

IEEE 802.11a 무선 LAN에서 CSMA/CA MAC DCF 프로토콜의 성능 향상

Performance Enhancement of CSMA/CA MAC DCF Protocol for IEEE 802.11a Wireless LANs

문일영*, 노재성**, 조성준***

Il-Young Moon*, Jae-Sung Roh**, and Sung-Joon Cho***

요 약

IEEE 802.11a 무선 LAN 에서 사용하는 임의 접근 방식은 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)에 기반한 DCF(Distributed Coordination Function)방식이다. 그러나, IEEE 802.11 는 지수적 백오프 방식을 사용하기 때문에, 충돌이 일어났을 경우 경쟁 윈도우의 크기가 2배로 커진다. 따라서, 패킷 전송 지연 시간이 증가하게 되어, 효율성이 떨어진다. 본 논문에서는 제안된 수정된 백오프 알고리즘 방식을 사용하여 IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜의 TCP 패킷 전송 시간을 분석하였다. 결과로부터, OFDM/QPSK 변조 방식의 패킷 전송에 있어 패킷 전송 시간을 줄이기 위해서 TCP 패킷 크기가 증가해야 한다는 것을 알 수 있었고, 실험 결과로부터 TCP 계층 안 TCP 패킷 크기와 전체 메시지 전송 시간 상관관계에서 TCP 계층의 적당한 패킷 크기를 구할 수가 있었다.

Abstract

A basic access method using for IEEE 802.11a wireless LANs is the DCF method that is based on the CSMA/CA. But, Since IEEE 802.11 MAC layer uses original backoff algorithm (Exponential backoff method), when collision occurs, the size of contention windows increases the double size. Hence, packet transmission delay time increases and efficiency is decreased by original backoff scheme. In this paper, we have analyzed TCP packet transmission time of IEEE 802.11 MAC DCF protocol for wireless LANs using a proposed enhanced backoff algorithm. From the results, in OFDM/quadrature phase shift keying channel (QPSK), we can achieve that the transmission time in wireless channel decreases as the TCP packet size increases and based on the data collected, we can infer the correlation between TCP packet size and total message transmission time, allowing for an inference of the optimal packet size in the TCP layer.

Key words : IEEE 802.11a wireless LANs, MAC, DCF

* 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 (Dept. Graduate School of Information and Telecommunication Eng., Hankuk Aviation University)

** 서일대학 정보통신전공(Dept. of Information and Communication, Seoil College)

*** 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부(Schools of Electronics, Telecommunication, and Computer Eng., Hankuk Aviation University)

· 논문번호 : 2004-1-8

· 접수일자 : 2003년 12월 1일

I. 서 론

무선 통신이라는 방법을 사용해서 인터넷에 접속하거나, 사용자끼리 데이터를 주고받기 위한 여러 가지 방법 중에 무선 LAN이 빠른 속도로 관심을 끌고 있다. 무선 LAN이란 오피스, 상가, 가정 등과 같이 일정 공간 또는 건물로 한정된 옥내 또는 옥외 환경에서 유선 케이블 대신 무선 주파수 또는 빛을 사용하여 허브에서 각 단말 까지 네트워크 환경을 구축하는 것을 말한다. 무선 LAN은 배선이 필요 없고 단말기의 재배치가 용이하며 이동 중에도 통신이 가능하고 빠른 시간 안에 네트워크 구축이 가능하다는 장점이 있는 반면에, 유선 LAN에 비하여 상대적으로 낮은 전송 속도와 신호간섭이 발생할 수 있다는 단점이 있다.

기본적인 무선 LAN 네트워크는 다른 무선 단말이나 유선 LAN으로 연결하기 위해 각 단말 내에 설치되는 무선 NIC(Network Interface Card), 각 단말과 유선 LAN 간의 게이트웨이 역할을 담당하는 액세스 포인트, 그리고 건물과 건물 또는 분산된 네트워크 세그먼트 사이를 점 대 점 방식으로 연결하는 데 사용되는 무선 브리지 장비로 구성된다. 액세스 포인트는 LAN 허브와 비슷한 역할을 수행하며, 한 개의 액세스 포인트 당 반경 20~150m 정도의 영역에서 동시에 25~50개의 단말을 접속하여 사용할 수 있다.

