

충돌 윈도우 크기 조정에 의한 탐욕적(Greedy) 노드문제 분석

한유훈*, 석승준**

경남대학교 컴퓨터공학과

e-mail:myhoney02@net.kyungnam.ac.kr

author2@som~

A Survey on Greedy Node Problems depending on Contention Windows Size

Yu-Hun Han*, Seung-Joon Seok**
Kyungnam Unoversoty

요 약

IEEE 802.11 WLAN(Wireless LAN)은 효율성과 편리함으로 시장에 급격히 보급되었다. 이 IEEE 802.11 WLAN은 CSMA/CA를 기반으로 하는 DCF방식을 주로 사용하고 있으며, Contention Window, Backoff Size를 이용한 각 단말기들간의 자유 경쟁에 의한 전송 방식을 택하고 있다. 그 주된 방법으로 단말기는 CW를 설정하고 CW범위안에서 랜덤한 값을 정해 Backoff Counter를 줄여 채널을 점유하는 방식이다. DCF방식은 채널을 두고 여러 대의 단말기가 서로 경쟁을 함으로써 채널을 할당 받아 사용하게 된다. 본 논문에서는 이러한 채널 할당시 CW값을 조절하여 다른 단말기보다 채널을 빨리 할당받고 높은 처리량을 나타내는 탐욕적(Greedy) 노드문제에 대해서 분석하는 방법에 대해서 설명하려고 한다.

키워드 : WLAN, 802.11, DCF, CWmax

1. 서론

최근 몇 년 사이 IEEE 802.11 무선네트워크는 효율성과 편리함으로 시장에 급격히 보급되었다. 그중 IEEE 802.11 표준은 가장 많은 시장을 확보하고 있으며 앞으로도 영역을 지속적으로 확장해 나갈 것으로 전망된다.

IEEE 802.11 무선네트워크는 Distributed Coordination Function(DCF)와 Point Coordination Function(PCF)의 두가지 방식을 사용한다. DCF방식은 Carrier Sense Multipple Access with Collision Avoidance(CSMA/CA) 매커니즘을 기반으로 하며 각 단말기들이 경쟁을 통하여 매체에 대한 우선권을 획득하는 방식이다. PCF방식은 각 매체들이 경쟁을 하지 않고 전체적인 시스템을 통제하는 제어노드가 있어 단말들의 전송에 관여하는 방법이다.

DCF방식의 기본 원리는 다음과 같다. 각 단말기들은 항상 채널이 사용중인지 아닌지를 감지하고 있으며 채널이 사

용되지 않을 때 채널접근을 시도한다.

먼저 시스템이 정해놓은 최소 Contention Window(CW) 범위에서 랜덤하게 Backoff Size를 정한다. 단말기들은 채널의 사용여부를 항상 체크하고 있다가 채널이 사용되지 않음을 감지하게 되면 Backoff Counter를 하나씩 줄여나간다. 각 단말기마다 정해진 범위내의 랜덤한 Backoff값을 가지고 있으므로 단말기들중 제일 먼저 Backoff Counter가 0이 된 단말기가 전송을 한다. 이때 다른 slot에서 동시에 Backoff counter가 0이 되는 단말기들이 동시에 채널점유를 위해 전송을 시도하게 된다. 이럴 경우 전송하는 데이터간에 충돌이 발생하게 되는데 같은 채널을 통해 동시에 서로 다른 단말기들이 데이터를 전송하는 경우 수신측은 데이터를 수신하지 못하는데 이러한 경우 또한 충돌이라고 한다. 이때 충돌이 일어난 노드는 CW크기를 두 배로 늘리고, 재설정된 CW범위 안에서 Backoff Size를 다시 랜덤하게 설정함으로써 재전송 프레임에 대한 충돌 확률을 줄이게 된다. 전송이 성공하면 Backoff Size와 CW값은 초기화가 된다.

