

IEEE 802.11e QBSS내에서 기존의 MAC를 가지고 있는

station에게 QoS를 제공하는 방법

하홍전^o 노병희

아주대학교 정보통신전문대학원

hahoje@ajou.ac.kr, bhroh@ajou.ac.kr

Method of supporting QoS to station with Legacy MAC

in IEEE 802.11e QBSS

Hongjoen Ha^o Byeong-hee Roh

Graduate School of Information, Ajou University

요 약

무선 인터넷 사용자와 멀티미디어 서비스의 급증으로 IEEE 802.11 WG에서는 사용자에게 QoS를 지원하기 위해 기존의 MAC 프로토콜을 향상시키고 기존의 IEEE 802.11과 호환성을 가지는 IEEE 802.11e 표준을 제정하였다. 따라서 기존의 MAC 네트워크 카드를 가진 사용자도 새로운 QoS Basic Service Set(QBSS)에 문제 없이 접속할 수 있다. 하지만 IEEE 802.11e가 지원되는 무선 AP가 있는 QBSS 네트워크 내에 기존의 802.11 station은 요구하는 QoS를 지원받지 못할 뿐더러 전체적인 네트워크 성능의 저하도 가져올 수 있다. 본 논문에서는 기존의 MAC를 가지고 있는 station도 Virtual Queue Middleware 통해 QoS를 보장받고 전체적인 네트워크 성능을 향상시키는 방법을 제시하고자 한다.

1. 서 론

차세대 무선 통신 시스템 개발에 있어서 중요한 목표는 다양한 대역폭의 멀티미디어 서비스를 효율적으로 연재, 어디서나, 누구와도 자연스럽게 신뢰성 있게 상호간에 정보를 주고 받을 수 있도록 하는 것이다. 현재 다양한 이동통신 단말에서의 VoIP, 동영상 서비스, 전자 우편등과 같은 다양한 멀티미디어 서비스가 존재하는데 이는 각각 다른 트래픽 특성을 가지고 있으며, 트래픽 특성마다 서로 요구하는 자원의 특성이 달라서 효율적인 자원관리 매커니즘에 따라 성능에서 많은 차이를 나타낸다. 사용자는 자신이 사용하는 서비스에 대해 서비스 제공자에게 요금을 지불하고 그 요금에 상응하는 양질의 서비스를 받기를 원한다. 이에 따라 멀티미디어 서비스에 대한 QoS 보장은 향후 차세대 무선 통신 시스템의 성패와 관련된 중요한 문제라고 할 수 있다. 이에 따라 무선 네트워크에서의 중단 간 QoS보장을 위해 IEEE 802.11 워킹 그룹에서는 기존의 MAC 프로토콜을 향상시킨 IEEE 802.11e 표준을 제정하였다.

최근 IEEE 802.11e 표준을 따르는 AP(Access Point)들이 많이 출시되고 있다. 하지만 여전히 기존의 MAC을 사용하는 단말기들이 대부분인 현실이고 AP가 IEEE 802.11e MAC을 가지고 QBSS를 구성한다고 하여도 기존의 MAC을 사용하는 단말들은 QoS를 보장받지 못할 것이다. 본 논문에서는 IEEE 802.11e를 사용하는 AP의 QBSS내에서 기존의 MAC를 가지는 station에게

도 QoS를 보장할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

2. IEEE 802.11e 개요

무선랜 기술은 사용자에게 이동성과 편리성을 제공하고 있으며, 현재 많은 유선 랜 환경이 무선랜 환경으로 대체되고 있다. 1999년에 발표된 IEEE 802.11 기본 MAC 표준은 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)라는 두가지 MAC 방안을 정의했다.[1] DCF는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 기반 경쟁 방식을 사용하여 무선 매체에 대한 접근을 제어하는 방법으로 일반 Best Effort 트래픽을 지원하고 PCF는 중앙 제어 노드의 관리 하에 경쟁 없이 공유 매체를 사용하는 방식이다. PCF는 성능 및 융통성에서 많은 문제가 있어 현재 PCF기술을 사용하는 장비는 드물다. DCF는 Best Effort 방식만을 사용하기 때문에 멀티미디어 데이터를 처리하고 사용자에게 QoS를 보장하는 것은 아주 어려웠다.

현재 네트워크 환경에서 동영상, 음성 등의 멀티미디어 데이터의 양이 급증함에 따라 서비스에 대해 요금을 지불한 사용자에게 QoS(Quality of Service)를 제공하는 기술이 필요하고 멀티미디어 서비스 사업의 성패를 좌우할 만큼 중요하다. 이에 IEEE 802.11 WG에서는 사용자에게 QoS를 보장하기 위한 방법으로 기존 DCF를 향상시킨 IEEE 802.11e 표준을 제정하였다.

