

# 유사 역상관기를 이용한 병렬적 간섭제거 수신기의 성능 분석

정희원 박 중 후\*

## The Performance Analysis of the Successive Interference Canceller with the Pseudo-Decorrelator as the First Stage

Joong-Hoo Park\* *Regular Member*

요 약

본 논문에서는 첫단에 유사 역상관기 (Pseudo-Decorrelator)를 사용하는 병렬적 간섭제거기의 성능을 분석하고 있다. 첫단에 사용한 유사 역상관기는 Penrose의 일반역함수 개념을 도입하여 설계된 것이다. 병렬적 간섭제거기에서는 첫단에서 추정된 정보 비트를 이용하여 연속적으로 다른 사용자들에 의한 간섭신호를 추정하여 복원해서 수신된 신호에서 빼줌으로써 원하는 사용자에게 대한 검출 확률을 높여준다. 이때 처음 추정하는 정보비트의 정확도가 수신기의 성능을 좌우하는데, 유사 역상관기를 이용하면 신뢰도가 높은 검출이 가능하다. 이것을 시뮬레이션을 통하여 확인하였고, 시뮬레이션의 결과를 검증하기 위해서는 신뢰구간 추정기법을 사용하였다. 또한 동기가 맞지 않았을 때 생길 수 있는 수신기의 성능열화를 알아보기 위해서 시간오차와 위상오차가 있는 경우에 대해서도 시뮬레이션을 실시하였다. 어느 경우이던지 간에 제안된 병렬적 간섭제거기의 성능이 우수함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, the performance of the successive interference canceller with the Pseudo-Decorrelator as the first stage was analyzed. The Pseudo-Decorrelator adopted in the first stage is designed using the concept of Penrose's generalized inverses. In the successive interference canceller, the multiple access interference caused by other users are estimated with the estimated information bit obtained at the first stage, and subtracted them from the received signal. This may increase the detection probability for the desired user. In this case, the performance of receivers depend on the accuracy of the information bit estimated at the first stage. It is possible to increase this accuracy when the Pseudo-Decorrelator is adopted in the first stage. The simulation results show that this assumption is correct. The confidence interval estimation technique was used to verify the simulation results. The simulations have been performed under the situation in which there are the synchronization errors, such as timing and phase errors. The proposed successive interference canceller performs well in both cases.

### I. 서론

코드분할다중화 시스템 (CDMA 시스템)이 등장한 것은 주로 용량 (capacity) 문제 때문이다 [1]. 1987년 아날로그 셀룰라 시스템에서의 용량부족 문제가 대두되자, 용량을 증가시키기 위해서 디지털

셀룰라 시스템을 개발하게 되었다.

CDMA 시스템 중에서 직접 시퀀스를 이용한 CDMA 시스템 (DS-SS-CDMA 시스템)이 많이 쓰이고 있다. DS-SS-CDMA 기지국 송신기에서는 각 사용자의 신호에 고유한 코드신호를 곱하여 전송한다. 기지국 수신기에서는 모든 사용자의 신호가 합쳐진 신호를

\* 삼성전자 정보통신 개발센터(joonghoo@telecom.samsung.ac.kr)  
논문번호 : 98383-0823, 접수일자 : 1998년 8월 23일

받게 된다. 기존의 DS-CDMA 시스템에서는 특정한 사용자의 신호를 복원하기 위하여, 수신된 신호에 원하는 사용자의 코드신호를 곱한다.

DS-CDMA 시스템에서는 다중사용자 간섭 (multiple access interference, 줄여서 MAI)이 시스템의 용량과 성능을 제약하는 요인 중의 하나이다. 하나의 사용자에 의한 MAI의 영향은 작지만, 사용자의 수나 송신전력이 증가하면 이 성분은 무시할 수 없을 정도로 커진다. 이런 MAI를 줄이기 위한 방법으로 다중사용자 검출(multiuser detection)방법이 있다.

