

# 시스템 용량 증대를 위한 벡터 코드 기반의 MIMO pre-coding 기법

최밝음, 김정연, 함재상, 이충용  
연세대학교

{footgold, adriana, jaesh, clee}@csp.yonsei.ac.kr

## MIMO pre-coding scheme based on vector code book for system capacity enhancement

Bal-geum Choi, Kyeongyeon Kim, Jaesang Ham, Chungyong Lee  
Yonsei University

### 요 약

본 논문에서는 다중 사용자 하향 링크 환경에서 사용자로부터 받은 채널 정보를 바탕으로 다중 사용자 다이버시티 이득을 얻는 closed loop MIMO 시스템에서의 성능 향상을 도모한다. 벡터 코드 기반의 pre-coding 시스템에서 각 사용자는 자신의 SNR 을 최대화하는 벡터 코드를 선택하고 동시에 CQI 정보를 기지국으로 피드백 한다. 이 때, 매트릭스 코드 기반의 pre-coding 시스템과는 달리 각 사용자 입장에서 다른 공간 영역으로 동시에 서비스 받을 수 있는 다른 사용자의 벡터 코드는 불확실하다. 따라서 자신의 벡터 코드와 다른 사용자의 가능한 모든 벡터 코드에 대한 SINR 을 계산하고 그 중 제일 낮은 값이 사용자의 데이터 전송률로 결정되어 기지국으로 피드백 된다. 제안하는 기법에서는 기지국이 각 사용자의 벡터 코드 인덱스를 받은 후, 각 사용자의 벡터 코드들을 상관도 기준으로 그룹화한 후, 각 사용자에게 동시에 서비스될 다른 사용자의 유일한 벡터 코드 인덱스를 재전송함으로써 데이터 전송률의 마진을 없애주고 결과적으로 시스템의 용량을 향상시킨다.

## I. 서론

Multiple Input Multiple Output (MIMO) 시스템은 차세대 무선 통신 시스템에서 데이터 전송률을 높일 수 있는 중요한 요소이다. 예를 들어 발전된 UTRA 의 하향 링크에서 최고 100Mb/s 를 얻기 위해  $2 \times 2$  MIMO 시스템이 가정되고 있다. MIMO 시스템으로부터 얻는 채널의 자유도는 시스템의 성능 향상을 위해 이용될 수 있다. 무선 환경에서 각각 다른 사용자들은 서로 다른 채널을 겪는다. 또한, 사용자들은 사용자의 위치와 shadow fading 등에 따라 각기 다른 SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)을 갖는다. 여기서 우리는 각각의 데이터 스트림을 채널 상태가 좋은 사용자에게 할당함으로써 얻는 다중 사용자 공간 다중화 이득을 향상시키는데 초점을 맞춘다 [1]. 다중 사용자 MIMO 환경에서 각 서비스 스트림 별 자유도를 최대한 얻는 것은 시스템의 성능과 용량을 증가시키기 위해 아주 중요하다. 동시에, 피드백의 부담과 시스템의 복잡도를 적절한 수준으로 유지해야 한다.

다중 사용자 MIMO 환경에서 사용자로부터 받은 피드백 정보를 바탕으로 서비스 스트림 별 pre-coding 을 하여 다중 사용자 다이버시티 이득을 얻는 closed loop MIMO 시스템을 고려한다. 사용자가 많은 환경에서 다중 사용자 이득을 얻기 위한 많은 연구가 선행되었는데, 각 사용자가 여러 벡터 코드들 중 하나의 벡터 코드를 선택하는 벡터 코드 기반 pre-coding 기법과 여러 unitary 매트릭스 코드들 중 하나의 매트릭스를 선택하고 선택된

매트릭스의 벡터 코드들 중 하나를 선택하는 매트릭스 기반 pre-coding 기법이 연구되어 왔다 [2][3]. 본 논문에서는 벡터 코드 기반 pre-coding 기법에서 발생하는 데이터 전송률의 열화 현상을 기지국에서 각 사용자로의 추가 피드백을 이용하여 해결하고자 한다.

2 장에서는 하향링크 closed loop MIMO 시스템에서의 시스템 모델을 설명하고 3 장에서는 기존의 벡터 코드 기반의 다중 사용자 MIMO 시스템을 설명한다. 4 장에서는 자신과 동시에 서비스 받을 수 있는 다른 사용자의 코드 벡터의 불확실성으로 인해 발생하는 데이터 전송률의 마진을 해결한 2 단계 피드백 기법을 제안하고 마지막으로 5 장에서는 결론을 맺는다.

## II. 시스템 모델

MIMO 환경에서 기지국과  $u$  번째 사용자간의 신호 모델은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\mathbf{y}_u = \mathbf{H}_u \mathbf{P} \mathbf{s} + \mathbf{n}_u \quad (1)$$

여기서  $\mathbf{H}_u$  는  $N_R \times N_T$  의 채널 매트릭스이고,  $\mathbf{P}$  는  $P \times 1$  의 심볼 벡터  $\mathbf{s}$  를 pre-coding 하기 위한  $P$  개의 벡터 코드들로 이루어진  $N_T \times P$  의 pre-coding 매트릭스이다 [4]. 매트릭스 코드 기반의 시스템에서  $\mathbf{P}$  는 미리 약속된 pre-coding unitary 매트릭스들 중의 하나이고 [3][5], 벡터 코드 기반의 시스템에서는 각 사용자가 선택한 여