

IEEE 802.11 무선랜의 DCF를 이용한 폴링관리기법 개선

박진석⁰ 김경준 황성호 한기준

경북대학교 컴퓨터공학과

{invert⁰, kjkim, sungho}@netopia.knu.ac.kr⁰, kjhan@bh.knu.ac.kr

Improvement of Polling Management scheme in IEEE 802.11 Wireless LAN

Jinsuk Pak⁰ Kyungjun Kim Sungho Hwang Kijun Han

Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

최근 무선랜의 발전으로 공공의 사용자 밀집 지역에서 무선랜의 이용이 가능해졌다. 이러한 사용자 밀집 지역에서는 액세스 과밀 현상이 발생하므로 기존의 무선랜 방식보다 차별화된 액세스 관리 방법이 요구된다. 본 논문에서는 무선랜의 표준인 IEEE 802.11 에서 제안된 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function) 두가지 전송 방식의 데이터 전송과 폴링 방법을 핫스팟 환경에 맞추어 효과적으로 개선하는 방법으로 노드에 의해서 폴링을 관리하는 스킴을 제안한다.

1. 서론

무선랜(Wireless LAN) 기술의 급속한 발달로 인하여 사무실이나 연구실 같은 좁은 공간의 한정적인 지역뿐만 아니라 공항, 기차역, 호텔, 컨벤션센터 등의 사용자 밀집지역(public hot spot)에서도 무선랜 서비스를 제공하는 것이 가능해졌다. 이러한 사용자 밀집지역에서는 다수의 이동 노드(Mobile Node)에 무선 인터넷을 서비스 함으로 인한 액세스 과밀 현상이 발생하고, 핫스팟(hot-Spot) 지역에 머무르는 이동 노드의 수가 증가함으로써 네트워크 혼잡 (Hot-Spot congestion)이 발생한다 [2]. 이를 효과적으로 개선하기 위해 좀더 효율적인 데이터 전송 방법이 요구된다.

무선랜의 표준인 IEEE 802.11은 CSMA/CA 매체 접근 방식을 기본으로 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)의 두가지 전송 방식으로 이루어진다. DCF 방식은 각 노드들의 경쟁을 통하여 데이터를 전송하는 방식으로 간단한 구조로 이루어져있다. 하지만, 전송 지연에 민감한 데이터를 전송할 때 경쟁을 통해서 전송을 해야 하므로 전송 지연을 해결 하는데 부적절하다. 그래서 전송 지연에 민감한 데이터는 경쟁을 하지 않는 PCF 방식을 통해서 전송하는 것이 효율적이다 [6]. 또한 DCF 방식을 사용할 경우, 핫스팟에 많은 수의 단말이 존재함으로써 네트워크 혼잡에 의한 충돌 가능성이 증가하게 된다.

PCF 방식은 경쟁을 하지 않고 AP가 폴링 리스트의

정보에 따라 각 단말에 폴(poll)을 부여하고 폴을 받은 단말만 데이터 전송을 할 수 있다 [3]-[5]. 일반적인 AP의 폴링 정책은 폴링 리스트에 등록된 단말들에게 전부 폴을 부여하므로 전송할 데이터가 없는 노드에게도 폴을 부여하는 무효 폴 문제가 발생한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 무선랜의 표준인 IEEE 802.11에 대해서 살펴보고, 3장에서는 핫스팟 지역에서 DCF와 PCF 전송 방식을 개선하기 위한 핫스팟 폴링 스킴을 제안하고, 마지막으로 결론과 향후 과제를 제시한다.

2. IEEE 802.11 MAC 계층

기본적인 IEEE 802.11 매체 접근 방식은 DCF와 PCF이며 CSMA/CA 프로토콜을 기본으로 한다 [1]. 그림 1은 IEEE 802.11 MAC 프로토콜의 기본적인 동작을 나타낸다.

