

# 이동 중계기를 이용한 OFDMA 셀룰러 시스템의 성능

상영진, 변일무, 고병훈, 김광순  
연세대학교 전기전자공학부

e-mail : {yjmich, dlfan, letsko21}@dcl.yonsei.ac.kr, ks.kim@yonsei.ac.kr

## Performance of OFDMA Cellular System Using Mobile Relays

Young Jin Sang, Ilmu Byun, Byung Hoon Ko, Kwang Soon Kim  
School of Electric and Electronic Engineering  
Yonsei University

### Abstract

In this paper, we proposed OFDMA cellular system using mobile relays. In the cellular communication system, users at cell edge experience high intercell interference and low received signal power. Thus, the data rates of users in the inner region and the outer region are asymmetric. We adopted mobiles in the inner region as mobile relays for the users in the outer region. We determined the radius of the inner region to maximize the log sum of user capacity in the entire cell.

### I. 서론

차세대 통신 시스템에 대한 요구가 증가함에 따라서 높은 데이터 전송률에 대한 필요성이 증가하고 있다. 기존의 셀룰러 시스템에서 셀의 외부 영역에 있는 사용자들은 경로 감쇄로 인한 낮은 신호 대 잡음비와 인접 셀 간섭으로 인하여 셀 내부 영역의 사용자들에 비해서 상대적으로 낮은 전송률을 가지게 된다. 즉 셀 내부 영역의 사용자들과 외부 영역의 사용자들 전송률 사이에서 비대칭성이 발생하게 된다. 셀 외부 영역의 사용자들의 전송률을 증가시키기 위해서 중계기를 이용한 시스템들이 제안되었다 [1]. [1]에서 보면, 중계

기를 이용함으로써 셀 외부 영역의 사용자들의 전송률이 증가하였다. 이러한 중계기에는 고정 중계기와 이동 중계기가 있다. 고정 중계기의 경우 이동 중계기에 비해서 낮은 복잡도를 가지게 된다. 하지만 고정 중계기를 사용하는 경우 고정 중계기의 개수와 용량에 따라 시스템 성능이 제한된다. 외부 영역의 많은 사용자가 있는 경우 중계기의 전송률이 충분하지 못하여 외부 영역의 데이터를 중계할 수 없게 된다. 이러한 중계기 사용에 가장 활발한 단체 중 하나가 IEEE 802.16j이다 [2]. 본 논문에서는 IEEE 802.16j 표준을 기반으로 하여 서로 다른 사용자가 다른 사용자의 중계기 역할을 하는 이동 중계기가 시스템에 미치는 영향에 대해서 알아보도록 한다. 즉 이동 중계기의 위치 및 개수에 따른 시스템의 성능을 살펴보고 셀 성능을 최대화할 수 있는 이동 중계기 결정 영역에 대해 알아보도록 한다.

### II. 본론

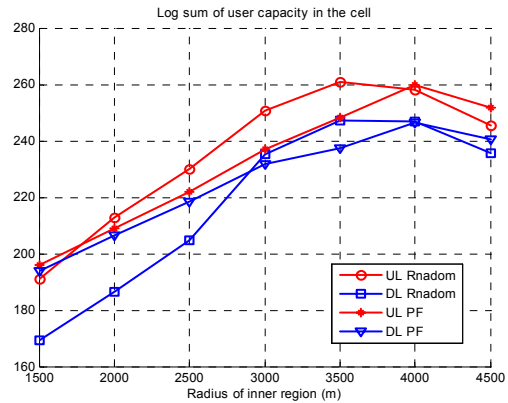
본 논문에서 각 셀은 내부 영역과 외부 영역 두개의 영역으로 나누어져 있다. 내부 영역의 단말기는 중계기를 사용하지 않고 기지국과 직접 통신을 한다. 서 외부 영역의 단말기들은 내부 영역의 단말기 중에서 하나의 단말기를 중계기로 선택하여 중계기를 이용해서 기지국과 통신한다. 만약 이러한 단말기가 없는 경우, 외부 영역의 단말기는 기지국과 직접 통신을 하도

록 한다. 본 시스템은 다중 접속 방식은 직교 주파수 분할 다중 액세스 (OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 사용하며, 프레임 구조는 IEEE 802.16j의 프레임 구조를 사용한다 [3]. 외부 영역의 단말기들은 내부 영역의 단말기 중에서 기지국과 직접 통신하는 경우보다 높은 전송률을 보여주는 단말기 중 하나를 선택한다. 중계기를 사용하는 경우의 전송률은 외부 영역의 단말기와 중계기 사이의 전송률과 중계기와 기지국 사이의 전송률의 최소값의 1/2로 정의된다. 각 중계기는 외부 영역의 단말기 중 하나의 단말기의 신호만 증계한다. 외부 영역의 단말기들은 인접 셀 간섭을 줄이기 위해서 주파수 재사용 기법을 사용하도록 한다.

