

IEEE 802.11 무선 LAN에서 멀티미디어 서비스를 위한 QRR MAC 프로토콜에 관한 연구

이진우* · 최덕규**

A QRR MAC protocol for providing multimedia service in IEEE 802.11 Wireless LANs

Jin-Woo Lee* · Dug-Kyoo Choi**

Abstract

IEEE 802.11의 매체 접근 제어 MAC 프로토콜은 두가지 운영 방법을 제공한다. 하나는 실시간 응용 서비스가 아닌 데이터를 지원하기 위한 임의 접근(random access) 모드이고 다른 하나는 실시간 응용 서비스를 지원하기 위한 폴링(polling) 모드이다. 폴링 모드는 PCF(Point Coordination Function)라 불리는 비경쟁(non contention) 방식의 MAC 프로토콜이다. PCF는 노드의 지연(delay)의 증가와 처리율(throughput)의 감소가 가장 큰 문제가 된다. 처리율 향상을 위해 ERR(Embedded Round Robin) 방식이 제안되었다. 그러나 ERR은 노드의 지연이 여전히 문제로 남아있다. 본 논문에서는 노드의 지연과 처리율을 동시에 향상시킬 수 있는 QRR(Request Round Robin)을 제안한다. 시뮬레이션에 의하여 제안한 QRR이 ERR보다 성능향상이 됨을 보인다.

1. 서론

무선랜(Wireless Local Area Networks : WLAN)은 하루가 다르게 성장하고 있으며, 많은 무선랜 제품들이 개발되어 사용되고 있다. IEEE 802.11 위원회는 MAC과 물리계층에 기반한 표준을 제정하였다[1]. IEEE 802.11의 MAC 프로토콜은 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)의 두가지 종류의 접근 방법을 지원한다. DCF는 모든 단말에서 이루어지며 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)를 사용하여 비동기 데이터 전송을 할 수 있다. 이와 더불어 PCF는 실시간 데이터

전송을 위해 AP(Access Point)의 폴링(polling)을 기반으로 하는 옵션을 갖는 매체 접근 프로토콜이다.

IEEE 802.11b에서는 2.4GHz 대역에서 2Mbps 속도까지 지원하는 표준안이 제정되었고 IEEE 802.11a에서는 5GHz 대역에서 54Mbps 속도까지 지원이 되는 표준안이 제안되었다. 두개의 표준 모두 멀티미디어 서비스를 지원하고 QoS(Quality of Service)제공을 위해 PCF MAC을 사용하고 있다. 그러나 PCF 방식은 지연과 처리율 측면에서 문제점이 지적되어 오고있다[2]. 이러한 문제점은 데이터가 없는 단말도 AP의 폴링을 받아야 하는데서 생기는 지연과 그에 따른 처리율 저하이다. 이를 해결하기 위해서 제안된 방법으로 ERR(Embedded Round Robin)[3]이 있다. ERR은 모든 busy 단

* 아주대학교 정보통신전문대학원
** 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부

말을 폴링한 후 하나의 idle 단말을 폴링하는 방법이다. 하지만 이 방법은 idle 상태의 단말을 폴링하는 횟수는 줄어들지만 idle에서 busy 상태로 전환시 오랜 지연이 발생하는 문제가 있다. 따라서 이번 논문에서는 이러한 PCF의 지연을 줄이고 처리율을 높일 수 있는 새로운 QRR (Request Round Robin) 방법을 제안한다.

2. 시스템 모델

QRR MAC을 시뮬레이션 해보기 위한 모델로서 한개의 셀에서 하나의 AP 그리고 7개의 단말을 가지는 그림 1의 WLAN 환경을 가정한다. 시스템 내에는 단말이 AP로 전송하는 업스트림 (upstream)과 AP에서 단말로 전송하는 다운스트림 (downstream) 전송 링크가 있다. 두 링크는 독립적이라 가정하고, 업스트림과 다운스트림 링크는 AP에 의해 관리된다. 숨은 단말의 문제 (Hidden-Terminal Problem)는 존재하지 않고, 모든 링크상의 에러는 없다고 가정한다.

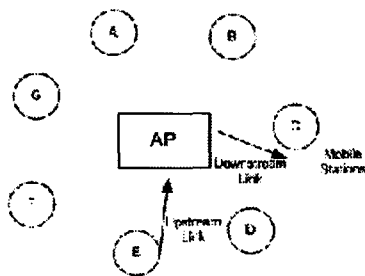


그림 1. System Model

IEEE 802.11 PCF의 지연문제를 해결하기 위하여 ERR(Embedded Round Robin)은 busy한 단말과 idle한 단말에 대한 폴링 횟수를 차별화하여 기존의 문제 해결을 시도하였다. 그림2에 나타낸 ERR에서 busy한 단말인 A,B,C의 폴링이 끝난 후 idle한 하나의 단말을 폴링함으로써 idle한 단말의 폴링 횟수를 줄여 처리율을 높이고 있다. 그러나 ERR에서는 idle한 단말의 busy

상태로의 전환을 고려하지 않아 지연 문제에서는 최적의 방법이라 할 수 없다. 그러므로 IEEE 802.11 PCF의 단점과 ERR의 단점을 보완할 수 있는 이중 폴링을 통한(dual polling) QRR (Request Round Robin) MAC 프로토콜을 새로이 제안한다.

