

WiBro 상향링크를 위한 적응적 시간동기 추정 알고리즘

*김정빈, *진영환, **김경수, *안재민

*충남대학교, **전자통신연구원

*jbkim@cnu.ac.kr, *yhjin@cnu.ac.kr, **kksu@etri.re.kr, *jmahn@cnu.ac.kr

Adaptive Timing Algorithm for WiBro Uplink

*Jeong-been Kim, *Younghwan Jin, **Kyungsoo Kim, *Jaemin Ahn

*Chungnam National University, **Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

OFDMA 방식의 무선 다중 접속 시스템의 상향링크에서 기지국으로부터 서로 다른 거리에 있는 각각의 단말들의 시간동기를 위한 적응적 레인징 기법을 제안한다. 제안 기법은 Timing Phase Compensated Frequency Domain Cross-correlation(TPCFDC)와 Frequency Domain Differential Cross-correlation(FDDC)를 동시에 사용함으로써 TPCFDC의 단점인 Round Trip Delay(RTD)의 범위에 따라 증가되는 상관기의 개수를 줄이고 FDDC를 이용하여 반복적인 레인징을 시도함으로써 초기 레인징을 위한 하드웨어 복잡도를 크게 줄일 수 있다. 제안 기법의 성능을 레인징 성공확률과 시도회수 측면에서 모의실험 하였으며 복잡도가 기존에 비해 10 배 가량 감소하더라도 기존 방식과 유사한 레인징 성공 확률을 보임을 확인하였다.

I. 서론

OFDMA 방식의 무선 다중 접속 시스템의 하향링크에서 단말은 기지국으로부터 받는 신호의 동기가 일치된 신호를 수신한다. 하지만 상향링크에서는 기지국으로부터 서로 다른 위치에 있는 단말신호가 기지국에 도달하는 시간이 다르기 때문에 심볼 간 간섭이 발생할 수 있다. 따라서 일반적인 무선 다중 접속 OFDMA 방식 시스템에서는 각각의 단말과 기지국간의 상향링크의 시간동기를 맞추기 위해 레인징 채널을 이용하여 단말의 시간동기를 맞추는 구조를 갖고 있다. TDD/OFDMA 방식을 채택하고 있는 WiBro 시스템에서는 초기 레인징 과정에서 이러한 Timing 동기를 수행한다. 레인징 채널을 이용한 시간동기 알고리즘에는 Time Domain Cross-Correlation(TDCC)[2], Timing Phase Compensated Frequency Domain Cross-correlation(TPCFDC), Frequency Domain Differential Cross-correlation(FDDC)기법이 있다. TDCC는 시간영역에서 레인징 코드와 상호상관을 거쳐 Round Trip Delay(RTD)를 추정하는 기법이다. TDCC는 추정성능이 우수한 반면 최대 RTD를 300 이하 할 때 약 $1024 \times 300 \times N$ 에 해당하는 계산 복잡도를 갖는다. TPCFDC에서는 시간영역의 지연은 주파수영역의 선형적인 위상변화로 나타나게 되는 것을 이용하여 시간영역에서의 지연을 주파수 영역에서 보상한 후, 주파수 영역에서 레인징 코드와 상호상관을 거쳐 RTD를 추정하는 기법이며 추정성능은 매우 좋으나 $144 \times 300 \times N$ 에 해당하는 계산복잡도를 보인다. TPCFDC는 RTD의 범위에 대응하는 상관기로 구성되며 범위와 비례하여 계산복잡도가 증가하게 된다. FDDC는 WiBro 레인징 구조상 4개의 부반송파에 연속되는 레인징 코드의 배열에서 인접한 부반송파와 차동상호상관(Differential Cross-Correlation)을 거쳐 상관 값 내에 포함된 위상 성분을 이용하여 RTD를 추정하는 기법이며 계산복잡도 면에서는 $144 \times 2 \times N$ 로 매우 낮은 값을 가지나 차동상호상관의 특성상 성능이 다른 방식에 비하여 떨어지는 단점이 있다.

이상의 알고리즘을 비교하여 보았을 때 낮은 계산복잡도로 높은 성능을 발휘하는 알고리즘의 필요성이 대두된다. 이에 본 논문에서는 TPCFDC와 FDDC를 결합하여 시간동기를 추정할 수 있는 적응적 레인징 기법을 제안한다.

서론에 이어 II 장에서는 WiBro 시스템의 상향링크 레인징 구조에 대해 신호모델과 함께 살펴보고, III 장에서는 제안된 알고리즘의 구조를 살펴보고, IV 장에서는 모의실험을 통해 제안된 방법의 성능을 분석해 보고, V 장에서 결론을 맺는다.

II. WiBro 레인징 구조와 시간동기 알고리즘

WiBro 시스템의 레인징 채널은 144bit의 레인징 코드를 36개의 4개씩 연속되는 부반송파 그룹단위로 할당되며, 부반송파 그룹의 인덱스는 PUSC 채널할당방식을 사용한다. 초기 레인징과 핸드오프 레인징은 상향링크 초기 접속을 위한 레인징으로 연속되는 상향링크 프레임의 처음 두 심볼에 동일한 코드를 반복한다. 이 때 Cyclic Prefix(CP)로 처음 레인징 코드의 마지막 128 chips를 처음 심볼의 전단에 추가하고, 두 번째 심볼의 처음 128 chips를 두 번째 심볼의 후단에 추가하여 두 심볼의 연속성을 유지시킨다. RTD를 추정하는데 있어 정확한 값을 추정하기는 어렵기 때문에 일반적으로 CP의 약 20~30%의 값을 오차 허용범위로 보고 있으며 이에 ± 20 샘플 범위의 40 샘플을 오차 허용범위로 가정한다.

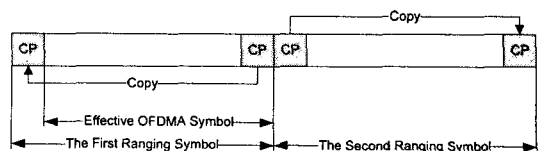


그림 1. 초기 레인징 또는 핸드오프 레인징 채널의 상향링크 프레임 할당구조