

IEEE802.16e 기반 다중셀 OFDMA시스템에서의 하향링크 MAP정보에 대한 간섭최소화 전력할당기법

서정연, 강지원, 이충용
연세대학교 전기전자공학과

e-mail : *iamsj@csp.yonsei.ac.kr, kangjw@csp.yonsei.ac.kr, clee@csp.yonsei.ac.kr*

Interference Mitigating Power Allocation Scheme for DL-MAP Information in IEEE802.16e-based Multi-cell OFDMA Systems

Jeongyeon Seo, Jiwon Kang, Chungyong Lee

Department of Electrical and Electronic Engineering
Yonsei University

Abstract

IEEE802.16e-based OFDMA system called WiBro is being serviced commercially. In WiBro system, the base station sends downlink(DL)-MAP information to all mobile stations in each cell. The DL-MAP information is repeated six times, modulated by QPSK, and coded by Convolutional Turbo Coding(CTC) with 1/2 code rate [1],[2]. As the number of mobile stations increases, the DL-MAP size also increases. In this paper, We investigate methods of power allocation and interference cancelation to reduce overhead of the DL-MAP.

I. 서론

IEEE802.16e 기반 OFDMA시스템은 광대역 무선통신 시스템으로 기지국은 셀내에 존재하는 단말들에 대해 DL-MAP이라는 방송정보를 전송하게 되는데 이것은 셀내의 모든 단말기의 위치에 관계없이 항상 전송되는 것을 보장하여야 하기 때문에 낮은 변조지수로

변조되고 여러 번 반복하여 전송하게 된다 [1]. 따라서 단말기의 수가 많아질수록 DL-MAP이 차지하는 부채널수가 점차 증가하게 된다. 이것은 전체 주파수자원에 대해 큰 오버헤드가 된다.

본 논문에서는 이러한 오버헤드를 줄이기 위해 간섭제거 기법과 이러한 간섭제거 기법에 적합한 전력할당 기법을 제안함으로써 기존의 기법과 동일한 성능으로 반복횟수를 줄여서 전송할 수 있도록 한다.

II. 본론

2.1 등가 MIMO구조 변환

현재 SISO기반 WiBro시스템에서 간섭제거 기법을 사용하기 위해서는 등가 MIMO구조로 변환해야 한다. 이를 위해서 두 개의 셀 환경과 DL-MPA을 N번 반복하는 SISO구조는 2개의 전송안테나와 N개의 수신안테나를 가지는 MIMO구조로 등가화 된다. 현재 WiBro시스템에서 N은 6을 사용하고 있다. 셀 경계에 있는 단말기에서의 수신신호 모델은 다음과 같다.

$$\mathbf{y} = \tilde{\mathbf{H}}\mathbf{s} + \mathbf{n} = \mathbf{P}\mathbf{H}\mathbf{s} + \mathbf{n} \quad (2.1)$$

여기서 \mathbf{y} 는 $N \times 1$ 수신신호벡터, \mathbf{P} 는 $N \times 2$ 전력행렬, \mathbf{H} 는 $N \times 2$ 채널행렬, \mathbf{s} 는 2×1 송신신호벡터, \mathbf{n} 은 2×1

잡음벡터 그리고 \odot 는 하다마드곱을 나타낸다.

이렇게 변환된 MIMO 구조는 선형수신기와 간섭제거기를 사용해 송신 신호를 검출한다. 선형 수신기는 Zero-Forcing 수신기가 사용되었으며 필터계수 \mathbf{G}_{ZF} 은 다음과 같이 설계된다.

$$\mathbf{G}_{ZF} = \tilde{\mathbf{H}}^{-1} \quad (2.2)$$

2.2 효율적인 간섭제거 기법

간섭제거는 Post-SNR을 기준으로 수행된다. 단말기는 현재 자신이 서비스 받고 있는 서빙셀의 DL-MAP의 Post-SNR이 인접셀의 Post-SNR보다 크다면 간섭제거과정을 거치지 않고 서빙셀의 DL-MAP정보를 선형수신기를 통해 검출한다. 만약 인접셀의 DL-MAP정보의 Post-SNR이 더 크다면 인접셀의 정보를 먼저 hard-decision후 수신된 신호에서 인접셀의 검출된 정보를 제거한 뒤 선형수신기를 사용해 자신이 속한 셀의 DL-MAP정보를 최종적으로 검출한다. Post-SNR은 다음과 같이 구해진다 [3].

$$\eta_k = \frac{\rho}{\left[(\tilde{\mathbf{H}}^H \tilde{\mathbf{H}})^{-1} \right]_{k,k}}, (k=1,2) \quad (2.3)$$

여기서 η_1 은 서빙셀의 post-SNR, η_2 는 인접셀의 post-SNR 그리고 ρ 는 input-SNR이다.