다중사용자 검출방법에서는 개개의 사용자 검출을 효과적으로 하기 위하여 여러 사용자의 코드와 타이밍 정보를 모두 이용한다. 여기에서 사용자들에게 할당된 코드는 수신기에서 알고 있다고 가정한다 [2]. Verdu는 [3]에서 최적 다중사용자 수신기(optimal multiuser receiver)를 제안하고 분석하고 있다. 불행하게도 이 수신기는 너무 복잡하여 실제의 DS-CDMA 시스템에 적용할 수 없다. 그래서 최근에는 좋은 성능을 가지면서 하드웨어 구현이 가능한 준최적 다중사용자 수신기(suboptimal multiuser receiver)에 대한 연구를 많이 하고 있다.

이러한 다중사용자 수신기중에는 다단계 구조를 이용하여 연속적으로 사용자간섭을 줄여주는 수신기가 있다. 기본적인 개념은 개개의 사용자에 의한 MAI를 추정해 내어 이를 수신된 신호에서 뺀 후에 판정을 하게 되면 수신된 신호중에 포함되어 있는 다른 사용자에 의한 영향을 제거할 수 있다는 것이다.

순차적 간섭제거(successive interference cancellation) 수신기[4],[5]는 간섭성분을 제거하기 위하여 직렬 접근방법을 이용한다. 수신기의 각 단계에서는 하나의 사용자에 대한 영향만을 차례차례 제거해 나간다. 이를 위해서 송신전력에 따라 사용자들에 의한 간섭을 제거하는 순서를 정해줄 필요가 있다. 이에 반해서 병렬적 간섭제거(parallel interference cancellation) 수신기[6],[8]에서는 모든 사용자에 의한 MAI를 추정하여 수신된 신호에서 한꺼번에 이 성분들을 빼준 다음에 판정을 하게 된다.

여기에서는 수신기의 첫단에 저자가 [9], [10]에서 제안한 유사 역상관기(Pseudo-Decorrelator)를 채택하여 MAI를 줄일 수 있는 병렬적 간섭제거 수신기에 대해서 기술하고자 한다. 이 논문의 전체 구성은 다음과 같다. II장에서는 유사 역상관기에

대해 간단히 설명하고, III장에서는 병렬적 간섭제거 수신기의 원리에 대해 설명한다. IV장에서 시뮬레이션 결과를 제시하고, V장에서 결론을 맺고자 한다.

## II. 유사 역상관기

백색 가우시안 잡음(AWGN) 채널에서 동작하고 BPSK방식으로 변조한, 사용자수가 인 DS-CDMA 시스템을 생각하자. 사용자 k는 (1)식과 같이 주어지는 이진 데이터를 전송한다.

$$b_k(t) = \sum_{i=0}^{N_c-1} b_k(i) p_b(t - iT_b), b_k(i) \in \{\pm 1\} \quad (1)$$

여기서  $T_b$ 는 비트 지속시간이고, 은입력 데이터 시퀀스의 길이이고,  $b_k(i)$ 는 사용자 k의 i번째 비트이며,  $T_b(t)$ 는 (2)식으로 주어지는 단위 사각펄스(unit rectangular pulse)이다.

$$p_b(t) = \begin{cases} 1, 0 \leq t < T_b \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

사용자 k의 신호는 코드신호  $a_k(t)$ 에 의해 확산된다.

$$a_k(t) = \sum_{j=0}^{N_c-1} a_k(j) p_c(t - jT_c), a_k(j) \in \{\pm 1\}, 0 \leq t < T_b \quad (3)$$

여기서  $a_k(i)$ 는 사용자 k의 j번째 칩이고,  $T_c$ 는 칩 지속시간이고,  $N_c$ 는 각각의 정보비트에 할당된 칩 수이며,  $p_c(t)$ 는  $T_c$ 인 단위 사각펄스이다.  $T_c = T_b / N_c$ 의 관계에 주목하자. 이러한 상황에서 수신기에서 전송하게 되는 사용자 k의 신호는 (4)식과 같이 표현할 수 있다.

$$s_k(t) = \sqrt{2P_k} \sum_{n=0}^{N_c-1} a_k(t - nT_b) b_k(t) \cos(\omega_c t + \phi_k) \quad (4)$$

