

PN 부호의 순환 천이 및 상관 특성을 이용한 OFDM 심벌 시간 오프셋 추정 기법

°양석철, 조창훈, 신요안
송실대학교 정보통신전자공학부
°ysc0809@amcs.ssu.ac.kr

OFDM Symbol Timing Offset Estimator Using Cyclic Shifting and Auto-correlation Properties of PN Codes

Suckchel Yang, Changhoon Cho, and Yoan Shin
School of Electronic Engineering, Soongsil University

본 논문은 정보통신부 ITRC 연구비 지원의 결과임

요 약

본 논문에서는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서 가장 중요한 사안 중의 하나로 고려되는 동기 문제의 해결을 위해, PN (Pseudo Noise) 부호의 순환 천이 및 상관 특성을 이용하여 OFDM 심벌 시간 오프셋을 효과적으로 추정하는 기법에 대해 제안하고 그 성능을 분석한다. Modified Minn 방법에서 나타나는 다중경로 채널로 인한 성능 열화를 방지하기 위해 송수신단에서 동일한 PN 부호를 사용하고, 더불어 다중경로 채널의 Delay Spread를 감안한 Timing Metric을 설계한다. OFDM 심벌 시간 오프셋 추정을 위한 모의실험을 수행한 결과, 제안된 기법이 Modified Minn 방법에 비해 다중경로 채널 환경에 월등히 강한 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

1. 서론

최근 들어 W-LAN (Wireless Local Area Network), 휴대 인터넷 등의 고속 무선 멀티미디어 네트워크 및 디지털 방송을 위한 전송 방식으로써 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템이 큰 관심을 받고 있다. OFDM 시스템은 일반적인 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 계열의 변조 방식을 이용하여 변조된 데이터 심벌들을 다수의 직교 부반송파 (Sub-carrier)를 통해 전송하는 방식으로써, 전체 대역을 다수의 협대역 직교 부채널 (Sub-channel)로 분할하고 이를 통해 데이터를 전송하게 된다. 이러한 OFDM 시스템은 인접한 부반송파간에 직교성을 유지함으로써 높은 대역폭 효율을 가지며, 각각의 부채널에서는 간단한 단일탭 등화기로 채널의 왜곡을 보상할 수 있기 때문에 주파수 선택적 페이딩 (Frequency Selective Fading) 채널에 강한 특성을 갖게 된다[1]. 또한, 송수신단에서 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 및 FFT 알고리즘을 각각 사용하여 간단하게 시스템을 구현할 수 있으며, 심각한 인접 심벌간 간섭 (Inter Symbol Interference; ISI) 문제를 Cyclic Prefix (CP)를 사용하여 용이하게 해결할 수 있다[1].

하지만, OFDM 시스템의 장점은 부반송파간의 직교성이 유지되는 경우에만 가능하며, 직교성이 파괴되는 경우에는 인접 채널간 간섭 (Inter Carrier Interference; ICI)이 발생되어 시스템 성능을 크게 저하시키는 결과를 초래하게 된다[1]. 이러한 ICI와 더불어 ISI을 일으키게 하는 가장 핵심적인 원인 가운데 하나가 바로 OFDM 시스템 수신단 동기부에서 발생하는 주파수 및 심벌 시간 오프셋이

다. 특히, 수신단 FFT를 수행함에 있어서 발생하는 심벌 시간 오프셋은 정확한 시간 동기에서 벗어나게 될 경우 ISI와 ICI 모두를 발생시키게 되므로 OFDM 시스템에서는 무엇보다도 정확한 심벌 시간 동기화가 필수적이다.

한편, 보다 정확한 OFDM 심벌 시간 동기화를 위해서는 무엇보다도 효과적인 오프셋 추정을 위해 우수한 특성을 갖는 Timing Metric의 설계가 필수적이라고 할 수 있다. 이를 위해 Minn 방법에서는, 기존 Schmidl 방법[2]에서의 문제점인 CP 구간에서의 Plateau 방지를 위해 서로 다른 부호를 갖는 동일한 시간 샘플들이 반복된 Preamble을 구성하여 대칭적인 Timing Metric을 설계하였고[3], Modified Minn 방법에서는 서로 대칭적이면서 공액 복소 관계에 있는 시간 샘플들로 Preamble을 구성하여 우수한 직교성을 갖는 Timing Metric을 설계함으로써 앞서의 Minn 방법을 개선하였다[4]. 하지만, 이들 방법 모두 송수신단에서 구성된 Preamble만을 의존하여 심벌 시간 동기화를 수행해야 하기 때문에 다중경로 채널로 인한 성능 열화의 가능성이 존재하게 된다.

이를 보완하기 위해, 본 논문에서는 PN (Pseudo Noise) 부호의 순환 천이 및 상관 특성을 이용하여 OFDM 심벌 시간 오프셋을 효과적으로 추정하는 기법에 대해 제안하고 그 성능을 분석한다. 제안 기법에서는 송수신단에서 시간 동기화를 위해 동일한 PN 부호를 사용하고, 더불어 다중경로 채널로 인한 성능 열화를 방지하기 위해 채널의 Delay Spread를 감안한 보다 효과적인 Timing Metric을 이용하여 동기를 추정하게 된다. 이를 위해 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 OFDM 시스템에서 심벌 시간 오프셋이 미치는 영향, 그리고 3절에서는 Minn 방법을 비롯한 기존의 OFDM 심벌 시간 동기화 방법에 대해 각각 설명하였고,