

Fairness 제한이 있는 재생식 OFDMA 중계 네트워크에서의 적응적 중계기 선택 기법

*정하린, 이재홍

서울대학교 전기공학부, 뉴미디어통신공동연구소
e-mail : hrjeong@snu.ac.kr, jhlee@snu.ac.kr

Adaptive Relay Selection for Regenerative OFDMA Relay Networks with Fairness constraints

*Harin Jeong, Jae Hong Lee

School of Electrical Engineering and INMC
Seoul National University

Abstract

We proposes an adaptive relay selection scheme for a regenerative (OFDMA) relay network with fairness constrains. The proposed scheme selects the best M relays out of a set of K potential relays to maximize system capacity. Among these selected relays, subcarriers are reallocated to satisfy fairness constraints as well as to minimize the decrease of the system capacity. The simulation results show that the proposed scheme achieves significant performance improvement over direct transmission and opportunistic relaying with OFDM (OR-OFDM).

I. 서론

사용자 중계기술 (User Relaying) 은 무선 통신의 내재된 브로드캐스트 특성을 이용하여 가상의 공간 다이버시티를 가능하게 한다. 적절한 중계기 선택과 전력 할당 전략이 전제될 경우, 사용자 중계기술을 OFDMA 와 결합하여 보다 높은 전송용량과 보다 넓

이 논문은 BK21 사업 및 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국 과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(R01-2007-000-11844-0)

은 셀 적용 범위를 달성할 수 있다.

본 논문에서는 fairness 제한이 있는 재생식 OFDMA 중계 네트워크에서의 새로운 중계기 선택 기법에 관한 연구를 진행하였다. 전체 시스템 전력 제한과 각 중계기들의 fairness 제한이 있는 네트워크를 고려하였다. 모의실험을 통하여 제안된 기법이 가능한 전체 중계기 수가 증가함에 따라 다중 사용자 다이버시티 이득을 가짐을 확인하였다.

II. 본론

2.1 시스템 모형

전체 가능 중계기 수가 K , 전체 부반송파 수가 N 인 재생식 OFDMA 중계 네트워크를 고려한다. 소스와 테스트이션 사이의 거리를 반지름으로 갖는 원 내부에 K 중계기들이 일정하게 분포한다고 가정한다.

전체 시스템은 P_{tot} 전력 한계를 가지고, k 번째 중계기는 최대 할당 부반송파 수 l_k^{max} 를 fairness 제한으로서 가진다. 반송파간 간섭 (ICI) 을 방지하기 위하여 각 부반송파 당 오직 하나의 중계기만이 선택되게 한다. 무선 채널은 다중 경로 주파수 선택적 레일리 페이딩을 가정한다.

2.2 적응적 중계기 선택 기법

제안된 중계기 선택 기법은 두 단계로 구성된다. 첫째 단계에서 부반송파 간 일정 전력 할당 가정아래에 전체 시스템 용량을 최대화하도록 M 중계기를 선택한다. 부반송파 n 의 중계기 선택 기준은 수식 (1) 과 같이 주어진다.

$$R^{(n)} = \arg \max_k (\mu_k^{(n)}) \quad (1)$$

$\mu_k^{(n)} = a_k^{(n)} b_k^{(n)} / (a_k^{(n)} + b_k^{(n)})$, $a_k^{(n)}$ 와 $b_k^{(n)}$ 은 부반송파 n 에서의 소스와 k 번째 중계기 사이 그리고 k 번째 중계기와 테스트이션 사이 채널 이득 계수를 의미한다.

