

송 형 준, 김 형 중, 홍 대 식
 연세대학교 전기전자공학과 정보통신연구실
 marylin7@itl.yonsei.ac.kr

A New Doppler Diversity for OFDM Systems in Time-varying Channels

Hyungjoon Song, Hyungjung Kim, and Daesik Hong

Info. and Telecomm. Lab., Dept. of Electrical and Electronic Eng., Yonsei University

요 약

시변 채널에서 OFDM 시스템은 도플러 현상에 의한 부반송파 간의 간섭 (ICI : Inter-Channel Interference) 때문에 매우 큰 성능 열화가 발생한다. 본 논문에서는 성능 열화 요인인 ICI를 “도플러 다이버시티”의 원천으로 이용하는 다이버시티 결합 기법을 제안한다. 도플러 다이버시티 기법은 제안하는 선택 조건을 이용한 혼성 간섭 제거 기법 (HIC : Hybrid Interference Cancellation) 과 Wiener 여파기 (WF : Wiener Filter)를 통해서 효과적으로 구현된다.

모의 실험 결과를 통해 기존 OFDM 시스템의 등화기가 시변 페이딩 채널에서 성능 열화가 심해지는데 반해 제안된 다이버시티 결합 기법이 도플러 다이버시티를 얻어서 비트 에러율 성능이 더욱 향상되며, 또한 성능과 처리 시간의 교환이 가능한 유연한 시스템인 것이 관찰된다.

I. 서 론

차세대 이동 통신 시스템에서는 높은 데이터 전송율과 뛰어난 이동성을 추구하고 있다. 직교 주파수 분할 다중 전송 (OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기법은 고속 데이터 전송을 위해 유망한 통신 기법이다. 그러나 한 OFDM 심볼 안에서의 채널 변화는 부반송파간의 직교성을 파괴시켜 부반송파 간의 간섭 (ICI : Inter-Channel Interference)을 발생시킨다. 이로 인해 기존의 OFDM 수신기에 오류 플로우가 발생된다.

기존에 제안된 시변 채널의 영향을 완화시키는 기법들은 오류 플로우를 완화시키는 ICI 제거 기법에만 초점을 맞춰 연구 되고 있다[1][2].

본 논문에서는 시변 페이딩 채널을 겪은 OFDM 시스템에서 발생한 ICI가 효율적인 검출 기법에 의해 다이버시티의 원천이 될 수 있는 것을 보여 준다. 기존에 제안된 도플러 다이버시티 알고리즘은 주파수축에서 천이된 수신된 신호들을 다수의 수신기를 통해 결합시켜서 구현되는데 주파수의 천이 정도나 수신기의 수를 실험적인 결과에 의해 현상적으로 결정한다[4]. 이러한 다이버시티 기법은 ICI가 존재하기 때문에 수신기 출력 사이의 독립성을 보장하지 못해서 다이버시티 결합 성능이 떨어진다. 본 논문에서는 한 개의 수신기만을 사용하며 간섭 제거 기법을 통해서 ICI를 효과적으로 제거하고 분산된 전력을 여파기를 통해서 결합하는 새로운 도플러 다이버시티 기법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 OFDM 시스템 모델과 시변 채널에 의한 영향을 설명한다. III장에서는 새로운 도플러 다이버시티를 위한 수신기가 제안된다. IV장은 모의 실험 결

과를 보여 주고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 시변 채널에서의 OFDM 시스템 모델

OFDM 수신 신호를 FFT한 k 번째 부반송파의 주파수축 복원 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$Y_k = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} r_n e^{-j2\pi kn/N} + W_k \\ = \sum_{m=0}^{N-1} X_m \sum_{l=0}^{L-1} \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N-1} h_{n,l} e^{j2\pi n(m-k)/N} e^{-j2\pi ml/N} + W_k, \quad (1)$$

여기서 N 은 OFDM 시스템의 총 부반송파 수를 의미하고, L 은 다중 경로 페이딩 채널의 총 경로 수, r_k 는 송신기 FFT 단의 k 번째 입력 신호, X_k 는 OFDM 송신기에서 k 번째 부반송파로의 IFFT 입력 신호, W_k 는 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 주파수 축 백색 복소 가우시안 잡음을 의미한다.

시불변 채널은 식(1)에서 페이딩 채널 계수 $h_{n,l}$ 이 h_l 과 같이 표현되는 경우이다. 여기서 $h_{n,l}$ 은 l 번째 경로의 n 번째 채널 계수이므로 h_l 과 같이 표현되는 것은 시간에 따라 채널이 변하지 않는 경우를 의미한다. 이 경우 k 번째 부반송파의 주파수 축 수신 신호는 다음과 같이 정리 될 수 있다.

$$Y_k = H_k X_k + W_k \quad (0 \leq k \leq N-1), \quad (2)$$

여기서 $H_k = \sum_{l=0}^{L-1} h_l e^{j2\pi lk/N}$ 는 k 번째 부반송파의 채널 주파수 응답이다. 채널이 한 OFDM 심볼 안에서 변화되지 않는 경우 수신