

상호 결합 적응 어레이 안테나를 사용한 WiBro system 의 성능 분석

박현화*, 김정호**
이화여자 대학교 정보통신학과

Analysis the performance of Wibro system using joint adaptive array antenna

Hyun-Hwa Park *, Jeong-Ho Kim **
department of Information Electronics Engineering,
Ewha womans university
E-mail : *oursori@hotmail.co.kr**jho@ewha.ac.kr

Abstract

For the past years, wireless communications environment have developed with explosive demand of internet service and increase of subscriber. Anytime anywhere, we can access internet service and recently, we can access internet with portable terminal using wireless communications. So several schemes have been proposed for the efficient service. In this paper, we may improve performance of wibro system using adaptive antennas scheme at the base station (BS) and mobile station(MS),operating jointly. In wibro system, the joint use of transmit beamforming at BS and receive beamforming at MS is improved the SINR and increased the capacity compared to conventional system[1],[2].

1. 서론

지난 몇 년간 인터넷 서비스의 폭발적인 수요와 가입자 수의 증가로 무선 통신 환경은 비약적인 발전을 거듭해 왔다. 언제 어디서나 인터넷에 접속할 수 있게

되었으며, 최근에는 무선통신을 이용하여 휴대 단말기에서도 인터넷을 이용할 수 있게 되었다. 또한 휴대 단말기의 사용으로 비록 낮은 전송 속도이지만 이동간에도 무선 인터넷 서비스의 사용이 가능해졌다.

그러나 이러한 시스템은 유선의 초고속 인터넷 사용에 익숙한 사용자들에게 서비스 속도의 한계를 나타내었고 높은 이용 요금의 부담으로 사용자의 요구 사항을 만족하지 못하고 있다. 따라서 사용자들이 요구에 따라 새로운 서비스의 등장 필요로 하게 되었고 그 중 유무선 통합 서비스에 속하는 2.3GHz 주파수 대역의 휴대 인터넷(WiBro)이 각광 받게 되었다. 휴대 인터넷(WiBro)은 이동통신 기반의 무선 인터넷이 가진 서비스 coverage 의 장점과 무선 랜의 전송속도의 장점을 살려 언제, 어디서나 고속 전송으로 인터넷을 사용하여 다양한 정보와 콘텐츠를 활용할 수 있는 서비스이다.

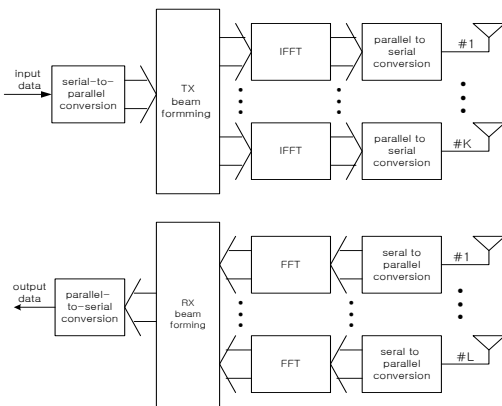
따라서 이러한 서비스를 보다 효율적으로 제공하기 위한 여러 가지 방법들이 제안되고 있지만 본 논문에서는 그림 1 에서 보여주는 것처럼 BS 와 MS 단에 상호 결합하여 동작하는 적응 안테나 처리 기법을 WiBro system 에 적용하여 시스템의 성능을 개선하고자 한다. WiBro system 에 기지국에서 전송 빔 형성(Transmit Beamforming)과 단말기에서 수신 빔 형성(Receive beamforming)이 상호 결합하여 동작하게 하면 adaptive

antenna 의 사용으로 인해 주위에 간섭으로 작용하는 신호의 영향을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 원하는 방향의 신호를 최대로 수신할 수 있게 됨으로 기존의 시스템과 비교하여 SINR 을 향상시키고 시스템의 capacity 를 증가시킬 수 있게 된다. 따라서 본 논문에서는 wibro 환경에서 BS 와 MS 단에 상호 결합하여 동작하는 적응 안테나를 사용함으로써 시스템의 성능을 개선하고 capacity 를 증가시키고자 하였으며 모의 실험을 통하여 이를 분석하고 평가하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 단락 2 에서는 시스템의 전체적인 구성을 소개한다. 상대적인 실험 결과는 단락 3 에서 설명하고 마지막으로 단락 4 에서 이 논문의 결론을 맺고자 한다.

