

論文2003-40TC-2-2

# IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 구현 요소들

## (Implementation Factors for Multi-rate Parallel Interference Cancellation in the IMT-2000 3GPP System)

金眞謙\*, 吳成根\*, 鮮宇明勳\*, 金聲洛\*\*

(Jin Kyeom Kim, Seong Keun Oh, Myung Hoon Sunwoo, and Seong Rag Kim)

### 요약

본 논문은 IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 구현시 성능에 영향을 미치는 구현 요소들에 대해서 고찰한다. 본 논문에서 고려되는 병렬형 간섭제거기는 복잡도를 고려하여 다중 전송을 처리를 위하여 사용자간 비동기 환경에서 블록단위로 신호를 판정하고 샘플단위로 간섭제거를 수행하는 샘플단위 병렬형 간섭제거기를 사용한다<sup>[1, 2]</sup>. 샘플단위 간섭제거를 사용하면 기존의 블록단위 간섭제거 방식에 비하여 복잡도를 크게 줄일 수 있으며, 사용자 수가 증가하는 경우에도 복잡도 증가를 최소화 할 수 있다. 모의실험을 통하여 동기화 되지 않은 사용자와 외부 셀 간섭, 타이밍 오류, 오버샘플링율, 양자화 비트 수가 간섭제거기 성능에 미치는 영향을 분석한다. 이를 바탕으로 성능과 복잡도를 고려한 최적의 파라미터를 도출하고, 실제 구현 시에 고려해야 할 여러 가지 구현 요소들에 대한 모델을 정립한다. 마지막으로, 시스템 복잡도 또한 중요한 구현요소 중의 하나이므로 사전 간섭제거 방식들에 따른 복잡도를 분석한다.

### Abstract

We investigate some implementation factors that affect the performance of multi-rate parallel interference cancellers (PICs) for the international mobile telecommunications-2000 (IMT-2000) 3rd-generation partnership project (3GPP) system. We consider the simple multi-rate PIC [1, 2] that can remove effectively multiple access interference (MAI) through block-based detection and sample-based cancellation in asynchronous user environments. The PIC structure has significantly lower complexity as compared with that of the existing scheme, especially as the number of users increases. We analyze the effects of timing error, oversampling rate, unsynchronized users and/or outer-cell interference, and the number of quantization bits on the PIC performance through extensive computer simulations. The models for such factors and the optimum parameters are drawn. Finally, we evaluate the receiver complexities of the PIC receivers employing using the advanced removal scheme.

**Keywords**: Implementation Factors, Multi-rate PIC, Complexity, IMT-2000, 3GPP System

\* 正會員, 亞洲大學校 電子工學部  
(School of Electronics Engineering, Ajou University)

\*\* 正會員, 韓國電子通信研究院 移動通信研究所

(Mobile Communication Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI))

接受日字:2002年5月8日, 수정완료일:2003年1月27日

## I. 서론

IMT-2000 3GPP 시스템은 다중 접속 방식으로 WCDMA(wideband code division multiple access) 방식을 채택하여 이동환경에서 최대 2 Mbps에 달하는 높은 전송속도로 고품질의 음성 및 대화식 멀티미디어 서비스를 제공한다<sup>[3, 4]</sup>. 이러한 CDMA 방식에서는 서로 다른 확산코드를 사용하여 동일한 주파수를 공유하는 다중 사용자 신호들에 따른 다중 접속 간섭(MAI: multiple access interference)에 의하여 동시에 수용할 수 있는 사용자의 수가 제한되게 된다. 따라서, 다중 사용자간 간섭을 줄여 시스템 용량을 증대 시키기 위한 많은 방법들이 연구되고 있다<sup>[5, 6]</sup>. 그들 중에서도 병렬형 간섭제거기는 성능과 하드웨어 구현 측면에서 매우 우수한 것으로 평가되고 있으며<sup>[9]</sup>, WCDMA 방식을 위하여 가장 적합한 간섭제거 방식으로 고려되고 있다. 최근에 3GPP 시스템을 위해 제안된 다중 전송을 병렬형 간섭제거기<sup>[1, 2]</sup>는 다중 전송을 처리를 위해 블록단위 편정과 시스템 복잡도 측면에서 효율적인 샘플단위로 간섭제거를 수행함으로써, 비동기 사용자 환경에서 전송율이 서로 다른 사용자 신호들에 의한 간섭을 효율적으로 제거할 수 있도록 하였다.

