

주파수 인터리빙 MC-CDMA 시스템을 위한 파일럿 채널 기반의 새로운 채널 추정 기법*

김상진, 조영보, 홍대식
연세대학교 전기전자공학과 정보통신연구실
no_overpass@itl.yonsei.ac.kr

A Novel Channel Estimation based on Pilot Channel for Frequency-Interleaved MC-CDMA System

Sangjin Kim, Youngbo Cho, and Daesik Hong
Center for Information Technology of Yonsei University (CITY),
Information and Telecommunication Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engin., Yonsei Univ

요약

본 논문에서는 파일럿 채널 기반 채널 추정기법(PCCE : Pilot Channel-based Channel Estimation)을 기초하여 두 개의 연속적인 부반송파의 정보를 이용한 새로운 채널 추정 기법에 대해 논의 한다. 제안한 추정기법은 두 개의 연속적인 부반송파에 대해 데이터와 파일럿 채널 상호간 직교성을 이용하기 위해 시스템 구조를 변형한다. 제안한 기법은 기존의 PCCE 기법과 다르게 주파수 인터리빙 MC-CDMA (FI-MC-CDMA : Frequency Interleaved MC-CDMA) 시스템에서 채널 상태 정보(CSI : Channel State Information)와 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 컴퓨터 모의 실험을 통해 제안한 기법이 기존의 파일럿 톤 이용 채널 추정(PTCE : Pilot Tone-aided Channel Estimation) 기법 보다 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

I. 서론

다중 반송파 CDMA (MC-CDMA : Multi-Carrier CDMA) 시스템은 주파수 영역에서 확산 코드가 적용되고 확산된 칩들은 각각의 부반송파에 전송된다[1]. 본 논문에서는 FI-MC-CDMA(Frequency Interleaved MC-CDMA) 시스템을 고려한다. FI-MC-CDMA 시스템에서 충분한 인터리빙을 적용하면 주파수 다이버시티(Frequency Diversity)를 얻을 수 있으므로 수신 성능이 향상된다[5].

코히어런트 검파(Coherent Detection)에서 CSI(Channel State Information)에 대한 정확한 추정 은 매우 중요하다. CSI 추정을 위해 PTCE(Pilot Tone-aided Channel Estimation) 기법과 PCCE(Pilot Channel-based Channel Estimation) 기법들이 연구 되었다 [2][3]. PTCE 는 채널 추정치의 평균 자승 오차(MSE : Mean Square Error)를 최소화하고 전송률 낭비를 줄이기 위해 파일럿 패턴의 최적화가 요구되며 파일럿 패턴이 채널 상태에 적합하지 않을 경우 성능이 저하된다. PCCE 는 파일럿 심볼과 데이터 심볼을 구분하기 위해 직교 코드로 확산시켜 부반송파에 전송된다. 따라서 파일럿 패턴 최적화가 불필요하다. 더구나 상관 대역폭과 상관 시간이 적을 경우 PCCE 성능이 PTCE 성능보다 우수하다. 왜냐하면 PTCE 에 의해 얻어진 채널 추정치의 보간법은 주파수 영역과 시간 영역에서 빠른 채널 변화를 충분히 따라가지 못하기 때문이다[3]. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 PCCE 는 주파수 인터

리빙(Frequency Interleaving)파일럿 칩이 다른 주파수 응답을 가지게 되고 역확산 후 파일럿 심볼과 데이터 심볼간 직교성이 유지되지 못하기 때문에 FI-MC-CDMA 에서 사용할 수 없다. 본 논문에서는 PCCE 를 기본으로 두 개의 연속적인 부반송파의 정보를 이용한 새로운 채널 추정 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 기본적인 MC-CDMA 시스템 모델을 설명한다. 다음 III 장에서는 제안한 시스템과 채널 추정 기법을 설명한다. IV 장에서는 컴퓨터 모의 실험 결과를 바탕으로 채널 추정 기법의 성능을 검증하고 마지막으로 V 장에서 결론을 맺는다.

II . 시스템 모델

부반송파의 개수가 N_c 이고 K 명의 사용자가 있는 일반적인 MC-CDMA 시스템을 가정하자. k 번째 사용자의 데이터 비트열은 $M \times 1$ 벡터 $\mathbf{b}_k(n) = [b_{k,1}(n) \cdots b_{k,M}(n)]^T$ 로 주어진다. 여기서 $M (= N_c/SF)$ 은 송신 심볼수, SF 는 확산인수, n 은 시간 지수이다. M 심볼은 직교 코드(OVSF) $\mathbf{c}_k(n) = [c_{k,1} \cdots c_{k,SF}]^T$ 로 확산되고, 각 칩은 주파수 영역에서 M 간격만큼 인터리빙 되어 각각의 부반송파로 전송한다. 따라서 $N_c \times 1$ 벡터는 다음과 같다.

* 본 연구는 삼성종합기술원의 "4G wireless system 의 연구 개발" 과제의 지원에 의해 이루어졌음.