

# 무선 랜 멀티미디어 서비스의 QoS 공정성 보장

## QoS Fairness in Multimedia Service using Wireless LAN

Hyunjoon Jin<sup>\*\*</sup>, Nho-kyung Park<sup>\*</sup>

진 현 준<sup>\*\*</sup>, 박 노 경<sup>\*</sup>

### Abstract

The IEEE 802.11e working group has announced a new distributed MAC(Medium Access Control) called EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) to provide service differentiation among classified traffics. In comparison with the 802.11 legacy MAC, the EDCA provides QoS mechanism by differentiated channel access which is called AC(Access Category) to the frames with different priorities. In multimedia applications, however, the EDCA has some difficulties to achieve QoS throughput because of using fixed AC parameters and never considers overall throughputs, i.e. fairness, for classified services. In this paper, AC parameter control technique is proposed to achieve overall QoS throughputs with differentiated services. The proposed technique controls AC parameters dynamically in real time. Simulation is used to verify the technique and the simulation shows that QoS fairness is improved by 13% in throughput deviation in multimedia environments including voice, video and data service.

### 요 약

IEEE 802.11 Working Group에서는 트래픽 클래스 별로 상이한 QoS(Quality of Service)를 제공하기 위하여 새로운 분산 MAC 방식인 EDCA를 제안하였다. 기존의 802.11 MAC 방식과 비교하여 EDCA는 QoS를 제공하기 위하여 AC(Access Category)라 불리는 차별화된 채널 액세스를 통하여 서로 다른 우선순위에 대해 서로 다른 서비스를 제공할 수 있도록 개선된 것이다. 그러나 멀티미디어 환경에서 EDCA는 각 트래픽 별로 항상 고정적인 AC 파라미터를 사용하여 상이한 서비스에 대한 전체적인 Throughput을 고려하지 않는다는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 제공되는 전체 서비스에 대한 QoS Throughput의 공정성을 보장하는 AC 파라미터 제어 기법을 제안한다. 제안한 기법은 실시간 환경에서 동적으로 파라미터를 제어하여 기대 Throughput을 유지하도록 한다. 시뮬레이션 결과 제안한 기법은 음성, 영상 및 데이터를 포함하는 멀티미디어 환경에서 Throughput의 편차가 개선되어 QoS의 공정성이 13% 향상됨을 확인할 수 있었다.

*Key words : 802.11e, EDCA, QoS, Fairness, Access Category*

## 1. 서론

\* 호서대학교 정보통신공학과

(Department of Information and Communication,  
Hoseo University)

\*\*교신저자(Corresponding author)

※ 감사의 글 (Acknowledgement)

이 논문은 2007년도 호서대학교의 재원으로 학술  
연구비 지원을 받아 수행된 연구임.

(과제번호 : 20080011)

네트워크 기술이 발달함에 따라 무선 LAN의 사용이 급증하고 있고 실시간 서비스를 필요로 하는 멀티미디어의 요구도 증가하고 있기 때문에 아직 전송 속도 면에서 불리한 무선 LAN에서의 QoS 문제가 중요시 되고 있다 [1][2].

IEEE 802.11 Working Group에서는 트래픽 클래스 별로 차별화된 QoS를 제공하기 위하여 기존의 IEEE 802.11 MAC을 개선하여 IEEE 802.11e MAC 프로토콜을 표준화 하였다.[3] IEEE 802.11e MAC 프로토콜에서

는 DCF(Distributed Coordination Function)를 기초로 하여 보다 개선된 방식인 EDCA(Enhanced Distributed

Channel Access)를 제안하였으며 이는 QoS를 제공하기 위하여 서로 다른 우선순위에 대하여 서로 다른 서비스를 제공할 수 있도록 개선한 것이다. 그러나 우선순위에 따라 다른 서비스를 제공하는 EDCA에도 제공되는 서비스의 실시간 특성을 고려하지 않고 항상 고정적인 AC 파라미터를 사용한다는 문제점을 가지고 있다.

비디오, 오디오, 그리고 데이터 서비스를 포함하는 멀티미디어 환경을 고려할 때 각 서비스 간에 요구하는 데이터 속도는 상당히 차이가 있다. 따라서 각 서비스의 요구 조건에 맞게 우선순위를 조정하게 되는데 일반적으로 VoIP와 같은 오디오 서비스가 가장 높은 우선순위를 갖게 되고 그 다음이 비디오 서비스, 그리고 데이터 서비스는 가장 낮은 우선순위를 가지게 된다. 왜냐하면 데이터 전송의 실패가 비디오 서비스나 데이터 서비스보다는 보이스와 같은 오디오 서비스에 치명적인 영향을 미치기 때문이다.