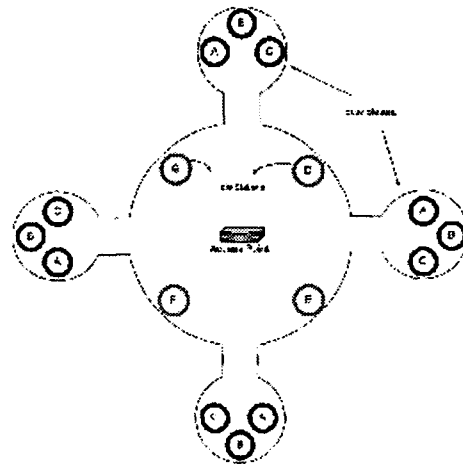


그림 2. ERR MAC scheme

3. QRR MAC

QRR MAC 방법은 이중 폴링을 통하여 busy 단말과 idle 단말의 폴링에 큰 차별을 최소화하여 처리율을 높이고 단말의 지연을 최소화하는 방법이다. 이를 위해서는 AP는 각 단말이 다음 타임 슬롯에서 busy한 상태에 있는지 아니면 idle한 상태에 있는지를 알아야한다. 이는 IEEE802.11 MAC header 내에 정의되어 있는 "More data field"를 참조하여 AP가 인지하게 된다. 제안하는 PCF의 QRR MAC은 그림3에 나타나 있다. IEEE802.11에서 정의된 management MAC frame 중 Association request frame을 사용하여 단말이 AP에 자신의 존재를 알리게 되고 DCF구간이 끝나고 PCF 구간에 접어들게 되어 최초의 cycle에서는 모든 단말을 폴링하게 된다. 모든 단말의 폴링후 AP는 각 단말들의 상태를 "More data field"를 통해 알 수 있게된다.

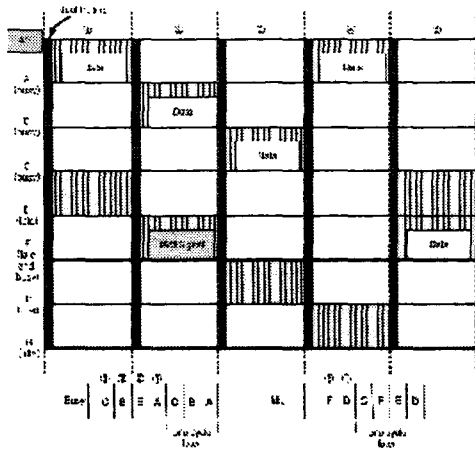


그림 3. QRR MAC scheme

그림 3은 최초의 cycle 이 지난후의 폴링 과정을 나타낸다. QRR MAC 프로토콜은 두 개의 큐를 이용한다. 각각의 큐는 idle, busy 큐이며, FCFS를 통해서 각 슬롯타임마다 두 단말에 대한(idle 큐와 busy 큐의 단말) 폴링이 일어난다. 그림 3에서는 idle 상태의 단말이 QRR을 통해서 busy한 단말로 되는 과정을 나타내고 있다. ①번 타임 슬롯때 폴링을 받은 단말 A는 다음 슬롯에서도 busy 한 상태로 있기 때문에 busy 큐로 들어간다. idle 큐에서는 폴링을 받은 단말 D는 계속 idle 로 남아있기 때문에 idle 큐로 들어간다. ②번 타임 슬롯일 때는 idle 큐에서 폴링을 받은 단말 E는 jam 신호를 AP 에 전송하여 busy 큐로 들어가게 된다. busy 큐에 있던 단말 B역시 다음 슬롯에도 busy 한 상태로 있기 때문에 busy 큐로 들어 가게 된다. 두 번째 슬롯에서 단말 B의 데이터와 단말 E의 jam signal 은 포획현상(capture effect)에 의해서 구분된다 [4][5]. 모든 단말이 휴지상태 (idle) 하게 되는 경우에는 busy 큐는 비어있게 된다. 그렇게 되면 idle 큐만 폴링하는데 이는 IEEE 802.11의 PCF와 같은 동작을 나타낸다.

4. 시뮬레이션

시뮬레이션은 멀티미디어 서비스 제공을 위

해 기존의 PCF 와 ERR, QRR 이 지연과 처리율의 측면에서 어떠한 성능을 보여주는가를 주요안점으로 시행한다. 이를 위해 실제 시스템 상에 사용되는 IEEE 802.11 파라미터까지 고려하지는 않았으며 각각의 MAC프로토콜의 성능만을 고려하도록 시뮬레이션 하였다. 그림4는 제안한 QRR과 ERR 그리고 IEEE 802.11 PCF의 처리율 분석을 나타낸다. 처리율은 시뮬레이션한 전체 시간 중에 실제 데이터가 전송된 시간으로 나타내었다. 전체 부하는 각 단말의 패킷 발생률을 지수분포로 하여 구한 패킷의 평균 발생률 g 와 단말의 수 M , 그리고 채널 용량 R 을 이용하여 구한다.

