

FPA: MAC 성능 향상을 위한 Frame power 조절 기법

류지호, 권태경, 최양희
서울대학교

jhryu@mmlab.snu.ac.kr, tkkwon@snu.ac.kr, yhchoi@snu.ac.kr

FPA: Frame Power Adjustment for MAC performance enhancement

Jiho Ryu, Ted "Taekyoung" Kwon, Yanghee Choi
Seoul National University

요 약

본 논문에서는 multi hop 무선 네트워크의 가장 큰 문제라 할 수 있는 hidden node problem 과 exposed node problem 을 해결하고자 한다. MAC frame 에 새로운 정보를 추가하였고 power 조절 기법을 통해서 채널 접근 판단을 내릴 때 각 node 들이 보다 현명한 판단을 하게하였다. 결과적으로 해당 기법을 통해 hidden/exposed node problem 을 완화 시킴으로써 MAC 성능을 향상 시키는 방법을 제안하였다.

I. 서론

네트워크를 통한 인터넷 사용은 어디를 가든 쉽게 접할 수 있는 상황이며 기술이 발전 할수록 더욱 다양한 접속 기술을 통해서 이루어 질 것으로 예상된다. 무선 네트워크의 이용이 날로 증가 함에 따라서 Multi-hop 무선 네트워크에 관한 연구 역시 중요한 이슈로 떠오르고 있다. Multi-hop 무선 네트워크는 인프라와 직접 연결된 AP 를 곳곳에 설치하는 것 보다 훨씬 적은 노력과 비용으로 더 많은 사용자 들이 이전보다 더욱 적은 시간 및 공간적 제약 아래에서 인터넷을 이용할 수 있도록 해준다.

무선이라는 자원은 인프라 설치비용 절약 및 확장성이 탁월하다는 측면에서 높은 점수를 얻을 수 있으나, 무선이라는 자원이 쉽게 공유 될 수 밖에 없는 측면에서 큰 약점을 지닌다. 이런 Multi-hop 무선 네트워크에서는 hidden node problem 과 exposed node problem 이 오래된 문제 이면서 아직까지도 중요한 문제로 대두되고 있는 상황이다. 많은 연구자들이 overhead 를 최소화 하면서도 효과적으로 위 문제들을 해결 하고자 노력하고 있으며 본 논문에서도 이 문제들을 해결하고자 하는 기법을 제시하고자 한다.

논문에서 제안하는 기법에서는 MAC frame 을 전송 할 때, frame 의 PLCP header 부분과 DATA 부분의 신호 세기를 달리하였다. PLCP header 부분을 더 높은 신호 세기를 이용하여 전송하였는데, 신호세기를 달리 한 이유는 보다 강한 신호를 통한 전송을 통해 보다 멀리 있는 node 에게 까지 현재 전송이 이루어 지고 있음을 알리고, 이를 인지한 다른 node 들이 좀 더 현명한 채널 접근 판단을 내리게끔 하기 위해서 이다. 또한 보다 강한 신호를 통해 전송하는 PLCP header 부분에 정보를 추가하여 전달 함으로써 채널 접근 판단 시 사용하도록 하였다. NS2 를 이용한 시뮬레이션 결과는 제안 기법이 hidden/exposed node problem 이 많이 발생하는 환경에서 효과적임을 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 제안 기법을

소개하고 3 장에서 본 논문을 마무리 짓는다.

II. 본론

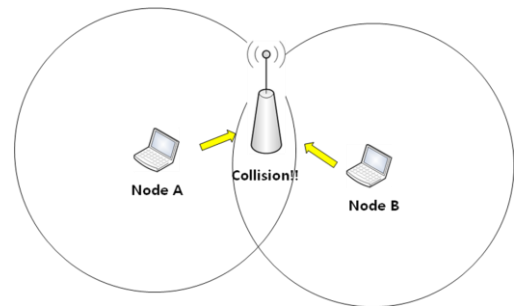


그림 1 Hidden node problem.

Hidden node problem 과 exposed node problem 은 모두 주변 네트워크 환경에 대한 정보가 완전하지 않기 때문에 발생하는 문제이다. Hidden node problem 의 경우 그림 1.과 같이 이미 전송 중인 다른 node A 가 있음에도 불구하고 하고 그 사실을 인지하지 못하고 node B 가 전송을 시도함으로써 발생하게 된다.

