[4-6] # DFT 기반의 개선된 OFDM 채널 추정 방법

강 연 수, 박 현 철
한국정보통신대학교 공학부
{yskang and hpark}@icu.ac.kr

Modified DFT-based Channel estimation

Yeonsu Kang and Hyuncheol Park
School of Engineering,
Information and Communications University

요약

본 논문에서는 기존에 제안된 DFT 기반 채널 추정 방법이 채널의 최대 지연시간에 의해 성능이 결정 되는 문제점을 유효 채널 구간을 추정하는 방법을 이용하여 개선하였다. 유효 채널 구간의 추정은 특정 문턱 값을 이용해 결정 할 수 있는데 , 이 문턱 값은 유효 채널 구간에 채널의 MSE 가 최소화 시키기 위한 채널 전력과 잡음 전력의 관계에서 구할 수 있다. 제안한 채널 추정 방법을 사용할 경우 WLAN 과 같이 RMS 지연 시간이 변화하는 채널환경에서도 채널의 최대 지연 시간에 적응적으로 변화하며 채널 추정 성능을 향상 시킬 수 있다.

I. 서론

OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)방식은 다수의 부반송파를 이용한 데이터 전송 방식으로 차세대 무선 이동 통신 기술로 그 중요성이 부각되고 있다. 이러한 OFDM 전송방식은 반송파의 수만큼 각 채널에서 전송주기가 증가하게 된다. 이 경우 고속데이터의 전송 시, 광대역을 사용함으로써 나타나게 되는 주파수 선택적 채널 특성이 협대역 채널로 근사화 되기 때문에 단일 반송파 시스템보다 간단한 등화기 구현으로 좋은 성능을 낼 수 있다. 채널 추정의 한 방법으로, 훈련 심볼을 이용한 추정 채널 값을 채널이 변하지 않는 일정한 상관 시간 동안에 적용 시키는 DD(Decision Directed)방법 이 있다. 이 방법의 경우 채널이 빠르게 변화 하는 채널 환경의 경우 성능이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 빠르게 채널이 변화하는 환경에서는 특정 부반송파에 파일럿 신호를 연속적으로 실어 보내는 방법을 이용한다. 이 경우 가장 간단한 형태인 LS 을 이용한 채널 추정방법과, 주파수 영역의 채널 상관성을 이용하여 추정 채널 오차 값을 최소화 시키는 LMMSE 채널 추정기법[1]이 있다. 또한 LMMSE 는 SVD(singular value decomposition) 기법[1]을 이용해 복잡도를 감소시키는 방법이 있다. LS 을 이용한 채널 추정방법은 복잡도는 낮지만 성능이 좋지 않다. LMMSE 를 이용한 채널 추정방법은 성능은 좋지만 매우 높은 복잡도와 채널의 통계적 특성을 알 고 있어야 하는 단점이 있다. 이런 주파수 영역의 채널 추정방법과 달리 변환 영역에서의 채널 추정 방법들이 연구되어 왔다[2]-[6]. LS 로 추정한 채널의 주파수 특성대하여 적응적인 필터를 적용하는 방식[2]과 주파수 영역의 추정 채널 값을 다시 시간 영역으로 환원하여 채널의 임펄스 응답을 추정하는 방법들이 연구되어 왔다[3][4]. 하지만, DFT 기반의 채널 추정 방법의 경우 채널의 임펄스 응답의 유효 길이에 따라 채널 추정의 성능이 결정된다[6]. 따라서, DFT 기반의 채널 추정 방법의 경우 유효 채널의 길이를 결정하는 것이 중요하다. 기존의 DFT 기반 채널 추정 방법의 경우 유효 채널을 시스템이 사용되는 환경을 고려하여 채널의 최대 지연시간의 두 배로 설정하여 사용하였다[6]. 이 경우 채널 추정의 성능은 최대 지연 시간에 의해 결정 되므로 채널의 지연 시간이 짧은 경우에도 좋은 채널 추정 성능을 기대 할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 유효 채널의 길이에 따른 DFT 채널 추정 방법의 성능을 분석하고 적응적인 유효 채널의 길이를 추정할 수 있는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 기본 OFDM 시스템 모델을 II 장에서 설명하고 DFT 기반 채널 추정 방법을 설명한다. III 장에서는 채널의 최대 지연시간에 따른 채널 추정 성능을 분석하고 유효 채널 길이를 추정하는 방법을 제안하였다. IV 장에서는 컴퓨터 실험을 통한 성능을 검증하였고, V 장에서 결론을 내리고 있다.

II. 시스템 모델

II.a OFDM 시스템 모델

송신단에서 생성된 OFDM 신호가 다중 경로 채널을 거처 수신된 신호는 아래와 같이 표현 할 수 있다.

$$y[n] = x[n] \otimes h[n] + w[n] \tag{1}$$

여기서 n 은 시간 영역의 샘플 인덱스이고, $\otimes$ 는 컨볼루션을 나타낸다. $h[n]$은 불연속 시간 영역의 채널의 임펄스 모델로 아래와 같다.

$$h[n] = \sum_{i=0}^{L-1} \alpha_i \delta[n - \tau_i] \tag{2}$$

여기서,

- α_i 는 i 번째 채널 경로의 복소 채널 이득을 의미하고,
- τ_i 는 i 번째 채널 경로의 지연시간을 나타내고,
- L 은 전체 채널 경로 수를 나타낸다.

$w[n]$ 은 평균이 영이고, 분산이 σ_t^2 인 백색잡음을 나타낸