

IEEE 802.11e 기반 멀티미디어 네트워크를 위한 MAC 매개 변수 최적화 방법

성민영^{1*}

A MAC Parameter Optimization Scheme for IEEE 802.11e-based Multimedia Networks

Sung Min Young^{1*}

요 약 EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)는 무선 로컬 네트워크에서 QoS를 지원하기 위해 IEEE 802.11e 표준에서 채택한 채널 접근 방법이다. EDCA는 트래픽을 몇 개의 범주로 분류하고 각 범주마다 채널 접근 매개변수 값을 달리 갖도록 하여 서비스 차등화를 제공한다. 본 논문에서는 비실시간 트래픽에 대해서는 처리량 (throughput)을 최대화하면서 실시간 트래픽에 대해서는 지연 및 처리량 제약조건을 만족시키도록 EDCA 매개변수를 트래픽 환경에 동적으로 적응시키는 기법을 제안한다. 이를 위해, 먼저 EDCA 매개 변수 값의 조합이 갖는 공간을 효율적으로 탐색하는 설계 단계 알고리즘을 개발한다. 그리고 이 알고리즘을 이용하여 각 예상되는 트래픽 환경에 대해 지연-처리량 이득/손실에 대한 파레토 커브 (Pareto curve)를 유도한다. 이 파레토 데이터베이스는 트래픽 환경 및 관리 정책에 따라, 최적으로 매개변수를 조절하는데 사용될 수 있다. 시뮬레이션에 따르면, 표준에서 제시된 매개변수 값을 이용하는 경우에 비해서, 제안된 방법이 실시간 트래픽의 지연 및 처리량 보장에 탁월한 성능을 보이며 비실시간 트래픽의 처리량을 평균적으로 12% 증가시키는 것으로 나타났다.

Abstract Enhanced Distributed Channel Access (EDCA) is a channel access scheme adopted by the IEEE 802.11e draft standard for QoS-enabled wireless local area networks. It classifies traffic into separate Access Categories (ACs) and achieves service differentiation by allowing each AC to have its own values of channel access parameters. This paper proposes a scheme to dynamically adapt the EDCA parameters to traffic environment so that they both maximize the throughput of non real-time traffics and meet the delay and throughput constraints of real-time traffics. For this purpose, we develop a design algorithm for efficient exploration of the EDCA parameter space. Using the algorithm, we derive a Pareto curve for delay-throughput trade-off in each anticipated traffic environment. The Pareto database can then be used to optimally adjust the parameter according to the traffic environment and administrative policies. Simulation results show that compared with the default parameter configuration, the proposed scheme is better for delay, throughput guarantee and can improve the throughput of non real-time traffics by 12% on average.

Key Words : IEEE 802.11e, EDCA, QoS, parameter optimization

1. 서론

IEEE 802.11e는 QoS 개선을 위해 IEEE 802.11를 보조하는 표준이다[1,2,3]. IEEE 802.11은 이제 사무실, 가정, 공공 인구 밀집 지역 등에서 무선 다중 액세스 네트워크로 널리 사용되고 있다. 최근

VoIP, 비디오 스트리밍, 텔레콘퍼런스, 양방향 게임 등과 같은 멀티미디어 서비스가 인기를 얻게 됨에 따라 WLAN (Wireless Local Area Network)에서의 QoS 지원에 대한 요구가 급속히 커지고 있다. IEEE 802.11e는 QoS 기능을 802.11 WLAN 표준에 포함시키려는 노력의 결과이다.

