

무선랜 환경에서 우선순위를 고려한 백오프 알고리즘 성능분석

Performance Analysis of Backoff Algorithm in Wireless LANs with Prioritized Messages

정석훈*, 허 선**

* 한양대학교 산업공학과 (pisces18@ihanyang.ac.kr)

** 한양대학교 산업공학과 (hursun@hanyang.ac.kr)

Abstract

Distributed coordination function(DCF) is the primary random access mechanism of IEEE 802.11, which is the basic protocol of wireless LAN based on the CSMA/CA protocol. It enables fast installation with minimal management and maintenance costs and is a very robust protocol for the best effort service in wireless medium. The current DCF, however, is known to be unsuitable for real-time applications such as voice message transmission. In this paper, we focus on the performance issues of IEEE 802.11 which accommodate the prioritized messages. Existing results use the initial window size and backoff window-increasing factor as tools to handle the priority of the messages. Instead, we introduce a novel scheme which chooses the backoff timer with arbitrary probabilities. By this, one can greatly reduce the backoff delay of the lower priority messages without degrading the performance of higher priority.

1. 서론

무선랜(Wireless LAN, Wireless Local Area Network) 환경에서 매체접근을 제어하기 위해 규정된 DCF (Distributed Coordination Function)는 CSMA/CA (Carrier Sense Multi Access/Collision Avoidance)를 기반으로 하며, 충돌처리정책으로 BEB (Binary Exponential Backoff) 알고리즘을 이용한다[IEEE 802.11 WG(1999)].

DCF 방식에 따라 단말기(station)들은 메시지를 전송하기 전에 채널 사용여부를 확인한다. 만일 채널이 일정시간(DIFS; Distributed Inter-Frame Space) 동안 유희하면, 단말기는 자신의 메시지를 전송하고, 채널이 바쁜 상태에 있다면 현재 진행 중인 다른 단말기의 메시지 전송이 완료될 때까지 기다린다. 이 때 BEB 알고리즘에 의해 단말기들의 백오프 타이머(backoff timer)는 $[0, W-1]$ 범위 내에서 한 값을 임의로 선택하여 대기시간을 설정한다. 여기서 W 는 contention window(CW) 또는 백오프 크기(backoff size)라 하며, 초기 값은 최소 윈도우 크기(CW_{min})로 주어진다. 그리고 선택된 값에서 0까지의 크기를 백오프 시간(backoff time)이라 한다.

채널이 바쁜 경우에 타이머는 정지한 상태를 유지하고, 채널이 유희할 때 백오프 시간을 줄여나간다. 백오프 시간이 0이 되었을 때 메시지 전송을 시도하는데, 이 때 두 개 이상의 단말기가 전송을 동시에 시도하게 되면 충돌이 발생하여 전송이 실패하게 된다. 전송을 실패한 단말기는 메시지 재전송을 위해 자신의 백오프 타이머를 다시 설정한다. 충돌 후 재설정을 위한 백오프 크기의 범위는 윈도우 증가인수(σ)에 의해 결정된다. 즉, $j-1$ 번째 충돌 후 j 번째 단계에서 선택해야 할 백오프 크기는 $W_j = \sigma W_{j-1}$ 이다. 단말기들은 메시지 전송을 성공할 때까지 이러한 과정을 반복한다.

Best effort 서비스를 위한 DCF는 분산제어방식으로 무선 환경에서 최소 비용으로 빠르게 설치할 수 있고, 유지비용도 적게 드는 장점을 가지고 있다. 그러나 음성, 비디오와 같은 실시간 메시지를 처리하기에는 적합하지 않다고 알려져 있다[Deng and Cheng(1999)]. 실시간 메시지 전송 문제를 해결하기 위한 방법으로 우선순위를 고려한 연구들이 제안되었다. 예를 들면, 음성과 같이 서비스가 빨리 이루어져야 하는 메시지에는 높은 우선순위를 할당하여 백오프 과정에서 소요되는 시간을 줄이는 방안을 찾고자 하는 것이다.

