IEEE 802.11e MAC의 성능향상을 위한 적응형 EDCF

준회원 김 건 수*, 정회원 김 범 준**, 박 중 신***, 정회원 이 재 용****

Adaptive EDCF for IEEE802.11e MAC Protocol

Kunsu Kim, Beomjoon Kim, Jungshin Park, Jaiyong Lee

요 약

최근 IEEE802.11 Working Group(WG)에서는 QoS(Quality of Service)를 제공하기 위하여 기존의 IEEE802.11 MAC(Medium Access Control)프로토콜을 개선한 IEEE802.11e MAC프로토콜에 대한 표준화 작업 중에 있다. IEEE802.11e MAC프로토콜 중에서 EDCF는 기존의 DCF에서 QoS를 제공하기 위하여 서로 다른 우선수위에 대하여 서로 다른 서비스를 제공할 수 있도록 개선한 것이다. 하지만 EDCF는 DCF가 가지고 있던 문제점이었던 throughput에 대한 최적화 문제와 우선순위 보장에 대한 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서 제안하는 알고리듬은 먼저 보다 효과적인 우선순위를 위한 보장방안을 제안하고 이와 함께 처리율을 최적화하기 위하여 수학적인 분석을 통해서 보다 효과적인 처리율을 얻을 수 있는 방안을 제시한다. 제안된 알고리듬을 컴퓨터 모의실험을 통해서 기존의 알고리듬보다 노드 수에 상관없이 항상 나은 처리율을 가짐을 확인하였고 노드수의 증가로 인한 처리율의 저하도 감소되는 것을 확인하였다. 또한 기존의 EDCF보다 효과적으로 우선순위를 보장함을 확인하였다.

Key Words : IEEE802.11; IEEE802.11e; EDCF; Qualtiy of Service (QoS)

ABSTRACT

Efforts for standardization of medium access control (MAC) protocol in IEEE802.11e have been made to support quality of service (QoS) in IEEE802.11 MAC protocol. Enhanced distributed coordination function (EDCF) of 802.11e MAC protocol is modified to support QoS for packets that have differentiated priority. However, EDCF still has the problem of throughput optimization and priority support. Therefore, we have proposed a scheme called adaptive EDCF for both supporting priority of packets and throughput optimization. We have derived the relation between the number of nodes and contention window size for throughput optimization. Based on the analytic results, we have evaluated the performance of the proposed scheme using OPNET simulations. The simulation results show that using the proposed scheme can improve the overall throughput regardless of the number of nodes and the decrement of the throughput with increasing the number of nodes can be alleviated. Additionally, we have shown that the adaptive EDCF can support priority of packets more effectively than existing EDCF.

Ⅰ. 서 론

최근 무선 전송 기술에 발전에 기초하여 인터넷의 무선 영역으로의 확장이 활발하게 진행되고 있다. 이와 같은 무선 랜은 기존의 유선 랜에서 제공되는 기능과 이점을 그대로 제공할 뿐 아니라, 무선 전송 기

* LG전자 정보기술연구소 DNT그룹 (ndtigger@lge.com), **LG전자 이동통신기술연구소 표준화그룹 (beom@lge.com),
삼성전자 정보통신총괄 네트워크사업부, * 연세대학교 전기전자공학과 고성능멀티미디어네트워크 연구실 (jyl@nasla.yonsei.ac.kr)
논문번호 : 030569-1219, 접수일자 : 2003년 12월 19일
※ 본 연구는 퀄컴-연세 합동 CDMA 연구 센터 (Qualcomm Yonse CDMA Joint Research Center)지원으로 수행되었음.
(This work was supported by Qualcomm Incorporated through Qualcomm Yonsei CDMA Joint Research Center.)