하지만 비디오 서비스가 가장 높은 데이터 전송률을 요구하기 때문에 다수의 비디오 노드가 경쟁하는 경우 각 비디오 노드는 같은 우선순위를 갖기 때문에 고정된 AC 파라미터를 사용한다면 Throughput이 상당히 감소하는 노드가 발생하게 된다.

이에 본 논문에서는 제공되는 서비스의 실시간적 특성을 고려하여 동적으로 AC 파라미터를 적용하여 전체적인 Throughput의 공정성을 확보하는 개선된 EDCA 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 임의의 노드가 요구되는 Throughput 이하로 떨어질 경우 실시간적으로 해당 노드의 우선순위를 올려주고 요구되는 Throughput을 일정시간동안 유지하는 경우 다시 우선순위를 원위치 시킨다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서 IEEE 802.11e의 MAC 프로토콜을 분석하고 EDCA를 소개하며 III장에서는 EDCA의 문제점을 분석한 후 AC 파라미터 제어 기법을 이용한 EDCA를 제안한다. IV장에서는 제안된 EDCA를 구현하고 V장에서 시뮬레이션을 통해 성능을 알아보고 VI장에서는 결론으로 본 논문의 끝을 맺는다.

## II. IEEE 802.11e MAC 프로토콜

### 1. IEEE 802.11e MAC 프로토콜의 개요

그림 1은 802.11 DCF 서비스와 함께 802.11 PCF와 802.11e HCF를 지원하는 Enhanced MAC 프로토콜의 구조를 보여준다. 802.11 DCF 전송 방식은 중앙 매체 접근을 제어하는 PCF 또는 HCF 전송 방식과 함께 동일한

BSS(Basic Service Set) 서비스를 지원한다.

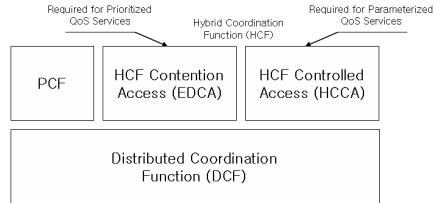


Fig. 1. 802.11e MAC Architecture

그림 1. 802.11e MAC 구조

특히 QBSS(QoS BSS)에 존재하는 HC(Hybrid Coordinator)는 CP(Contention Period) 동안에만 동작하는 DCF나 CFP(Contention Free Period) 동안에만 동작하는 PCF와 달리, 채널이 CP 서비스를 지원하는 동안에도 경쟁 기반인 EDCA와 Polling 기반의 HCCA의 동작을 모두 지원한다.

### 2. Enhanced Distribution Channel Access

EDCA는 실시간 서비스의 QoS를 지원하기 위해 기존의 DCF를 확장한 개념으로서 사용자의 우선순위를 가지는 프레임에 대해서 차별화된 매체 접근을 허용한다. 상위 계층으로부터 MAC 계층에 도착하는 각 프레임은 특정 사용자 우선순위 값을 지니게 되며, 각각의 QoS 데이터 프레임 MAC 헤더에는 사용자의 우선순위 값이 포함된다.

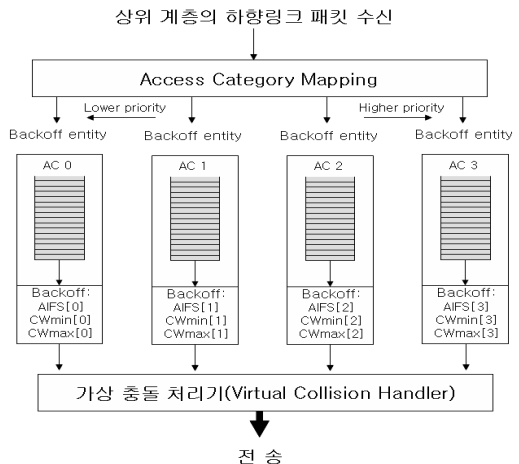


Fig. 2. Four Access Categories for EDCA station

그림 2. EDCA 스테이션의 4개의 Access Category

그림 2와 같이 우선순위를 포함하는 QoS 데이터 프레임

임의 전송을 위해 802.11e QoS 스테이션은 4개의 Access Categories(AC)로 구현되는데 MAC 계층에 도착하는 프레임의 사용자 우선순위는 데이터의 QoS 우선순위에 따라 규정된 UP(User Priority)에 의해 해당되는 AC로 할당된다. 모든 AC는 각각의 전송 큐와 AC 파라미터를 갖게 되는데, AC간 우선순위 차이는 서로 다르게 설정된 AC 파라미터로 구현되며, 우선순위에 관련된 AC 파라미터로는 CWmin[AC], CWmax[AC], AIFS[AC], BackoffTime[AC] 등이 있다. 각 AC에 따른 파라미터는 식 (1)과 식 (2)를 이용하며 다음과 같다.

