

공간 채널 모델을 이용한 전송 다이버시티 용량 분석

。 이상엽*, 한진규**, 육종관*, 박한규*
*연세대학교 전기전자공학과, **삼성전자
。 wow0908@yonsei.ac.kr

System Level Performance of Transmit Diversity Schemes Using Spatial Channel Model

Sang-Yub Lee*, Jin-Kyu Han**, Jong-Gwan Yook* and Han-Kyu Park*
*Dept. of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University, **Samsung Electronics

요 약

전송 다이버시티 기술은 무선 채널에서 발생하는 페이딩으로 인한 신호 왜곡을 완화시켜 링크 성능을 개선시키는 기술이다. 본 논문에서는 공간 채널 모델을 이용한 다양한 전송 다이버시티 기법에 대해서 분석하고 시스템 레벨 시뮬레이션을 통해 성능을 알아 보았다. 기존의 논문들은 주로 링크 레벨 성능 평가 및 시스템 레벨 시뮬레이션에 있어서 이동국이 동일한 공간 상관 특성을 가지는 조건에서 성능을 평가하였지만, 본 연구는 공간 채널 모델을 이용하여 모든 이동국이 서로 다른 공간 상관 특성을 가지도록 고려하여 실제 시스템과 유사한 조건을 가지는 시뮬레이션을 수행하였다. 공간 채널 모델을 이용한 패킷 데이터 시스템에 대한 시스템 레벨 시뮬레이션을 통해서 송신 사용자 다이버시티 이득 뿐만 아니라 다중 사용자 다이버시티 이득에 의한 성능을 평가 할 수 있었다.

I. 서 론

급증하는 무선 데이터 서비스의 수요에 대처하기 위해 현재 무선통신 시스템의 성능 및 전송 능력을 개선하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 순방향 링크에 대한 연구에 집중되어 진행되고 있으며 그 중 다중 안테나 기술은 주파수 및 전력의 증가 없이 링크 효율을 높일 수 있는 대안으로 연구 되고 있다[1]. 전송 다이버시티 기술은 대표적인 다중 안테나 기술로서 다중 경로 페이딩으로 인한 신호의 왜곡을 줄여 신호의 수신 성능을 향상 시키는 장점을 가지고 있다. 일반적으로 전송 다이버시티 기술은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 제한 경로를 이용하여 피드백을 주는 closed-loop 방식과 제한 경로를 사용하지 않는 open-loop 방식으로 나뉜다. 본 논문에서 사용하는 전송 다이버시티 기술은 closed-loop 방식으로는 selection transmit diversity (STD)와 transmit adaptive array (TxAA)을 사용하고, open-loop 방식으로는 space time spreading (STS)를 사용하였다. 기존의 연구들은 링크 레벨 성능 분석 위주로 수행되어 왔으며 최근 3GPP/3GPP2 에서 표준화된 시스템 레벨 시뮬레이션에 적용 가능한 공간 채널 모델 (SCM)을 이용하여 WCDMA 시스템 레벨 성능 분석이 이루어졌다[2,3]. 본 연구에서는 SCM 을 적용한 CDMA2000 1xEV-DV 시스템 레벨 시뮬레이터를 구현하여 전송 다이버시티의 성능을 분석하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II절에서는 시스템 모델에 대해서 설명한다. III절에서는 시스템 시뮬레이션 수행 방법과 환경을 설명한다. IV절에서는 실험 결과를 토대로 시스템 시뮬레이션의 TD 성

능을 평가한다. 끝으로 V절에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 모델

1. 전송 다이버시티 기술[1,4,5]

STD 는 이동국이 두 개의 송신 안테나로부터 수신되는 순시적인 파일럿 채널의 크기를 비교하고 큰 순시 전력을 갖는 안테나 index 를 기지국에 피드백 하여 기지국으로 하여금 큰 순시 전력을 전달하는 안테나로 트래픽 신호를 전송하게 하는 기법이다. 피드백 정보의 delay 를 무시하면, STD 에 의해 이동국에 수신되는 SNR 은 식 (1)과 같다.

$$\gamma_{STD} = \max \left(\frac{E_b}{N_o} |h_1|^2, \frac{E_b}{N_o} |h_2|^2 \right) \quad (1)$$

여기서, h_k 는 기지국 k 번째 송신 안테나로부터 이동국 수신 안테나까지의 채널 계수이다.

STS 는 space-time block coding 을 사용한 다이버시티 기법이다. 송신하는 신호는 even time slot 과 odd time slot 으로 나뉘어 전송하여 따라서, 수신 SNR 은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\gamma_{STS} = \frac{E_b}{N_o} \frac{|h_1|^2 + |h_2|^2}{2} \quad (2)$$

TxAA 는 가중치 벡터를 이동국이 결정하여 기지국으로 피드백 해주는 일종의 빔포밍 방식이다. 수신 신호는 식 (3)과 같이 표현된다.

$$r = [h_1, h_2] \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} s + \eta = \mathbf{h}w s + \eta \quad (3)$$