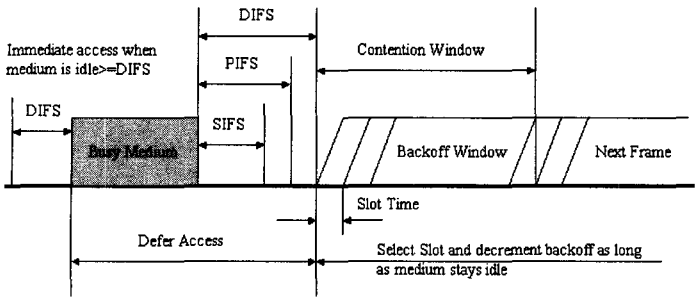

그림 1. 경쟁 구간에서 DCF와 프레임들간 시간 간격(inter-frame space)

술을 이용하므로 이동성이 지원되고, 구축이 용이하며, 확장성 등의 이점 또한 가지고 있어 그 사용이 점차 증가하고 있다[1]. 이와 더불어 무선 랜에 대한 표준화 역시 활발하게 진행되고 있다. 현재 가장 널리 보급되어 있는 무선 랜의 규격으로 IEEE 802.11에 명시된 매체 접근 제어 프로토콜을 들 수 있다. 최근 멀티미디어 서비스의 증가에 따라서 무선 랜을 통한 멀티미디어 서비스의 제공이 요구되고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스를 위하여 IEEE 802.11 매체 접근 제어 프로토콜은 PCF(point coordination function)와 DCF(distributed coordination function) 두 가지의 정합 기능(coordination function)을 이용하여 서비스를 제공하고 있다[2].

기존의 802.11의 매체 접근 프로토콜의 PCF는 부분적인 QoS(quality of service)를 제공할 수 있지만 근본적인 QoS의 보장을 위한 서비스 우선순위에 따른 차별화 된 서비스를 제공하기 위한 기능은 포함되어 있지 않다. 이를 위해서 최근 QoS 보장을 위한 새로운 매체 접근 제어 프로토콜이 IEEE 802.11e에 제안되었다[3]. 802.11e의 매체 접근 제어 프로토콜에는 기존의 DCF를 기초로 수정된 EDCF(Enhanced DCF)가 포함되어 서비스의 우선순위가 고려된 차별한 서비스를 제공할 수 있도록 하고 있다. 그러나 EDCF는 DCF가 원래 가지고 있던 처리율을 최적화할 수 없다는 문제점과 우선순위 제공에 있어서 노드의 수를 고려하지 않고 고정된 AIFS(Arbitration Inter-Frame Space)를 사용한다는 문제점을 가지고 있다.

이 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 수학적 분석을 통하여 EDCF의 처리율이 최적화되는 노드의 수와 경쟁 윈도우의 관계를 구하고 이를 기반으로 트래픽의 특성에 맞는 AIFS 값을 가변적으로 할당하는 알고리듬을 제안한다. 제안된 알고리듬은 적합한 AIFS값을 설정함으로써 처리율과 우선순위 보장 측면에서 동시에 효율적인 장점을 가지고 있다.

Ⅱ. IEEE 802.11 MAC 프로토콜

IEEE 802.11 MAC 프로토콜[2]은 정합 기능이라는 논리적인 기능을 기초로 하는 프로토콜이다. 기본적인 구성인 BSS(Basic Service Set)는 여러 개의 노드들로 이루어진 하나의 집합을 의미하며 ESS(Extended Service Set)는 BSS들을 분산 시스템(distributed system)에 의해 연결된 하나의 집합을 의미한다. BSS 내의 노드들은 무선 매체를 이용하여 서로 프레임을 주고받게 된다. 이때 앞에서 언급한 정합 기능은 통신을 위한 규약을 정의하고 있는데 기본적으로 두 가지의 기능으로 나눌 수 있다.

가장 먼저 기본적으로 제공되는 기능으로 분산 정합 기능(distributed coordination function; DCF)은 경쟁적으로 무선 매체를 점유하는 방식인 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 프로토콜을 사용한다. 선택적으로 제공되는 중점 정합 기능(point coordination function; PCF)은 매체를 점유할 수 있는 권한을 선택적으로 노드들에 할당해 주는 방식인 polling-and-respond 방식을 사용하고 있다.

