

5 MHz 대역폭을 가지는 3G IS-95 순방향 링크의 SPW 구현 SPW Implementation of 3G IS-95 Forward Link with 5MHz Bandwidth

이형곤, 이성주, 김재석

연세대학교 전자공학과 VLSI & CAD 연구실

Hyoung Gon Lee, Seong Joo Lee, Jae Seok Kim

Yonsei Univ. Electronic Eng. VLSI&CAD Lab.

hglee@asic.yonsei.ac.kr

요약

본 논문에서는 차세대 이동통신의 다중 접속 방식으로 제안되고 있는 3G IS-95 Multi-Band CDMA 중 5MHz 대역폭을 갖는 시스템의 순방향 링크에 대한 SPW 구현 및 검증을 수행하였다. 구현된 시스템은 3개의 반송파를 가지는 5 MHz 대역폭의 기본 채널(Fundamental Channel)용 기저국 변조기와 차세대 이동통신용으로 제안된 채널 환경, 그리고 이동국용 복조기로 구성되었다. 각 기능 블록들의 동작 상태와 각 단계에서의 신호 변화 및 전송되는 정보의 복원 과정에 대한 SPW 검증이 SNR(Ec/Io)=-14.08dB 에서 이루어졌다.

I. 서론

현재 상용화된 IS-95 규격의 협대역 CDMA (Code Division Multiple Access, 코드분할 다중접속) 시스템의 접속도는 1.2288Mcps로서 초고속 데이터 서비스에 부적합할 뿐만 아니라, 사용자 분해능력이 떨어져 차세대 이동통신의 다중 접속 방법으로는 한계가 있다. 또, 기존 시스템에서 무선 채널을 통한 고속의 데이터 전송을 위해 신호의 지속기간(duration)을 줄이게 되면 채널에서 발생하는 지연 퍼짐(delay spread)에 의한 심볼간의 간섭으로 성능이 저하되는 문제점이 발생하게 된다[1]. 이런 문제점들을 해결하기 위하여 신호의 지속기간을 줄이지 않고 신호를 여러 개의

채널로 할당하여 전송하는 방법이 필요하게 된다. Multi-Band CDMA 시스템[2,3]은 1명의 사용자에 여러 개의 채널을 각자 다른 주파수의 반송파에 실어 할당함으로써 신호의 지속기간을 줄이지 않고도 데이터의 전송율을 향상시키는 방식이다. 3G IS-95 Multi-Band CDMA 방식은 기존의 IS-95 시스템과의 호환성을 유지하면서도 고품질의 데이터 전송이 가능하다는 장점도 가지고 있다.

본 논문에서는 3G에서 차세대 이동통신 시스템의 다중접속 방식으로 제안하고 있는 3G IS-95 규격중 3개의 반송파로 5MHz 대역폭을 사용하여 전송하는 Multi-Band CDMA 시스템의 순방향 링크 성능을 SPW [4,5]를 이용하여 검증하였다.

2 장에서는 3G IS-95 Multi-Band CDMA 시스템 순방향 링크의 구조적인 특징에 대하여 설명하고, 3 장에는 SPW 를 통한 3G IS-95 Multi-Band CDMA 시스템의 구현에 대하여 설명한다. 이를 통한 검증의 결과는 4 장에서 제시되고, 5 장에서는 결론을 맺는다.

II. Multi-Band CDMA 시스템의 구성

3G IS-95 Multi-Band 시스템의 순방향 링크 채널은 파일럿 채널(Pilot Channel), 싱크 채널(Sync Channel), 페이징 채널(Paging Channel), 기본 채널(Fundamental Channel) 및 보조 채널(Supplemental

