

채널 추정 에러와 동적 파워 할당 기술이 적용된 MIMO 시스템

*허창열, 이동훈, 김기선

광주과학기술원 정보통신공학부

e-mail : cyhuh@gist.ac.kr, mmdang@gist.ac.kr, kskim@gist.ac.kr

Quasi-Orthogonal STBC based on Partial Feedback with Adaptive Power Allocation under Imperfect Channel Estimation

*Changyeul Huh, Donghun Lee, Kiseon Kim

Department of Information and Communications

Gwangju Institute of Science and Technology

Abstract

Multiple-input multiple-output (MIMO) systems can achieve the increasing of performances by using an adaptive power allocation. The related previous work limited the transmit antenna number because orthogonal space-time block codes (OSTBCs) yield full transmit rate only for two transmit antennas. We extend a robust system under imperfect channel

estimation for four transmission antennas with maintaining a full transmission rate

I. 서론

최근 미래의 무선 환경에서 요구되는 많은 데이터 양과 빠른 전송속도를 만족시키기 위해서 다중 입출력 시스템에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 데이터 전송의 정확도를 높이기 위해서 필요한 다이버시티를 높이기 위한 방법으로 OSTBCs (orthogonal space time block codes) [1] 가 많이 쓰이고 있다. 더욱이 채널 환경에 따라 적절한 전력을 각각의 송신안테나에 할당함으로써 시스템 성능을 개선할 수 있다 [2]. 또한 동적인 전력 할당은 주어진 채널추정을 통해서 이루어짐으로 효과적인 추정 에러의 이용 역시 중요한 이슈 중에 하나이다.

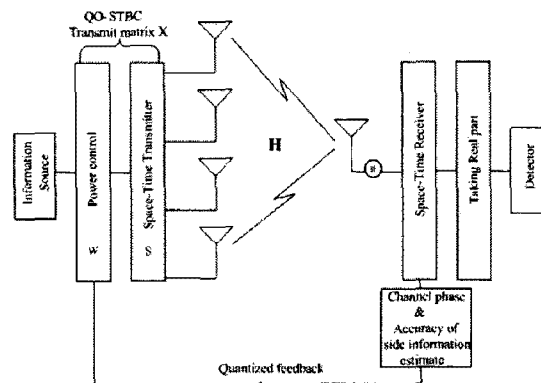


그림 1. 시스템 모델

채널의 위상 정보를 바탕으로 동적인 전력할당 기술이 적용된 모델에 대한 연구가 [2]에서 소개 되었다. 이 시스템은 채널 추정 에러에 대한 정확도를 바탕으로 전력 할당 벡터와 OSTBCs를 적절히 조화 시킴으로서 좋은 성능을 유지 할 수 있다. Data rate의 향상을 기대 할 수 있음에도 불구하고 이 시스템에서 두개의 송신안테나만을 고려한 것은 흥미로운 일이다. OSTBCs의 경우 full transmit rate를 유지하기 위해서는 송신안테나의 수가 2개로 제한되기 때문에 [2]에서 소개된 시스템을 4개의 송신 안테나를 이용하는 시스템으로 확장하기 위해서는 몇 가지 고려하여야 할 문제들이 있다. 송신안테나의 수에 제한없이 full transmit rate를 유지하기 위한 여러 가지 방법들이 제안되었다. [3]에 소개된 channel orthogonal STBCs (CO-STBCs)의 경우 간단한 채널정보를 피드백을 통해서 송신단에 보내줌으로써 full data rate과 full

diversity 효과를 동시에 이용할 수 있다.

본 논문에서는 주어진 채널 추정 에러 환경에서 동적 전력 할당 기술이 적용된 다중 입출력 시스템에 대해서 분석한다. 송신단에서 네 개의 안테나를 사용하면서도 full transmit rate를 유지하기 위해서 유사직교 전송행렬을 사용하고, 시스템 성능의 개선을 위해서 수신단에서 간섭성분들을 제거한다.

