

TDD-OFDM/OFDMA 셀룰라 네트워크 하향링크 상에서의 Fair 스케줄링과 Waterfilling 전력제어

°우 성일, 기 영민, 김 은선, 김 동구
연세대학교 전기전자공학과

Downlink Fair Scheduling and Waterfilling Power Control in TDD-OFDM/OFDMA Cellular Networks

° Sung Il Woo, Young Min Ki, Eun Sun Kim, and Dong Ku Kim
*Yonsei University, Dept. of Electrical and Electronic Engineering,
E-mail: {niceguy8189, mellow, esunkim, dkkim}@yonsei.ac.kr

요약

본 논문에서는 802.16e 에서의 TDD-OFDM/TDM 과 TDD-OFDMA 셀룰라 네트워크 하향링크 상에서의 Best effort 서비스의 수율과 형평성을 각기 다른 스케줄링과 Waterfilling 전력 제어로 측정하였다. OFDM/TDM 과 OFDMA 시스템에서 PF 스케줄링 알고리즘과 FFFTH 스케줄링 알고리즘이 함께 고려 되었다. 또한 서브캐리어에서 Waterfilling 전력 제어 방식과 동일 전력 제어 방식간을 비교하였다. 시뮬레이션 결과 OFDM/TDM 에서는 Waterfilling 전력제어가 동일 전력 제어 보다 30~50% 정도의 수율 향상을 보이지만, OFDMA 에서는 수율 이득이 없음을 나타냈다. 하지만 OFDMA 시스템이 Waterfilling 을 사용한 OFDM/TDM 보다도 15~30% 정도 수율 우위를 나타내었다.

1. 서론

미래의 무선이동 시스템과 WLAN 에서는 다수의 반송파를 사용하는 다중 반송파 OFDM 방식이 많이 사용될 것이다[1]. 광대역에서는 전반적인 성능 향상을 추구하기 위해 시간 변이만큼 주파수 변이도 신중히 다루어 져야 한다. 여기에 “주파수 선택성”과 주파수 디버시티” 두 방법론이 있다[2]. 주파수 디버시티는 모든 서브 채널들을 동일한 부호, 변조 방식으로 전송함으로써, 특정 대역이 깊은 페이딩(deep fading)에 의해 열화하는 것을 방지하는 기술이다. 주파수 선택성 기술은 대역에 따라 다른 채널 특성을 측정하여, 대역마다 다른 부호, 변조 방식을 적용하고, 링크 적응화 및 다중 사용자 스케줄링을 적용하는 기술이다. 주파수 영역에서의 스케줄링으로 OFDMA 하향링크상의 효율을 높이기 위한 연구가 많이 발표되었다[2][4]. Waterfilling 전력제어란 채널 상태가 좋을 때 대부분의 전송을 하는 것을 의미한다[5].

[5][6]에서는 CDMA 시스템에서 Waterfilling 을 함으로써 수율 이득이 있음을 증명한다. [11][12]는 Waterfilling 이 페이딩으로 인한 채널의 변화를 고려하고도 전반적인 시스템의 용량 향상이 있음을 보여준다. 본 논문에서는 802.16e TDD-OFDM/OFDMA 하향링크에서의 fair 스케줄링과 Waterfilling 전력 제어를 접목시킨 시뮬레이션을 통한 수율 향상과 매체 점유율이 있는지를 알아본다. 다음으로 나오는 2 장에서는 다운링크 스케줄링에 대해, 3 장은 Waterfilling 전력제어를 설명한다. 4 장에서는 모의 실험과 결과를 5 장은 결과에 대해 논의 한다.

2. TDD-OFDM/OFDMA 의 하향링크 스케줄링

2.1. 802.16e TDD-OFDM/OFDMA

OFDM 시스템은 CP(Cyclic Prefix)를 이용해 다중경로 채널의 영향을 간소화하고 ISI 감소를 유도한다. OFDMA 시스템은 OFDM 과 현재의 802.16d[7]와 802.16e[8] 표준안에 근간을 둔 다중 접속 방식이다. 그림 1 은 802.16e PHY 프레임

구조를 나타낸다[8][9]. OFDM 프레임의 길이는 고정되어 있고 하향링크 심볼 다음에 연속적으로 상향링크 심볼이 따라 나온다. Tx/Rx 전송갭(TTG)은 하향과 상향 사이를, Rx/Tx 전송갭(RTG)은 상향과 하향을 구분 짓는다. 주파수 측면에서 대역폭은 수 백개의 부 반송파로 나누어져 있다. 부 반송파의 수는 OFDM FFT 의 크기와 같다. 몇 개의 부 반송파는 최소 자원을 나타내는 부 채널로 묶여진다. 부 채널의 크기는 상관 대역폭 보다 크다고 가정한다.

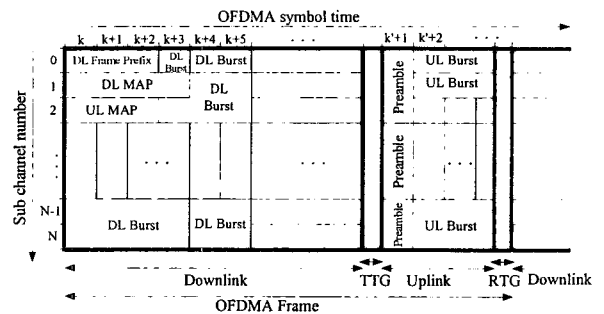


그림 1. IEEE 802.16e OFDMA 프레임 구조도

2.2. TDD-OFDM/OFDMA 의 채널 스케줄링

시분할 듀플렉싱 시스템은 지속적인 상, 하향 스트림을 제공하지 않는다. 채널 피드백 구간은 OFDMA 프레임구간과 동일 하게 결정되고 스케줄링은 최소한 매 프레임마다 일어나게 된다. 스케줄링 구간은 하나의 프레임보다 작을 수가 없다. 스케줄 된 OFDM/TDM 은 모든 대역을 오직 1명의 사용자에게 할당하지만 OFDMA 경우 각 부채널에 다른 사용자들이 선택될 수 있다. 그림 2 는 TDD-OFDMA 할당 스케줄링한 예를 보여준다. 하나의 OFDMA 스케줄러가 모든 사용자의 부 채널에 주파수 할당을 할 수 있다[2][3][4].