

부분적 주파수 재사용의 성능 향상을 위한 sub-channel 차용 기법

안중욱, 조승무, 이태진
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail : *an1000year@skku.edu, {smcho, tjlee}@ece.skku.ac.kr*

Fractional Frequency Reuse with Sub-channel Borrowing

Jong-Wook An, Seung-Moo Cho and Tae-Jin Lee
School of Information and Communication Engineering
Sungkyunkwan University

Abstract

This paper presents fractional frequency reuse (FFR) with sub-channel borrowing to improve spectral efficiency of the wireless broadband (WiBro) system. FFR has constraints on usable sub-channels to balance the interference and cell capacity. Our FFR with sub-channel borrowing allows use of the dedicated sub-channels assigned to neighboring cells. Simulation results show that the proposed FFR with sub-channel borrowing improves the performance of the WiBro system.

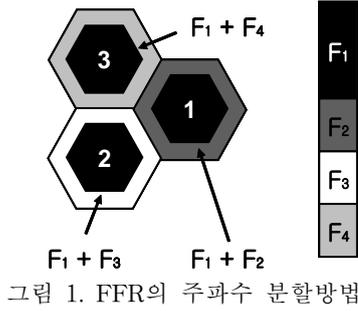
I. 서론

WiBro(Wireless Broadband)는 효율적인 무선 자원 사용을 위해 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용한다[1]. OFDM은 직교성으로 인해 스펙트럼 효율을 향상시킬 수 있고, 다중 경로에 의한 페이딩 현상을 해결하여 고속 데이터 전송에 적합한 특징을 가진다[2].

WiBro 시스템의 효율을 높이기 위해서는 이러한 OFDM 방식 이외에 효율적인 주파수 재사용 기법이

필요하다. 시스템의 수용성을 향상시키기 위해서 주파수 재사용 계수는 1에 근접한 값을 가져야한다. 하지만 인접 셀에서 동일한 주파수를 사용하게 됨에 따라 발생하는 CCI(Co-Channel Interference)의 영향으로 통화 품질 저하 현상이 발생하게 된다. WiBro에서는 이를 해결하기 위한 방안으로 FFR(Fractional Frequency Reuse)를 제안하였다[1]. FFR은 CCI의 영향을 줄이고, 시스템의 수용성을 향상시키기 위해 각 셀에서 사용하는 sub-channel에 제한을 두는 방식을 사용한다. Sub-channel에 대한 제한을 관리하는 방법에 따라 고정 FFR과 동적 FFR로 나뉜다. 고정 FFR은 단순하고 구현이 쉬운 장점을 가지고 있지만, 실시간적으로 변화하는 각 셀의 트래픽 상황을 반영하지 못한다. 이에 반해 동적 FFR은 트래픽의 변화에 따른 요구를 충족시킴으로 시스템의 성능을 향상시키지만, 동적인 sub-channel 할당으로 인해 발생하는 간섭을 줄이기 위한 추가적인 방안을 요구한다.

본 논문에서는 고정 FFR과 동적 FFR의 단점을 해결하기 위해 고정 FFR에 기반을 둔 sub-channel 차용 방식을 제안한다. 2절에서는 FFR과 sub-channel 차용 방식에 대해 소개하고 3절 성능평가에서는 시뮬레이션 결과에 대해 설명한다. 4절에서 결론을 맺고 향후 연구 방향에 대해 논한다.



II. 본론

FFR은 CCI의 영향을 줄이기 위한 방안으로 각 셀에서 사용하는 sub-channel에 제한을 두는 방식을 사용한다. 그림 1은 FFR의 주파수 분할 방법을 나타낸다. F_1 은 모든 셀에 공통으로 할당되는 sub-channel이고, F_2 , F_3 그리고 F_4 는 특정한 셀에만 할당되어 1-tier에 위치한 셀들로부터 간섭의 영향을 받지 않는다. F_1 과 F_2 를 사용하는 셀에 트래픽이 많고 인접 셀에 트래픽이 적을 경우 F_3 , F_4 에 사용가능한 sub-carrier가 있음에도 주파수 자원이 효율적으로 사용되지 않고 낭비되는 현상이 발생된다.