II. 본론

2.1 시스템 모델

시스템 구조는 그림 1 과 같이 네 개의 전송 안테나와 한개의 수신 안테나로 구성된다. 간단한 시스템 구현을 위해서 1개의 수신 안테나만을 고려하였으나 이것은 다중입출력 시스템의 성능 분석으로 확장 가능하다. 유사 직교 전송행렬 X 는 두개의 블록으로 구성된다. 첫 번째 블록 W는 전력 제어를 위한 행렬이고 두 번째 블록 S는 신호를 시퀀셜한 심볼 형태로 바꾸주는 유사 직교 STBCs 이다. 전송행렬 X는 다음과 같이 표현된다.

$$X = W S$$

$$= \frac{1}{\sqrt{M_t}} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \omega_2(1-\varepsilon_2)^{1/2} & \varepsilon_2^{1/2} & 0 & 0 \\ \omega_3(1-\varepsilon_3)^{1/2} & 0 & \varepsilon_3^{1/2} & 0 \\ \omega_4(1-\varepsilon_4)^{1/2} & 0 & 0 & \varepsilon_4^{1/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 \\ s_2 & -s_1 & -s_4 & s_3 \\ s_3 & s_4 & -s_1 & -s_2 \\ s_4 & -s_3 & s_2 & -s_1 \end{pmatrix}$$

ω_i 와 ε_i 는 i번째 송신안테나의 전력 할당 값과 채널 추정 에러율을 의미한다. 채널을 통해 전송된 심볼의 검출은 ML(maximum likelihood) 검출법을 이용한다.

2.2 디자인 알고리즘

적절한 전력 가중치는 수신단에서 추정된 채널의 위상 성분만을 이용해서 계산되고 각 송신안테나 마다 2 bits의 양자화 과정 [2] 을 통해서 송신단으로 피드백된다. 첫 번째 송신안테나의 가중치 값은 1로 가정한다. 주어진 채널 추정 에러율에 따라 전력 할당 정보의 사용정도를 조절함으로써 정보가 부정확한 상황에서도 성능저하를 줄일 수 있다. 제안된 전송행렬을 이용하면 수신단에서 신호 검출시 모든 간섭성분들은 허수로만 이루어지게 됨으로, 전송신호의 변조 방식을 BPSK로 하고 수신단에서 수신된 신호의 실수 성분만을 필터링하게 되면 전송된 신호를 간섭성분 없이 완벽하게 검출 할 수 있다.

III. 시뮬레이션 결과

제안된 시스템의 채널 추정 에러에 따른 성능 변화를

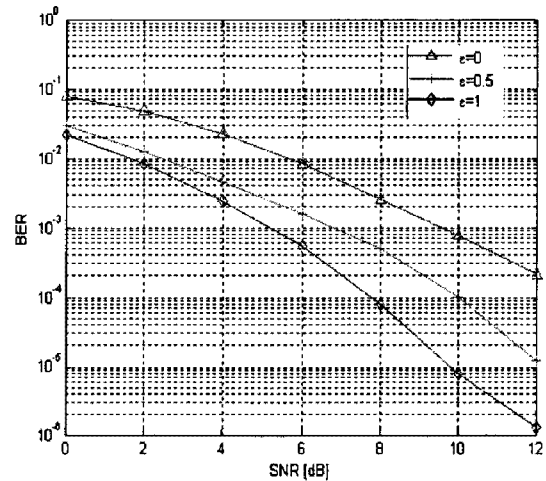


그림 2. 채널 추정 에러율 (ε) 에 따른 비트오율 (BER) 성능비교 살펴봄으로써 시스템의 특징을 알 수 있다. 그림. 2 는 SNR 변화에 따른 BER 성능의 변화를 보여준다. 그림에서 보듯이 채널 추정 에러율이 0에 가까울수록 성능이 좋아진다. 시뮬레이션 환경은 quasi static 채널, 수신 신호의 잡음성분은 정규화된 가우시안 분포를 이용하고, 송신단에서 정확한 채널 추정 에러율을 안다고 가정한다. BER 성능 10^{-3} 에서 비교해 보면 채널 추정 에러율이 0 인 경우가 1인 경우에 비해서 SNR 성능이 약 4 dB정도 좋아짐을 알 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 부정확한 채널 추정 환경에서도 좋은 성능을 낼 수 있는 동적 전력 기술이 적용된 다중 입출력 시스템에 대해서 살펴보았다. 특히 네 개의 송신 안테나를 사용하면서도 full data rate를 유지할 수 있는 시스템 구현에 목적을 두었고, 현재 다양한 변조 방식과 임의의 수신 안테나를 가진 시스템으로의 확장도 진행되고 있다.

감사의 글

이 연구는 광주과학기술원 분산센서네트워크 연구소의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] V. Tarokh, H. Jafarkhani, and A. R. Calderbank, "Space-time block coding for wireless communication: Performance results," IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 17, no. 3, pp. 451-460, Mar. 1999.
- [2] T. Lo, "Adaptive space-time transmission with side information," IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 3, no. 5, pp. 1496-1501, Sep. 2004.
- [3] J. K. Milleth, K. Gridhar, and D. Jalihal "On channel orthogonalization using space-time block coding with partial feedback," IEEE Trnas. Commun., vol. 54, No. 6, pp. 1121-1130, June 2006.