

공용 주파수 대역에서 IEEE 802.11과의 공존을 위한 IEEE 802.16 MAC 프로토콜

이승환, 이승형
 광운대학교 전자공학과
 e-mail:{shmj, rhee}@kw.ac.kr

IEEE 802.16 MAC protocol for coexistence with IEEE 802.11 in shared Frequency band

Seung-Hwan Lee, Seunghyong Rhee
 Dept of Wireless Communications Engineering, Kwangwoon University

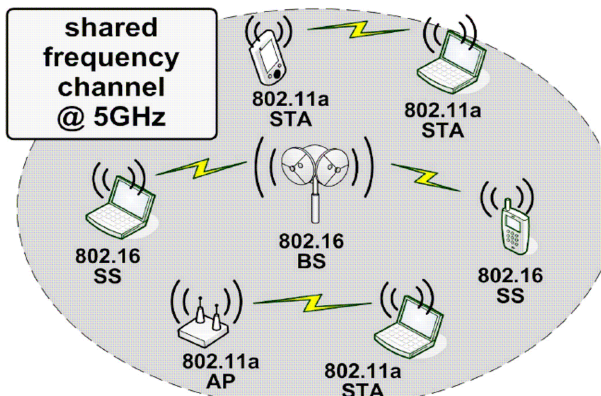
요 약

본 논문에서는 공용 주파수 대역에서 IEEE 802.11 WLAN과 IEEE 802.16 WMAN과의 효율적인 공존을 위한 MAC 프로토콜을 제안한다. 제안한 프로토콜은 IEEE 802.11 WLAN과 IEEE 802.16 WMAN이 주파수를 공유하며 지리적으로 공존하는 환경을 가정하였다. IEEE 802.16 WMAN의 BS(Base station)와 SS(Subscriber station)의 통신에서 DL(Down Link)구간에서는 SS가 자신의 DL-burst에서 IEEE 802.11의 CTS를 보내 주변의 IEEE 802.11 디바이스들의 통신을 지연시킴으로써 IEEE 802.11 WLAN 및 IEEE 802.16 WMAN이 공존하면서도 충돌을 방지해 전송 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 MAC 프로토콜의 동작에 대해 설명하고 시뮬레이션을 통해 기존 방법보다 향상된 성능을 유지함을 보인다.

1. 서론

현재 무선 환경통신에서 주파수 자원에 대한 수요가 확산됨에 따라 주파수를 효율적으로 사용하기 위한 새로운 접근 방법이 개발되고 있다. 주파수 자원은 무형의 자원으로서 무선 통신이 발전함에 따라 주파수 자원의 가치는 더욱 커지고 있으며, 새로운 자원으로 인식되고 있다. IEEE 802.16m task group에서는 Broadband Wireless Access 표준의 Advanced Air Interface 기술을 개발 중에 있는데 IEEE 802.16m 네트워크는 다른 무선네트워크들과 같거나 근접한 주파수를 사용할 것으로 예상되며 지리적으로도 같은 공간 내에 다른 무선네트워크와 설치 운용될 것으로 예상된다.

IEEE 802.16 네트워크는 무선 자원을 효율적으로 활용하기 위하여 경쟁기반의 채널 접근 방법을 사용하는 것과는 다르게 시간분할 및 주파수 분할 다중 접속 방법(TDD: Time Division Multiplexing, FDM: Frequency Division Multiplexing)을 사용한다. 이러한 다중 접속 방법을 사용하기 위해 기지국과 사용자 단말 간의 채널은 시간 및 주파수대역에서 슬롯으로 분할된다. 분할된 슬롯은 데이터를 전송하려는 단말에게 독점적으로 할당이 되어 충돌을 방지한다. 반면 IEEE 802.11은 데이터의 송수신을 위한 방법으로 CSMA/CA, 지수적 Backoff, RTS/CTS, 재전송 기법 등을 사용한다. 본 논문에서는 IEEE 802.16의 시간 분할 다중 접속 방법을 이용하여 경쟁기반의 IEEE 802.11과의 공존에 대해 기술한다.

