

# IEEE 802.11 WLAN의 QoS 보장 기술

예휘진\*, 문일영\*\*, 조성준\*

\* 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과  
\*\* 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부

## 목 차

- |                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| I. 서론                     | IV. WLAN QoS 보장기술 |
| II. WLAN MAC layer QoS 기술 | V. 결론             |
| III. WLAN IP Layer QoS 기술 |                   |

### I. 서론

요즘 전세계적으로 학교, 공항, 호텔이나 카페와 같은 Hot Spot을 중심으로 무선 인터넷 서비스를 제공할 목적으로 무선 LAN(Local Area Network) 기술이 많이 이용되고 있다. 특히 한국에서는 공중망 무선 LAN 서비스와 더불어 ADSL(Asymmetry Digital Subscribe Loop) 및 VDSL(Very high bit-rate DSL)과 같은 유선 광대역 가입자망과 무선 LAN 시스템이 결합된 형태의 무선 홈 네트워크 구성이 가능하게 되었다. 이런 무선 LAN 서비스들이 보편화되면서 IEEE 802.11 관련 무선 LAN 기술들에 대한 관심과 연구가 증가하고 있다.

IEEE 802.11 무선 LAN 표준은 원활한 무선 LAN 서비스를 위해 물리계층(Physical layer : PHY) 표준과 매체접근제어계층 (Medium Access Control layer : MAC) 표준으로 구성되어 있는데, IEEE 802.11 Working Group 산하의 여러 Task Group에서는 사용자들의 다양한 요구사항에 적합한 서비스를 제공하기 위한 개선된 표준안 연구가 계속해서 진행되고 있다. 특히 IEEE 802.11 TGe에서는 다양한 멀티미디어 서비스를 원활하게 제공하기 위해 QoS(Quality of Service)를 지원하는 MAC 프로토콜인 EDCF(Enhanced Distributed Coordination Function)를 포함하는 IEEE 802.11e를 제안하고 있다.

한편, IEEE 802.11 무선 LAN 표준은 Infrastructure

방식과 Ad-Hoc 방식의 2가지 통신 방법을 정의한다. Infrastructure 방식은 무선 통신을 설정하고 제어할 AP(Access Point)를 필요로 하는 반면에, Ad-Hoc 방식은 각각의 BS(Base Station)들이 스스로 통신을 설정하고 제어한다. 특히, 802.11 MAC 프로토콜인 DCF와 현재 제안되고 있는 802.11e MAC 프로토콜인 EDCF는 모두 Infrastructure 망과 Ad-Hoc 망에서의 동작을 지원한다.

또한 WLAN을 지원하기 위한 IP layer에서도 QoS를 제공하기 위한 기술들이 개발되고 발달되었다. 현재의 인터넷은 BE(Best-Effort)서비스만을 제공하기 때문에, IP layer에서는 이러한 트래픽을 관리하고 QoS를 제공하기 위한 IntServ (Integrated Service)와 DiffServ (Differentiated Service)와 같은 기술들에 많은 연구가 진행되고 있다.

IntServ 기술은 IP의 특징인 라우팅의 단점을 보완하기 위해 RSVP라는 signaling protocol을 이용하여 가상의 경로를 설정하여 그 패킷의 경로에 대한 안정성을 보장하는 기술이고, DiffServ 기술은 IntServ의 과도한 시그널들을 극복하기 위해, 패킷의 특성에 따라 라우팅을 차별화해서 각각의 패킷의 특성에 맞는 라우팅을 지원해 주는 기술이다.

본 고의 구성은 다음과 같다. II장에서 IEEE 802.11과 802.11e의 기본 MAC 프로토콜인 DCF와 EDCF에 대해 개략적으로 살펴본다. III장에서는 IP layer에서 QoS를 제공하기 위한 기술을 설명하고, IV장에서 간

단한 시뮬레이션을 통해 DCF와 EDCF의 성능을 분석한다. 그리고 마지막으로 V 장에서 결론을 맺는다.