$$AIFS[AC] = SIFS + AIFSN[AC] * SlotTime \quad (1)$$

AIFS[AC] : 0보다 큰 정수  
AIFS : Arbitration Inter-Frame Space

$$BackoffTime[AC] = Random[AC] * SlotTime \quad (2)$$

Random[AC] : [1, CW[AC]+1] 사이의 값  
CWmin[AC] ≤ CW[AC] ≤ CWmax[AC]

개별적인 AC에 대하여 채널 접근을 위한 타이머는 매체가 Busy에서 Idle로 상태가 전이되는 순간 각 트래픽의 우선순위에 따라서 결정된 AIFS[AC] 동안 채널이 Idle인지 기다리고, 채널이 Idle이면 백오프 과정을 수행한다.

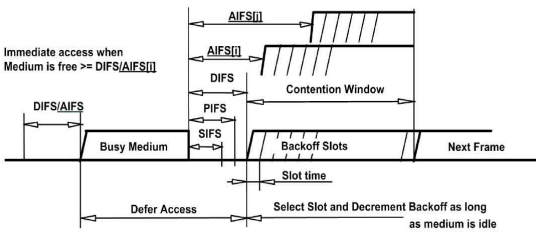


Fig. 3. Inter-Frame Space in EDCA Channel Access  
그림 3. EDCA 채널 접근 방식에서의 IFS

그림 3은 EDCA의 채널 접근 방식을 나타낸 것으로 DCF의 채널 접근 방식과 유사하다. 여기서 AIFS는 PIFS와 DIFS 보다 큰 값이어야 하는데, 이는 적어도 SIFS 시간보다 크게 설정해 ACK 프레임 등의 전송을 보호하기 위함이다. 기본적으로 AIFS[AC]와 CWmin[AC]의 값은 작을수록 높은 우선순위를 가지며, 이에 따라 채널 접근 지연이 짧아져 주어진 트래픽 환경에서 보다 많은 대역을 사용한다.

### III. AC 파라미터 제어 기법을 이용한 EDCA

## 제안

### 1. 기존 EDCA의 문제점

802.11e의 EDCA 프로토콜에서는 기존의 DIFS를 서비스 클래스 별로 나누어서 클래스에 따라 서로 다른 IFS를 사용함으로써 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽의 차별화를 가능하게 하였다. 그러나 경쟁을 기반으로 동작하는 채널 접근 방식인 EDCA는 같은 클래스 즉, 같은 AC에 속하는 노드들에 대해 공정성을 보장하지 못한다는 문제점을 가지고 있다. 802.11e의 스테이션은 4개의 AC로 구분되고 각각의 전송 큐와 AC 파라미터를 가지고 있지만 제공되는 서비스 트래픽의 환경이나 실시간인 특성을 고려하지 않고 항상 고정적인 AC 파라미터 값으로 고정적인 우선순위를 제공하게 된다. 만일 동일 AC에 속하는 스테이션 수가 증가하고 같은 종류의 트래픽을 전송한다면 스테이션은 동일한 우선순위를 제공하고 경쟁을 통해 채널에 접근하게 된다. 이 때문에 동일한 트래픽과 우선순위를 가지고 경쟁을 해도 동일한 서비스를 제공받지 못하는 경우가 발생한다. 이를 위해 요구하는 Throughput을 달성하지 못하는 스테이션에 대해 AC 파라미터를 가변적으로 변경하여 즉, 필요시만큼 우선순위를 높여준다면 전체적으로 동일한 우선순위 트래픽을 전송하는 스테이션들 사이에 공정성을 확보할 수 있게 된다.

### 2. AC 파라미터 제어 기법

앞에서 언급한 바와 같이 기존의 EDCA는 우선순위에 따라 정해진 트래픽에 대해 항상 고정적인 AC 파라미터 값을 갖게 되므로 매체 접속 경쟁에 있어 공정성을 보장할 수가 없다. 따라서 모든 노드들의 공정한 매체 접속이 가능하기 위해서는 동일한 우선순위 트래픽의 실시간 특성에 따라 동적으로 파라미터 값을 적용하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 매체 접속 경쟁에서의 공정성을 보장하기 위해 우선순위가 동일한 트래픽에 대해 High AC 파라미터 값을 동적으로 할당하는 AC 파라미터 제어 기법을 제안한다.

