

# 적응 PIC를 이용한 다중전송률 이동통신시스템의 상향채널 성능 개선 연구

## A Study on the Performance Improvement of Uplink in Multi-rate Mobile Communication System Using Adaptive Parallel Interference Canceller

안 정 근\*, 진 용 옥\*\*  
(Jeong-Keun Ahn\*, Yong-Ohk Chin\*\*)

\*김포대학 전자정보계열, \*\*경희대학교 전파공학과

(접수일자: 2001년 4월 4일; 수정일자: 2002년 1월 28일; 채택일자: 2002년 3월 11일)

본 논문에서는 다중 전송률을 지원하는 차세대 무선 이동통신 시스템의 상향 채널에 적용할 수 있는 새로운 알고리즘의 병렬간섭제거기를 제안하였다. 제안된 방법은 기존 IS-95방식과 달리 다중 데이터율에 적용할 수 있는 알고리즘을 이용하며 이를 통해 CDMA시스템에서의 성능저하 및 채널 용량의 제한을 가져오는 MAI (Multiple Access Interference)를 제거할 수 있도록 하였다. 제안된 방법의 성능평가를 위하여 사용자 수 증가에 따른 BER (Bit Error Rate), 단수 (stage) 증가에 따른 BER 등의 방법을 사용하였다. 다양한 모의실험 환경을 통해서 본 연구에서 제안된 알고리즘이 비록 계산량의 증가는 있으나 기존에 제안된 여러 간섭제거기에 비해 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있었다.

**핵심용어:** 적응 병렬 간섭제거기, 다중전송률, IMT-2000, 다중사용자 간섭

**투고분야:** 음향 통신기술 분야 (6.5)

A study on architecture of new parallel interference canceller which can be applied for reverse link of next generation mobile communication system supporting multi-rate is performed on this paper. The proposed method adopts new algorithm which can be applied for multi-rate system to reduce multiple access interference (MAI) which cause performance degradation of CDMA system and limit of channel capacity. The proposed system is evaluated by simulation results under various conditions. As a result, performance enhancement is achieved compared to existing conventional interference cancellers. Although the amount of calculation is increased, we can find that the performance is improved generally.

**Keywords:** Adaptive PIC, MAI, Multi-rate, IMT-2000

**ASK subject classification:** Acoustic communication (6.5)

## I. 서론

차세대 무선 이동통신 기술로 제안된 IMT-2000 시스템은 CDMA (Code Division Multiple Access) 방식을 기반으로 하여 음성 이외에도 인터넷, 동영상과 같은 멀티미디어

데이터 서비스를 지원 할 수 있는 능력을 요구하고 있으며 가입자의 요구에 따라 최저 수 kbps부터 최대 2 Mbps까지의 고속데이터 통신서비스를 지원할 수 있도록 연구되고 있다. 이러한 IMT-2000 환경하에서 CDMA 방식의 고속데이터 통신을 수행함에 있어 시스템 전반의 성능 및 채널용량을 제한하는 가장 큰 요소들 중의 하나가 바로 MAI (Multiple Access Interference)이다. MAI의 증가는 낮은 비트 에러율을 요구하는 고속멀티미디어 통

책임저자: 안정근 (jkahn@kimpo.ac.kr)  
415-870 경기도 김포시 월곶면 포내리 산 14-1  
김포대학 전자정보계열  
(전화: 031-999-4702; 팩스: 031-999-4709)

신의 성능을 저하시키게 되는데 특히 역방향채널에서 특정 사용자의 신호출력이 과도하게 크거나 약할 때 MAI에 의한 신호품질의 저하는 더욱 확대된다. 따라서 적절한 방법을 통해 MAI를 억제하거나 제거할 경우 셀 내의 가입자 수용용량 및 최대 전송속도를 크게 개선할 수 있다. MAI는 확산코드의 불완전한 직교성에 기인하기 때문에 송신측에서 MAI의 발생을 원천적으로 억제할 수 있는 방법은 가장 우수한 직교성을 갖는 코드를 선택하는 방법 이외에는 없다. 이러한 이유로 CDMA 방식을 위한 다양한 직교 코드가 제안되었다. 수신측의 경우 기존의 단일 사용자 검출기는 다른 사용자에 의한 영향을 무시하기 때문에 단일 사용자 검출기 또는 기존의 정합 필터구조로는 사용자간 간섭을 제거할 수 없다. 이에 대한 대안으로 여러 가지 다중 사용자 검출기에 대한 연구가 진행되고 있다[6].

