

개선된 성좌도 확장 기법을 통한 PAPR 감소 기법 연구

정인재[°], 김용석^{**}, 최형진^{*}
 성균관대학교 정보통신 공학부, ^{**}삼성전자 통신연구소
 hjchoi@ece.skku.ac.kr

A Study of PAPR Reduction Algorithm Using Enhanced Constellation Extension

Injae Jung[°], Yongserk Kim^{**}, Hyungjin Choi^{*}

[°]School of Information and Communications Engineering, Sungkyunkwan University,
^{**}Telecommunication R&D Center, Samsung Electronics., LTD

요 약

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)시스템은 단일 반송파 시스템과는 달리 다수의 부 반송파로 변조된 신호를 전송하기 때문에 PAPR(Peak to Average Power Ratio)이 상당히 큰 특성을 가진다. 높은 PAPR은 시스템의 전력 효율을 저하시킬 뿐 아니라 비선형 증폭 문제로 인해 신호의 왜곡을 유발시킴으로 수신 성능 저하를 초래한다. 따라서 본 논문에서는 PAPR 감소를 위하여 기존의 성좌도 확장 기법을 개선한 PAPR 감소 기법을 제안한다. 제안된 알고리즘은 수신단에서 신호 복원을 위한 별도의 부가 정보가 요구되지 않으므로 데이터 전송 효율 감소가 없다는 특징이 있다. 모의 실험은 IEEE 802.16d OFDMA 시스템을 기반으로 수행하였으며, 기존의 성좌도 확장 기법과 비교했을 때 평균 PAPR은 약 3.7dB, CCDF 성능은 10^{-5} 을 기준으로 약 3.5dB의 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있다.

I. 서론

다중 반송파 전송 방식 중 하나인 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기술은 각 부반송파들이 직교성을 유지하며 전송되기 때문에 대역폭 효율 면에서 상당히 우수한 특징이 있으며, IFFT 이후 변조된 심벌은 각 데이터 성분들에 비해 그 길이가 상대적으로 길기 때문에 단일 반송파를 이용하는 방식보다 다중 경로에 의한 주파수 선택적 페이딩이나 협대역 간섭에 강하다는 장점을 가지고 있다. 또한 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)와 FFT 같은 디지털 신호처리와 VLSI(Very Large Scale Integration) 기술이 발전됨에 따라 고속으로 동작하는 시스템을 구현할 수 있다는 점에서 최근 많은 주목을 받고 있다. 그러나, OFDM 시스템과 같이 다중 반송파를 사용할 경우, 각 부반송파 출력 신호의 위상이 증첩되는 현상이 발생하여 PAPR(Peak to Average Power Ratio)이 크다는 단점이 있다. 큰 PAPR은 AD converter와 DA converter의 복잡도를 증가시키고, RF 전력 증폭기의 효율을 감소시킨다. 따라서 OFDM 시스템의 PAPR을 감소시키기 위해서 신호 왜곡 기법, 부호화 기법, 스크램블링 기법 등 많은 알고리즘이 연구되고 있다[1].

신호 왜곡 기법(Distortion techniques)의 경우 구현이 용이하나 신호의 왜곡으로 인한 수신 성능 감소를 초래하며, 부호화 기법(Coding techniques)은 신호 왜곡 현상은 없지만 Redundancy 추가로 인하여 전송 효율이 감소하는 단점이 있다. 또한 스크램블링 기법

(Scrambling techniques)은 부블록수가 증가할수록 연산량이 지수적으로 증가하며 위상 정보를 반드시 전송해야 신호 복원이 가능하므로 위상 정보 손실이 발생하면 성능이 크게 저하되는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점들을 가지지 않는 성좌도 확장 기법을 소개하고 이 알고리즘의 PAPR 성능을 더욱 향상시킬 수 있는 새로운 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 II장에서는 기본적인 성좌도 확장 기법과 이를 개선한 알고리즘을 소개하고 III장에서는 모의 실험을 통해 각 알고리즘의 성능을 분석한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺는다.

II. PAPR 감소 알고리즘

1. 성좌도 확장 기법

그림 1은 성좌도 확장 기법의 블록도를 나타낸다.

기본적인 성좌도 확장 기법의 원리는 다음과 같다. 먼저 주파수 영역 데이터 심벌 $X[k]$ 에 대해서 IFFT 통과 이후 시간 영역의 신호 $x[n]$ (식 (1))은 그 크기 $|x[n]|$ 과 위상 $\theta[n]$ 로 분리될 수 있다. 여기서 N 은 FFT 크기를 나타낸다.

$$x[n] = \sum_{k=1}^N X[k] e^{-j\frac{2\pi nk}{N}} = |x[n]| e^{j\theta[n]} \quad (n=1, 2, \dots, N) \quad (1)$$