

고속의 채널환경에서 OFDM 시스템을 위한 파일럿 심볼을 이용한 채널추정기법

강연석, 황태욱, 김영수, 김진상, 서덕영
경희대학교 전파공학과
E-mail : kysf62@empal.com

Pilot-Symbol-Aided Channel Estimation Method for OFDM Systems in Rapid Fading Channel

Yeon-Seok Kang, Tae-Wook Hwang, Young-Soo Kim, Jin-Sang Kim, Duk-Young Suh
Department of Radio Engineering, Kyunghee University

요 약

본 논문에서는 Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) 시스템의 성능 향상을 위해 파일럿 심볼을 이용한 향상된 채널 추정 알고리즘을 제안한다. 기존의 LMMSE 알고리즘을 이용한 채널 추정 방법은 파일럿 심볼만을 채널 추정에 이용함으로써 파일럿 간격이 멀어짐에 따라 성능이 현저하게 떨어지는 단점이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 파일럿 사이의 채널을 선 추정하고 이 추정된 값을 다시 파일럿과 함께 이용하여 채널을 추정하는 채널추정기법을 제안하였다. 제안된 채널추정 알고리즘은 고속의 채널환경하에서 향상된 성능의 결과를 얻을 수 있었다.

I. 서 론

OFDM 방식은 무선 통신 시스템에서 고속의 데이터 전송을 하고자 할 경우 다중경로 채널에 의해 발생하는 심각한 주파수 선택적 페이딩에 쉽게 대처할 수 있는 장점이 있다. 그래서 고속 데이터 전송에 가장 적합한 방식으로 가장 유력하게 검토되고 있다. [1] 여기서 채널 추정은 데이터 전송 성능을 더욱 향상시키는데 중요한 기술이다. OFDM 시스템에서 채널 추정과 트래킹 과정을 없애기 위해 차동 검출을 사용할 수 있다. 하지만 이는 동기식 검출과 비교하여 3~4dB 정도의 SNR 손실이 있다. 따라서 OFDM 시스템의 성능 향상을 위한 동기식 검출을 사용하는데 있어 정확한 채널추정은 중요한 과제이다. [2] 채널 추정기법에는 크게 결정지향 채널추정과 파일럿 심볼을 이용한 채널추정 (PSAM) 두 가지 형태로 나눌 수 있다. [3]

결정지향 채널추정기법은 동기식 검출을 위해 OFDM 시스템에서 이용되어 왔다. [2], [4], [5] 이 기법은 적은 연산량을 가지고 채널을 추정하고 보상할 수 있다. 하지만 빠르게 변화하는 채널에서는 성능이 급격히 떨어진다. [6] PSAM 채널추정기법은 시간에 따라 빠르게 변화하는 채널환경에 적응하기 위해 파일럿을 지속적으로 삽입하여 이 파일럿 심볼의 선형 조합을 통해 채널을 추정하는 기법이다. PSAM 채널추정 기법은 1차원 보간, 2차원 보간, 그리고 2차원 보간을 두 개의 1차원 보간으로 분리하여 이루어지는 알고리즘들이 제안되어 왔다. [3], [7], [8]

기존의 LMMSE 알고리즘을 이용한 채널 추정 기법은 MSE 관점에서 좋은 성능을 보이지만 이 기법이 파일럿 신호만을 채널 추정에 이용함으로써 파일럿 간격이 멀어짐에 따라서 성능이 현저하게 떨어

지는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존의 방식에서 먼저 파일럿의 중간에 위치한 채널값을 추정하여 이 추정된 값을 다시 파일럿과 함께 이용하는 기법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 2장에서 무선 채널과 채널 추정을 위한 OFDM 시스템을 간단히 소개한다. 3장과 4장에서는 기존의 PSAM 기법과 제안된 채널추정 기법을 소개하고 5장에서는 시뮬레이션을 통해 페이딩 채널환경하에서 기존의 채널추정기법과 제안된 채널추정기법의 성능을 비교, 분석한다. 끝으로 6장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 논한다.

II. OFDM 시스템 모델

본 장에서는 PSAM을 위한 OFDM 시스템 모델과 채널 특성 대해서 간단히 소개한다. OFDM 심볼에 대해서 파일럿을 $P[k]$, 데이터를 $D[k]$ 라고 가정하자. 여기서 k 는 총 N 개의 부반송파를 갖는 경우의 부반송파 인덱스를 가리킨다. 이때 순환확장을 포함한 전송되는 OFDM 신호는 다음처럼 표현할 수 있다.

$$s[n] = IFFT_N(P[k]) + IFFT_N(D[k]) \quad (1)$$

$$= p[n] + d[n]$$

여기서 $IFFT_N$ 은 N 포인트 고속 푸리에 역변환을 나타낸다. 만약 적절한 순환확장이 사용되었다면 다중경로 무선 채널 $h[n]$ 를 통과한 후 수신된 OFDM 신호는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$r[n] = s[n] \otimes h[n] + w[n] \quad (2)$$

동기가 완벽하게 맞았다고 가정하면 k 번째 부반