지금까지 연구된 대부분의 간섭제거기의 성능 분석은 채널 정보와 코드 타이밍 등의 정보를 완벽하게 알고 있다는 가정 하에 이루어져 왔다. 그러나, 간섭제거기의 성능은 여러 가지 구현 요소들에 의해 크게 영향을 받는다. 그 한 예로서, 병렬형 간섭제거기의 성능은 코드 타이밍 오류에 의해서 크게 저하되는 것으로 알려져 있다<sup>[10, 11]</sup>. 또한, 오버샘플링율과 양자화 비트 수도 성능과 복잡도를 좌우하는 중요한 구현 요소들이다. 그들 외에도 셀룰라 환경에서 항상 존재 가능한 동기화 되지 않은 사용자 신호들에 의한 간섭과 외부 셀 사용자들에 의한 간섭은 간섭제거기를 이용하더라도 제거되지 않기 때문에 시스템 성능에 큰 영향을 미친다. 참고논문 [10-12]에서는 채널과 코드 타이밍 추정 오류에 의한 다중 사용자 검출기의 성능 분석을 하였지만, 복잡도와 다른 구현 요소들에 대한 고려를 하지 않았다.

따라서, 본 논문에서는 3GPP 시스템에 적합한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 성능뿐만 아니라 복잡도에 영향을 주는 구현 요소들에 대한 분석을 수행한다. 동기화 되지 않은 사용자들과 외부 셀로부터의 간섭 및 타

이밍 오류에 따른 성능분석을 수행하며, 오버샘플링율, 양자화 비트 수에 따른 성능을 분석하고 성능과 복잡도를 고려한 최적의 파라미터들을 도출한다. 본 논문에서 고려되는 병렬형 간섭제거기로는 복잡도를 고려하여 비동기 다중 사용자 환경에서 사전 간섭제거를 효율적으로 처리할 수 있는 샘플단위 처리 병렬형 간섭제거기를 사용한다<sup>[1, 2]</sup>. 마지막으로, 시스템 복잡도 또한 중요한 구현요소 중의 하나이므로, 기존의 블록단위 사전 간섭제거 방식과의 복잡도 비교가 이루어 진다.

## II. 시스템 모델과 구현 요소

본 절에서는 IMT-2000 3GPP 시스템의 역방향 링크 물리 채널 구조와 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 구현시 고려해야 할 구현 요소들을 다룬다. 3GPP 시스템의 역방향 링크 물리 채널은 두 가지 형태의 채널로 구성된다. 15 kbps로 고정된 가장 낮은 전송율을 갖는 한 개의 제어 채널(DPCCH, dedicated physical control channel)과 최대 6개까지의 데이터 채널(DPDCH, dedicated physical data channel)로 구성된다. 물리 채널들은 확산과 변조과정을 통해 전송된다. 먼저, 각 물리채널의 매 심벌마다 전송율에 따라 직교가변확산(OVSF, orthogonal variable spreading factor) 코드를 곱하여 신호의 확산과 채널구분을 수행하고, 각 I, Q branch 별로 다중화된 신호에 256 칩 주기의 복소 스크램블링 코드를 곱한 후 변조 과정을 거친다<sup>[4, 13]</sup>.

본 연구에서 고려되는 병렬형 간섭제거기로는 비동기 다중 사용자 환경의 3GPP 시스템을 위하여 블록단위 편정과 샘플단위 간섭제거를 수행하는 샘플단위 다중 전송을 병렬형 간섭제거기<sup>[1, 2]</sup>를 사용한다. 샘플단위 간섭제거는 사용자간 비동기 환경에서 발생하는 추가적인 간섭을 효율적으로 제거하는 방법으로, 모든 사용자 신호는 각각의 지연시간에 따라 개별적으로 처리되며 재생성된 신호를 저장하지 않고 매 샘플단위로 간섭제거를 수행한다. 기존의 블록단위 간섭제거 방법의 경우, 간섭제거를 위한 재생성은 지연시간이 가장 긴 사용자 신호에 대한 정합필터링을 완료한 후에 가능하며, 사용자별로 재생성 신호의 저장을 위한 메모리가 필요하게 된다.

본 논문에서는 IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 병렬형 간섭제거기의 구현시에 성능에 영향을 주는 다음과 같은 네 가지 구현 요소들을 다룬다. 첫번째로, 동기화

되지 않은 사용자와 외부 셀로부터의 간섭을 고려한다. 3GPP 시스템의 역방향 링크에서는 아직 동기가 획득되지 않은 새로운 사용자 신호가 존재하고, 셀룰라 환경 하에서 기지국에는 항상 외부 셀로부터의 간섭이 존재하기 마련이다. 이러한 두 가지 경우에 해당하는 간섭은 간섭제거기를 사용하여 제거가 불가능하고 매 간섭 제거 단에서 잔류간섭으로 인한 오차 신호로 작용하기 때문에 병렬형 간섭제거기의 성능을 크게 저하시킨다. 두 가지 모두 잔류간섭은 잡음레벨이 증대된 것으로 간주할 수 있으며, 각 경우 간섭전력이 동일하다면 간섭제거기 성능에 미치는 영향은 동일하다<sup>[14, 15]</sup>. 따라서, 본 논문에서는 두 가지 경우는 동일한 효과를 주는 것으로 간주한다.