가장 기본적인 형태는 ML (Maximum Likelihood) 검출기와 같은 최적 다중 사용자 검출기로 데이터를 판정하기 전에 미리 사용자 구분 코드간의 상관성을 없애주는 알고리즘을 이용한다. 이 선형 다중 사용자 검출기의 경우 간섭제거 성능은 매우 뛰어난 반면 구조가 매우 복잡하고 계산량이 많아 실제 시스템에의 적용이 어렵다. ML 검출기의 경우 계산량이  $2^{ML}$  (L: 데이터 길이, M: 사용자수)의 형태로 증가하기 때문에 IMT-2000과 같은 고속 데이터 전송에는 부적합하다.

이에 비해 준최적 다중 사용자 검출기는 각 사용자의 수신신호에서 다른 사용자의 간섭신호를 제거하는 방법으로 최적 방식에 비해 MAI 제거능력은 약간 떨어지나 계산량이 적어 처리 속도가 빠르고 구조가 간단하다는 장점을 가지고 있어 최근 활발한 연구가 진행되고 있다.

그림 1에서 ML 검출기는 크게 최적 방식과 준최적 방식으로 나뉘며 준최적 방식은 다시 선형 검출기와 간섭 제

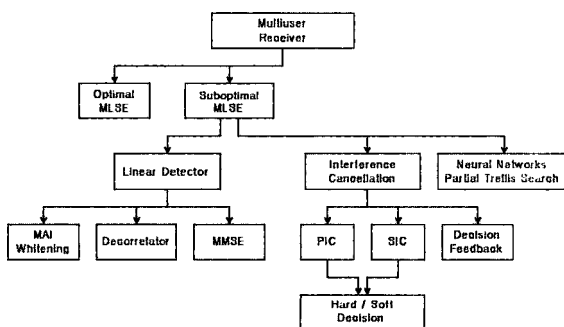


그림 1. 다중 사용자 검출기 분류  
Fig. 1. Classification of multiuser detector.

거기 등으로 구성된다. 최근 주목받고 있는 것은 간섭제거기 중의 하나인 PIC (Parallel Interference Canceller)이다.

그러나 대부분의 다중 사용자 검출기가 IS-95 기반으로 되어 있어 IMT-2000 시스템에 적절치 못하다. 따라서 본 논문에서는 IMT-2000 시스템의 표준안으로 제안된 3GPP (Third Generation Partnership Project) 시스템을 기반으로 하는 역방향채널 서비스에 적합한 다중 데이터를 적용 병렬간섭 제거기를 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 성능을 분석한다.

## II. 시스템 모델

AWGN (Additive White Gaussian Noise) 채널하에서 BPSK (Binary Phase Shift Keying) 변조방식을 갖는 동기식 DS/CDMA 시스템을 가정하면 수신기에서 수신된 신호는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$r(t) = \sum_{m=1}^M s_m(t) + z(t) = \sum_{m=1}^M \sqrt{P_m} b_m(t) PN_m(t) + z(t) \quad (1)$$

$$PN_m(t) = \sum_{k=1}^{L_c} c_{mk} p(t - kT_c) \quad (2)$$

여기서 첨자 m은 m번째 사용자를 나타내며  $c_{mk}$ 는  $\pm 1$ 로 표현되는 램덤 이진 시퀀스이다.  $p(t)$ 는 단위 전력 펄스(chip)이며 M은 전체 사용자 수,  $\eta$ 는 확산 이득,  $T_b$ 는 비트주기,  $T_c$ 는 칩주기,  $z(t)$ 는 AWGN을 나타낸다.  $P_m$ 은 수신된 각 신호의 전력이고 전송하고자 하는 데이터 신호는

$$b_m(t) = \sum_{d=-\infty}^{\infty} a_m^{(d)} p(t - dT_b) \quad (3)$$

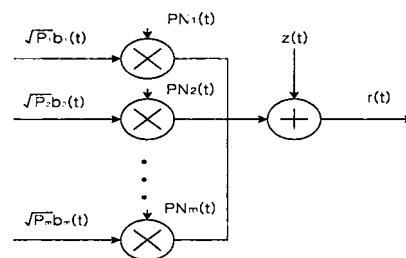


그림 2. 수신신호 모델  
Fig. 2. Received signal model.

로 나타낼 수 있다.

