

OFDM 신호의 PAPR 감소를 위한 저복잡도의 SLM-PRSC 결합 기법

한승우*, 양석철, 신요안
 숭실대학교 정보통신전자공학부

A Low Complexity SLM-PRSC Hybrid Scheme for OFDM PAPR Reduction

Seungwoo Han*, Suckchel Yang, and Yoan Shin
 School of Electronic Engineering, Soongsil University
 E-mail : *muse16@amcs.ssu.ac.kr

Abstract

In this paper, to improve OFDM PAPR reduction performance of the conventional SLM method, we propose an effective SLM-PRSC hybrid scheme based on the repeated utilization of identical PRSC sequences in time domain. In the proposed scheme, after performing the SLM for the frequency domain OFDM symbol excluding the pre-determined PRSC positions, the final SLM-PRSC hybrid sequence with the lowest PAPR, which is generated by adding the time domain PRSC sequence to the results of the SLM is selected as the transmitted OFDM symbol. In particular, since the identical PRSC sequences generated *a priori* are repeatedly used for every OFDM symbol, excessive IFFT calculations are avoided. Moreover, the selected PRSC symbols in the frequency domain may be utilized as an overhead information for the SLM. Simulation results reveal that the proposed SLM-PRSC hybrid scheme can remarkably improve the PAPR reduction performance of the conventional SLM, while avoiding excessive increase of IFFT and PAPR calculations and the overhead for the SLM.

I. 서론

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템은 많은 장점들로 인해 최근 W-LAN (Wireless Local Area Network), 휴대인터넷 등의 고속 멀티미디어 무선 네트워크 및 디지털 라디오와 TV 방송의 무선 전송 방식으로서 큰 관심을 받고 있다. 하지만, 다수의 부반송파로 변조된 신호를 결합하여 전송하는 OFDM 시스템에서는 전송 신호의 진폭이 매우 크게 변하며 결국 전송 신호의 최대전력대평균전력비, 즉 PAPR (Peak-to-Average Power Ratio)이 단일 반송파 시스템에 비해 매우 크게 되는 단점을 갖게 된다.

한편, 본 저자들은 기존 OFDM PAPR 감소 기법들중 SLM (Selective Mapping)의 성능 개선을 위해 동일한 시

간 영역 시퀀스를 반복 사용하는 효과적인 SLM-PRSC (PAPR Reduction Sub-Carrier) 결합 기법을 이미 제안한 바 있다[1]. 이 기법은 매 OFDM 심벌마다 미리 준비된 동일한 시간 영역 PRSC 시퀀스를 이용하게 되어 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 연산 횟수의 증가를 방지하고 선택된 주파수 영역 PRSC 심벌은 SLM 용 오버헤드로 사용 가능한 장점이 있는 반면, PRSC 위치 개수가 증가함에 따라 PAPR 계산량이 지수적으로 증가하는 단점 또한 갖게 된다. 이에 본 논문에서는 기존에 제안된 기법[1]에서 PRSC 위치 개수가 증가함에 따라 PAPR 계산량이 급격하게 증가하는 단점을 보완한 새로운 저복잡도의 SLM-PRSC 결합 기법을 제안한다.

II. 본론

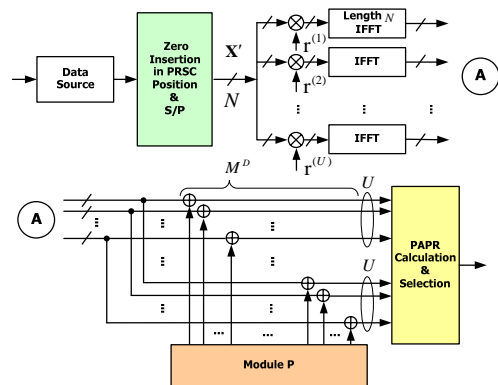


그림 1. 기존에 제안된 SLM-PRSC 결합 기법을 이용한 OFDM PAPR 감소 방안[1]

기존에 제안된 SLM-PRSC 기법[1]은 선택 가능한 PRSC 심벌 수가 M 이고 PRSC 개수가 D 일 경우에 PAPR 계산량이 M^D 가 되어 D 가 증가할수록 PAPR 계산량이 지수적으로 급격하게 증가되는 단점이 있다. 그림 1 에서는 기존에 제안된 SLM-PRSC 결합 기법을

이 논문은 정보통신부 ITRC 프로그램의 지원으로 이루어짐

이용한 OFDM PAPR 감소 방안을 나타내고 있으며 그림 2 에서는 기존에 제안된 SLM-PRSC 결합 기법에서 PRSC 시퀀스 생성의 사전 생성을 위한 “Module P”의 구성을 나타내고 있다.

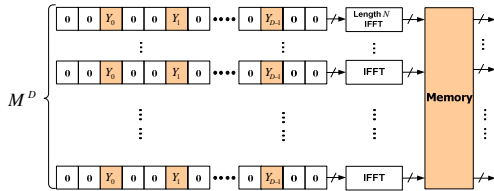


그림 2. 기존에 제안된 SLM-PRSC 결합 기법에서 PRSC 시퀀스 생성의 사전 생성을 위한 “Module P”의 구성[1]

반면에 본 논문에서 제안된 기법은 [1]에서와는 달리, 두 단계에 걸쳐 PRSC 심벌을 삽입하는 방식으로서 SLM 에서의 위상 시퀀스 개수가 U 이고 첫 단계를 통해 삽입되는 PRSC 위치 개수가 $A = \log_M U$ 인 경우 PAPR 계산량은 $U + \{M \times (D - A)\}$ 가 된다. 따라서, D 가 증가하여도 PAPR 계산량이 선형적으로만 증가하게 되므로 [1]에서 보다 훨씬 적은 PAPR 계산량이 요구된다.

