

IEEE 802.11e QoS MAC EDCA 성능분석

김영환, 박혜련, 석정봉
연세대학교

leo0207@empal.com, haerin@hanmail.net, jbsuk@dragon.yonsei.ac.kr

IEEE 802.11e QoS MAC EDCA Performance Analysis

YoungHwan Kim, Haeryeon Park, JungBong Suk
Yonsei university

요 약

본 논문의 연구에서는 IEEE 802.11e MAC (Medium Access Control) 프로토콜을 NS-2 등과 같은 저명한 시뮬레이터들보다도 진보적인 NCTUns 시뮬레이터를 이용하여 개발하였다. 구현한 시뮬레이션 모듈을 기반으로 다양한 측면의 실험하여 그 성능을 검증하였고, 본 논문에서는 특히 EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)의 성능 결정에 중요한 요인이 되는 주요 파라미터에 대해서 성능을 분석하였다.

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.

본 논문에서는 IEEE 802.11e MAC 프로토콜 중 EDCA 모듈에 대해서 연구한 성과를 다루며 2장에서는 IEEE 802.11 무선 랜의 전반적인 내용과 기존과 새로운 MAC 프로토콜에 대해서 설명한다. 이어서 3장에서는 구현한 IEEE 802.11e EDCA 모듈에 대해서 설명하고 4장에서는 실험한 결과에 대해서 그 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 내용을 종합하고자 한다.

2. 관련 연구

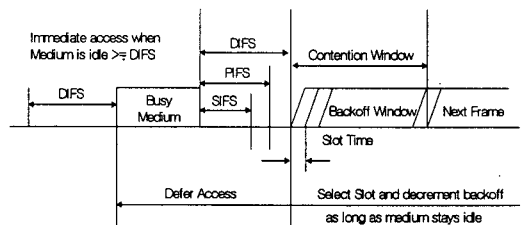
2.1 IEEE 802.11 MAC 프로토콜

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.

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 기간동안 채널을 센싱하고 있어야만 한다. 만약 그 임의의 추가 시간이 지난 뒤에도 채널이 사용되고 있지 않다면, 그 WSTA은 전송을 시작할 수 있다.

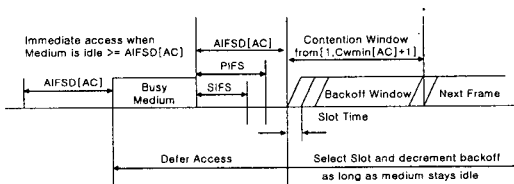
IEEE 802.11 표준에서는 시간에 민감한 데이터에 대해서도 서비스를 제공하고 있는데, 이 기능을 PCF이라고 한다. 이 프로토콜은 PC (Point Coordinator)라고 하는 WSTA에 의해서 조절되며, WSTA이 무선 매체에 접근 하는데 UP (User Priority)를 가진다. 가장 짧은 IFS (InterFrame space)를 가지는 SIFS (Shortest InterFrame Space)보다 길고 DIFS보다는 짧은 기간인 PIFS (PCF InterFrame Space)가 지난 후에 전송을 할 수 있기 때문에 DCF보다 높은 우선순위를 가진다[1].

2.2 IEEE 802.11e MAC 프로토콜

서비스 요구를 모두 충족 시켜 줄 수 있다면 아무런 문제가 없겠지만, 만일 그렇지 못하다면 서비스를 차별화 하여 가능한 한 모든 서비스에 대하여 공평한 만족을 주는 것이 그 해결 방안이라 할 수 있다. 또한, 우리는 이러한 서비스의 차별화 기능을 QoS (Quality of Service)라고 한다. 기존의 IEEE 802.11은 일반적인 데이터만을 전송대상으로 고려하고 있어 멀티미디어와 같은 데이터 형식은 서비스 하는데 한계가 있다. 즉 QoS 기능이 결여되어 있다.

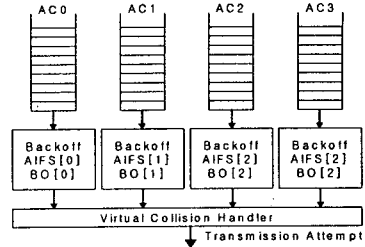
IEEE 802.11e에는 QoS를 두 가지 경우로 나누어서 제공하고 있는데, 우선순위 방식과 파라미터 방식이 있다. 우선순위 방식은 기본적인 QoS 방법으로서 8단계로 서비스 차별화를 선택할 수 있으며, 8단계는 다시 4등급의 AC (Access Category)로 나누어서 서비스를 차별화 하고 있으며, 파라미터 방식에서는 트래픽의 특성에 따라 다양한 파라미터들을 정의해서 매체 접근을 관장하는 HC (Hybrid Coordinator)가 적절히 매체 접근을 허가하는 진보된 QoS를 제공한다.

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.



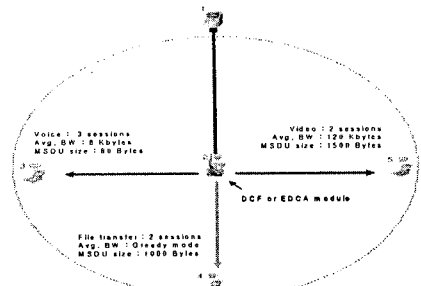
[그림 3] EDCA의 액세스 카테고리 와 가상 백오프

3. IEEE 802.11e EDCA 모듈 구현

본 연구에서 구현한 IEEE 802.11e EDCA 모듈은 네트워크 시뮬레이터 중에서 유명한 NS 보다도 더욱 세련된 기능들을 제공하는 NCTUns에서 구현하였다. NCTUns 1.0은 대만의 NCTU(National Chiao Tung University)에서 개발된 네트워크 시뮬레이터로서 IP (Internet Protocol)를 기반으로 하는 유선 및 무선망의 다양한 프로토콜들을 시뮬레이션 할 수 있는 시뮬레이터이다[4][5]. 구현한 IEEE 802.11e EDCA 모듈은 2004년 1월의 드래프트 7.0을 기반으로 주로 의무 구현사항에 대해서 구현을 하였다[3].

