

정현철, 노유미, 서 석, 이찬길
 한양대학교 전자컴퓨터공학부
 e-mail : reodi@dcs.hanyang.ac.kr

Implementation of a Real-Time Multipath Fading Channel Simulator for MIMO systems

Hyun-Chul Jung, Yoo-Mi No, Seok Seo, Chan-Kil Lee
 Dept. of Electronic & Computer Engineering, Han-Yang University

요 약

일반적으로 무선 이동 채널은 협대역 스펙트럼을 갖는 복소 랜덤 프로세스로 모델링된다. 본 논문에서는 TMS320C6414 DSP 칩과 XC2VP30, SPARTAN3 FPGA 칩을 사용한 페이딩 신호의 실시간 발생에 대해 기술한다. 여기서 제시된 시뮬레이터는 플랫폼 페이딩 채널의 일반적인 모델을 그 대상으로 하였으며, 그림자효과, 다중경로 수신 채널 왜곡 현상을 모사할 수 있도록 설계되었다. 시뮬레이터는 다음 두 가지 무선통신에 대한 채널특성을 모사한다; SISO(Single Input Single Output)와 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템에 대한 채널특성. DSP의 연산 부담을 최소로 하면서 이동 채널의 통계 특성을 재현하는 것과 FPGA를 통해 실시간으로 고속의 데이터처리 하는 것이 핵심이며, 이를 위해서 multi-rate 신호처리 기법이 사용되었다. 채널환경에 따라 시뮬레이터에서 실시간 출력된 채널 포락선들의 각 통계 특성을 이론치와 비교분석 하였다.

1. 서론

최근 무선을 통한 음성 서비스 이외에 동영상, 인터넷 서비스와 같은 보다 고속의 전송률을 요구하는 다양한 서비스 요구가 급속도로 높아지고 있다[1].

이와 같이 서비스를 낮은 가격으로 많은 사용자에게 제공하기 위해서는 많은 데이터를 전송할 수 있는 물리계층 요소 기술개발이 중요하다. 현재 고려되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 송/수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중안테나 기술이 있다. 다중 송수신안테나 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

하지만 개발된 무선 시스템은 다양한 채널 환경에 따른 성능이 검증되어야만 한다. 여러 환경에서 현장시험을 수행하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다. 보다 실용적인 방법은 실시간 채널 시뮬레이터를 사용하는 것이다.

본 논문에서는 최근 들어 발전을 거듭하고 있는 디지털 신호처리 칩과 FPGA를 이용하여 비용과 복잡도를 줄인 MIMO 시스템 채널 시뮬레이터의 구조를 제안하고, 채널 특성을 분석하였다.

2. 이론적 배경

그림 1에서와 같이 송신기에서 보내고자 하는 RF 신호의 각 다중경로는 여러 장애물들의 반사된 신호의 합으로 수신기에서 나타내어 진다.

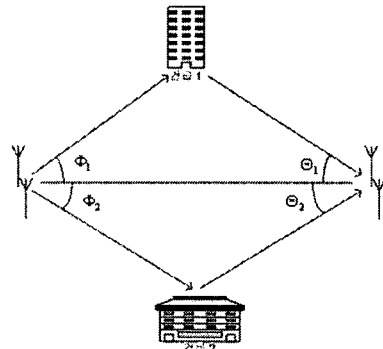


그림 1. 채널 모델

위 모델은 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$r(t) = H(t)s(t) + n(t) \quad (1)$$

여기서 $r(t)$ 는 수신기의 받은 신호이고, $H(t)$ 는 채널이득, $s(t)$ 는 송신기의 보낸 신호, $n(t)$ 는 백색잡음이다.[2]

$$H = \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,1} + \phi_{k,1})} & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,2} + \phi_{k,2})} & \dots & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,N} + \phi_{k,N})} \\ \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,1} + \phi_{k,1})} & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,2} + \phi_{k,2})} & \dots & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,N} + \phi_{k,N})} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,1} + \phi_{k,1})} & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,2} + \phi_{k,2})} & \dots & \sum_{k=1}^N \xi_k e^{j(\theta_{k,N} + \phi_{k,N})} \end{bmatrix} \quad (2)$$