2.1 Distributed Coordination Function (DCF)

PCF에 의한 비경쟁 구간(contention free period)이 종료된 후 그림 1에 나타낸 경쟁 구간(contention period)이 시작된다. 경쟁 구간은 DCF로 동작하는데 각 노드는 항상 매체의 신호를 감지하고 있다가 적어도 DIFS만큼 매체가 쉬고 있는지의 여부를 살피게 된다. 만약 매체의 상태가 DIFS만큼 쉬고 있는 상태라면 해당 노드는 임의 지연 시간(random backoff interval)후에 전송을 시도할 수 있는데, 이는 두 개 이상의 노드가 동시에 매체가 DIFS만큼 비어있었다

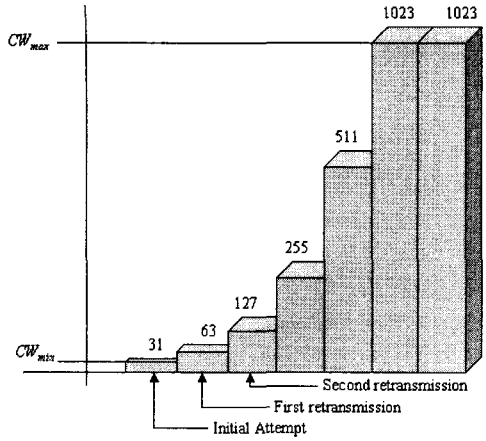

그림 2. DSSS 방식에서의 지수적인 지연 시간의 증가 (exponential backoff)

는 것을 감지하고 전송을 바로 시작하는 경우 반드시 충돌이 발생하기 때문이며, 이를 흔히 충돌 방지(collision avoidance)라고 한다. DIFS동안 채널이 비어있었다는 것을 감지한 여러 노드들 가운데 지연 시간이 가장 짧은 노드가 먼저 프레임을 전송하게 된다. 이 때 전송하지 못한 노드들은 지연 시간의 감소를 멈추게 되며 이 후 다시 DIFS동안의 채널이 비었다는 것을 감지했을 때 남은 지연 시간을 감소시켜나가면서 가장 지연시간이 짧은 노드가 프레임을 전송할 권한을 가진다.

효과적인 전송을 위하여 DCF는 이산 시간 지연(discrete-time backoff)을 사용한다. 이는 임의 지연 시간이 일정한 시간 간격의 시분할 슬롯단위로 설정됨을 의미한다. 설정된 지연 윈도우(backoff window)의 값이 0이 되는 순간에 프레임의 전송을 시도하게 되는데 이러한 시분할 슬롯의 시간은 IEEE 802.11 물리 계층의 표준에 따라서 다른 값을 갖는다. 이는 전파 지연(propagation delay)에 대한 시간과 수신 상태에서 송신 상태로 전환하는데 걸리는 시간, 그리고 MAC 계층에 매체에 대한 신호가 전달되는데 걸리는 시간등을 고려하여 결정된 것이다. 참고로 물리 계층이 DSSS(direct sequence spread spectrum)인 경우의 한 슬롯 시간은 20μ(sec)로 정의되어 있다.

지연 시간은 지수적으로 증가하는데(exponential backoff), 각 프레임을 전송할 때 지연 윈도우의 크기를 설정하기 위해서 지연 시간을 0과 $CW-1$사이에 고르게 분포된 숫자들 가운데 하나를 선택하게 된다. 이 때 CW를 경쟁 윈도우(contention window)라고 하며 지연 시간을 설정하기 위한 범위를 의미한다. CW의 최소 값과 최대 값은 각각 CW_{min}과 CW_{max}로 표시되며 경쟁 윈도우의 크기는 이 두 값 사이에서 매 프레임의 전송이 실패할 때마다 두 배씩 증가한다. 프레임의 전송이 성공한 경우에는 경쟁 윈도우의 크기는 CW_{min}로 초기화된다. CW_{min}과 CW_{max}의 값 역시 물리 계층에 따라서 다르게 설정될 수 있는데 이와 같은 방식은 802.11e의 EDCF에서도 그대로 적용된다. 그림 2는 물리 계층이 DSSS방식인 경우에 대한 지연 시간 증가의 예를 보여주고 있다.

2.2 IEEE 802.11e MAC 프로토콜

기존의 IEEE 802.11 매체 접근 제어 프로토콜은 특성이 서로 다른 종류의 혹은 서로 다른 노드로부터의 트래픽에 대한 차별적인 서비스를 제공할 수 없다. 이는 PCF와 DCF는 매체의 접근에 있어서 트래픽의 요구사항을 반영하기 힘든 구조를 가지고 있기 때문이다. 이 문제점을 해결하고자 현재 표준화가 진행중인 IEEE 802.11e 매체 접근 제어 프로토콜은 EDCF(Enhanced DCF)와 HCF(Hybrid Coordination Function)을 포함하고 있다.

