

# 다중 사용자를 위한 Amplify-and-Forward Cooperative Diversity

이동우, 정영석, 이재홍  
서울대학교 전기컴퓨터공학부 뉴미디어통신공동연구소

## Amplify-and-Forward Cooperative Diversity for Multiple Relays

Dongwoo Lee, Young Seok Jung, and Jae Hong Lee  
School of Electrical Engineering and INMC, Seoul National University  
E-mail : ldw81@snu.ac.kr

### Abstract

In this paper, we introduce the AF cooperative diversity with multiple relays using phase feedback. Simulation results show that the proposed schemes obtain the diversity gain according to the number of the cooperating terminals. The performance of proposed scheme using tolerable quantized feedback is close to that of proposed scheme using full feedback.

### I. 서론

최근 무선 네트워크 상에서 하나의 안테나를 갖는 무선 단말기들이 서로 안테나를 공유함으로써 공간 다이버시티 이득(spatial diversity gain)을 얻는 'User cooperation' 혹은 'Cooperative diversity' 로 불리는 기법이 널리 연구되고 있다. 기존에 소개된 Amplify-and-Forward (AF) cooperative diversity 기법은 Decode-and-Forward (DF) cooperative diversity 기법에 비해 여러 이점을 갖는다고 알려져 있다. 하지만 다중 사용자들을 위한 DF cooperative diversity 기법은 많이 연구된 반면에, AF cooperative diversity 기

법은 기술 구현상의 어려움으로 두 사용자를 위한 경우에 대한 연구만 진행되어있고 다중 사용자들을 위한 경우에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다.

또한 이전에 cooperative diversity와 관련된 많은 연구들은 무선네트워크상에서 destination이 source와 relay들간의 모든 channel state information (CSI)를 아는 global CSI를 가정하였다. 그러나 실제 환경에서는 destination이 source와 relay간의 채널 상태를 완벽하게 아는 것은 현실적으로 어렵다.

본 논문은 무선통신 환경에서 효율적인 데이터 전송을 위해, 보다 현실적인 채널 환경을 기반으로 하여 다중 사용자를 위한 AF cooperative diversity 기법을 제안한다.

### II. 본론

다중 사용자를 위한 AF cooperative diversity 기법으로써, 효율적인 대역폭 할당을 위해 사용 가능한 대역폭을 두 서브 채널로 나눠서 신호를 전송하는 기법을 제안한다.

첫 번째 서브 채널에서 source가 자신의 데이터를 relay들과 destination에 브로드캐스트(broadcast) 한다. 두 번째 서브 채널에서 각 relay들은 destination

---

본 논문은 국가지정연구실 사업, BK21 사업, ITRC 사업의 지원으로 수행되었음.

으로부터 위상 피드백을 받은 후에 source로부터 받은 신호를 위상 회전 시키고 증폭한 후 destination으로 재전송한다. 이러한 위상 피드백과 위상 회전을 통해 각 relay들로부터 destination으로 동시에 수신되는 신호들이 코히런트(coherent)하게 더해지지 않는 문제를 해결할 수 있게 된다.

이 기법은 global CSI와 source와 relay 간의 CSI를 destination이 모른다고 가정하는 local CSI, 두 가지 채널 환경 모두에 적용이 가능하다. 이 기법을 global CSI를 기반으로 적용할 경우 destination에서는 Maximal Ratio Combining (MRC) 기법을 통해 수신하게 되고, local CSI를 기반으로 적용할 경우 Equal Gain Combining (EGC) 기법을 통해 수신할 수 있다.

제안된 기법은 cooperation에 참여하는 relay 수가 증가함에 따라 다이버시티 이득이 증가하는 outage 성능을 얻는다. 또한, 이 기법에 완전한(full) 피드백을 적용하는 경우와 양자화(quantized)된 피드백을 적용하는 경우에 대한 성능 비교를 통해 적은 양의 피드백을 통해서도 완전한 피드백을 사용하는 경우와 비슷한 성능을 얻을 수 있음을 볼 수 있다.

### III. 실험 결과

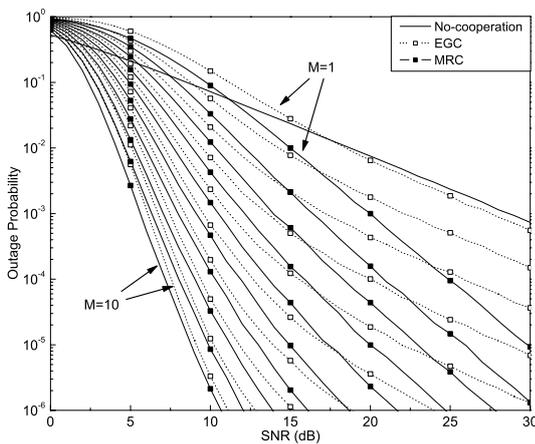


그림 1. cooperative diversity 기법을 적용하지 않는 경우와 MRC, EGC 를 적용한 경우에 대한 outage 성능 비교. M 은 cooperation 에 참여하는 relay 수를 의미함.

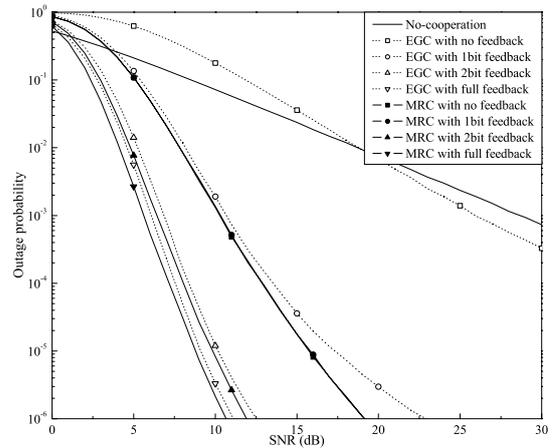


그림 2. 완전한 위상 피드백을 이용한 경우와 양자화된 피드백을 적용한 경우에 대한 outage 성능 비교.

### IV. 결론

본 논문에서는 다중 사용자를 위한 Amplify-and-Forward cooperative diversity 기법을 제안하였다. 효율적인 채널 할당을 위해 각 relay 들이 수신된 신호를 destination 으로 동일한 서브 채널에서 동시에 전송하였다. 각 relay 들로부터 destination 으로 들어오는 신호들이 코히런트하게 더해지지 않는 문제를 해결하기 위해 destination 에서 relay 로의 위상 피드백과 각 relay 에서 위상 회전을 적용하였다. Cooperation 에 참여하는 relay 수에 따라 다이버시티 이득이 증가하고, 적은 양의 양자화된 피드백만으로도 완전한 피드백을 적용하는 경우와 비슷한 성능을 얻을 수 있다.

### 참고문헌

[1] J. N. Laneman and G. W. Wornell, "Distributed space-time-coded protocols for exploiting cooperative diversity in wireless networks," *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 49, no. 10, pp. 2415-2425, Oct. 2003.

[2] X. Deng and A. M. Haimovich, "Cooperative relaying in wireless networks with local channel state information," in *Proc. IEEE Veh. Tech. Conf. (VTC)*, Dallas, TX, Sept. 2005.