

다중 홉 무선 네트워크에서 재전송방식이

성능에 미치는 영향§

한진우^{0*} 최웅철^{*} 이승형^{**} 정광수^{**}

광운대학교 컴퓨터과학과^{*} 광운대학교 전자정보공학부^{**}

kasinali@cs.kw.ac.kr wchoi@daisy.kw.ac.kr {rhee, kchung}@kw.ac.kr

Effect of Retransmission Scheme on

the Performance of Multi-hop Wireless Networks

Jinwoo Han^{0*} WoongChul Choi^{*} Seung Hyong Rhee^{**} KwangSue Chung^{**}

Department of Computer Science, KwangWoon University^{*}

Department of Electronics Engineering, KwangWoon University^{**}

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.11b WLAN 종단 간(end to end)의 DATA 전송에 있어서 효율성 향상을 위한 방법을 충돌 횟수의 감소와 throughput 값의 증가를 나타낼 수 있는 방법을 통해서 제안한다. CW(contention window) 값이 충돌 발생할 시에 증가하는 것이 다음 프레임 전송 시 충돌 발생 확률을 줄이기 위한 것임에 착안하여 CW 값의 변화를 현재 방식에서 변화를 주어 전송 효율성 향상을 위한 알고리즘을 제안한다. 현재의 CW 값이 증가하는 방식은 유지하고 프레임 전송 성공 시 CW값이 초기화되는 방식을 수정하고자 한다. 만일 CW값이 크게 증가하였을 시에는 충돌이 많이 발생하고 있는 것으로 간주한다. 그래서 현재의 값 변화 방식인 CW값이 최소값으로 초기화 하는 것이 아니라 최소값 보다는 큰 CW 값을 유지하여 CW 값이 크게 변화되는 것을 막아 충돌 발생 확률을 줄일 수 있음을 확인한다. 본 논문에서는 3가지 방식의 알고리즘에 대하여 시뮬레이션하였다. original 방식과 다른 알고리즘의 효율성을 시뮬레이션을 통해 비교하여 CW의 값이 전송 성능에 미치는 영향에 대한 결과를 보여준다.

1. 서 론

IEEE 802.11b WLAN은 빠른 속도(최대 11Mbps)와 무선이라는 편의성을 무기로 인터넷 통신 시장에 빠르게 확산 되어 가고 있다. 이러한 확산은 현재 802.11b의 성능 향상에 대한 연구로 이어져 MAC 프로토콜의 알고리즘 개선을 통한 종단 간의 성능 향상을 위한 연구가 진행되어지고 있다. [1] IEEE 802.11b 기반의 MAC 프로토콜로서 DCF는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with collision Avoidance)방식으로 동작하며, DCF에서 동작하는 호스트 링크가 사용 중이지 않을 때만 패킷을 전송한다. 링크가 사용 중이지 않을 때 각 노드 간의 충돌을 막기 위해 슬롯(slot) 단위의 이진 지수 Backoff 기법이 사용된다. 프레임 전송 시 만일 다른 노드와의 충돌이 발생하면 Backoff 기법에 의해 지수적으로 CW(contention window)의 크기가 증가하여 Backoff Time 크기의 변화의 랜덤 확률을 높여서 다른 노드와의 충돌을 피하는 기법이 사용된다. 만일 프레임이 성공적으로 전송 되면 CW의 크기는 최소값으로 돌아간다.

CW의 크기는 31에서 최대 1023 까지 지수 적으로 상승하며 1023 이후에도 충돌이 발생 시에는 더 이상 증가하

지 않고 1023을 유지 하게 된다. 이후 성공적 전송이 이루어지면 초기 값인 31로 돌아간다. 만일 CW의 크기가 커지면 이는 노드 주변의 충돌의 빈도수가 증가 한다는 것으로 가정할 수가 있다. 이 경우 CW의 크기가 31로 초기화 된다면 이후 다시 충돌의 발생할 확률이 높은 상황에서 충돌 발생으로 인해 전송 효율과 전송량의 저하를 일으킬 수 있다. 본 논문에서는 CW의 초기화의 정도를 너무 큰 값의 차이로 이동시키는 것 보다는 초기화 되는 방식에 다른 방법을 도입하고자 한다. 이러한 초기 값의 변화가 성능에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고 종단간의 충돌의 횟수를 줄이고 throughput 량을 늘려 성능을 향상 시킬 수 있는 방안에 대해서 연구해 보고자 한다.