802.11e MAC 프로토콜은 HCF (Hybrid Coordination Function)이라고 불린다. HCF는 EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)라 불리는 충돌 기반 채널 액세스

¹상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

*교신저자: 성민영(mysung@smu.ac.kr)

세스 기법과 HCCA (HCF Controlled Channel Access)라 불리는 폴링 기반 채널 액세스 기법을 결합한 것이다. 관련 연구에 따르면 스테이션의 개수가 늘어남에 따라 충돌 확률이 증가하여 EDCA의 성능이 감소하는 경우에도 HCCA는 보장된 처리량을 제공하는 것으로 알려져 있다 [4,5,6]. 하지만, HCCA에서는 AP (Access Point)에 의해 상태가 유지되어야 하며 이는 필연적으로 구현 및 관리상의 복잡성을 가져온다. 반면, EDCA는 그 전신인 DCF (Distributed Coordination Function)와 마찬가지로 채널 액세스에 있어서 분산 메커니즘을 갖고 있어 단순하며 확장성이 높다. 이는 IEEE 802.11 표준의 광범위한 확산의 한 요인이기도 하다. 이러한 측면에서, 본 논문은 EDCA를 분석 대상으로 선택하여 개선 알고리즘을 개발하였다.

본 논문은 EDCA-기반 멀티미디어 WLAN을 개선하기 위한 MAC 매개 변수 최적화 기법을 제안한다. 이를 위해, EDCA 매개 변수 공간을 효율적으로 탐색하기 위한 설계 단계 알고리즘을 개발하고 서로 다른 트래픽 클래스간의 성능 이득-손실을 규정하는 파레토 커브를 유도한다. 이 파레토 데이터베이스는 비실시간 (NRT; Non Real-Time) 트래픽은 최대의 처리량을 갖도록 하면서 실시간(RT; Real-Time) 트래픽에 대해서는 보장된 성능을 제공하도록 MAC 매개 변수를 런타임에 제어하는 것을 가능하게 한다. 실험을 통해, 제안된 방법이 고정된 기본 매개 변수 구성을 이용하는 방법에 비해 높은 성능을 가지는 것을 보인다. 본 논문에서 제안하는 방법과 EDCA는 비교적 작은 수의 스테이션들을 갖고 제한된 관리를 요구하는 멀티미디어 네트워크에서 QoS를 보장하는 매력적인 방법을 제공할 수 있다는데 그 의의가 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 EDCA 매개 변수의 제어에 관한 기존 연구들을 살펴보고 본 논문에서 제시하는 기법과의 차이점을 논한다. 3절에서는 EDCA 프로토콜 표준에 대해 설명한다. 4절에서는 본 논문에서 제안하는 설계 단계 알고리즘과 런타임 메커니즘을 기술한다. 5절에서는 제안된 기법의 성능 평가 결과를 제시하고 마지막으로 6절에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

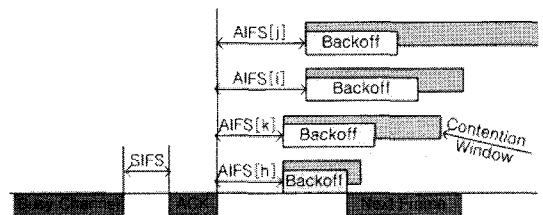
IEEE 802.11e 프로토콜의 성능은 활발히 연구된 것에 반해[7,8,9], EDCA 매개 변수의 런타임 최적화에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않았다. Xiao 외[10]는 실시간 트래픽에 대한 QoS 조건을 만족시키기 위해 비실시간 트래픽의 매개 변수를 조정하는 피드백 제어 기법을 제안

하였다. 시뮬레이션을 통해 CWmin 만을 조절하는 것으로도 충분하며 CWmax와 AIFS의 조정은 효율적이지 못하다고 주장하고 있다. Pattara- Atikom 외[11] 또한 처리량 보장을 위한 MAC 매개 변수의 동적 조정을 연구했다. 핵심 아이디어는 contention window 계산에 다른 알고리즘을 사용하여 결정적(deterministic) 특성을 갖도록 하는 것이다. Zhang 외[12]는 실시간 트래픽의 패킷 지연 및 손실을 감지하여 이를 기반으로 채널 액세스 매개 변수를 제어하는 것을 제안하였다.

위의 모든 연구들이 피드백 기반의 제어 방식을 사용하고 있다는 점에서 주목할 만하다. 런타임 환경을 모니터링하고 이에 따라 매개 변수를 조절하려고 한다. 하지만, 이전의 여러 연구에서 지적되었듯이 매개 변수 최적화는 매우 어려운 문제이다. 또한, 제안된 기법에서 계산한 매개 변수들이 QoS 및 채널 활용률 측면에서 최적인지도 명확하지 않다. 본 논문은 설계 단계에서 최적의 구성을 파악하고 이를 사용한다는 점에서 기존 연구와 크게 다르다고 할 수 있다.