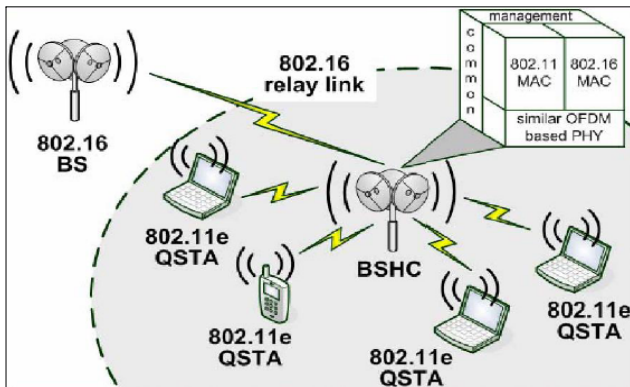


(그림 1) IEEE 802.16과 802.11의 공존 시나리오

2. IEEE 802.16 및 802.11의 공존에 관한 연구

IEEE 802.16과 IEEE 802.11의 공존을 위한 기존의 관련 연구로는 IEEE 802.16 과 IEEE 802.11e의 공존에 관한 연구가 있다[1]. IEEE 802.16과 802.11(e)의 차이점은 IEEE 802.16은 프레임 기반의 centrally coordinated MAC 프로토콜인 반면에 IEEE 802.11(e)은 경쟁기반 방식과 contention free 방식인 centrally control access 도 가능하다. IEEE 802.16과 802.11(e)을 모두 다 지원하는 BSHC(Base Station Hybrid Coordinator)를 이용하여 상호 연동하는 방법을 제안하였다. 그림 2에서 Central coordinating 디바이스인 BSHC는 IEEE 802.16의 BS와

IEEE 802.11(e)의 HC(Hybrid Coordinator)의 결합이라고 할 수 있다.

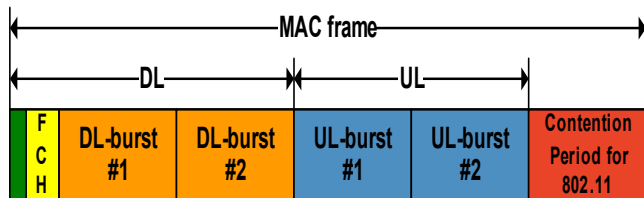


(그림 2) IEEE 802.16 릴레이 링크의 인터워킹 시나리오

그림 2처럼 하나의 BSHC가 BS와 연결되어 있고, IEEE 802.11(e) station들을 컨트롤한다. BSHC는 IEEE 802.16 과 802.11(e) 모드로 동작이 가능하며, IEEE 802.16 의 SS는 BSHC를 BS로 인식하고 802.11(e) QSTA(QoS supporting 802.11(e) station)는 HC로 인식한다. IEEE 802.16과 802.11(e) 네트워크를 관리하기 위해 BSHC는 하나의 주파수에서 동작하고 IEEE 802.11(e) QSTA와 802.16 SS에 대한 control 기능을 갖는다.

3. 제안하는 MAC 프로토콜

제안하는 IEEE 802.16의 MAC 구조는 그림 3과 같이 기존 802.16 MAC 프로토콜에는 없던 IEEE 802.11 WLAN을 고려한 contention 구간을 설정하였다.



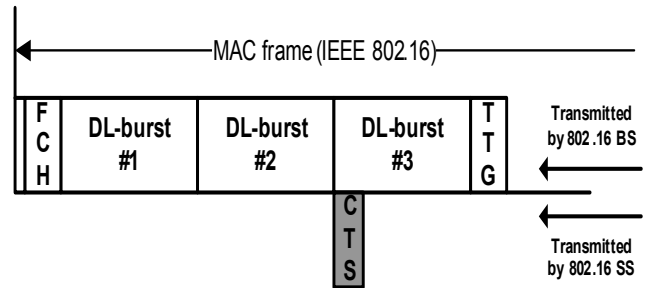
(그림 3) 제안한 MAC 프로토콜의 구조

제안하는 MAC 프로토콜은 IEEE 802.16과 802.11 모듈이 공존하는 것을 전제로 제안하였다. 따라서 그림 3과 같은 기본적인 구조에서 WLAN을 위한 구간 외에 DL subframe 과 UL subframe에서의 동작을 기술한다.