Channel)로 이루어져 있다. 기존의 IS-95 와의 동일한 방식으로 구성된 파일럿 채널, 싱크 채널 및 레이징 채널은 기존의 IS-95 시스템과 공유할 수 있으며 호환이 가능하다. 기본 채널의 경우 음성 및 지속의 고정된 데이터율의 데이터 전송을 위해 사용되며, 보조 채널의 경우 고속의 데이터를 필요에 따라 가변적인 데이터율로 전송하는데 사용된다. 그림 1에서는 3G IS-95 Multi-Band CDMA 시스템의 5MHz 대역폭에 대한 순방향 링크에서의 기본 채널 구성을 나타내며, 그림 2는 순방향 링크의 변조 방식을 보여준다. 그림 1과 그림 2를 통하여 볼 수 있는 기본적인 3G IS-95 Multi-Band CDMA 의 구성은 입력 신호에 CRC 정보를 부가하기 위한 CRC 발생기 블록, 채널 에러 보정을 위한 부호화율 1/3(Rate Set 1), 1/4(Rate Set 2)인 컨볼루션 인코더(Convolution Encoder), 동일 확산 이득을 얻기 위한 심볼 반복기(Symbol Repeater), 버스트 에러를 분산시키기 위한 인터리버(Interleaver), 그리고 롱 코드(Long PN code)에 의한 암호화를 하는 부분(Scrambler)으로 이루어져 있다. 이렇게 처리된 정보는 변조단으로 넘어가게 되면서 1:6 직병렬 변환기를 거치게 된 후, 128 배(Rate Set 1)나 64(Rate Set 2)배의 왈시 확산(Walsh Spreading)과정 및 복합 PN 확산(Complex PN Spreading)과정, 그리고 QPSK 변조의 과정을 거쳐서 3 개의 서로 다른 반송파를 통하여 전송되게 된다.

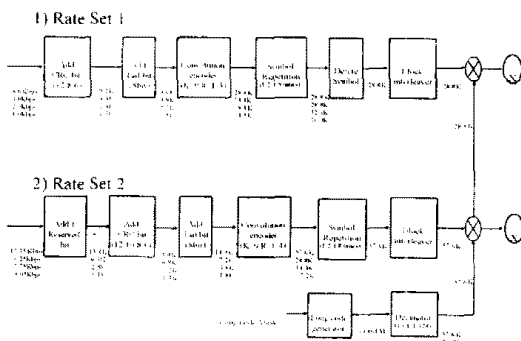


그림 1. Multi-Band CDMA 시스템 순방향 링크의 기본채널 구성

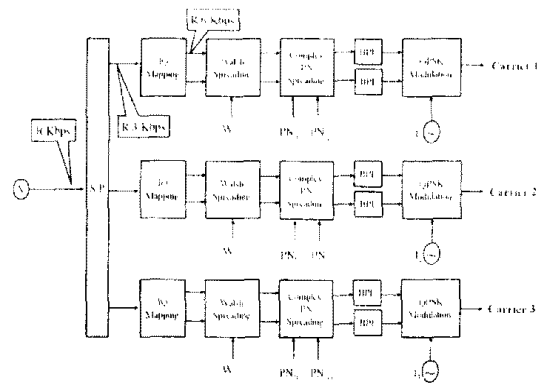


그림 2 Multi-Band CDMA 시스템 순방향 링크의 변조방식

III. Multi-Band CDMA 시스템의 구현

Multi-Band CDMA 시스템의 SPW 구현은 기지국용 변조기 및 이동국용 복조기, 그리고, ITU-R 에서 제안한 차세대 이동통신용 채널 모델에 대하여 이루어졌다.

3G IS-95 Multi-Band CDMA 기지국용 변조기는 2 장에서 설명된 순방향 링크의 기본 채널 중 Rate Set 1 의 9.6 Kbps 사양으로 설계되었다. 그림 1 및 그림 2 에서 나타나는 각 기능블록들과 이들을 제어하는 신호 및 클럭 신호를 발생시키는 부분들로 구성되어 있으며, 구현된 기지국 변조기는 그림 3 에서 볼 수 있다.

3G IS-95 Multi-Band CDMA 이동국용 복조기는 기지국용 변조기의 전송신호가 채널을 통과하는 과정에서 다른 반송파의 신호로부터 받는 간섭과 감쇄 및 지연의 영향으로 변형된 신호로부터 채널에 의한 신호의 변형을 복원하고, 변조과정으로 변형된 원천(Source)신호로 복원해내는 과정을 수행하도록 설계가 되었으며, 이동국용 복조기의 전체적인 구성은 그림 4 에서 볼 수 있다. 기지국 변조기가 전체의 채널이 구성된 경우 이동국용 복조기에는 파일럿 채널을 통하여 채널의 지연성분과 감쇄 성분을 추정하고 보상하는 부분이 들어있어야 하지만, 본 논문에서는 Multi-Band CDMA 시스템의 성능에 중점을 두었기 때문에 채널의 지연성분에 대한 정보를 이미

