

---

# OFDMA 중계 시스템에서 인접셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려한 주파수 할당 기법의 성능 평가

장우진\* · 손세호\* · 황호영\*

\*광운대학교 컴퓨터공학과

## Performance Evaluation of a Subcarrier Allocation Scheme with Inter-Cell Interference and Network Coding in OFDMA Relay Systems

Woo Jin Jang\* · Se Ho Son\* · Ho Young Hwang\*

\*Department of Computer Engineering, Kwangwoon University

E-mail : hyhwang@kw.ac.kr

### 요 약

직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 방식을 사용하는 중계 시스템에서는 기지국, 중계기, 사용자에 어떤 주파수를 할당하느냐에 따라 성능이 달라질 수 있다. 본 논문에서는 OFDMA 중계 시스템에서 인접셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려하여 주파수를 할당하는 기법을 제안한다. 네트워크 코딩을 사용하는 구간에서는 중계기가 기지국과 사용자에게 네트워크 코딩을 이용하여 동시에 전송할 수 있는 환경을 고려한다. OFDMA 중계 시스템에서 하향 링크와 상향 링크 및 네트워크 코딩으로 동작하는 구간을 나누고, 각 구간별로 기지국, 중계기, 사용자가 이용하는 주파수를 인접셀 간섭을 고려하여 할당해준다. 제안하는 주파수 할당 기법에 대해서 시뮬레이션을 통해 성능 평가를 수행한다.

### ABSTRACT

A subcarrier allocation scheme for base station (BS), relay station (RS) and mobile station (MS) can affect the performance of orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) relay systems. In this paper, we propose a subcarrier allocation scheme with inter-cell interference and network coding in OFDMA relay systems. In the network coding zone, we consider an environment where RS can transmit a frame to BS and MS simultaneously. We divide an OFDMA frame into downlink zone, uplink zone, and network coding zone. The proposed scheme allocates subcarriers to BS, RS, and MS for each zone with consideration of inter-cell interference in OFDMA relay systems. We evaluate the performance of the proposed subcarrier allocation scheme through simulation.

### 키워드

OFDMA, 중계 시스템, 인접셀 간섭, 네트워크 코딩  
(OFDMA, Relay System, Inter-Cell Interference, Network Coding)

### 1. 서 론

4세대 이동 통신 시스템으로 사용되고 있는 Long Term Evolution (LTE) 기반 시스템 및

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) 기반 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속 (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA) 방식을 사용한다

[1]-[6]. 최근의 이동 통신 시스템 관련 연구에서는 OFDMA 방식과 네트워크 코딩 기술을 기반으로 성능 향상을 위한 연구들이 진행되어 왔다 [2][4]. 또한, OFDMA 방식에서의 인접 셀 간섭을 고려한 연구들도 진행되어 왔다 [5].

본 논문에서는 OFDMA 중계 시스템에서 인접 셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려하여 주파수를 할당하는 기법을 제안한다. OFDMA 중계 시스템에서 하향 링크와 상향 링크 및 네트워크 코딩으로 동작하는 구간을 나누고, 각 구간별로 기지국, 중계기, 사용자가 이용하는 주파수를 인접셀 간섭을 고려하여 할당해준다. 제안하는 주파수 할당 기법에 대해서 시뮬레이션을 통해 성능 평가를 수행한다.

## II. 본 론

직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 방식을 사용하는 중계 시스템에서는 기지국, 중계기, 사용자에게 어떤 주파수를 할당하느냐에 따라 성능이 달라질 수 있다.

본 논문에서는 OFDMA 중계 시스템에서 인접 셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려하여 주파수를 할당하는 기법을 제안한다. 네트워크 코딩을 사용하는 구간에서는 중계기가 기지국과 사용자에게 네트워크 코딩을 이용하여 동시에 전송할 수 있는 환경을 고려한다.

인접 셀 간섭을 고려한 주파수 할당을 위하여 육각 셀 모델링을 수행한다. 중심 셀 주변에 6개의 인접한 셀들을 모델링하고, 이들로부터의 인접 셀 간섭을 고려하여 주파수 할당을 수행한다. 중심 셀에는 한 개의 기지국과 다수의 중계기, 다수의 사용자가 OFDMA 방식으로 통신하는 환경을 고려한다.

본 논문에서는 TDD (time-division duplexing) 기반의 OFDMA 시스템을 고려한다. 하향 링크와 상향 링크 및 네트워크 코딩으로 동작하는 구간을 나눈다. 하향 링크 구간에서는 기지국이 중계기 또는 사용자에게 하향 링크 전송을 수행한다. 상향 링크 구간에서는 사용자가 기지국 또는 중계기에게 상향 링크 전송을 수행한다. 네트워크 코딩 구간에서는 중계기가 기지국 또는 사용자에게 데이터를 전송하는데, 이때 네트워크 코딩을 이용하여 동시에 데이터를 전송할 수 있다.

본 논문에서는 하향 링크, 상향 링크, 네트워크 코딩 구간에서 주파수별 채널 환경과 인접 셀 간섭을 고려하여 가장 높은 전체 시스템 수율 (throughput) 이 나올 수 있도록 기지국, 중계기, 사용자에게 주파수를 할당하는 기법을 사용한다.