두 번째로, 간섭제거 성능을 크게 좌우하는 타이밍 오류에 대한 고려를 한다. 타이밍 오류는 송수신기 클럭간의 움직임에 의해서 또는 타이밍 추정 오류에 의해서 발생하여 불완전한 간섭제거를 야기시킨다.

세 번째로, 성능과 복잡도 모두에 영향을 주는 요인 중의 하나인 오버샘플링율에 따른 성능 분석을 한다. 디지털 시스템은 나이퀴스트 샘플링율 이상의 샘플링을 수행하는데, 샘플링율이 클수록 더 정확한 타이밍 추정과 간섭제거기의 성능향상이 가능하지만 복잡도가 커지기 때문에 성능과 복잡도를 고려한 최적의 오버샘플링율을 도출해야 한다.

마지막으로, 양자화 비트 수에 따른 성능분석을 통하여 성능과 복잡도를 고려한 최적의 양자화 비트 수를 도출한다. 양자화 오류에 의해서 간섭제거기의 성능이 저하되고, 양자화 비트 수에 따라 복잡도가 변화하기 때문에, 성능뿐만 아니라 복잡도까지 고려한 최적의 양자화 비트 수를 도출하여야 간섭제거기의 효율적인 구현을 가능할 수 있다.

III. 성능분석 및 복잡도 비교

위에서 고려한 네 가지 구현 요소들에 따른 샘플단위 간섭제거를 사용한 다중 전송율 병렬형 간섭제거기<sup>[1, 2]</sup>의 성능을 분석하기 위하여 모의실험을 통한 비트 오류율을 평가하였다. 먼저 정확한 채널 정보와 코드 타이밍을 가정한 모의실험 결과를 <그림 1>에 나타내었다. <그림 1>에서의 결과를 얻기 위하여 <표 1>과 같은 파라미터들을 사용하였다. 이와 같은 모의실험 파라미터들은 확산이득이 가장 낮은 960 kbps 채널이 간섭의 영

향에 가장 민감하므로 가장 민감한 간섭제거기 성능의 변화를 분석하기 위하여 고려하였으며, 특히, 960 kbps 채널에 대한 간섭신호로서는 간섭전력만이 간섭제거 성능에 영향을 미치므로 낮은 전송률을 갖는 다수의 사용자 환경보다는 상대적으로 높은 전송률을 갖는 240 kbps 2명, 480 kbps 1명을 가정하여 960 kbps 채널에 대한 간섭전력이 960 kbps 채널의 신호전력과 동일하도록 설정하였다.

제어채널을 위한 직교가변확산코드로 사용된  $C_{ch,256,0}$  코드는 256 길이를 갖고 모두 1로 구성되고, 데이터 채널을 위해  $C_{ch,SF,k}$  코드를 사용하였다. 여기서  $K=SF/4$ 이며 전송율에 따라 길이가 다른 코드를 사용하여 전송율에 관계없이 동일한 칩 율을 갖게 된다. <그림 1>은 전송율이 가장 높고, 가장 긴 지연시간을 갖는 960 kbps 사용자 신호의 비트 오류율을 나타낸 것이다.

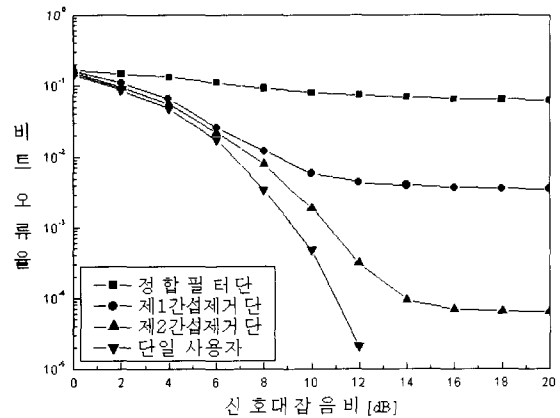


그림 1. 정확한 채널 정보와 코드 타이밍을 가정한 다중 전송율 병렬형 간섭제거기의 신호대잡음비에 따른 비트 오류율 성능

Fig. 1. BER performance of the multi-rate PIC versus SNR under perfect channel knowledge and code timing.