EDCF는 HCF의 일부로서 경쟁을 기반으로 하는 매체 접근 기법이다[4]. EDCF는 한 노드의 트래픽은 최대 여덟 개로 구분될 수 있고 이들은 네 개의 접근 부류(Access Category; AC)로 식별된다. 따라서 하나의 노드는 데이터의 전송을 시작하기 전에 현재 자신이 전송해야할 데이터에 네 개의 사용자 접근 부류 가운데 적절한 하나를 할당한다. EDCF는 매체의 상태를 살피면서 매체가 비어있는 일정한 시간을 기다린 후 지연을 설정하고 이 값이 이 되었을 때 프레임을 전송한다는 측면에서 앞에서 설명한 기존의 DCF의 동작과 동일하다. 다만 EDCF에서는 지연 시간을 감소시키기 이전에 매체가 비어있어야 하는 시간인 AIFS(Arbitration Inter-Frame Space)을 접근 부류에 따라서 다르게 할당할 수 있고 이를 통해 어느 정도 차별적인 서비스가 가능하다. AIFS는 최소 DIFS만큼의 시간을 가지며 접근 부류에 따라서 이보다 큰 값으로 설정될 수 있으므로 AIFS와 지연 시간은 앞에서 설정된 접근 부류에 따라서 각각 다른 값을 가지게 된다.

Ⅲ. 제안하는 적응형 EDCF

경쟁을 기반으로 동작하는 채널 접근 방식인 EDCF는 노드들 간의 우선순위의 근본적인 보장에 적합하지 않은 구조를 가지고 있는데, 특히 각 등급

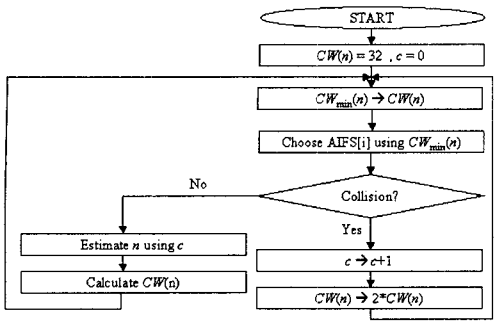

그림 3. 적응형 EDCF 동작의 순서도

에 할당되는 AIFS값이 고정되어 있다는 점에 주로 기인한다. 즉, 노드의 수가 적은 경우에는 적은 간격의 차이로 노드들간의 우선순위를 보장할 수 있지만 노드의 수가 많아지는 경우에는 보다 큰 간격의 차이가 있어야 하는데, 기존의 EDCF는 노드의 수에 관계없이 항상 고정된 AIFS값을 사용한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 EDFC보다 효율적인 우선순위 보장을 위한 노드의 수에 따른 가변적인 AIFS 할당이 가능한 적응형 EDFC를 제안한다.

3.1 적응형 EDCF

본 논문에서 제안하는 적응형 EDCF의 동작을 위해서는 현재 BSS내에서 활동 중인 노드의 수를 추정하는 것이 필요하다. 이를 기반으로 적응형 EDCF는 지연 시간과 AIFS의 크기를 설정하게 된다. 그림 3에는 적응형 EDCF의 동작 순서를 나타내었다.

가장 먼저 초기 경쟁 윈도우의 크기를 설정하고 충돌이 날 때마다 충돌이 발생할 때마다 변수 의 값을 증가시킨다. 적응형 EDCF는 의 초기 값과 의 값을 설정한 후 충돌이 발생하는지의 여부를 확인하는데, 충돌이 발생하는 경우 의 값을 증가시키고 의 값을 기존의 알고리듬과 동일하게 두 배씩 증가시켜 나가게 된다. 충돌이 발생하지 않은 경우에는 그동안 충돌이 발생한 횟수를 통해서 현재 BSS내에서 활동하고 있는 노드들의 수를 추정하고 이에 적합한 와 AIFS를 설정한다.