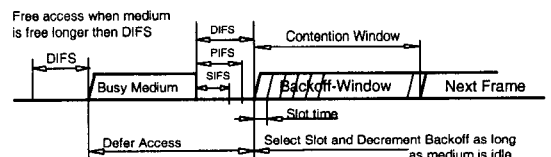


그림 1 Basic 802.11 MAC protocol operation

첫 번째, DCF 방식에서 노드는 반드시 패킷 전송을 준비하기전에 매체가 사용중인지 검사한다. 만약 매체가 DIFS(DCF Inter Frame Space)보다 긴 시간 간격 동안 유휴상태인 것이 확인되면 노드들은 패킷의 전송을 준비하면서 백오프(backoff) 연산을 통해서 경쟁을 시작한다. 노드는 0에서 CW(contention window) 사이의 값을 랜덤하게 가지고 백오프 구간을 계산하며, 백오프 구간은 백오프 타이머에 의해 설정된다. 백오프 타이머는 매체의 유휴 시간이 DIFS보다 길때마다 줄어들며, 매체가 사용중일 때는 멈추어 있다. 백오프 타이머가 종료되면 노드는 데이터 프레임 패킷을 전송하기 시작한다. 다른 노드들은 데이터가 전송중임을 감지하면 타이머의 감소를 중지시키고, 매체가 DIFS 기간동안 유휴 상태가 감지될때까지 대기하였다가 다시 타이머를 감소시키며 경쟁에 들어간다. 전송이 성공적으로 이루어지고 난 후 추가로 전송해야할 데이터가 버퍼에 남아 있으면 새로운 백오프 연산에 들어간다. 만약 2개 이상의 노드가 동시에 전송을 시작하게 되면 충돌이 발생하고, 충돌된 노드의 CW값을 미리 정해진 최고 CW 값에 도달할 때까지 지수적으로 증가시켜 충돌 확률을 감소시킨다.

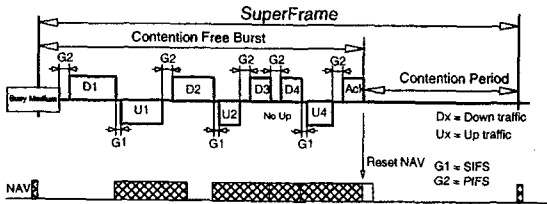


그림 2 IEEE 802.11 PCF 동작 방식

pollable bit를 1로 설정하여 전송하고 폴링을 할 것임을 노드에 알려준다. 서비스를 받는 도중에 각 노드의 폴링에 관한 정보가 변하면, 노드는 reassociation request 와 reassociation response frame을 이용하여 AP와 재 교섭을 하게 된다

3. 핫스팟 무선랜 폴링 정책

3.1 Piggyback-Polling Scheme

IEEE 802.11 표준에서는 노드가 AP의 서비스 영역안에 들어오게되면 MF를 이용하여 인증과정을 거치게 된다. PCF 방식의 폴링 리스트도 MF를 이용하여 정보의 업데이트가 이루어지고, 노드의 폴링에 관한 정보가 바뀔 때 마다 MF를 이용하여 폴링 리스트의 정보를 업데이트한다. 노드들의 이동이 빈번하고 트래픽의 가변이 심한 핫스팟 지역에서는 폴링 리스트 정보의 업데이트를 위한 MF 전송이 많아지고 이로 인한 오버헤드가 증가하게 된다. 또한 polling request의 한 비트의 정보를 위해 MF를 전송한다는 자체도 대역폭의 낭비가 된다. 하지만 polling request에 관한 정보를 데이터 프레임 내에 피기백 정보로 추가하여 전송함으로써 위와 같은 폴링 정보를 업데이트 하기 위한 MF의 전송에 의한 데이터 발생량을 감소시킬 수 있다. 피기백 정보는 1bit로 구성되며 노드가 전송 버퍼의 상태를 점검하여 한번에 전송 가능한 MPDU사이즈보다 클 경우에 폴링 요청을 위하여 피기백 정보의 poll request를 1로 설정하고 아닐경우 0으로 설정한다.

