

TDD OFDM system에서의 효율적인 pre-equalization기법

*최신일, 양승익, 오혁준
광운대학교 전자통신공학과

e-mail : wangjacsi@kw.ac.kr, sanjini5@kw.ac.kr, hj_oh@kw.ac.kr

An efficient pre-equalization technique for TDD OFDM systems

*Shin-Il Choi, Seung-Yik Yang, Hyuk-Jun Oh
Department of Electronics and Communications Engineering,
Kwangwoon University

Abstract

This paper investigates an efficient pre-equalization technique that can be applied on the up-link of a time division duplex (TDD) orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) systems. This technique provides the spectral efficiency by omitting the usage of training sequences on the up-link. In this paper, the performance of a variety of pre-equalization techniques is analyzed and simulations are performed by applying power efficient pre-equalization algorithms with phase and amplitude & phase pre-equalization in the Rayleigh fading channel.

I. 서론

이동통신 시스템에서 수신 성능을 높이기 위해서는 다중 경로 페이딩현상에 의한 신호왜곡을 보상해야 한다. 기존의 통신시스템에서는 수신부에 등화기를 사용함으로 인해 잡음성분의 증폭에 의한 성능열화가 발생하고 채널추정을 위한 training 심볼전송으로 시스템의 오버헤드 증가 문제를 가진다. 이를 해결하기 위해서 TDD OFDM 시스템에서 uplink전송 시에 training

심볼을 없애고 downlink를 통해 미리 예측한 채널상태를 가지고 전송데이터를 pre-equalization하여 보냄으로써 시스템의 효율은 높이고 잡음의 원하지 않는 증폭을 막아 성능열화를 줄일 수 있다.

본 논문에서는 이러한 pre-equalization기법의 적용 시에 송신 파워의 변화를 크지 않도록 하기 위해 제한된 pre-equalization factor를 사용하여 신호를 전송하고 페이딩이 심한 subcarrier에 한에서는 사용을 하지 않음으로써 수신 성능을 높였다. 성능분석은 QPSK, 16QAM 변조된 신호를 사용하여 Rayleigh 페이딩 채널 상에서 pre-equalization factor에 따른 성능차이를 살펴보았다.

II. 본론

채널의 추정은 pilot신호나 특정 알려진 패턴의 training신호를 보냄으로써 추정할 수 있다. 그러나 채널 추정의 정확성을 위해서는 많은 수의 pilot신호가 data에 삽입되어야 하거나 여러 번 training신호를 전송해야 하는데 이는 시스템의 주파수 효율성에 있어서나 데이터 전송속도에 있어서 오버헤드를 증가시킨다. 따라서 pre-equalization 기법을 모바일의 uplink 신호전송에 수행한다고 하면 이러한 오버헤드의 증가를 막을 수 있다. 아래 그림 1은 TDD OFDM 시스템에서 uplink에 pre-equalization기법을 적용한 시스템 모델이다.

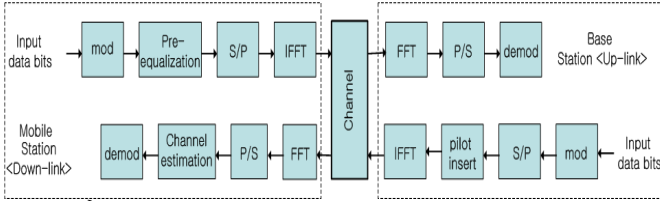


그림 1. TDD OFDM system with pre-equalization

식 1에서 i 는 i 번째 심볼, k 는 k 번째 subcarrier, R 은 수신 신호, H 는 채널응답, n 은 노이즈성분과 X 는 전송신호를 나타낸다. 따라서 노이즈성분에는 영향을 주지 않으므로 노이즈 증폭을 막는다.

$$R_{i,k} = X_{i,k} E_{i,k} H_{i,k} + n_{i,k} \quad (1).$$

채널에 의한 phase 왜곡만을 보상하는 기법은 식2에 표현하였는데 phase shift keying(PSK)계열의 변조방식에 적용할 수 있으며 이러한 방식은 불필요한 전송 power의 증가를 피하는 장점이 있다. 반면에 phase와 amplitude모두를 보상하는 방식은 식3과 같으며 QAM과 같은 phase뿐 아니라 amplitude도 변조하는 방식에서 신호를 보상하는데 유용하다.

$$R_{i,k} = X_{i,k} e^{-j\angle \hat{H}_{i,k}} H_{i,k} + n_{i,k} \quad (2).$$

$$R_{i,k} = X_{i,k} \frac{|H_{i,k}|}{|\hat{H}_{i,k}|} e^{j(\angle H_{i,k} - \angle \hat{H}_{i,k})} + n_{i,k} \quad (3).$$

III. 시뮬레이션

다음 그림 2와 3은 레일리 페이딩 채널에서 pre-equalization 기법의 비트 오류율 성능을 각각 QPSK와 16QAM 변조에서 살펴본 것이다. 시스템 파라미터로는 64-point FFT를 사용하였고 4-tap의 multipath 레일리 페이딩 채널환경과 모바일의 속도 50km/h, 캐리어 주파수는 5GHz로 설정하였다.