수신된 신호는 역확산 (despreading)과정을 거쳐, 정합 필터를 통과하게 되는데 이때 m번째 사용자 신호가 정합 필터를 통과한 후 출력되는 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$y_m^{(d)} = \frac{1}{\sqrt{T_b}} \int_{(d-1)T_b}^{dT_b} r(t) c_m(t) dt$$

$$= \sqrt{E_{cm}} a_m^{(d)} + \sum_{n \neq m}^M \sqrt{E_{cn}} a_n^{(d)} \rho_{mn} + z_m \quad (4)$$

여기서 상호상관은

$$\rho_{mn} = \frac{1}{T_b} \int_0^{T_b} c_m(t) c_n(t) dt \quad m, n = 1, 2, \dots, M \quad (5)$$

으로 나타낼 수 있다.

기존 단일 사용자 수신기의 데이터  $a_m$ 의 추정값은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{a}_m = \text{sgn}\{\text{Re}\{y_m\}\} \quad (6)$$

### III. 제안 모델

#### 3.1. 모델접근 방법

새로 제안하려는 시스템은 IMT-2000을 기반으로 하는 다중 사용자 검출기이다. 따라서 이 시스템은 기존의 IS-95 시스템과는 달리 저속의 음성 데이터부터 고속의 멀티미디어 데이터까지 다양한 전송율을 지원할 수 있어야 한다. 그 이외에도 기존 검출기의 성능 개선을 위해 필요한 몇 가지 사항들을 나열해 보기로 한다.

첫째, 다양한 채널 환경에 대한 고려가 필요하다. 역방향 채널은 이동국에서 개별적으로 송신하는 신호를 기지국 측에서 수신하는 것으로 각각의 채널 신호들은 서로 다른 경로를 통해 기지국에 도착하게 된다. 그러나 기존의 부분 (Partial) PIC의 경우 각 사용자별로 가중치를 부여하는 것이 아니라 시스템 전체에 동일한 가중치  $P_k$ 를 할당하기 때문에 이러한 다양한 채널 환경이 고려될 수 없다. 따라서 적응 알고리즘을 도입하여 더 정확하게 각 채널별 가중치를 계산해 내는 것이 필요하다.

둘째, 전송속도별 처리에 의한 성능 개선의 필요성이다. 기존의 PIC 모델의 경우 모든 수신신호의 데이터율은 모두 동일한 것으로 간주하였다. 그러나 IMT-2000 시스템에서는 사용자의 대역폭 요구에 따라 몇 개의 클래스로 구분된 특정한 전송속도를 할당받게 된다. 따라서 PIC에

서의 처리에 있어서도 채널을 전송속도별로 구분하여 처리함으로써 확산 및 역확산 과정에서의 데이터 처리, 클래스별 특성의 반영을 용이하게 할 수 있다.

셋째, 채널의 시변성에 대한 반영의 필요성이 있다. 채널 환경은 시간에 따라 변화하므로 본 모델에서는 정해진 범위내에서의 채널 환경 변화를 수용할 수 있도록 하여 이로 인한 에러의 발생을 최소화한다.

넷째, 적응 알고리즘 성능 개선을 생각할 수 있다. 특히 전력제어가 완벽하지 못할 경우 SIC(Successive Interference Canceller)에서는 신뢰도가 높은 고전력 신호부터 MAI를 제거하는 점과 현재 다중 사용자 검출기에서 적응 알고리즘의 초기값 설정을 임의로 하는 점에 대해 개선의 여지가 있다.

#### 3.1.1. 적응 알고리즘의 도입

이미 여러 논문에서 일반적인 PIC보다 다단 (multistage) PIC가 더 우수한 성능을 보인다는 것과 그 중에서도 부분 PIC가 특히 더 우수하다는 것이 입증되었다[3]. 이러한 우수성은 부분 PIC에서 가중인자 (weighting factor)의 선택에 크게 의존한다는 것도 알려져 있다. 적응 알고리즘을 도입함으로써 가중인자를 채널별로 다르게 적용할 수 있어 오차를 최소화할 수 있다.

