 설정하되 최대치 혹은 어드미션 컨트롤러의 제한을 넘지 않도록 한다.

4. 실험 및 성능 분석

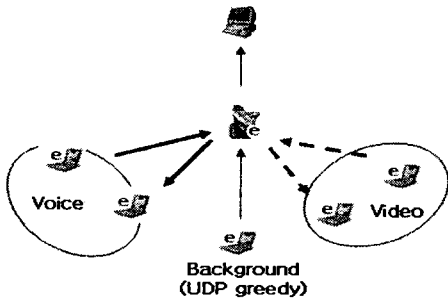
실험을 위하여 NCTUns 3.0 시뮬레이터를 사용하였다[4]. [그림 4]는 실험에서 사용한 시나리오이며, 하나의 Basic Service Set (BSS) 안에서 음성 데이터와 비디오 데이터를 각각 주고 받는 노드의 쌍과 백그라운드 트래픽을 위해서 UDP 데이터를 BSS 밖의 호스트에 best-effort 등급으로 전송한다. 모듈레이션 변화를 위하여 실험 시간 205초 동안 AP와 거리를 0m에서 250m까지 초당 1m씩 멀어지게 하였다. 아래의 [표 1]과 [표 2]는 실험에서 사용한 환경이다.

[표 1] 실험 환경

Simulation Time	250 sec
Mooving Speed	1 m/sec
PHY (.11g)	54/48/36/24/18/12/9/6/2/1 Mbps

[표 2] 실험에 적용한 트래픽

	offered traffic		
	data rate	packet size	TID
video	8 KBytes/sec	160 Bytes	15
voice	500 KBytes/sec	1500 Bytes	12
best-effort	greedy		8



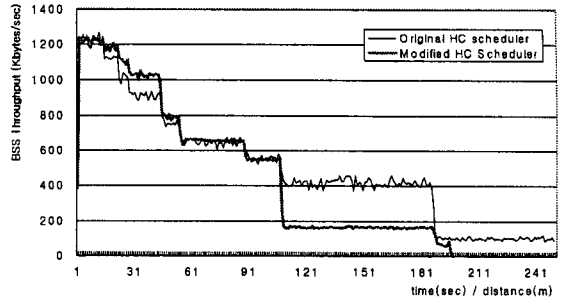
[그림 4] 시뮬레이션을 위한 망 시나리오

[그림 5]는 BSS 내에서의 throughput (MBytes/sec)의 결과이며, AP와 거리가 점차적으로 멀어질 수록 모델레이션 속도에 영향으로 전체의 throughput이 저하됨을 볼 수 있다. 단 100초 이후에 제한한 알고리즘의 결과가 낮게 나오는 것은 열악한 상황 속에서도 우선순위가 높은 트래픽에 더욱 많은 자원을 할당하여 나타나는 현상이다. [그림 6]과 [그림 7]의 결과는 음성과 영상 트래픽 수신 패킷 수를 나타내고 있다. 제한한 알고리즘을 적용한 실험의 결과가 모델레이션 속도가 급격히 낮아져 열악한 환경에서도 월등히 성능을 보장해 주고 있음을 알 수 있다.

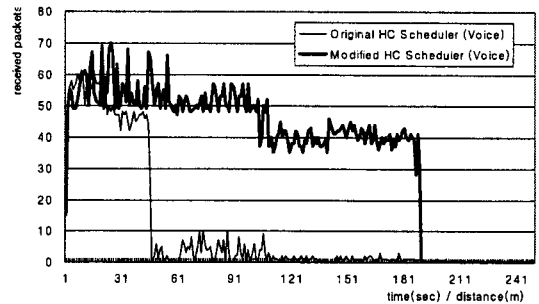
5. 결론

IEEE 802.11e QoS MAC은 멀티미디어 트래픽을 보다 효율적으로 전송 할 수 있도록 많은 장치가 제공되고 있다. 그 중에서도 HC에 의해 전송 권한을 제어하여 음성 및 영상 트래픽의 QoS를 보장한다. 상용 IEEE 802.11 무선 장치들은 전송거리와 전파 수신 정도에 따라 모델레이션 속도를 변경하여 보다 안정적인 통신 상태를 유지하려 한다.

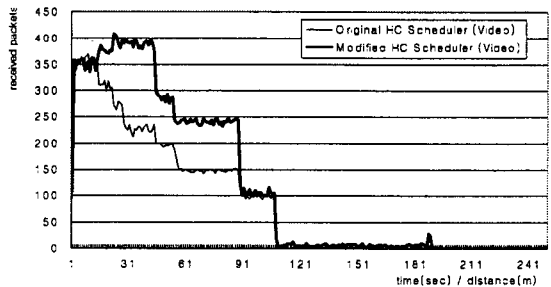
이와 같이, 모델레이션 속도를 감안하지 않은 HC 전송 제어는 실험에서와 같이 성능 저하 현상이 심각하다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.11e 무선 장치들의 모델레이션 속도에 따른 HC의 전송 권한 부여를 유동적으로 조절하는 방안을 제안하며, 그 성능의 우수성을 보였다. 앞으로의 연구에서는 더욱 효율적인 자원 분배를 위하여 보다 정교한 제어 기법을 개발할 필요가 있을 것이다.



[그림 5] BSS 전체 throughput (MBytes/sec)



[그림 6] 음성 트래픽의 수신 패킷 수 비교



[그림 7] 영상 트래픽의 수신 패킷 수 비교

참고 문헌

- [1] ANSI/IEEE Std 802.11 [ISO/IEC 8802-11 :1999(E)], "Part 11: Wireless LAN MAC and PHY Specifications, LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, 1999 Edition".
- [2] Stefan Mangold, "IEEE 802.11e Wireless LAN for Quality of Service" in Proc European Wireless '2002, Florence, Italy, February 2002
- [3] IEEE Std 802.11e Std. "Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), January, 2005.
- [4] <http://nsl.csie.nctu.edu.tw/nctuns.html>