

# EDCA 환경의 낮은 우선순위 데이터 처리율 향상

조우성, 조규철, 한지훈\*, 한기준\*  
 경북대학교 컴퓨터학부, 우리비전통신(주)\*

e-mail : {wscho , k5435n}@netopia.knu.ac.kr, jhhan@netopia.knu.ac.kr\*, kjhan@knu.ac.kr\*\*

## EDCA for Data Throughput improvement of Lowest Priority

Woo-Seong Cho, Keu-Chul Cho, Ji-Hoon Han\*, Ki-Jun Han  
 Kyungpook National University, Woori Vision Comm Corp\*

### 요 약

본 논문은 IEEE 802.11 에서 QoS(Quality of Service)를 지원하는 환경에서 낮은 우선순위를 가지는 트래픽이 무선매체를 점유했을 때 TXOP 시간을 동적으로 적용하는 방법을 기술하였다. 본 논문에서는 IEEE 802.11e 환경에서 AP 가 Beacon 메시지를 통하여 TXOP 시간을 통보함으로써 매체 접근 시도에 발생하는 충돌 감소와 낮은 우선순위 트래픽의 처리량을 증가하는 기법을 제안한다.

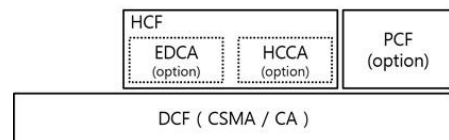
### 1. 개요

오늘날 802.11 기반 WLAN 의 발전에 따라 실시간 데이터 (VoIP, Streaming)의 급속한 증가로 인해 QoS 의 지원에 대한 관심이 높아졌다. 과거의 비 실시간 데이터 위주의 전송방식 (DCF)을 택할 경우 실시간 데이터에 대해 빠르게 대처할 수 없으므로 사용자가 체감하는 끊김 현상이 발생할 확률은 더욱 높아지게 된다. 이런 끊김 현상을 제거하기 위해 contention 방식을 사용하는 EDCA 와 Polling 방식인 HCCA 라는 매체 접근 방법을 제시했다. EDCA 는 4 개의 Queue 를 이용해 각 큐마다 다른 우선순위를 주는 방식인 경쟁 방식의 실시간 데이터 전송을 실시한다. 그러나 이 방법에 의해 우선순위가 낮은 데이터의 경우 전송기회에서 한번 실패할 때마다 평균 Backoff 시간이 증가하게 되어 기아 현상이 발생함으로써 자신의 전송기회가 올 때까지 데이터를 전송할 수 있는 기회를 놓치게 되며 처리량이 떨어지게 된다. 즉, 다수의 단말이 하나의 AP(Access Point)에게 실시간 데이터를 전송 요청을 하게 된다면 실시간 데이터만을 위한 매체 점유 확률이 높아지고 비 실시간 데이터를 위한 매체 점유는 거의 불가능에 가까워진다. 이 문제점에 대한 기존 연구들이 존재한다. 본 논문에서는 실시간 데이터를 위한 경쟁방식의 EDCA 스케줄링 방법에서 낮은 우선순위의 데이터의 전송률을 높여 주는 알고리즘을 제안한다.

### 2. 관련연구

802.11 에서의 매체 접근 방식은 총 3 가지로 그림 1 과 같이 DCF (Distributed Coordination Function), PCF

(Point Coordination Function), HCF (Hybrid Coordination Function)로 분류할 수 있다. [1]



(그림 1) 802.11e MAC LAYER

DCF 는 같은 BSS 내에 있는 스테이션끼리 서로 매체를 점유하기 위해 Back off 타임과 Contention Window, 그리고 NAV (Network Allocation Vector)를 사용하여 RTS 와 CTS 프레임을 이용하는 CSMA/CA 방식을 사용한다. PCF 는 Polling 기반 (Contention-Free 구간)으로 AP (Access Point)가 중심이 되어 같은 BSS 내에 있는 스테이션들의 매체 접근방식을 순서대로 지정함으로써 Contention 구간이 없다. 간단하게 예로 들면 1 개의 AP 와 2 개의 스테이션으로 구성된 BSS 에서 AP 는 1 번 스테이션에게 polling 하여 자료를 전송 받고 다음 2 번 스테이션에게 polling 하여 자료를 전송 받는 방식이다. Contention-Free 구간이 끝나게 되면 DCF 처럼 Contention 구간을 시작 할 수 있다. 그 이유는 DCF 는 반드시 사용하는 매체 접근 방식이기 때문이다. 마지막으로 HCF (Hybrid Coordination Function)에서는 EDCA 와 HCCA 방법이 있으며 EDCA 는 DCF 에서 QoS 를 지원하기 위한 Contention 방식의 매체 접근 방법이다. HCCA 는 PCF 에서 QoS 를 지원하기 위한 Contention-Free 방식의 매체 접근 방법이다.