모든 사용자의 전력레벨이 기지국의 수신기에 알려져 있다고 가정하고, 최적의 비용 함수는 수신신호  $r(t)$ 와 모든 사용자들의 신호에 대한 추정치의 가중합 간의 유클리드 제곱거리로 정의한다고 하면,

$$\epsilon = \int_0^{T_b} |r(t) - \sum_{m=1}^M p_m \sqrt{P_m} \hat{a}_m c_m(t)|^2 \quad (7)$$

여기서  $p_m$ 는 m번째 사용자에 대한 가중치이다.  $\hat{a}_m$ 는  $a_m$ 에 대한 추정치이다.  $\epsilon$ 를 최소화하기 위해서는, 잡음이 없는 경우 최적의 가중치는  $p_m = a_m / \hat{a}_m$ 이고 -1 또는 1이 되는데 이는  $\hat{a}_m$ 의 판단 결과에 따라 좌우된다. 최적의 가중치를 부여한 경우 모든 추정신호의 가중합은 정확히 수신신호가 되므로  $\epsilon$ 는 0이 된다. 최적 가중치에 대한 탐색을 하기 전에  $p_m=1$ 로 고정시키고 탐색을 한다. 일반적으로 사용되는 적응 알고리즘 중 그 복잡도에 있어 상당한 장점을 가지고 있는 LMS (Least Mean Square)알고리즘을 이용하는 것이 적합하다. 그림 3은 이와 같이 최적의 가중치를 정하는 과정에 적응 알고리즘을 도입한 PIC로 식 (7)의  $\epsilon$ 를 최소화시키도록 계수  $p_m$ 을 갱신하게 된다.

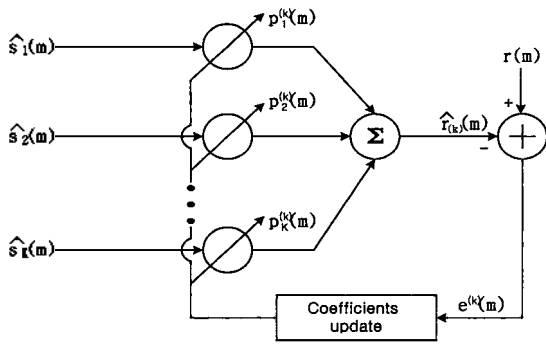


그림 3. 적응알고리즘을 이용한 PIC  
Fig. 3. Adaptive PIC concept.

3.1.2. 전송속도에 따른 채널 구별

기존의 PIC 모델의 경우 모든 수신신호의 전송율은 모두 동일한 것으로 간주하였으나 IMT-2000 시스템에서는 사용자의 대역폭 요구에 따라 몇 개의 부클래스(sub-class)로 구분된 특정한 전송속도를 할당받게 된다. 따라서 PIC에서의 처리에 있어서도 채널을 전송속도별로 구분하여 처리하고 확산 및 역확산을 통해서 데이터 처리, 부클래스의 특성을 고려할 수 있다.

BPSK방식의 DS/CDMA시스템에서 I개의 서로 다른 전송률을 갖는 상향채널이 있다고 가정하면 수신신호는 식 (1)에 나타낸 식에 전송속도에 대한 항을 부가하여 나타낼 수 있다. 전송속도에 따라 부클래스를 구성하고 각각의 부클래스를 i로 나타내면 수신신호는 다음과 같다.

$$r(t) = z(t) + \sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M s_{im}(t - \tau_{im}) \quad (8)$$

3.2. 시스템 구조 및 특징

제안모델은 그림 4와 같이 전송속도별로 개별적인 부클래스를 구성하였고 이 부클래스를 사용자별 채널로 분류하였다. 채널별 가중치 부여방안에 있어서는 부분병렬 간섭제거방식의 개념을 도입하여 1단에서 MAI 추정치가 완전히 제거되지 않도록 하였다. 이에 가중인자는 다음의 방법을 통해 구성하였다.

$$s_{iM}^{(k)} = p_i^{(k)} [Y_i - \hat{I}_{iM}^{(k)}] + [1 - p_i^{(k)}] \hat{s}_{iM}^{(k-1)} \quad (9)$$

여기서 I와 M, k는 각각 전송속도에 따른 부클래스와 각 부클래스에서의 채널, 다단 구조에서 단의 순서를 의미하고 p는 가중인자, Y는 수신신호의 출력, I는 자신을 제외한 다른 사용자의 신호의 합 즉, 추정된 간섭을 나타낸다. 아울러 시변성을 반영하기 위해 적응 알고리즘을 이용하여 가중인자 값을 일정기간마다 수정하도록 하였다.

$$p_i^{(k)}(m+1) = p_i^{(k)}(m) + \frac{\mu}{\|s_i^{(k)}(m)\|} [s_i^{(k)}(m)] e^{(k)}(m) \quad (10)$$

여기서 사용되어진 적응알고리즘은 LMS 알고리즘을 사용하였으며  $\mu$ 는 스텝 크기를,  $s_i^{(k)}$ 는 k번째 단의 i번째 부클래스에 대한 LMS 입력벡터를 나타낸다. e는 수신신호 r(i)와 전체 사용자 신호 추정치의 가중합간의 차이에 대한 제곱의 평균값이다.

