

OFDMA/TDD 시스템을 위한 송신 및 수신 빔형성 기법

허주, 장경희
 인하대학교 정보통신대학원
 khchang@inha.ac.kr

Transmit and Receive Beamforming for OFDMA/TDD System

Joo Heo and KyungHi Chang
 The Graduate School of Information Technology & Telecommunications
 INHA University

요약

이동 통신 시스템의 성능은 다중 경로 페이딩, 지연 확산 및 동일 채널 간섭 (Co-Channel Interference : CCI) 에 크게 영향을 받는다. OFDMA (OFDM-FDMA) 시스템은 OFDM의 특성상 다중 경로 페이딩 및 지연 확산에 쉽게 대처할 수 있다. 또한 OFDMA 시스템은 서브 캐리어 간에 유지되는 직교성을 이용하여 셀 내의 간섭을 피할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 인접 셀로부터 오는 CCI를 감소시키는 면에는 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 인접 셀로부터의 CCI를 감소시키고 상향 링크의 성능을 향상시키기 위하여, 배열 안테나 기술을 OFDMA/TDD 시스템에 적용한다. 또한 하향링크의 성능을 향상시키기 위하여, 배열 안테나의 적응을 위한 파일럿 심벌 구간동안 채널을 추정한다. 이 값을 이용하여 하향 링크 전송시에 송신 다이버서티 기법의 하나인 TxAA (Transmit Adaptive Array)를 적용하였다. 시뮬레이션 결과에 의하면 1-Path 레일 레이 페이딩 채널에서 단일 안테나 시스템에 비하여 상향 및 하향 링크 성능이 크게 개선됨을 알 수 있다.

1. 서론

최근 국내외적으로 4세대 이동통신에 대한 관심이 높아지면서, 4세대 이동통신 시스템의 요구 사항을 만족시키는 시스템에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 특히 직교 주파수 분할 다중화 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : OFDM) 방식은 높은 전송 효율과 간단한 채널 등화 방식을 지원하는 이유로 하여, 4세대 이동통신 시스템에 적용하기에 적절한 방식중의 하나로서 주목받고 있다.

이러한 OFDM 시스템의 장점을 기반으로 하여, 다양한 QoS (Quality of Service)를 만족시키기 위한 다중 사용자 접속 방식인 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDM-FDMA : OFDMA) 시스템에 대한 연구가 진행중이다. OFDMA는 각 사용자에게 서로 다른 서브 캐리어를 할당하는 다중 사용자 접속방식으로서, 사용자의 요구에 맞추어 다양하게 자원을 할당함으로써 다양한 QoS를 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다. OFDMA 방식은 IEEE 802.16a 표준의 물리계층이며, 한국에서 활발히 연구되고 있는 초고속 휴대 인터넷의 무선접속 방식으로 채택된 상태이다. 다중화 방식으로는 하향 링크 및 상향 링크의 주파수를 같이 쓰면서 시간으로 구분하는 TDD (Time Division Duplex) 방식에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. TDD 방식은 한 프레임을 구성하는 하향 링크 및 상향 링크의 슬롯 수를 조절함으로써 비대칭적인 데이터 전송률을 가지는 서비스를 지원할 수 있으며, 채널의 Reciprocity 특성에 의하여 하향 링크 및 상향 링크의 채널 추정을 각각 따로 할 필요가 없다는 장점이 있다.

이동통신 시스템의 성능은 다중 경로 페이딩, 지연 확산 및 CCI에 의해 크게 영향을 받으며, 특히 OFDMA 시스템과

같은 경우에는 인접 셀로부터의 동일 채널 간섭이 시스템 성능 열화의 주된 요인이 된다. 따라서 본 논문에서는 OFDMA/TDD 시스템에 배열 안테나 기술을 적용하여 CCI를 감소시킴으로써 상향 링크의 성능을 개선한다. 또한 하향 링크의 성능을 향상시키기 위하여 수신 배열 안테나의 적응을 위하여 상향 링크로부터 전송되는 파일럿 프리엠블 기간 동안 채널을 추정한다. 하향 링크 데이터 전송시에 송신 다이버서티 기법인 TxAA를 적용하였는데 이는 TDD 시스템의 특징인 채널의 Reciprocity 때문에 가능하다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 논문의 2장에서는 수신 빔형성을 위한 OFDMA/TDD 시스템의 상향링크 모델을 설명하며, 3장은 송신 빔형성을 위한 OFDMA/TDD 시스템의 하향링크 모델에 대하여 설명한다. 4장에서는 송신 및 수신 빔형성 기법이 적용된 OFDMA/TDD 시스템의 상향 링크 및 하향 링크 시뮬레이션 결과를 제시하며, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 수신 빔형성 기법이 적용된 OFDMA/TDD 시스템

그림 1은 수신 빔형성을 위해 배열 안테나가 적용된 OFDMA/TDD 시스템의 상향링크 모델에 해당한다 [1]. OFDMA 시스템의 송신단으로부터 전송되는 신호는 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$x_m = \sum_{n=0}^{N-1} X_n \exp(j \frac{2\pi mn}{N}), \quad 0 \leq m \leq N-1 \quad (1)$$

여기서 N 은 서브캐리어의 수이고 X_n 은 n 번째 서브 캐리어로 전송되는 데이터 심벌을 나타낸다. 각각의 OFDM 심벌은 L 개의 멀티 패스를 가지는 무선 채널로 전송되며, 수신단은

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2003-000-10685-0) 지원으로 수행되었음.