기본적으로 BS와 SS는 자신의 주변에 IEEE 802.11 WLAN station들이 존재하는 지를 IEEE 802.11 모듈을 사용하여 알고 있다. 따라서 BS와 SS가 통신을 할 때는 주변 IEEE 802.11 station들의 통신을 막고 IEEE 802.16 MAC 프레임이 방해 받지 않을 수 있다. IEEE 802.16 및 802.11 상호간의 간섭은 송신측의 signal을 수신하는 상태에서 다른 서비스의 signal이 수신될 때이다.

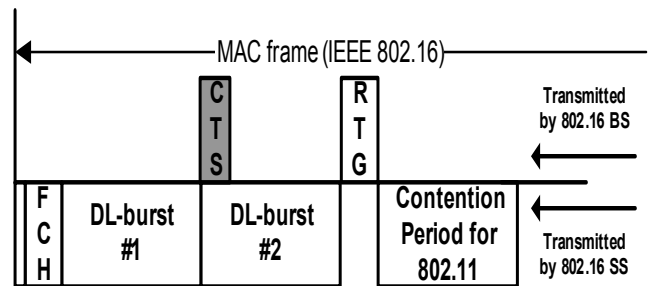
DL subframe에서의 동작을 살펴보면 DL subframe에서는 BS가 신호를 보내고 SS가 신호를 수신하므로 신호

를 보내는 BS쪽에서는 collision이나 interference를 고려하지 않아도 상관없다. 그러나 신호를 수신하는 SS에서는 주변에 IEEE 802.11 station들이 인접거리에 존재한다면 802.11 station들의 통신이 collision이나 interference를 야기할 수 있기 때문에 802.11 station들의 통신을 지연시켜야 하는 상황이 생긴다. 이럴 경우 SS가 802.11 모듈을 사용하여 CTS를 IEEE 802.11 station들에게 802.11의 range로 전송하면 1hop 거리의 802.11 station들은 CTS를 수신하고 NAV값을 설정하여 통신을 멈추게 된다.



(그림 4) DL subframe 동작

그림 4는 DL인 경우를 나타내는 그림으로 DL-burst #3을 수신하는 SS-3가 있을 때 SS-3이 자신의 주변에 IEEE 802.11 station들이 있는 것을 인지하고 CTS를 사용하여 NAV 설정으로 802.11 station들의 트래픽이 발생하지 않게되어 IEEE 802.16의 DL-burst 구간이 보장받게 된다.



(그림 5) UL subframe 동작

그림 5는 DL 동작과 반대인 UL 구간에서의 동작을 나타내는 그림이다. 이 경우에는 BS에서 CTS를 보내고 BS 주변의 IEEE 802.11 station들이 통신을 시도하지 않게 되므로 IEEE 802.16의 burst 구간이 보장되어서 통신을 하게 된다.

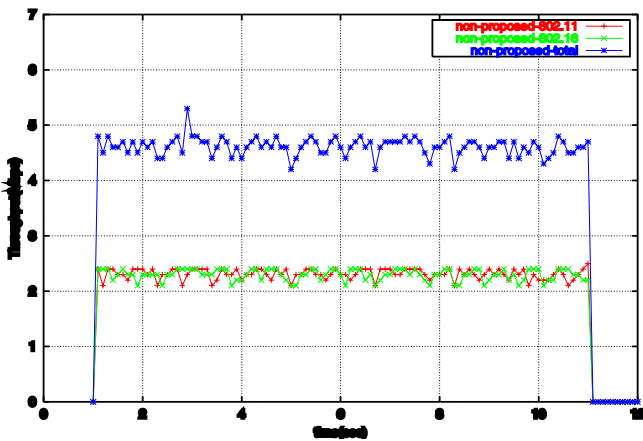
4. 시뮬레이션

시뮬레이션에서 사용된 시뮬레이터는 NS-2 시뮬레이션 프로그램이다. NS-2를 토대로 하여 IEEE 802.11 WLAN과 IEEE 802.16 WMAN의 공존을 위한 MAC 프로토콜에 적용될 수 있도록 코드를 수정하였다. 시뮬레이션 환경은 표1과 같다.