3. IEEE 802.11e EDCA 프로토콜

본 절에서는 IEEE 802.11e EDCA 액세스 방법에 대해 요약적으로 설명한다.



[그림 1] EDCA 메커니즘

EDCA는 CSMA/CA 프로토콜에 기반한다 (그림 1 참조). 각 스테이션은 채널을 센싱하고, 만약 AIFS (Arbitrary Inter-Frame Space) 시간 간격 동안 채널이 유힬상태이면 패킷을 전송할 수 있다. 만약 채널이 사용중 상태이면 스테이션은 백오프(backoff)에 들어간다. 여기서, 스테이션은 0부터 CW (Contention Window) 사이의 uniform 분포를 갖는 백오프 간격을 선택한다. CW는 처음에 CWmin으로 설정되고 전송이 실패할 때마다 두배가 된다. CW는 최대 CWmax까지 증가한다. CW는 전송에 성공하거나 재전송 카운트가 제한값에 도달하면 CWmin값으로 리셋된다. 백오프 카운터는 AIFS 동안 채

널이 유희 상태인 것을 감지한 후, 매 유희 슬롯마다 하나씩 감소하며 백오프 카운터가 0에 도달하면 패킷을 전송할 수 있다.

EDCA에서의 서비스 차등화는 매체 접근 매개 변수의 값을 달리하여 실현될 수 있다. IEEE 802.11e는 트래픽을 4개의 범주 (AC; Access Categories)로 분류하고 각 범주마다 고유의 MAC 매개변수값 즉, AIFS, CW_{min}, CW_{max} 값을 갖는 것을 허용한다. 4개의 AC에는 voice (AC_VO), video (AC_VI), best-effort (AC_BE), background (AC_BK) 등이 포함된다. MAC 매개 변수값을 신중하게 설계함으로써 실시간 트래픽에 대한 처리량 및 지연 보장을 제공하는 것이 가능하다.

IEEE 802.11e 규정은 매개 변수의 값을 동적으로 변경하는 것을 허용한다. 이 정보는 AP에 의해 발생되어 비콘 프레임 (beacon frame)을 통해 주기적으로 전달된다. 이는 런타임 환경에 따른 매개 변수 값의 최적화를 허용한다. 그러나, IEEE 802.11e 규정은 매개 변수 값 최적화를 다루고 있지 않고 다만 기본 권장값을 제공하고 있을 뿐이다. 하지만 이 값은 채널을 효율적으로 사용하지 못하거나 실시간 트래픽의 조건을 만족시키지 못할 수 있다[5,6].

4. EDCA 매개 변수 최적화

본 논문에서 제안하는 기법은 최적의 매개변수값을 결정하여 데이터베이스를 구성하는 설계단계 알고리즘과 이를 이용하는 런타임 메커니즘으로 구분하여 기술될 수 있다. 4.1 ~ 4.3 절은 설계 단계 알고리즘을, 4.4 절은 런타임 메커니즘을 설명한다.

4.1 트래픽 모델

본 논문에서 제안하는 방법은 설계시에 EDCA 매개변수 구성에 따른 성능을 측정하기 위해 시뮬레이션을 실시한다. 이 결과를 이용하여 예상되는 전체 런타임 환경에서의 AC들간의 성능 이득-손실에 대한 파레토 커브를 유도한다.

