

PAR가 일정한 학습 계열을 이용한 MIMO-OFDM 시스템의 성능 평가

*하정우, **김영민, **김성곤, ***홍성일, *변진식
*동아대학교, **한국폴리텍 VII 부산대학, ***부산정보대학
*ksbyon@dau.ac.kr, **kym@kopo.or.kr, ***sihong@bit.ac.kr

Performance Evaluation of MIMO-OFDM Systems Using Training Sequence with Constant PAR

*Ha Jeong Woo, **Kim Young Min, **Kim Sung Gon, ***Hong Seong Il, *Byon Kun Sik
*Dong-a Univ., **Busan College of Korea Polytechnic, ***Busan Info-Tech College

요 약

본 논문은 ISI가 존재하는 MIMO-OFDM 시스템에 사용되는 새로운 채널 추정 방법을 제안한다. 제안된 방법은 OFDM에서 문제가 되는 PAR를 일정하게 하고, ISI의 영향을 제거하는 특별한 학습 신호를 사용한다. 이러한 학습 계열을 사용함으로써, LS(Least Square) 추정에서 문제가 되는 행렬의 특이값 문제를 피할 수 있다. 시뮬레이션 결과, SNR이 클 때 제안된 방법은 전통적인 방법보다 추정된 채널의 MSE가 20dB 이상 우수함을 확인할 수 있다.

1. 서론

MIMO-OFDM 시스템의 채널 추정 연구의 대부분은 가드 간격이 채널의 최대 지연보다 크다고 가정하였다. 그러나, 이러한 가정은 가드 간격 길이는 송신기의 시스템 파라미터이지만, 최대 지연은 전송 환경에 종속되는 채널 파라미터이기 때문에 MIMO-OFDM 시스템에서는 사용할 수 없다.[1] 또한 ISI는 시스템 성능을 열화시킨다. 이를 해결하기 위해, 본 논문에서는 OFDM 시스템에서 연구된 결과[5]를 MIMO-OFDM 시스템에 인용하기로 한다. 제안된 채널 추정 방법에서는 학습 신호의 PAR가 일정하고, ISI를 제거하는 학습 계열을 사용한다. 또한 제안된 학습 계열을 사용하면, LS 추정에서 문제가 되는 역행렬 계산을 가능하게 할 수 있다.

2. MIMO-OFDM 시스템에서의 최소 자승(LS) 추정

먼저 가드 간격은 모든 전송 경로의 최대 지연보다 크다고 가정한다. 수신기에서 FFT를 한 후, q 번째 수신 안테나의 n 번째 서브 캐리어와 i 번째 OFDM 심볼의 복조 심볼 $Y_q[n, i]$ 는 식(1)과 같다.

$$Y_q[n, i] = \sum_{p=0}^{N_T-1} H_{p,q}[n, i] X_p[n, i] + W_q[n, i] \quad (1)$$

여기서 $H_{p,q}[n, i]$ 는 p 번째 송신 안테나와 q 번째 수신 안테나 사이의 주파수 영역 채널 계수이고, $X_p[n, i]$ 와 $W_q[n, i]$ 는 송신 심볼과 부가 잡음이다. $p=0, 1, \dots, N_T-1$ 과 $q=0, 1, \dots, N_R-1$ 은 송신 안테나 수이다. 그림 1은 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나로 구성되는 MIMO OFDM 시스템이다.

OFDM 심볼 폭 동안에 채널을 변하지 않는다고 가정하면 OFDM 심볼 인덱스 i 는 생략할 수 있다. 모든 서브 캐리어의 복조된 심볼 $Y_q[n], n=0, 1, \dots, N-1$ 를 표현하기 위하여, 다음과 같이 q 번째 수신 안테나에 대응하는 복조 심볼 벡터와 부가 잡음 벡터를 정의한다.

$$Y_q = [Y_q[0], \dots, Y_q[N-1]]^T \quad (2)$$

$$W_q = [W_q[0], \dots, W_q[N-1]]^T \quad (3)$$

N 은 서브 캐리어 수이며, FFT 길 이와 같다고 가정한다.

모든 송신 안테나에서 q 번째 수신 안테나까지의 전송 경로의 채널 계수는 $(N_T \cdot N) \times 1$ 벡터이다.

$$H_q = [H_{0,q}, \dots, H_{p,q}, \dots, H_{N_T-1,q}]^T \quad (4)$$

여기서, $H_{p,q} = [H_{p,q}[0], \dots, H_{p,q}[N-1]]^T$ 는 p 번째 송신 안테나와 q 번째 수신 안테나 사이의 주파수 영역 채널 응답이며, 송신 심볼은 $N \times (N_T \cdot N)$ 행렬이다.