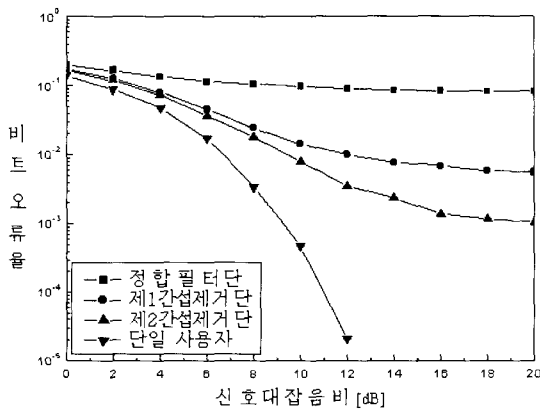
표 1. 모의실험 파라미터.

Table 1. Parameters for simulations.

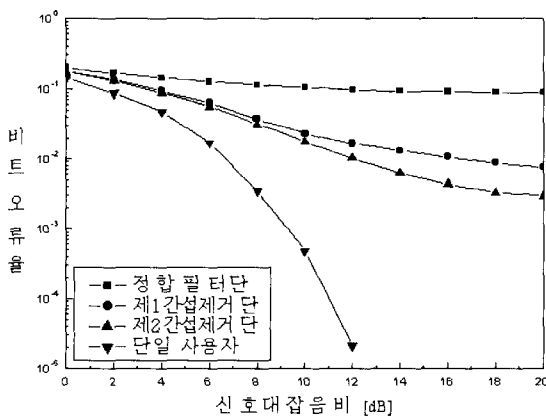
사용자	전송율	SF	OVSF Code	시간 지연
사용자 1	240 Kbps	16	Cch,16,4	5 chips
사용자 2	240 Kbps	16	Cch,16,4	25 chips
사용자 3	480 Kbps	8	Cch,8,2	51 chips
사용자 4	960 Kbps	4	Cch,4,1	76 chips

1. 동기화 되지 않은 사용자와 외부 셀 간섭에 의한 성능

이미 언급했듯이, 동기화 되지 않은 사용자 신호에 의한 간섭과 외부 셀들에 의한 간섭은 간섭제거기를 통해서도 제거가 불가능하다. 외부 셀 간섭의 영향은 동기화 되지 않은 사용자 경우와 거의 동일한 효과를 가진다. 따라서, 동기화 되지 않은 사용자들이 존재하는 경우들에 대한 병렬형 간섭제거기의 성능을 분석하였다. <그림 2>는 동기화 되지 않은 사용자 수에 따른 간섭제거 성능을 나타낸다. 동기화 되지 않은 사용자 신호의 전송율은 480 kbps로 가정하였다.



(a)



(b)

그림 2. 동기화 되지 않은 사용자 수에 따른 간섭제거기의 비트 오류율 성능. (a) 동기화되지 않은 사용자 : 1명. (b) 동기화 되지 않은 사용자 : 2명  
Fig. 2. BER performance according to the number of unsynchronized users. (a) One unsynchronized user, (b) Two unsynchronized users.

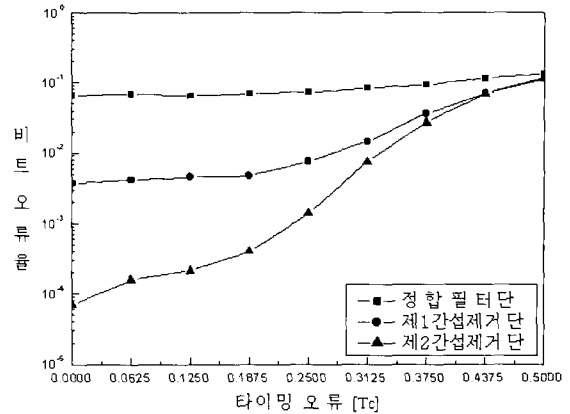


그림 3. 타이밍 오류에 의한 비트 오류율 성능(SNR=16 dB)

Fig. 3. BER performance versus timing error(SNR=16 dB).

<그림 2>로부터, 병렬형 간섭제거기의 성능은 동기화 되지 않은 사용자에 신호에 의해서 성능 저하가 심각함을 알 수 있으며, 특히 제2간섭제거단에서의 성능 저하가 두드러진다.