본 논문에서는 두개의 트래픽 클래스를 가정한다. 즉, RT와 NRT가 그것인데, 이 분류에 따르면 AC_VO와 AC_VI는 RT 클래스에 속하며 AC_BE와 AC_BK는 NRT 클래스에 속하게 된다. 하지만, AC_VO와 AC_VI가 데이터량 및 성능 제약 조건 면에서 서로 큰 차이를 가지므로 실제에 있어서는 이들은 서로 다른 클래스로 다루어야 한다. 이 두개의 클래스에 대한 가정은 제안된 기법을 기

술하기 위한 편의에 따른 것으로서 본 기법은 세 개 이상의 클래스에 대해서도 쉽게 확장될 수 있다. 런타임 트래픽 환경 T는 $T(n^{RT}, n^{NRT}, I^{RT})$ 로 모델링될 수 있다. n^{RT} , n^{NRT} 는 각각 RT, NRT 스테이션의 개수를 뜻하고, I^{RT} 는 RT 스테이션들에 의한 전체 부하(load)를 Mbps단위로 표현한 것이다.

제안된 기법의 성능을 평가하기 위해, RT 클래스에 대해서는 평균 패킷 지연 (mean packet delay)을, NRT 클래스에 대해서는 최대 처리량을 성능 척도로 사용하였다. 패킷 지연이란 패킷이 송신자의 대기큐에서 수신자까지 전달되는데 걸리는 시간으로 정의된다. 시뮬레이션에서는 에러가 없는 이상적인 채널을 가정하며, RT 송신자측에서 버퍼 오버플로우를 야기하는 매개 변수 구성은 제외하도록 한다. 따라서, 패킷 지연은 RT 클래스의 요구 조건을 잘 표현한다고 할 수 있다. NRT 클래스의 최대 처리량은 시뮬레이션이 진행되는 동안 NRT 대기큐가 항상 채워져 있도록 유지함으로써 측정할 수 있다.

4.2 EDCA 매개 변수 공간 축소

EDCA 매개변수 구성 C를 다음과 같이 정의한다.

$$C(AIFSN[RT], AIFSN[NRT], ECWmin[RT], ECWmin[NRT], ECWmax[RT], ECWmax[NRT]),$$

이때, AIFS, CW_{min}, CW_{max}은 다음과 같이 계산된다.

$$AIFS = SIFS + AIFSN \times slot_time,$$

$$CWmin = 2^{ECWmin} - 1,$$

$$CWmax = 2^{ECWmax} - 1.$$

즉, 구성 C는 RT, NRT 클래스 각각에 대한 매개 변수 값들의 조합을 뜻한다. 각 AC마다 고유의 매개변수 값을 가질 수 있으므로 전체 매개변수 공간은 방대하다. 따라서, 전체 공간을 모두 탐색하는 것은 시간 및 비용의 관점에서 비효율적이다. 이러한 관점에서 탐색 공간을 축소하기 위한 방법을 제안한다. 한가지 분명한 점은 만약 특정 매개변수 구성에 대한 시뮬레이션 결과, 이 구성이 RT 클래스의 요구조건을 만족시키지 못하는 것으로 나타났다면, RT 클래스 성능이 이보다 더 저하될 것으로 예상되는 구성에 대한 시뮬레이션 실험은 실시하지 않아도 된다. 많은 탐색 공간 축소 기법이 이 사실에 기반하고 있으며, 본 논문에서는 몇 가지 대표적인 기법을 소개한다.

Heuristic 1. IEEE 802.11e 규정에 따라 다음과 같은 조건식을 만족해야 한다:

$$AIFSN[RT] \leq AIFSN[NRT],$$

$$ECWmin[RT] \leq ECWmin[NRT],$$

$$ECW_{max}[RT] \leq ECW_{max}[NRT],$$

$$ECW_{min} \leq ECW_{max}.$$

Heuristic 2. 모든 파레토 포인트들에 대해 AIFSN [RT] 값은 2이다. 이 값은 AIFSN에 허용된 최소의 값이다. 직감적으로, 작은 AIFS 값을 가질수록 채널 액세스 시간이 감소하여 더 높은 성능을 갖게 되므로 이것은 사실이다.

Heuristic 3. 만약 특정 값의 AIFSN [NRT]을 갖는 매개변수 구성이 RT 클래스의 처리량 요구조건을 만족하지 못한다면, 이 보다 작은 값의 AIFSN [NRT]를 갖는 매개변수 구성에 대한 실험은 실시하지 않아도 된다.