2. 관련 연구

WLAN(Wireless LAN) IEEE 802.11은 LAN Ethernet의 확장이고 실질적으로 IEEE 802.11의 스펙은 802.11 MAC과 세 개의 물리 계층인 주파수 도약 확산 스펙트럼(FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum)과 직접 시퀀스 확산 스펙트럼(DSSS Direct Sequency Spread Spectrum), 그리고 Infrared 기술을 제공한다. [2]

IEEE 802.11b WLAN에서는 PCF(Point Coordination Function)와 DCF(Distributed Coordination Function)의 두 가지 MAC 프로토콜이 정의되어 있다. DCF는 기본적인 매체 접근 방식으로서 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with collision Avoidance) 프로토콜을

§ 본 연구는 정보통신기초기술사업 및 프론티어사업의 연구지원 결과물임

사용한다. 전송할 패킷을 가진 노드는 경쟁 상태로 전환하여 먼저 링크가 사용 중인지 확인하고 만일 링크가 사용 중이지 않다면 패킷을 전송할 수 있다. 만일 링크가 사용 중이라면 현재 링크에 일어나는 전송이 완료되기 전까지 대기한다. 링크가 사용 중이지 않을 때 각 노드 간의 충돌을 막기 위해 슬롯 단위의 이진 지수 Backoff 기법(slotted binary exponential backoff mechanism)이 사용된다.

PCF(Point Coordination Function) 방식은 Real-Time 서비스를 제공하기 위해서 설계되었다. AP(Access Point)를 이용하여 충돌 회피 기법을 사용한다.

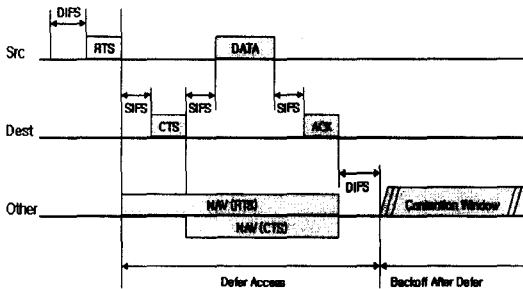


그림 1 RTS/CTS/DATA/ACK and NAV setting

DCF에서, 송신 노드와 수신 노드 사이에 교환되는 프레임은 RTS (Request to Send) - CTS (Clear to Send) - DATA - ACK (Acknowledgement)의 순서로 이루어진다. 프레임 전송 사이의 시간(IFS: Interframe Space)은 SIFS(short interframe space), DIFS(distributed interframe space), PIFS(point interframe space), EIFS(extended interframe space), SlotTime으로 나누어진다. IFS는 매체 접근, 즉 무선 링크로의 접근에 대한 우선순위 레벨을 제공한다. SIFS는 CTS, DATA 그리고 ACK에 각각 가장 높은 우선순위를 제공하기 위해 RTS, CTS 와 DATA 프레임 이후에 사용된다. 그리고 DCF에서는 링크가 사용 중이지 않을 때, 전송할 패킷을 가진 노드는 전송을 시작하기 전에 DIFS 동안 대기한다. DIFS나 EIFS 동안 대기 이후에 Backoff Time을 설정하여 그 시간이후에 링크가 idle하면은 프레임의 전송을 시도 한다. Backoff Time에 대한 IEEE 802.11b 에서의 정의는 다음과 같다.[3]

2진 Backoff 기법은 CW가 충돌 발생으로 인해 증가할 때 지수 적으로 상승하여 슬롯(slot)의 숫자가 증가하는 것을 말한다. $(cw_{old} + 1)$ 으로 CW의 값이 증가하게 된다. CW에서 랜덤한 값을 선택하여 SlotTime을 곱하여 Backoff Time을 만든다.

$$\text{Backoff Time} = \text{Random}() \times \text{aSlotTime}$$

$\text{Random}() = 0$ 과 슬롯(slot)의 개수 중에서 하나가 선택 되어진다. CW의 개수는 그림2 와같이 지수 적으로 상승한다.