무선 LAN은 유선 LAN과 독립적으로 무선 NIC을 장착한 복수의 단말 들끼리 단독으로 연결하는 Ad-hoc 네트워크와 액세스 포인트를 통해 단말을 유선LAN에 연결하는 인프라스트랙처 네트워크 방식으로 구성할 수 있다[1],[2]. 그림 1의 Ad-hoc 네트워크는 일시적으로 형성되는 작업그룹 등에서 주로 이용되며, 인프라스트랙처 네트워크 내에서 서버에 의해 설정될 수도있고 단독으로 Peer-to-Peer 모드로 동작할 수도 있다. 그림 2의 인프라스트랙처 네트워크는 유무선 연결 장치인 액세스 포인트를 통해서 무선 단말을 기존 유선 LAN에 연결한다. 이때 액세스 포인트를 중심으로 무선 셀 BSS(Basic Service Set)가 형성되는데, 액세스 포인트는 BSS 내에 있는 모든 단말들을 LAN에 연결하는 셀룰러

폰 기지국과 동일한 역할을 수행한다. 서로 중첩하지 않는 채널을 사용하는 여러 BSS를 모아 하나의 ESS(Extended Service Set)를 구성할 수도 있는데, 동일 ESS 내의 서로 다른 BSS 간에는 로밍에 의해 단말의 이동이 가능하다.

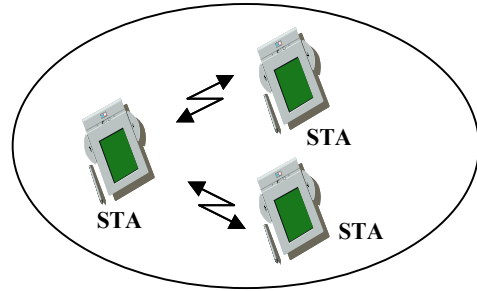


그림 1. Ad-hoc 네트워크
Fig. 1. Ad-hoc Networks.

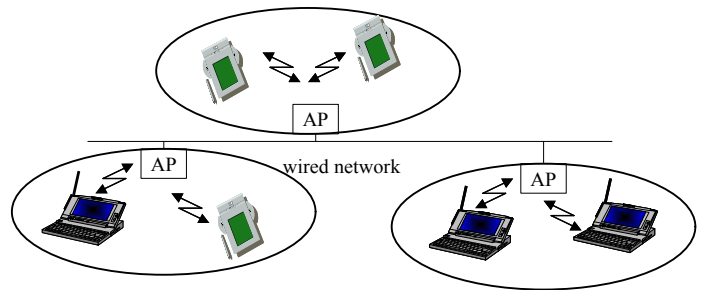


그림 2. 인프라스트랙처 네트워크
Fig. 2. Infrastructure networks.

그 중에서도 802.11a는 802.11b와 함께 1999년 9월 5GHz UNII(Unlicensed National Information Infrastructure) 주파수 대역에서 동작하는 고속 물리 계층 표준으로 확정되었다. 802.11b와 달리 802.11a는 전통적인 확산 대역 기술을 사용하지 않고 오피스와 같은 옥내 환경에 더 적합한 OFDM 방식을 사용하여 10~50m 정도의 짧은 거리에서 6~54 Mbps의 고속 데이터 전송을 실현할 수 있다. 무선에서 고속 전송을 실현하기 위해서는 보다 높은 주파수를 사용해야 하며, 이럴 경우 특히 장애물이 많은 옥내 환경에서는 전송 효율이 크게 저하되어 전송 거리가 심각하게 줄어들게 된다. 이 문제를 해결하기 위해 802.11a에서는 직교 주파수 분할 방식

(OFDM) 방식을 사용해 하나의 고속 반송파를 여러 개의 저속 부반송파로 나누어 병렬로 전송하게 함으로써 어느 정도 실효성 있는 전송 거리를 확보할 수 있게 되었다. 802.11a는 FCC(Federal Communication Commission)에서 비허가 주파수 대역으로 할당된 총 300MHz의 UNII 주파수 대역(5.150~5.250GHz, 5.250~5.350GHz, 5.725~5.825GHz)을 사용한다. 이 중 첫째와 둘째 200MHz 대역은 각각 50mW, 250mW의 전송 전력으로 제한되어 있어 옥내용으로 사용되고, 마지막 100MHz 대역은 최대전송 전력이 1W로 옥외용으로 분류된다.