여기서  $P_k$ 는 전송전력이고,  $\phi_k$ 는 반송파의 초기 위상이며,  $\omega_c$ 는 반송파 주파수이다. 사용자 k의 전송 지연시간을  $\tau_k$ 라고 하면, 수신기에서 받는 신호는 여러 사용자의 신호와 배경잡음의 합으로 나타나며, (5)식 또는 (6)식으로 표현할 수 있다.

$$r(t) = \sum_{k=1}^K s_k(t - \tau_k) + v(t) \quad (5)$$

$$r(t) = \sum_{k=1}^K \sqrt{2P_k} \sum_{n=0}^{N-1} a_k(t - nT_b - \tau_k) b_k(t - \tau_k) \cos(\omega_c t + \theta_k) + v(t) \quad (6)$$

여기서  $\theta_k = \varphi_k - \omega_c \tau_k$ 이며,  $v(t)$ 는 평균이 0이고 양방향성 전력밀도가  $N_0/2$ 인 백색 가우시안 잡음이다.

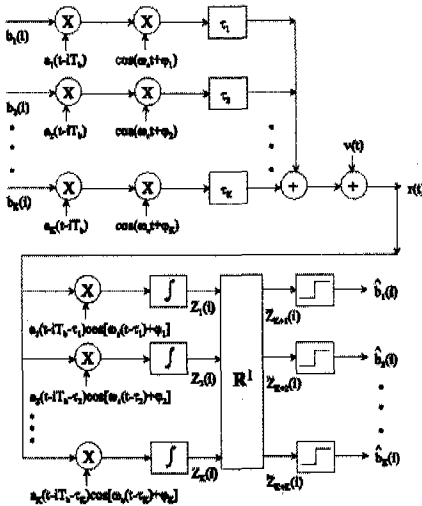


그림 1. 유사 역상관기의 블록도

만약  $\tau_k$ 의 추정값을  $\hat{\tau}_k$ ,  $\varphi_k$ 의 추정값을  $\hat{\varphi}_k$ 라고 하고, 전송 지연시간을  $0 \leq \hat{\tau}_1 \leq \hat{\tau}_2 \leq \dots \leq \hat{\tau}_K < T_b$ 과 같이 순차적으로 배치한다고 하자. 사용자 k의 신호를 복원하기 위하여 정합필터를 사용할 때, 정합필터의 출력은 (7)식과 같이 주어진다.

$$Z_k(i) = \int_{T_b + \hat{\tau}_k}^{(i+1)T_b + \hat{\tau}_k} r(t) a_k(t - iT_b - \hat{\tau}_k) \cos(\omega_c t + \hat{\theta}_k) dt \quad (7)$$

여기서  $\hat{\theta}_k = \hat{\varphi}_k - \omega_c \hat{\tau}_k$ 이다. (7)식의  $Z_k(i)$ 를 판단 변수 (decision statistic)라고 하며, 기존의 수신기에서는 이 변수의 부호를 판정하여 전송된 사용자 k의 정보를 복원하게 된다.

위에서 설명한 DS-CDMA 시스템을 분석하기 위해서 행렬-벡터식을 사용하면 편리하다. 정합필터의 출력벡터를

$$\mathbf{Z} = [Z_1(i) \ Z_2(i) \ \dots \ Z_K(i)]^T \quad (8)$$

사용자의 송신전력 행렬을

$$\mathbf{W} = \text{diag}\{W_1, \dots, W_K, W_1, \dots, W_K, W_1, \dots, W_K\} \quad (9)$$

데이터 시퀀스 벡터를

$$\mathbf{B} = [b_1(i-1) \ \dots \ b_K(i-1) \ b_1(i) \ \dots \ b_K(i) \ b_1(i+1) \ \dots \ b_K(i+1)] \quad (10)$$

상호상관 행렬을

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{1,1}(i-1) & \dots & r_{1,K}(i-1) & r_{1,1}(i) & \dots & r_{1,K}(i) \\ r_{2,1}(i-1) & \dots & r_{2,K}(i-1) & r_{2,1}(i) & \dots & r_{2,K}(i) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{K,1}(i-1) & \dots & r_{K,K}(i-1) & r_{K,1}(i) & \dots & r_{K,K}(i) \\ r_{1,1}(i+1) & \dots & r_{1,K}(i+1) & r_{2,1}(i+1) & \dots & r_{2,K}(i+1) \\ r_{2,1}(i+1) & \dots & r_{2,K}(i+1) & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & r_{K,1}(i+1) & \dots & r_{K,K}(i+1) \end{bmatrix} \quad (11)$$