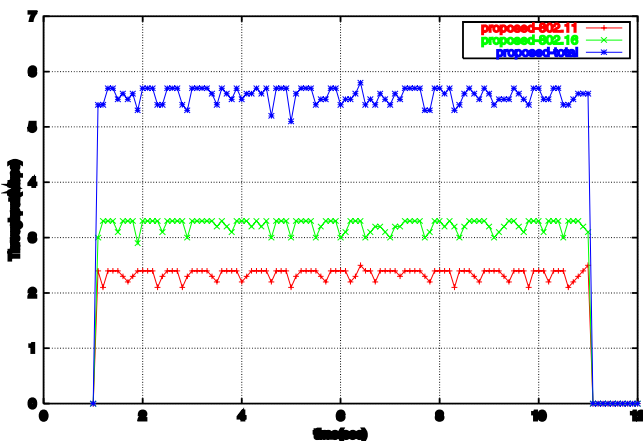
<표 1> 시뮬레이션 환경

노드 개수	802.16 BS:1, SS:1 802.11 AP:1, MS:1
트래픽 개수	2
트래픽 종류	CBR
CBR 패킷 크기	1000 bytes
채널 대역폭	20MHz
시뮬레이션 시간	10초

시뮬레이션은 다음의 가정 하에 수행하였다. IEEE 802.16과 IEEE 802.11이 공존하는 가운데 802.16의 BS와 SS가 존재하고 SS 노드 주변에 802.11 하나의 AP와 하나의 MS가 존재한다. 이때 기존의 802.16 MAC과 제안한 MAC과의 throughput을 비교한다.



(그림 6) 기존 MAC의 throughput



(그림 7) 제안한 MAC의 throughput

그림 6과 7은 기존의 MAC과 제안한 MAC 프로토콜의 collision이 0.5ms 구간동안 발생했을 경우의 total throughput 및 IEEE 802.11과 IEEE 802.16의 각각의 throughput을 나타낸다. IEEE 802.11의 throughput은 제안한 MAC의 802.11의 전송량과 비슷하다. 이는 802.16과 802.11의 공존할 때 CSMA/CA 방식으로 접근하는

WLAN의 경우 매체 접근이 성공하더라도 802.16의 전송에 collision을 야기하며 802.11의 전송 역시 랜덤 backoff의 동작으로 contention period 내에서만 throughput이 나오며 그 외 구간에서는 throughput이 거의 발생하지 않았다.

5. 결론

본 논문에서는 공용 주파수 대역에서 IEEE 802.16과 IEEE 802.11의 공존을 위한 MAC 프로토콜을 제안하였다. 두 시스템이 주파수를 공유하여 공존하는 환경에서 IEEE 802.16의 BS와 SS에 802.16과 802.11의 모듈이 같이 존재하고 802.16의 MAC에서 CTS를 사용하여 주변의 802.11 노드들의 통신을 지연시킴으로서 두 시스템이 공존하면서도 throughput의 감소가 없는 방법을 제시하였다. 앞으로 다른 무선 네트워크들 간의 공존은 중요한 문제로 대두될 것이며 공존에 관한 많은 연구가 있을 것이다. 본 논문에서는 간단한 경우의 시뮬레이션을 수행했지만 앞으로는 다양한 시뮬레이션을 통해 무선 자원을 공유 또는 배타적으로 사용하는 환경에서 그에 따른 throughput 향상을 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Berlemann, L.; Hoymann, C.; Hiertz, G.R.; Mangold, S.; "Coexistence and Interworking of IEEE 802.16 and IEEE 802.11(e)" Vehicular Technology Conference, 2006. VTC 2006-Spring. IEEE 63rd Volume 1, 2006 Page(s):27 - 31
- [2] Berlemann, L.; Hoymann, C.; Hiertz, G.; Walke, B.; "Unlicensed Operation of IEEE 802.16: Coexistence with 802.11(A) in Shared Frequency Bands" Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2006 IEEE 17th International Symposium on Sept. 2006 Page(s):1 - 5
- [3] IEEE Std 802.16-2004, "Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", 1 October 2004
- [4] IEEE Std 802.16e-2005, "Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems", 28 February 2006
- [5] NS-2 Network Simulator, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>