3.2.1. 제안 시스템 개념도

그림 5는 제안 시스템의 개념도를 나타낸 것으로 육

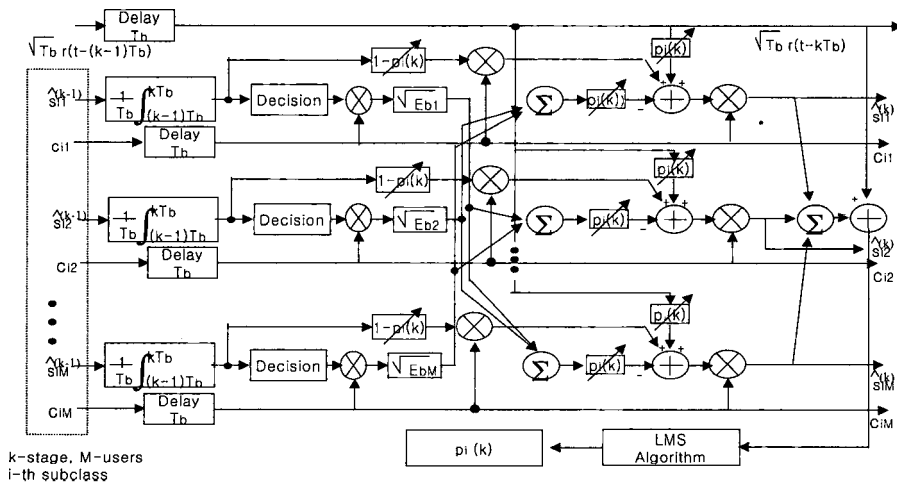


그림 4. 제안 시스템 모델  
Fig. 4. Proposed system model.

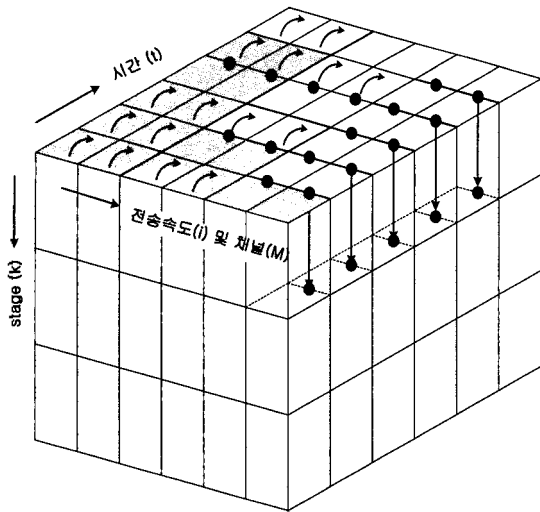


그림 5. 제안 시스템의 개념도  
Fig. 5. Concept of proposed system model.

면체의 모서리를 중심으로 한 세 축을 각각 단, 시간, 전송속도 및 채널로 놓았다. 아래방향으로 4칸이 있는 것은 4단을 나타내며 가로방향의 전송속도 및 채널에서 빗금 친 부분은 각각의 속도별 채널을 나타낸다. 검은 점으로 표시된 곳은 제안된 시스템의 부클래스 별로 가중인자를 갱신하는 지점을 나타내며 화살표는 저속 또는 중속채널에서 가중인자의 갱신없이 이전 가중인자를 이용하는 경우를 나타낸다. 검은 점이 이동하는 모습은 다단 구조에서 다음 단으로 이동하는 것을 나타낸 것이다. 이것은 각 부클래스마다 전송 속도의 차이로 인해  $T_b$  값이 다르기 때문에 단일 전송률일때와는 달리 시간축 상에 놓을 수 없다.

#### IV. 모의실험

본 논문에서는 모의 실험을 위해 다음과 같은 환경을 가정하였다. 우선 전체적으로는 3GPP 환경을 충실히 구현할 수 있도록 노력하였다. 따라서 다중 접속 방법은 5 MHz의 대역폭을 갖는 W-CDMA를 적용하였고 칩속도는 3.84 Mcps, 확산은 골드 시퀀스 (gold sequence)를 적용하였는데 본 실험은 상향 채널만을 대상으로 하였으므로 하향은 고려하지 않았다. 프레임의 길이는 10 ms, 변조는 BPSK로 하였다. 채널의 구성은 저속, 중속, 고속에 대해 각각 30 kbps, 120 kbps, 240 kbps만 존재하는 것으로 가정하였다. 더많은 데이터 속도를 감안하더라도 성능에는 큰 영향을 미치지 않을 뿐더러 현재 존재하는 부르트포스 (brute force)방법과의 비교가 어려워지는 점을 고

