

OFDM 시스템에서 최대 우도 함수를 이용한

정수 부분 주파수 오프셋 추정 방법

*윤재한, *남도원, **임정석, *윤동원, *박상규

*한양대학교, **국가기술보안연구소

jhyoon0212@ihanyang.ac.kr, dwyoon@hanyang.ac.kr, skpark@hanyang.ac.kr

Integer Frequency Offset Estimation Method

in OFDM Systems using Maximum Likelihood Function

*Jae Han Yoon, *Do Won Nam, **Jeongseok Lim, *Dongweon Yoon, *Sang Kyu Park

*Hanyang University, Seoul, Korea, **National Security Research Institute, Korea

요약

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템은 주파수 오프셋에 민감하다는 단점을 가지고 있다. 주파수 오프셋은 정수 부분과 소수 부분으로 구분할 수 있다. 정수 부분 주파수 오프셋은 부반송파 사이의 직교성에는 영향을 주지 않지만, 수신된 데이터 심벌들 간에 순환성 천이를 일으켜 비트 오류 확률이 0.5가 되게 한다. 이 논문에서는 가산 백색 가우시안 잡음(AWGN)을 가정하고, 두 학습 부호를 필요로 하는 이제까지의 방법을 바탕으로 학습 부호가 하나만 필요하고 최대우도(Maximum Likelihood: ML) 함수를 이용한 새로운 정수 부분 주파수 오프셋 추정 방법을 제안한다. 모의실험을 통해 다중 경로 페이딩(multipath fading) 채널에서도 이전의 방법과 비교하여 향상된 성능을 가짐을 보인다. 제안한 방법은 학습 심벌의 수를 줄여 줄 뿐만 아니라, 복잡성을 늘이지 않으면서 기존 방법보다 나은 성능이 우수하다.

I. 서론

초고속 멀티미디어 서비스를 위한 고속의 데이터 전송을 위한 변조 기술로서 여러 개의 반송파를 사용하는 다수 반송파 전송의 일종인 OFDM이 각광을 받고 있으며 또한 4세대 변조 기술로 채택될 것으로 기대되고 있다. OFDM은 1990년 초에 무선 LAN기술로서 처음 장려되어 이미 유럽의 디지털 라디오와 디지털 비디오 방송 시스템(DAB, DVB)에 사용되어 왔으며, 최근에는 5-GHz 광대역 무선 LAN(HIPERLAN/2, IEEE802.11a) 등의 변조방식으로 채택되어 사용되고 있다[1].

OFDM은 광대역의 무선 채널을 여러 개의 협대역 채널로 분할하여 보내기 때문에 주파수 선택적 채널 왜곡에 쉽게 대처할 수 있다는 장점이 있다. 또한 부반송파 직교성을 이용하여 다수의 디지털 변조파를 서로 겹친 형태로 보내기 때문에 주파수 이용효율을 높일 수 있으며, 이는 유무선 채널에서의 고속 데이터 전송을 가능하게 한다[2].

이런 고속 데이터 전송을 가능케 하는 OFDM 시스템은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 그 중 하나는 전송단과 수신단의 오실레이터의 불일치로 인해 발생하는 주파수 오프셋의 영향에 민감하다는 것이다[3]. 주파수 오프셋은 부반송파 간격의 배수인 정수 부분과 부반송파 간격보다 작은 소수 부분으로 구분할 수 있다. 소수 부분 주파수 오프셋(FFO)은 부반송파간의 직교성을 무너뜨려 인접 부반송파로부터의 간섭(ICI)을 발생시켜 OFDM 수신기의 성능을

저하시킨다. 한편 정수 부분 주파수 오프셋(IFO)은 부반송파 사이의 직교성에는 영향을 주지 않지만, 수신된 데이터 심벌들 간에 순환성 천이를 일으켜 비트 오류 확률이 0.5가 되게 한다.

OFDM 시스템에서 주파수 오프셋을 추정하는 연구는 활발히 진행되어 왔으며, 눈 먼(blind) 추정 방법[4][5]과 자료 의존적(data-aided) 추정 방법[6][7][8]으로 분류가 된다. Schmidl은 주파수 오프셋을 추정하기 위해서 두 학습 심벌을 사용한다[6]. Schmidl은 1/2 심벌주기 안에 반복되는 첫째 학습 심벌을 사용하여 소수 부분 주파수 오프셋을 보상하고, 남은 정수 부분 주파수 오프셋을 찾고자 둘째 학습 심벌과 상관을 계산한다. Chen은 Schmidl과 같이 두 학습 심벌에 관한 데이터들 사이의 차등 부호화(differential coding)를 바탕으로, ML 함수를 이용하여 정수 부분 주파수 오프셋을 추정한다[7]. Kim은 첫째 학습 심벌의 짝수 부반송파의 학습 데이터가 주파수 영역에서 차등 부호화 된다. 첫째 학습 심벌 하나만 사용하여 성능이 떨어지거나 복잡성이 늘어나지 않는 주파수 오프셋 추정 방법을 제안하고 있다[8].

이 논문에서는 데이터 전송 효율을 높이기 위해서 짝수 부반송파의 학습 데이터가 차등 부호화 된 학습 심벌 하나만을 사용하고 추정 성능 개선을 위해 ML 함수를 이용한 새로운 정수 부분 주파수 오프셋 추정 방법을 제안한다. 제안한 방법의 성능을 주파수 오프셋의 없음(missing) 확률로 보여준다. 제안한 방법이 AWGN과 시간에 따라