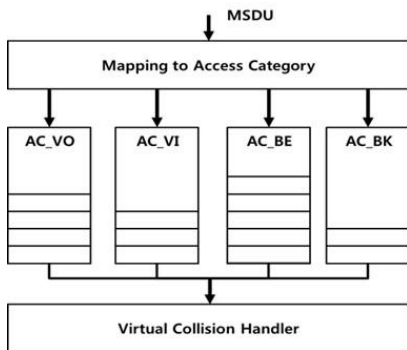
A. EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)



EDCA 는 DCF 에서 QoS 를 지원하기 위하여 8 개의 다른 우선순위를 갖는 Channel Access 메커니즘이다. 전통적인 DCF 방식은 매체 접근 시 충돌을 방지하기 위해 Back off timer 와 Contention Window, 그리고 NAV 를 사용하여 매체 접근을 시도한다.

(그림 2) DCF 와 EDCA 차이점

EDCA 와의 차이점은 그림 2 에서 나타낸다. DCF 와 EDCA 의 차이점은 Inter Frame Space 라는 프레임의 크기가 다르다. DCF 는 DIFS 를 가지고 있고 EDCA 는 AIFS 를 가지는데 EDCA 에서 사용하는 IFS 가 더 짧다. 즉, 이 IFS 프레임 기간을 이용하여 우선순위를 구현 할 수 있게 된다. DCF 는 QoS 를 지원하기에는 데이터 특징에 따른 우선순위에 상관없이 모두 같은 대기 기간을 가지고 있으므로 QoS 를 보장받을 수 없다. 하지만 EDCA 는 MAC (Mapping to Access Category)과 우선순위별로 나누어진 4 개의 Queue, 그리고 가상 충돌 처리기 (Virtual Collision Handler)를 사용한다. 그림 3 에서 EDCA 모델을 볼 수 있다.



(그림 3) EDCA 참조 모델

QoS 을 위해 AC\_VO, AC\_VI 큐에 대한 AIFS 와 CW 의 크기가 AC\_BE 와 AC\_BK 보다 더 낮게 설정되어 있다. 이 말은 AC\_BE 와 AC\_BK 보다 더 많은 매체 접근 기회를 얻을 수 있게 되어 실시간 데이터에 대한 전송 확률을 더욱 높게 된다. 만약 낮은 순위의 데이터와 높은 순위의 데이터의 대기시간이 끝나게 되어 동시에 전송하려고 한다면 가상 충돌 처리기에서 충돌된 데이터를 분석하여 높은 우선순위를 가진 데이터만 매체접근을 시도하게 되며 낮은 순위의 데이터는 다시 back off 기간을 가지게 된다.

B. D-EDCA (Dynamic EDCA)

D-DECA 는  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  값을 채널 상황에 따라 동적으로 조절하여 Throughput 을 높이는 방법이다 [2]. 데이터 전송률에 충돌확률을 나누어 채널의 상황에 따라  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  을 조절한다. 매번 동적으로 적용을 할 수 있으므로 상황에 맞게 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다. 하지만 충돌 확률에 대해 언급이 없다. 즉,  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  을 조절하게 되면 그만큼 매체에 접근하려는 시도가 증가하게 되며 결국 충돌횟수가 증가하게 되는 단점이 있게 된다.

C. Dynamic AIFS, CW

이 논문에서는 기아현상을 해결하기 위해 동적으로 AIFS 와 CW 을 조절하는 방법이다 [3]. 총 2 가지 Scheme 를 보여주고 있다. 첫 번째는 Dynamic AIFS+CW 알고리즘이다. 간단하게 성공과 실패확률을 계산하여 AIFS 와 CW 의 크기를 조절하는 내용이다. 두 번째는 CW 만 조절하는 Dynamic CW 알고리즘이다. 이 방법은 충돌 횟수를 줄이기 위해  $CW_{min}$  을 다시 설정하는 방법을 제공한다.

3. 제안기법

본 논문은 스테이션이 다양한 종류의 traffic 을 발생하는 상황에서 AC\_BE 와 AC\_BK 의 처리량을 올리는 것이 목적이다. 스테이션의 queue 에 데이터가 존재할 경우 AP 에게 TXOP 를 요청한다. EDCA 매체 접근방식에서 전송을 위하여 다음에 전송 될 실시간 데이터에 대한 AP 의 수신확률 계산방법과 TXOP 계산에 대하여 제안한다.

