

*윤성복, 장주혁, 김남수

*청주대학교 전자공학과

*yjang97@cju.ac.kr, smpr78@hanmail.net, nskim@cju.ac.kr

Performance Analysis of a Transmit Diversity Scheme in Spatially Correlated Fading with Imperfect Channel Estimation using Training Sequences

*Seong-Bok Yoon, Ju-Hyuk Jang, Nam-Soo Kim

*Dept. of Electronic Engineering, Cheongju University

요 약

본 논문에서는 공간적으로 상관되어 있는 레일레이 플랫 페이딩 채널에서 트레이닝 시퀀스(Training Sequence)를 이용한 채널 추정 방식을 송신 안테나가 2개이고 수신 안테나가 1개인 STD 시스템에 적용하여 그에 따른 BER 성능을 분석한다. 성능 분석 시 수신기에서의 잡음뿐만 아닌 페이딩 채널의 시간 변화로 인해 발생하는 채널 추정 에러를 고려하였으며, 추정 에러는 트레이닝 시퀀스의 길이와 페이딩 지수(Fading Index)의 함수로 표현하였다. 분석 결과 잡음뿐만 아닌 채널의 시변 특성으로 인한 추정 에러가 시스템 성능을 더욱 저하시켰고, 트레이닝 심볼 수 대 프레임 길이의 비가 증가 할수록 시스템의 성능이 개선됨을 확인하였다.

I. 서 론

일반적으로 이동통신시스템에서 시변 다중 경로 페이딩(Time-Varying Multipath Fading)으로 인해 효율적이고 신뢰성 있는 통신은 실제로 많은 제약을 받는다. 그래서 이러한 페이딩의 영향을 완화시키기 위해 사용되었던 기법 중의 하나가 공간(또는 안테나) 다이버시티(Space or Antenna Diversity)이다. 전통적인 공간 다이버시티 기법은 수신기에 여러 개의 안테나를 이용한 MRC(Maximal-Ratio Combining) 수신기를 사용하였다. 그러나 휴대용 단말기에 여러 개의 안테나를 사용하는 것은 크기 및 비용 측면에서 적합하지 않다. 따라서 Alamouti가 제안한 간단한 공간-시간 다이버시티(STD, Space-Time Diversity) 구조가 연구 되었는데^[1], 이 구조는 현재 3세대 이동통신시스템의 표준으로 채택되어 활발한 연구가 진행되고 있는 상태이다^[2].

현재까지 STD 구조에 관한 여러 논문들이 발표 되었는데, [3], [4]에서는 공간적으로 독립인 페이딩 채널에서 채널 추정 에러(Channel Estimation Error)를 갖는 STD의 성능을 연구하였고, 공간 상관 페이딩 채널에서 채널 추정 에러를 갖는 STD의 성능도 연구되었다^[5].

그러나 [3]~[5]에서 연구되었던 STD의 성능은 추정 채널을 하나의 변수로 취급하여 시스템의 성능을 유도하였는데, 실제로는 채널을 추정하기 위하여 파일럿(Pilot) 채널이나 트레이닝

시퀀스(Training Sequence)를 사용한다.

본 논문에서는 트레이닝 시퀀스를 사용하여 ML(Maximum Likelihood) 채널 추정 방식을 적용한 경우를 고려한다. 이 때의 추정 에러는 트레이닝 시퀀스의 길이 그리고 페이딩 지수(Fading Index)의 함수가 된다. 따라서 STD 구조에 ML 채널 추정 방식을 적용할 때 수신기의 잡음, 페이딩 지수, 그리고 트레이닝 시퀀스 대 프레임 길이를 함수로 하는 시스템의 평균 BER(Bit-Error-Rate)를 해석적인 방법으로 유도하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 레일레이(Rayleigh) 플랫 페이딩 채널에서 트레이닝 시퀀스를 사용한 STD의 시스템 모델을 제시하고, III장에서 ML 추정기를 사용할 때 채널 추정 에러를 유도한다. 그리고 IV장에서는 채널 추정 에러의 함수로서 BER 성능을 분석한 후, V장에서 수치 해석 및 시뮬레이션 결과를 제시하고, VI장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 모델

트레이닝 시퀀스를 이용한 채널 추정 구조는 다음과 같이 2 단계로 구성된다: 데이터 전송 단계, 트레이닝 시퀀스 전송 단계.

a. 데이터 전송 단계

그림 1은 송신 안테나가 2개이고 수신 안테나가 1개인