AC 파라미터 제어 기법은 전송되는 트래픽의 실시간 특성과 주변요인들을 고려하여 실시간적으로 AC 파라미터를 변경한다. AC 파라미터에서 AIFS[AC]는 채널 접근 간격으로 트래픽의 정해진 우선순위에 따라 AC 별로 다르게 설정되고 적용된다. AIFS[AC] 값이 작을수록 채널 접근 간격이 짧아져 큰 값의 AIFS[AC]를 갖는 노드보다 채널 접근 지연을 줄일 수 있다. 또한 CWmin[AC]와 CWmax[AC]는 BackoffTime[AC]을 결정하는 Random[AC]의 변화 값으로 CW 값이 작을수록 BackoffTime 값도 작아져 다른 노드들과의 경쟁에서 우위를 차지할 수 있다. 결국 AIFS[AC]와 CWmin[AC], CWmax[AC]의 값이 작을수록 동일한 AC의 트래픽보다

높은 우선순위를 갖게 되고 채널 접근 지연이 짧아져 동일 트래픽 보다 많은 대역을 사용할 수 있다. 따라서 제한한 EDCA에서는 일정 시간동안 손실이 발생된 노드의 공정성을 위하여 동일 트래픽보다 AC 파라미터 값이 작은 High AC 파라미터를 적용하여 해당 노드의 Throughput을 높여준다.

본 논문에서는 제한한 EDCA의 검증을 위해 표 1과 같은 High AC 파라미터를 제공한다. 이 High AC 파라미터 값은 전송되는 트래픽의 Throughput을 유지하고 모든 노드에게 공정성을 부여하기 위한 목적으로 트래픽의 실시간 특성을 고려하여 적용한다. 이때 트래픽의 Throughput을 유지하기 위한 Threshold 값은 트래픽의 특성을 고려하여 Voice 트래픽은 87Kbps, Video 트래픽은 1.8Mbps(2Mbps의 90%), Data 트래픽은 기존 EDCA에서 전송되는 Data 트래픽의 80%로 정하였다.

Table 1. High AC Parameters in the proposed EDCA  
 표 1. 제한한 EDCA의 High AC 파라미터

AC	AIFS	CW min	CW max	High AIFS	High CWmin	High CWmax
0 (Best Effort)	2	31	1023	1	31	1023
1 (Video Probe)	1	31	1023	1	15	31
2 (Video)	1	31	1023	1	15	31
3 (Voice)	1	15	31	1	7	15

정해진 Threshold 값을 유지하기 위하여 일정시간동안 전송되는 트래픽의 Throughput을 측정하여 Threshold 값 이하이면 High AC 파라미터를 적용한다. High AC 파라미터 적용 후의 Throughput이 일정시간 동안 Threshold 값을 유지하면 기존 AC 파라미터로 변경하고 유지하지 못하면 계속적으로 High AC 파라미터를 유지한다.

AC 파라미터 제어 기법을 이용한 EDCA는 이와 같은 방법으로 동작되며 그림 4는 제한한 EDCA의 동작 순서도를 나타내었다. 트래픽 전송 중 충돌이 발생되거나 경쟁에 실패한 노드의 Throughput은 동일한 우선순위의 트래픽보다 낮아지게 된다. 이렇듯 제한한 EDCA는 트래픽의 Throughput에 대한 변화가 생겼을 때 그 변화에 따라 AC 파라미터 제어 기법을 이용하여 동일한 우선순위 트래픽보다 Throughput을 높여주고 어느 특정한 스테이션이 채널을 독점하는 경우에 대해 기아상태에 빠지게 되는 다른 스테이션에게 공정성을 부여하여 전체적으로 QoS

를 보장할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 AC 파라미터 제어 기법은 데이터 트래픽이나 voice 트래픽에는 효과적이 아닐 수 있다. 왜냐하면 데이터 트래픽은 실시간 특성이 약하고 voice는 트래픽 양도 적고 항상 최우선순위를 가지며 통신을 하기 때문에 일정한 Throughput은 유지할 수 있다. 하지만 비디오 스테이션이 많은 경우 요구되는 트래픽 용량이 상당히 크므로 서로 경쟁 관계에 있을 때 일정한 Throughput을 유지하기 어려운 스테이션이 발생할 것이다. 이와 같은 경우 한 두 스테이션의 Throughput 희생보다는 전체적으로 일정한 Throughput을 유지하는 것이 비디오 전송 특성상 더 적절할 것이다. 왜냐하면 비디오의 경우 약간의 품질 저하는 아주 치명적이지 않기 때문이다.