II. 시스템 구조

그림 1 은 본 논문에서 사용된 시스템의 전체적인 구성이다. 입력된 신호는 K 개의 안테나 weight 에 의해 transmit beamforming 이 수행되고 IFFT 프로세스를 포함함으로써 서로 다른 부반송파로 전송되게 된다. 수신단에서 각 부반송파로 수신된 신호는 FFT 프로세스를 통과한 후 어레이 출력에서 수신된 신호의 전체 SINR 을 최대화하는 최적의 BS 와 MS 가중치 벡터 ($W_{b,c}, W_{m,c}$)에 의해 receive beamforming 이 수행되게 된다.



< 그림 1. 시스템 구성도 >

먼저, 수신된 c 번째 부반송파 신호는 다음처럼 표현할 수 있다.

$$y^c(w) = q^c(w) \mathbb{M}_{H_c}^{w^c} \mathbb{H}_c^{-1} \mathbb{M}_{P_c}^{p^c} + \sum_{p=1}^{P-1} q^{b^c}(w) \mathbb{M}_{H_c}^{w^c} \mathbb{V}^{b^c} + \mathbb{M}_{H_c}^{w^c} \mathcal{N}^c(w)$$

여기서 H는 complex conjugate transpose 를 나

타내고, \underline{H}_c 는 c 번째 부반송파의 채널 matrix, $\tilde{h}_{p,c}$ 는 p 번째 interference 로부터의 channel response 를 의미한다. $N_c(m)$ 은 가산성 백색 가우시안 잡음(AWGN)을 나타낸다. $d_c(m)$ 은 c 번째 부반송파로 전송되는 사용자의 신호이고, $\tilde{d}_{p,c}(m)$ 는 p 번째 간섭 사용자의 c 번째 부반송파에서의 신호를 의미한다. 이 c 번째 부반송파에 의해서 수신된 신호는 최적의 가중치 $W_{b,c}, W_{m,c}$ 에 의해 원하는 신호 성분과 간섭 신호 성분의 비를 최대화 하게 된다.

$$\Gamma_c = \frac{\tilde{d}_{p,c} W_{m,c}^H [(H_c^T W_{b,c})(H_c^T W_{a,c})^H] W_{m,c}}{W_{m,c}^H \Phi_c W_{m,c}}$$

여기서 Φ_c 는 c 번째 부반송파에서의 간섭 신호의 correlation matrix 이다.

$$\Phi_c = \sum_{p=1}^P \tilde{d}_{p,c} \tilde{h}_{p,c} \tilde{h}_{p,c}^H + N_c(m)I$$

따라서 c 번째 부반송파에 의해서 수신된 신호의 SINR 을 최대화하는 가중치 벡터 $W_{b,c}, W_{m,c}$ 는 표준화된 결과를 사용하여 계산할 수 있다[4].

$$\arg \max_{W_{m,c}} \{SINR\} = \mu \Phi_c^{-1} (H_c^T W_{b,c}) \quad W_{b,c} = \sqrt{P_t} v(\Psi_c)$$

여기서 Φ_c^{-1} 은 undesired signal 의 상관 매트릭스(correlation matrix)의 역수를 나타내고, $v(\Psi_c)$ 는 가장 큰 eigenvalue 를 가지는 matrix

$$\Psi_c \quad (\Psi_c = \underline{H}_c^* \Phi_c^{-1} H_c^T)$$

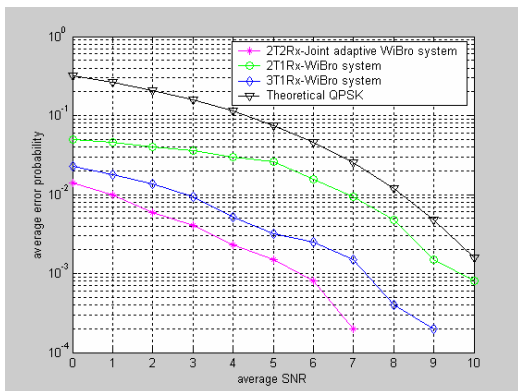
의 eigenvector 이다.

따라서 c 번째 부반송파로 수신된 신호는 BS 와 MS 단에서의 최적의 가중치($W_{b,c}, W_{m,c}$)에 의해 desired 신호는 최대로 수신하고 간섭 신

호 성분을 제거하게 됨으로 시스템의 성능을 개선할 수 있게 된다.