가지고 있어서 신호에 대한 동기가 이루어졌다는 가정하에 신호의 복원을 중심으로 이동국용 복조기를 구현하였다. 이동국용 복조기에서 신호를 처리하는 과정은 기지국용 변조기에서 신호가 처리되는 과정의 역과정으로 처리를 하게 된다. 먼저, 3 개의 개별적인 반송파로부터 입력받은 신호는 개별적으로 저역통과필터를 거친 후, 3 개의 지연 성분에 대한 복잡 PN 역확산 (Complex PN Despreading) 과정과 Walsh 역확산 (Walsh Despreading) 과정을 거친 다음, 6:1 병직렬 변환을 통하여 합쳐지게 된다. 이렇게 합쳐진 신호는 변조단에서의 인터리빙과 심볼 반복기 및 콘볼루션 인코더에 의한 정보의 변화로부터 원래의 신호로 복원해 주기 위한 디인터리빙(De-interleaving), 심볼 삭제기(Symbol Decimator) 및 비터비 디코더(Viterbi Decoder)를 통하여 원래의 정보로 복원이 된다.

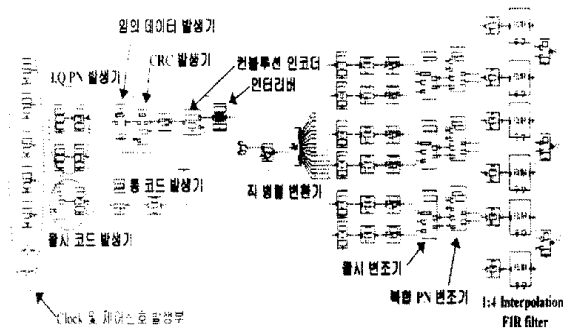


그림 3. 기지국 변조기의 내부 구성

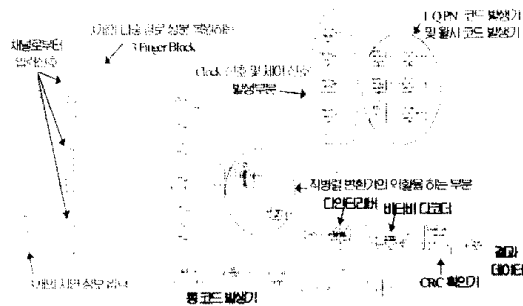


그림 4. 이동국 복조기의 내부 구성

IV. Multi-Band CDMA 시스템의 검증

Multi-Band CDMA 시스템에 대한 검증은 그림 5와 같이 구현된 기지국용 변조기, 이동국용 복조기와 차세대 이동통신용 채널 모델에 대하여 이루어졌다. 채널의 구성은 신호간의 간섭의 효과를 주는 부분, ITU-R의 IMT2000용 채널모델중 차량 이동 모델 Channel A(표 1)의 지연 및 감쇄성분을 사용하여 지연과 감쇄에 대한 효과를 주는 부분, 신호대 잡음비(SNR)의 변화가 가능한 백색 부가 잡음을 첨가하는 부분과 이동국의 이동속도에 따른 도플러 천이(Doppler Shift)의 효과를 첨가하는 부분으로 이루어져 있다. 본 논문에서는 백색부가 잡음의 경우 -14.08 dB로 설정을 하였고, 도플러 천이를 위한 차량의 이동속도는 50 km/s로 설정하였다.

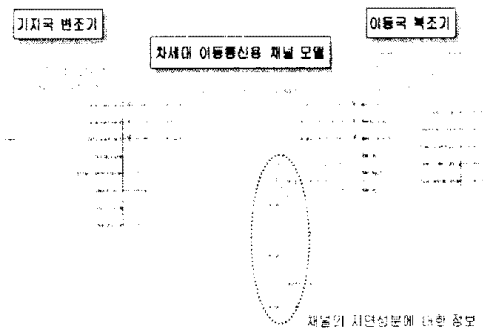


그림 5. Multi-Band CDMA 시스템의 검증

Paths	Channel A	
	Delay (nsec)	Average Power (dB)
1	0	0
2	310	-1.0
3	710	-9.0
4	1090	-10.0
5	1730	-15.0
6	2510	-20.0

표 1. IMT-2000용 채널 : 차량이동 모델 A

이와 같은 환경에서 구현된 기저대역 변조기와 이동국용 복조기가 각 단계 블럭별 신호들을 확인하여 원하는 길이가 나오는가를 검증하였다.