PCF의 경우에는 폴링 방식을 사용하는 중앙의 제어단말

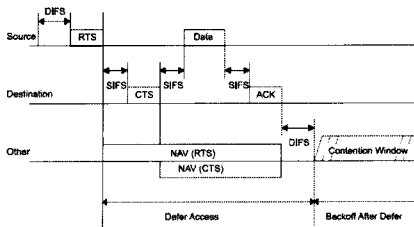
이 전송 대기중인 노드에 폴링 신호를 보내 전송을 허락하게 되고 전송을 허락받은 노드는 전송을 할 수 있다. 이 방법은 충돌을 효과적으로 피할 수 있지만 폴링 신호를 주고 받는 과정과 중앙노드 사용의 복잡성이 문제가 된다. 현재는 채널 효율과 속도 등의 문제로 PCF방식은 거의 사용되지 않으며 DCF방식을 주로 사용하고 있다.

본 논문에서는 PCF방식은 고려하지 않고 IEEE 802.11 무선네트워크 DCF방식에서 CW크기를 조절함으로써 backoff Size 줄이고 다른 노드보다 빠르게 채널을 차지하여 많은 전송을 시도하는 탐욕적(Greedy) 노드에 대하여 분석하려고 한다. 이는 CWmax값에 의해 무선 채널의 점유상황을 적절히 반영해 탐욕적인 상황을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11 무선 네트워크 DCF 방식을 설명하고 현재까지 제안된 여러 가지 방식에 대해서 비교 분석하였다. 3장에서는 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺고 앞으로의 연구 방향을 제시한다.

II. IEEE 802.11 무선네트워크 DCF방식

IEEE 802.11 무선네트워크 DCF방식은 CSMA/CA 매커니즘과 랜덤 Backoff Time을 사용하여 호환성이 있는 물리계층을 자동으로 공유할 수 있게 하는 기본적인 매체접근 프로토콜이다. 게다가 충돌로 인한 Ack프레임을 받지 못했다면 송신자에 의해서 재전송이 이루어지게 된다.



〈그림 1〉 IEEE 802.11 무선네트워크 CSMA/CA 프로토콜

그림 1.은 IEEE 802.11 무선네트워크 CSMA/CA 프로토콜을 나타낸다. CSMA/CA 프로토콜은 여러 단말기들이 매체에 접속할 때 발생하는 충돌 확률을 줄이기 위하여 고안되었다. 단말기가 채널을 사용중일 때 다른 단말기 또한 채널을 사용하기 위해서 충돌이 일어날 확률이 높다. 이러한 경쟁 충돌의 문제는 랜덤 Backoff 알고리즘으로 해결할 수 있다. 반송파 감지(carrier sense)는 물리적인 매커니즘이나 가상적인 매커니즘을 통해서 수행될 수 있다.

1. Carrier Sense Mechanism

반송파 감지 매커니즘은 물리적 반송파 감지 매커니즘과 가상 반송파 감지 매커니즘의 두 가지로 분류 된다.

물리적 반송파 감지 매커니즘은 주로 물리층에서 제공되며 사용하는 매체와 변조방식에 의존한다.

가상 반송파 감지 매커니즘은 MAC 계층에서 제공되며 네트워크 할당 벡터(Network Allocation Vector)로 불려진다. NAV는 전송된 RTS/CTS 프레임의 MAC 헤더에 포함되어 단말기가 얼마동안 채널을 할당받아 사용할 것인지 알려준다.

반송파 감지 매커니즘은 NAV 상태와 물리적 반송파 감지의 전송상태를 참조하여 사용된다.

매체는 스테이션이 프레임을 전송할 때 마다 사용중인지 아닌지를 결정하여야만 한다.

2. 랜덤 Backoff

데이터를 전송하고자 하는 스테이션은 매체가 사용중인지를 결정하기 위해 반송파를 감지하고, 스테이션은 매체가 사용 가능하다고 판단될 때까지 전송을 하지 않는다. NAV상태가 끝나면 매체는 DIFS시간을 기다린후 랜덤한 Backoff 크기를 기다린 후 전송을 시작할 수 있다. 같은 순간 0을 가지는 매체는 충돌을 발생 시키는데 이때는 자신의 Backoff 크기를 2배로 증가시켜 그중 랜덤한 Backoff를 줄여 다시 재전송을 시도하게 된다. 이러한 Backoff 알고리즘은 다중 스테이션간에 경쟁 시 충돌을 최소화 할 수 있다.