## II. WLAN MAC Layer QoS 기술

본 절에서는 802.11 DCF 기술과 802.11e EDCF기술의 기본 개념을 설명한다.

### 2.1 IEEE 802.11 DCF

IEEE 802.11에서 제안하는 핵심 MAC 프로토콜은 랜덤 backoff 알고리즘을 사용한 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 기법을 근간으로 하는 DCF이다. DCF의 동작은 다음과 같다[1,2].

1) 전송할 데이터를 가진 모바일 노드는 carrier sensing을 수행하여 현재의 무선 채널 상태를 확인하고, 채널의 상태가 idle이면 DIFS(Distributed Inter-Frame Space) 시간 동안 채널의 상태를 검사한다.

2) DIFS 시간 동안 채널이 idle하면, [0, CW-1]의 범위에서 랜덤하게 정해지는 backoff 시간 동안 대기한 후 데이터를 전송한다.(CW : Contention Window) 이때 다른 노드에 의한 채널의 사용이 확인되면 backoff 카운터는 카운트를 멈추고 남은 backoff 시간을 기억하여 다음번 backoff 시간으로 사용한다.

3)데이터가 성공적으로 목적지 노드에 도착하게 되면 목적지 노드는 SIFS(Short Inter-Frame Space) 시간

동안 대기한 후 ACK 프레임을 송신 노드로 전송한다. 만약 송신 노드가 ACK timeout 기간내에ACK 프레임을 수신하지 못하면 송신 노드는 재전송 과정을 수행한다.

4)성공적인 데이터 전송 후에는 CW값을 CWmin으로 리셋하고, 데이터 전송이 실패하면 CW값을 2배로 증가 시킨다.

그림 1은 DCF의 데이터 전송 과정을 나타낸다.

### 2.2 IEEE 802.11e EDCF

IEEE 802.11에서는 hidden terminal 문제를 해결하기 위해 RTS/CTS(Request To Send/Clear To Send) 기법을 추가적으로 지원한다. RTS/CTS 기법의 동작은 다음과 같다[24].

- 데이터를 전송하려는 모바일 노드는 RTS 프레임을 브로드캐스팅하고, 이를 수신한 목적지 노드는 SIFS 시간 동안 대기후 CTS 프레임으로 응답한다.

- 이때 RTS나 CTS프레임에는 데이터 전송에 필요한 전체 시간을 정의한 NAV(Network Allocation Vector) 타이머가 포함되고, 이 프레임을 수신한 다른 모든 노드들은 NAV 타이머가 정의하는 시간 동안은 전송을 시도하지 못하게 하여 Collision을 방지하고, hidden terminal 문제를 해결한다. 아래의 표 1은 각각의 priority에 따른 서비스의 종류를 의미하며, 그림 2는 EDCF의 동작과정을 보여주고 있다.