Heuristic 4. RT (혹은 NRT) 스테이션들만으로 구성되는 트래픽 환경에 대해서는, NRT (혹은 RT) 클래스에 대한 매개 변수 값을 변경하면서 실험할 필요는 없다.

이러한 heuristic을 고려하여, 시뮬레이션을 위한 배치 프로시저를 구성하였으며, 3.3절에 기술된 것처럼 시뮬레이션 실시 회수를 감소시키는데 매우 효과적인 것으로 나타났다.

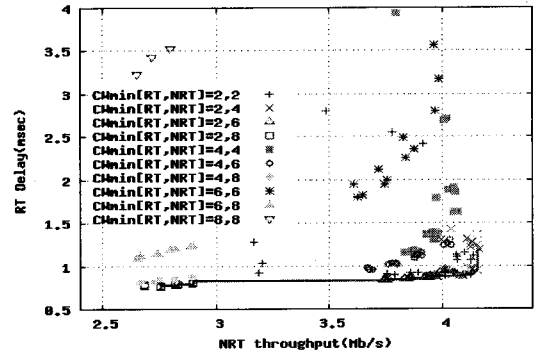
4.3 파레토 커브

본 논문에서는 시뮬레이션을 위해 NS2 802.11e 모델 [6]을 사용하였다. 표 1은 802.11e와 트래픽 환경을 위한 실험 구성을 보인 것이다. PHY 데이터 전송률은 11 Mbps으로 고정되어 있으며, 에러가 없는 이상적인 채널을 가정하였다. 따라서, 시뮬레이션 결과는 주어진 매개 변수 및 트래픽 환경에 대해 얻을 수 있는 최상의 성능을 나타낸다. AP는 1개이며, 실시간 스테이션의 개수 n^{RT} 와 비실시간 스테이션의 개수 n^{NRT} 값에 따라 총 노드의 개수를 변경하면서 실험이 이루어졌다. Heuristic 1의 매개 변수들간의 관계만 고려하면 필요한 시뮬레이션 횟수는 62,500회에 달한다. 하지만, 제안된 공간 축소 기법을 이용함으로써 19,659회의 시뮬레이션만으로 파레토 커브를 얻을 수 있었다. 이는 시뮬레이션 비용 측면에서 69%의 개선에 해당한다.

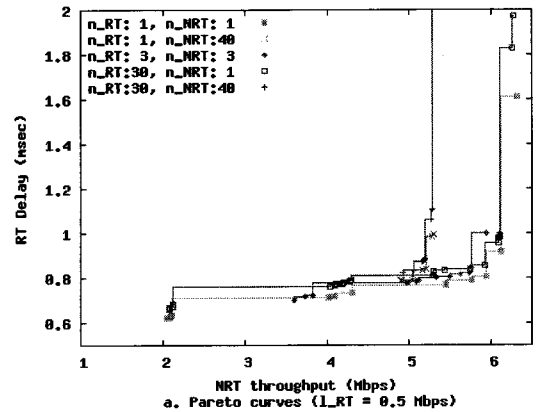
[표 1] IEEE 802.11e 시뮬레이션 환경

Parameter	Value
IFQ length	50
RTS threshold	3000
Data packet size	512 bytes
Short Retry Limit	7
MAC data rate	11 Mbps
RT traffic pattern	Uniform random
Non-RT traffic pattern	Poison

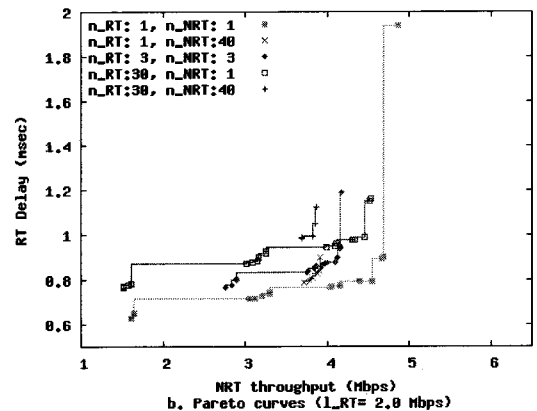
AIFSN	{2, 4, 6, 8}
ECW _{min} and ECW _{max}	{2, 4, 6, 8}
n^{RT}	{1, 3, 5, 15, 30}
n^{NRT}	{1, 3, 5, 20, 40}
I^{RT}	{0.5, 1, 2, 3, 5.5} Mbps