2.3 간섭최소화 전력할당 기법

간섭제거를 적용할 경우 간섭제거의 효과를 극대화하기 위해서 반복되는 심볼에 적당한 전력을 할당함으로써 간섭제거성능을 향상시킬 수 있다. 간섭제거에 적합한 전력할당 값은 실험을 통해서 얻을 수 있다. 실험을 통해 2번 반복하는 시스템의 경우 얻은 최적의 전력할당행렬 \mathbf{P}_{2rep} 와 그것을 반복 적용한 4번 반복하는 시스템의 전력할당행렬 \mathbf{P}_{PA2} 은 다음과 같다.

$$\mathbf{P}_{2rep} = \begin{bmatrix} \sqrt{1.8} & \sqrt{0.2} \\ \sqrt{0.2} & \sqrt{1.8} \end{bmatrix}, \mathbf{P}_{PA1} = \begin{bmatrix} \sqrt{2.0} & \sqrt{0.0} \\ \sqrt{2.0} & \sqrt{0.0} \\ \sqrt{0.0} & \sqrt{2.0} \\ \sqrt{0.0} & \sqrt{2.0} \end{bmatrix}, \mathbf{P}_{PA2} = \begin{bmatrix} \sqrt{1.8} & \sqrt{0.2} \\ \sqrt{1.8} & \sqrt{0.2} \\ \sqrt{0.2} & \sqrt{1.8} \\ \sqrt{0.2} & \sqrt{1.8} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

여기서 \mathbf{P}_{PA1} 은 셀간 간섭이 없도록 하는 전력할당행렬이다. 또한 각 \mathbf{P} 행렬의 열벡터 내 요소들의 제곱의 합은 전력제한을 만족시키도록 반복회수와 같다.

III. 모의 실험

그림 1. 기존의 기법과 제안된 기법의 BER 성능비교

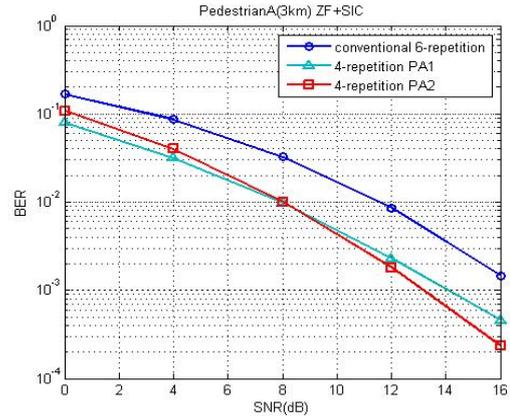


그림 1은 제안한 기법과 기존의 기법에 대한 BER 성능을 비교한 것이다. 두 가지 전력 할당 기법 모두 그 그래프에서 확인할 수 있듯이 기존의 6번 반복에 동일한 전력할당기법보다 더 낮은 BER을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 PA2기법이 PA1보다 높은 신호대 잡음비 영역에서 더 좋아짐을 알 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 IEEE802.16e 기반 OFMDA 다중셀 환경에서 DL-MAP 오버헤드 감소 및 BER향상을 위한 전력할당에 관한 것으로 제안하는 기법은 기존의 기법보다 적은 반복회수로 오버헤드를 줄이면서 기존보다 좋은 BER성능을 가지는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 MIMO선형 수신기로 ZF수신기를 사용하였으나 ZF수신기는 잡음을 증가시키는 단점이 있다[3]. MMSE와 같은 성능이 좋은 수신기를 사용하면 보다 나은 성능을 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] IEEE P802.16-2004/Cor1/D3, Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part16 : Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems
- [2] IEEE P802.16e/D8, May 2005 Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part16 : Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems
- [3] A. Paulraj, R. Nabar and D. Gore, *Introduction to Space-Time Wireless Communications first edition*, Cambridge University press, 2003.