그러나, 현재의 무선 통신 기술은 음성 통신이나 일부분의 멀티미디어 전송을 지원하고 있으나 아직까지는 그렇게 만족할 만한 수준까지는 이루지 못하는 것이 현실이다. 그래서 요즘 무선 LAN 상에서 실시간 트래픽 전송을 위한 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위한 방법에 대해 중요성이 대두되고 있다[3].

현재 IEEE 802.11a WLAN의 물리계층에서의 전송 방법으로는 주파수 호핑 방법(FHSS)과 다이렉트 시퀀스 방법(DSSS)이 적용되고 있다. 처음에는 주파수 호핑 방법이 사용되어 최대 전송 속도가 2 Mbps 정도였으나 최근에는 다이렉트 시퀀스 방법이 적용되어 최대 전송 속도가 11 Mbps와 최대 전송 속도가 54 Mbps에 이르는 OFDM도 개발이 되었다. 이렇게 전송 속도 상으로는 음성이나 멀티미디어와 같은 실시간 트래픽 전송이 가능하다[4].

LAN에서의 MAC 프로토콜은 크게 TDMA(Time Division Multiple Access)와 FDMA(Frequency Division Multiple Access)처럼 자원을 나누어서 사용자에게 할당하는 방법과 CSMA 방식 또는 CSMA/CD와 같은 임의 접근 방식, 그리고 토크링과 토큰 버스와 같은 순서대로의 식으로 나눌 수 있다. 그러나 유연성과 간단성 등으로 인하여 무선 LAN에서는 현재 가장 많이 사용되고 있는 IEEE 802.11 MAC 임의 접근 방식을 사용한다. IEEE 802.11 MAC은 기본적인 DCF와 옵션인 PCF(Point Coordination Function)으로 구성되는데 이 중 DCF는 CSMA/CA 프로토콜에 기반을 둔다

[5],[6].

본 논문에서는 그 중에서 IEEE 802.11 MAC에서의 DCF 프로토콜을 제안한 수정된 백오프 알고리즘(Enhanced Backoff Algorithm)을 사용하여 기존의 DCF의 방식에서 패킷 전송 효율을 높이고자 한다. 더하여 54 Mbps에 이르는 OFDM을 사용하여 무선 LAN 환경에서의 성능 분석도 하였다. 실험 결과 기존의 백오프 알고리즘 방식보다 제안한 수정된 백오프 알고리즘 방식이 패킷을 전송하는데 있어서 보다 효율적이라는 것을 알 수 있었다.

II. IEEE 802.11 MAC 프로토콜

2-1 IEEE 802.11 LLC 계층

LLC(Logical Link Control)계층은 IEEE 802.11 참조 모델의 물리 계층의 상위 계층에 위치해있고, 유선 인터넷의 데이터 링크 제어 프로토콜과 비슷한 역할을 한다. LLC는 네트워크 망에서 독립적이며, 전송 매체, 매체 임의 접근에 관하여 관리한다. TCP/IP와 같은 상위 계층의 패킷이 하위 계층인 즉 LLC 계층 이하로 내려오면서 패킷을 분할하여 상대방 단말기에서 패킷을 전달한다. 그림 3은 점대점 링크 제어 프로토콜 스택을 보여준다.

2-2 IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜

IEEE 802.11 MAC에서는 잡음이 존재하고 불안정한 무선이라는 전송매체를 통해서 여러 가지 종류의 데이터를 전달하기 위한 기능을 가지고 있으며, 공유하고 있는 무선 전송매체를 접근하기 위한 방법에 대해서도 고려하고 있다[7],[8]

여기서 MAC이라는 것은 여러 가지 종류의 물리 계층에 대해서 모두 공통적인 특성을 가지고 있으며, 데이터 전송율에 대해서도 독립적인 특성을 가지고 있다. IEEE 802.11 MAC에 대한 접근 방법은 매체가 Idle한지를 CSMA/CA를 이용하여 결정하는 DCF 이다. 무선 LAN의 전파는 반이중이기 때문에 전송이 진행중이면 충돌을 발견할 수 없기 때문에 기존 유선 LAN의 CSMA/CD는 적당하지 못하다.