[그림 2] T(3,3,2)에 대한 지연-처리량 그래프



a. Pareto curves ($L_{RT} = 0.5$ Mbps)



b. Pareto curves ($L_{RT} = 2.8$ Mbps)

[그림 3] 파레토 커브

그림 2는 트래픽 환경 $T(n^{RT}, n^{NRT}, I^{RT})$ 가 (3,3,2)의 값을 가질 때 매개변수 구성에 따른 RT, NRT 트래픽의 지연-처리량 성능을 그린 것이다. 그래프는 RT 지연과 NRT 처리량에 대한 이득-손실 특성을 명확하게 보이고 있다. CWmin[RT]와 CWmin[NRT]간의 차이가 커짐에 따라 지연은 감소하는 반면 처리량도 줄어드는 것을 볼 수 있다. AIFSN [RT]와 AIFSN [NRT]간의 차이 또한 비슷한 결과를 가져온다. 이렇게 주어진 트래픽 환경에 대한 지연-처리량 시뮬레이션 결과를 얻은 후, 이득-손실 측면에서 최상의 조합을 나타내는 포인트들을 모아서 파레토 커브를 얻을 수 있다.

(3, 5, 1.0)	5.15	1.34	5.27(1.02)	0.74(0.55)
...
(5, 5, 2.0)	3.71	1.67	3.94(1.06)	0.84(0.50)
(5, 5, 3.0)	2.58	1.83	2.96(1.15)	0.93(0.51)
(5, 15, 2.0)	3.86	1.68	4.05(1.05)	0.85(0.51)
...
(20, 5, 2.0)	3.36	2.00	4.03(1.20)	0.88(0.44)
(20, 5, 3.0)	2.41	2.58	3.08(1.28)	0.97(0.38)
(20, 15, 2.0)	3.35	2.11	4.05(1.21)	0.94(0.45)
...
(40, 15, 3.0)	2.25	2.72	2.93(1.30)	1.10(0.44)
(40, 30, 1.0)	4.00	2.39	4.84(1.21)	0.86(0.36)
(40, 30, 3.0)	2.17	2.90	2.92(1.35)	1.18(0.41)
Average	4.06	1.82	4.53 (1.12)	0.82 (0.45)

그림 3은 다양한 트래픽 환경에 대한 파레토 커브를 보인 것이다. 일단, 주어진 트래픽 환경에 대한 파레토 커브를 얻게 되면, 런타임 정책에 따라 최적으로 매개변수를 제어하는 것이 가능하다. 트래픽 환경 $T(1, 40, 0.5)$ 를 예로 들어보자. 만약 RT 지연이 10 ms보다 작아야 한다는 정책을 가지고 있다면, 매개변수 구성을 (2,2,2,8,4,8) 이 되도록 제어하면 되며 이 때, NRT 처리량은 최대 5.3 Mbps로 극대화된다. 이는 IEEE 규정에 의한 기본값을 사용했을 때 예상되는 최대 처리량 4.4 Mbps과 비교하여 20%의 성능 향상에 해당한다.

그림 2에서 볼 수 있듯이, 매개변수 구성은 성능에 큰 영향을 미친다. 이는 매개변수 최적화의 중요성을 다시 한번 일깨워준다. 표 2는 IEEE 802.11e에서 제시된 값으로 매개변수 값을 고정할 경우와 본 논문에서 제안된 방법으로 매개변수 값을 동적으로 변경할 때 비실시간 트래픽의 처리량(NRT thr.) 및 실시간 트래픽의 패킷 전송 시간(RT delay)을 비교한 것이다. 표에서 괄호안은 비율을 표현한 것이다. 결과에 따르면 매개변수를 적절하게 제어함으로써 비실시간 트래픽의 처리량이 최대 69%, 평균 12% 증가하는 것으로 나타났다. 성능 개선은 스테이션들간의 경쟁이 심한 환경에서 매우 두드러지게 나타났다. 특히, IEEE 규정의 기본 값으로는 실시간 트래픽 처리량 조건을 만족시킬 수 없는 일부 극단의 트래픽 환경에서도 제안된 기법은 처리량을 만족시킬 수 있는 것으로 파악되었다.

