
포화상태인 무선랜 네트워크에서 Carrier Sensing Multiple Access with Collision Resolution (CSMA/CR) 프로토콜의

실용화를 위한 충돌 보상 방법

김지인 · 박병현 · 권영호 · 이병호*

*한양대학교

A Collision Compensation Method for CSMA/CR Protocol in Wireless LAN

Ji-in Kim · Byung-hyun Park · YongHo Kwon · Byung Ho Rhee*

*Hanyang University

E-mail : kkkji0913@naver.com

요 약

무선랜을 통해서 대용량 파일, 비디오, 멀티미디어 정보들을 전송해야 함에 따라 quality of service(QoS)를 중요시 하는 응용 프로그램이 많아지므로 무선랜 네트워크에서의 충돌을 해결하기 위한 방법에 대해 연구가 필요하다. CSMA/CD의 충돌 검출 방식을 무선상황에 도입한 distributed MAC 프로토콜인 CSMA/CR[1]에서는 접속 단말 간 공평성은 보장하지만 서비스의 질(QoS)은 고려하지 않았다. 본 논문에서는 포화상태인 fully-connected single hop 네트워크 환경에서 CSMA/CR 프로토콜의 실용화를 위한 충돌 보상 방법을 제안한다. 기존의 CSMA/CR 프로토콜은 단말 간 공평성만을 고려하여 CR Slot을 랜덤하게 선택하지만, 본 논문에서는 충돌을 경험한 단말에게는 우선순위를 주어 충돌 보상을 제공하기 위해 CR Slot의 앞쪽 번호를 부여한다. 충돌이 발생한 경우 jam 신호를 전송한 후 채널 우선 사용권을 가지게 되어 성공적인 전송을 보장받을 확률이 높아져 단말 간 우선순위를 보장하고 전송 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 하드웨어 비용의 추가 없이 간단하게 충돌을 경험한 단말에게 혜택을 제공할 수 있다.

ABSTRACT

A study about collision resolution is needed because huge file, video and multimedia information are transmitted to wireless LAN. CSMA/CR protocol guarantees fairness, but doesn't consider QoS. To practicalize CSMA/CR protocol in saturation fully-connected single hop network environments, this paper proposes method of collision compensation. previous CSMA/CR protocol chooses CR Slot only considering fairness, but this paper chooses front CR Slot for compensation of collision to station experiencing collisions. The station transmits jam signal and has channel priority of transmission. So transmitting efficiency and successful transmission probability rise. This proposed simple method can offer benefit to station experiencing collisions without additional hardware cost.

키워드

CSMA, collision detection, collision resolution, 충돌 보상, 충돌 검출

1. 서 론

IEEE 802.11 MAC(Medium Access Control)의 대표적인 전송방식으로는 CSMA/CA(Carrier

Sensing Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 채택한 DCF(Distributed Coordination Function)을 정의하고 있다. DCF 전송 방식의 MAC을 사용하는 단말들은 채널의 상태를 관찰하

고 있다가 채널이 비어 있을 때 임의의 백 오프 시간 후에 전송을 시도하게 된다. 이 방식으로는 경쟁 단말 수가 증가하면 채널의 효율이 낮아지므로 데이터를 전송하기 전에 제어패킷인 RTS(Ready-to-Send)와 CTS(Clear-to-Send)를 통해 채널을 예약하는 4way-handshake CSMA/CA[2]가 제안되었다. 하지만 높은 데이터 전송률에서 RTS/CTS 전송 시간이 무시할만하지 않기 때문에 실제 상용 무선 네트워크 환경에서는 RTS/CTS 옵션 사용률이 낮다.

그러므로 fully connected single-hop 네트워크 환경을 고려한 분산 MAC 프로토콜인 CSMA/CR(Carrier Sensing Multiple Access with Collision Resolution)이 제안되었다. CSMA/CR은 이더넷(Ethernet)의 MAC 전송방식인 CSMA/CD(Collision Detection)의 충돌 검출을 무선랜에 적용하여 RTS/CTS를 사용하지 않고 빠른 시간 안에 충돌을 검출한다.