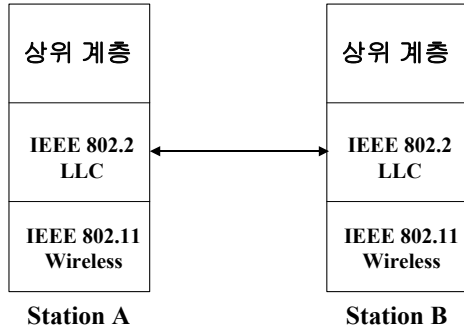


그림 3. 점대점 802.11 링크 제어 프로토콜 스택
Fig. 3. Point to point 802.11 link control protocol stack.

각 무선 노드들은 매체가 Idle 하다고 결정하게 되면 프레임 전송을 수행한다. 그러나, 매체가 사용되어지고 있다고 판단하게 되면 각 노드들은 지금 매체의 사용이 완료 될 때까지 백오프 절차를 수행하게 된다. 이것은 노드들이 먼저 보낸 전송의 완료 즉시 매체를 점유하는 것을 방지하게 된다. 이 때 백오프 시간은 0 부터 경쟁 윈도우(Contention Windows)라고 불리는 CW 사이의 값을 임의로 취한다. 즉, 다음의 같은 식으로 설명할 수 있다.

$$\text{백오프 시간} = \text{Rand}(0, CW) * \text{슬롯 시간}$$

여기에서 계산된 백오프 시간 값은 백오프 타이머를 초기화 하는데 사용되어 진다. 이 타이머는 매체가 Idle 일 때에만 감소하고 다른 노드가 전송 중인 것을 감지하면 정지된다. 즉, DIFS(DCF Inter Frame Space) 기간 보다 더 긴 시간 동안 매체가 Idle이면 백오프 타이머는 매 슬롯 마다 1씩 감소하고, 만기가 되자마자 그 노드는 매체에 접근하여 데이터를 전송한다. 그러나 같은 슬롯에 두 개 혹은 그 이상의 노드가 전송을 시작하면 충돌이 일어난다. 전송되어진 패킷이 수신 측에 잘 전송되었음을 전송자에게 알리기 위하여 ACK가 사용되어진다. 이 때 수신자가 ACK를 보내기 전에 SIFS(Short Inter Frame Space)만큼의 시간을 기다린 후 Idle이면 ACK를 전송한다. SIFS는 DIFS 보다 짧는데, 이는 ACK가 다른 데이터 전송보다 우선 순위가 있기 때문이다. 만약 ACK를 받지 못하면 노드는 전송에 문

제가 생겼음을 가정하고 백오프 과정에 들어감으로 재전송을 시도한다. 충돌 확률을 줄이기 위하여 전송을 실패할 때 마다 CW_{max} 에 도달할 때까지 CW의 값을 두 배로 늘인다. 패킷의 전송에서 성공이든 실패든 노드가 패킷을 전송한 후에 만약 전송할 패킷을 가지고 있다면 새로운 백오프 과정을 실행한다. 패킷을 성공적으로 전송한 노드가 계속 전송할 데이터가 있는 경우에는 CW 값은 CW_{min} 을 가지며 백오프 시간은 $[0, CW_{min}-1]$ 값 중에 한 값을 취하게 된다. 그림 4는 IEEE 802.11 MAC 프로토콜의 기본적인 동작을 보여준다

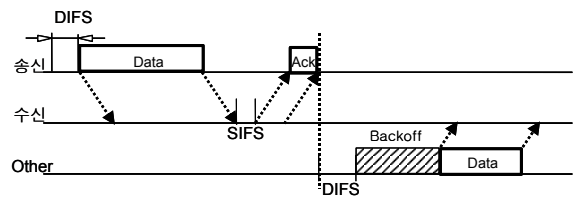


그림 4. IEEE 802.11 MAC 프로토콜의 동작
Fig. 4. An Operation of IEEE 802.11 MAC protocol.

그림 4에서 볼 수 있듯이 DIFS, CW 값의 변화를 통하여 패킷전송에서 우선 순위를 정할 수 있다. 즉, 작은 값의 DIFS를 가지는 노드는 다른 노드들에 비하여 매체 접근을 빠르게 할 수 있고, 적은 값의 CW를 가지면 백오프 과정에서 우선권을 가지게 된다.