3.2 제안하는 adaptive EDCF

앞에서 언급한 바와 같이 BSS내의 노드의 수가 적은 경우에 우선 순위간의 AIFS 차이가 작더라도 우선순위를 보장할 수 있지만 노드의 수가 많은 경우는 우선순위 보장을 위해서 AIFS의 차이를 크게 하는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 효율적인 우선순위 보장을 위해서 BSS내의 노드의 수를 고려한 동적인 AIFS값을 할당한다. 그림 8은 AIFS의 결정 과정을 보여주는데, 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 측정된 노드의 수에 비례한 값을 이용하여 AIFS를 우선순위별로 설정하게 된다. 여기서 은 한 시분할 슬롯의 길이를 의미하고 는 우선순위 계수로서 이 값을 적절하게 조정함으로써 BSS의 트래픽의 상황에 맞게 AIFS를 동적으로 할당할 수 있다.

3.3 경쟁윈도우와 노드의 수 관계 유도

EDCF의 처리율에 최적화된 경쟁 윈도우의 크기를 선택하기 위해서 EDCF의 처리율 T를 다음의 식 (1)로 정의하였다.

$$\begin{aligned} T &= E[M]/\{(E[coll]+1) \\ &\quad \times (E[AIFS]+E[backoff]+E[M])\} \\ &= E[M]/\{(E[coll]+1) \\ &\quad \times (E[AIFS]+E[backoff]) \\ &\quad + (E[coll]+1)\times E[M]\} \end{aligned} \tag{1}$$

식 (1)에서 $E[coll]$은 평균 충돌 횟수, $E[AIFS]$는 평균 AIFS의 지속 시간, $E[backoff]$는 평균 지연 감소 시간, 그리고 $E[M]$은 평균 프레임의 크기를 의미한다. 따라서 식 (1)로 주어지는 T는 한번의 성공적인 전송이 이루어질 때까지 걸린 평균 시간과 실제 프레임이 전송되는 평균 시간의 비를 의미한다. 여기서 충돌로 소모되는 시간은 전송중인 프레임이 충돌에 의해서 전송되지 못하는 시간이므로 평균 충돌시간과 성공적인 프레임 전송시간은 같다고 가정하였다. 식 (1)의 값이 최대 값을 가지기 위해서는 지연 감소 시간과 관련이 있는 항인 $(E[coll]+1)\times(E[AIFS]+E[backoff])$가 최소가 되기 위한 한 슬롯에서 전송을 시작할 확률과 노드 수와의 관계를 구하는 것이 필요하다.

이를 구하기 위해서 그림 4에서와 같이 지연 감소 알고리듬을 경쟁 윈도우의 크기를 각 상태 변수로 가지는 마코브 체인(Markov chain)을 도입하여 모델링 하였다. 어떤 시점에서 노드의 상태가 k에 있기 위해서는 이전 상태가 $k+1$이었거나 전송을 마쳤다는 것을 의미하는 0상태에서 임의의 값으로 k가 선택되는 두 가지 경우만이 존재한다. 시간 t에서 경쟁 윈도우의 크기가 k와 동일한 확률을 $P[b(t)=k]$로 나타냈을 때 이를 반영한 상태 천이 확률(state transition probability)은 다음의 식 (2)로 주어진다.

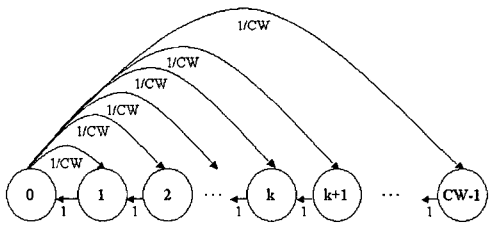

그림 4. 마코브 체인을 이용한 지연감소 알고리듬의 모델링

$$P[b(t+1)=k] = \begin{cases} P[b(t)=k+1] + \dfrac{P[b(t)=0]}{CW} & \text{if } k < CW-1 \\ \dfrac{P[b(t)=0]}{CW} & \text{if } k = CW-1 \end{cases} \quad (2)$$

정상 상태에서 상태 k에 있을 확률을 π_k라고 정의했을 때, 이는 다음의 식 (3)과 같이 주어진다.