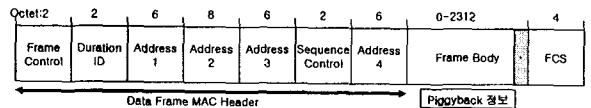


그림 3 IEEE 802.11 Data Frame

노드들은 새로운 AP의 서비스 영역으로 들어갈 때에 바로 폴을 요구하지 않는다. 여기서 Hand-off는 고려하지 않는다. 노드들은 전송해야할 데이터 생겼을 때 DCF 구간을 통해서 데이터 전송을 한다. 노드가 전송해야할 데이터가 한번에 전송이 가능한 데이터 사이즈 보다 크거나 버퍼에 일정량 이상의 데이터가 존재하는 경우에 전송하는 데이터 프레임에 poll request 값이 1로 설정된 피기백 정보를 추가해서 전송한다. AP는 전송되는 데이터의 피기백 정보를 체크하여 폴링 요청 정보가 실려 있을 경우 polling table에 해당 노드를 추가한다. AP는 폴링 요청정보를 가진 data frame을 수신하면 폴링 리스트에 등록을 하고, 등록을 요청한 노드로 응답 메시지를 보내지 않고 다음 슈퍼 프레임의 PCF구간부터 해당 노드에게 폴을 할당한다. 만약 등록을 요청한 노드가 폴링을 기대하는

두 번째, 폴링을 이용한 매체 접근 방식은 PCF 방식으로 DCF 프로토콜 위에 위치하지만 옵션의 형태로 존재하며 동작은 그림 2와 같다.

이 방식은 중앙 제어 방식으로 AP가 라운드 로빈 방식을 이용하여 폴링 리스트에 있는 정보대로 각 노드에 순차적으로 폴을 허용하고, 폴을 받은 노드는 바로 경쟁없이 매체에 접근할 수 있다. 이 방식은 폴을 받은 노드만 매체에 접근이 가능하므로 충돌이 발생하지 않는다. 하지만 폴링 리스트에 있는 모든 노드들에게 폴링을 시도함으로써, 그림 2의 D3처럼 전송할 데이터가 없는 노드에게도 폴을 허용하게 된다. 각 노드가 AP로부터 폴을 획득하기 위해서는 AP와 MF(management frame)를 이용하여 사전 교섭을 통해서 AP의 폴링 리스트에 노드의 정보가 등록이 되어 있어야 한다. 사전 교섭 과정은 폴을 받기를 원하는 노드가 association request frame의 CF-polled request bit를 1로 설정하여 전송하고, 폴링 리스트에 등록을 요청한다. AP는 요청한 노드를 폴링 리스트에 등록을 하고, association response frame의 CF-

PCF 구간동안 자기에 폴이 주어지지 않으면 다시 경쟁에 참여한다. PCF 구간에서 폴을 얻어서 데이터 전송을 할 때 전송 버퍼의 상태를 파악해서 더 이상 보내야 할 데이터가 버퍼에 없으면 poll request bit를 0으로 설정하고 전송해야 할 데이터가 더 존재 한다면 poll request 값을 1로 설정하여 피기백 정보에 계속 실어서 전송한다. 그림 4는 이와 같은 절차를 나타내는 동작 과정이다.

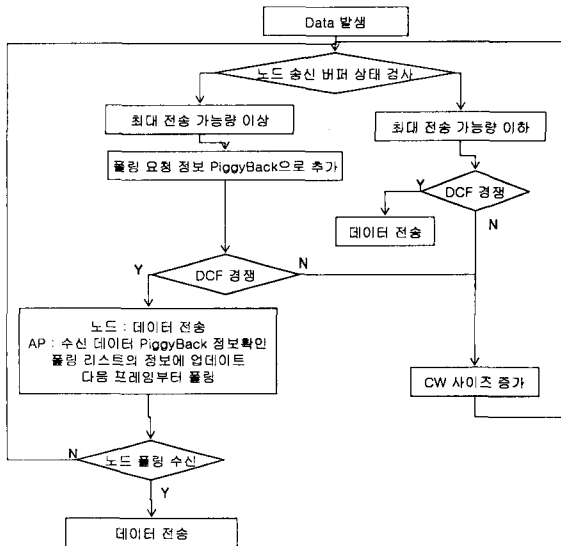


그림 4 폴링 정보 업데이트 방법

이 스킴은 AP는 보낼 데이터가 없는 노드에게 무효 폴을 허용하는 것을 방지 할 수 있으며, 노드가 폴링에 관한 정보를 교환하기 위한 MF의 전송을 줄일 수 있다. 또한 노드의 상태에 따라 노드가 폴에 관한 요청과 해지를 요구함으로써, 노드에서 발생하는 데이터가 많거나 액세스가 과밀하게 발생하는 경우에 효과적인 데이터 전송이 가능하다.