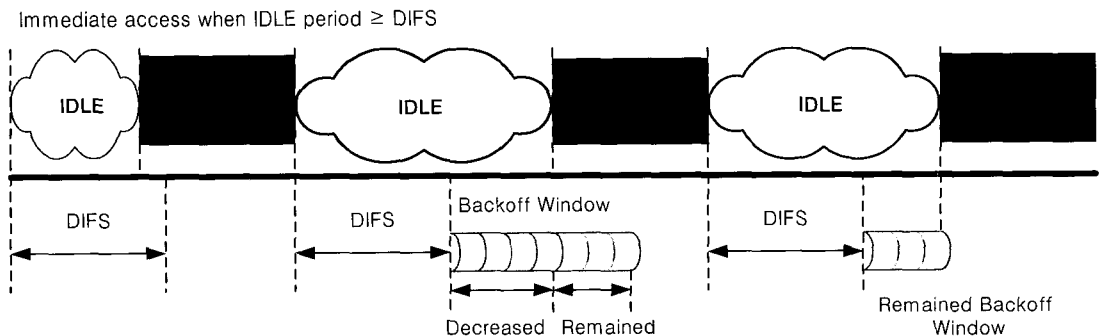


그림 1. IEEE 802.11 DCF 동작 과정

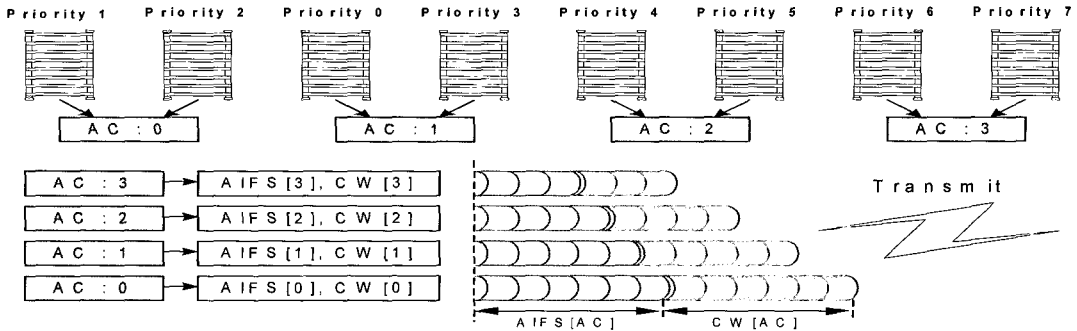


그림 2 . EDCF 동작과정

표 1. Priority 와 AC의 mapping

	Priority	AC	
낮음 ↕	0	0	Best Effort
	1	0	
	2	0	
	3	1	
↕ 높음	4	2	Video Probe
	5	2	Video
	6	3	Voice
	7	3	

### III. WLAN IP Layer QoS 기술

IP 계층에서 QoS를 제공하기 위한 모델로 IntServ와 DiffServ가 제안되었다. IntServ는 IP가 제공하고 있는 BE서비스를 보완하기 위해서 가상의 경로를 설정하여 동일한 Flow에 대해서는 동일한 경로를 통하여 패킷이 목적지까지 전달되게 제안된 기술이다. 이때 가상의 경로를 설정하기 위해서 RSVP라는 시그널링 프로토콜을 사용한다. 망의 상황을 지속적으로 체크하여 가상의 경로를 설정하여 주는 프로토콜이다.

그러나 이 IntServ는 가상의 경로를 설정하기 위하여 많은 양의 패킷을 사용하기 때문에 이 기술 자체가 망에 부담을 주는 현상이 발생하였다. 그리하여 패킷을 단순히 그룹화 하여 그 그룹의 특성에 따라 망 안에서 알아서 처리하도록 하는 기술이 연구되었다.

이 DiffServ는 IPv4 헤더의 TOS(Type of Service)와

IPv6의 Traffic class를 이용하여 DSCP (DiffServ Code Point)를 정의하여 사용하고 있다. DSCP는 패킷의 군집에 대한 식별자로서의 역할을 하게 되고 이 DSCP에 따라서 각각의 패킷의 스케줄링이 달라지게 된다 [5].

DiffServ망은 그림 3에서 보는 바와 같이 DiffServ의 기능을 제공할 수 있는 DS도메인과 ISP(Internet Service Provider)로 구성된다. 이들 DS 도메인 사이에 edge 라우터가 존재한다. 이러한 DiffServ망의 역할은 DSCP에 따른 서비스 분류와 트래픽 조절 그리고 서비스 수준의 협약의 기능을 수행한다. 그리고 이 협약은 서비스 제공자와 사용자의 협약에 의해서 이루어지며 SLA(Service Level Agreement)를 토대로 서로에 의해 협약된 내용이어야 한다. Diffserv 도메인에서 사용되는 edge 라우터에서는 트래픽 조절의 기능을 수행한다. 또한 이렇게 협약된 서비스는 PHB라는 기술을 통해 패킷을 포워딩 하게 된다[6,7].