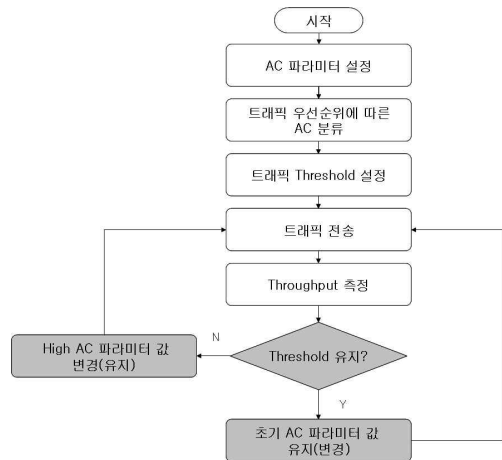


Fig. 4. Procedure of the proposed EDCA  
 그림 4. 제한한 EDCA의 동작과정

#### IV. 제한한 EDCA의 구현

본 논문에서 제안한 공정성 보장을 위한 EDCA 프로토콜을 평가하기 위하여 Linux 환경에서 네트워크 시뮬레이터인 NS2 2.26[4][5]의 802.11e MAC 부분의 EDCA와 이를 수정하여 제한한 EDCA를 각각 구현하였다. 수정된 MAC 소스는 TNG(Telecommunication Networks Group)[6]에서 제공한 소스를 사용하였다. EDCA의 구현을 위해 수정된 파일은 표 2와 같다.

Table 2. Modified files for Implementation of EDCA  
 표 2. 802.11e EDCA 구현을 위해 수정된 파일

파일 이름	기능
mac-802_11e.{h.cc}	802.11e MAC 구현
mac-timers_802_11e.{h.cc}	AIFS, Backoff timer
priority.tcl, priq.{h.cc}	우선순위 큐잉모델
ns-mobilenode_802_11e.tcl	802.11e 노드 설정
d-tail.{h.cc}	각 AC drop tail 큐

트래픽의 Throughput threshold 값은 트래픽의 종류와 실시간 특성에 맞게 최대 값의 80%로 정하였으며 각 스테이션의 Throughput 값에 따라 AIFS[AC]와 BackoffTime[AC]가 동적으로 정해진다. 그림 5는 동적으로 AC 파라미터를 적용하기 위해 mac-802\_11e.cc에서 Tcl script 명령어를 적용하여 AC 파라미터를 변경한 내용을 나타낸다.

```
//Threshold 이하의 Throughput일 경우
// High AC 파라미터 적용의 예
// 1번 오디오 트래픽 전송 노드의 High AC 파라미터 적용
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(0) set Prio 1 CW_MIN 7\"");
tcl.eval();
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(0) set Prio 1 CW_MAX 15\"");
tcl.eval();
// 2번 비디오 트래픽 전송 노드의 High AC 파라미터 적용
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(1) set Prio 2 CW_MIN 15\"");
tcl.eval();
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(1) set Prio 2 CW_MAX 31\"");
tcl.eval();
:
//Threshold 이상의 Throughput일 경우
//초기 AC 파라미터 적용의 예
// 1번 오디오 트래픽 전송 노드의 초기 AC 파라미터 적용
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(0) set Prio 1 CW_MIN 15\"");
tcl.eval();
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(0) set Prio 1 CW_MAX 31\"");
tcl.eval();
// 2번 비디오 트래픽 전송 노드의 초기 AC 파라미터 적용
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(1) set Prio 2 CW_MIN 31\"");
tcl.eval();
sprintf(tcl.buffer(),"$ns at \"$Supd(1) set Prio 2 CW_MAX1023\"");
tcl.eval();
:
```

Fig. 5. Dynamic Application of AC Parameters  
그림 5. 동적 AC 파라미터의 적용

## V. 시뮬레이션 결과 및 분석

### 1. 시뮬레이션

제안한 EDCA의 성능을 분석하기 위하여 NS2 틀을 이용하여 구현한 EDCA 시뮬레이션을 수행하였다. 실험을 위한 네트워크는 3개의 유선 노드와 1개의 AP, 12개의 무선 노드로 구성되는 모델을 적용하였으며 그림 6은

NS2의 애니메이션 틀인 NAM을 이용한 캡처 화면을 보여주고 있다.

