

서브 시퀀스 위상 최적화 (SPO) 를 이용한 새로운 OFDM 신호의 PAPR 저감 방법

윤 여중^o, 임 선민, 은 창수

충남대학교 정보통신공학과

A New OFDM PAPR Reduction Scheme Using Sub-sequence Phase Optimization

Yeojong Yoon^o, Sunmin Lim, Changsoo Eun

Dept. of Information Communications Engineering, Chungnam National University

yjyoon@mission.cnu.ac.kr^o, smlim@mission.cnu.ac.kr, eun@ieeee.org

요 약

OFDM 신호는 일반적으로 높은 PAPR 을 갖는데 높은 PAPR 의 신호는 고전력 증폭기를 비선형 영역에서 동작 하게 하여 송신 신호가 왜곡되어 송수신 성능이 나빠진다. 본 논문에서는 높은 PAPR 을 감소시키기 위하여 서브 시퀀스 위상 최적화 (SPO) 기법을 제안한다. SPO 기법은 복소수 심볼들을 몇 개의 서브 블록으로 나누어 각각을 부분 IFFT 한 뒤, 각 결과에 적당한 위상 회전 요소를 곱해서 PAPR 을 저감화 시키는 기법이다. 기존의 방법들은 여러 개의 IFFT 를 사용하므로 계산량이 많아 실용성이 떨어지는데 비해 본 논문에서 제시한 SPO 기법은 IFFT 의 계산량을 줄이면서 기존의 PTS 기법과 비슷한 PAPR 저감 성능을 가진다.

1. 서론

최근 이동통신의 급속한 발달과 함께 멀티미디어에 대한 수요가 급격하게 늘어나게 됨에 따라 무선 이동통신 채널에서 전력 및 대역 효율이 우수한 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

직교 주파수 분할 다중화 (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) 기술은 다중 반송파 기술로서 광대역의 정보를 여러 개의 부반송파에 분산하여 전송함으로써 고속 데이터 전송과 지연확산에 의한 심볼간 간섭 문제를 효율적으로 해결할 수 있다. 그러나 다수개의 부반송파가 동 위상에 위치하는 시점에서 큰 진폭을 갖게 되므로 고전력 증폭기가 비선형 영역에서 동작하게 되어 신호 품질이 떨어진다. OFDM 신호의 왜곡을 줄이기 위해서는 증폭기 입력 신호의 PAPR(peak-to-average power ratio) 을 저감시키거나 선형성이 좋은 전력 증폭기를 사용하여야 한다.

본 논문에서는 PAPR 을 저감하는 기존의 방법들 중 PTS 기법에 대해서 설명하고, 새로운 방식인 서브 시퀀스 위상 최적화 (sub-sequence phase optimization) 기법을 제안한다.

$x(t)$ 를 전송신호라 할 때, PAPR은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{PAPR} = 10 \log_{10} \frac{\max\{|x(t)|^2\}}{\text{mean}\{|x(t)|^2\}} \quad (1)$$

2. PTS 기법과 SPO 기법

2.1 PTS (partial transmit sequence) 기법

PTS 기법은 입력 데이터 시퀀스를 여러 개의 서브 블록으로 나누고, 나누어진 서브 블록에 적당한 위상 회전 인자들을 곱해서 낮은 PAPR 을 갖도록 하는 방식이다[1][2].

입력 OFDM 심볼 \mathbf{A}_n 은 V 개의 겹치지 않는 벡터 $\mathbf{A}_n^{(v)}$ ($v=1, 2, \dots, V$) 로 나누어진다. 복소수 값을 갖는 위상 회전 인자들은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$b_n^{(v)} = e^{+j\varphi_n^{(v)}}, \quad \varphi_n^{(v)} \in [0, 2\pi), \quad 1 \leq v \leq V \quad (2)$$

입력 OFDM 심볼 \mathbf{A}_n 에 위상 회전 인자를 곱한 새로운 심볼 $\hat{\mathbf{A}}_n$ 은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\hat{\mathbf{A}}_n = \sum_{v=1}^V b_n^{(v)} \mathbf{A}_n^{(v)} \quad (3)$$

각 벡터 $\mathbf{A}_n^{(v)}$ 에 속하는 모든 부 반송파에는 동일한 위상 $b_n^{(v)}$ 가 곱해진다. 수신된 신호로부터 전송된 데이터를 복구하기 위해서 수신단에서는, 송신에 사용된 위상 세트 (phase set) 에 대한 정보가 필요하다. 각각의 위상 회전 인자를 곱한 서브 블록은 IFFT 의 선형성에