

Mobile Channel 환경을 고려한 FFT 윈도우 위치 복원 알고리즘 설계

임중선*, 김민구**, 최형진*
*성균관대학교 정보통신 공학부, **삼성전자 통신연구소
*hjchoi@ece.skku.ac.kr, **mingu.kim@samsung.com

A design of the FFT window selection algorithm for mobile channel environment

Jung sun Um*, Min gu Kim**, Hyung jin Choi*
*School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University,
**Telecommunication R&D Center, Samsung Electronics., LTD

요 약

Burst 방식의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Modulation) 신호에 대한 일반적인 FFT(Fast Fourier Transform) 윈도우 위치 복원은 고정 무선 채널 환경을 가정 했을 때, 프레임 동기 이후 보호구간을 제거함으로써 간단히 수행할 수 있다. 그러나, 다중 경로 무선 채널 환경에서는 OFDM 심볼의 위상 불연속 지점이 FFT 윈도우 내에 위치할 수 있으며 이러한 영향으로 부반송파 간의 간섭(ICI : Inter Carrier Interference)이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 다중 경로 무선 채널 환경에서의 이러한 문제점을 해결하기 위하여 전송 채널의 응답 특성을 이용한 FFT 윈도우 위치 복원 알고리즘을 제안한다. FFT 윈도우 위치 검출을 위하여 주파수 옵셋에 강한 차동 검출 방식(Differential Detection)을 적용하였으며, 다중 경로 채널의 응답 특성 검출 이전에 대략적 주파수 동기를 수행함으로써 보다 안정적인 FFT 윈도우 위치 복원이 가능하도록 하였다. 모의 실험은 IEEE 802.16d의 OFDMA 시스템을 기반으로 수행하였으며, 그 결과 제안된 알고리즘이 기존 방식에 비해 검출 오류 확률(Detection Error Probability)을 약 2 배 정도 줄일 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

I. 서론

OFDM(A)(Orthogonal Frequency Division Modulation / Multiplexing Access) 시스템을 기반으로 하는 최근의 Wireless MAN 은 기존 Wireless LAN 과는 달리 고정된 육내 무선 채널 환경 뿐만 아니라 이동성을 고려한 다중 경로 페이딩 환경에서도 동작할 수 있도록 설계된다. Burst 방식의 OFDM(A) 시스템은 프레임 동기를 통하여 수신 신호를 검출하고, FFT 를 사용하여 수신 신호를 복조 하므로 FFT 윈도우 위치 복원을 수행한다. 일반적으로 프레임 시작 위치를 검출하기 위한 프레임 동기는 주파수 동기 보다 선행되므로 주파수 옵셋의 영향에 둔감한 방식을 적용해야 한다. 프레임 동기 알고리즘 중 차동 검출 방식을 이용하여 최대 상관값을 찾는 알고리즘은 신호의 단순 상관을 이용하는 방법이나 Timing Metric 을 이용하는 방법에 비하여 주파수 옵셋에 강한 것으로 알려져 있다[1]-[2]. 정확한 FFT 윈도우 위치 복원은 시간 동기 오류에 의해 발생 가능한 ISI(Inter Symbol Interference) 및 ICI 현상에 따른 성능 열화를 방지할 수 있다. 단일 경로 채널 환경에서 수신된 신호의 FFT 윈도우 위치 복원은 프레임 시작 위치를 검출하고 송신단에서 추가된 보호구간을 제거함으로써 비교적 간단히 수행할 수 있다. 그러나, 전력 차이가 크지 않은 다중 경로 신호에 대해 단순히 가장 큰

상관값을 추정하여 윈도우 위치를 결정한다면, 이전 경로의 OFDM 심볼 경계 부분, 즉 위상 불연속 지점이 FFT 윈도우 위치 내에 놓여질 가능성이 발생한다. 이러한 경우 ISI 및 ICI 가 발생하게 되어 수신 성능이 감쇄되는 현상이 일어난다.

따라서, 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같다. 먼저, 차동 검출 방법을 적용하여 최대 전력을 나타내는 프레임 시작 지점을 선택한다. 선택된 위치 이전의 다중 경로 성분을 검출하기 위하여 보호구간 쪽으로 이동된 FFT 윈도우에 대한 채널 응답 특성을 관찰하고, 채널 응답 전력값이 일정한 임계값 보다 크게 나타나는 위치 중 가장 앞선 지점을 검출하여 FFT 윈도우 위치 복원을 수행한다. 또한, 채널 응답 특성을 추정하는 과정에서 주파수 옵셋의 영향을 줄이기 위해 대략적 주파수 동기가 선행되는 구조를 제안한다. 모의 실험은 IEEE 802.16d OFDMA 규격에서 제시하는 preamble 을 이용하며, 본 알고리즘의 성능을 기존의 알고리즘과 비교하여 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 차동 검출 방식을 이용한 기존의 프레임 동기 알고리즘에 대해서 설명한다. 3 장에서는 제안된 구조인 채널응답특성을 이용한 FFT 윈도우 위치 복원과 대략적 주파수 동기에 대하여 설명한다. 4 장에서는 알고리즘에 대한 모의 실험을 통한 분석을 수행하며, 마지막으로 5 장에서 결론을 도출한다.