AP 가 TXOP 시간을 스테이션에게 전달하기 위해서는 Beacon frame 으로 전달한다. 본 제안에서 스테이션이 AC\_BE, AC\_BK 의 데이터를 전송하기 위해서 AP 는 Beacon 주기마다 TXOP 정보를 전달하여 스테이션의 AC\_BE, AC\_BK 의 전송시간을 늘려 준다. AP 는 이전 Beacon 기간의 데이터를 분석하고 다음에 수신 받을 데이터를 계산한다. 첫 Beacon 을 broadcast 한 이후 각 스테이션은 AP 에게 자신이 가진 데이터를 전송하게 된다. AP 는 수신 받은 데이터의 종류에 따라 그 횟수를 저장한다. 다음 Beacon 이 broadcast 되기 전 AP 는 기록된 횟수를 이용하여 다음 Beacon 간격동안에서 사용 될 AC\_BE, AC\_BK, AC\_VI, AC\_VO 의 사용률을 계산한다.

$$C_{AC[i]} = \frac{aSlotTime * AC[i]}{Beacon Period} \quad (1)$$

위 식에서  $C_{AC[i]}$  는 Beacon 기간동안 4 종류에의 데이터를 수신 받은 시간의 비율을 의미한다. 예를 들어 EDCA 메커니즘에서 Beacon 간격 기간이 100ms 라고 가정할 때, AC\_VO 의 수신시간이 60ms, AC\_VI 의 수신 시간이 30ms, AC\_BE 와 AC\_BK 의 수신 시간이 5ms 라고 가정하면 AC\_VO 의 사용률은 60%, AC\_VI 의 사용률은 35%, AC\_BE, AC\_BK 의 사용률은 5%라고 계산을 한다. 이 값으로 다음 Beacon 기간의

AC\_BE 와 AC\_BK 의 사용률은 최소한 5% 이상이 될 것이라고 예측할 수 있다. 다수의 스테이션이 동시에 매체를 점유하기 위해 경쟁하는 상황에서 높은 순위를 가진 데이터 위주로 전송하므로 낮은 우선순위를 가진 데이터를 전송하기 쉽지 않다. 그러므로 낮은 우선순위의 데이터를 전송하기 위해 TXOP 를 계산하여 한번 전송할 때 필요한 시간을 계산하여 충돌 확률을 줄일 계산방법을 제시한다.

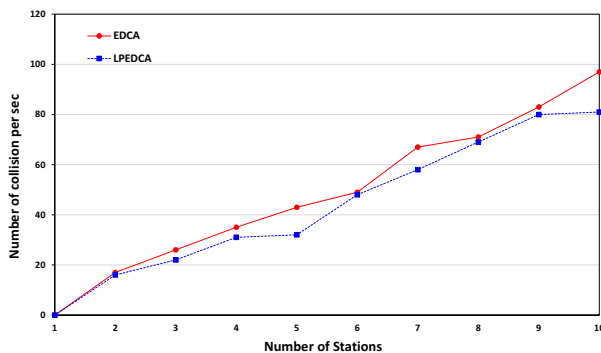
TXOP 계산은 위의 예처럼 이전 Beacon 기간 동안 측정된 데이터 종류가 60%, 35%, 5%의 비율을 가진다면 그에 따른 TXOP 를 계산하여 모든 스테이션에게 알려줘야 한다. 이 정보를 Beacon 프레임에 정보를 넣어 전달하면 다음 Beacon 주기동안 TXOP 시간만큼 데이터를 전송할 것이다. 나머지 AC\_VI, AC\_VO 에서 사용될 TXOP 는 표준 802.11e 에서 제공하는 기본값을 가진다. 그러므로 우선순위가 낮은 큐에 대한 TXOP 의 계산방법을 제안한다.

$$TXOP_{AC[i]} = aSlotTime * Beacon\ Period * C_{AC[i]} \quad (2)$$

$TXOP_{AC[i]}$  는 위 (2)번 식을 통해 얻은 시간이며  $i$  는 우선순위에 따른 AC 큐의 Priority 번호이다.  $i$  값은 0 에서 3 사이의 값을 가지게 된다.  $C_{AC[i]}$  는 위에서 계산된 비율을 의미하며 3 가지 parameter 를 이용하여  $TXOP_{AC[i]}$  의 시간 값을 정한다.