실험 방법은 총 200초의 시간동안 12개의 무선 노드에서 유선 노드로 데이터를 전송하는데 3개의 트래픽(Voice, Video, Data)을 1 세트로 하여 0, 30, 60, 90초에 한 번씩 트래픽 세트가 추가되면서 노드 수를 증가시킨다. Voice 트래픽은 88Kbps, 비디오 트래픽은 2Mbps, Data 트래픽은 Best-effort 방식을 사용하며 1, 4, 7, 10번 노드는 Voice 트래픽을, 2, 5, 8, 11번 노드는 비디오 트래픽을, 3, 6, 9, 12번 노드는 데이터 트래픽을 각각 전송한다.

이와 같은 방법으로 각 노드의 Throughput을 실시간으로 측정하면서 만일 Throughput이 정해진 값 이하로 떨어지게 되면 해당 노드의 우선순위를 상향시키고 일정시간 동안 Throughput이 유지되면 다시 우선순위를 원래 값으로 복원시키는 과정을 반복하면서 전체적인 Throughput 변화를 측정하였다.

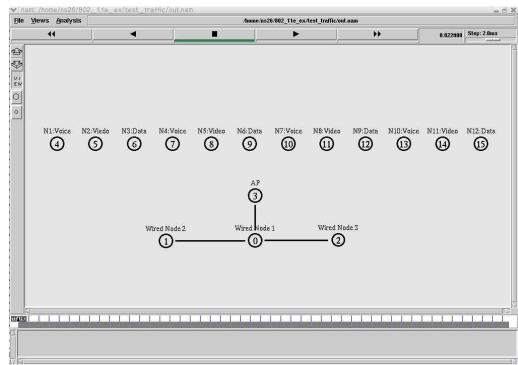


Fig. 6. Simulation Model  
그림 6. 시뮬레이션 모델

### 2. 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 EDCA의 성능을 검증하기 위하여 기존 EDCA와 비교 실험하였다. 그림 7과 그림 8은 기존 EDCA와 제안한 EDCA의 Throughput을 측정하여 나타낸 그래프로 총 200초의 전송 시간 중에 시간 단위별로 전송되는 모든 노드의 Throughput을 트래픽의 종류별로 나타낸 것이다. 결과 그래프에서 보여지 듯 기존 EDCA 방식에서는 트래픽이 추가되고 전송이 활발해지기 시작하는 약 60초 정도에서의 트래픽 손실과 모든 노드가 전송을 하는 90초 이후에서의 Throughput 감소 현상이 발생되었었다. 그러나 제안한 EDCA 실험에서는 트래픽의 급격한 손실이 줄어들고 전체적인 Throughput의 편차가 감소하여 전체적으로 노드들의 공정성이 확보되면서 안정적으로 전송됨을 확인할 수 있었다.

