

IEEE 802.11 WLAN에서 최소 경쟁 윈도우 변화에 따른 성능 분석

정윤식*, 표지훈, 임석구
백석대학교 정보통신학부

e-mail: zacard@naver.com, pyojihun@gmail.com, sklim@bu.ac.kr

Performance Analysis for variation of Minimum Contetion Window at IEEE 802.11 WLAN

Yun-sick Chung*, Ji-Hun Pyo, Seog-Ku Lim

*Div. of Information and Communications, BaekSeok University

요 약

IEEE 802.11 WLAN(Wireless LAN)은 그 편리함과 효율성으로 인하여 수요의 증가 및 기술의 개발이 계속되고 있다. MAC(Medium Access Control)계층 중 기본적인 매체 접근 방식인 DCF(Distributed Coordination Function)는 CSMA/CA 알고리즘을 이용하여 충돌문제를 해결한다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 MAC 계층 DCF 방식에서 스테이션간의 충돌확률을 줄이기 위하여 각 스테이션의 경쟁 윈도우 범위 사이에서 임의의 Backoff Time을 설정하는 것에 착안하여 최소 경쟁 윈도우(Minimum Contention Window)의 값이 성능에 어떠한 영향을 미치는가를 시뮬레이션을 이용하여 분석한다.

1. 서 론

IEEE 802.11은 무선 랜 시장의 급격한 성장과 함께 가장 널리 사용되고 있는 무선 랜의 표준 기술 중 하나이다. 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 사용자 요구의 증가에 따라 IEEE 801.11 a, b, e, g와 더불어 100Mbps 이상의 전송속도를 위한 IEEE 802.11n의 표준화 문서도 발표되었다[1]. 현재 무선 LAN과 관련하여 최근 국내외 유무선 사업자들은 회의장, 공항, 호텔 등의 사람이 많이 밀집되는 공공장소를 우선으로 무선 LAN 기술을 이용한 고속 무선 인터넷 서비스 사업을 시작하거나 이미 활발히 진행 중이며, 가정에서도 활용하고 있다. 더불어 IEEE 802.11b를 따르는 다양한 저가 제품의 출시와 노트북, PDA, PMP 등과 같은 개인 휴대 단말의 보급이 확대 되고 있어, 무선 LAN 기술은 3G 망에서의 패킷 데이터 서비스를 보완 대체할 수 있는 서비스로써 지속적인 성장이 기대되고 있다.

이러한 추세는 IEEE 802.11의 성능 향상에 대한 연

구로 이어져 MAC 프로토콜의 알고리즘 개선을 통한 종단 간의 성능 향상을 위한 연구가 진행되어 지고 있다. IEEE 802.11 기반의 MAC 프로토콜로서 DCF(Distributed Coordination Function)는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)방식으로 동작하며 DCF에서 동작하는 호스트 링크가 사용 중이지 않을 때만 패킷을 전송 한다. 링크의 유희(Idle) 상태가 유지 될 때 2진 지수(Binary) Backoff 기법이 사용되는데 이는 전송시 다른 스테이션과 충돌이 발생할 경우 지수함수적으로 CW(Contention Window)가 크기가 증가하여 충돌확률을 낮추는 방법이다. 만일 충돌이 일어나지 않고 전송이 성공한다면 CW는 최소값(CW_{min})으로 돌아간다[2].

본 논문에서는 최소 경쟁 윈도우 값인 CW_{min} 과 부하를 변화시켜 IEEE 802.11 WLAN의 성능의 변화를 알아보고자 한다. 서론에 이어 2장에서는 802.11의 WLAN의 MAC 프로토콜을 설명하고, 3장에서는 시뮬레이션 환경과 결과를 통해 성능을 분석하며, 마지막으로 4장

에서 결론을 맺는다.

2. IEEE 802.11 WLAN의 MAC 프로토콜

DCF는 IEEE 802.11 MAC의 기본적인 매체 접근 방식으로써, CSMA/CA 방식을 따른다. 그림 1은 DCF 환경에서 스테이션의 동작을 보여준다. Busy medium이후 DIFS 동안 매체가 유희상태로 확인되면, Random Backoff Time을 생성하여 매체에 대한 접근을 연기한다. Backoff Time을 감소하여 0이 된 스테이션은 매체에 접근하게 되며 나머지 스테이션들은 Backoff Time의 감소를 멈추고 다음 DIFS까지 대기하였다가 남은 Backoff Time을 사용한다. 따라서 스테이션은 새롭게 Random Backoff Time을 생성한 스테이션보다 작은 값을 가질 확률이 높으므로 매체에 접근할 가능성이 높아진다[3].