3.2 임시 폴을 이용한 확장 폴링 스킴

우리가 사용하는 일반적인 인터넷 환경에서는 송신 데이터보다 수신 데이터의 양이 많다. 인터넷 상의 홈페이지를 검색할 때 홈페이지 데이터를 요청하는 쿼리 데이터를 송신하면 그 쿼리 데이터에 맞는 이미지, 문서 자료들이 수신된다. 여기에서 2가지의 문제가 존재한다.

첫 번째, AP가 폴링 리스트에 존재하지않는 노드로 전송하는 데이터가 많아짐으로 인해서 경쟁 구간의 혼잡이 발생한다. 이는 AP가 전송하는 데이터를 모두 PCF구간을 통해서 전송함으로써 경쟁구간의 네트워크 혼잡 문제를 개선할 수 있다. AP는 먼저 폴링 리스트에 존재하는 노드들에 대한 폴을 포함한 데이터 전송을

시작하고 전송이 다 이루어지면, 폴링 리스트에 포함하지 않은 노드들에 해당하는 데이터를 전송 한다.

두 번째, 노드에서는 계속적으로 전송할 데이터가 발생하지만, 데이터 크기가 작아서 폴링 요청을 하지 않고 지속적으로 경쟁함으로 인한 액세스가 증가한다. 이는 AP가 폴링 리스트에 포함하지 않은 노드들의 데이터를 전송 할때 전송하는 데이터에 임시적인 폴 정보를 추가하여 전송함으로서 개선이 가능하다. 이때 전송하는 폴은 일회성으로서 노드에 의해서 폴링 요청이 이루어지지 않으면 폴링 리스트에 추가되지 않는다. 임시 폴을 받은 노드는 전송해야 할 데이터가 있다면 바로 매체에 접근하여 데이터를 전송한다.

4. 결론 및 향후과제

지금까지 사용자 밀집 지역인 핫스팟 지역에서 효과적인 무선랜을 제공하기 위한 IEEE 802.11의 적용 방법으로 DCF 방식에서 피기백정보를 이용한 폴링 관리 방법과 임시 폴을 이용하는 방법을 제안하였다. 이 제안 방식을 이용한 개선점은 다음과 같다.

첫째, 폴링을 위한 MF 전송을 감소시켜 노드의 매체 액세스를 줄인다. 둘째, 핫스팟에서의 네트워크 혼잡시 각 노드의 액세스 성공률과 처리율을 높인다.

향후 여기에서는 고려하지 않은 실시간 데이터 전송을 고려한 연구를 추가하여야 하며, 피기백 정보를 효과적으로 이용하기 위한 전송 패킷의 구조와 임시 폴을 허용하기 위한 AP의 구조를 구체화시켜 시뮬레이션을 통한 성능 평가와 검증 과제가 남아 있다.

5. 참고 자료

- [1] IEEE std 802.11 : " Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications" 1999
- [2] Balachandran, Bahl, and Voelker. 6th WMCSA "Hot-Spot Congestion Relief in Public-Area Wireless Networks" 2002.
- [3] Oran Sharon and Eitan Altman. IEEE/ACM Transaction on networking, Vol.9, No.4, " An Efficient Polling MAC for Wireless LANs" , August 2001
- [4] Marco Conti, Enrico Gregori, and Luciano Lenzini. LEEB COMMUNICATIONS Vol.9, No.2 " DCP: A Distributed-Control Polling MAC protocol: Specifications and Comparison with DQDB" February 1991
- [5] T.Suzuki and S.Tasaka, IEICE Trans. Commun., vol E83-B, No.9" Performance evaluation of video transmission with the PCF of the IEEE 802.11 standard MAC protocol" Sep. 2000
- [6] D.J.Deng and R.S Chang, IEICE Trans. Commun., vol E82-B, No.1 " A priority scheme for IEEE 802.11 DCF access method," Jan. 1999