라고 하자. 그러면 모든 사용자의 판단변수들을 위에서 정의한 행렬과 벡터들을 이용하여 표현할 수 있다. 즉,

$$\mathbf{Z} = \mathbf{R}\mathbf{W}\mathbf{B} + \mathbf{v} \quad (12)$$

상호상관 행렬  $\mathbf{R}$ 의 구성원소들은 (13)-(15)식으로 표시된다 [9], [10]. 주어진  $j=1, \dots, K, k=1, \dots, K$ 에 대해

$$r_{k,j}(i-1) = \begin{cases} \hat{D}_{j,k}(\hat{\tau}_{j,k}), \hat{\tau}_{j,k} > 0 \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (13)$$

$$r_{k,j}(i) = \begin{cases} \hat{U}_{j,k}(\hat{\tau}_{j,k}), \hat{\tau}_{j,k} > 0 \\ \hat{U}_{k,j}(\hat{\tau}_{k,j}), \text{otherwise} \end{cases} \quad (14)$$

$$r_{k,j}(i+1) = \begin{cases} \hat{D}_{k,j}(\hat{\tau}_{k,j}), \hat{\tau}_{k,j} > 0 \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (15)$$

유사 역상관기에서는 상호상관 행렬  $\mathbf{R}$ 의 역행렬  $\mathbf{R}^{-1}$ 을 Penrose의 개념 [11]을 사용하여 구한다음, 정합필터 출력  $\mathbf{Z}$ 에 적용한다. 이렇게 해서 얻은 새로운 판단변수를 이용하여 사용자들의 전송정보를 복원해 낸다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\hat{b}_k(i) = \text{sgn}[\tilde{Z}_{K+k}(i)] \quad (16)$$

여기서  $\tilde{Z}_{K+k}(i)$ 는 (17)식으로 주어지는 새로운 판단변수 벡터  $\tilde{Z}$ 의 (K+k)번째 구성원소이다.

$$\tilde{Z} = \mathbf{R}^T \mathbf{Z} = \mathbf{R}^T \mathbf{R} \mathbf{W} \mathbf{B} + \mathbf{R}^T \mathbf{v} \quad (17)$$

그림 1은 위에서 설명한 유사 역상관기의 블록도이다.

### III. 유사 역상관기를 이용한 병렬적 간섭제거 수신기

이 절에서는 유사 역상관기를 첫단에 사용하는 병렬적 간섭제거 수신기에 대해서 설명하고자 한다. 가령  $\tilde{Z}_k^{(s)}(i)$ 를 s단에서 사용자 k의 i번째 비트를 판정하는데 사용되는 판단변수라고 하자. 첫단에서 사용자 k를 위한 판단변수는 (18)식으로 주어진다.

$$\tilde{Z}_k^{(1)}(i) = \sum_{h=1}^K g_{k,h} Z_h^{(1)}(i) \quad (18)$$

여기서  $g_{k,h}$ 는 (11)식으로 주어지는 상호상관 행렬의 일반 역행렬의 구성원소들이고,  $Z_h^{(1)}(i)$ 는 첫단에서의 판단변수로서 다음 식과 같이 주어진다

$$Z_h^{(1)}(i) = \int_{iT_s + \hat{t}_k}^{(i+1)T_s + \hat{t}_k} r(t) a_h(t - iT_b - \hat{t}_h) \cos(\omega_c t + \hat{\theta}_h) dt \quad (19)$$

연속되는 뒷단에서의 간섭제거는 앞단에서의 판단변수에 기초를 두고 행해진다. 수신기의 s단에서의 판단변수  $\tilde{Z}_k^{(s)}(i)$ 를 이용하여 사용자 k의 i번째 비트인  $b_k(i)$ 의 추정값인  $\hat{b}_k(i)$ 를 구하게 된다.

$$\hat{b}_k(i) = \text{sgn} \left[ \frac{\tilde{Z}_k^{(s)}(i)}{\tilde{Z}_k^{(1)}(i)} \right] \quad (20)$$