2. 타이밍 오류에 의한 성능

고려해야 할 타이밍 오류는 최대 칩주기( $T_c$ )의  $1/2$  ( $\pm 1/2 T_c$ )로 가정하였다. 타이밍 오류에 의한 간섭제거기의 성능 평가를 위해서 모든 사용자들이 동일한 타이밍 오류를 갖는다고 가정하였으며, 16 dB의 신호대잡음비를 가정하였다. <그림 3>의 타이밍 오류에 의한 성능 그래프로부터, 타이밍 오류가  $0.125 T_c$  이하일 때는 제1 간섭제거단에서의 성능저하는 거의 없고, 제2간섭제거단의 성능이 약간 저하되지만 성능에 크게 영향을 미치지 못한다. 그러나,  $0.125 T_c$  이상의 타이밍 오류가 존재하는 경우에는 성능저하가 심각함을 볼 수 있다.

3. 오버샘플링에 따른 성능

간섭제거기에서 오버샘플링율( $L$ )이 클수록 정확한 타이밍 추정이 가능하여 어느 정도 성능 향상이 가능하지만, 간섭제거기의 복잡도는 거의 오버샘플링율에 선형적으로 증가한다. 따라서, 복잡도와 성능을 고려한 최적의 오버샘플링율이 도출되어야 한다. <그림 4>는 오버샘플링율에 따라 발생 가능한 최대 타이밍 오류를 나타낸다. 오버샘플링율이 낮을 경우에 복잡도는 감소하지만 발생 가능한 타이밍 오류는 <그림 4>에서와 같이 증가한다. 따라서, 오버샘플링율에 따른 최대 타이밍 오류를

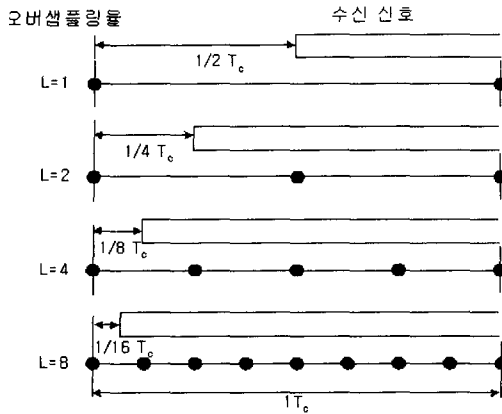


그림 4. 오버샘플링율에 따라 발생가능한 최대 타이밍 오류

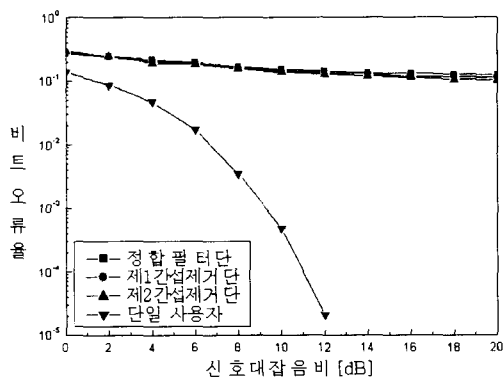
Fig. 4. Possible maximum timing errors according to the oversampling rate.

적용하여 성능 평가를 수행하였다.

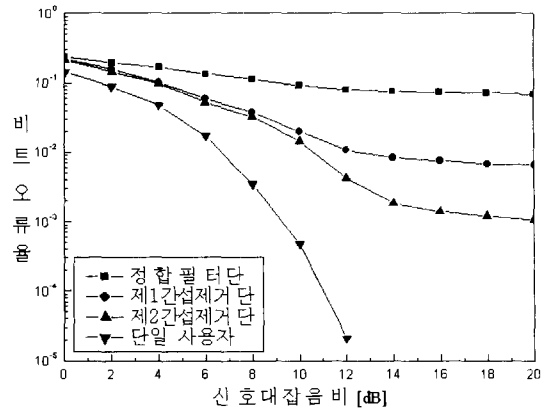
<그림 5>는 오버샘플링율 별로 발생 가능한 최대 타이밍 오류를 적용한 신호대잡음비에 따른 간섭제거 성능을 나타낸다.  $L=4$ 일 때 성능이  $L=8$ 일 때 성능과 거의 동일하기 때문에 복잡도를 고려하여 IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 구현을 위한 최적의 오버샘플링율은 4라고 결론지을 수 있다.

4. 양자화 비트 수에 따른 성능

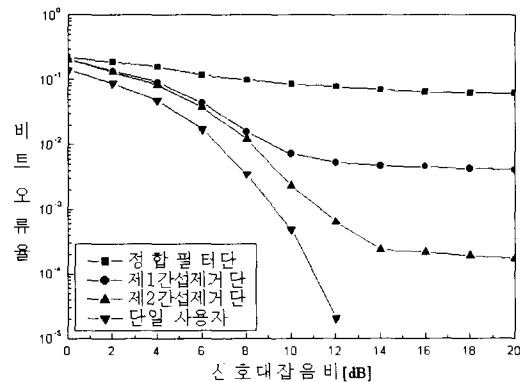
모의실험을 위해 SPW(Signal Processing Work System)를 이용하여 샘플단위 간섭제거 방식의 다중 전송을 병렬형 간섭제거기를 구현하였고, 양자화 비트 수에 따른 비트 오류율 성능을 평가하여 <그림 6>에 나타내었다. 여기서, 양자화는 수신신호와 재생성된 신호에만 적용하였다.



