비선형 위성 채널에서의 위성 WCDMA 시스템 성능 평가

변정호, 서동욱, 황순업, 서종수
연세대학교 전기전자공학과
{prosniper, d.seo, hsu777, jsseo@yonsei.ac.kr}

Performance Evaluation of Satellite WCDMA System in Nonlinear Satellite Channel

Jeong-Ho Byeon, Dong-Wook Seo, Soon-Up Hwang and Jong-Soo Seo
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

요 약

본 논문에서는 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 시스템의 비선형 위성채널에서의 성능을 평가한다. 위성 통신 시스템은 비선형 고출력 증폭기(High Power Amplifier, HPA)가 사용되며, 전송 채널은 라이시안 페이딩 (Rician Fading)으로 모델링한다. 고출력 증폭기의 비선형성과 다중 사용자간의 간섭에 의한 성능 열화 정도와 WCDMA 시스템에서 신뢰성 있는 전송을 위해서 사용하는 터보 부호의 코딩 이득을 평가하고 다중 사용자가 접속했을 때 비선형 증폭기의 power back-off 값에 따른 성능을 분석한다. 또한, 터보 부호의 파라미터에 의한 이득 성능을 평가하고 WCDMA 위성 시스템의 성능 최적화 결론을 도출하였다.

I. 서론

3 세대 개인 통신시스템은 다양한 형태(음성, 영상, 데이터)의 정보를 요구하고 고속 전송뿐만 아니라 상황에 맞는 다양한 전송률을 요구하고 있다. WCDMA 방식은 기존 CDMA 방식과는 달리 가변 전송 속도를 보장하고 또한 고속 전송을 보장하기 위한 오류 정정 (Forward Error Correction) 방법으로 터보 부호를 사용함으로써 대용량의 정보 전송을 가능하게 한다. 특히 WCDMA 는 지상에서뿐만 위성을 이용한 통신을 한다. WCDMA 시스템에서 사용하는 수신기는 레이크 수신기 (Rake Receiver)으로 최대비 합성 (Maximal Ratio Combining, MRC)기법을 사용하여 신호를 복원한다.

WCDMA 시스템에서 OVSF(Orthogonal Variable Spreading Factor) 부호를 사용하여 사용자 구분을 할 경우, 이론적으로는 확산 부호 (Spreading Factor, SF) 와 같은 수의 사용자의 동시 접속이 가능하나, 실제 위성 통신 시스템에서는 사용자들의 송신 전력 차에 의한 near-far effect 에 의한 간섭 영향이 발생하고, 고출력 증폭기의 비선형성에 의하여 수신 신호의 성능 열화를 가져와서 다중 사용자 수는 제약을 받게 된다. 또한, 위성 시스템은 비선형성에 의한 성능 저하를 감소시키기 위하여 HPA 의 IBO (Input Back-Off)을 조정하여 성능 최적화를 수행해야 한다. FEC 로 사용하는 터보 부호 복호기의 반복(Iteration) 횟수를 최적화하여 수신 성능을 최적화해야 한다.

본 논문은 위성 채널 환경인 2-ray 라이시안 채널에서, 터보 부호의 부호 이득 (Coding Gain)을 평가 하기 위해 단일 사용자 환경에서 2-finger 레이크 수신기를 사용하여 터보 부호를 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때의 성능을 비교하여 터보 부호의 부호 이득을 평가한다. 또한, 위성 채널 환경에서 다중 사용자 환경에서 터보 부호을 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 성능을 각각 평가한다. 비선형 채널에서의 성능 평가를 위하여 다중 사용자 환경에서 터보 코드를 사용한 환경에서 고출력 증폭기의 IBO 값을 변화시켜 성능 분석을 수행한다. 마지막으로 터보 부호의 반복 횟수를 변화시킬 때의 달라지는 성능을 분석하기 위해 다중 사용자가 접속할 때 특정한 HPA 의 IBO 값에서 터보 복호기의 반복 횟수를 변화시켜 성능을 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 WCDMA 기반 위성 시스템 모델을 설명하고 모델 환경을 구현하기 위한 모의 전산 환경에 대해 설명하고 모의 전산 환경을 통해 나온 결과를 3 장에서 분석한다. 끝으로 4 장에서 결론을 내린다.

II. 위성 WCDMA 시스템 모델

2.1 WCDMA 시스템

3 GPP TS. 25 표준은 지상 셀룰라 환경의 고속 휴대 단말기를 위하여 제정 되었으나, 동일한 물리 계층을 위성 시스템에 적용할 수 있도록 설계되어 있다. 시스템 분석에 사용된 시스템 파라미터는 다음 표 1 과 같다. [1]

표 1. WCDMA System Parameter

Access Scheme	DS-CDMA
Duplex Scheme	Frequency Division Duplex (FDD)
Chip Rate	3.84 Mcps
Data Speed	~2 Mbits/s
Forward Error Correction	Turbo code, Convolutional Code
Data Scrambling	Programmable Gold Code
Orthogonal Spreading	OVSF Code

일반적인 위성 채널 모델은 한 개의 직접파 성분과 다수개의 반사파 성분으로 이루어진 라이시안 채널로 모델링 된다. 이 때 대다수의 경우에서 직접파의 성분이 반사파의 성분보다 강하므로, 전산모의실험에서는 다수개의 반사파 성분 대신 1 개의 반사파 성분만을 유효 반사파로 하여 실험을 수행하였다.