이 추정값을 이용하여, (s+1)단에서 사용할 사용자 k의 전송신호를 (21)식과 같이 만들게 된다.

$$\tilde{s}_k^{(s)}(t) = \sqrt{2P_k} \sum_{n=0}^{N-1} \hat{b}_k(n) a_k(t - nT_b) \cos(\omega_c t + \hat{\phi}_k) \quad (21)$$

여기서, 모든 사용자의 전송전력은 완전하게 추정할 수 있다고 가정하였다. 수신된 신호  $r(t)$ 에서

(21)식처럼 추정한 다른 사용자들의 간섭신호를 제거하면, (s+1)단에서 사용할 새로운 수신신호를  $\hat{r}_k^{(s)}(t)$ 를 얻을 수 있다. 즉,

$$\hat{r}_k^{(s)}(t) = r(t) - \sum_{j=1, j \neq k}^K \tilde{s}_j^{(s)}(t - \hat{t}_j) \quad (22)$$

또는

$$\begin{aligned} \hat{r}_k^{(s)}(t) = & \sqrt{2P_k} \sum_{n=0}^{N-1} a_k(t - nT_b - \tau_k) b_k(t - \tau_k) \cos(\omega_c t + \theta_k) \\ & + \sum_{j=1, j \neq k}^K [s_j(t - \tau_j) - \tilde{s}_j^{(s)}(t - \hat{t}_j)] + v(t) \end{aligned} \quad (23)$$

(s+1)단에서의 사용자 k의 i번째 비트를 얻기 위한 판단변수는

$$\tilde{Z}_k^{(s+1)}(i) = \sum_{h=1}^K g_{k,h} Z_h^{(s+1)}(i) \quad (24)$$

이고, 여기서  $Z_h^{(s+1)}(i)$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$Z_h^{(s+1)}(i) = \int_{iT_s + \hat{t}_k}^{(i+1)T_s + \hat{t}_k} \hat{r}_k^{(s)}(t) a_h(t - iT_b - \hat{t}_h) \cos(\omega_c t + \hat{\theta}_h) dt \quad (25)$$

이러한 일련의 과정을 통하여 수신기에서는 다른 사용자들에 의한 간섭을 제거하게 된다. 그림2는 2단으로 구성된 병렬적 간섭제거기의 블록도이다.

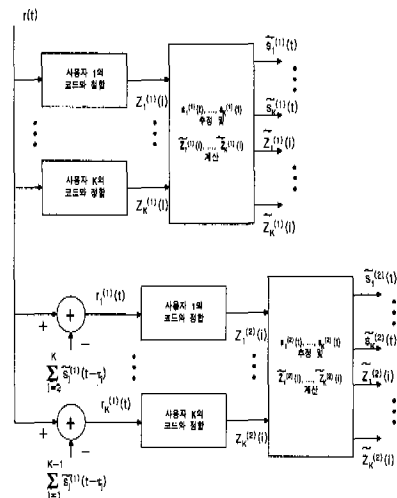


그림 2. 2단 구성의 병렬적 간섭제거기

#### IV. 시뮬레이션 결과

사용자수가  $K = 5 \sim 30$  이고, 칩 수가  $N_c = 31$ 인 Gold 코드를 사용하는 DS-CDMA 시스템을 가지고 시뮬레이션을 실시하였다. 각 사용자는 10,000 비트의 데이터를 전송한다. 각 비트마다 같은 코드를 할당하여 상호상관 행렬을 비트마다 구해야 되는 일을 피하였다. 한 칩당 10개의 샘플을 취하였다. 비트 지속시간  $T_b = 1/19200$ 초이고, 반송파 주파수는  $f_c = 900\text{MHz}$ 로 설정하였다. 전송 지연 시간은 구간  $[0, T_b)$ 에서 균등하게 분포하도록 하였다. 각 사용자의 위상은 0에서  $2\pi$  사이에 균일하게 분포한다고 가정하였다. 사용자의 신호대 잡음비 (SNR)를 0dB에서 20dB까지 변할 수 있게 하고서, 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 비트오차율 (BER)를 구하였다. 여기서 사용된 가우시안 잡음은 변형된 Box-Muller 알고리즘<sup>[12]</sup>을 사용하여 발생시켰고, 그 분산값이 1이 되도록 하였다. 실험의 신뢰도를 높이기 위하여 seed를 달리하면서 같은 실험을 10번 반복하였다. 이렇게 해서 얻은 BER을 평균하여 사용하였다.