Deng and Cheng(1999)은 백오프 크기를 우선순위에 따라 달리 할당하는 방법을 소개하였다. 즉, j 번째 백오프 단계에서 높은 우선순위 메시지는 $[0, 2^{j+1} - 1]$ 에서만 백오프 시간을 설정하고, 낮은 우선순위 메시지는 $[2^{j+1}, 2^{j+2} - 1]$ 에서만 백오프 시간을 설정하게 하였다. Veres et al. (2001)은 우선순위에 따라 초기 윈도우 크기와 최대 윈도우 크기를 달리 하는 방법을 제안하였고, Aad and Castelluccia(2001)는 interframe spaces(IFS)를 우선순위별로 다르게 할당하는 방안을 연구하였다. Pallot and Miller(2001)는 백오프 시간을 선택하는 확률분포에 있어서 우선순위가 높은 메시지에는 균일하지 않은 분포를 적용하였다. 그러나 이러한 연구들은 모두 시뮬레이션에 의해 수행되었으며, 수리적인 해법을 제시하고 있지 않다. 최근에 Xiao(2005)는 초기 윈도우 크기(initial window size), 윈도우 증가인자(window-increasing factor), 재전송 시도 회수(retry limit)를 우선순위에 따라 다르게 부여하는 방법으로 수리적인 모형을 제시하였다. 이러한 우선순위

방법에 의해 나타나는 결과를 살펴보면, 우선순위가 높은 메시지의 성능은 향상되지만 상대적으로 우선순위가 낮은 메시지의 성능은 나빠지게 된다. 특히 이동성을 고려하는 무선 통신환경에서는 전송 지연시간, 경로유지시간, 경로중단확률 등과 같은 성능에 있어서 서비스 품질(QoS, Quality of Service)을 요구하는데, 이러한 이유는 단말기의 이동성이 성능을 저하시킬 수 있기 때문이다[Krishna *et al.* (2004)]. 즉, 메시지 전송이 완료되기 전에 단말기가 전송 범위 밖으로 벗어나게 되면 전송이 불가능함으로써 전송 실패를 초래한다. 따라서 음성, 비디오와 같은 실시간 메시지뿐만 아니라 텍스트, 파일과 같은 비실시간 메시지가 혼잡된 무선 환경 내에서 우선순위가 높은 메시지의 QoS를 만족함과 동시에 우선순위가 낮은 메시지의 성능을 향상시키는 방안이 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 우선순위를 고려한 무선랜의 성능분석을 위한 수리 모형을 제시한다. 특히, 우선순위가 높은 메시지의 최대 QoS를 보장하면서 우선순위가 낮은 메시지의 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제시한다. 즉, 백오프 시간 선택확률분포를 일반화하여 필요에 따라 적절한 분포를 적용함으로써 전체 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하는 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 우선순위를 고려한 파라미터를 정의하고, 백오프 과정을 설명한다. 그리고 성능척도로써 백오프 지연시간분포를 구한다. 3절에서는 다양한 실험을 통한 수치분석으로 선택확률이 성능에 미치는 영향을 살펴보고, 4절에서 결론을 제시한다.

2. 시스템 모델링

본 연구에서는 단말기들이 메시지를 항상 전송하고 있는 상황을 고려한다(saturation condition). 즉, 각 단말기들은 메시지 전송이 완료된 후에도 바로 또 메시지를 전송함으로써 백오프 과정을 지속적으로 수행하는 것을 의미한다.

2.1 우선순위 파라미터

시스템 내에 M 개의 우선순위 클래스가 있으며, 클래스 i ($i=0,1,\dots,M-1$)에 대하여 j 번째 백오프 단계에서의 백오프 크기를 $W_{i,j}$ 라 하자. 최대 크기는 $CW_{i,max}$ 이다. 다음과 같은 세 가지 파라미터를 클래스 i 에 따라 다른 값을 부여하도록 한다:

- 1) 초기 윈도우 크기: $W_{i,0}$.
- 2) 윈도우 증가인자: σ_i . 이것은 충돌 후 증가하는 백오프 크기에 영향을 주며, 이에 따라 백오프 단계별 증가되는 백오프 크기는 식(2.1)과 같다.

$$W_{i,j} = \sigma_i^j W_{i,0}, \quad j = 0, 1, \dots, m_i, \quad (2.1)$$
 여기서, $m_i = \lceil \log_{\sigma_i}(CW_{i,max}/CW_{i,min}) \rceil$ 이다. 증가되는 백오프 크기($W_{i,j}$)는 σ_i 에 따라 정수가 아닐 수 있다. 이런 경우에는 $\lceil W_{i,j} \rceil$ 인 값을 취하며, 이 후 편의상 $W_{i,j}$ 로 표기하도록 한다.
- 3) 백오프시간 선택확률분포(backoff time choice probability distribution) : $g_{i,j}(k)$.