## III. 시뮬레이션 및 성능 평가

본 논문에서는 OFDMA 중계 시스템에서 인접 셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려한 주파수 할당

기법에 대해서 시뮬레이션을 통하여 성능 평가를 수행한다.

시스템 대역폭으로는 10MHz를 사용하고, noise level은  $-174\text{dBm/Hz}$ 를 고려한다. 1024개의 주파수 중에 data 용도로 768개의 주파수를 사용하는 상황을 고려한다. 데시벨 경로 손실은 거리  $d$ 가 km 단위일 때,  $111 + 37 \log_{10}(d)$  [dB]로 고려한다 [1][6].

육각 셀들의 반경은 1km로 구성하고, 기지국은 육각 셀의 중심에 위치시킨다. 중계기들은 기지국을 기준으로 반경의 2/3 지점에 3개의 중계기를 120도 간격으로 위치시킨다. 중심 셀 내의 사용자 수는 20명을 고려하고, 육각 셀 내에 uniform 하게 분포시킨다. 기지국, 중계기, 사용자의 전송 전력은 1W로 고려한다.

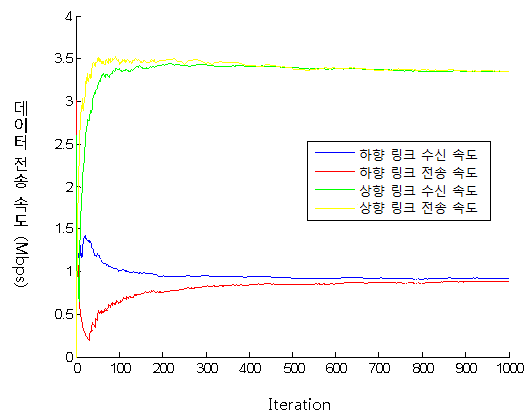


그림 1. 인접셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려한 주파수 할당 기법의 성능

그림 1은 OFDMA 중계 시스템에서 인접셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려한 주파수 할당 기법의 성능을 하향 링크와 상향 링크로 나눠서 보여 주고 있다. 제안하는 주파수 할당 기법을 통하여 중계기에서 하향 링크로 데이터를 수신하는 속도와 송신하는 속도가 점차 같게 수렴해 가는 것을 보여준다. 또한, 중계기에서 상향 링크로 데이터를 수신하는 속도와 송신하는 속도도 점차 같게 수렴해 가는 것을 보여준다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 OFDMA 중계 시스템에서 인접 셀 간섭과 네트워크 코딩을 고려하여 주파수를 할당하는 기법을 제안하였다. 네트워크 코딩을 사용하는 구간에서는 중계기가 기지국과 사용자에게 네트워크 코딩을 이용하여 동시에 전송할 수 있는 환경을 고려하였다. OFDMA 중계 시스템에서 하향 링크와 상향 링크 및 네트워크 코딩으로 동작하는 구간을 나누고, 각 구간별로 기지국, 중계기, 사용자가 이용하는 주파수를 인접셀 간섭을

고려하여 할당해주었다. 제안하는 주파수 할당 기법에 대해서 시뮬레이션을 통해 성능 평가를 수행하였다.

### Acknowledgements

This research was supported in part by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (NRF-2012R1A1A1041835) and in part by the Research Grant of Kwangwoon University in 2013.

### 참고문헌

- [1] J. Y. Lee and K. B. Kim, "Statistical connection admission control for mobile WiMAX systems," in Proc. IEEE WCNC, pp. 2003-2008, Mar. 2008.
- [2] B.-G. Kim and J.-W. Lee, "Opportunistic Resource Scheduling for OFDMA Networks with Network Coding at Relay Stations," IEEE Trans. on Wireless Commun., vol. 11, no. 1, pp. 210-221, Jan. 2012.
- [3] H. Y. Hwang, H.-J. Lee, I.-G. Jeong, I.-S. Jung, B.-S. Roh, and G.-S. Park, "Joint Bandwidth Allocation and Path Selection Scheme for Uplink Transmission in IEEE 802.16j Networks with Cooperative Relays," The Journal of KICS, vol. 38C, no. 1, pp. 64-77, Jan. 2013.
- [4] E. Choi, D.-H. Lee, M. Chen, and H. Y. Hwang, "Joint Resource Allocation and Path Selection in Network Coding-Based OFDMA Relay Networks," in Proc. ICUFN, Da Nang, Vietnam, pp. 780-784, July 2013.
- [5] W. H. Lee, E. Choi, D.-H. Lee, and H. Y. Hwang, "Performance Evaluation of a Downlink Bandwidth Allocation Scheme with Inter-Cell Interference in LTE-based Relay Systems," in Proc. SWCC, vol. S1-2, pp. 147-149, Yangpyeong, Korea, Aug. 2013.
- [6] D.-H. Lee, W. H. Lee, E. Choi, and H. Y. Hwang, "Subcarrier Allocation and Relay Selection for Uplink Transmission in OFDMA-Based Cognitive Radio Systems," in Proc. ICTC, Jeju Island, Korea, Oct. 2013.