2D RAKE 수신기에서 적응 빔형성 알고리즘의 성능분석

최철준, 강연석, 황태욱, 김영수
경희대학교 전파공학과
E-mail : drastic_soul@hotmail.com

Performance Comparison of Adaptive Beamforming Algorithms in 2D RAKE Receiver

Chul-Joon Choi, Yeon-Seok Kang, Tae-Wook Hwang, Young-Soo Kim
Department of Radio engineering, Kyunghee University

Abstract

이 논문에서는 WCDMA 기지국에서 빔형성 기술이 사용되었고 상향링크에서 알고리즘에 따른 BER성능이 비교되었다. 빔형성 알고리즘으로는 Eigen-beamforming 알고리즘, MMSE 알고리즘 등이 사용되었다. 다중 경로 페이딩 환경에서 Eigen-beamforming 알고리즘이 MMSE 알고리즘보다 나은 성능을 보였다.

I. 서 론

CDMA 시스템에서 여러 명의 사용자는 서로 다른 코드 시퀀스를 사용하여 동시에 같은 주파수대역을 공유하여 사용한다. 코드 시퀀스 사이의 불완전한 직교성으로 인한 MAI(Multiple Access Interference)가 채널용량을 제한하는 주요한 원인이 된다. 빔형성은 원하는 사용자에게 안테나빔을 집중시켜서 SINR(Signal to Interference and Noise Ratio)를 증대시킨다. RAKE 결합은 다중경로를 효과적으로 이용하여 페이딩 효과를 줄이고 신호전력은 증대시킨다. 빔형성과 RAKE 결합은 채널용량을 효과적으로 증대시킨다. WCDMA 시스템에서 기지국에서 안테나 배열은 빔패턴을 형성하는데 사용된다. 상향링크에서 수신된 신호는 먼저 정합필터에 의해 처리되어 원하는 사용자의 다중경로의 칩위치가 결정된다. 안테나 배열은 다중경로의 도착각(DOA(the direction of arrival))을 결정하고 빔패턴을 형성하여 원하는 사용자의 신호가 증대시킬 수 있게 한다.

이 논문에서는 알고리즘에 따른 BER특성을 조사하고자 한다. WCDMA상향 링크에서 다중경로 페이딩이 없을 때와 있을 때 각각의 알고리즘을 사용하여 빔형성을 하고 BER특성을 조사하였다.

II. 빔형성 알고리즘

1. Power Method

단순한 Power method(PM)는 다음의 단순한 업데이트 식에 의해서 정의된다[1].

$$\mathbf{w}(i+1)=\frac{1}{\lambda(i)}\mathbf{R}_{ss}(k)\mathbf{w}(i) \tag{1}$$

여기서 고유치는 다음과 같이 계산된다.

$$\lambda(i)=\frac{\mathbf{w}^H(i)\mathbf{R}_{ss}(k)\mathbf{w}(i)}{\mathbf{w}^H(i)\mathbf{w}(i)} \tag{2}$$

여기서 i 는 각 스냅샷(샘플) 인덱스 k에 대한 interation의 인덱스이다. $i \to \infty$ 일 때 계산되어진 고유벡터 쌍은 참값에 수렴해간다. 시간에 따라 변하는 환경에서 공분산은 다음과 같이 측정된다.

$$\mathbf{R}_{ss}(k)=f\,\mathbf{R}_{ss}(k-1)+\mathbf{s}(k)\mathbf{s}^H(k) \tag{3}$$

여기서 f 는 forgetting factor이고 0과 1사이의 값을 가진다. 여기서 빔형성할 때 정말로 관심있는 것은 고유벡터이지 고유치가 아니다. 따라서 각 스냅샷동안 weight가 한 번 updata하는 다음 식으로 바꾸어 쓸 수 있다.

$$\mathbf{q}(k+1)=\mathbf{R}_{ss}(k)\mathbf{w}(k) \tag{4}$$

$$\mathbf{w}(k+1)=\frac{\mathbf{q}(k+1)}{\left\|\mathbf{q}(k+1)\right\|} \tag{5}$$

만약 공분산 행렬 측정으로 $\mathbf{R}_{ss}(k)=\mathbf{s}(k)\mathbf{s}^H(k)$ 을 사용한다면 power method는 다음 식들로 표현된다.

$$\mathbf{y}(k)=\mathbf{w}^H(k)\mathbf{s}(k) \tag{6}$$

$$\mathbf{q}(k+1)=y^*(k)\mathbf{s}(k) \tag{7}$$