그러나 이러한 기존 방식에서 값들의 선택은 차별화된 서비스들 간의 상대적인 우선을 지원한다는 문제점을 가진다. 위의 그림에서 볼 수 있듯이 데이터 전송을 완료한 노드는 다시 백오프 과정을 통하여 데이터 전송을 하게 됨으로 많은 유휴 슬롯을 가지게 된다. 뿐만 아니라 성공적으로 패킷을 전송한 노드는 다음의 패킷 전송을 위하여 백오프 시간 값을 $[0, CW_{min}-1]$ 에서 선택하게 되므로, 충돌이 일어날 확률이 높다. 즉, 경쟁에서 진 노드들 중에 $[0, CW_{min}-1]$ 범위에 있는 백오프를 가진 노드가 많게 되면 충돌이 일어날 확률이 높다 이러한 이유로 해서 전체 네트워크의 효율은 감소하게 된다. 그림 5는 이러한 문제점을 가지고 있는 현재의 IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜 CSMA/CA의 흐름도를 보여준다.

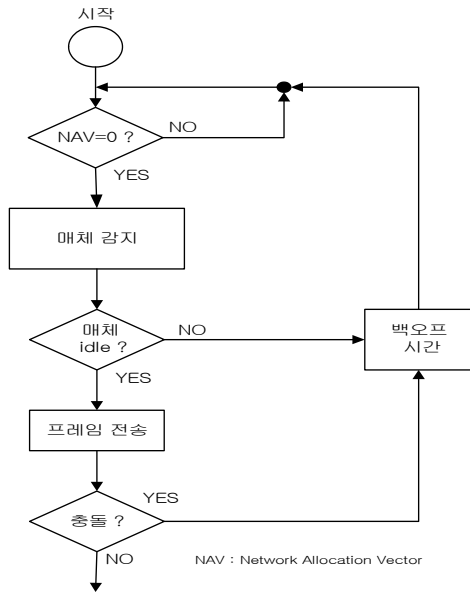


그림 5. IEEE 802.11 MAC DCF의 흐름도
 Fig. 5. A flowchart of IEEE 802.11 MAC DCF.

III. IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜의 성능 향상

3-1 수정된 백오프 알고리즘

지금까지 살펴본 바와 같이 일반적으로 대부분의 MAC DCF 프로토콜에서는 패킷의 충돌과 경쟁 사이클에서 백오프로 인한 Idle time의 낭비로 인하여 낮은 효율을 보인다. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 향상시키고자 기존의 MAC DCF의 프로토콜과 다른 수정된 백오프 알고리즘을 제안하고자 한다. 수정된 백오프 알고리즘은 DCF 프로토콜에서 재전송 기법을 적용하여 기존의 방법보다 전송 능력을 향상 시킨다.

제안한 수정된 백오프 알고리즘을 설명하면 다음과 같다.

1. 새로운 전송할 패킷을 가지고 있는 노드는 다른 노드가 이미 회선을 사용하고 있는지 캐리어 센스(Carrier Sense)를 행한다.
2. 만약 회선이 비어있다면, 그 노드는 패킷 전송을 시작한다.
3. 그러나, 첫번째 캐리어를 보냈을 때 충돌이 일어나서, 두번째 캐리어 센스

(collision_num = 2)에서도 충돌이 일어난다면 (즉, 매체 idle = NO 또는 충돌 = YES), 노드는 바로 수정된 백오프 알고리즘의 기능을 수행하게 된다.

4. 이 때 기존의 백오프 동작은 수정된 백오프 알고리즘을 통해 동작을 멈추게 되며 시작으로 다시 세번째 캐리어 센스를 보내라고 명령을 한다. (충돌 확률을 줄이기 위하여 전송을 실패할 때 마다 CW_{max} 에 도달할 때까지 CW의 값을 두 배로 늘이는 것을 막기 위함이다.)
5. 이러한 두번째 캐리어 센스를 제외한 나머지 세번째 캐리어 센스 이상의 신호를 보낼 때에는 수정된 백오프 알고리즘을 거치지 않고 바로 기존의 백오프 시간으로 보내지게 된다.

두번째 캐리어 센스에서만 수정된 백오프를 사용하는 이유는 불필요한 백오프 시간의 지연을 막기 위함이다. 세번째 캐리어 센스 이상의 신호를 보낼 때 수정된 백오프 알고리즘을 사용하지 않은 이유는 계속해서 이 알고리즘을 사용할 경우 기존의 지수적 백오프 시간을 사용했을 때 보다 성능이 오히려 저하될 경우가 있기 때문이다. 그림 6은 기존의 백오프에서 제안한 수정된 백오프 알고리즘의 흐름도이다.

