

단일 셀 기반 이중 도약 중계 시스템의 성능 향상을 위한 중계기 영역 연구

*김재환, 김형중, 송형준, 권태훈, 오은성, 홍대식
연세대학교 전기전자공학부
e-mail : *jhkim@itl.yonsei.ac.kr, jjong1226@itl.yonsei.ac.kr*

Capacity Enhancement of the Single Cell System through
the Dual-hop Relay
*Jae-Hwan Kim, Hyoung-Jong Kim
School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

Abstract

Multi-hop system has advantage of low power consumption, improved cell capacity, and enlarged service coverage. Most of previous researches show that multi-hop relaying beyond dual-hop relaying does not improve system performance significantly. This leads most researches are focused on dual-hop relaying system. In this paper, we propose an optimal boundary condition to support maximal data rate for fluctuation of traffic load in single cell dual-hop relay system.

I. 서론

최근에 이동 통신 사용자가 기지국에 직접적으로 연결되는 기존의 무선 통신 시스템에 다중 도약 중계 (Multi-hop relay) 방식을 적용시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다중 도약 중계 방식은 기존 방식에 비해 사용자로부터 중계기까지의 전송 거리가 상대적으로 짧기 때문에 전송단의 전송 파워를 감소시키고, 이로 인한 간섭이 줄어들어 셀의 용량을 증가시키는 장점이 있다. 또한 기지국의 서비스 영역을 확대시킬 수 있기 때문에 음영 지역에 있는 사용자에게도 높은 데이터 전송률을 지원할 수 있어 사용자의 서비스 품질을 보장해 줄 수 있다[1][2]. 그러나 중계기의 수에 비례하는 추가적인 자원과 비용이 요구되는 문제점이 있기 때문에 현재의 셀 기반 구조에서는 이중 도약 이상의 다중 도약 중계를 통하여 많은 성능 향상을 얻을 수 없다[3]. 따라서 본 논문은 단일 셀을 기반으로 하

는 이중 도약 릴레이 시스템에서 릴레이를 위한 추가적인 자원 할당을 고려하여 최대의 데이터 전송률을 지원하기 위한 최적의 중계기 경계 영역을 연구하였다. 또한 셀 외곽에 있는 사용자에게도 높은 데이터 전송률을 지원 할 수 있도록 효율적으로 자원을 분배하는 알고리즘을 제안한다.

II. 본론

2.1 시스템 모델

그림 1은 제안하는 시스템의 모델이다. 이 시스템에서 N 명의 사용자가 셀 안에 균일하게 분포되어 있으며, 기지국으로부터 같은 거리에 있는 무한개의 릴레이는 그림 1과 같이 반지름이 τR (단, $0 < \tau \leq 1$)인 띠를 형성한다. 이를 기준으로 단일 셀은 두 영역으로 분리되며, 결국 시스템은 자신과 가장 가까운 릴레이를 선택하여 이중 도약을 하여 기지국과 데이터를 송·수신한다. 이때 내부의 사용자는 기지국과 직접적으로, 외부의 사용자는 릴레이를 이용하여 기지국과 데이터를 송·수신한다. 또한 시간 분할 다중화 기법으로 다중 사용자를 지원한다.

2.2 자원 할당

그림 2와 같이 N 명의 사용자에게 동일한 크기의 시간 영역을 할당한다. 이때 k 명의 외부 사용자들은 릴레이를 필요로 하기 때문에 릴레이를 위한 시간 구간을 k 개의 시간 영역으로 나누어 각각의 사용자를 위해 할당한다. 이 때 릴레이는 사용자의 데이터 전송률을 맞추기 위해 적응형 변조 방식(AMC, Adaptive

Modulation Coding)을 사용한다.

