

최근 정보통신 1-Bit DAC 을 이용한 하향링크 다중 사용자 MISO 시스템에서의 QAM 기반 송신 신호 구축에 관한 연구

박성열, 홍송남*
아주대학교 전자공학과

{awdrg1541, snhong}@ajou.ac.kr

A Study on the precoding of 1-Bit Transmit Signal Vectors for Downlink MU-MISO systems: QAM constellation

Sung-Yeal Park, Song-Nam Hong*
Ajou Univ.

요 약

본 논문은 하향 링크 다중 사용자 다중 입력 단일 출력(MU-MISO) 시스템에서 1-Bit DAC 을 사용해 전력 효율 문제를 해결하고자 한다. 1-Bit 특성으로 인한 비선형성으로 기존 시스템의 선형 프리코더 방법은 거의 성능을 보이지 않는다.

이에 1-Bit 송신 신호에 적합한 프리코더 방법을 제안하고자 한다. 앞선 연구로 PSK 계열의 프리코더 방법이 제안되었고 본 논문에서는 이를 QAM 계열로 확장하여 낮은 복잡도를 갖는 알고리즘을 제안하고자 한다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 알고리즘이 기존의 방법보다 월등히 좋은 성능을 확인하였다.

I. 서 론

대규모 MISO 시스템에서는 사용하는 안테나 개수가 월등히 많아지기 때문에 송신단의 전력 효율이 중요한 이슈이다. 때문에 이를 해결하기 위해 본질적으로 DAC 의 해상도를 낮춰 해결하고자 한다. 극단적으로 낮은 해상도를 갖는 1-Bit DAC 로 인해 선형적인 특성을 갖는 기존 프리코더 기법들은 사용할 수 없어 이에 맞는 비선형 프리코더 기법이 필요하다. 선행연구로 PSK 계열에서 사용하기에 충분한 성능을 갖는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서는 이를 QAM 계열로 확장하여 낮은 복잡도와 좋은 성능을 갖는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 프리코더는 선형계획법에 기반하여 계산 복잡도를 낮추고 이에 더해 greedy 알고리즘을 통해 전체적인 성능을 높인다.

II. 본론

하향링크 MISO 시스템에서 비선형적인 문제를 해결하는 알고리즘을 제안한다. 채널 $\mathbf{H} \in \mathbb{R}^{N_r \times K}$, 유저수 = K , 안테나 개수 = N_t 이다. 송신 신호 벡터 $\mathbf{x}_t \in \{-1, 1\}^{N_t}$ 를 출력으로 갖는 프리코더 $\mathbf{x}_t = \mathcal{P}(\mathbf{H}, \mathbf{s})$ 를 혼합 정수 선형 계획법으로 정의하고 이의 복잡도를 낮추기 위해 1-Bit 제약을 완화하여 선형계획법을 푼다. 이 해를 기반으로 다시 1-Bit 제약에 맞지 않는 요소들을 조건에 맞춰 -1 또는 1 로 맵핑한다. 이렇게 구축한 송신 신호는 최적화 식을 통해 효율적이고 낮은 복잡도를 갖는다. 그림 1.의 LP 는 최적의 성능이며 이를 제안하는 알고리즘이 어느정도 근접하는 성능을 보이며 error floor 문제도 해결함을 확인할 수 있다.

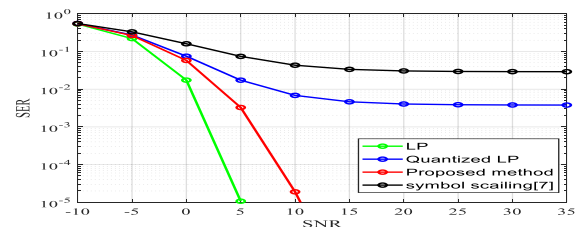


그림 1. 16-QAM, $N_t = 128, K = 16$, 1-Bit DAC 을 이용한 하향링크 MU-MISO 시스템의 프리 코더 성능 비교

III. 결론

그림 1. 을 통해 제안하는 알고리즘이 기존 PSK 에서 사용한 프리코더 방법인 Symbol scaling(SS)보다 월등히 좋은 성능을 보이며 최적 성능에 근접하는 성능을 보임을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 삼성전자 미래기술육성센터의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 SRFC-IT1702-04)

참 고 문 헌

- [1] Li, Ang, et al. "Massive MIMO 1-bit DAC transmission: A low-complexity symbol scaling approach." *IEEE Transactions on Wireless Communications* 17.11 (2018): 7559-7575.