3-2 IEEE 802.11a 물리 계층

IEEE 802.11a OFDM 물리 계층은 5 GHz에서 54 Mbps 데이터 속도로 전송할 수 있다. OFDM 방식은 여러 개의 반송파를 사용하는 다소 반송파 전송의 일종으로 반송파의 수만큼 각 채널에서 전송주기가 증가하는 특성을 가지고 있다. 광대역 전송 시에 나타나는 주파수 선택적 채널이 심볼 사이에서 간섭이 존재하지 않는 주파수 비 선택적 채널로 근사화가 이루어지기 때문에 채널의 왜곡을 감소시키기 위해서 단일 탭 등화기로 보상할 수 있고, FFT(Fast Fourier Transform) 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 사용하여 고속으로 동작이 이루어 질 수 있도록 할 수 있다.

그래서 본 논문에서는 무선 LAN 환경 MAC 프

로토클의 실험을 위해 OFDM/QPSK 변조 방식을 적용하여 수정된 백오프의 성능 개선을 분석하였다.

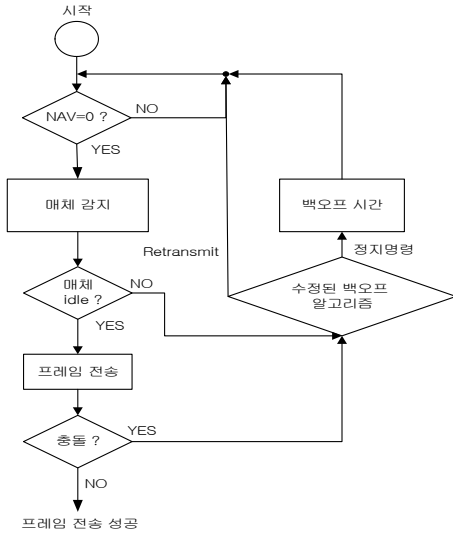


그림 6. 제안한 수정된 IEEE 802.11 MAC DCF의 흐름도
Fig. 6. A flowchart of a proposed enhanced IEEE 802.11 MAC DCF.

IV. 결과 및 검토

본 논문은 수정된 백오프 알고리즘을 사용하여 무선 LAN의 802.11 MAC DCF 성능 개선을 위해 실험하였다. 무선 LAN에서 패킷 전송 능력 향상을 위해 수정된 백오프 알고리즘 순서는 먼저 상위 계층으로부터 내려온 패킷을 하위 계층(링크 계층)에 전달해 주기 위해 TCP에서 패킷을 분할하고, 단말 기간의 패킷 경쟁이 일어난 후, 다른 노드에게 패킷을 전송하였다. 이 때 성능 분석을 위한 기준으로는 다른 노드에게 TCP 계층 패킷이 전부 전송된 시간을 기준으로 분석하였다. 제안한 수정된 백오프 알고리즘을 성능 평가하기 위해 무선 환경에서 E_b/N_0 를 변화시켜, 패킷 전송 시간을 얻을 수 있었고, AWGN과 Rician 페이딩 환경에서 OFDM/QPSK의 BER 성능을 분석할 수 있었다. 또한 기존의 지수적 백오프 시간과 제안한 수정된 백오프 알고리즘과 비교하여 TCP 패킷 전송 시간 차이를 분석하였다. 무선 LAN 환경에서 TCP 패킷 전송 시간을 얻기 위해서 TCP 계층의 상위 계층인 전체 메시지 크기를 5000 바이트로 하였고, E_b/N_0 를 4 dB와 6 dB로 실험하였다. 더하여 TCP 계층에서의 패킷 크기

는 100 바이트에서 2000 바이트로 각각 분할하여 분석하였다. 그림 7은 E_b/N_0 를 4 dB로 설정해놓고, AWGN 환경에서 기존의 백오프 시간과 수정된 백오프 알고리즘을 비교하여 분석하였다. 그림 7에서 TCP 패킷 크기가 100 바이트에서 2000 바이트로 증가할 때 기존의 백오프 시간과 수정된 백오프 알고리즘 모두 초기의 100 바이트보다 패킷 전송 시간이 감소됨을 알 수 있다.