$\text{aSlotTime} = \text{MIB}$ 에 정의 되어 있는 값과 같다(=20 us)

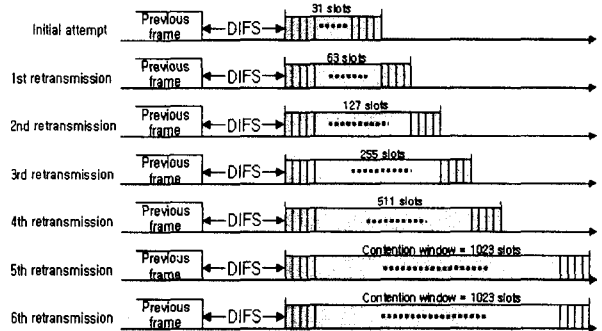


그림 2 Contention window 증가 단계

3. 본 문

본 논문에서는 프레임 전송이 성공한 이후 CW (contention window)의 slot의 개수가 최소값인 31로 초기화 되는 방식을 그림 3과 같은 여러 가지 방식으로 바꾸어 테스트 하여 보고 중단간의 DATA 전송에 있어 성능 향상 여부에 대하여 알아보았다.

그림 3의 802.11은 original 의 초기화 방식이다. 충돌 발생 시 송신 모드는 CW를 증가시켜 다시 Backoff를 하여 전송하여 한다. 이후 프레임 전송이 성공 하게 되면 증가된 CW의 값을 본래 최소값으로 초기화 된다. 그리하여 다시 CW가 충돌 발생 시 증가 하게 된다. 하지만 이러한 방식은 다음 Backoff Time 이후에 다시 충돌이 발생할 확률이 커지는 문제점이 발생할 수 있다. 그리하여 이를 보완하여 충돌의 발생 빈도를 줄일 수 있는 방법에 대하여 3가지의 상황을 제안하여 테스트를 하여 성능 향상 여부를 확인 하여 보았다.

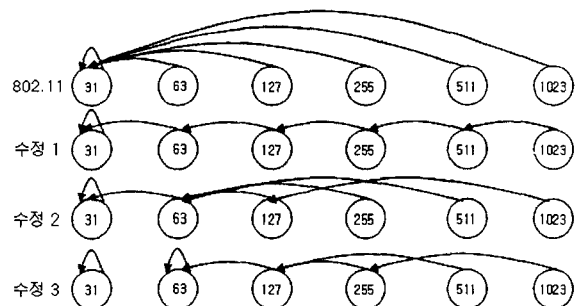


그림 3 Contention window 초기화 값 변화 알고리즘

그림 3의 수정 1은 프레임 전송이 성공 시 바로 전단계의 CW의 값으로 이동하도록 하는 알고리즘이다. 현재 단계의 바로 전단계로 이동하며 초기 값일 경우에는 계속 초기 값을 유지 한다.

그림 3의 수정 2는 CW가 증가한 횟수를 2로 나누어 나온 값의 위치의 CW의 값으로 CW가 초기화 되어지는 알고리즘이다. CW가 255일 때 프레임 전송이 성공 하였다면 이때 CW의 증가 횟수는 3회 이다. 그림 3을 2로 나누어

나온 값의 뒤인 1회 증가한 CW의 값으로 초기 값을 세팅한다.

그림 3의 수정 3은 CW가 증가한 횟수를 2로 나누어 나온 값만큼 단계를 뒤로 이동한 위치의 CW의 값으로 초기화 되어 지는 알고리즘이다. CW가 255일 때 프레임 전송이 성공 하였다면 이때 CW의 증가 횟수는 3회 이다. 그림 3을 2로 나누어 나온 값의 1 만큼 CW의 값을 뒤로 이동하여 초기화 한다. 그림 2의 4의 경우에는 CW의 값의 최소값이 63으로 변경되어 작동하게 된다. 알고리즘상의 초기 값이 최소값인 31까지 이르지 못하게 된다.

이렇게 여러 가지 방법을 이용하여 CW의 초기 값을 변화시켜 본 것은 CW의 값이 증가했다는 것이 그 시간에 많은 프레임 전송으로 인해 충돌의 발생이 많다는 것을 나타내는 것으로 생각할 수 있기 때문이다. 그래서 프레임 전송이 성공한 이후에도 충돌 발생의 빈도가 크게 줄어들지 않을 것이라는 가정을 할 수 있을 것이다. 그러므로 만일 CW를 1023에서 초기 값인 31로 줄이게 된다면 이후 다시 충돌이 발생할 가능성이 늘어난다. 본래 CW의 증가가 충돌 회피를 위해 이루어지는 것인 만큼 충돌이 발생되고 있는 상황에서 Backoff Time의 값을 다양하게 유지한다면 충돌 회피의 가능성은 좀 더 늘어나게 된다.