IEEE 802.11e의 핵심은 EDCF(Enhanced DCF)라는

분산 제어 구조를 사용하며 멀티미디어 트래픽 특성에 따라 우선순위를 부여하여 높은 우선순위를 가지는 트래픽에게 무선 자원의 점유율을 높여 station에게 QoS를 보장하는 기술이다.

2.1 EDCF의 기능

EDCF는 경쟁을 기반으로 하는 매체 접근 기법으로서 트래픽 클래스 마다 서로 다른 우선순위를 가지는 AC(Access Category)를 통해 차별화된 서비스를 제공한다.[2] AP가 station에게 전송을 시작하기 전에 현재 자신이 전송해야 할 데이터에 네 개의 접근 부류 가운데 해당되는 값을 할당한다. EDCF는 매체가 비어있는 일정한 시간을 기다린 후 지연시간을 설정하고 이 값이 완료 되었을 때 프레임을 전송하게 된다. 지연시간은 기존의 MAC에서 사용하던 DIFS를 각 AC마다 다른 값을 가지는 AIFS(Arbitration InterFrame Space)를 설정하게 된다. 그림 1은 경쟁 구간에서의 프레임들 간의 시간 간격을 나타낸다.

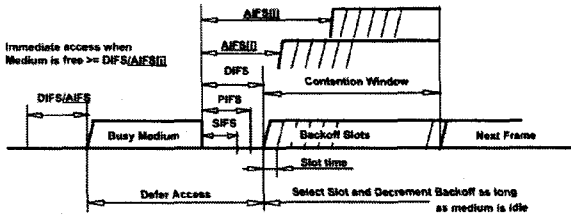


그림 1. 경쟁 구간에서 프레임들 간 시간 간격(InterFrame Space)

또한 station이 전송 채널 접근 권한을 가지게 되면 여러 패킷들을 연속해서 보낼 수 있는 시간, 즉 TXOP(Transmission Opportunity) 시간이 설정되고 높은 우선순위를 가지는 AC는 보다 긴 TXOP 시간을 통해서 링크 사용률을 높이는 방법을 통해 성능 향상을 꾀하고 있다. 그림 2는 IEEE 802.11e에서의 우선순위 별 AC를 나타낸 그림이다.

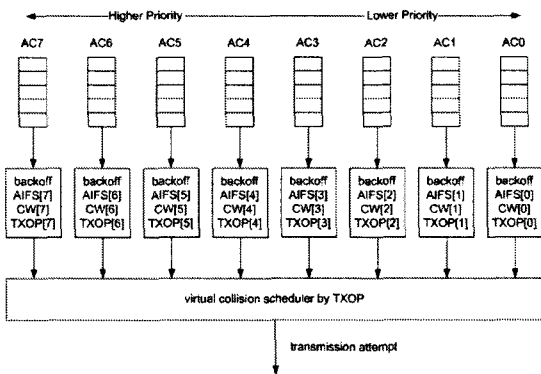


그림 2. EDCF의 우선순위별 Access Category

상위 계층으로부터 수신된 데이터를 우선순위에 따라 분류하여 AC에 전송하고 virtual collision scheduler에서는 높은 우선순위 AC의 TXOP 주기를 사용하여 데이터의 전송을 시도 한다.

2.2 WMM™(Wi-fi MultiMedia)

Wi-Fi alliance는 IEEE 802.11e EDCF 표준을 따르는 WMM을 개발하였다. WMM은 오디오, 비디오 및 음성 어플리케이션에 대역폭을 우선 할당함으로써 QoS를 보장하는 방법을 사용하고 있다.[3] WMM은 IEEE 802.11e에서의 8개의 카테고리를 축소하여 Best effort, Background, Video, Voice service인 4개의 카테고리로 트래픽 특성을 분류하고 있다. 표 1은 802.1D 우선순위 필드와 WMM AC와의 맵핑을 나타낸다.

Priority	802.1D Priority (= UP)	802.1D Designation	Access Category	WMM Designation
lowest	1	BK	AC_BK	Background
	2	-		
	0	BE	AC_BE	Best Effort
3	EE			
	4	CL	AC_VI	Video
	5	VI		
highest	6	VO	AC_VO	Voice
	7	NC		

표 1. IEEE 802.11e AC와 WMM AC와의 맵핑 테이블

WMM에서는 각 트래픽의 특성을 구분하기 위해 상위 계층에서 할당된 IP header의 TOS(Type Of Service)를 참조하고 이 값을 바탕으로 해당되는 AC로 데이터를 전송하게 된다.

