

Wireless LAN MAC을 위한 Extended PCF(EPCF) 방법

이 호 석, 서 병 설

한양대학교 전기공학과

전화 : 02-2290-0364 / 핸드폰 : 018-239-1714

Extended PCF(EPCF) Mechanism for Wireless LAN MAC

Ho-Seok Lee, Byung-Suhl Suh

Department of Electrical Engineering, Hanyang University

E-mail : marblehouse@hanmail.net

Abstract

There are two kinds of network architectures in the IEEE 802.11:[1] distributed (ad-hoc) or centralized (infrastructure) wireless network. Centralized networks have an access point (base station) that can control the wireless medium access of stations in these networks. The 802.11 MAC protocol of an access point is the same as those of other stations in the contention period.

This paper propose a novel MAC protocol of an access point to solve these problems. This MAC protocol adds a new contention-free period called EPCF (Extended PCF) to resolve accumulated data in the queue of an access point. Simulation results show that the new protocol performs better throughput than the 802.11 standard MAC with the less queue memory size requirement.

I. 서론

IEEE 802.11 무선 랜 위원회에서는 근거리 환경 내에서 무선으로 데이터를 전송하기 위한 규정을 제안하였고 현재 상업적으로 무선 랜 제품들이 사용되고 있다. 사용자들이 한곳에 머물면서 정보를 사용하지 않고, 이동하면서 정보를 검색하고 사용하는 현재의 추세로 볼 때, 이러한 무선 랜 기술은 주된 통신환경으로 사용될 것이다.

802.11 MAC(Medium Access Control)에서는 두 가지 형태의 액세스 방법을 제안하고 있으며[1], 첫 번째는 DCF(Distributed Coordination Function)이고 두 번째는 PCF(Point Coordination Function)이다. DCF는 캐리어 검출 다중 액세스/충돌 회피(CSMA/CA:Carrier

Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 환경 하에서 사용되는 비동기 데이터 전송 방식으로 각 스테이션들은 무선 채널이 사용되지 않는다는 것을 확인 한 후에 서로 경쟁을 하여 채널 사용권을 획득한 후 데이터를 보내는 방식이며, PCF는 비동기 데이터의 전송이외에도 QoS(Quality of Service)를 필요로 하는 데이터를 고려하기 위한 방식으로 PC(Point Coordinator)의해 제어되며, 서로간에 경쟁하여 채널 사용권을 획득하는 것이 아니라 폴링(polling) 방법을 이용하여 PC가 각 스테이션에 채널 사용권을 할당하는 방식이다.

IEEE 802.11의 인프라스트럭처에서 PCF나 DCF 방법으로 데이터를 처리하는데 있어서 스테이션이 전송한 데이터는 항상 PC로 전송된 후에 자체적으로 처리되거나 또는 PC에 의해 다른 목적지 스테이션으로 전송되게 된다. 여러 논문에서 무선 랜의 성능을 개선하고자 방법들을 제안하고 그에 대한 성능 평가를 하였다. DCF 방식에 대한 성능 평가와 개선에 대해서는 Haita Wu[2]의 DCF+ 방법을 비롯하여, 기타 자료에서 논의하였고, PCF 방식에 대해서도 Jing-Yuan Yuh[3]가 Round-Robin, First-In-First-Out등의 polling 방법을 제시하여 성능평가를 하였으며, 이외에 여러 자료에서 논의되고 있다[4]-[7].

그러나 이러한 논문에서 성능평가를 할 때 스테이션에서 전송된 데이터가 상대방 목적지 스테이션으로(peer-to-peer) 데이터가 전송되었을 때 전송 완료로 생각하지 않고 스테이션에서 PC로 만 보내지면 전송이 완료된 것으로 가정하여 성능평가를 하고있다. 이런 경우의 문제점으로 PCF에서 PC의 주관 하에 동작하던 채널경쟁이 없는 CFP(Contention Free Period)가 종료된 후 PC와 스테이션 모두 DCF 방식을 사용하여 동등한 레벨로 채널 경쟁을 하므로 먼저 만들어진 PC의 큐에 남아있는 데이터가 전송되지 못하고 계속적으로 큐 내에 남아있는 확률이 높아지게 된다. 이런 경

우 시간초과 또는 전송에러 등의 이유로 목적지 스테이션으로 전송이 되지 않는 경우, 위의 성능평가가 오류가 발생하게 되며, 또한 시간이 지나면서 PC의 큐가 모자라는 경우가 발생할 수가 있다. 이에 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 CFP가 종료된 후 CP(Contention Period) 전에 PC의 큐에 남아있는 데이터를 우선적으로 전송하는 EPCF라는 새로운 방식을 제안하고, 이 방법에 대한 simulation 결과를 보인다.