최근에는 무선랜을 통해서 대용량 파일, 비디오, 멀티미디어 정보들을 전송해야 함에 따라 QoS(Quality of Service)를 중요시 하는 응용 프로그램이 많아지므로 무선랜 네트워크에서의 충돌을 해결하기 위한 방법에 대해 연구가 필요하다. 하지만 기존의 CSMA/CR 프로토콜은 단말 간 공평성만을 고려하여 CR Slot을 랜덤하게 선택하기 때문에 서비스의 질(Quality of Service; Qos)에 대한 서비스가 제공되지 못한다. 그러므로 본 논문에서는 포화상태인 fully-connected single hop 네트워크 환경에서 CSMA/CR 프로토콜의 실용화를 위한 충돌 보상 방법을 통하여 단말 간 우선순위를 보장하는 서비스를 제안한다.

논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 2장에서는 CSMA/CD 프로토콜을 무선 네트워크 환경에 적용시킨 기술들과 CSMA/CR 프로토콜에 대해 기술한다. 3장에서는 제안하는 CSMA/CR 프로토콜의 충돌 보상 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

II. 기존 연구

WCSMA/CD[3]은 fully connected single-hop 네트워크에서 충돌 검출을 하는 프로토콜이다. 다음의 그림 1은 WCSMA/CD의 동작도이다. 데이터 전송 이후 CD period(CDP) 내에 CD slot(CDS)을 할당하여 전송을 중단하고 충돌을 검출하기 위해 carrier sensing을 한다. 다른 전송 신호가 없다면 전송을 계속한다. 충돌이 검출되면 CDP 구간 이후에는 전송을 멈추고 랜덤 백오프 시간 후에 다시 전송을 시도한다. [4]에서는 WCSMA/CD를 멀티캐스트에 적용하였고, [5]에서는 WCSMA/CD의 성능을 분석하고 최적 CDP를 제안하였다.

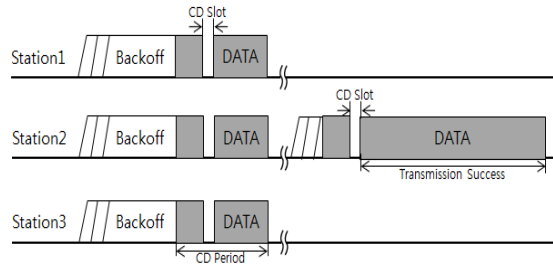


그림 1. WCSMA/CD 동작

CSMA/CR 프로토콜에서는 WCSMA/CD의 충돌 검출 방식, CSMA/CA의 백오프 알고리즘, 채널 접속 방식을 적용하였다. 송신 단말은 전송 시작 후 잠시 전송을 중단하고 CRP(CR Period) 내에 랜덤하게 선택한 CRS(CR Slot) 동안 다른 단말과 충돌여부 확인을 위하여 캐리어 센싱을 한다. 또한 가장 먼저 충돌을 발견한 단말은 일정 기간 동안 jam 신호를 전송하게 되고 jam 신호를 감지한 단말은 전송을 바로 중단한다. jam 신호를 전송한 단말은 충돌 후 기존의 백오프 절차를 거치지 않고 전송을 진행할 수 있으므로 충돌 없이 전송을 완료 할 수 있다. 아래의 그림 2는 CSMA/CR의 기본적인 동작도이고 표 1은 그림 2의 각 단말의 CRS 내의 충돌 검출 상태이다.

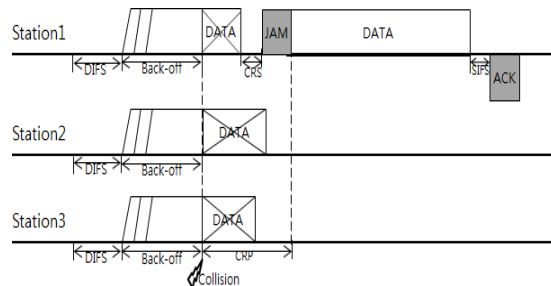


그림 2. CSMA/CR의 기본 동작

표 1. 그림 2의 CRS내의 충돌 검출 상태

	Energy	Jam
Station1	O	X
Station2	O	O
Station3	O	O

그림 3은 CSMA/CR 프로토콜에서 동일한 CRS 할당으로 인해 충돌 검출에 실패하는 경우이다. CSMA/CR 방식으로 동작하는 무선랜에서 단말은 충돌을 검출하기 위해 CRS를 랜덤하게 선택하는데 단말들 간에 통신이 불가능하기 때문에 각 단말은 자신의 CRS만을 알고 다른 단말의 CRS는 알 수 없다. 그러므로 동일한 CRS를 선택한 단말들은 표 2와 같이 충돌은 검출할 수 없다.