표 1. 실험 환경

Multiple Access	WCDMA
Chip rate	3.84Mcps
Spreading	UL, Gold code ( $2^{23}-1$ )
Frame length	10ms
Modulation	BPSK
Spreading factor	128, 32, 16
Data rate (kbps)	30, 120, 240
IC stage	2단 또는 3단
Coefficient Update	LMS

려하였다. 즉, 실험환경에서는 처리하는 속도가 다양해질수록 처리시간이 길어질 수밖에 없어 BER이나  $E_b/N_0$  관점에서의 성능 평가가 그 중요성을 점점 잃게 된다. 간섭제거기의 단수는 2단과 3단까지 실험하였으며 그 이상의 단수에 대해서는 처리시간증가에 비해 성능의 개선 효과는 미미한 것으로 판단되었다. 한편 적응 알고리즘을 구현하는 방법은 LMS를 이용하였다.

첫 번째 실험은 주어진 신호대 잡음비에 대해 일반 PIC 방법과 제안된 모델의 BER을 비교하는 것으로 그 결과는 그림 6과 같다.

이 실험에서는 우선 일반 PIC방법으로 30 kbps의 전송율을 갖는 5명의 사용자가 있는 경우와 일반 PIC방법으로 5명의 120 kbps, 일반 PIC방법으로 5명의 240 kbps, 제안된 모델에 대해 각각 5명씩 15명, 적응 알고리즘이 없는 경우 등 5가지에 대해 실험해 보았다. 실험환경은 신호 수신전력이 동일하다고 가정하고 2단의 PIC를 사용하였다. 일반 PIC방법의 경우 다중전송율을 수용할 수 없으

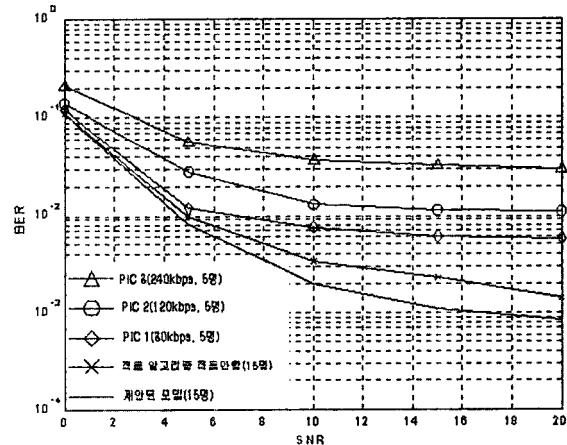


그림 6. 기존 PIC와 제안된 모델 BER비교 (2단 PIC)  
Fig. 6. BER comparison between traditional PIC and proposed model (2 stage PIC).

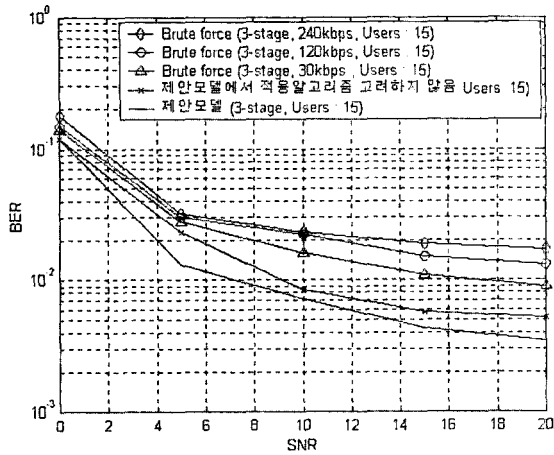


그림 7. 부르트 포스 방법과 제안 모델 비교 (3단 PIC)  
Fig. 7. BER comparison between Brute force method and proposed model (3 stage PIC).