시뮬레이션 결과를 검증하기 위하여 분석적 방법을 도입하는 것이 바람직하나, 유사 역상관기의 성능을 수직적으로 분석하는 것이 어렵기 때문에 [13]에서 제안하는 신뢰구간 추정기법을 사용하였다. 그림에 표시된 모든 그래프들은 3가지 심볼 세트와 이들을 연결하는 직선으로 구성되어 있다. 상위 심볼과 하위 심볼은 각각 95% 신뢰구간  $[l_c, u_c]$ 의 끝점인  $u_c$ 와  $l_c$ 를 나타내고, 중간 심볼은 실험데이터를 나타낸다.

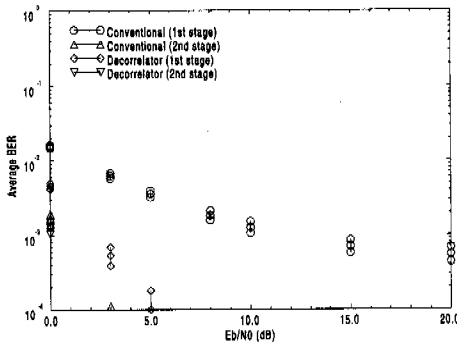


그림 3. 병렬적 간섭제거기의 성능 비교

그림 3은  $K = 10$  이고  $N_c = 31$ 일 때의  $E_b/N_0$ 에 따른 BER을 구한 것이다. 여기서 모든 송신전력은 동일하다고 가정하였다.  $E_b/N_0$ 가 증가함에 따라 병

렬적 간섭제거기의 성능함을 알 수 있다. 첫단에 유사 역상관기를 사용한 경우가 기존의 수신기를 첫단에 사용하는 경우보다 성능이 좋다는 것을 알 수 있다. 이것은 병렬적 수신제거기에서는 초기 데이터 비트의 추정값에 따라 그 성능이 좌우되는데, 전자가 초기 데이터 비트를 더 정확하게 추정해 주기 때문이다.

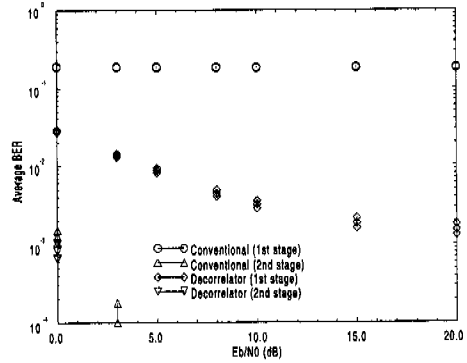


그림 4. 병렬적 간섭제거기의 near-far resistance

수신기의 near-far resistance를 조사하기 위하여 간섭신호의 전력이 원하는 사용자의 전력보다 큰 경우에 대하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그 결과가 그림 4에 나타나 있다. 여기서는  $K = 10$ ,  $N_c = 31$  이고, 간섭신호의 전력이 원하는 사용자의 전력보다 10dB 높은 경우를 고려하였다. 그림에서 알 수 있듯이 강한 간섭신호가 존재하는 경우에도 제안된 병렬적 간섭제거기가 잘 동작하고 있음을 알 수 있다.