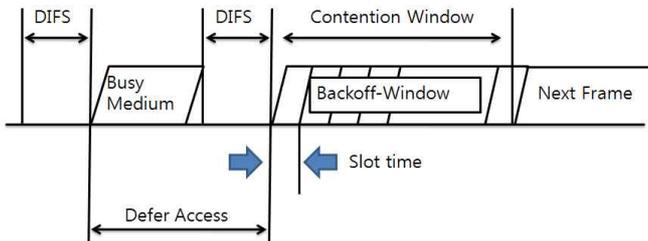


그림 1. IEEE 802.11 DCF에서 스테이션의 동작

2진 Backoff 기법은 CW가 충돌 발생으로 인해 증가할 때 지수적으로 상승하여 슬롯(slot)의 숫자가 증가하는 것을 말한다. CW는 식(1)의 과정을 통하여 증가하며 Random()값을 선택하여 SlotTime을 곱하여 Backoff Time을 만든다[4],[5]. 그림 2에는 IEEE 802.11 DCF의 충돌-해결 과정을 나타내었다.

$$\begin{aligned}
 CW_{\text{증가}} &= (CW \times 2) + 1 \\
 \text{Backoff time} &= \text{Random}() \times \text{Slot Time} \\
 \text{Random}() &= CW \text{ 값과 } 0 \text{ 사이 임의의 값} \\
 \text{Slot Time} &= \text{MIB에 정의되어 있는 값} = 20\mu\text{s}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

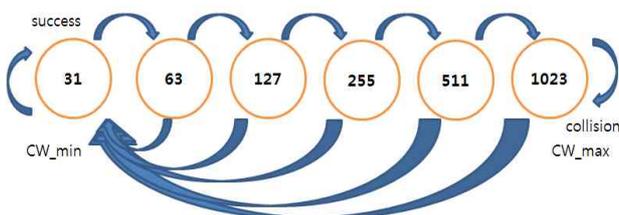


그림 2. IEEE 802.11 DCF의 충돌-해결 과정

CW값의 증가는 최소값(CW_{\min})과 최대값(CW_{\max})의 범위 안에서 이루어지며 IEEE 802.11 DCF에서는 $CW_{\min}=31$, $CW_{\max}=1023$ 이다. 만일 CW_{\max} 이후에 충돌이 발생하면 1023의 값을 유지하며 전송이 성공하게 될 경우나 연관된 재시도 카운터가 최대값에 도달하여 프레임이 버려지게 될 때, CW_{\min} 으로 재설정 된다.

3. 시뮬레이션 및 결과 분석

3.1 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 현재 많이 사용되고 있는 네트워크 시뮬레이션 분석 툴인 Linux 환경 기반의 Network Simulator 2-2.31 버전을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 모델은 그림 3과 같이 구성하였고 각 무선 노드들에서 전송된 패킷은 AP(Access Point)를 통하여 Wired 노드에 도착한다. 또한 시뮬레이션 환경은 각 단말이 항상 전송할 데이터를 가지고 있는 포화상태를 가정하였으며, 전송에러에 의한 재전송은 고려하지 않았다. 평균 패킷의 크기는 1024byte이고 전체 시뮬레이션의 시간은 400sec이며 재전송 한계값은 7로 설정하였다.

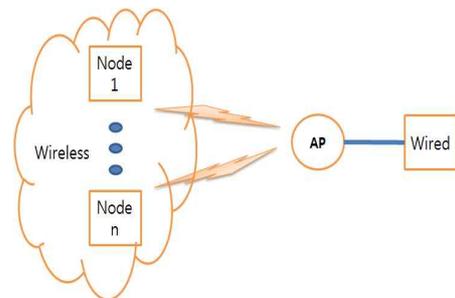


그림 3. 시뮬레이션 모델

3.2 시뮬레이션 결과

양단간 전송되는 성능의 측정을 위하여 포화수율 (S : Saturation Throughput)을 분석하였다. 포화수율을 전체 전송 시간 중 순수하게 데이터를 전송하는 데 소요된 시간의 비율로 정의하면 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$S = \frac{N_{tx} \times \text{Frame Payload}}{T_{tx} + T_{co} + T_{sl}}
 \tag{2}$$

T_{tx} 는 프레임 전송에 소요된 시간이며 T_{co} 는 충돌, T_{sl} 은 전체 경과한 Backoff time으로 정의한다. N_{tx} 는 시뮬레이션이 종료 될 때까지의 전송 성공의 횟수이다. 그림 4는 스테이션 수의 증가에 따른 포화수율의 변화를 나타내었는데, 스테이션 수가 증가함에 따라 포화수

율은 충돌확률의 증가로 인해 감소하였으며, CW_{min} 값이 클수록 상대적으로 높은 포화수율을 나타내었다. $CW_{min}=128$, $CW_{min}=256$ 이고 스테이션 수가 작은 경우 포화수율이 약간 떨어지는 현상이 발생하는데, 이는 부하가 작은 환경에서 지나치게 CW_{min} 을 크게 설정하였기 때문이다.