#### 4. 시뮬레이션

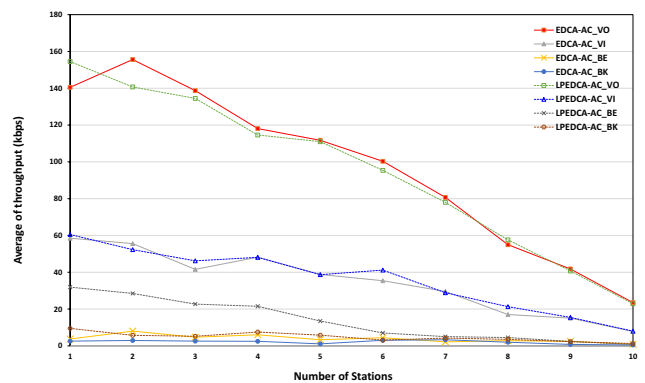
본 논문의 시뮬레이션환경에서 에러는 없다고 가정하며 모든 스테이션은 하나의 QAP 로 전송 한다. 스테이션은 IEEE 802.11e 표준에 따른 기법과 제안한 기법을 사용하여 결과에 대한 차이를 분석하고자 한다. 스테이션은 1~10 개의 범위로 진행하며 Beacon 기간은 100ms 로 지정한다. AP 와 모든 스테이션 사이의 거리는 10m 범위로 동일하게 진행한다. 시뮬레이션으로 스테이션 수에 따른 충돌횟수, 스테이션 수에 따른 처리량을 비교한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘을 LPEDCA (Low Priority EDCA)로 정의한다.



(그림 4) 스테이션 수에 따른 초당 충돌 횟수

그림 4 은 스테이션 수에 따른 초당 충돌 횟수이다. EDCA 와 LPEDCA 는  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  의 값을 기본값으로 시뮬레이션 했다. 그 이유는 더 많은 매체 점유

기회를 얻기 위해  $CW$  의 최소값과 최대값을 대폭 줄이게 되면 더욱 많은 충돌이 발생하기 때문이다. 그래서 본 논문에서는  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  을 수정하지 않았다. LPEDCA 가 EDCA 보다 충돌횟수가 낮은 이유는 AC\_BE 와 AC\_BK 의 매체 점유 기회를 EDCA 의 기본 값을 사용했지만 LPEDCA 에서는 TXOP 시간을 동적으로 조절하기 때문에 매체를 점유하고 난 후 데이터를 연속적으로 전송할 수 있으므로 낮은 우선순위의 AC queue 는 충분한 데이터를 전송하게 된다. AP 는 높은 우선순위의 AC 의 TXOP 를 계산하기 위하여 스테이션이 요청하는 만큼 TXOP 기간을 통보한다.



(그림 5) 스테이션 수에 따른 처리량

그림 5 는 스테이션 수에 따른 초당 처리량을 보여준다. 처리량은 스테이션이 AP 에게 초당 보낼 수 있는 최대 비트 수이다. 그림 5 에서 스테이션이 많아질수록 처리량은 급격하게 줄어들음을 알 수 있다. 그 이유는 많은 스테이션이 동시에 매체에 접근하기 위해 많은 대기시간을 소모해야 한다는 점이다. EDCA-AC\_VO 와 LPEDCA-AC\_VO 와 비교를 하면 스테이션 수에 따른 처리량은 차이가 거의 없다. 하지만 EDCA-AC\_BE, BK 와 LPEDCA-AC\_BE, BK 는 스테이션 수가 적을 때 차이를 분명하게 보여주지만 스테이션 수가 많아질수록 그 차이는 줄어들음을 알 수 있다. 즉, EDCA 메커니즘은 BSS 내에 스테이션 수가 많으면  $CW_{min}$  과  $CW_{max}$  의 수치를 낮게 잡으면 그만큼 충돌확률이 높아지기 때문에 네트워크 처리량이 높지 않음을 알 수 있다.

#### 5. 결론

본 논문에서 EDCA 에서 낮은 우선순위를 가지는 AC 가 가지는 기아현상을 개선하고 처리량을 증가하기 위하여 제안한다. 제안한 기법은 TXOP 의 시간 값을 정하는 새로운 알고리즘을 이용하여 스테이션이 전송할 낮은 순위의 데이터 처리량을 높여주게 된다. 시뮬레이션 결과는 기존 EDCA 기법보다 AC\_VI, AC\_VO 의 처리량은 줄어들었으나 AC\_BE, AC\_BK 의 처리량을 높일 수 있었다. 특히, AC\_BE 의 처리량이 증가함을 확인 할 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문(저서)은 교육부 및 한국연구재단의 BK21 플러스 사업 (경북대학교 컴퓨터학부 Smart Life 실현을 위한 SW 인력양성사업단)으로 지원된 연구임 (21A20131600005)

## 참고문헌

- [1] IEEE 802.11e/D13.0, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), Draft Supplement to IEEE 802.11 Standard, Jan 2005.
- [2] Tu Jun, Xia xing, Chen zhi-lan, Ye zhi-wei Zhang zhi, "Improving Throughput for Heterogeneous Traffic in IEEE802.11e EDCA", IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, Sep 2009.
- [3] Roshan Lenagala and Qing-An Zeng, "Starvation Prevention Scheme for the IEEE 802.11e EDCF Using Dynamic MAC Layer Parameters", Wireless Telecommunications Symposium, 2006, WTS '06, pp. 1-7.