4.4 런타임 매개변수 제어

제안된 기법을 실현하기 위해서는 매개변수 최적화를 위한 런타임 엔진이 AP에 탑재되어야 한다. 이 엔진은 EDCA 매개변수 관리자, 파레토 커브 데이터베이스, 트래픽 모니터로 구성된다. 특히, 트래픽 모니터는 동적 매개변수 제어에서 중심적인 역할을 한다. 트래픽 모니터는 현재의 트래픽 환경을 정확하게 판단할 수 있어야 한다. RT 트래픽에 대해서는 수용 제어(admission controller)를 통해 인가된 부하량과 스테이션의 개수를 파악할 수 있다. IEEE 802.11e 표준에 규정된 바와 같이, 각 RT 스테이션은 RT 세션을 시작하기 전에 트래픽 규정 (TSPEC)을 보내야 한다. TSPEC은 평균 데이터 전송률과 지연에 대한 조건을 포함한다. 이러한 방식으로 트래픽 모니터는 RT 트래픽 환경을 정확히 식별할 수 있다. NRT 트래픽에 대해서는 수신된 패킷에 있는 MAC 주소를 관찰함으로써 NRT 스테이션의 개수를 쉽게 파악할 수 있다. 이렇게 파악된 현재 트래픽 환경에 기반해서 파레토 데이터베이스로부터 최적의 매개변수 구성이 결정된다. 이 구성 값은 EDCA 매개변수 관리자에 의해 브로드캐스트되며 각 스테이션으로 하여금 새 구성을 사용하도록 강제하게 된다.

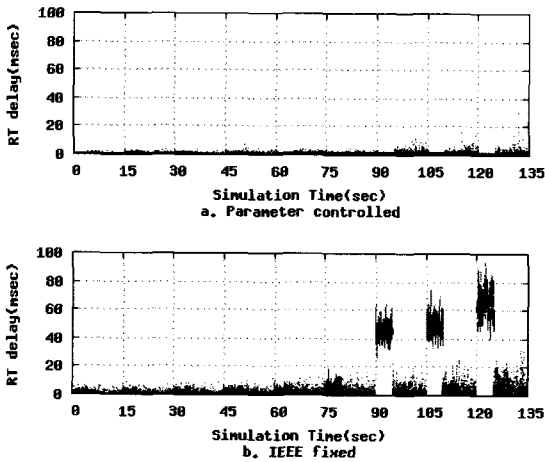
5. 성능 측정

제안된 기법의 효율성을 보이기 위해 802.11e 네트워크를 시뮬레이션하여 제안된 방법을 사용할 경우와 기본 값을 사용할 경우에 대해 패킷 지연을 비교하였다. 실험은 실시간/비실시간 스테이션의 개수, 실시간 트래픽 부하를 매 5초마다 정해진 시나리오대로 변화하도록 하였을 때 실시간 패킷의 전송 지연시간을 측정함으로써 이루어졌다. RT 트래픽의 지연조건은 1 ms로 설정하였다. 그림 4에 나타난 바와 같이 제안된 기법은 시뮬레이션 전

[표 2] 제안된 기법과 IEEE 802.11e 기본 구성과의 성능 비교

Traffic environment	IEEE 802.11e with parameter fixed		Proposed scheme with parameter controlled	
$T(n^{RT}, n^{NRT}, I^{RT})$	NRT thr. (Mbps)	RT delay (msec)	NRT thr. (Mbps)	RT delay (msec)
(1,1,0.5)	5.69	0.93	6.32(1.11)	0.62(0.66)
...
(3, 3, 5.5)	0.51	6.48	0.86(1.69)	1.22(0.19)
(3, 5, 0.5)	5.69	1.22	5.94(1.04)	0.71(0.58)

체 구간에 대해 평균 지연을 설정된 값 이하로 유지할 수 있었다. 반면, IEEE 규정에서 권장하고 있는 값으로 고정할 경우 RT 지연은 최대 100 ms까지 증가하였으며 NRT 부하가 변화함에 따라 크게 영향을 받는 것을 관찰할 수 있었다.