$$\pi_k = \lim_{t\to\infty} P[b(t+1)=k] = \frac{2(CW-k)}{CW(CW+1)} \quad (3)$$

어떤 슬롯에서 전송을 시작할 확률을 p라 했을 때 이는 π_0와 동일하기 때문에 식 (3)으로부터 다음의 식 (4)로 주어진다.

$$\pi_0 = \frac{2}{CW+1} = p \quad (4)$$

이를 이용하여 식 (1)의 $E[coll]$은 다음의 식 (5)와 같이 p에 대한 식으로 표현할 수 있다.

$$E[coll] = \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P[collision]^{i} \cdot P[success] = \frac{1-(1-p)^n}{np(1-p)^{n-1}} - 1 \quad (5)$$

식 (5)에서 $P[collision]$은 충돌이 발생할 확률을, $P[success]$는 성공적인 전송이 이루어지는 경우의 확률을 의미한다.

두 개 이상의 노드가 동시에 전송을 시도하는 경우에 충돌이 발생하고 단 하나의 노드만 전송을 시도하는 경우에는 성공적인 전송이 이루어지기 때문에 각각은 다음의 식 (6)으로 주어진다.

$$P[collision] = \frac{1-(1-p)^n - np(1-p)^{n-1}}{1-(1-p)^n}$$
$$P[success] = \frac{np(1-p)^{n-1}}{1-(1-p)^n} \quad (6)$$

각 단말의 우선순위가 네 개의 우선순위 중 i일

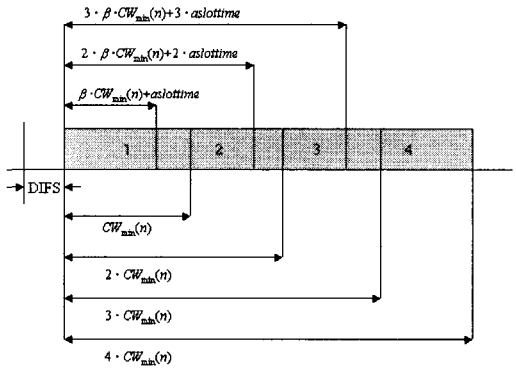

그림 5. 적응형 EDCF의 AIFS의 결정

확률은 1/4로 균등하게 분포되어 있다는 가정 하에 식 (4)의 관계를 반영한 $E[AIFS]$는 다음의 식 (7)로 주어진다.

$$\begin{aligned} E[AIFS] &= DIFS + E[CW_{\min}(n)] \cdot \sum_{i=0}^{3} i \cdot \beta \cdot P[priority\ is\ i] \\ &= DIFS + \frac{6}{4}(\beta \cdot E[CW] + aslottime) \\ &= DIFS + \frac{6}{4}(\beta \cdot (2/p-1) + aslottime) \end{aligned} \quad (7)$$

마지막으로 $E[backoff]$는 어떤 노드도 전송을 시도하지 않는 총 슬롯의 평균 개수와 같으므로 다음의 식 (8)로 주어진다.

$$E[backoff] = [1-(1-p)^n] \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot [(1-p)^n]^i \cdot aslottime = \frac{(1-p)^n \cdot aslottime}{1-(1-p)^n} \quad (8)$$

식 (5), (7), 그리고 (8)을 식 (2)에 대입하고 이의 값이 최소가 되기 위한 p와 n의 관계는 근사적으로 식 (9)와 같이 표현된다.

$$p \approx \frac{1}{n} \quad (9)$$

식 (4)와 (9)의 결과를 통해서 경쟁 윈도우의 크기와 노드의 수와의 관계는 식 (10)으로 주어지는데 이 관계는 다음 장에서 설명하게 될 시뮬레이션 과정에서 반영하였다.

$$CW(n) = 2n-1 \quad (10)$$

Ⅳ. 모의 실험 결과 및 분석

4.1 실험환경

제안된 적응형 EDCF의 성능을 분석하기 위해서 OPNET을 이용한 모의 실험을 수행하였다. 실험을 위한 네트워크는 여러 개의 노드들이 서로 데이터를 주고받고 있는 형태를 가지고 있으며, 노드들의 수가 8, 16, 24, 32, 40, 48개인 경우에 대해서 반8복하였다. 각 노드들은 0에서 3까지의 우선순위를 균등하게 가지므로 동일한 우선순위를 갖는 노드들의 수는 항상 같다. 각 노드들은 2분 동안 크기가 평균 1kbyte인 지수 분포를 가지는 프레임을 전송하고 이 때 우선순위 계수(β)는 0.03으로 설정하였다.