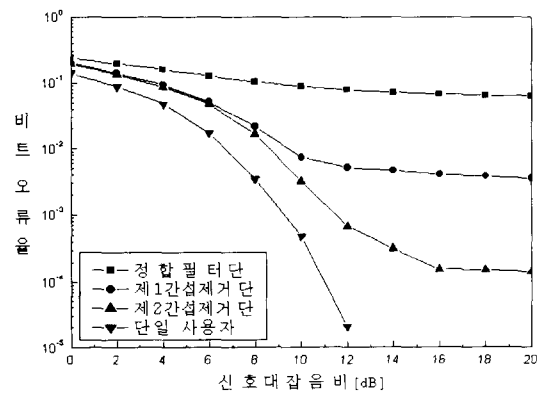
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 5. 오버샘플링율에 따라 최대 타이밍 오류를 적용한 비트 오류율 성능. (a) 오버샘플링율:  $L=1$ , (b) 오버샘플링율:  $L=2$ , (c) 오버샘플링율:  $L=4$ , (d) 오버샘플링율:  $L=8$ .

Fig. 5. BER performance versus SNR with the oversampling rate as a parameter. (a) Oversampling rate:  $L=1$ , (b) Oversampling rate:  $L=2$ , (c) Oversampling rate:  $L=4$ , (d) Oversampling rate:  $L=8$ .

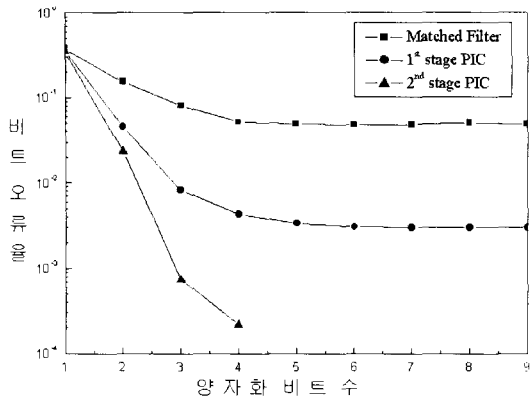


그림 6. 양자화 비트 수에 따른 비트 오류율 성능  
Fig. 6. BER performance versus the number of quantization bits.

<그림 6>에서 보면, 양자화 비트 수가 9에서 6까지 감소한 경우에는 거의 성능 저하가 없으며, 5비트 이하 일 때부터 성능 저하가 심각해지기 시작한다. 따라서 복잡도와 성능을 고려한 최적의 양자화 비트 수는 6으로 결론지을 수 있다.

5. 복잡도 비교

본 절에서는 병렬형 간섭제거기 구현시 시스템 복잡도가 중요한 고려사항 중의 하나이므로 사전 간섭제거 방식들에 따른 메모리 양을 분석한다. 사전 간섭제거는 사용자간 비동기 환경에서 발생하는 인접 심벌이나 인접 블록에 의한 간섭을 제거하기 위하여 지연시간이 짧은 사용자들의 다음 블록에 의한 간섭을 현재 블록에서 제거한 후 코드 상관을 통한 적분을 수행하는 방법이다. 이러한 사전 간섭제거 방식들에 따라서 간섭제거기의 복잡도가 크게 달라진다.

기존의 블록단위 처리 방식<sup>[16]</sup>의 경우, 정합필터 단에서 모든 사용자들의 첫 번째 블록의 신호를 판정하기 위해서는 최대로 두 블록의 수신신호를 필요로 한다. 다음으로, 사용자별로 지연시간이 짧은 사용자들의 다음 블록에 의한 간섭을 제거하기 위해서는 세 번째 블록의 수신신호를 이용한 모든 사용자들의 두 번째 블록 신호의 판정이 이루어져야 한다. 이러한 조건에서 제1간섭제거 단에서는 다음 블록에 의한 간섭이 제거된 신호를 이용하여 첫 번째 블록에 대한 신호의 판정을 수행하게 된다. 따라서, 간섭제거 후에 제1간섭제거 단에서 판정이 이루어지기까지는 세 블록의 수신신호를 저장하여야 한다. 위에서 언급한 절차에 따르면, 하나의 간섭제거 단을 위해서는 최소한 세 블록의 수신신호를 저장하