로 단일 전송율로만 실험하였고 적응 알고리즘을 적용하지 않는 경우 다단 PIC 각단의 가중인자는 저속, 중속, 고속 모두  $P_1=0.4$ ,  $P_2=0.8$ 을 적용하였다. 그림 6의 결과를 보면 주어진 SNR 환경에서 제안된 모델은 가장 우수한 성능을 보이고 있다. 더욱이 사용자수 증가에 의해 BER이 크게 증가한다는 점을 감안할 때 15명의 사용자를 대상으로 한 결과이므로 실제 성능은 이보다 뚜렷한 차이가 날 것으로 판단된다. 기존 PIC간의 비교에 있어서 저속데이터를 전송하는 경우일수록 더 우수한 BER성능을 보임을 확인할 수 있다. SNR 10 dB를 기준으로 할 때 제안된 방법은 중속의 데이터를 전송하는 일반 PIC에 비해 약 8배 정도의 BER개선 효과가 나타났다.

그림 7은 3단 PIC에 대해 기존의 방법과 제안된 모델을 비교한 것이다. 제안모델은 30 kbps 5명, 120 kbps 5명, 240 kbps 5명 등 총 15명에 대해서 실험하였는데, 기존 방법의 경우에는 전반적으로 사용자수가 이전 실험보다 3배 증가하였다. 실험 결과는 이전 실험의 결과 (그림 6) 과 크게 차이를 보이지 않는다. 3단 처리를 통해 MAI를 더 잘 제거할 수 있도록 하였으나 이전의 실험에 비해 사용자의 수가 크게 증가하였기 때문에 실제적인 BER 성능의 개선 효과는 크지 않았다.

그림 8은 사용자수 증가에 따른 BER의 변화를 실험한 것이다. 실험은 2단 모델에 대해서 3가지 속도를 갖는 부르트 포스 방식, 3개의 속도를 갖는 부분 PIC 방식, 그리고 제안된 모델을 대상으로 실시했으며 부분 PIC의 경우 가중인자는  $P_1=0.4$ ,  $P_2=0.8$ 을 적용하였다. S/N은 모두 10 dB를 적용하였다. 앞서 살펴본 결과와 같이 전체적으로는 부르트 포스 - 부분 PIC - 제안모델 순의 성능을

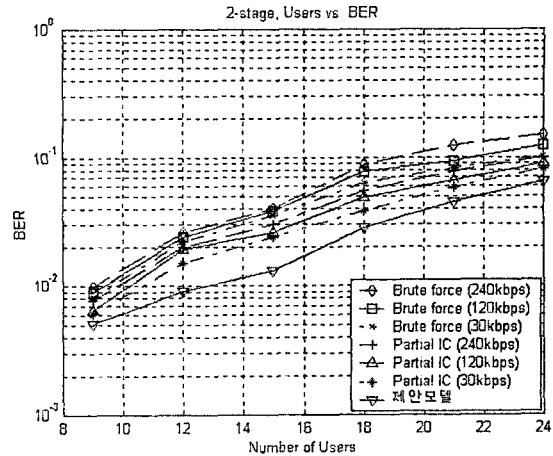


그림 8. 사용자 수 증가에 따른 BER (2단 PIC)  
Fig. 8. BER changes by increment in number of users (2 stage PIC).

나타내었으며 18 사용자 (제안모델은 속도별 각 6 사용자)인 경우  $6 \times 10^{-2}$  정도의 최대 차이가 관찰되었다. 한편 동일 BER 기준으로 보면 BER이  $8 \times 10^{-2}$ 일때 중속 부르트 포스 (120 kbps)와 제안모델은 각각 13 사용자와 18 사용자를 나타내고 있어 사용자수 기준 약 38%의 용량증가를, 부분 PIC (120 kbps)와 제안모델은 각각 16 사용자와 18 사용자를 나타내고 있어 약 12.5%의 용량증가를 나타내고 있다. 물론 여기서의 용량증가분은 전송률 측면에서 보면 차이가 생길 수 있다. 그 이유는 부르트 포스나 부분 PIC가 단일 전송률만을 나타낼 수 있으므로 실제 제안모델에서 18 사용자를 구성하는 속도 성분 ( $6 \times 240$  kbps,  $6 \times 120$  kbps,  $6 \times 30$  kbps)을 기준으로 한다면 사용자수 기준의 결과와는 달라지기 때문이다 (이 예에서는 약 58%).

## V. 결론

본 논문에서는 IMT-2000 환경에서 상향 채널에 적용할 수 있는 간섭제거기의 구성에 대하여 연구하였다. 전체적으로는 부분 병렬 간섭 제거기의 구조를 가지나 다음과 같은 요구조건을 충족시키기 위한 새로운 구조를 도입했다.