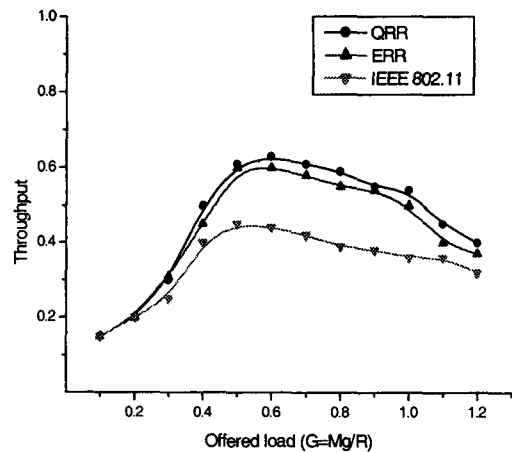


그림 4. QRR 과 ERR 의 처리율 비교

그림 4에 나타난 처리율은 ERR 에 비해 QRR 이 크게 좋아지지 않는다는. 이는 ERR이 기존의 IEEE 802.11 PCF의 처리율을 높이기 위해 나온 방법이고, 제안하는 QRR 은 ERR 의 지연 문제를 해결하려는 방법이기 때문이다. 그림 5에서는 QRR과 ERR의 지연 비교를 나타냈다. 지연은 idle 단말이 busy한 단말이 되어 큐에서 전송을 기다리는 시간과 busy한 단말이 전송을 하기까지 걸리는 시간의 합으로 나타냈다.

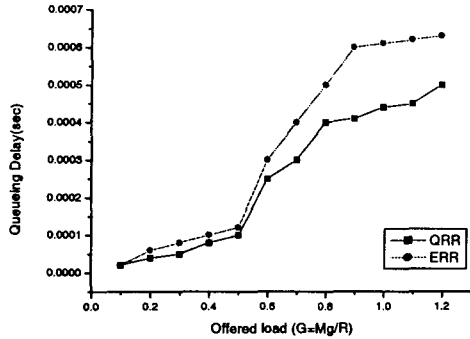


그림 5. QRR 과 ERR 의 큐 지연 비교

그림 5에서와 같이 QRR 은 ERR 보다 단말의 지연이 더 낮게 나타나고 있다. 이러한 이유는 QRR 은 idle 상태의 단말의 busy 단말로의 전환을 빠르게 처리하기 위하여 이중 폴링 방법을 사용하기 때문이다. 이중 폴링을 통한 QRR을 사용하여 기존의 IEEE 802.11 PCF 보다 더 나은 성능을 가지면서 단말의 지연을 현저히 줄일 수 있음을 보인다.

5. 결론

IEEE 802.11 PCF 는 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 방법이지만 처리율과, 단말의 지연 등 여러 문제로 인하여 현재에도 활발히 연구가 되고 있다. 이러한 문제 해결의 일환으로 QRR을 제안하여 기존의 ERR 과의 비교를 통해 향상된 수준의 처리율을 유지하면서도 단말의 지연 문제를 해결할 수 있음을 증명하였다. 제안하는 QRR 은 이중 폴링에 의한 새로운 PCF MAC 프로토콜이며 IEEE 802.11 MAC 표준에 잘 부합한다.

6. 향후과제

앞에서 언급 한대로 시뮬레이션환경은 IEEE 802.11이 제안하는 모든 파라미터를 적용하지 않았다. 이번 시뮬레이션에 덧붙여 표준안에서 지원하는 파라미터를 적용하여 연구를 한다면 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 이와 함께 숨겨진 단말 문제를 고려한 연구와 수식을 통한 성능분석과 시뮬레이션을 통한 성능분석의 비교가 향후 과제로 남는다.

참고문헌

- 1) *Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification*, IEEE Std. 802.11, 1997
- 2) J. L. Sobrinho and J. M. Brazio, "Proposal and performance analysis of a multiple-access protocol for high-speed wireless LANs," *COMPUT. Networks ISDN Syst.*, vol.28, pp.283-305, 1996
- 3) R. S. Ranasinghe and L.H.Andrew, "Scheduling disciplines for multimedia WLANs: Embedded round robin and wireless dual queue", *IEEE ICC*, 2001
- 4) J.J.Metzner, "On improving utilization in ALOHA networks," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-24, pp.447-448, Apr.1976
- 5) K.Mutsuura, H.Okada, K.Ohtsuki, and Tezuka, "A New control scheme with capture effect for random access packet communications," in *Proceeding IEEE GLOBECOM*, 1989, pp.938-944