표 2. 두 사전 간섭제거 방식에 따른 메모리 양 (2단 병렬형 간섭제거기)

Table 2. The amount of required memories for two advanced removal schemes(2-stage PIC)

사용자 수	샘플단위 사전 간섭제거	블록단위 사전 간섭제거
1	4,160	16,448
2	4,224	20,608
4	4,352	28,928
8	4,608	45,568

기 위한 메모리가 필요하며, 각 사용자마다 한 블록에 해당하는 판정 데이터와 재생성된 신호 저장을 위한 메모리가 필요하게 된다. 결과적으로, 기존의 블록단위 사전 간섭제거 기법을 적용한 병렬형 간섭제거기의 메모리 양은 사용자 수와 간섭제거단 수에 거의 선형적으로 비례하여 증가한다.

그러나, 참고논문 [1],[2]에서 제안된 사전 간섭제거 방식은 지연시간이 짧은 사용자부터 사용자별로 블록단위 판정이 이루어지며, 곧바로 샘플단위로 재생성과 간섭제거가 이루어지기 때문에, 사용자별로 재생성 신호 저장을 위한 메모리가 필요하지 않다. 따라서, 간섭제거를 위하여 한 블록 데이터를 판정하기 위한 처리 시간만 필요하므로, 한 블록의 수신신호를 저장하기 위한 메모리만이 필요하다. 또한, 사용자 수가 증가하는 경우에도 사용자별로 한 블록에 해당하는 판정 데이터를 저장하기 위한 메모리만 필요하므로 메모리량의 증가는 미미한 편이다.

<표 2>에서, 기존의 블록단위 사전 간섭제거 기법<sup>[16]</sup>과 샘플단위 사전 간섭제거 기법<sup>[17]</sup>을 적용한 2단 병렬형 간섭제거기에 필요한 메모리 양을 사용자 수에 따라서 비교하였다. 모든 사용자 신호의 전송율은 480 kbps로 가정하였고, 8배의 오버샘플링율을 가정할 때 한 개의 기준블록은 2048 샘플로 구성된다. 한 개 블록에 해당하는 판정 데이터 저장 메모리 크기는 블록당 전송되는 비트 수와 동일한 32이다. 필터링을 위한 메모리와 재생성에 소요되는 지연시간은 고려하지 않았다. 2단 병렬형 간섭제거기를 위해 블록단위 사전 간섭제거를 수행하는 경우 두 블록에 해당하는 각 사용자 신호의 판정데이터와 재생성된 신호 저장을 위한 메모리와 여섯 개의 블록에 해당하는 수신신호 저장 메모리가 필요하

다. 그러나 샘플단위 사전 간섭제거를 수행하는 경우에는 두 블록의 수신신호와 각 사용자별 판정 데이터 저장 메모리만 필요하기 때문에 사용자 수가 늘어나도 기존 간섭제거기에 비해 매우 낮은 복잡도를 유지할 수 있다. 따라서, IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 병렬형 간섭제거기는 복잡도 측면에서 볼 때, 블록단위 사전 간섭제거 기법보다 샘플단위 간섭제거 기법을 적용하는 것이 바람직하다.

## V. 결 론

본 논문에서는 IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 성능과 복잡도에 영향을 미치는 중요한 구현 요소들에 대한 고찰하였다. 성능 분석 결과로부터 성능과 복잡도 모두를 고려하여 다중 전송을 병렬형 간섭제거기의 구현을 위하여 다음과 같은 디자인 파라미터들과 사전 간섭제거 기법을 사용하는 것이 바람직하다.

- 1) 타이밍 오류  $\leq 0.125 T_c$ ,
- 2) 오버샘플링율 ( $L \geq 4$ ),
- 3) 양자화 비트 수  $\geq 6$ .
- 4) 사전 간섭제거 기법 : 샘플단위 간섭제거