III. 실험 및 결과

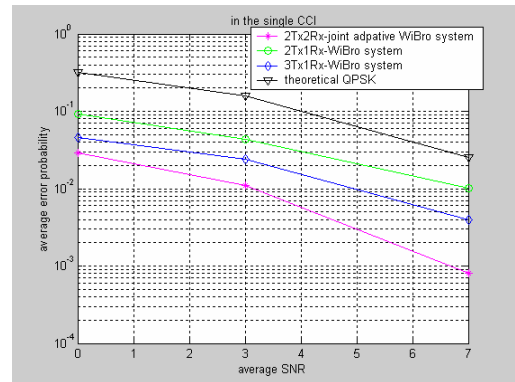
단락 2에서 소개된 Joint adaptive WiBro system은 컴퓨터 실험에 의해 수행되었고 모든 채널 정보는 pilot tone을 사용하여 추정할 수 있다. 이 논문에서는 단말과 기지국에서 2개의 adaptive 안테나가 상호 결합하여 동작하는 시스템과 전방향성(무지향성) 안테나를 사용하는 기존의 시스템을 비교 분석하였다. 예를 들어, 전방향성(무지향성) 안테나를 사용한 기존의 시스템의 경우와 MS 단과 BS 단에서 상호 결합하여 동작하는 적응 안테나를 사용하는 경우에 대해 시스템의 성능을 그림 2에서 나타내었다.



<그림 2. Average BER of wibro system in the absence CCI >

그림 2는 pedestrian A model을 channel model[6]로 하여 BS와 MS 단에 각각 2개의 적응 어레이 안테나를 사용하여 CCI (cochannel interference)가 없는 경우에 대해 모의 실험을 수행하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 BS와 MS 단에서 상호 결합하여 계산된 최적의 가중치에 의해 간섭 신호 성분을 제거함으로써 시스템의 성능이 기존의 system과 비교하여 2×10^{-3} 을 기준으로 BS 단에 3개, MS 단에 1개의 무지향성을 사용하는 3conv_system의 경우와 비교하여 2.5dB, BS 단에 2개 MS 단에 1개를 사용하는 2conv_system의 경우와 비교하여 5dB의 성능이 개선되었다.

그림 3은 그림 2에서 수행한 모의 실험과 같은 channel model을 가정하고 BS와 MS 단에 각각 2개의 적응 어레이 안테나를 사용하여 single CCI가 존재하는 경우에 대해 모의 실험을 수행하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 최적의 가중치에 의해 시스템의 성능이 개선됨으로써 기존의 시스템과 비교하여 10^{-3} 을 기준으로 BS 단에 3개, MS 단에 1개의 무지향성을 사용하는 3conv_system의 경우와 비교하여 약 2dB, BS 단에 2개 MS 단에 1개를 사용하는 2conv_system의 경우와 비교하여 약 4dB의 성능이 개선되었다.



<그림 3. Average BER of wibro system in the presence CCI >

V. 결론

본 논문에서는 wibro 환경에서 BS와 MS 단에 상호 결합하여 동작하는 적응 안테나를 사용함으로써 CCI가 없는 환경에서는 기존의 system과 비교하여 2.5dB 이상의 성능 개선이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 CCI가 존재하는 환경에서는 2dB 이상의 성능 개선이 있었다. 그러나 이러한 시스템의 성능 향상을 위해서는 BS와 MS 단에서 최적의 가중치를 계산해야 하는데 이것은 많은 계산량을 필요로 한다. 이러한 계산량을 감소시키기 위해 부반송파를 그룹화하여 응집 지역(coherence bandwidth)내에 존재하는 부반송파에 대해서 동일한 가중치를 사용하여 시스템의 계산량을 감소시킬 수 있는데 이에 따른 성능의 열하에 대해 분석하고 적용 가능성(feasibility)에 대해서도 연구하고자 한다..

참고문헌

- [1] Kai-Kit Wong, Roger S.-K. Cheng, khaled Ben Letaief, Ross D. Murch, “ Adaptive antennas at the Mobile and Base stations in an OFDM/TDMA System” IEEE trans on communication, Vol. 49,NO.1,Jan 2001
- [2] Specification for 2.3GHz Band portable internet service, TTA
- [3] Farrokh Rashid-Farrokhi, Leandors Tassiulas, K.J.Ray Liu, “ Joint Optimal power control and Beamforming in wireless network using antenna array” , IEE transaction on communication, Vol 46, No.10,oct 1998
- [4] J.R.T. Compton, Adaptive Antennas Concepts and Performance. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.1998.
- [5] Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000, Rec. ITU-R.M1225.