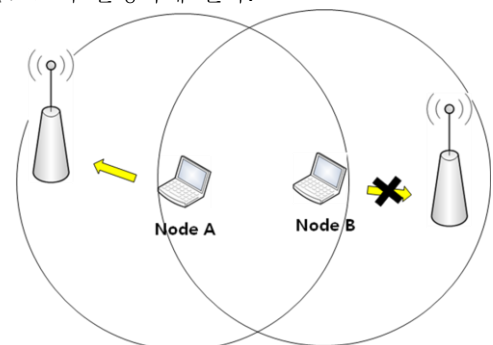


그림 2 Exposed node problem.

이와 반대로 exposed node problem 의 경우 그림 2.와 같이 이미 전송 중인 다른 node A 가 있다는 사실을 인지하여 node B 는 전송 시도를 하지 않았다. 그러나 이 경우에는 node B 가 전송을 하여도 node A 의 전송을

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 산업원천기술개발사업[2007-F-038-03, 미래 인터넷 핵심기술 연구]의 지원 및 기초기술연구회의 지원으로 수행되었음. 이 연구를 위해 연구장비를 지원하고 공간을 제공한 서울대학교 컴퓨터연구소에 감사 드립니다.

방해하지 않는 경우다. 각 node 의 전송 목적지가 서로 멀리 떨어져 있는 경우이기 때문이다. 따라서 채널 접근을 시도하는 각 node 들이 더 많은 정보를 가질 수 있다면 hidden node problem 및 exposed node problem 을 완화시킬 수 있을 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 Frame power 조절 기법을 제안한다.

A. Frame power 조절 기법

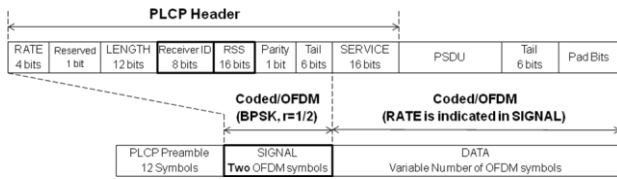


그림 3 New MAC frame format.

Frame power 조절 기법에서는 MAC frame 을 전송할 때, PLCP header 부분과 이어지는 body 부분의 신호 세기를 달리 한다. PLCP header 부분을 body 부분의 세기보다 더 강하게 하여 보내는데, PLCP header 부분에 그림 3 과 같이 symbol 을 추가하여 강한 신호의 PLCP header 를 받게 되는 node 들에게 약간의 채널 사용 정보를 전달한다. 이 때 전달 되는 정보는 해당 frame 의 receiver 정보와(Receiver ID), 해당 frame 이 receiver 에게 받아 질 때의 예상되는 시그널 세기(RSS)이다. 이 때 PLCP header 에 symbol 이 추가 되므로 PLCP header 전송 시간이 길어지는 단점이 있다. 추가 정보를 담은 PLCP header 를 더 강한 세기로 보내는 이유는 본래의 전송 범위보다 더 멀리까지, 즉 hidden node 가 존재 할 수 있는 곳까지 신호가 전달될 수 있도록 하기 위함이다. 여기에 추가 정보를 통해서 채널 접근 결정을 보다 합리적으로 하게 함으로써 hidden/exposed node problem 을 완화 한다. 해당하는 PLCP header 를 감지한 node 들은 header 에 담긴 채널 사용 정보를 추가적으로 이용하여 채널 접근을 결정할 때 사용한다.

일반적으로 multi-hop wireless networks 에서 각 node 들은, 주기적으로 hello 메시지를 주고 받음으로써 link 의 connectivity 를 점검한다. 이때 High power/normal power 기법을 사용하면 2 hop 떨어진 node 로 까지 high power 나 normal power 를 써서 frame 을 전송 할 때 감쇄 정도가 어떻게 될 것인지를 추정 할 수 있다[2]. High power 로 전송된 frame 을 인지한 receiver 외의 node 는 자신이 보낼 frame 이 있는 경우에 다음과 같이 동작한다.