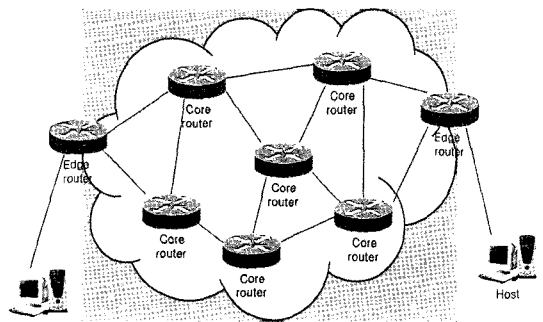


그림 3. DiffServ domain

그리고 이 PHB에는 EF PHB (Expedited forwarding PHB)와 AF PHB (Assured forwarding PHB)라는 두 가지가 표준화 되었다. EF PHB는 낮은 지연, 손실, 지터와 보장된 대역폭 그리고 DS 도메인을 통한 end-to-end 서비스를 받을 수 있는 PHB를 의미하며 AF PHB는 트래픽을 망의 혼잡 상황에서도 트래픽의 최소 전송 속도를 보장하며 각각의 DSCP에 따라서 그룹의 특성에 맞는 서비스를 제공해 주는 PHB이다[8,9].

#### IV. WLAN QoS 보장기술

현재 WLAN에는 IEEE 802.11의 DCF가 MAC 으로 사용되고 있다. 이 DCF는 Wireless 환경에서 유용하게 사용되지만 모든 패킷들을 동일하게 처리함으로써 각각의 트래픽의 특성을 살리지 못하는 단점을 가지고 있다. 그리하여 제안된 MAC 기술이 IEEE 802.11e의 EDCF이다. EDCF는 각각의 트래픽을 특성에 맞게 다양한 priority를 제공하기 때문에 효율적인 트래픽 관리가 가능하다.

그림 4,5에서는 각각 MAC layer를 DCF와 EDCF를 사용하였을 때의 priority에 따른 패킷 전송을 보여주고 있다. 그림 4에서는 기존의 DCF를 사용한 그림이며 모든 패킷을 동일하게 처리함으로써 어떠한 priority를 제공하지 못하는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 5의 EDCF를 사용하였을 때는 각각의 클래스에 따라 서로 다른 priority를 사용할 수 있으므로 해서 각각의 트래픽을 차별화 할 수 있음을 보여 주고 있다.

또한 IP layer와 MAC layer를 연동하여 End-to-End QoS를 보장하기 위해 IP layer에서는 DiffServ의 기술을 활용하고 MAC layer에서는 현재 많이 사용되고 있는 WLAN의 QoS를 제공하기 위한 기술인 EDCF의 메커니즘을 사용한다. OSI 7 layer의 측면을 고려하면 상위 layer로부터 받아들여지는 트래픽은 IP layer를 거쳐 Data Link layer를 거쳐 다시 Physical layer로 전송되게 된다. 이러한 측면에서 볼 때 동일한 트래픽을 그 트래픽에 합당한 처리를 해줌으로써 데이터의 전송율을 높일 수 있다고 판단된다. IP layer에서의 DiffServ와 MAC layer에서의 EDCF는 비슷하게 트래픽을 클래스라는 개념으로 묶어 비슷한 특성을 가지는 트래픽을 동일하게 처리하는 특성을 가지고 있다. 그리하여 동일한 특성을

가지는 트래픽을 IP layer와 MAC layer에서 두 번 처리해줌으로써 보다 효율적인 패킷 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