[그림 4] 실시간 패킷 전송 지연 시간

6. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.11e 경쟁-기반 멀티미디어 네트워크를 개선하기 위한 EDCA 매개변수 최적화 기법을 제안하였다. 이를 위해, 단순하면서 효율적인 트래픽 모델을 개발하고 예상되는 채널 환경에 대해 파레토-최적화된(Pareto-optimal) 매개변수 구성을 얻는 방법을 기술하였다. 이 파레토 데이터베이스를 이용하여 실시간 트래픽의 처리량 및 지연 조건을 만족시키면서 비실시간 트래픽의 처리량을 최대화하도록 EDCA 매개변수를 런타임에 최적으로 제어할 수 있음을 보였다. 시뮬레이션 결과에 따르면, IEEE 802.11e에서 권장하는 기본 매개변수 값을 사용했을 때와 비교하여, 제안된 기법이 지연 및 처리량 성능에서 월등하며, 평균적으로 비실시간 트래픽의 처리량을 12% 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

[1] IEEE 802.11e/D12.0, "Draft Supplement to Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: MAC Quality

of Service (QoS) Enhancements," Nov. 2004.
 [2] M. Narbutt and M. Davis, "The capability of the EDCA mechanism to support voice traffic in a mixed voice/data transmission over 802.11e WLANs - an experimental investigation," Proc. of IEEE Local Computer Networks, pp.463-470, 2007.
 [3] Y. Xiao, et al., "Bandwidth Sharing Schemes for Multimedia Traffic in the IEEE 802.11e Contention-Based WLANs," IEEE Trans. Mobile Computing, vol.6, no.7, July 2007.
 [4] J. Prado and S. Shankar, "Impact of Frame Size, Number of Stations and Mobility on the Throughput Performance of IEEE 802.11e," in Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conference, pp.789-759, 2004.
 [5] S. Mangold et al., "Analysis of IEEE 802.11e for QoS Support in Wireless LANs," IEEE Wireless Communications, pp.40-50, Dec. 2003.
 [6] D. Chen et al. "Supporting Real-time Traffic with QoS in IEEE 802.11e Based Home Networks," in Proc. IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pp.205-209, 2004.
 [7] P. Garg et al., "Using IEEE 802.11e MAC for QoS over Wireless," in Proc. International Performance Computing and Communications Conference, 2003.
 [8] Z. Kong et al., "Performance Analysis of IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.22, no.10, 2004.
 [9] S. Choi, et al., "IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation," in Proc. IEEE Int'l Conf. Computing, May 2003.
 [10] Y. Xiao and H. Li, "Voice and Video Transmissions with Global Data Parameter Control for the IEEE 802.11e Enhanced Distributed Channel Access," IEEE Trans Parallel and Distributed Systems, vol.15, no.11, pp.1041-1053, 2004.
 [11] W.Pattara-Atikom, et al., "A-DRAFT: An Adaptive QoS mechanism to Support Absolute and Relative Throughput in 802.11 Wireless LAN", in Proc. ACM MSWiM, 2004.
 [12] L. Zhang and S. Zeadally, "HARMONICA: Enhanced QoS Support with Admission Control for IEEE 802.11 Contention-based Access," in Proc. IEEE RTAS, 2004.

성 민 영(Min-Young Sung)

[정회원]



- 1995년 2월 : 서울대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사)
- 2002년 9월 ~ 2006년 8월: 삼성 전자 소프트웨어연구소 책임연구원
- 2006년 9월 ~ 현재 : 상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 전임강사

<관심분야>

실시간시스템, 임베디드시스템, 운영체제, 멀티미디어 시스템 등