4.2 결과분석

그림 6에는 시뮬레이션을 통한 기존의 EDCF의 처리율과 제안된 적응형 EDCF의 처리율을 비교하였다. 전반적인 처리율 측면에서 제안된 적응형 EDCF가 기존의 EDCF보다 우수한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다. 두 EDCF 모두 노드의 수가 증가함에 따라서 처리율 역시 감소하기 시작한다. 그러나 적응형 EDCF의 경우 노드의 수에 증가에 따른 충돌의 발생 빈도가 기존의 EDCF보다 낮기 때문에 노드의 수가 증가할수록 성능 향상 폭이 증가한다.[1)]

그림 7, 8, 9에는 노드의 수에 따른 기존의 EDCF와 적응형 EDCF의 성능을 우선순위의 보장 측면에서 비교하였다. 이들 그림의 축은 두 개의 EDCF 방식에 대해서 전체 전송한 패킷들 가운데 각 우선 순위를 가지는 노드가 전송한 패킷의 수의 비를 의미한다. 노드의 우선순위가 높을수록 전송한 패킷이 많다는 것은 그만큼 자주 채널의 전송 권한을 획득하였다는 것을 의미하므로 우선순위에 대한 QoS가 그만큼 보장되었다고 해석할 수 있다. 그림 7에서 볼 수 있는 바와 같이 노드의 수가 적은 경우 기존의

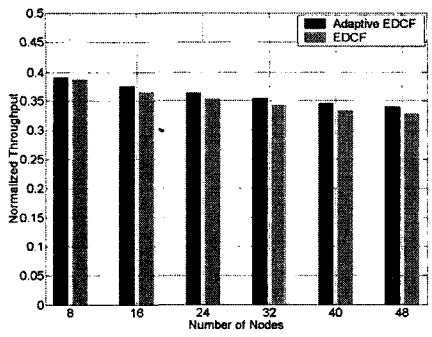

그림 6. 노드수의 증가에 따른 throughput의 변화

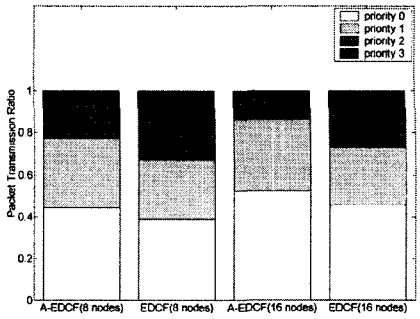

그림 7. 패킷 전송 비율로 나타낸 적응형 EDCF와 EDCF의 우선순위 보장 비교(노드의 수가 8개, 16개인 경우)

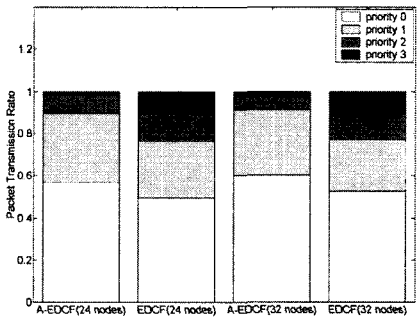

그림 8. 패킷 전송 비율로 나타낸 적응형 EDCF와 EDCF의 우선순위 보장 비교(노드의 수가 24개, 32개인 경우)

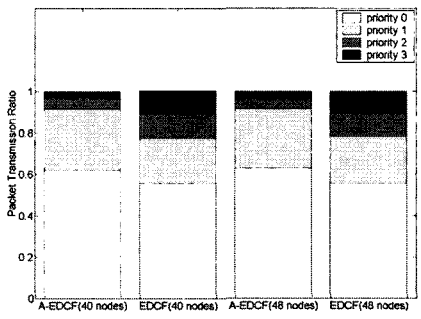

그림 9. 패킷 전송 비율로 나타낸 적응형 EDCF와 EDCF의 우선순위 보장 비교(노드의 수가 40개, 48개인 경우)

1) 노드의 수가 8개 인 경우 약 1.3% 정도의 성능 향상을 보이지만 노드의 수가 48개로 증가한 경우에는 약 3.8%정도의 성능 향상을 보인다.