본 논문에서 제안한 EPCF 방법에서는, 각 station에서 PC로 보내진 데이터는 contention 없이 우선적으로 상대방 station으로 전달됨을 알 수 있으며, 전체적으로 시스템의 성능이 개선됨을 알 수 있다, 또한 본 논문의 방법은, IEEE 802.11 compliant한 station은 수정이 필요 없으며, 단지 PC만 수정이 필요함을 알 수가 있다.

II. EPCF(Extended PCF) 방식

PCF 방식에서 CFP가 종료되면 PC는 contention mode로 동작하게 된다. 이때 동작 방법은 DCF 방법과 동일하다. Contention mode가 되었을 때 PC의 queue에 데이터가 있다면 다른 station과 같이 contention을 거쳐서 채널을 확보 한 후에 데이터를 보내게 된다.

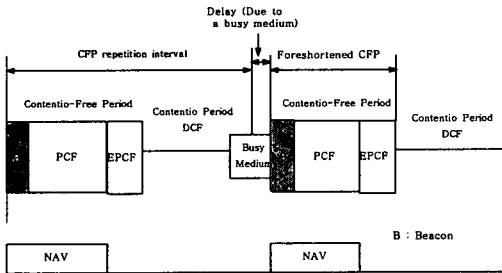


그림 1. CFP, EPCF, CP간의 관계

본 논문은 CFP 기간이 종료된 후 PC의 queue에 데이터가 남아 있을 경우 contention mode로 들어가기 전에 EPCF mode를 사용하여 PC queue에 남아있는 데이터를 먼저 전송하는 방법을 사용함으로써 시스템의 성능을 개선한다. 그림 1은 CFP와 EPCF, CP간의 상관 관계를 나타낸 그림이다.

다음은 EPCF 알고리즘에 대해서 설명한다. RR(Round-Robin), FIFO-Priority and Priority-ELF(Effort Limited Fair)등의 방법으로[3] CFP 동안 데이터를 전송한 후 CFP가 종료되면 PC의 queue내에 데이터가 남아있게 된다. (남아 있지 않은 경우도 있다.) 이때 원래의 802.11 standard에서는

DCF mode로 변환이 되어 각 station과 PC가 함께 채널 경쟁을 하여 채널을 획득한 station이나 PC가 데이터를 전송하게 된다. 이 채널 경쟁에 소요되는 시간은 원래의 DCF와 마찬가지로 DIFS 기간 동안 기다린 후 채널이 idle인 상태를 확인한 후 random backoff 시간을 발생시켜 이 시간이 0이 될 때까지 다른 station이 채널을 확보하지 않을 경우 backoff 시간이 0이 된 station이 채널을 확보하게 된다. 즉 DCF 기간 동안 채널을 확보하기 위해 필요로 하는 시간은

$$\text{DCF 기간에 전송에 필요한 시간} = \text{DIFS} + \text{Random Backoff time} \quad (1)$$

이 된다.

그러나 EPCF 방법을 사용할 경우 먼저 PC내의 queue를 비우기 위해 PC가 채널을 선점하는 방법을 사용한다. 이때 채널을 선점하는 방법으로는 다른 station이 DIFS를 기다리는 동안 PC는 DIFS보다 시간 간격이 짧은 PIFS를 이용한다. 이렇게 함으로써 802.11a/b standard를 따르는 station을 전혀 수정하지 않고 PC내의 queue를 비울 수 있게 된다. 이때 데이터를 전송하는데 소요되는 시간은 채널 경쟁이 필요 없으므로 random backoff 시간이 필요가 없게 되므로 PIFS 시간만 필요로 한다. 즉

$$\text{EPCF 기간에 전송에 필요한 시간} = \text{PIFS} \quad (2)$$

가 된다. 이 식에서 PC queue에 남아 있는 데이터를 보내기 위해 DCF mode와 EPCF mode 사이의 시간 차이는

$$\begin{aligned} &\text{DCF 때 필요로 하는 시간} - \\ &\text{EPCF 때 필요로 하는 시간} \\ &= \text{DIFS} + \text{Random Backoff time} - \text{PIFS} \quad (3) \end{aligned}$$

가 된다.

PC가 EPCF mode로 동작하는 동안 더 이상 PC내의 queue에 데이터가 없을 경우 PC는 데이터를 보내기 위해 더 이상 PIFS를 기다리지 않고 DIFS를 기다리므로서 원래의 DCF로 되돌아 오게 된다. 만약 CFP가 끝났을 때 PC의 queue에 데이터가 하나도 없을 경우에는 PC는 EPCF mode가 되지 않고 바로 DCF mode로 동작하게 된다. 그림 2는 EPCF의 동작 flow chart이다.