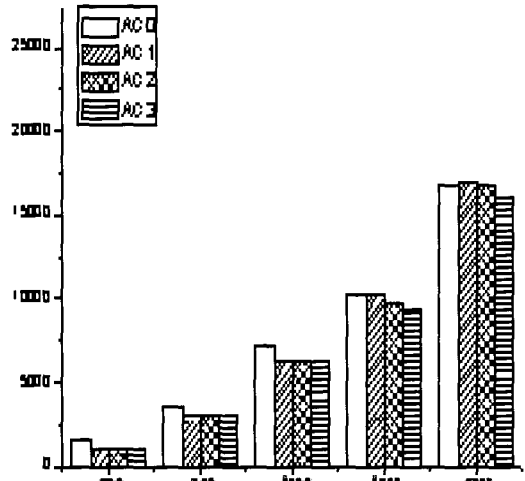


그림 4. DCF

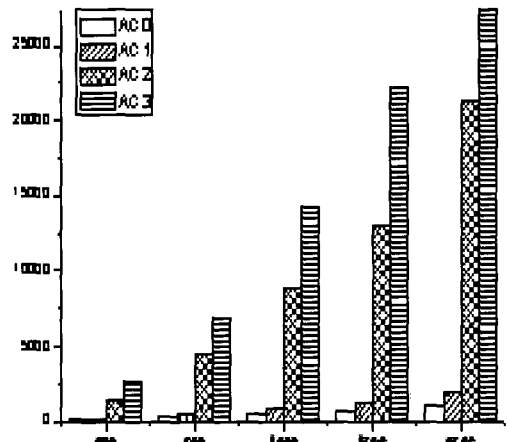


그림 5. EDCF

#### V. 결론

본 고에서는 현재 많이 상용화된 WLAN서비스에서 보다 사용자에게 만족할 만한 서비스가 가능한 QoS 보

장 기술에 대하여 설명하였다. WLAN의 End-to-End QoS를 제공하기 위해서 IP layer에서의 QoS제공 기술인 DiffServ 기술과 MAC에서의 QoS 기술인 IEEE802.11e EDCAF기술을 이용하여 각각의 트래픽 특성에 맞게 서로 다른 priority를 제공할 수 있다. 향후 WLAN 뿐만 아니라 다양한 시스템에서 QoS를 보장하기 위한 보다 다양한 연구가 이루어질 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE 802.11-1999E.
- [2] Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements-Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS). IEEE Std 802.11e/D3.0, May 2002.
- [3] IEEE Std. 802.11e/D8.0-2004, Draft Supplement to Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems-LAN/MAN Specific Requirements-Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), IEEE, 2004.
- [4] Dajiang He, C.Q. Shen, Simulation study of IEEE 802.11e EDCAF, IEEE Vehicular Technology Conference (VTC 2003-Spring), vol. 1, pp. 685-689, Apr. 2003.
- [5] K. Nichols, S. Blake, F. Baker and D. Black, Definition of the differentiated services field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 headers, IETF RFC 2474, Dec. 1998.
- [6] William Stallings, *High-Speed Networks and Internets*, 2nd ed., Prentice Hall, pp. 492-500. 2002,
- [7] Y. Bernet, *Networking Quality of Service and Windows Operating System*, New Riders, pp. 197-200, 2001.
- [8] V. Jacobson, K. Nichols and K. Poduri, An expedited forwarding PHB, IETF RFC 2598, Jun. 1999.
- [9] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss and J. Wroclawski, Assured forwarding PHB Group, IETF RFC 2597, Jun. 1999.

### 저자소개

#### 예 휘 진



2002년 한국항공대학교 항공통신정보공학과 졸업(공학사)  
2004년 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

2004년~현재 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

※관심 분야: system integration, 모바일 IP, QoS

#### 문 일 영



2000년 한국항공대학교 항공통신정보공학과 졸업(공학사)  
2002년 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 졸업(공학석사)

2005년 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학박사)

2004년~2005년 한국정보문화진흥원 선임연구원

2005년~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 전임강사

※관심 분야: 무선 인터넷 응용, 모바일 인터넷, 모바일 IP

#### 조 성 준



1969년 한국항공대학교 항공통신공학과 졸업(공학사)  
1975년 한양대학교 대학원(공학석사)  
1981년 오사카대학 대학원(공학박사)

1972년 8월~현재 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수

※관심 분야: 이동통신, 무선통신, 환경전자공학, 이동무선인터넷