이것은 백오프 타이머가 j 번째 백오프 단계에서 백오프 크기 k ($k=0,1,\dots,W_{i,j}-1$) 중 한 값을 선택할 확률분포이고, 확률생성함수(PGF, Probability

generating Function)는 $G_{i,j}(z) = \sum_{k=0}^{W_{i,j}-1} z^k g_{i,j}(k)$ 이다.

IEEE 802.11 DCF 표준에서 윈도우 증가인자(σ)는 2이며, 백오프시간 선택확률분포($g_{i,j}(k)$)는 균일 분포이다. 본 연구에서 제시하고 있는 우선순위 방법은 초기 윈도우 크기와 윈도우 증가인자를 이용하여 우선순위가 높은 메시지의 성능을 향상시키고, 선택확률분포를 조절하여 우선순위가 높은 클래스의 성능을 유지하면서 우선순위가 낮은 클래스의 성능을 향상시키고자 하는 것이다.

2.2 백오프과정

클래스 i 에 대하여 $s(i,t)$ 를 t 시점에서의 백오프 단계라 하고, $b(i,t)$ 를 t 시점에서 선택된 백오프 크기라고 하자. 그리고 p_i 를 충돌확률이라 하자. 2차원 확률과정 $\{s(i,t), b(i,t)\}$ 은 이산시간 마코프 체인이며, $\{i,j,k\}$ 를 마코프체인의 상태라 하면 ($j=s(i,t), k=b(i,t)$), 클래스 i 의 상태전이과정은 [그림 1]과 같다.

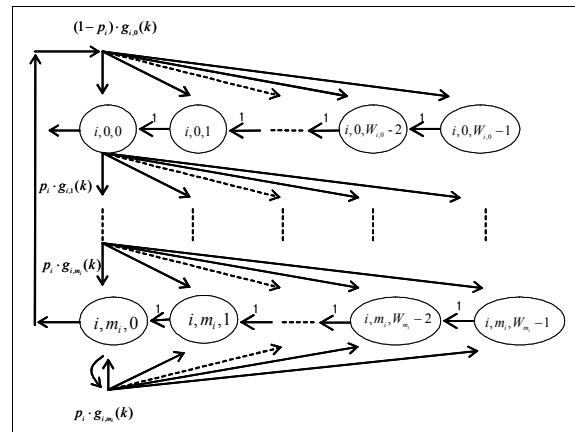


Figure 1. Markov chain model for back-off procedure

이 마코프체인의 1-단계 전이확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Pr\{(i,j,k) | (i,j,k+1)\} &= 1, \\ & \quad j=0,1,\dots,m_p, k=0,1,\dots,W_{i,j}-2, \\ Pr\{(i,0,k) | (i,j,0)\} &= (1-p_i) \cdot g_{i,0}(k), \\ & \quad j=0,1,\dots,m_p, k=0,1,\dots,W_{i,j}-1, \\ Pr\{(i,j,k) | (i,j-1,0)\} &= p_i \cdot g_{i,j}(k), \\ & \quad j=1,2,\dots,m_p, k=0,1,\dots,W_{i,j}-1, \\ Pr\{(i,m_p,k) | (i,m_p,0)\} &= p_i \cdot g_{i,m_p}(k), \\ & \quad k=0,1,\dots,W_{i,m_p}-1. \end{aligned}$$

그리고 $b_{i,j,k} = \lim_{t \rightarrow \infty} Pr\{s(i,t) = j, b(i,t) = k\}$ 를 안정상태확률이라 하면, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$b_{i,j,0} = \begin{cases} p_i^j b_{i,0,0}, & 0 \leq j < m_i, \\ \frac{p_i^{m_i}}{1-p_i} b_{i,0,0}, & j = m_i, \end{cases} \quad (2.2)$$

$$b_{i,j,k} = \left[1 - \sum_{l=1}^k g_i(l-1) \right] b_{i,0,0},$$

$$j = 0, 1, \dots, m_i, k = 0, 1, \dots, W_{i,j} - 1, \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=0}^{m_i} \sum_{k=0}^{W_{i,j}-1} b_{i,j,k} = 1. \quad (2.4)$$

식 (2.2), (2.3)과 (2.4)를 이용하여 식(2.5)을 구할 수 있다.