III. 실험

본 실험에서는 MAX MPDU를 1500 bytes로 설정하고, RTS Threshold를 2000 bytes로 하여 RTS/CTS를 사용하지 않으며, fragment도 발생하지 않는 것으로

가정하고, Superframe 기간을 200msec, PCF duration 을 50msec로 하여 실험을 하였다. 측정 시간은 1초로 하여 여러 번 측정하는 방법을 사용하였다.

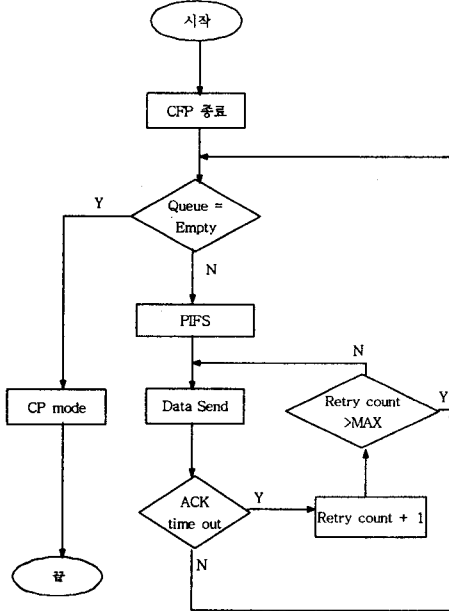


그림 2. EPCF 동작 flow chart

본 논문에서의 또 다른 가정은 데이터의 데이터는 항상 일정한 크기(1500 bytes)를 갖는다고 가정하고 발생 빈도는 평균 15Mbps로 한다. 이 때 각 station에서 발생하는 데이터의 수는 일정하지 않아서 CFP가 종료된 후에 PC의 queue에는 가변적인 양의 데이터가 저장되게 된다. 이때 queue에 저장된 데이터의 수에 따라 EPCF를 사용했을 때와 DCF를 사용했을 때의 전송된 packet의 수를 측정하여 전체 시스템의 performance를 비교한다. 표 1.은 실험에 사용된 parameter들이다.[8]

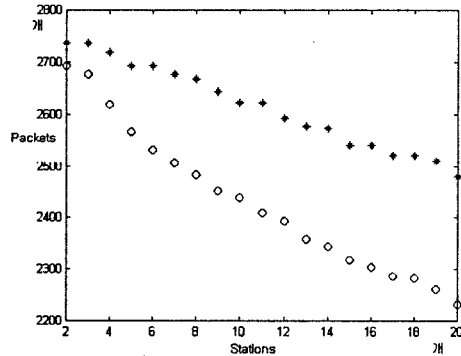
표 1. Simulation parameters

항목	값	항목	값
Physical layer	OFDM	Preamble Duration	16 usec
전송 속도	54 Mbps	PLCP Header	4 usec
Slot Time	9 usec	CW Min	15
SIFS Time	16 usec	CW Max	1023
PIFS Time	25 usec	ACK size	14 Bytes
DIFS Time	34 usec	RTS Threshold	2000 Bytes

4.1 시스템 성능 계산

그림 3.은 DCF 방법일 때와, EPCF를 결합한 방법

에 대한 시스템의 전체적인 성능을 simulation한 결과이다. 이 결과를 볼 때 station의 수가 많아질수록 EPCF 성능이 더 많이 개선되는 것을 볼 수 있다.

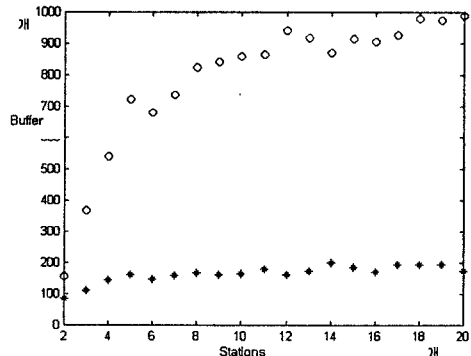


○ : DCF 방법, * : EPCF 방법
그림 3. DCF 방법과 EPCF 방법의 전체 시스템 성능 비교

4.2 Maximum Buffer 필요량 계산

그림 4.는 DCF 방법과 EPCF 방법에 대한 PC 내에서의 필요로 하는 maximum buffer량을 측정된 결과이다.

그림 4.에서 DCF 방법을 사용했을 때는 PC에서의 필요한 buffer 수가 지속적으로 증가하는데 반해 EPCF 방법을 사용했을 때는 EPCF 기간 동안 queue에 있는 데이터를 우선적으로 전송함으로써 상대적으로 적은 양의 Buffer로 충분한 것을 알 수 있다.

