

선택적 Exclusive-OR 연산을 사용한 OFDM시스템의 PAPR감소를 위한 연구

서민구, 공형윤

울산대학교

sminkoo@mail.ulsan.ac.kr, hkong@mail.ulsan.ac.kr

A study on PAPR reduction of OFDM System Using Selective Exclusive-OR Method

Seo Min Gu, Kong Hyung Yun

Department Electrical Engineering, University of Ulsan

요약

OFDM 시스템은 다중 반송파 변조기술의 한가지로 부반송파 간에 직교성을 유지하여 대역폭을 감소 시키는 방법이다. 대역폭 감소에 따라 전송효율을 향상시킬 수 있으며, 단일 반송파 시스템에 비해 페이딩 채널 환경에서 성능이 우수한 시스템이다. 이런 장점들 때문에 무선 LAN 표준으로 채택되어 현재 무선통신 분야에서 OFDM 시스템의 사용이 점점 증가하고 있다. 그러나 OFDM 시스템은 많은 수의 부반송파를 가지고 있고, 이 다수의 부반송파 중첩으로 인해 PAPR이 커지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 선택적인 Exclusive-OR 연산을 통해 PAPR을 감소시키는 방법을 제안한다. 제안하는 시스템을 모의실험을 통해 기존 시스템과 비교, 분석하여 BER 특성도 향상되는 것을 보인다.

1. 서론

최근 무선 멀티미디어 시대를 맞아 무선으로 고속의 대용량 데이터를 전송하는 방식이 요구되고 있다. 특히 휴대용 대용량 저장장치의 발달로 이런 현상은 더욱 가속화 될것이다. OFDM 시스템의 기본 개념은 직렬로 입력되는 데이터열을 N 개의 병렬 데이터열로 변환하여 각각 분리된 부반송파에 실어 전송함으로써 데이터율을 높이는 것이다. 이때 부반송파는 직교성을 유지할 수 있도록 적절히 선택해야 한다. 이러한 직교성으로 인하여 각 부반송파는 스펙트럼상에서 중첩이 허용된다. 또한 수신기에서는 간단한 신호처리 기법으로 부반송파를 분리해낼 수 있다. 이로 인하여 하나의 반송파를 사용하여 데이터를 순차적으로 전송하는 경우보다 전송되는 심볼의 간격이 길어져 채널의 지연시간 영향과 임펄스 잡음의 영향을 덜 받게 된다. 또한 연속된 심볼간의 간섭을 줄일 수 있어 다중 경로 채널에 대해 강하며 채널 동화의 복잡도를 줄일 수 있고, 일반적인 주파수 분할방식에 비하여 스펙트럼의 효율을 높일 수 있다. 이런 장점들 때문에 OFDM 시스템은 다른 전송 방식에 비해 광대역 전송에서 유리한 면을 가지며, 방송분야에서는 유럽의 디지털 오디오 방송(DAB) 및 디지털 비디오 방송(DVB)의 전송방식으로 채택되었으며, 5GHz 대역 무선랜 분야에서도 규격안(IEEE 802.11a)으로 채택되었다. 또한 광대역 무선 접속 시스템(IEEE 802.16 BWA)에서도 OFDM 방식이 채택되어 사용된다[4]. 위에서 살펴본 바와 같이 OFDM 전송 방식은 광대역 전송에 유리하기 때문에, 차세대 광대역 시스템에 많이 사용되고 있다. OFDM 시스템은 이런 장점을 가지고 있는 전송방식이지만 몇가지 문제점을 가지고있다. 특히 각 반송파들이 중첩될 때 PAPR 값이 커지는 것은 큰 문제점이 되고있다. PAPR 이 발생하면 통신채널에 비선형 왜곡 현상이 일어난다. 이 때문에 ADC 와 DAC 의 복잡도를

증가시키는 등 OFDM 시스템에 큰 문제점이 되고 있다. 이러한 OFDM 시스템의 PAPR 을 감소하기 위한 방법은 크게 다음의 3 가지 부류로 분류할수 있다. 첫째는 신호 왜곡기법, 두번째로 부호화 기법, 마지막으로 스크램블링 기법이 있다. 본 논문에서는 입력 데이터에서 PAPR 이 최대가 되는 시퀀스를 선택적으로 Exclusive-OR 연산을 해서 평균이하의 PAPR 로 낮추어 전체 평균 PAPR 이 감소하도록 변환하는 방법을 제안한다. 제안한 시스템은 기존 시스템 비해 입력 4 비트마다 1 개의 추가 입력 비트가 필요하지만 PAPR 평균을 줄임으로써 BER 특성에서도 더 좋은 특성을 보였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존의 PAPR 감소를 위해 제안된 기법들과 PAPR 개념에 대해 알아보고, 3 장에서는 제안한 Exclusive-OR 기법의 장점과 송·수신방법을 설명하며, 4 장에서 모의실험을 통해 제안한 시스템의 성능을 분석한후 5 장에서 결론을 맺는다.

2. PAPR 개념과 감소를 위한 기법

OFDM 시스템은 여러 개의 반송파를 사용하는 다중 반송파 전송의 일종으로 N개의 부반송파로 구성된 기저대역의 OFDM 시스템의 신호는 식(1)과 같다.

$$f_i(t) = \sum_{n=0}^{N-1} c_n^i \exp \left\{ j \left(\frac{2\pi n t}{T} \right) \right\} \quad (0 \leq t < T) \quad (1)$$

여기서 $j = \sqrt{-1}$, T는 한프레임의 시간 지속시간, N은 부캐리어들(frame size)의 수 이고, c_n^i 은 Ith 프레임의 nth 부캐리어에 의해 변조된 심볼이다.