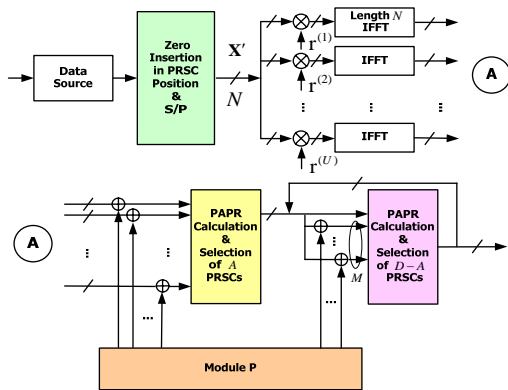


그림 3. 제안된 저복잡도 SLM-PRSC 결합 기법을 위한 블록도

그림 3 은 제안 기법에 대한 블록도로서, 크게 D 개의 PRSC 위치를 선택한 후 0 을 삽입하는 과정, 이를 기반으로 SLM 을 수행하는 과정, 그리고 시간 영역 PRSC 시퀀스가 저장된 Module P와 SLM 된 시퀀스들을 순차적으로 결합하여 가장 낮은 PAPR 을 갖는 최종 SLM-PRSC 시퀀스를 선별하는 과정으로 구성된다. 첫 단계에서는 먼저, 선택 가능한 PRSC 심벌 수가 M 일 경우 D 개의 PRSC 위치중에서 $U = M^A$ 이 되도록 A 개의 PRSC 위치를 선택하고 SLM 을 통과한 U 개의 시간 영역 시퀀스들에 U 개의 PRSC 시퀀스 조합들을 순차적으로 더한 후, PAPR 계산을 통해 가장 낮은 PAPR 값을 갖는 시퀀스를 선택한다. 다음, 두번째 단계에서는 남아있는 PRSC 위치에 대하여 순차적으로 M 개의 저장된 PRSC 시퀀스를 첫 단계에서 선택된 시퀀스에 더

해서 PAPR 을 계산하여 앞서 결과들과의 비교를 통해 가장 낮은 PAPR 값을 가지는 시퀀스를 갱신하고, 이런 절차를 $(D - A)$ 번 반복하게 된다. 이 때, U 개의 시간 영역 시퀀스에는 각각 하나의 PRSC 시퀀스가 더해지기 때문에 수신단에서 A 개의 PRSC 조합을 통해 위상 정보를 알 수가 있으므로, SLM 에 대한 부가 정보가 불필요하다. 또한, 매 OFDM 심벌마다 미리 준비된 동일한 시간 영역 PRSC 시퀀스를 이용하게 되어 IFFT 연산 횟수의 증가를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 PRSC 위치 개수 D 가 증가하더라도 기존에 제안된 SLM-PRSC 기법[1]에서와 같이 PAPR 계산량이 급격하게 증가하지 않게 된다.

III. 실험결과

그림 4 와 표 1 에서는 기존 SLM, 기존 SLM-PRSC 기법[1]과 제안된 SLM-PRSC 결합 기법의 PAPR 감소 성능과 연산량을 비교하고 있다. 결과에서 알 수 있듯이 제안된 SLM-PRSC 결합 기법은 기존 SLM 에 비해 월등히 우수한 PAPR 감소 성능을 보이며, 동시에 기존 SLM-PRSC 기법에 비해 훨씬 적은 PAPR 계산량을 요구하면서도 거의 유사한 성능을 보임을 알 수 있다.

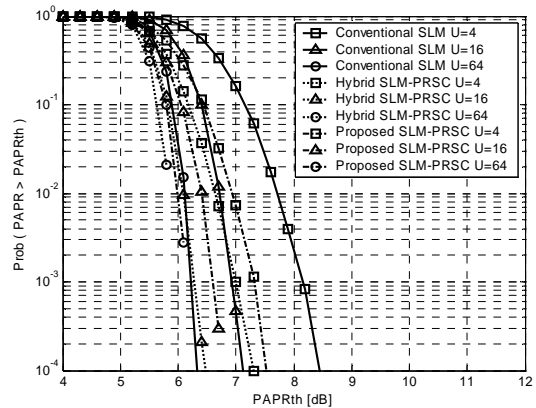


그림 4. 일반적인 SLM, 기존 SLM-PRSC [1]와 제안된 SLM-PRSC 결합 기법의 PAPR 감소 성능 비교 ($N = 64, D = 4, \text{QPSK}, U = 4, 16, 64$)

표 1. 여러 기법들의 연산량 비교

	SLM	Hybrid SLM-PRSC	Proposed SLM-PRSC
# of IFFTs	U	U	U
# of PAPRs	U	M^D	$U + \{M \times (D - A)\}$
# of Overhead Bits	$\log_2 U$.	.

참고문헌

[1] 한승우, 양석철, 신요안, “동일한 시간 영역 PRSC 시퀀스를 반복 사용하는 효과적인 SLM-PRSC 결합 기법,” 제16회 통신정보 합동 학술대회 (JCCI 2006) 논문집, 2006년 4월.