$$b_{i,0,0}^{-1} = \sum_{j=0}^{m_i} \left[1 + \sum_{k=1}^{W_{i,j}-1} \left[1 - \sum_{l=1}^k g_{ij}(l-1) \right] \right] p_i^j. \quad (2.5)$$

클래스 i 에 속한 단말기가 메시지 전송을 시도할 확률을 τ_i 라 하자. 메시지 전송 시도는 백오프 시간이 0 일 때 발생하므로 전송시도확률은 식(2.6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau_i = \sum_{j=0}^{m_i} b_{i,j,0} = b_{i,0,0} \cdot \frac{1}{1-p_i}. \quad (2.6)$$

클래스 i 에 N_i 개의 단말기들이 있다고 할 때, 임의 슬롯에서 2개 이상의 단말기들이 동시에 전송을 시도하게 되면 충돌이 발생하므로 충돌확률은 식 (2.7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$p_i = 1 - \left[\prod_{h=0}^{i-1} (1-\tau_h)^{N_h} \right] (1-\tau_i)^{N_i-1} \left[\prod_{h=i+1}^{M-1} (1-\tau_h)^{N_h} \right]. \quad (2.7)$$

p_i 와 τ_i 는 식 (2.6)과 (2.7)로부터 순환식으로 구할 수 있다.

2.3 백오프 지연시간

백오프 지연시간은 단말기의 메시지 전송이 성공할 때까지 백오프 과정에서 보낸 전체 시간이다. 본 절에서는 클래스 i 에 속한 시험 단말기(tagged station)의 백오프 과정을 분석하여 백오프 지연시간 분포를 유도한다. 시험 단말기가 첫 번째 전송을 시도할 경우, 확률 $1-p_i$ 로 성공한다면 그 때 백오프 지연시간의 PGF는 $G_{i,0}(z)$ 이다. 첫 번째 충돌로 인해 다음 백오프 단계에서 전송시도 시 성공할 경우, 그 때 전송성공확률은 $p_i(1-p_i)$ 이며 백오프 지연시간의 PGF는 $G_{i,0}(z)G_{i,1}(z)$ 이다. 이러한 방법으로 클래스 i 에 대한 백오프 지연시간의 PGF ($BO_i(z)$)는 식(2.8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$BO_i(z) = \left[\begin{aligned} &(1-p_i)G_{i,0}(z) + p_i(1-p_i)G_{i,0}(z)G_{i,1}(z) \\ &+ p_i^2(1-p_i)G_{i,0}(z)G_{i,1}(z)G_{i,2}(z) + \dots \\ &+ p_i^{m_i}(1-p_i)G_{i,0}(z)G_{i,1}(z) \dots G_{i,m_i}(z) \\ &+ p_i^{m_i+1}(1-p_i)G_{i,0}(z)G_{i,1}(z) \dots G_{i,m_i}(z) \\ &\cdot G_{i,m_i}(z) + \dots + p_i^{m_i+l}(1-p_i)G_{i,0}(z) \\ &\cdot G_{i,1}(z) \dots G_{i,m_i}(z)(G_{i,m_i}(z))^l + \dots \end{aligned} \right] \quad (2.8)$$

그리고 클래스 i 의 평균 백오프 지연시간은 식(2.9)와 같다.

$$E[BO_i] = \sum_{j=0}^{m_i-1} p_i^j E[G_{i,j}] + \frac{p_i^{m_i}}{1-p_i} E[G_{i,m_i}]. \quad (2.9)$$

만일 선택확률분포가 균일분포라면, 평균 백오프 지연시간은 다음과 같다.

$$E[BO_i] = \frac{W_{i,0}}{2} \left[\frac{1-(\sigma p_i)^{m_i}}{1-\sigma p_i} + \frac{(\sigma p_i)^{m_i}}{1-p_i} \right] - \frac{1}{2(1-p_i)}.$$

3. 수치분석

Xiao(2005)는 우선순위가 높은 클래스의 윈도우 증가인수와 초기 윈도우 크기를 우선순위가 낮은 클래스보다 작게 하면, 우선순위가 높은 클래스의 성능이 좋아진다는 것을 보였다. 그러나 우선순위가 낮은 클래스의 성능은 상대적으로 나빠진다는 것을 알 수 있다. 본 절에서는 우선순위가 높은 메시지의 요구되는 성능을 유지하면서 우선순위가 낮은 메시지의 성능을 향상시킬 수 있는 방법(즉, 선택확률을 조절하는 방법)의 효과를 알아본다. 실험에 있어서 클래스 수는 2개($M=2$)로 하며, 첨자 $i=0$ 은 높은 우선순위 클래스, $i=1$ 은 낮은 우선순위 클래스를 나타낸다. 그리고 선택확률분포를 다음과 같이 정의하자.

