

# 시변 주파수 선택적 채널에서 Zero padding을 이용한 단일 반송파 시스템의 주파수축 등화기법

\*채혁진, 김동구

\*연세대학교, 전기전자공학과

\*(kidsknight, dkkim)@yonsei.ac.kr

## Frequency Domain Equalization with Zero Padding for SC-CP System in Doubly Selective Channels

Hyuk-Jin Chae, Dong-Ku Kim

School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

### 요 약

SC-CP나 OFDM시스템은 기본적으로 1-tap 등화기를 사용하기 위해서는 한 블록 내에서 채널이 변하지 않아야 한다. 하지만 모바일이 빠르게 이동하는 상황에서는 한 블록 내에서도 채널이 변하게 되며 이는 ICI를 발생시키는 원인이 된다. 본 논문에서는 시간 축에서 시변 현상이 어떻게 주파수 축에서 ICI를 유발하는지 분석하고 이러한 분석을 통하여 Zero padding을 이용한 ICI 제거 기법을 설명하고 그에 따른 성능을 모의실험을 통하여 확인하여 보았다. 모의실험에서는 제안된 방식이 기존의 1-tap 등화기와 비교하여 비트 오류 확률 측면에서 오류 진파 현상이 현저히 줄어드는 것을 확인하였다. 하지만 송신기에서 Zero padding을 통하여 대역폭 효율을 감소시킨 것은 단점이 된다.

### 1. 서 론

적교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식[1]에서는 송신기에서 inverse fast Fourier transform(IFFT)을 이용하여 신호를 송신하게 된다. 이때 시간축 신호에서는 높은 PAPR(peak to average power ratio)로 인하여 많은 문제점이 발생하게 된다. 따라서 OFDM 시스템에서는 이를 해결하기 위해 적절한 알고리즘이 요구되거나 넓은 범위의 선형 특성을 갖는 증폭기를 설계하여야 한다. 반면에 FFT를 사용하여 주파수축에서 다중경로 간섭을 줄일 수 있다는 점은 계산량면에서 큰 장점을 가진다. SC-CP(Single Carrier with Cyclic Prefix) 시스템은 OFDM 시스템과 매우 유사하게 FFT를 사용하여 효율적으로 주파수축 등화기를 이용하여 다중경로로 인한 간섭을 제거한다. 또한 송신기에서 IFFT를 사용하지 않기 때문에 PAPR 문제를 피할 수 있다 [2], [3]. SC-CP 시스템에서 낮은 복잡도의 수신기를 설계하기 위해서는 FFT와 IFFT 연산이 수신기에서 수행되어야 한다.

주파수축 등화기는 OFDM과 SC-CP 시스템의 중요한 장점이다. 두 시스템 모두 데이터를 블록단위로 보내고 보호구간(guard interval)을 필요로 한다. 순환 보호구간(Cyclic Prefix)의 삽입은 채널의 다중경로 시간 지연 현상을 순환 컨벌루션(Cyclic Convolution)으로 바꾸어 준다.

이것은 FFT 알고리즘을 사용하여 주파수축 곱셈으로 변환시켜주는 역할을 한다. 만약 순환보호구간이 사용되지 않으면 Overlap-add/save FFT 알고리즘을 사용하여야 한다[4].

지금까지 언급한 주파수축 등화기에 대한 내용은 모두 한 FFT 블록 동안은 채널이 변하지 않는다고 가정하였다. 하지만 모바일이 고속으로 이동하는 상황에서는 채널이 한 FFT 블록 이내에서도 변할 수가 있다. 이것을 Doppler spread하고 한다. 그리고 Doppler와 Delay spread 모두 일어나는 채널을 이중 선택적 채널(Doubly Selective Channel)이라고 한다. 한 FFT 블록 내에서 채널이 변하게 되면 ICI(inter carrier interference)가 발생하게 되고 이는 시스템 성능에 심각한 영향을 미치게 된다. 이러한 이중 선택적 채널에서 ICI를 줄이기 위한 여러 가지 방법들이 제안되었다. MMSE 방식 [5], [6], PCC(polynomial cancellation coding)[7], matched filtering [8], time domain filtering[9] 그리고 Taylor series expansion[10] 이 있다.

본 논문에서는 시간 축에서 시변 현상이 어떻게 주파수 축에서 ICI를 유발하는지 분석하고 이러한 분석을 통하여 SP-CP 시스템에서 Zero padding을 이용한 ICI 제거 기법을 제안한다. 그에 따른 성능을 모의실험을 통하여 확인하여 보고 이 방식이 가지는 장, 단점에 대하여 논의할 것이다.