III. 분석 방법

DCF방식은 단말기의 수가 적을수록 좋은 효율을 보이지만 단말기의 수가 많아지면 충돌의 횟수가 늘어나게 되고 시스템의 효율이 저하된다. 게다가 충돌이 일어났을 경우 새로운 Backoff Size를 선택하기까지의 연산 시간과 또 다시 Backoff 과정을 거쳐야 되므로 시스템의 효율은 더욱 저하되게 된다. 이러한 Backoff 과정에서 단말기간의 충돌이 일어나는 이유는 서로 다른 두 단말기가 동일한 Backoff Counter를 가지게 되는 경우이다. 이 경우 두 단말은 동시에 Backoff Counter가 0이 되고 전송을 시도하게 된다. 이렇게 두 단말기가 같은 Backoff Counter를 가지는 경우 서로 충돌을 일으키게 된다. 본 논문에서는 충돌이 일어난 단말기의 CW값을 조절하여 탐욕적인 노드문제에 대해서 분석하고자 한다. CWmax값을 CWmin값에서부터 1024까지 주어 Backoff에서 탐욕적 노드 상황을 갖도록 하였다.

충돌이 일어나는 경우 다른 단말기는 CW값을 2배로 증가시켜 그중 랜덤한 Backoff값을 가지지만 탐욕적인 단말기는 CW값을 조절하여 다른 단말기가 2배 증가한 랜덤 Backoff Counter보다 작은 랜덤 Backoff Counter로 전송을 시도하여 다른 단말기보다 빠르게 채널을 점유할 수 있다.

탐욕적인 노드는 자신이 채널을 점유하기 위해서 충돌이 일어나도 자신의 CW값을 증가시키지 않고 현재의 CW값이나 CWmin값으로 Backoff Counter를 줄인다. 충돌이 일어

날수록 증가하는 Backoff Size를 2배씩 증가 시키는 다른 단말기보다 작은 Backoff Size로 줄여나가기 때문에 높은 처리량을 나타낸다.

〈표 1〉 DCF와 CW 설정 방법

	충돌 후	전송 후
IEEE 802.11 DCF	CW=min (CW _{current} *2, CW _{max})	CW= CW _{min}
분석 방법	CW=min (CW _{max} =32), (CW _{max} =64), (CW _{max} =128), (CW _{max} =256), (CW _{max} =512), (CW _{max} =1024)	CW= CW _{min}

표 1은 IEEE 802.11 무선네트워크의 DCF방식의 표준 Backoff 알고리즘의 CW값과 분석하는 Backoff 알고리즘의 CW값을 설정하는 방법에 대해서 설명한다. 표준 Backoff 알고리즘에서는 충돌이 발생한 경우 현재의 CW값을 2배로 늘리고 그 크기를 최대 CW값까지 증가시키고 전송이 완료되면 다시 처음 CW값을 가진다. 분석하는 Backoff 알고리즘은 충돌이 발생한 경우 CW값을 최소CW값인 32부터 최대 CW값인 1024로 설정하고 전송이 완료되면 CW값을 처음값으로 초기화 하였다.

IV. 성능평가 및 분석

IEEE 802.11 무선네트워크 DCF와 성능을 비교해 보자. 우선 이 시뮬레이션은 NS2를 이용하였고 사용된 파라미터는 표2와 같으며 본 논문에서 행해진 모든 시뮬레이션은 동일한 파라미터를 사용 하였다.

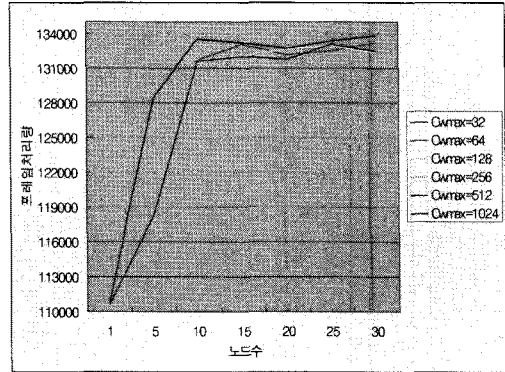
〈표 2〉 NS-2 MAC

Packet Payload	1000 Bytes
MAC Header	28 Bytes
RTS Packet	44 Bytes
CTS Packet	38 Bytes
ACK Packet	38 Bytes
PHY preamble	24 Bytes
Date Rate	11 Mbps
Slot Time	20 us