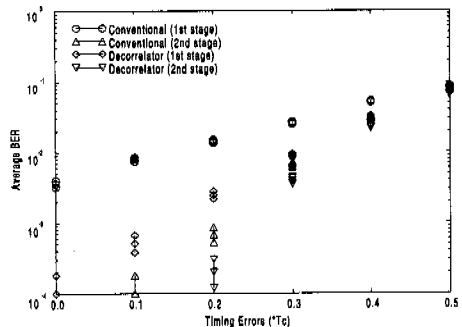


그림 5. 병렬적 간섭제거기의 시간오차에 의한 영향

그림 5와 6은 동기가 정확하게 맞지 않아서 동기 오차가 있는 경우에 병렬적 간섭제거기의 성능을

보여 주는 것이다. 그림 5는  $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ ,  $K = 10$ ,  $N_c = 31$  인 상황에서 시간 오차가 0 에서  $0.5T_c$ 까지 변할 때의 병렬적 간섭제거기의 성능을 나타낸 것이다. 이 그림은 시간오차가 증가함에 따라 간섭제거 효과가 감소한다는 것을 보여준다. 그렇지만, 시간오차가  $0.4T_c$ 이하인 경우에 제안된 병렬적 간섭제거기가 기존의 수신기를 첫단에 사용하는 병렬적 간섭제거기 보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

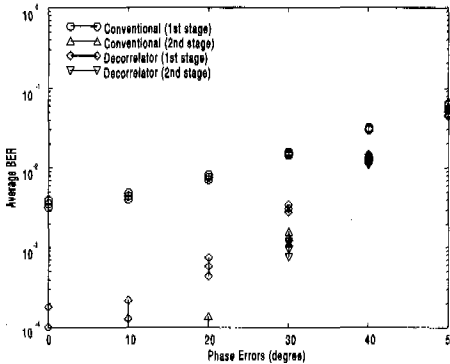


그림 6. 병렬적 간섭제거기의 위상오차에 의한 영향

그림 6은  $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ ,  $K = 10$ ,  $N_c = 31$ 인 경우에 위상오차가 0 에서  $50^\circ$  까지 변할 때의 병렬적 간섭제거기의 성능변화를 나타낸 것이다. 여기서도 제안된 병렬적 간섭제거기가 우수하다는 것을 확인할 수 있다.

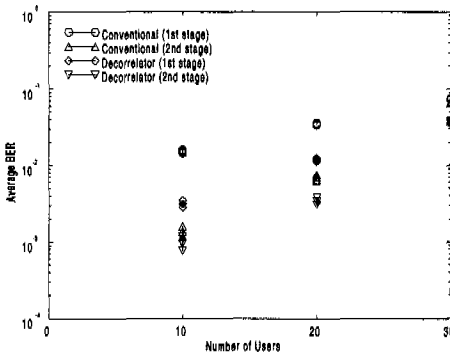


그림 7. 위상오차가  $30^\circ$ 인 경우 병렬적 간섭제거기의 시스템 용량

그림 7과 8은 동기오차가 시스템 용량에 미치는 영향을 나타낸다. 모든 사용자의 전력은 동일하다고 가정한다.  $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ ,  $N_c = 31$  이고  $K$  를 변화

시켰다. 그림 7은 위상오차가  $30^\circ$ 인 경우이고, 그림 8은 시간오차가  $0.2T_c$ 인 경우의 실험결과이다. 두 경우 모두 제안된 병렬적 간섭제거기가 기존의 수신기를 첫단에 사용하는 시스템보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