이 문제는 CSMA/CR 프로토콜의 내제된 충돌로 예방하기가 매우 어렵다. 또한 CSMA/CR 프로토콜은 CRS를 모두 랜덤하게 선택하므로 무선랜의 QoS를 고려하지 못하므로 이에 대한 방법에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 이러한 충돌을 경험한 단말에게 혜택을 줌으로써 문제를 해결하려 한다.

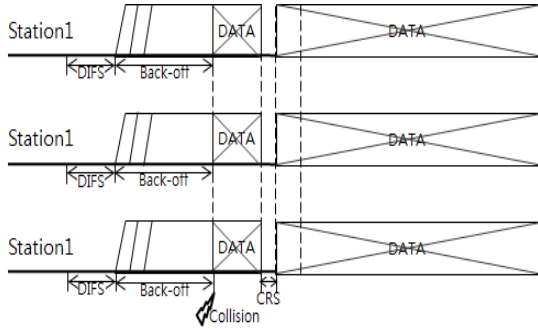


그림 3. CSMA/CR의 충돌 검출 실패

표 2. 그림 3의 CRS내의 충돌 검출 상태

	Energy	Jam
Station1	X	X
Station2	X	X
Station3	X	X

III. 충돌 보상 방법

이번 장에서는 CW(Contention Window)값의 선택을 위하여 충돌을 경험한 큐에 저장된 데이터가 충돌 횟수를 저장하는 것을 이용하여 충돌 보상 방법을 제안한다. 충돌이 많이 발생한 단말의 큐에는 전송할 데이터가 더욱 많이 존재하게 되므로 다시 충돌이 발생하였을 때 앞쪽의 CRS를 부여하여 데이터 전송에 있어 우선권을 가질 확률이 높아지므로 결국 네트워크 전체의 처리량 증가를 가져올 수 있다.

각 단말마다 충돌 횟수를 저장하는 변수를 이용하므로 CRS의 앞번호 할당을 위한 저장공간을 따로 만들 필요가 없다. 충돌 횟수는 최대 7까지 저장되므로 우선순위를 위해 CRP(CR Period)가 7개의 구간으로 나누어질 수 있다.

[1]에서 최적의 CRS 개수를 m이라고 할 때 CRP의 길이는 다음 아래 식(1)과 같다고 하였다. 본 논문에서 제안한 충돌 보상 방법을 적용하기 위해서는 m은 최대로 저장될 수 있는 충돌 횟수인 7 이상이어야 한다.

$$CRP_{length} = CRS_{length} \times (1+m), (m \geq 7) \quad (1)$$

그림 4의 (ㄱ)에서 기존 CSMA/CR 프로토콜은

단말 간 공정성만을 고려하여 CRP 내 CRS를 랜덤하게 선택한다. 하지만 본 논문에서는 충돌을 경험한 단말에게는 우선순위를 주어 충돌 보상을 제공한다. CRP내에서 단말이 충돌을 경험한 횟수에 비례하여 CRS의 앞쪽 번호를 부여하여 충돌 발생 시 다른 단말보다 작은 번호의 CRS를 선택하게 한다. 즉, 단말에 저장되어 있는 충돌 경험 횟수로 CRP 구간을 나누어 그 안에서 CRS를 랜덤하게 선택하게 된다. 그러므로 충돌을 많이 경험한 단말 일수록 앞쪽 구간의 CRS를 선택하게 되고 전송을 성공할 확률이 높아진다.

그러므로 그림 4의 (ㄱ)을 식(2)로 변환하여 충돌 보상 방법을 적용하려 한다. 식 (2)의 CN(Collision Number)은 각 단말이 경험한 충돌 저장 횟수이다. 그림 5는 각 단말 마다 Station1은 6번, Station2는 2번, Station3은 1번 충돌을 경험했을 때 본 논문에서 제안한 충돌 보상 방법을 적용한 동작 그림이다. CRP가 최대 충돌 저장 횟수인 7개로 나뉘게 되고 많은 충돌 경험에 있는 Station1이 CRP의 앞 구간의 CRS를 선택하게 된다. 다른 단말보다 앞쪽 CRS를 부여받은 충돌 경험 단말은 다른 단말과 동시에 접속하여 충돌이 발생한 경우 다른 단말보다 먼저 jam 신호를 전송하게 되어 채널 우선 사용권을 가지게 된다.