$W_{i,j}$ 가 짝수이면,

$$g_{i,j}(k) = \begin{cases} \frac{2A}{(A+B)W_{i,j}}, & k=0,1,L, \frac{W_{i,j}}{2}-1, \\ \frac{2B}{(A+B)W_{i,j}}, & k=\frac{W_{i,j}}{2}, L, W_{i,j}-1, \end{cases}$$

이고, $W_{i,j}$ 가 홀수이면

$$g_{i,j}(k) = \begin{cases} \frac{A}{A\left(\left\lceil \frac{W_{i,j}}{2} \right\rceil - 1\right) + B\left\lfloor \frac{W_{i,j}}{2} \right\rfloor}, & k=0,1,L, \left\lfloor \frac{W_{i,j}}{2} \right\rfloor - 1, \\ \frac{B}{A\left(\left\lceil \frac{W_{i,j}}{2} \right\rceil - 1\right) + B\left\lfloor \frac{W_{i,j}}{2} \right\rfloor}, & k=\left\lfloor \frac{W_{i,j}}{2} \right\rfloor, L, W_{i,j}-1. \end{cases}$$

이다.

즉, j 번째 백오프 단계에서의 백오프 크기를 두 부분으로 나누고, 백오프 타이머가 앞부분과 뒷부분을 선택할 비율을 $A:B$ 로 구분한다. 타이머가 선택한 부분에 대해서는 동일한 확률로 백오프 시간을 설정한다. 이렇게 A 와 B 의 값을 달리 함으로써 단말기들의 전송 시도 횟수를 조절할 수 있다. $A > B$ 인 경우, 단말기가 작은 백오프 시간을 선택할 확률 값을 크게 하여 전송 시도를 자주할 수 있도록 하는 것이고, 반대로 $A < B$ 인 경우에는 큰 백오프 시간을 선택할 확률 값을 크게 함으로써 전송시도까지 많은 시간을 기다리게 하는 것이다. 만일 $A=B$ 이면, IEEE 802.11 표준에서 정의한 균일 분포와 같다.

다음과 같이 세 가지 경우로 구분하여 실험을 하는데, case 1를 기준으로 case 2와 3의 평균 백오프 지연시간을 비교함으로써 $A:B$ 의 비율로 구분한 효과를 알아본다.

case 1: 클래스 0에서 $A:B=1:1$ 과 클래스 1에서

- $A : B = 1 : 1$ (모두 균일한 확률로 백오프 시간 선택),
- case 2: 클래스 0에서 $A : B = 3 : 1$ 과 클래스 1에서 $A : B = 1 : 1$ (클래스 0에게 전송시도 기회를 많이 부여),
- case 3: 클래스 0에서 $A : B = 1 : 1$ 과 클래스 1에서 $A : B = 3 : 1$ (클래스 1에게 전송시도 기회를 많이 부여).

실험을 위해 다음과 같은 파라미터를 정의하였다. $[\sigma_0, \sigma_1] = [1.6, 2.0]$, $[W_{0,0}, W_{1,0}] = [16, 32]$, $[CW_{0,max}, CW_{1,max}] = [1024, 1024]$, $N_0 = N_1$.

그리고 슬롯 타임(slot time)은 $50\mu s$ 로 하였다. 먼저 윈도우 증가인자와 초기 윈도우 크기를 달리하는 것은 우선순위가 높은 클래스의 성능을 좋아지게 한 후 선택확률의 효과를 살펴보고자 하는 것이다.

[그림 2]는 case 1,2,3에 대하여 단말기 수의 변화에 따른 두 클래스의 평균 백오프 지연시간을 보여준다. 단말기의 수가 증가함에 따라 두 클래스나 세 가지 case 모두 평균 백오프 지연시간이 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 단말기의 수가 많을수록 잦은 경쟁으로 인해 충돌이 자주 발생하기에 백오프 지연시간이 늘어나기 때문이다.