사전 간섭제거 기법에 따라서 성능의 차이는 없지만, 샘플단위 간섭제거를 수행하는 경우에 병렬형 간섭제거기를 적은 메모리로 구현이 가능하고, 사용자 수가 늘어나더라도 복잡도 증가를 최소화 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. K. Kim, S. K. Oh, M. H. Sunwoo, and M. S. Jung, "Multi-rate parallel interference canceller for IMT-2000 3GPP system," in Proc. VTC'2001 Spring, vol. 1, pp. 2307-2311, May 2001.
- [2] 김진점, 오성근, 선우명훈, "IMT-2000 3GPP 시스템을 위한 간단한 다중 전송을 병렬형 간섭제거기," 대한전자공학회논문지, 제38권 TC편 제12호, pp. 474-483, 2001
- [3] F. Adachi, M. Sawahashi, and H. Suda, "Wideband DS-CDMA for next-generation mobile communications system," IEEE Comm. Mag., pp. 56-69, Sept. 1998.
- [4] W. Mohr and S. Onoe, "The 3GPP proposal for IMT-2000," IEEE Comm. Mag., pp. 72-81, Dec. 1999.
- [5] S. Moshavi, "Multi-user detection for DS-CDMA communications," IEEE Comm. Mag., pp. 124-136, Oct. 1996.
- [6] M. K. Varanasi and B. Aazhang, "Multistage detection in asynchronous code-division multiple-access communications," IEEE Trans. Comm., vol. 38, no. 4, pp. 509-519, Apr. 1990.
- [7] S. Verdu, Multiuser detection, Cambridge Univ. Press, 1998.
- [8] R. M. Buehrer, S. P. Nicoloso, and S. Gollamudi, "Linear versus nonlinear interference cancellation," J. Comm. Net. (JCN), vol. 1, no. 2, pp. 118-133, June 1999.
- [9] D. Divsalar, M. K. Simon and D. Raphaeli "Improved Parallel Interference Cancellation for CDMA," IEEE Trans. Comm. vol. 46, no. 2, pp. 258-268, Feb. 1998.
- [10] M. Alam, T. Ojanpera, and R. Prasad, "Impact of timing error on the performance of multiuser detection in multirate CDMA systems," in Proc. ICPWC'99, vol. 1, May 1999, pp. 299-303.
- [11] R. M. Buehrer, A. Kaul, S. Striglis, and B. D. Woerner, "Analysis of DS-CDMA parallel interference cancellation with phase and timing errors," IEEE J. Select. Areas Comm., vol. 14, no. 8, pp. 1522-1535, Oct. 1996.
- [12] L. K. Rasmussen, S. Sun, T. J. Lim, and H. Sugimoto, "Impact of estimation errors on multiuser detection in CDMA," in Proc. VTC'98, vol. 1, May 1998, pp. 1844-1848.
- [13] TS 25.211 v3.3.0, "Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels," Tech. Specs., June 2000.
- [14] Rick Cameron, and Brian Woerner, "Synchronization of CDMA Systems Employing Interference Cancellation," in Proc. VTC'96, vol. 1, pp. 178-182, 1996.
- [15] Parag Agashe, and B. D. Woerner, "Analysis of Interference Cancellation for a Multicellular CDMA Environment," in Proc. PIMRC'95, vol. 2,

pp. 747-752, 1995.

[16] N. S. Correal, R. M. Buehrer, and B. D. Woerner, "A DSP-based DS-CDMA multiuser

receiver employing partial parallel interference cancellation," IEEE J. Select. Areas Comm., vol. 17, pp 613-630, Apr. 1999.

저 자 소 개



金眞謙(正會員)  
2001년 2월 : 아주대학교 전자공학부 졸업(공학사). 2003년 2월 : 아주대학교 전자공학과 졸업예정(공학석사). <주관심분야 : 간섭제거기, OFDM 채널추정, MC-CDMA 시스템>



吳成根(正會員) 第38卷 TC編 第12號 參照  
1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1985년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사). 1990년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사). 1988년 12월~1993년 8월 : 삼성전자주. 1996년 2월~1997년 1월 : Simon Fraser 대학교(캐나다) 교환교수. 1993년 9월~현재 : 아주대학교 전자공학부 교수. <주관심분야 : 스마트 안테나, MIMO 시스템, 간섭제거기 등>



鮮宇明勳(正會員) 第39卷 TC編 第12號 參照  
1980년 2월 : 서강대학교 전자공학 학사. 1982년 2월 한국과학기술원 전자공학 석사. 1982년 3월~1985년 8월 : 한국전자통신연구소(ETRI) 연구원. 1985년 9월~1990년 8월 : Univ. of Texas at Austin 전자공학 박사. 1990년 8월~1992년 8월 Motorola, DSP Chip Division(미국). 1992년 8월~1996년 10월 : 아주대학교 전기전자공학부 조교수. 1996년 10월~2001년 9월 : 아주대학교 전자공학부 부교수. 1992년 8월~현재 : 아주대학교 전자공학부 교수. <주관심분야 : VLSI 및 Parallel Architecture, 멀티미디어 통신용 DSP 칩 및 ASIC 설계>



金聲洛(正會員)  
1981년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학사). 1985년 2월 : 한국과학기술원 전자공학과(공학석사). 1994년 5월 : University of Illinois at Chicago(공학박사). 1985년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연구소, 책임연구원. <주관심분야 : Statistical Communication, Multiuser Detection (MUD), MIMO, Non-Gaussian Signal Processing>