DIFS	50 us
CW _{min}	32
CW _{max}	32, 64, 128, 256, 512, 1024

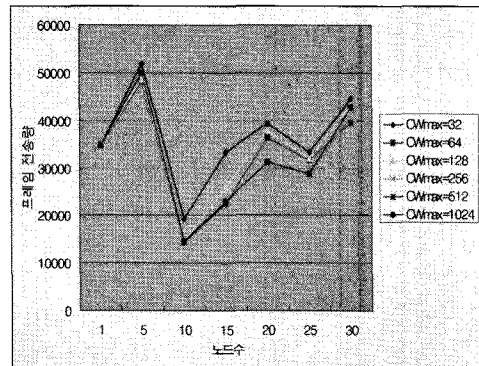
위 파라미터를 바탕으로 CW_{max}값의 조정으로 인해 처리량이 얼마나 향상되는지 그 차이를 시뮬레이션 해보았다. 그림 2는 CW_{max} 변화에 따른 처리량을 나타낸 그림이다.

세로축은 노드수를 나타낸 것이며 가로축은 처리량을 나타낸 시뮬레이션이다. 본 논문에서 분석하는 알고리즘은 충돌이 일어나므로 인해 CW값을 CW_{min}값에서 CW_{max}값으로 유지하였다. 그림 2에서 CW_{max}값이 증가함에 따라 처리량을 비교하여 CW_{max}값이 CW_{min}값인 32일 때 처리량이 가장 높다는 것을 볼 수 있다.



〈그림 2〉 CW_{max}변화에 따른 처리량 비교

시뮬레이션은 AP를 1대, 단말기의 수는 1대부터 30대의 단말이 작동하는 환경으로 각각 시뮬레이션하였고 그 결과를 그래프로 나타내었다. 그림 3에서는 CW_{max}의 변화에 따른 전송량을 비교한 것이다.



〈그림 3〉 DCF와 제안하는 DCF의 전송량 비교

전송량을 비교해보면 노드가 작을 때는 충돌이 거의 일어나지 않기 때문에 전송량이 높지만 노드수가 10이상이면 충돌이 자주 일어나므로 전송량이 현저하게 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 결과로 미루어 봤을 때, CWmax값으로 Backoff Size를 조절한다면 다른 단말기보다 많은 처리량과 데이터를 전송할 수 있을 것이다. 탐욕적인 노드는 CW값을 조절하여 다른 단말기보다 CWmax값을 CWmin값으로 Backoff사이클을 조절한다면 채널은 탐욕적인 노드가 점유할 수밖에 없을 것이다.

V. 결론

본 논문에서 우리는 탐욕적인 노드의 상황을 분석해 보았고 CW값을 CWmin값과 동일하게 설정할수록 좀 더 높은 효율을 나타낸다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 방법으로 탐욕적인 노드는 802.11 WLAN DCF에서 다른 노드와의 경쟁을 통해 빠르게 채널을 차지하고 다른 노드와 충돌에도 제약이 없기 때문에 높은 효율과 처리량을 나타낸다 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 이러한 탐욕적인 노드를 발견하고 해결하는 방안에 대해서 연구하고 무선 네트워크에서 좀더 효율적이고 편리한 Backoff 알고리즘에 대해서 시뮬레이션 해 나가야겠다.

참고문헌

- [1] C. Wang, B. Li, and L. Li, "A new collision resolution mechanism to enhance the performance of IEEE 802.11 DCF," IEEE Trans. Veh., Techno., Vol. 53, No. 4, pp.1235-1243, July 2004.
- [2] A. Khaladj, M. Rahgozar, N. Yazdani, "the effect of decreasing CW size on performance IEEE 802.11 DCF," Proc. of IEEE 7th Malaysia International Conference on Communication, pp.521-525, 2005
- [3] S. Ci and H. Sharif, "Evaluating Saturation Throughput Performance of the IEEE 802.11 MAC under Fading Channels," BROANDNETS, pp. 726-731, 2005
- [4] P. kysanur and N. Vaidya, "Selfish MAC Layer Misbehavior in Wireless Networks," IEEE Transaction on Moblie Computing, Vol. 4, issue 5, pp. 502-516, Sep. 2005