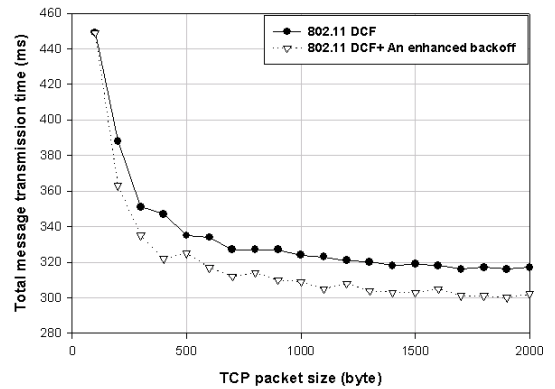


그림 7. 무선 LAN에서 TCP 패킷 크기에 따른 전송 시간
Fig. 7. Transmission time according to TCP packet size in wireless LANs. ($E_b/N_0 = 4$ dB, AWGN)

그림 8에서는 E_b/N_0 를 6 dB로 설정해놓고 나머지는 위의 환경과 동일하게 실험하였다.

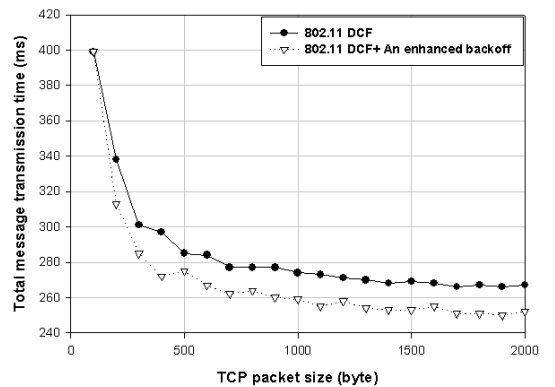


그림 8. 무선 LAN에서 TCP 패킷 크기에 따른 전송 시간
Fig. 8. Transmission time according to TCP packet size in wireless LANs. ($E_b/N_0 = 6$ dB, AWGN)

실험 결과는 TCP 패킷 전송 시간이 4 dB 때 보

다 줄어들었고 나머지는 그림 7과 거의 비슷하게 결과가 나왔음을 알 수 있다. 그림 9와 10은 Rician 페이딩 환경에서 $E_b/N_0 = 4$ dB 와 $E_b/N_0 = 6$ dB 그리고 페이딩 파라미터 $K_R = 9$ dB 일 때의 그래프이다.

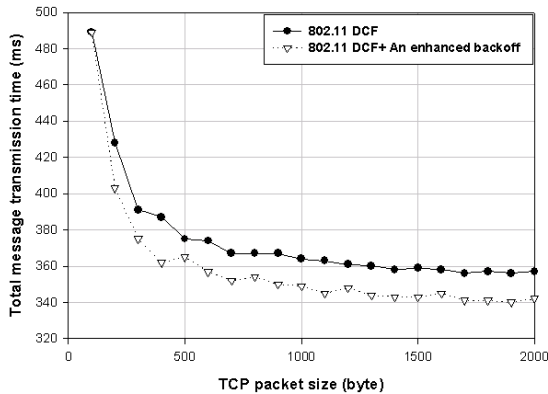


그림 9. 무선 LAN에서 TCP 패킷 크기에 따른 전송 시간
Fig. 9. Transmission time according to TCP packet size in wireless LANs. ($E_b/N_0 = 4$ dB, $K_R=9$ dB, Rician)

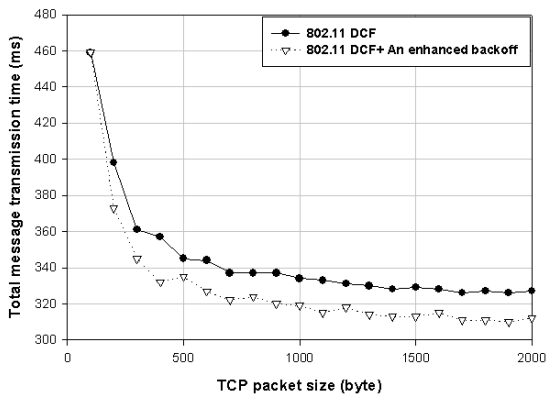


그림 10. 무선 LAN에서 TCP 패킷 크기에 따른 전송 시간
Fig. 10. Transmission time according to TCP packet size in wireless LANs. ($E_b/N_0 = 6$ dB, $K_R=9$ dB, Rician)

그래프에서 보듯이 전체 메시지 전송시간에서의 차이가 있을 뿐 AWGN 환경과 거의 같은 모습을 알 수 있다.