4. 실험 및 성능 분석

실험의 망 시나리오는 EDCA의 트래픽 종류별 QoS 성능을 측정하기 위해서 간단하면서도 측정이 용이하도록 설정하였다. [그림 4]에서와 같이 AP는 무선 단말기로 트래픽을 발생시켜 주는 서버와 유선으로 연결되어 있고, 서버에서 AP를 거쳐 무선 단말기 3번으로는 음성 트래픽 (average bandwidth : 8 kbytes, MSDU size 80 bytes)의 세개 세션, 무선 단말기 4번으로는 영상 트래픽 (average bandwidth : 120 kbytes, MSDU size 1500 bytes)의 두개 세션, 그리고 무선 단말기 5 번으로는 파일 전송(average bandwidth : greedy mode, MSDU size : 1000 bytes)의 두개 세션과 같이 트래픽을 설정하였다. 시뮬레이션 시간은 모든 시나리오에 대해 60초 동안 진행하였다



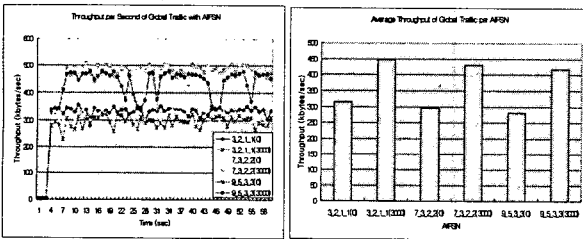
[그림 4] DCF와 EDCA의 기능별 성능 평가를 위한 망 시나리오

먼저 그래프 상에서 표기한 X_X_X_X(Y)는 가장 처음의 X가 AC 0번의 AIFSN이 되며 차례로 마지막 X가 AC 3번의 AIFSN의 값이 되며 AIFSN 값이 크다는 것은 AIFS 시간이 길어진다. 마지막에 있는 Y는 RTS threshold 값이며 0이면 RTS와 CTS 프레임 송수신 하고, 3000으로 설정한 경우에는 송수신 하지 않는다. 실험에 사용한 AIFSN 쌍은 아래의 [표 1]과 같다.

[표 1] 실험에 사용한 AIFSN 쌍

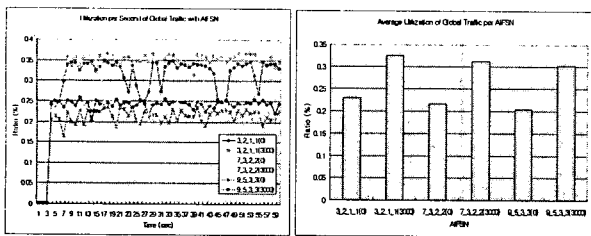
	AC 0	AC 1	AC 2	AC 3	RTS threshold
Low AIFSN	3	2	1	1	0 / 3000
Default AIFSN	7	3	2	2	0 / 3000
High AIFSN	9	5	3	3	0 / 3000

다음의 그림들 중 왼쪽의 그림은 시간별 측정 항목들의 측정된 값에 대해서 표현한 것이고 오른쪽의 그림은 전체 시간동안의 측정된 값의 평균 값을 표현한 것이다.



[그림 5] 각 AC의 AIFSN 별 채널 throughput 비교

위의 [그림 5]는 AIFSN을 앞의 [표 8]과 같이 설정하였을 때 측정된 throughput 수치와 평균 throughput 수치이다. RTS threshold 값이 0 일 때와 3000 일 때 모두 RTS threshold 값의 각 경우에 대해서 AIFSN의 값이 작을수록 throughput이 조금씩 더 높게 측정되었다.



[그림 6] 각 AC의 AIFSN 별 채널 utilization 비교

위의 [그림 6]은 AIFSN 변화에 따라서 채널의 utilization이 미량 감소한다. 이와 같은 현상은 AIFSN이 짧은 경우가 더 좋은 utilization을 보이는 것은 AIFS 시간이 줄어들기 때문이다.

5. 결 론

IEEE 802.11e EDCA는 기존의 DCF에 비하여 보다 좋은 QoS를 보장해 주고자 하는 목적을 가지고 있다. 본 논문에서는 그 중에서도 EDCA의 다양한 파라미터의 값 변화에 따른 throughput 및 utilization을 기준으로 성능을 분석하여 보았다.

본 논문을 위한 실험에서 얻을 수 있는 결과를 바탕으로 판단한다면, 여러 파라미터 중에서도 AIFSN의 값의 변화에 대해 비교적 우수한 성능 향상을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 실험에서 사용한 low AIFSN 파라미터는 default AIFSN 파라미터 세트 보다 우수한 성능을 보이고 있다.

따라서, IEEE 802.11e EDCA에서 다양한 파라미터를 활용하여 최적의 파라미터들을 사용하면 우선순위에 따라 보다 우수한 성능을 얻을 수 있다.

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/D7.0 "Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), January, 2004.
- [4] Shie-Yuan Wang, "The Design and Implementation of the NCTUns 1.0 Network Simulator", Computer Networks, Vol. 42, Issue 2, June 2003, pp.175-197
- [5] Shie-Yuan Wang, "The NCTUns 1.0 Network Simulator Protocol Module Writer Manual", National Chiao Tung University, Taiwan, Jun 2003