3. QBSS내의 기존 MAC을 가지는 스테이션

IEEE 802.11e 표준은 기존의 802.11 표준과 호환성을 가지도록 설계되었기 때문에 아무런 문제없이 새로운 표준과 기존의 표준을 가지고 있는 station 상호간의 통신이 가능하다. 하지만 두 표준이 동시에 존재하는 네트워크에서는 IEEE 802.11e를 사용하고 있는 AP가 우선순위 별로 멀티미디어 데이터를 전송하여도 기존의 MAC을 가지고 있는 station은 AP로부터 수신되는 모든 데이터를 Best-effort 서비스로 처리하게 된다. 이는 멀티미디어 데이터를 서비스 받고자 할 때 사용자가 요구하는 QoS를 보장할 수 없게 된다. 따라서 기존의 MAC을 가지고 있는 802.11 station이 QoS를 보장 받기 위해서는 station 자체에 구현된 적절한 QoS 매커니즘이 필요하다.

3.1 Virtual AC Middleware

기존 IEEE 802.11 station이 멀티미디어 서비스에 대하여 QoS를 보장받기 위해서 IEEE 802.11e AP의 EDCF에 위치한 4개의 AC에 해당하는 4개의 다중 큐인 Virtual AC(VAC) Middleware를 가진다. 그림 3은 VAC Middleware의 구조도를 나타낸다.

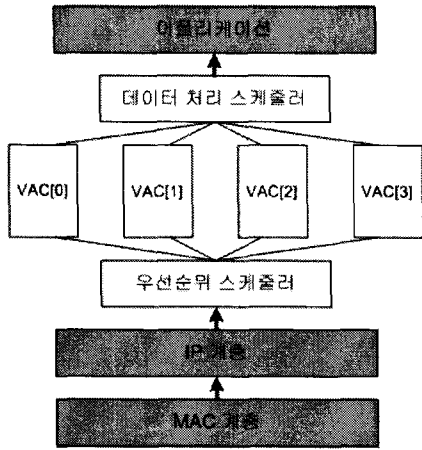


그림 3. Virtual AC의 구조도

QBSS의 IEEE 802.11e station이 기존 IEEE 802.11 station에게 멀티미디어 서비스를 송신하기 전에 IP 헤더의 TOS 필드에 멀티미디어 특성에 맞는 값을 설정하여 하위 계층으로 데이터를 보내게 되고 하위 계층은 우선순위 별로 station에게 데이터를 송신하게 된다. 이 데이터를 받은 station의 우선순위 스케줄러는 IP헤더의 TOS 필드를 검사하여 해당 VAC로 데이터를 송신한다. 데이터 처리 스케줄러는 4개의 VAC에서 우선순위가 높은 순서대로 처리하는데 각 VAC는 낮은 우선순위의 VAC가 데이터 전송을 못하는 경우를 방지하기 위해 최대 전송시간을 가진다. 최대 전송시간이 끝나게 되면 데이터 처리 스케줄러는 랜덤으로 VAC를 선출하여 해당 VAC가 가지는 최대 전송 시간 만큼 데이터를 처리하게 된다.

4. 구현환경

본 논문의 구현환경으로 AP의 운영체제로 Ubuntu Linux(Kernel 2.6.17)를 사용하였으며 station의 운영체제는 Windows XP를 사용하였다. AP에 설치된 랜카드는 IEEE 802.11e 표준을 지원하는 Atheros사의 5006XS를 사용하였고 드라이버는 Wi-fi alliance의 WMM을 지원하는 Madwifi-0.9.3.1버전을 사용하였다. AP와 station간에 주고 받는 메시지와 전체적인 네트워크 성능측정을 위해 Ethereal[5] 패킷 캡처 프로그램을 사용하였고 AP에서 동작하는 스트리밍 서버로서 FFserver[6]을 사용하였다.

4.1 실험 결과

네트워크의 구성은 멀티미디어 및 인터넷 서비스를 제공하는 IEEE 802.11e AP와 2대의 station으로 구성하였다. 실험 환경으로는 본 논문에서 제시한 VAC가 구현된 station이 존재하는 네트워크와 그렇지 않은, 즉 기존의 Best-effort 서비스만 제공하는 station의 네트워크와의 성능 비교로 실행하였다. 그림 4는 성능을 비교할 두 네트워크의 구조를 나타낸다.