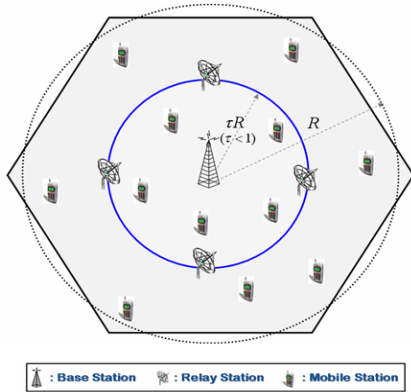


그림 1. 단일 셀 기반 이중 도약 릴레이 시스템 모델

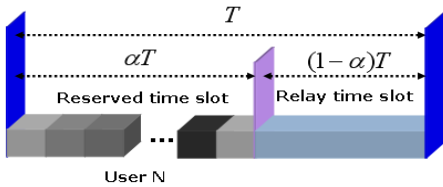


그림 2. 자원 할당 방법

III. 실험 결과

그림 3은 제안하는 시스템의 성능 그래프이다. 중계기의 영역이 대략 $0.5R$ 에서 최대가 된다. 하지만 제안하는 알고리즘은 기지국에 가까운 곳에 배치될 경우 기존의 방식에 비해 성능이 향상된다는 것을 확인할 수 있다. 또한 그림 4로부터 중계기를 통하여 셀 경계 영역에 있는 사용자의 평균 전송률이 중계기 위치의 변화에 따라 증가됨을 확인할 수 있다. 결국 기지국의 데이터 처리량을 최대화 하기 위한 시스템 설계 변수는 τ 가 된다는 것이다. 따라서 적절한 τ 를 선택하여 셀 외곽의 사용자에게도 높은 데이터 전송률을 유지하면서 전체적인 셀 용량을 크게 하는 중계기 영역을 설정할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

실험 결과로부터 가변적인 사용자 데이터의 증감에 따른 중계기의 최대 효율 경계 조건을 확인하였다. 하지만 추가적으로 연구되어야 할 것은 사용자들 간의 공정성의 관점이다. 현재 시스템의 자원 점유율이 특정량 이상인 상태에서도 자원을 추가적으로 더 사용해야 하는 중계를 통한 서비스를 지원할지의 여부에 대한 결정을 해야 하는 문제가 있다. 이와 같이 공정성

에 대해 자원의 스케줄링을 통하여 모든 사용자들이 공정성을 만족할 수 있도록 하는 방법에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

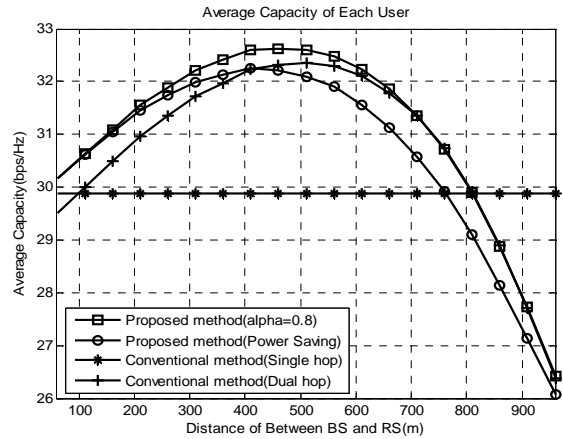


그림 3. 사용자 평균 용량

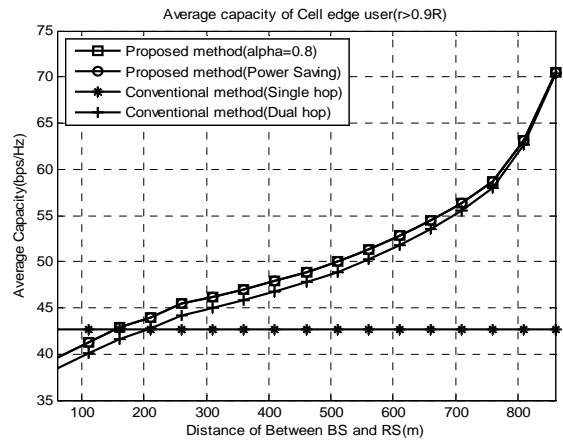


그림 4. 셀 외곽 사용자의 평균 정보 전송률

※ 본 과제(결과물)는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

참고문헌

[1] Zhang Jingmei; Zhang Qi; Shao Chunju; Wang Ying; Zhang Ping; Zhang Zhang; "Adaptive Optimal Transmit Power Allocation for Two-hop Non-regenerative Wireless Relaying System", Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Spring. 2004 IEEE 59th Volume 2, 17-19 May 2004 Page(s):1213 - 1217 Vol.2
 [2] Dawy, Z.; Davidovic, S.; Oikonomidis, I.; "Coverage and Capacity Enhancement of CDMA Cellular Systems via Multihop Transmission", Global Telecommunications Conference, 2003. GLOBECOM '03. IEEE Volume 2, 1-5 Dec. 2003 Page(s):1147 - 1151 Vol.2
 [3] Jaewon Cho; Haas, Z.J; "On the throughput enhancement of the downstream channel in cellular radio networks through multihop relaying", Selected Areas in Communications, IEEE Journal on Volume 22, Issue 7, Sept. 2004 Page(s):1206 - 1219