첫째, 다양한 채널 환경에 대한 고려가 필요하다. 역방향 채널은 이동국에서 개별적으로 송신하는 신호를 기지국 측에서 수신하는 것으로 각각의 채널 신호들은 서로 다른 경로를 통해 기지국에 도착하게 된다. 그러나 기존의 Partial PIC의 경우 각 사용자별로 가중치를 부여하는

것이 아니라 시스템 전체에 동일한 가중치  $P_k$ 를 할당하기 때문에 이러한 다양한 채널 환경이 고려될 수 없다. 따라서 적응 알고리즘을 도입하여 더 정확하게 각 채널별 가중치를 계산해 내는 것이 필요하다.

둘째, 전송속도별 처리에 의한 성능 개선의 필요성이 있다. 기존의 PIC 모델의 경우 모든 수신신호의 데이터율은 모두 동일한 것으로 간주하였다. 그러나 IMT-2000 시스템에서는 사용자의 대역폭 요구에 따라 몇 개의 클래스로 구분된 특정한 전송속도를 할당받게 된다. 따라서 PIC에서의 처리에 있어서도 채널을 전송속도별로 구분하여 처리함으로써 확산 및 역확산 과정에서의 데이터 처리, 클래스별 특성의 반영을 용이하게 할 수 있다.

셋째, 채널의 시변성에 대한 반영의 필요성이 있다. 채널 환경은 시간에 따라 변화하므로 본 모델에서는 정해진 범위내에서의 채널 환경 변화를 수용할 수 있도록 하여 이로 인한 에러의 발생을 최소화한다.

넷째, 적응 알고리즘 성능 개선을 생각할 수 있다. 특히 전력제어가 완벽하지 못할 경우 SIC에서는 신뢰도가 높은 고전력 신호부터 MAI를 제거하는 점과 현재 다중 사용자 검출기에서 적응 알고리즘의 초기값 설정을 임의로 하는 점에 대해 개선의 여지가 있다.

본 논문에서는 이러한 요구조건을 반영하여 기존의 간섭제거기를 다중 전송률을 지원할 수 있도록 전송속도별 클래스 처리가 가능한 구조로 변경하였고 성능 개선을 위해 적응 알고리즘을 도입하였으며 부분 병렬 간섭 제거기의 가중 인자와 적응 알고리즘의 가중 인자를 일치시켰다. 또 그 초기치로 전력비를 사용함으로써 최종 판단 결과의 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다. 다시 정리하면 이 논문에서는 적응 알고리즘을 갖는 다단 부분 병렬 간섭 제거기를 제안하였고 이에 대해 여러 가지 환경에서 성능 평가를 위한 모의 실험을 진행하였다. 실험 결과 제안한 간섭제거기는 주어진 실험환경하에서 기존의 부르트 포스 방식이나 부분 PIC 방식에 비해 약 12% - 58%까지의 용량증가를 가져왔다. 다만 기존의 부분 병렬 간섭 제거기에 비해 계산량 증가나 지연시간 증가와 같은 단점도 발견되었다.

향후 이 방식은 IMT-2000의 상향 채널의 성능 및 용량 개선에 적용될 수 있을 것이며 이를 위해서는 성능이나 용량 개선, 증가되는 처리시간에 대한 정량적인 분석이 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 김포대학의 2001년 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## 참고 문헌

1. G. Xue, J. Weng, "Adaptive Multistage Parallel Interference Cancellation for CDMA," *IEEE JNL on Selective Area in Comm.*, 17 (10), 1815-1829, Oct. 1999.
2. D. Divsalar, M. K. Simon, "Improved Parallel Interference Cancellation for CDMA," *IEEE Trans. on Comm.*, 46 (2), 258-268, Feb. 1998.
3. Malti, Latva-Aho, "Advanced Receivers for Wideband CDMA Systems," Oulu Univ. Library, 1998.
4. M. Juntti, "Multiuser Demodulation for DS-SS-CDMA System in Fading Channels," Oulu Univ. Library, 1998.
5. H. Holma, A. Toskala, "WCDMA for UMTS", John Wiley & Sons LTD, 2000.
6. 박중후, "광대역 코드분할 다중화 시스템 수신기의 성능분석," 한국음향학회지, 20 (6), 87-93, Aug. 2001.

## 저자 약력

### ● 안 정 근 (Jeong-Keun Ahn)

1991년 2월: 경희대학교 전자공학과 (공학사)  
1993년 2월: 경희대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)  
2001년 8월: 경희대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)  
현재: 김포대학 정보통신과 조교수

### ● 진 용 옥 (Yong-Ohk Chin)

현재: 경희대학교 전자공학과 교수  
한국음향학회지 제20권 제1호 참조