이를 통해 성공적인 전송을 보장받을 확률이 높아져 단말 간 우선순위를 보장하고 전송 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 하드웨어 비용의 추가 없이 간단하게 충돌을 경험한 단말에게 혜택을 제공할 수 있다.

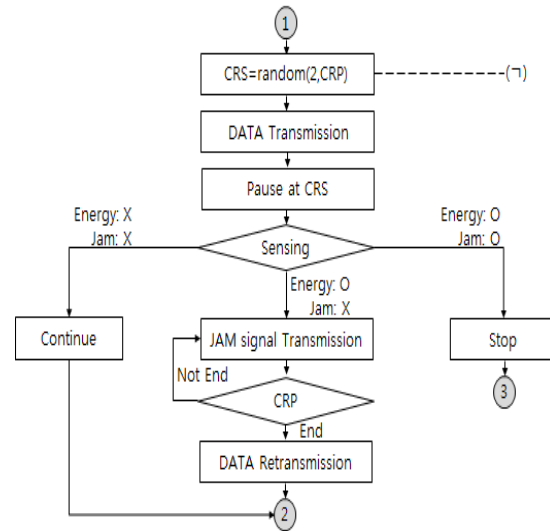


그림 4. 기존의 CSMA/CR의 기본 동작과정

$$CRS = random\left(\frac{CRP+6}{7} \times (7-CN), \frac{CRP+6}{7} \times (8-CN)\right) \quad (2)$$

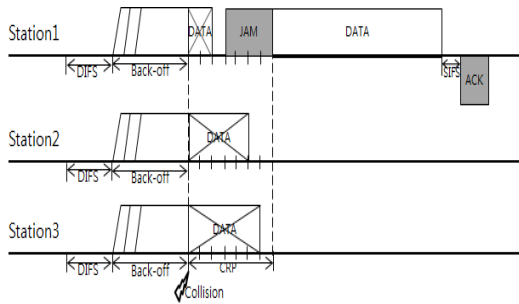


그림 5. 충돌 보상 방법을 적용한 동작 예

IV. 결 론

본 논문에서는 포화상태인 fully-connected single hop 네트워크 환경에서 CSMA/CR 프로토콜의 실용화 방안으로 충돌 보상 방법을 제안하였다. 제안 방안은 충돌을 많이 경험한 단말일수록 우선적인 전송을 보장하여 전송 효율을 높인다. 또한 추가적인 하드웨어 비용 없이 간단히 동작 가능하다.

향후 연구에서는 본 논문에서 제안한 방안을 실제 네트워크에서 적용될 수 있는 효용성에 대해 시뮬레이션을 통해 검증하고자 한다.

참고문헌

- [1] Hyun-Ho Choi, "Carrier Sensing Multiple Access with Collision Resolution(CSMA/CR) Protocol for Next-Generation Wireless LAN", Computer Communications, Vol.38A, No. 01, Jan. 2013.
- [2] P. Karn, "MACA - a new channel access method for packet radio", in Proc. ARRL/CRRL Amateur Radio Computer Netw. Conf., London, Sep. 1990.
- [3] R. Rom, "Collision Detection in Radio Channels", Local Area and Multiple Access Networks, Computer Science Press, 1986.
- [4] T. Nilsson, G. Wikstrand, and J. Erickson, "Early multicast collision detection in CSMA/CA networks", in proc. IEEE Conf. Mobile and Wirel. Commu. Netw. (MWCN 2002), pp. 294-298, Stockholm Sweden, Sep. 2002.
- [5] K. Voulgaris, A. Gkelias, I. Ashraf, M. Dohler, and A. H. Aghvami, "Throughput Analysis of Wireless CSMA/CD for a finite user population", in Proc. IEEE VTC 2006, pp. 1-5, Montreal, Canada, Sep. 2006.