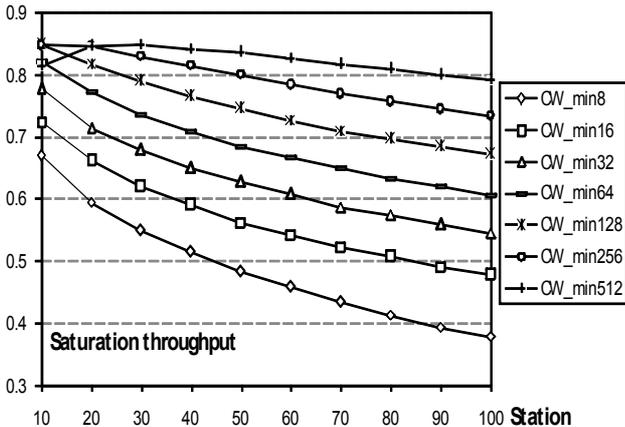


그림 4. 스테이션 수에 따른 포화수율

그림 5는 패킷전송이 이루어진 성공회수 당 충돌의 비율을 나타내었는데, 스테이션 수의 증가에 따라 충돌이 늘어나게 된다. CW_{min} 값이 커질수록 충돌의 전체 횟수는 감소한다.

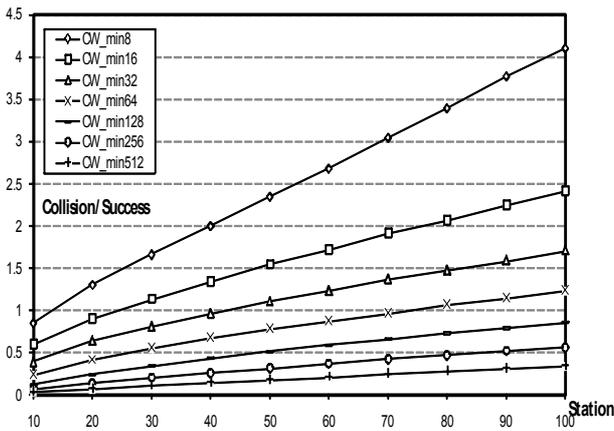


그림 5. 스테이션 수에 따른 Collision/Success

그림 6은 스테이션 수의 증가에 따른 평균 액세스 시간(Access Time)을 나타내었다. 액세스 시간은 HOL(head Of Line)에 있는 패킷이 성공적으로 전송을 완료하기까지의 시간을 의미하는데 $CW_{min}=64$ 인 경우, 가장 긴 시간을 갖고 $CW_{min}=8$ 인 경우 가장 적은 시간이 소요되었다. 이는 $CW_{min}=8$ 인 경우 충돌이 가장 많이 발

생하여서 실제 수율이 낮아지고 이 중에서 전송에 성공한 패킷들만을 대상으로 데이터를 처리한 결과이다.

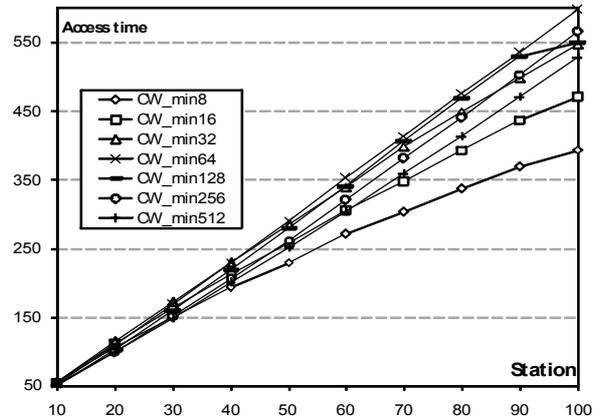


그림 6. 스테이션 수에 따른 평균 액세스 지연시간

4. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN에서 DCF 방식의 Backoff time 설정 변수 중 CW_{min} 값의 변화에 따른 성능의 향상을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 스테이션의 증가로 인한 혼잡상황 발생하는 경우 상대적으로 큰 값의 CW_{min} 이 포화수율과 충돌 부분에 있어 우수한 성능을 입증하였다. 또한 CW_{min} 값의 증가로 인한 Backoff stage의 단계가 감소함을 또 하나의 원인으로 추정할 수 있다. 결과를 바탕으로 향후 연구 과제로는 수학적 분석 및 검증 절차를 수행할 예정이며 나아가서 DCF의 Backoff 알고리즘에 적용하여 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] IEEE 802 Part Working Group for WLANs, <http://www.ieee802.org/11/>
- [2] LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, "Wireless LAN Medium access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, IEEE Std.,1999.
- [3] Matthew Gast, "802.11 Wireless Networks : The Definitive Guide", 2002
- [4] T. s. Ho and K. C. Chen, "Performance evaluation and enhancement of the CSMA/CA MAC protocol for 802.11 wireless LAN's" in Proc. IEEE PIMRC, Taipei, Taiwan, pp392-296, Oct. 1996
- [5] F. Cali, M. Conti, and E. Gregori, "IEEE 802.11 wireless LAN: Capacity analysis and protocol enhancement", presented at the INFOCOM'98, San Francisco, CA, Mar. 1998