1. 자신의 Frame 을 받을 node 에게 CS threshold 이상의 신호 세기로 전달 될 수 있도록 하는 시그널 세기 P_s 결정.
2. P_s 로 신호를 전달 할 경우 현재 high power 로 전달된 frame 에 담겨 있는 Receiver 에게 도달 될 시그널 세기 P_r 추정.
3. 추정한 P_r 과 high power 로 전달된 frame 에 적힌 RSS 를 통해 $SINR [RSS/(R_r + noise)]$ 을 구하여 이 값이 현재 전송 중에 있는 frame 을 본래의 receiver 가 잘 받을 수 있는지 계산.
4. SINR 이 충분히 크면 high power frame 을 받은 node 는 channel 을 idle 로 판단하고 frame 을 전송 할 때에는 1. 에서 계산한 신호 세기 P_s 를 이용.
5. SINR 이 충분히 크지 않으면 PLCP Header 의 RATE 와 LENGTH 를 통해 channel busy 시간을 계산하여 해당 시간 동안 nav 설정.

즉, high power PLCP header 를 인지 한 node 는 자신의 전송 power 를 현재 전송이 방해 받지 않도록 줄이거나 전송 시도를 하지 않음으로써 hidden/exposed

problem 을 해결 하는 것이다. Hidden node problem 상황을 그림 4 를 통해 살펴 보자.

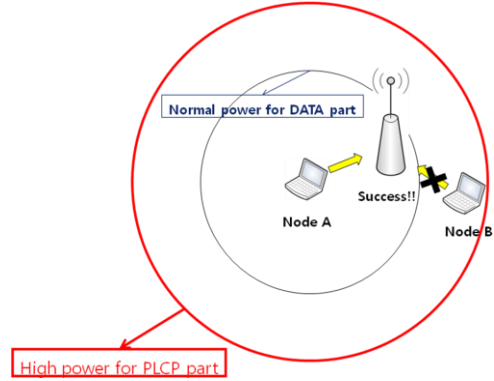


그림 4 Hidden node problem 의 해결.

Node A 는 채널이 idle 함을 감지하여 추가 정보를 담은 PLCP header 를 high power 로 DATA 부분은 normal power 보내게 된다. 이때 high power 로 전송된 PLCP header 를 인지한 node B 는 본래는 인지 하지 못했던 전송이 있음을 알아차리고, 자신의 전송이 이것을 방해 할 수 있음을 알게 된다. 따라서 전송을 시도 하지 않게 되어 node A 의 전송은 성공적으로 끝날 수 있다.

B. 제안 기법의 한계 및 개선안

일반적으로 사용되고 있는 무선랜 기술인 802.11 에서는 MAC frame 이 잘 전달 되었다는 사실을 수신 측에서 알리기 위해서 ACK frame 이 존재한다. 따라서 그림 2 의 상황은 802.11 의 경우 exposed node problem 이 아니다. 따라서 본 논문에서는 MAC ACK 전송이 없는 경우를 가정하고 있으며, 보다 안정적인 MAC frame 전송 및 매 frame 마다의 ACK 전송에 의한 overhead 를 줄이기 위해서 FEC 기법이나 Block ACK 기법을 고려하고 있다.

그림 3 에서 제안하고 있는 MAC frame format 을 보면 Receiver ID 로 16bits 만을 사용하고 있다. 실제 MAC address 는 48 bits 이기 때문에 16bits 로는 표현이 불가능 하다. 논문에서는 PLCP header 에 overhead 를 최소화 하기 위해서 1 symbol 만 추가 하는 방안을 모색하였으며 이를 위해선 hash function 등을 사용한 Receiver address 길이 변환이 필요하다.

III. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서 제안한 기법을 통하면 효과적으로 hidden/exposed node problem 을 해결 할 수 있을 것으로 기대하며 NS2 를 통해 간단한 topology 에서 검증을 마친 단계이다. 향후 multi hop 무선 네트워크 환경에서의 모의 실험 및 USRP[3]를 이용한 실제 테스트 베드 구현을 계획하고 있다.

Reference

- [1] IEEE Standard 802.11a-1999: Wireless LAN MAC and PHY specifications- High-speed physical layer in the 5GHz band
- [2] Lee, S.-J. Lee, W. Kim, D. Jo, T. Kwon, and Y. Choi, "RSS-based carrier sensing and interference estimation in 802.11 wireless networks," in Proceedings of the IEEE SECON '07, pp. 491-500, San Diego, Calif, USA, June 2007.
- [3] nc. Universal software radio peripheral. <http://ettus.com>.