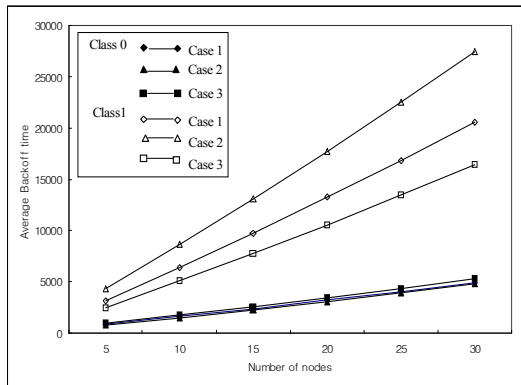


Figure 2. Average backoff delays when $\sigma_0 = 1.6$

[그림 2]로부터 클래스 0의 평균 백오프 지연시간은 case 1에 비해 case 2일 때 줄어드는 것을 알 수 있고, 클래스 1에서는 case 1에 비해 case 3일 때 평균 백오프 지연시간이 더욱 줄어드는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 단말기들이 작은 백오프 시간을 선택할 확률을 크게 해줌으로써 전송시도를 자주할 수 있도록 하여 전송성공 가능성을 높게 했기 때문이다.

주목할 것은 클래스 0의 경우에 case 1을 기준으로 case 2와 3에서 평균 백오프 지연시간의 변화량이 매우 적으며, 이는 선택확률에 대해 덜 민감하다는 것을 의미한다. 반대로, 클래스 1은 선택확률에 매우 민감하다는 것을 알 수 있다. 특히, 클래스 1에서 백오프 시간의 앞부분을 선택할 확률 값을 크게 하여(case 3) 전송시도 기회를 많이 부여했기 때문에 평균 백오프 지연시간이 현저히 줄어든다. case 2의 경우, 클래스 0에서 백오프 시간의 앞부분을 선택할 확률을 크게 함으로써 상대적으로 클래스 1의 전송시도에 영향을 주어 그 결과 클래스 1의 평균 백오프 지연시간이 현저히 증가하는 것을 알 수

있다. 윈도우 증가인자 변화에 대한 효과를 살펴보기 위해 클래스 0의 윈도우 증가인자(σ_0)를 각각 1.7, 1.8일 경우도 살펴보았다. 이 때 클래스 1의 윈도우 증가인자(σ_1)는 2로 고정하였다. [표 1]은 클래스 0, 1의 단말기 수가 각각 30일 때, case 1을 기준으로 case 2와 3에서 각 클래스의 평균 백오프 지연시간에 대한 상대 변화율을 보여준다.

Table 1. Relative changes of the average backoff delays for various window-increasing factor of class

클래스 0의 윈도우 증가인수	$\frac{case2 - case1}{case1} \times 100 (\%)$		$\frac{case3 - case1}{case1} \times 100 (\%)$	
	클래스0	클래스1	클래스0	클래스1
1.6	-2.4	+33.9	+7.5	-19.9
1.7	-4.5	+29.1	+9.0	-19.2
1.8	-6.3	+25.4	+10.7	-18.5

먼저, case 1과 case 2의 비교에서 클래스 0은 2.4~6.3% 정도 향상된 결과를 가져오는 반면에 클래스 1은 25.4~33.9%로 성능이 나빠지는 것을 알 수 있다. case 1과 case 3의 비교에서는 클래스 0의 평균 백오프 지연시간이 약 10% 증가하지만 클래스 1은 약 20% 줄어든다. 결국, case 3의 경우처럼 낮은 우선순위 클래스가 작은 백오프 시간을 선택할 확률을 크게 해줌으로써 클래스 0의 평균 백오프 지연시간이 조금 증가하더라도 클래스 1의 평균 백오프 지연시간이 많이 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

[표 2]는 클래스 0의 초기 윈도우 크기($W_{0,0}$)에 따라 선택확률의 효과를 보기 위해 실험한 결과들이다. 이 때 클래스 0의 윈도우 증가인수(σ_0)는 1.7이고, 클래스 1의 윈도우 증가인수는 2.0이다. 그리고 클래스 0의 초기 윈도우 크기를 8, 16, 24일 때의 실험결과다. 클래스 1의 초기 윈도우 크기($W_{1,0}$)는 32로 고정하였다.