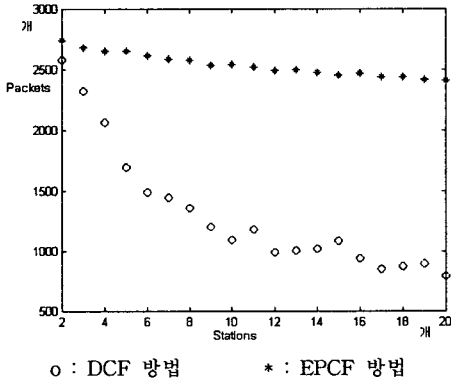


○ : DCF 방법 * : EPCF 방법
그림 4. DCF 방법과 EPCF 방법에서 필요로 하는 maximum buffer

4.3 Peer-to-peer 데이터 전송을 보장했을 때의 시스템 성능 계산

그림 5.은 일반적으로 시스템의 성능을 계산할 때, station에서 PC로 데이터만 전송되면 전송에 성공한

것으로 계산하나, 본 실험에서는 buffer의 제한에 의해 PC에서 받아들인 데이터가 상대방 station으로 전송되지 않은 경우 전송에 실패한 것으로 판단하여 시스템 성능 계산에 적용하지 않았을 때의 시스템 성능을 나타낸 것이다. 그림은 PC의 buffer를 300개로 제한하고 측정한 결과이다..



○ : DCF 방법 * : EPCF 방법
 그림 5. PC의 buffer를 제한한 경우, peer-to-peer 전송시의 전체 시스템 성능 비교

IV. 결론

본 논문에서 제안한 EPCF 방법을 사용하는 경우 다음과 같은 실험 결과를 얻을 수 있다.

1. 시스템 성능 개선 : DCF에 비하여 시스템의 성능이 좋아지는 것을 볼 수 있으며, PC의 queue에 저장되어 있는 데이터가 많을 수록 더 좋은 성능을 보여 준다. worst case의 경우 802.11 standard와 같은 결과를 갖는다.
2. PC내에 필요로 하는 buffer의 감소 : EPCF 기간 동안 queue에 저장되어 있는 데이터를 우선 순위를 갖고 모두 전송하므로, station 수가 많아질 경우 CP 동안 PC가 채널을 확보하지 못하고 오히려 다른 station으로부터 데이터를 수신하여 queue에 저장 함으로써 더 많은 buffer를 필요로 하는 현상을 방지한다.
3. peer-to-peer로의 전송률 개선 : 일반적으로 802.11의 성능을 평가할 경우 station에서 PC 까지 가는 경로만을 생각하는 데, 위의 EPCF를 사용할 경우 CFP동안 PC로 보내진 데이터가 우선적으로 전송되므로 buffer 부족등의 현상으로 버려지거나 하는 경우 없이 peer-to-peer로 전송되는 확률이 높아짐을 알 수 있다.
4. 본 논문에서 제안한 EPCF 방법은 PC상에서 동작하는 알고리즘으로 현재 상품화되어 사용되고 있는 802.11a/b station는 수정이 필요 없이 그대로 사용 가능하다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] IEEE, "IEEE std 802.11 - Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications" 1999
- [2] Haitao Wu, Yong Peng, Keping Long, Shiduan Cheng, Jian Ma, "Performance of Reliable Transport Protocol over IEEE 802.11 Wireless LAN: Analysis and Enhancement", *INFOCOM 2002. Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE, Volume:2*, pp, 599-607, 2002
- [3] Jing-Yuan Yuh and Chienhua Chen, "Support of Multimedia Services with the IEEE 802.11 MAC Protocol", *Communications, 2002. ICC 2002. IEEE International Conference*, pp, 600-604 vol.1, 2002
- [4] B.P. Crow, I. Widjaja, J.G. Kim and P. Sakai, "Investigation of the IEEE 802.11 medium access control (MAC) sublayer functions," in *INFOCOM '97. Sixteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Driving the Information Revolution, Proceedings IEEE*, volume. 34, pp. 126-133, April 7-11 1997
- [5] B.Bing, "Measured performance of the IEEE 802.11 wireless LAN," in *Local Computer Networks, 1999 LCN '99 Conference*, pp. 34-42, Oct. 18-20 1999
- [6] M.Veeraraghavan, N. Cocker and T. Moors, "Support of voice services in IEEE 802.11 wireless LANs," in *INFOCOM 2001. Proceedings, IEEE*, vol.1, pp. 488-497, April 22-26 2001
- [7] G.Anastasi and L. Lenzini, "QoS provided by the IEEE 802.11 wireless LAN to advanced data applications: a simulation analysis," *Wireless Networks 6, 2, ACM*, pp. 99-108, Mar. 2000
- [8] IEEE, "IEEE std 802.11a - Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications High-speed Physical Layer in the 5 GHZ Band" 1999