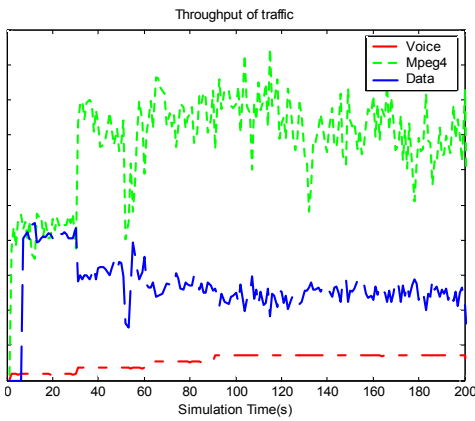


Fig. 7. EDCA throughput of 802.11e  
 그림 7. 기존 802.11e 의 EDCA throughput

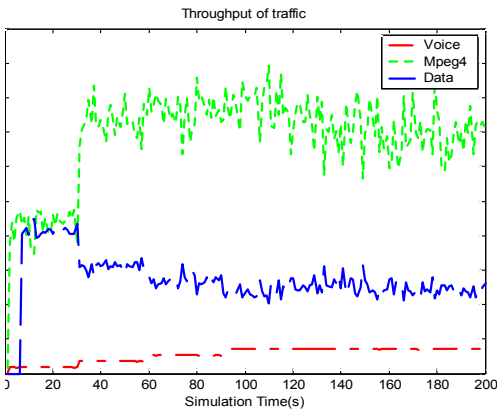


Fig. 8. Proposed EDCA throughput  
 그림 8. 제안한 EDCA throughput

그림 9는 throughput의 증가량을 나타낸 그래프로 1, 2, 3번 노드는 총 200초 동안, 4, 5, 6번 노드는 총 170초 동안, 7, 8, 9번 노드는 총 140초 동안, 10, 11, 12번 노드는 총 110초 동안 각 트래픽을 전송하며 이들 시간동안 각 전송노드에서 전송되는 트래픽의 Throughput을 측정하여 평균값을 구하고 기존의 EDCA와 비교하여 증가량을 시간대별로 나타내었다. 제안한 EDCA의 기법은 노드가 추가되어 트래픽 전송이 활발해 짐에 따라 적용되어 보다 우수한 Throughput을 얻을 수 있었고 많은 데이터 양을 전송하는 비디오 트래픽이 가장 민감하게 반응하였다. 비디오 트래픽에 대한 Throughput의 증가는 우선순위 조정에 의하여 트래픽의 손실이 줄어들었음을 나타내는 것이다.

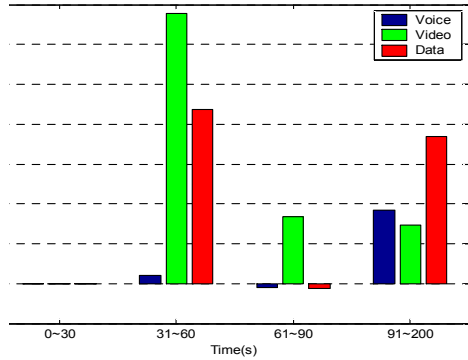


Fig. 9. Throughput variation in Time  
 그림 9. 시간에 따른 Throughput의 변화량

그림 10은 전송되는 총 시뮬레이션 시간동안 각 트래픽 별로 Throughput의 증가량을 나타낸 것이다. 각 트래픽의 Throughput의 총 평균은 기존 EDCA 보다 높은 결과를 나타내었다. 이에 따라 전송되는 총 시간동안 전체 트래픽의 Throughput은 약 3% 정도의 증가를 보였다.

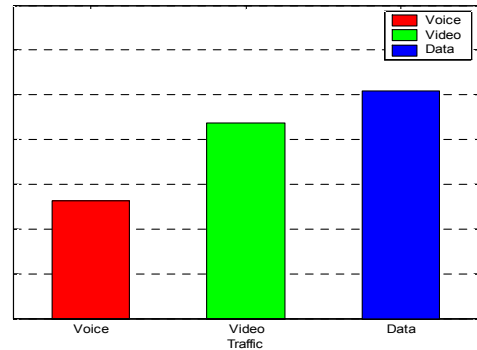


Fig. 10. Increment rate of Throughput for each traffic  
 그림 10. 트래픽에 따른 Throughput의 증가량

그림 11과 12는 기존의 EDCA 방식과 제안한 EDCA 방식에 대하여 전체 Throughput의 시간에 따른 표준편차를 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 제안한 방식에서의 Throughput 편차가 기존 방식에 비해 감소하였음을 확인할 수 있다. Voice와 Data 트래픽의 경우 큰 변화는 없었으나 데이터 전송량이 가장 많은 Video 트래픽의 경우 표 3에서와 같이 편차가 13% 정도 감소하여 안정적인 Throughput의 제공이 이루어졌음을 확인할 수 있다.

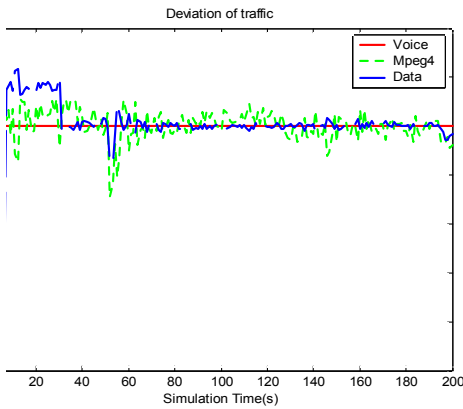


Fig. 11. Throughput Deviation of original EDCA  
 그림 11. 기존 EDCA의 Throughput 편차

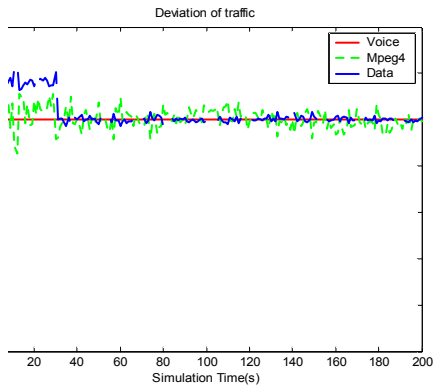


Fig. 12. Throughput Deviation of the Proposed EDCA  
 그림 12. 제안한 EDCA의 Throughput 편차

Table 3. 트래픽별 Throughput의 편차  
 표 3. Deviation of Throughput for each traffic.