EDCF 역시 적절한 비율로 우선순위별 전송이 이루어진다. 그러나 노드의 수가 증가함에 따라서 우선순위가 적은 두 종류의 노드의 패킷 전송 개수가 거의 비슷한 분포를 보임을 알 수 있다. 반면, 적응형 EDCF의 경우에 노드의 개수에 관계없이 우선순위에 따른 명확한 차이를 제공할 수 있음을 볼 수 있다.

V. 결 론

IEEE802.11e 매체 접근 제어 프로토콜의 EDCF는 기존의 DCF를 서로 다른 사용자 우선수위에 따라서 다른 서비스를 제공할 수 있도록 개선되었다. 그러나 기존의 EDCF는 DCF와 마찬가지로 처리율에 대한 성능 저하 문제점과 사용자 우선순위에 대한 서비스 차별 정도가 미흡한 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 적응형 EDCF를 제안하였다. 적응형 EDCF는 기존의 EDCF에 비해서 노드의 수에 관계없이 항상 높은 처리율을 보이며 노드의 수의 증가에 따른 처리율의 저하 역시 덜 민감하다는 장점을 가지고 있다. 추가적으로 적응형 EDCF는 기존의 EDCF에 비해 노드들간의 우선순위 보장 측면에서 매우 향상된 성능을 보여준다는 것을 모의실험을 통해서 알 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] IEEE WG, "Part 11:Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications," IEEE802.11 standard, 1999

[2] IEEE802.11e/D4.3, "Draft Supplement to Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems Part 11: Wireless Medium Access Control(MAC) and physical layer(PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service(QoS). May. 2003.

[3] D. Bertsekas and R. Gallager, "Data Networks," Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1992

[4] G. Bianchi, L. Fratta, and M. Oliveri, "Performance evaluation and enhancement of the CSMA/CA MAC protocol for 802.11 wireless LANs," in Proc. PIMRC 1996, Taipei, Taiwan, pp. 392-396, Oct. 1996.

[5] F. Cali, M. Conti, and E. Gregori, "Dynamic Tuning of the IEEE 802.11 Protocol to Achieve a Theoretical Throughput Limit." IEEE/ACM Trans. Networking, vol. 8, no. 6, pp. 785~799, Dec. 2000.

[6] N. H Vaiday, et al, "Distributed Fair Scheduling in a Wireless LAN," in Proc. ACM Mobicom, Aug. 2000.

[7] Sunghyun Choi, Javier del Prado, Stefan Mangold, and Sai Shankar, "IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation," in Proc. IEEE ICC'03, May 2003.

김 건 수 (Gunsu Kim) 비회원

2002년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 졸업

2004년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 석사

2004년 3월~현재 : LG전자 정보기술연구소 DNT그룹

<주관심분야> IEEE802.15, Wireless PAN, UWB

김 범 준 (Beomjoon Kim) 정회원

1996년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 졸업

1998년 8월 : 연세대학교 전자 공학과 석사

2003년 8월 : 연세대학교 전자 공학과 박사

2003년 6월~2004년 1월 : 연세대학교 전기전자공학과 전자정보통신 연구소 박사 후과정 연구원

2004년 2월~현재 : LG전자 이동통신기술연구소 표준화그룹

<주관심분야> IEEE802.16, WiBro/WiMax, IEEE802.21, 무선 링크상의 TCP 성능 향상 방안 및 성능분석.

박 중 신 (Jungshin Park) 비회원

1995년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 졸업

1997년 8월 : 연세대학교 전자 공학과 석사

2004년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 박사

2004년 3월~현재 : 삼성전자 정보통신총괄 네트워크 사업부

이 재 용 (Jaiyong Lee) 정회원

1977년 2월 : 연세대학교 전자 공학과 졸업

1984년 5월 : IOWA State University 공학 석사

1987년 5월 : IOWA State University 공학 박사

1987년 6월~1994년 8월 : 포항 공과대학 교수

1994년 9월~현재 : 연세대학교 전자공학과 교수

<주관심분야> Protocol Design for QoS Management, Network Management, High Speed Networks