### III. 모의실험

본 논문에서는 이동 중계기가 셀 전송률에 미치는 영향에 대해서 알아보기 위한 모의실험을 수행하였다. 본 모의 실험에서는 셀 반경 5km인 19개의 셀을 가지는 셀룰러 시스템을 가정하였으며, 각 셀에는 100의 사용자가 균등하게 분포되어있다. 각 셀에서 내부 영역과 외부 영역의 주파수 재사용율은 1과 1/3로 정하고 실험을 수행하였다. 각 부채널의 전송률은 각 부반송파의 새넌 용량의,  $\log_2(1 + SINR_i)$ , 합으로 결정된다. 여기서  $SINR_i$ 은 각 부반송파의 신호 대 잡음 및 간섭비를 나타낸다.

[그림 1]은 내부 영역의 크기에 따라 각 사용자의 상황 및 하향 링크 전송률의 로그 합의 대한 그래프이다. [그림 1]은 임의의 선택 (Random) 스케줄링 한 경우와 공정 비례 (Proportional Fair : PF) 스케줄링 한 경우의 결과를 보여주고 있다. 내부 영역의 크기가 줄어들면 직접 통신을 하는 단말기의 숫자가 줄어들어 그만큼 내부 영역의 단말기는 좀 더 많은 채널을 사용할 수 있으며, 높은 전송률을 가지게 된다. 하지만 이러한 경우 중계기 역할을 하는 단말기의 숫자가 줄어들게 되므로 외부 영역의 단말기의 데이터를 증계할 수 없게 된다. 외부 영역의 단말기는 낮은 전송률을 가지게 됨으로 모든 사용자의 전송률의 로그 합은 감소하게 된다. 셀 내부 영역의 크기가 커짐에 따라 중계기 역할을 할 수 있는 단말기의 숫자가 증가하게 되고 외부 영역에서의 각 단말기의 전송률은 더욱 증가한다. 이와 함께 내부 영역의 단말기는 내부의 부채널을 사용하여 높은 전송률을 가지게 된다. 하지만 내부 영역의 크기가 계속 커지게 되면 중계기를 사용하는 단말기의 숫자가 줄어들어 셀 외곽 지역에 있는 단말기는 낮은



[그림 1] 내부영역의 반경에 따른 각 사용자 전송률의 로그 합

전송률을 갖는다. [그림 1]에서 볼 수 있듯이 임의의 선택 스케줄링의 경우 내부 영역의 영역이 전체 반경의 7/10 정도가 되었을 때 가장 높은 로그 합을 보여주고 있고 공정 비례 스케줄링을 사용하는 경우 내부 영역의 반경이 셀 반경의 8/10일 때 가장 높은 로그 합을 보여준다.

### IV. 결론

기존의 셀룰러 시스템의 경우 셀 경계에서 낮은 전송률을 갖게 되는데 이를 해결하기 위한 방법으로 중계기를 사용하였다. 이동 중계기는 셀의 단말기 중 하나를 선택하게 되는데 이를 선택하기 위해서 각 셀은 내부 영역과 외부 영역으로 나누었다. 본 논문에서는 내부 영역의 크기에 따라 각 사용자의 전송률의 로그 합의 경향을 살펴보았다. 제안된 시스템의 성능은 스케줄링 방법에 따라 내부 영역의 반경이 셀 반경의 7/10 또는 8/10이 되었을 때 가장 높은 성능을 보여주었다.

### 참고문헌

- [1] H. Yanikomeroğlu, "Fixed and Mobile Relaying Technologies for Cellular Networks," *Proc. 2nd Workshop on Applications and Services in Wireless Networks(ASWN)*, pp. 75-81, Paris, France, July 2002.
- [2] IEEE C802.16-05/013, "Mobile multi-hop relay networking in IEEE 802.16," July 2005.
- [3] IEEE 802.16j Baseline document, *Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems - Multihop Relay Specification*, November, 2004.