2×4 다중 안테나 시스템을 위한 새로운 안테나 무리화 선택 기준

정진곤, 이창수, 오유경, 이용훈
한국과학기술원 전자전산학과 전기 및 전자공학 전공
yohlee@ee.kaist.ac.kr

A New Antenna Grouping Criterion for 2×4 Multiple Antenna Systems

Jingon Joung, Changsoo Lee, Youkyung Oh, and Yong H. Lee
Division of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

요 약

최소평균제곱오차 (minimum mean square error: MMSE) 기준을 바탕으로, 2×4 이중 시공간 송신 다이버시티 (double space time transmit diversity: DSTTD) 시스템을 위한 효율적인 안테나 무리화 (grouping) 방법을 제안하였다. 기존의 최소평균제곱오차 기준과 같은 무리화 지수를 (grouping index) 찾기 위한 적은 계산량의 유사평균제곱오차를 (pseudo mean square error: PMSE) 유도하였다. 유사평균제곱오차를 쓴 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템은 기존 신호대잡음비 (signal to noise ratio: SNR) 기반의 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템과 동일한 성능을 얻으며, 매우 간단한 수신기 구조를 갖는다.

I. 서론

이중 시공간 송신 다이버시티는 (double space time transmit diversity: DSTTD) 송신기가 채널 상태 정보를 (channel state information: CSI) 모를 때 사용할 수 있는, 다중 송수신 안테나 기법의 한 종류이다 [1]-[5]. 2×4 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템은 두 송신 스트림을 가지며, 각 스트림은 독립적인 시공간 블럭부호에 (space time block code: STBC) 의해 부호화된다. 위 과정을 통해, 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템은 다중화 이득과 다이버시티 이득을 동시에 얻을 수 있다. 이중 시공간 송신 다이버시티의 성능은 송/수신 안테나의 공간 상관도에 민감하며 [2], 이를 극복하기 위한 송신 안테나 무리화 (grouping) 기법들이 제안되었다 [2]-[5]. 그러나 이러한 기법들은 채널의 공분산행렬과 신호대잡음비와 (signal to noise ratio: SNR) 같은 통계적인 정보를 바탕으로 무리화 행렬을 결정하기 때문에, 최적의 무리화와 다를 수 있고, 이로 인해 최대 성능을 내지 못한다.

이러한 단점을 해결하기 위해, 채널 밀착 시간에 (coherence time) 따라, 주기적으로 수신기로부터 송신기에 무리화 지수를 (index) 전달하는 방식을 제안하였다. 만일, 이러한 시나리오에 [5]의 방식을 쓴다면, 무리화 지수를 주기적으로 송신기에 되먹임 (feedback) 함에 따라, 무리화는 항상 최소 후처리 (post-processing) 신호대잡음비를 최대화 할 수 있다. 모의실험을 통해 확인된 바, 이 시나리오는 무리화 하지 않은 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템에 비해, 10^{-3} 비트오류율에서 (bit error rate: BER) 약 3 dB의 신호대잡음비 이득을 얻는다. 그러나 이 방법은 최적의 무리화 행렬을 찾기 위해, 수신기에서 매우 큰 계산량을 필요로 한다.

본 논문에서는 [5]의 최대 최소 신호대잡음비 (max-min SNR) 기준 대신, 최소평균제곱오차 (minimum mean square error: MMSE) 기준을 고려하였다 [3]. 그러나 최소평균제곱오차 기반의 방법도 여전히 큰 계산량을 필요로 하기 때문에, 원래의 최소평균제곱오차 방법과, 같은 무리화 지수를 제공하면서 계산 복잡도를 줄일 수 있는 유사평균제곱오차를 (pseudo mean square error: PMSE) 유도하였다. 제안한 기준은 [5]의 방법과 견주어 볼 때, 매우 적은 계산량으로, 같은 비트오류율 성능을 얻을 수 있고, 이를 모의실험을 통해 확인 하였다.

II. 기존 안테나 무리화 기법

그림 1은 본 논문에서 고려하는 2×4 이중 시공간 송신 다이버시티 시스템 모델이다. 전송할 데이터는 두 스트림으로 나누어지고, 각각은 독립적인 시공간 블럭부호에 의해 부호

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음.