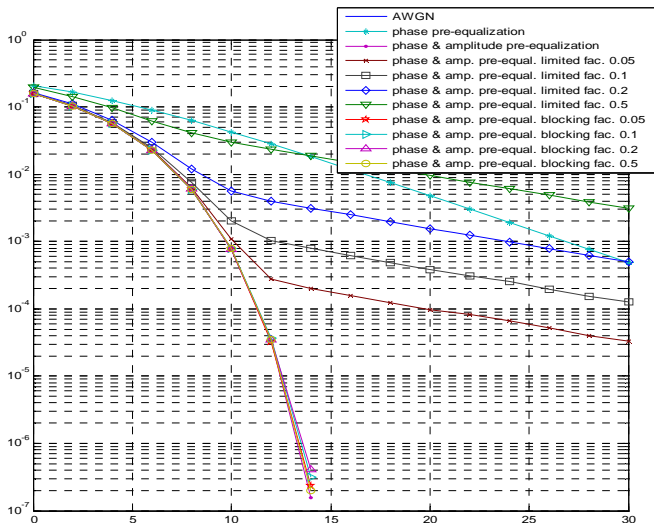


그림 2. QPSK 변조를 이용한 BER 그래프

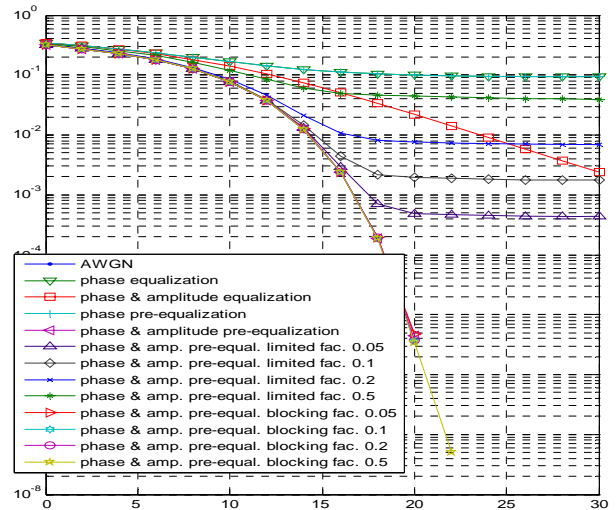


그림 3. 16QAM 변조를 이용한 BER 그래프

시뮬레이션을 통해 살펴본 결과 예상한 대로 수신단에서의 equalization은 노이즈성분의 증가로 인하여 성능열화가 심한 것을 알 수 있다. 또한 신호보상을 위한 pre-equalization factor의 제한 값이 작을수록 더욱 성능은 좋아지는 것을 볼 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 TDD OFDM 시스템에서 수신 성능은 높이고 시스템의 오버헤드를 줄이는 효율적인 pre-equalization에 대해 분석하였다. 채널응답에 대한 완전한 보상과 pre-equalization factor값을 제한하는 기법, 페이딩이 심한 subcarrier에 대하여 블로킹하는 기법을 성능 분석하였다. 시스템의 power에 제한이 있을 경우 제한된 pre-equalization factor값을 사용할 수 있다. 향후 AMC기법과의 결합을 통해 더욱 시스템에 맞는 효율적 pre-equalization기법을 연구할 것이다.

참고문헌

[1] Liu Da-wei, Tang You-xi, Li Shao-qian, "Performance analysis of TDD OFDM systems with phase and amplitude and phase-equalization," *IEEE VTC 2004 fall*, Vol. 1, pp. 529-533, Sept. 2004.

[2] Keller, T, Hanzo, L, "Sub-band adaptive pre-equalised OFDM transmission," *IEEE VTC 1999 fall*, Vol.1, pp. 334-338, Sept. 1999.

[3] John G.Proakis, *Digital Communications*, 3rd edition, New York: McGraw-Hill, 1995.