그래서 CW의 값을 본래 초기 값 31로 만드는 것이 아니라, 단계를 두어 줄이는 방법을 이용하여 만일 CW가 크게 증가 하였다면 초기 값 보다 큰 값으로 CW를 초기화시킨다. 이러한 생각을 바탕으로 각각의 알고리즘을 적용시켜 결과 값을 확인하여 이를 통해 충돌의 감소와 throughput의 증가의 중단 간 데이터 전송에 있어서 성능 향상을 확인 하려 한다.

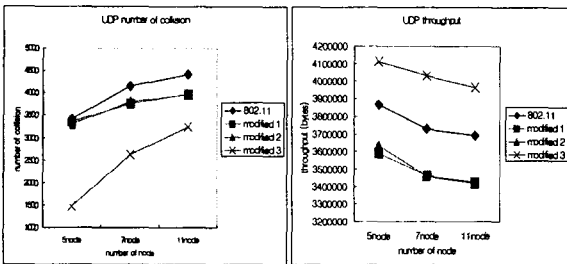


그림 4 UDP 단방향 시뮬레이션

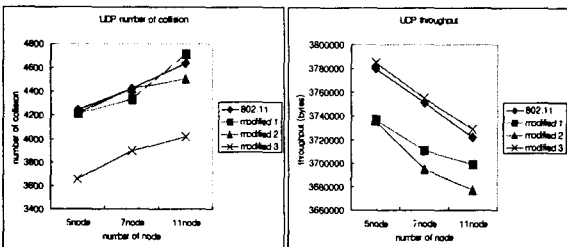


그림 5 UDP 양방향 시뮬레이션

4. 시뮬레이션

시뮬레이터는 ns2-2.2.6 버전을 이용하였으며 총 시뮬레이션 시간은 60sec 동안 1kb크기의 데이터 패킷을 전송 하였다. 토폴로지는 체인형 토폴로지를 구성하여 node 수를 변화 증가시켜가며 테스트를 하였다.

그리고 연결 수는 단방향의 경우에는 2 개의 연결을 걸어 주어 단방향 전송을 테스트 하였고 양방향의 경우에는 4 개의 연결을 걸어 주어 양방향으로 전송 시 성능을 테스트 하였다.

그림 4와 그림 5의 그래프에서 나타나듯 각각의 알고리즘의 충돌과 throughput 값이 다양하게 나타났다. 그중에 그림 3의 수정 3 방법은 original 알고리즘의 결과 값과 비교하여 충돌의 수는 감소하고 throughput의 양은 증가하는 결과를 얻을 수 있었다. 이로서 CW의 초기 값을 조절 하는 방법을 통한 중단 간 DATA 전송에 있어 성능의 향상을 가져 올수 있다는 것을 확인 하였다.

5. 결론 및 향후 연구

그림 3의 수정 3 방식의 알고리즘의 경우 CW 초기화 과정의 수정으로 UDP DATA의 시뮬레이션 경우 충돌수의 감소 시켰고 throughput의 경우에는 값이 늘어나거나 약간 감소한 결과 값을 얻었다. CW값의 최소값이 63으로 증가 되면서 그러한 결과가 나온 것으로 생각된다.

위의 테스트에서 TCP DATA의 시뮬레이션의 경우에는 original 외의 다른 알고리즘들에서 충돌 값과 throughput 값이 함께 늘어난 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 성능 향상에 큰 영향을 미치지 않을 정도의 값의 변화였다.

향후 시뮬레이션을 통하여 얻어진 결과 값을 기반으로 각각의 알고리즘에 대한 수학적 검증 작업이 수반되어 성능 향상에 대한 구체적 근거 제시가 필요 하겠다.

6. 참고 문헌

- [1] Lin, C.R., Chien-Yuan Liu: Enhancing the performance of IEEE 802.11 wireless LAN by using a distributed cycle stealing mechanism, IEEE International Workshop on Mobile and Wireless Communications Network 2002
- [2] Bay Networks, "IEEE 802.11 standard for wireless lans", WP560-3189WC-A, 1998
- [3] LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, "Wireless LAN Medium access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specification", ANSI/IEEE Std 802.11, 1999
- [3] Matthew Gast, "802.11 Wireless networks The Definitive Guide", 2002
- [4] Fujii, I., Takahashi, T., Bandai, T., Udagawa, T., Sasase, T.: An efficient MAC protocol in wireless ad-hoc networks with heterogeneous power nodes, Wireless Personal Multimedia Communications, 2002