그림 6에서는 전송필터의 입력신호가 전송필터를 통과하여 채널에서 다른 반송파로부터의 간섭으로 변형되고, 부가잡음 및 다중경로의 영향과 도플러 진동에 의하여 변형되는 과정과 이 신호가 수신 필터를 통과한 후의 신호의 형태에 대하여 볼 수 있다. 그림 7에서는 변조기의 확산 과정 이전의 신호와 복조기의 역확산 과정 이후의 신호를 비교함으로써, 확산 및 역확산 과정으로 인하여 채널에 의한 신호의 왜곡을 감소시킬 수 있다는 것을 확인할 수가 있다.

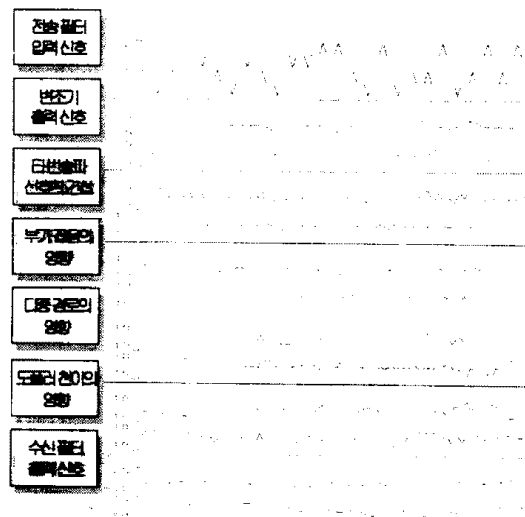


그림 6. 송수신 필터 및 채널 통과에 따른 신호의 변화 검증

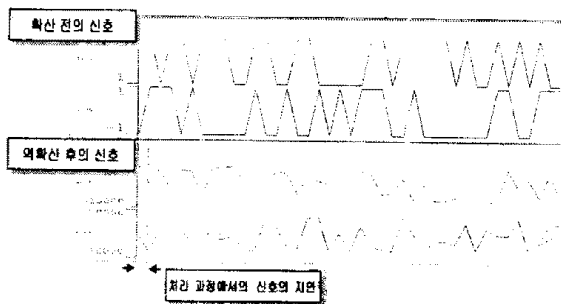


그림 7. 변조기의 확산 과정 이전의 신호와 복조기의 역확산 과정 후의 신호 비교

V. 결론

본 논문에서는 3G 액세스 차세대 이동통신의 다중접속방식으로 제안되고 있는 Multi-Band CDMA 시스템의 5MHz 대역폭을 가지는 순방향 링크를 SPW를 이용하여 구현 및 검증하였다. 구현된 복조기 및 변조기를 검증하기 위한 환경으로는 ITU에서 차세대 이동통신 시스템의 채널 환경으로 제안하고 있는 채널모델이 사용되었으며, 검증 결과 원하는 신호가 SNR=-14.08dB 상에서 이상없이 복조기에서 출력되고 있음을 확인할 수가 있었다. 앞으로의 연구과제는 각 SNR에 따른 Multi-Band CDMA 시스템의 BER 성능을 시뮬레이션을 통해 도출하고, 이동국용 복조기를 ASIC으로 구현하는 것이다.

본 연구는 삼성전자의 산학기초연구 지원사업의 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- [1] J. A. C. Bingham, "Multicarrier modulation for data transmission : An idea whose time has come" IEEE Comm. Mag., May, 1990, p.p. 5-14.
- [2] "3G IS-95 System Description Draft", V0.06/16-Jan-1998.
- [3] Ahmad Jalali and Alberto Gutierrez, "Performance Comparison of Direct Spread and Multicarrier CDMA Systems", in Proc. IEEE VTC'98, 1998, p.p. 2042-2046.
- [4] Signal Processing WorkSystem, Communication Library Reference, Alta Group of Cadence Design System, 1997.
- [5] Signal Processing WorkSystem, DSP Library Reference, Alta Group of Cadence Design System, 1997.
- [6] "Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Tech. For IMT-2000". ITU-R, M.1225, 1997.