Table 2. Relative changes of the average backoff delays for various initial window size of class

클래스 0의 초기 윈도우 크기	$\frac{case2 - case1}{case1} \times 100 (\%)$		$\frac{case3 - case1}{case1} \times 100 (\%)$	
	클래스0	클래스1	클래스0	클래스1
8	-4.4	+29.7	+6.6	-21.5
16	-4.5	+29.1	+9.0	-19.2
24	-7.3	+29.9	+10.0	-17.3

case 2에서 클래스 0은 4.4~7.3% 정도 향상되는 반면에 클래스 1은 약 30% 정도로 성능이 나빠진다. 그러나 case 3에서 클래스 0은 10% 이하로 평균 백오프 지연시간이 증가하지만, 클래스 1의 평균 백오프 지연시간은 17.3~21.5% 정도 줄어드는 것을 알 수 있다.

[그림 3]은 Xiao(2005)에서 제시하고 있는 방법을 이용하여 전체처리량 결과를 보여준다. case 2의 전체처리량은 증가하고 case 3의 전체처리량은 감소하나 그 차이가 매우 작다는 것을 알 수 있는데,

이는 선택확률이 전체처리량에는 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다.

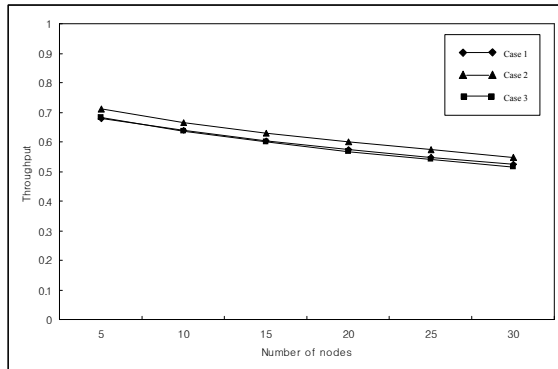


Figure 3. Overall throughput when $\sigma_0 = 1.6$

본 수치실험에서는 초기 윈도우 크기와 윈도우 증가인자를 다르게 할당하여 우선순위가 높은 클래스의 성능을 향상시킨 후, 요구되는 클래스 0의 성능을 유지하면서 클래스 1의 성능도 향상시킬 수 있는 방법으로 선택확률 조절이라는 새로운 방법의 효과를 살펴보았다.

4. 결론

본 연구에서는 우선순위를 고려한 무선랜의 성능분석을 위한 수리 모형을 제안하였다. 특히, 선택확률을 필요에 따라 적절히 조절함으로써 전송시도 빈도를 조절하고, 그에 따라 우선순위가 높은 메시지의 QoS를 유지하면서 우선순위가 낮은 메시지의 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 다양한 실험을 통하여 그 결과를 확인할 수 있었으며, 백오프 지연시간분포와 같은 성능척도를 해석적 방법으로 제시하였다.

본 연구는 선택확률의 적절한 선택으로 우선순위가 높은 메시지의 백오프 지연시간을 유지하면서 우선순위가 낮은 메시지의 백오프 지연시간을 줄일 수 있는 새로운 방법을 수리적으로 접근하였다는데 의의가 있다. 또한 본 연구에서 제시한 방법은 이동 애드혹 네트워크와 같은 이동성을 고려해야 하는 무선 네트워크 설계 시 좋은 QoS 파라미터를 결정하는데 기초 연구로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- IEEE 802.11 WG(1999), Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification.
- D.-J. Deng and R.-S. Cheng (1999), "A priority scheme for IEEE 802.11 DCF access method," *IEICE Transaction Communications*, **E82-B**(1), 96-102.
- A. Veres, A.T. Campbell, M. Barry, and L.-H. Sun (2001), "Supporting differentiation in wireless packet networks using distributed control," *IEEE Journal on Selected Areas Communications*, **19**(10), pp.2081-2093.
- I. Aad and C. Castelluccia (2001), "Differentiation mechanisms for IEEE 802.11," *IEEE Information Communications (INFOCOM)*, Anchorage, AK, 209-218.
- X. Pallot and L. E. Miller (2001), "Implementing message

priority policies over an 802.11 based mobile ad hoc network," *IEEE Military Communications Conference(MILCOM)*, McLean, VA, 860-864.

C.R. Krishna, S. Chakrabarti, and D. Datta (2004), "A Modified Backoff Algorithm for IEEE 802.11 DCF-Based MAC Protocol in a Mobile Ad hoc Network," *IEEE Region 10 Conference(TENCON 2004)*, **2**, 664-667.

Y. Xiao (2005), "Performance Analysis of Priority Schemes for IEEE 802.11 and 802.11e Wireless LANs," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, **4**(4), 1506-1515.