

수신 신호 대 잡음비에 기반한 안테나 셔플링을 적용한 DSTTD 시스템

강지원*, 심세준*, 이충용*, 홍대식*, 윤대희*

*연세대학교 전기전자공학과

^kangiw sjshim cleel@mcsp.yonsei.ac.kr dacsikh@itl.yonsei.ac.kr dhyoun@yonsei.ac.kr

An Antenna Shuffling Scheme for DSTTD System Based on Post-processing Signal to Noise Ratio

Jiwon Kang[^], Seijoon Shim[^], Chungyong Lee[^], Daesik Hong[^], Dae-Hee Youn[^]

[^]Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

요약

본 논문에서는 Double Space-Time Transmit Diversity(DSTTD) 시스템의 수신 오차 확률(bit error rate; BER)에 효율적인 shuffling pattern 결정 알고리즘을 제안한다. 기존 shuffling pattern 결정 알고리즘이 채널 상관도를 측정해서 상관도를 최소화하는 기법인 반면, 본 기법은 수신 안테나별 최소 수신 신호 대 잡음비(signal to noise ratio; SNR)를 최대화하는 shuffling pattern 을 결정하는 기법이다. 제안된 기법은 수신 오차 확률에 직접적인 영향을 주는 수신 신호 대 잡음비로부터 pattern 을 결정하므로, 기존 기법에 비해서 향상된 수신 오차 확률을 보여준다. Monte Carlo 모의 실험을 통해 제안된 기법의 성능을 살펴보면, 강한 상관도를 갖는 단일 클러스터 채널 모델에서 제안된 shuffling pattern 결정 알고리즘을 이용한 DSTTD 시스템이 10^{-3} 오차 확률에 대해서 기존 기법에 비해 3 dB 수신 신호 대 잡음비의 향상이 있음을 알 수 있었다.

I. 서론

Double Space-Time Transmit Diversity(DSTTD) 시스템[1]은 4개의 안테나를 이용하는 open-loop 다중 안테나 시스템(multiple-input multiple-output; MIMO)으로써, 송신단에서 2개의 Space-Time Block Code (STBC) 복호기[2]를 사용한다. 이러한 DSTTD 시스템은 많은 산란체에 의한 독립적인 페이딩 채널 환경에서 최적의 성능을 얻을 수 있지만, 채널간의 공간적 상관도가 높은 페이딩 채널에서는 시스템의 성능이 열화된다.

안테나 셔플링(antenna shuffling) 기법은 송신단에서 적당한 안테나 짝(pair)을 선택함으로써 공간 상관 페이딩 채널에서 DSTTD 시스템의 성능을 향상시키기 위해 연구되어진 기법이다[1]. 기존의 셔플링 기법은 수신기에서 전송된 공간적 상관 정보를 이용해서 최소 공간적 상관 정보를 갖는 송신 안테나 짝을 선택한다. 공간 상관 정보는, 수신기의 성능에 직접적인 영향을 미치는 수신 신호대 잡음비(post-processing signal to noise ratio; P-SNR)와 밀접한 관련이 있으나, P-SNR의 정확한 기준이 될 수 없으므로, 기존 안테나 셔플링 기법은 수신 비트 오차 확률(bit error rate; BER)을 최소화하기 위한 적당한 방법이라고 할 수 없다.

따라서, 본 논문에서는 최소 수신 신호 대 잡음비의 관점에서 적당한 안테나 셔플링 패턴을 찾아내는 기법을 제안한다. 최소 수신 신호 대 잡음비는 수신 신호를 복원하는 과정에서 생기는 서브 스트림별 SNR 중 가장 작은

수신 SNR을 가리키며, 셔플링 패턴에 따라 다른 값을 갖고 BER에 직접적인 영향을 끼치는 값이다. 그러므로, 본 논문에서는 셔플링 패턴에 따라 다른 값을 갖는 최소 SNR 중 가장 큰 최소 SNR을 갖는 셔플링 패턴을 선택하는 기법을 제안한다.

제안된 기법을 설명하기 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 기존의 셔플링 기법에 대해서 설명하고 기법의 문제점을 살펴본다. III 장에서는 최소 수신 신호 대 잡음비를 최대화 하는 안테나 셔플링을 제안하고, IV 장에서 Monte Carlo 모의 실험을 통해서 제안된 기법의 성능을 기존 기법과 비교한다. 마지막으로 V 장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 안테나 셔플링 기법

일반적인 다중 안테나 페이딩 채널 모델은 랜덤 행렬 \mathbf{H} 로 모델링된다. 특히, N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나를 갖는 다중 안테나 시스템에서 채널의 특성이 주파수 대역에 평탄(flat)하다고 가정하면, \mathbf{H} 는 다음과 같은 $N_R \times N_T$ 채널 응답 행렬로 표현할 수 있다 [3]-[6].

$$\mathbf{H} = \mathbf{R}_R^{1/2} \mathbf{H}_w \mathbf{R}_T^{1/2} \quad (1)$$

여기서, \mathbf{R}_T 와 \mathbf{R}_R 은 송수신 안테나의 채널 상관도 행렬을 각각 나타내고[5][6], \mathbf{H}_w 는 i.i.d (identically