본 논문에서는 고정 FFR의 단점을 보완하기 위해 sub-channel 차용 방식을 제안한다. 각 셀의 기지국은 현재 사용하는 sub-channel에 대한 정보를 공유한다고 가정한다. 통화에 대한 요청이 있을 때 각 셀의 기지국은 자신의 셀에 할당된 sub-channel을 사용자에게 제공한다. 만약 $SINR_{th}$ 이상의 $SINR$ 을 가지는 sub-channel이 존재하지 않을 경우 기지국은 인접 셀의 sub-channel 사용 정보를 참조하여 인접 셀의 sub-channel을 차용하게 된다. 그림 2는 이러한 sub-channel 차용 절차를 나타낸다.

III. 성능평가

WiBro 환경을 고려하여 제안하는 sub-channel 차용 기법에 대한 시뮬레이션을 진행하였다. 19개의 셀을 생성하였고, 기지국은 각 단말에게 사용 가능한 sub-channel 중에서 가장 좋은 채널을 할당하는 방식을 사용하였다. 그림 3은 제안하는 방식과 고정 FFR의 사용자 증가에 따른 throughput 변화를 나타낸다. 주변 셀의 사용자 수는 고정하였고, 기준이 되는 셀의 사용자 수만을 증가시켜 셀의 throughput 변화를 관찰하였다. 기준 셀과 주변 셀의 트래픽 분포가 균일하지 않을 경우 제안 방식이 고정 FFR 보다 높은 스펙트럼 효율을 가지는 것을 확인하였다.

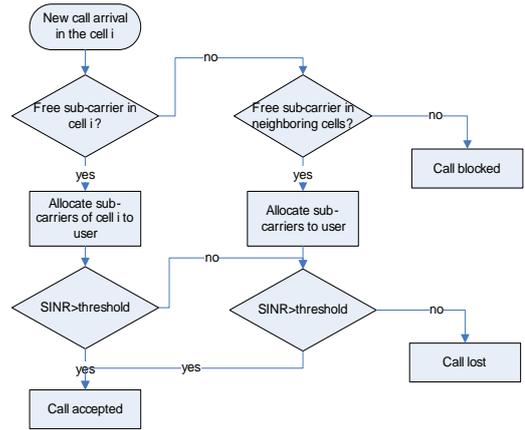


그림 2. Sub-channel 차용 절차

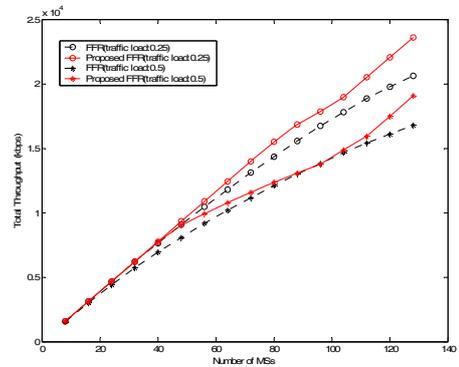


그림 3. 사용자 증가에 따른 시스템 throughput

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 WiBro 시스템에서 변화하는 트래픽을 효율적으로 반영하기 위해 고정 FFR에 기반을 둔 sub-channel 차용 방식을 제안하였다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 방식이 고정 FFR에 비해 높은 스펙트럼 효율을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 실시간적인 주파수 자원 관리의 효율을 높이기 위해 주파수 재할당에 대한 연구가 추가적으로 요구된다.

참고문헌

[1] Mobile WiMAX-Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation, WiMAX Forum, 2006.
 [2] M. Bohge, J. Gross, A. Wolisz, M. Meyer, "Dynamic resource allocation in OFDM systems: an overview of cross-layer optimization principles and techniques," IEEE Network, vol. 21, pp.53-59, Jan.-Feb. 2007.