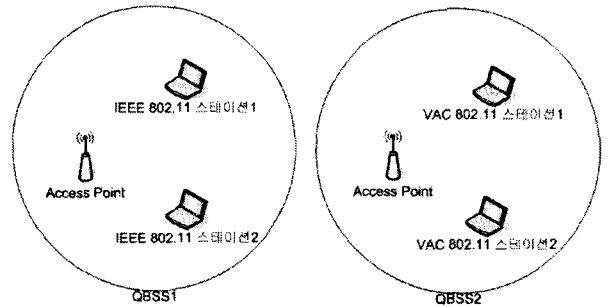


그림 4. 네트워크 환경

양쪽 네트워크에서의 AP는 IEEE 802.11e를 사용하였으며 station은 IEEE 802.11g를 사용하여 상호간의 연결 대역폭은 54Mbps로 설정하였다. 각 네트워크에서 AP는 각 station에게 30fps(frame per seconds), 352*288 CIF(Common Intermediate Format)의 동영상 파일과 CBR(Constant Bit Rate) 128kbps의 mp3 파일을 스트리밍 받으며, best-effort 서비스로 5초마다 100kbytes의 패킷을 전송한다.

IEEE 802.11e AP의 성능은 각 AC의 성능 파라미터의 값에 따라 달라지는데 본 실험에서 사용한 값은 표 2와 같다.[3]

	AC	CW _{min}	CW _{max}	AIFS	TXOP
Background	AC0	15	1023	7	0
Best-Effort	AC1	15	163	3	0
Video	AC2	7	1	1	3008
Voice	AC3	3	1	1	1504

표 2. 각 AC의 파라미터 수치

실험에서는 네트워크에서 시간당 처리할 수 있는 전체적인 트래픽 양을 측정하였으며, 결과적으로 VAC를 사용한 스테이션이 위치한 QBSS2의 전체적인 멀티미디어 데이터의 throughput이 약 15~20% 정도 효율이 높은 것으로 나타났다. 그림 5는 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

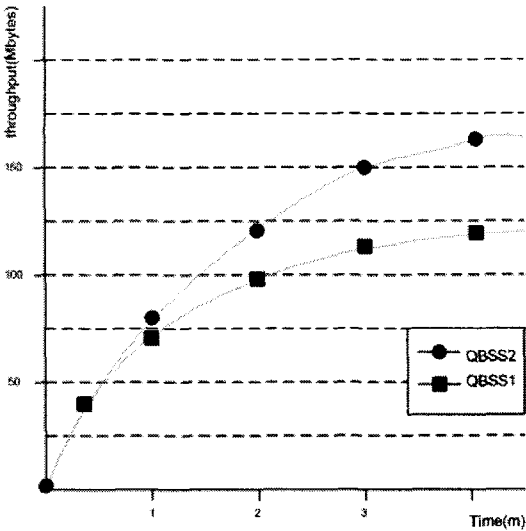


그림 5. QBSS1과 QBSS2의 throughput 비교

5. 결론 및 향후 계획

본 논문은 IEEE 802.11e의 QBSS내에서 기존 802.11 station에게 QoS를 제공하는 방법에 대하여 기술하였다. 기존 802.11 station에 IEEE 802.11e의 4개의 AC에 대응하는 Virtual AC를 구현함으로써 station에게 추가적인 수용량을 지원하였고 그에 따라 멀티미디어 서비스에 대해 QoS를 지원할 수 있었다. 하지만 추가적으로 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하고 전체적인 네트워크의 성능향상을 위해서는 AP에 위치하는 admission control 알고리즘이 필요하다.

향후 계획으로는 네트워크 전체가 IEEE 802.11e 스테이션으로 구성되어 있을 경우와 본 논문의 실험에 사용되었던 기존의 802.11 스테이션에 VAC Middleware를 적용한 네트워크와의 성능 비교를 수행할 예정이다. 또한 AP의 AC 파라미터 값에 따라 각 AC의 성능이 크게 달라지기 때문에 jou. 반복적인 실험을 통해 적절한 값을 도출해 내야 한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 산업자원부의 성장동력 기술개발사업 (과제번호:10028453)의 지원을 받았다

6. 참고문헌

[1] ANSI/IEEE std 802.11 Part11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, 1999 Edition
 [2] IEEE Std. 802.11e Part11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY)

specifications, 2005 Edition

[3] Wi-Fi Alliance, WMM™(including WMM™ Power Save) Specification, Version 1.1

[4] Madwifi, <http://www.madwifi.org/>

[5] Ethereal, <http://www.ethereal.com/>

[6] FFSERVER, <http://ffmpeg.mplayerhq.hu/>

[7] 정영식, 김유진, 허재두, IEEE 802.11e 무선 MAC 기술 및 표준화 동향, 전자통신동향분석, 제 22권, 제 4호, 2007년 8월

[8] YuLong Fan, ChingYao Huang and YungLan Tseng, Multimedia Services in IEEE 802.11e WLAN Systems, IWCMC'06 ACM 1-59593-306-9, July3-6, 2006