

# 주파수 도메인에서 채널 획득 경쟁 기법 기반 MAC 프로토콜 MAC Protocol Based on Frequency Domain Contention

이동구 김재현  
Dong-Gu Lee Jae-Hyun Kim  
아주대학교 전자공학과  
{ldg1119, jkim}@ajou.ac.kr

### ABSTRACT

IEEE 802.11에서는 데이터를 보내고자 하는 사용자가 무조건 임의의 back-off 시간을 기다려한다. 이러한 시간을 줄이기 위해서 본 논문에서는 주파수 도메인에서 orthogonal frequency-division multiplexing(OFDM) subcarrier를 사용하는 채널 획득 경쟁 기법을 제안한다. 또한, 각 subcarrier에서 사용자의 충돌을 감지하기 위하여, 사용자가 임의의 심볼을 선택하는 기법을 제안한다. 기존의 제안된 Time-to-Frequency (T2F) 방식과 성능을 비교하였으며, 사용자의 수와 심볼당 비트의 수에 따라 성능 차이를 비교하였다. 성능 분석 결과 심볼당 비트의 수가 증가할수록 성능이 증가하는 것을 확인하였고, T2F 방식에 비해 좋은 성능을 가지는 것을 확인하였다.

Key Words : OFDM subcarrier, MAC protocol, Frequency domain contention

### 1. 서론

최근, IEEE 802.11 무선랜 기술이 널리 퍼지고 있다. 많은 양의 데이터 전송 요구량을 충족시키기 위하여 다양한 물리계층의 기술이 제안되었다 (OFDM, MIMO). 하지만 MAC계층에서는 현재 random back-off 알고리즘을 사용하는 시간 도메인에서의 채널 획득 경쟁을 여전히 사용하고 있다. Random back-off 알고리즘에서는 데이터를 보내고자 하는 사용자가 무조건 임의의 시간을 기다려야한다. 이는 시스템 전체의 오버헤드로 작용한다.

이러한 오버헤드를 줄이기 위하여 [2]의 저자는 time-to-frequency(T2F) MAC 프로토콜을 제안하였다. T2F MAC 프로토콜에서는 데이터를 보내고자 하는 사용자가 임의의 OFDM subcarrier를 선택하는 방식으로 주파수 도메인에서의 채널 획득 경쟁 기법을 제안한다. 주파수 도메인에서의 채널 획득 경쟁 기법을 바탕으로 random back-off 시간, request-to-send (RTS) 시간, clear-to-send (CTS) 시간을 2개의 symbol 시간으로 바꿔 오버헤드를 줄일 수 있다. 하지만 T2F MAC 프로토콜에서는 한 번의 채널 획득 경쟁으로 데이터를 보낼 수 있는 사용자의 수가 적어 처리율이 크게 증가하지 않았다.

본 논문에서는 주파수 도메인에서의 채널 획득 경쟁 기법을 제안한다. 또한 각 subcarrier의 충돌 여부를 판단하기 위하여  $M$ -bits 심볼을 전송하는 기법을 제안한다.

### 2. 제안하는 MAC 프로토콜

#### 2.1 시스템 모델

제안하는 MAC 프로토콜의 시스템 모델은 그림 1과 같다. 시스템은 1개의 AP와  $N$ 명의 사용자로 이루어져

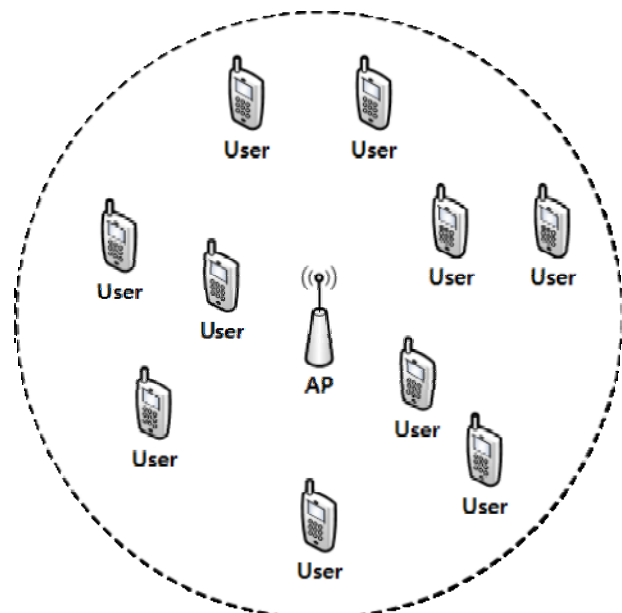


그림 1. 시스템 모델

있다. 각 사용자는 AP와 데이터를 주고받는다 가정한다. 또한 OFDM subcarrier의 개수는  $S$ 개이다.

#### 2.2 채널 획득 경쟁 기법

제안하는 채널 획득 경쟁 기법은 총 2단계로 이루어져있다.