둘째 단계에서 선택된 M 중계기 사이에서 fairness 제한을 만족하는 동시에 전체 시스템 용량 감소를 최소화 하도록 부반송파 재 할당이 이루어진다. 부반송파 n 에서 중계기 k_0 대신 중계기 k' 을 선택했을 때 야기되는 시스템 용량 감소는 수식 (2) 와 같이 계산되어진다.

$$e_k^{(n)} = \frac{\mu_{k_0}^{(n)} - \mu_{k'}^{(n)}}{\mu_{k'}^{(n)}} \quad \forall n \quad (2)$$

2.3 최적 전력 할당 기법 (PA)

각 부반송파에서 모든 중계기가 선택된 다음 전력이 water-filling 방법을 이용하여 할당된다. 부반송파 n 의 최적 전력은 수식 (3) 과 같이 계산된다[1].

$$P^{*(n)} = \left(\lambda - \frac{1}{\mu_{R^{(n)}}^{(n)}} \right)^+ \quad (3)$$

III. 모의실험 결과

시스템의 성능을 계산하기 위해 몬테 카를로 모의실험법 (Monte Carlo Method)을 사용 하였다. 하나의 OFDM 심볼 당 128개의 부반송파로 구성된다고 가정 하였고 max fairness (i.e., $l_k^{max} = [N/M]$) 를 가정하였다.

그림 1은 제안된 중계기 선택 기법의 시스템 용량을 기존의 opportunity relaying 기법과 비교한 그래프이다. 제안된 기법이 기존의 기법에 비해 뛰어난 성능 향상을 지님과 동시에 상한에 가까운 성능을 가짐을 확인할 수 있다.

그림 2는 가능 중계기 수의 증가에 따른 시스템 용량을 나타낸 그림이다. 제안된 기법이 기존 기법에 비해

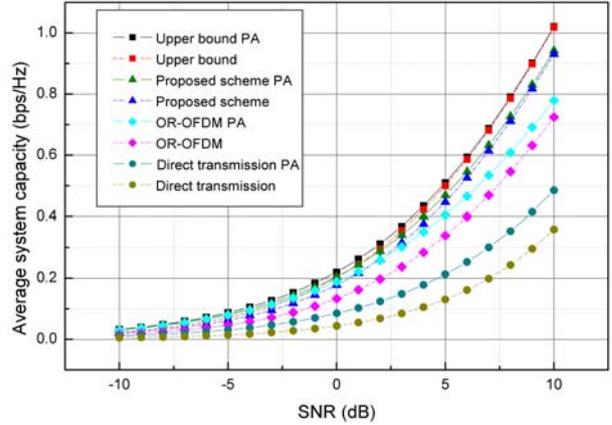


그림 1. 시스템 용량 vs. SNR (K=100)

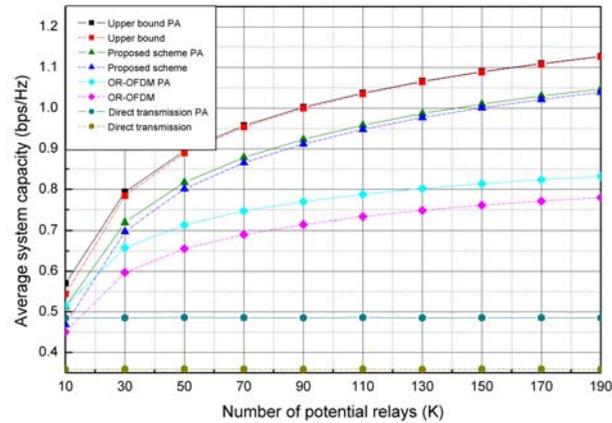


그림 2. 시스템 용량 vs. 가능 중계기 수 (SNR=10dB)

곡선 기울기가 큰 것은 보다 높은 다이버시티 이득을 제공함을 의미한다.

IV. 결론

본 논문은 재생식 OFDMA 중계 네트워크에서 적응적 중계기 선택 기법에 대해 연구하였다. 모의실험을 통해 제안된 기법이 기존 기법에 비해 향상된 시스템 용량을 가짐을 확인하였다. 제안된 기법은 고정 전력 할당으로 갖는 손해가 미비하며, 가능 중계기 수가 증가함에 따라 더욱 뛰어난 성능을 나타내는 다중 사용자 다이버시티를 갖는다.

참고문헌

[1] W. Ying, Q. Xin-chun, W. Tong, and L. Bao-ling, "Power allocation and subcarrier paring algorithm for regenerative OFDM relay system," in *Proc. IEEE VTC '07-Spring*, Dublin, Ireland, Apr. 22 - 25, 2007, pp. 2727-2731.