Traffic	기존 EDCA	제안한 EDCA
Voice	0.0057	0.0057
Video	0.20643	0.17956
Data	0.32609	0.32263

## VI. 결론

본 논문에서는 Voice, Video 및 Data 트래픽을 포함

하는 멀티미디어 통신 환경에서 전체 시스템이 QoS 공평성을 확보하기 위하여 고정적인 AC 파라미터를 사용하는 대신 트래픽의 실시간 특성을 고려하여 AC 파라미터를 동적으로 제어하는 EDCA 방식을 제안하였다. 제안한 방식은 NS2를 이용하여 무선 랜의 802.11e 규격을 수정하여 구현하였으며 시뮬레이션을 통하여 제안한 방식의 성능을 평가하였다.

기존의 EDCA 방식은 서로 다른 서비스별로 QoS를 제공하지만 동일한 서비스를 제공하는 트래픽에 대하여는 일정한 QoS를 제공하는 데 문제가 발생되었다. 그러나 제안한 EDCA의 알고리즘은 트래픽의 실시간 특성을 고려하기 때문에 전송 손실이 발생하는 노드의 AC 파라미터를 변경하여 동일 트래픽을 전송하는 노드보다 채널 경쟁에서 보다 우위를 가져 전송 손실을 감소하고 이에 따른 전송 증가를 보장하여 Throughput을 높이고 안정적으로 유지한다는 것을 확인할 수 있었다. 시뮬레이션을 통하여 전체 시스템의 성능은 3%정도 개선되었으나 트래픽 전송의 안정성은 Video 트래픽의 경우 성능 편차가 13% 정도 개선되었음을 확인하였다.

향후 HD TV와 같은 대용량 전송을 포함하는 멀티미디어 환경에서의 QoS 보장을 위한 파라미터들에 대한 연구가 필요할 것이며 노드 수의 증가나 트래픽 종류의 변화에 따른 QoS의 제공에 영향을 미치는 파라미터들과 이들의 최적 값을 찾는 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Quang Ni, et al., "Issues and Enhancements for IEEE 802.11 Wireless LAN," INRIA Tech. Report, No.4612, Nov. 2002.
- [2] Stefan Mangold, et al., "IEEE 802.11e Wireless LAN for Quality of Service", Proc. European Wireless '02, Florence, Italy, Feb. 2002.
- [3] IEEE 802.11e/D4.3, "Draft Supplement to Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems Part II: Wireless Medium Access Control(MAC) and physical layer(PHY) specifications: Medium Access Control(MAC) Enhancements for Quality of Service(QoS)", May. 2003.
- [4] The Network Simulator - NS2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
- [5] Kevin Fall and Kannan Veradhan,, "The ns Manual", <http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/index.html>.
- [6] Sven Wietholter and Christian Hoene, "Design

and Verification of an IEEE 802.11e EDCF Simulation Model in ns-2.26," TKN Tech. Report TKN-03-19, Berlin, Nov. 2003.

[7] Dijing He and Charles Q. Shen, "Simulation Study of IEEE 802.11e EDCF" Vehicular Technology Conference, 2003.

[8] Deyun Gao, et al., "MPEG-4 Video Streaming Quality Evaluation in IEEE 802.11e WLAN," IEEE International Conference on Image Processing, pp197-200, 2005.

## 저 자 소 개

### 진 현 준 (정회원)



1984년 : 고려대학교 전자공학과  
졸업(공학사)

1986년 : 고려대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)

1998년 : 미국 리하이대학교  
전산학과(공학박사)

1986년 ~ 1991년 : 삼성전자

시스템개발실

1998년 ~ 현재 : 호서대학교 정보통신공학과 부교수  
<주관심분야> 시스템 소프트웨어, 멀티미디어 통신

### 박 노 경 (정회원)



1984년 : 고려대학교 전자공학과  
졸업(공학사)

1986년 : 고려대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)

1990년 : 고려대학교 대학원  
전자공학과(공학박사)

1999년 ~ 2000년 : 미국 오레곤

주립대학 연구교수

1989년 ~ 현재 : 호서대학교 정보통신공학과 교수  
<주관심분야> IPTV, ASIC 디자인, SoC