결과적으로 무선 LAN 환경에서 수정된 백오프 알고리즘이 기존의 백오프 시간보다 더 나은 성능 향상이 있었음을 알 수 있었다. 더하여 결과 그래프

로부터 무선 LAN 환경에서 TCP 패킷 전송 능력을 향상시키기 위해서 TCP 패킷 크기가 증가해야 함을 알 수 있었고, 패킷 전송 시 적당한 패킷 크기 약 500 바이트도 얻을 수 있었다

V. 결 론

본 논문에서는 기존 방식의 IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜의 지수적 백오프 알고리즘을 수정하여 성능 향상을 높이는 방법에 대하여 연구하였다. 그래서, IEEE 802.11 MAC DCF 프로토콜에서 제안한 수정된 백오프 알고리즘을 이용하여 TCP 패킷 전송을 성능 분석하였다. 실험 환경으로는 AWGN 과 Rician 페이딩 환경에서 OFDM/QPSK 변조 방식의 TCP 패킷을 전송하였고, 무선 환경에서 E_b/N_0 를 4 dB와 6 dB로 각각 변형시켜가며 분석하였다. 제안한 수정된 백오프 알고리즘은 기존의 지수적 백오프 시간보다 패킷 전송 시간을 단축시켰다.

결과적으로 OFDM/QPSK 무선 채널에서 TCP 패킷 크기가 증가함에 따라 무선 환경에서 패킷 전송 시간이 줄어들음을 알 수 있었고, 얻어진 데이터 결과로부터 TCP 패킷을 전송하기 위한 적당한 패킷 크기도 구할 수가 있었다. 본 논문은 무선 LAN에서 IEEE 802.11 MAC DCF를 수정 시 패킷 전송 능력 과 효율향상에 기여할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부·한국과학재단 지정 경기도 지역협력연구센터(RRC)인 한국항공대학교 인터넷 정보검색 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- [1] J. Terry and J. Heiskala, *OFDM Wireless LANs: A Theoretical and Practical Guide*, SAMS, 2002
- [2] J. Geier, *Wireless LANs*, SAMS, 2002
- [3] C. H. Kang, J. K. Lee, J. C. Jeong and C. M. Han, *Mobile computing*, Kyobo Book Centre,

2000

- [4] H. Yokota, A. Idoue, T. Hasegawa and T. Kato, "Link layer assisted Mobile IP fast handoff method over wireless LAN networks", *MOBICOM' 02*, Sep., 2002
- [5] G. Bianchi, "Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function", *IEEE Journal on Selected Areas in Communication*, vol. 18, no.3, Mar., 2000.
- [6] I. Aad and C.Castelluccia, "Differentiation mechanism for IEEE 802.11", *IEEE INFOCOM' 01*
- [7] J. Y. Yeh and C. Chen, "Support of multimedia services with the IEEE 802.11 MAC protocol", *IEEE International Conference*, vol. 1, pp. 600-604, 2002.
- [8] K. K. Leung, B. McNair, L. J. Cimini, Jr. and J. H. Winters, "Outdoor IEEE 802.11 cellular networks: MAC protocol design and performance", *IEEE International Conference*, vol.1 pp. 595-599, 2002.

문 일 영(文日永)



2000년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)
 2002년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과(공학석사)
 2002년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정 재학 중

관심분야 : Ad-hoc 네트워크, Mobile IP, 블루투스

노 재 성(盧在成)



1990년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)
 1992년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학석사)
 2000년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학박사)
 1992년 3월 ~ 1997년 5월 : (주)한화정보통신 연구소 연구원

1999년 3월~2000년 8월 : 독립 강원전문대학 정보통신과 전임강사
 2000년 9월~현재 : 서일대학 정보통신전공 조교수
 관심분야 : 이동통신망 성능분석, 모바일 인터넷, 멀티미디어 콘텐츠 정보보호

조 성 준(趙成俊)



1969년 2월 : 한국항공대학교 항공통신공학과(공학사)
 1975년 2월 : 한양대학교 대학원(공학석사)
 1981년 3월 : 오사카대학 대학원(공학박사)
 1972년 8월~현재 : 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 이동통신, 무선통신, 환경전자공학, 이동무선인터넷