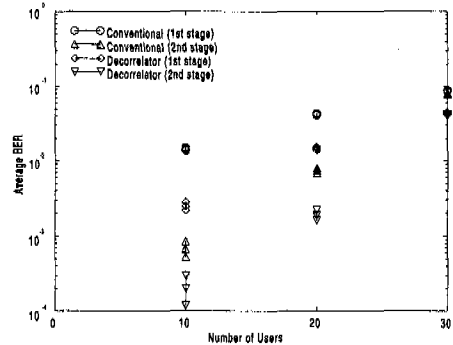


그림 8. 시간오차가  $0.2T_c$ 인 경우 병렬적 간섭제거기의 시스템 용량

### V. 결론

본 연구에서는 첫단에 유사 역상관기를 사용하는 병렬적 간섭제거 수신기의 성능을 시뮬레이션을 통해서 분석하였다. 제안된 병렬적 간섭제거기는 강한 간섭신호가 존재하는 상황에서도 잘 동작함을 실험을 통해서 확인할 수 있다. 일반적으로 실제의 시스템에서는 동기가 정확하게 맞지 않음으로 해서 시간오차나 위상오차같은 동기오차가 존재한다. 병렬적 간섭제거기는 시간오차가  $0.4T_c$  이하, 위상오차가  $40^\circ$  이하이면 기존의 수신기를 이용하여 간섭신호를 제거하는 시스템보다 성능이 좋다. 그 이상의 동기오차가 발생하면 기존 시스템의 성능과 비슷하게 된다. 이동통신 시스템에서는 시스템 용량이 성능을 평가하는 하나의 중요한 성분인데, 제안된 병렬적 간섭제거기는 이 점에서도 우수한 특성을 보여주고 있다. 동기오차가 있는 경우에도 기존의 시스템에 비해서 시스템 용량이 2배 정도 높다고 할 수 있다.

### 참고 문헌

[1] William C. Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA," IEEE Trans. Vehicular Technology, vol.40, May, 1991, pp. 291-302.

[2] S. Moshavi, "Multi-User Detection for DS-CDMA Communications," IEEE Communications Magazine, October 1996, pp. 124-136.

[3] S. Verdu, "Minimum Probability of Error for Asynchronous Gaussian Multiple Access Channels," IEEE Trans. Info. Theory, vol. 32, no. 1, January 1986, pp. 85-96.

[4] P. Patel and J. Holtzman, "Analysis of a Simple Successive Interference Cancellation Scheme in a DS/CDMA System," IEEE JSAC, vol. 12, no. 5, June 1994, pp. 796-807.

[5] R. Kohno et al., "Combination of an Adaptive Array Antenna and a Canceller of Interference for Direct-Sequence Spread-Spectrum Multiple-Access System," IEEE JSAC, vol. 8, no. 4, May 1990, pp. 675-682.

[6] M. K. Varanasi and B. Aazhang, "Multistage Detection in Asynchronous Code-Division Multiple-Access Communications," IEEE Trans. Commun., vol. 38, no. 4, April 1990, pp. 509-519.

[7] R. Kohno et al, "An Adaptive Canceller of Cochannel Interference for Spread-Spectrum Multiple-Access Communication Networks in a Power Line," IEEE JSAC, vol. 8, no.4, May 1990, pp. 691-699.

[8] R. M. Buehrer and B. D. Woerner, "Analysis of Adaptive Multistage Interference Cancellation for CDMA Using an Improved Gaussian Approximation," Proc. IEEE MILCOM '95, San Diego, CA, November 1995, pp. 1195-1199.

[9] Joong-Hoo Park, Pseudo-Decorrelating Multiuser Receivers for Asynchronous Code Division Multiple Access (CDMA) Systems, Ph. D. Dissertation, Univ. of Missouri-Rolla, 1997.

[10] Joong-Hoo Park and William H. Tranter, "Pseudo-Decorrelating Multiuser Receivers for Asynchronous Code Division Multiple Access (CDMA) Systems," IEICE Trans. Commun., vol. E81-B, no.11, November, 1998, pp. 2197-2204.

[11] R. Penrose, "A Generalized Inverses for

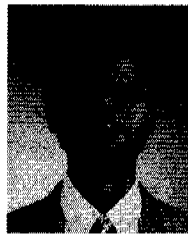
Matrices," Proc. Cambridge Philos. Soc., vol. 51, 1954.

[12] G. Marsaglia, and T. A. Bray, "A Convenient Method for Generating Normal Variables," SIAM Review, vol. 6, no. 3, July 1964, pp. 260-264.

[13] K. L. Kosbar and T. F. Chang, "Interval Estimation and Monte Carlo Simulation of Digital Communication Systems," Dept. of Electrical Eng., Univ. of Missouri-Rolla, 1994.

박 중 후(Joong-Hoo Park)

정회원



1962년 10월 13일생

1985년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사

1987년 2월 : 서울대학교 공과대학원 전자공학과 석사

1995년 5월 : University of Missouri-Rolla

전기공학과 석사

1997년 12월 : University of Missouri-Rolla 전기공학박사

1987년 1월~1992년 6월 : LG전자 중앙연구소

1992년 8월~1993년 3월 : 나다가연 연구소

1997년 11월~현재 : 삼성전자 정보통신 개발센터

<주관심 분야> 이동통신, 디지털 통신, 디지털 신호처리