먼저 첫 번째 단계에서는 데이터를 보내고자 하는 모든 사용자가 임의의 subcarrier 하나를 선택한다. 이때, AP의 경우에는 무조건 가장 낮은 subcarrier를 선택하고, 사용자는 가장 낮은 subcarrier를 제외한 나머지 subcarrier 중 하나의 subcarrier를 선택한다. 그 다음 각각 선택한 subcarrier로 임의의  $M$ -bits 심볼을 전송한다. 각 사용자들이 심볼을 전송하게 되면 AP는 각 subcarrier의 충돌 여부를 판단하게 된다. 이때 같

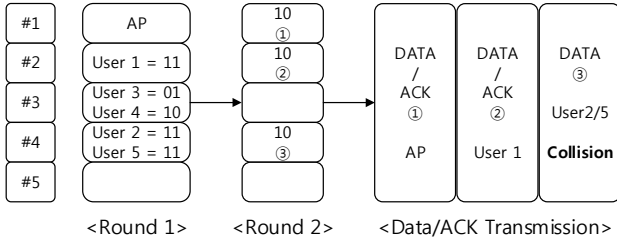


그림 2. 제안하는 MAC 프로토콜의 예시

은 subcarrier를 선택한 사용자가 다른  $M$ -bits 심볼을 선택하게 되면 AP는 subcarrier의 충돌을 감지할 수 있다. 하지만 같은 subcarrier를 선택한 사용자가 같은  $M$ -bits 심볼을 선택하게 되면 AP는 충돌을 감지하지 못하고 subcarrier를 한명의 사용자만 선택한 것으로 인지한다.

두 번째 단계에서는 첫 번째 단계에서 AP가 각 subcarrier의 충돌 판단을 바탕으로 각 subcarrier의 충돌 여부를 전송하게 된다. 두 개의 단계 이후에 각 사용자들은 자신이 선택한 subcarrier에서 충돌이 발생했는지 알 수 있게 되고, 충돌이 발생하지 않은 subcarrier를 선택한 사용자는 Data/ACK 전송 단계에서 각각 데이터를 전송하게 된다.

그림 2는 제안하는 MAC 프로토콜의 예시를 보여준다. 예시에서는  $S = 5, M = 2, N = 5$ 로 가정을 하였다. 먼저 첫 단계에서 각각 사용자들은 임의의 subcarrier를 하나 선택한다. 예시에서는 사용자 3과 4가 subcarrier #3을 선택하였고, 사용자 2와 5가 subcarrier #4를 선택하였다. subcarrier #3에서는 사용자 3과 4가 서로 다른  $M$ -bits 심볼을 선택하였지만, #4에서는 사용자 2와 5가 같은 심볼을 선택하였기 때문에 AP는 충돌을 감지하지 못한다.

3. 시뮬레이션

제안한 MAC 프로토콜의 성능을 분석하기 위하여 MATLAB을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 기존의 주파수 도메인에서의 MAC 프로토콜인 T2F[2]와 성능을 비교하였다. 표 1은 성능분석에 사용한 파라미터를 나타낸다. PIFS time은 데이터 전송과 데이터 전송 사이의 시간을 나타낸다.

표 1. 성능분석에 사용한 파라미터

파라미터	값
데이터 길이	1500bytes
데이터 전송속도	18Mbps
SIFS time	16μs
PIFS time	25μs
DIFS time	34μs
Symbol time	4μs
총 Subcarrier 개수	52개

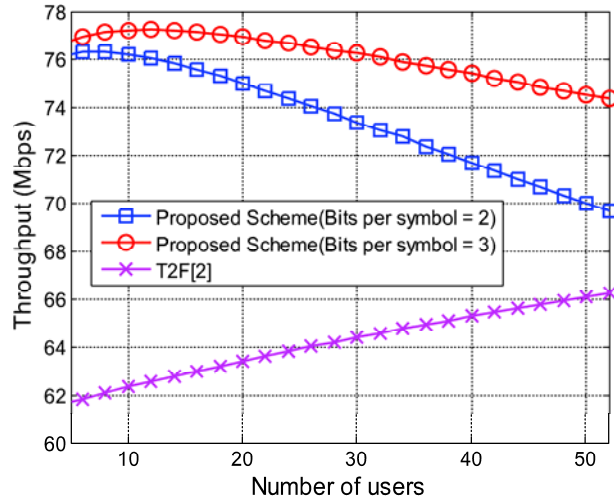


그림 3. 사용자의 수에 따른 시스템 처리율

그림 3은 사용자의 수에 따른 데이터 처리율을 나타낸 것이다. 먼저 제안하는 MAC 프로토콜이 사용자의 수가 적은 구간에서 기존의 T2F[2]에 비해 더 좋은 성능을 보이는 것을 볼 수 있다. 또한 심볼 당 bits의 수가 증가할수록 성능이 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 심볼 당 bits의 수가 증가할수록 AP가 각 subcarrier의 충돌 발생 감지를 더 높은 확률로 할 수 있기 때문이다.

3. 결론

본 논문에서는 주파수 도메인에서 OFDM subcarrier를 사용하여 채널 획득 경쟁을 하는 MAC 프로토콜을 제안하고, 각 subcarrier의 충돌 여부를 확인하기 위해  $M$ -bits 심볼을 이용하는 방식을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 사용자의 수가 적은 구간에서 제안한 MAC 프로토콜이 성능이 좋아지는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 방위사업청과 국방과학 연구소가 지원하는 미래 전투체계 네트워크 기술 특화연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다. (UD160070BD)

참고문헌

[1] Jardosh, Amit P., et al. "Understanding congestion in IEEE 802.11 b wireless networks." Proceedings of the 5th ACM SIGCOMM conference on Internet Measurement. USENIX Association, 2005.

[2] Sen, Souvik, Romit Roy Choudhury, and Srihari Nelakuditi. "Listen (on the frequency domain) before you talk." Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networks. ACM, 2010.