

# IMT-2000용 TDD 방식 기술분석

## Analysis of TDD Technology for IMT-2000

조대순(D.S. Cho)      TDD전송기술연구팀 연구원  
권동승(D.S. Kwon)    TDD전송기술연구팀 선임연구원, 팀장

21세기 정보화 사회에서는 언제, 어디서나, 누구와 통화하고자 하는 개인의 욕구가 다양하게 표출될 것이며, 통신시스템은 이러한 통신욕구를 만족시키기 위한 저가격, 고품질의 다양한 부가서비스 제공을 목적으로 발전되어갈 것이다. 최근 통신시장을 주도하고 있는 것은 인터넷으로서 이 수요는 가히 폭발적이라고 할 수 있다. 이 인터넷 서비스의 특징은 상향 링크와 하향 링크의 데이터량이 비대칭성을 나타내고 있기 때문에 이러한 서비스를 효율적으로 제공하는 방식이 필요하며, 현재로서 가장 효율적인 방식은 IMT-2000용 TDD 방식이다. 이 방식은 하나의 주파수로 송신과 수신을 하는 TDD 방식을 기반으로 하여 하나의 프레임을 여러 개의 타임슬롯으로 나누고, 사용자는 각각 정해진 타임슬롯만을 사용하는 TDMA의 방식을 결합시키어, 하나의 타임슬롯 내에서도 복수 명의 사용자가 동시에 사용하게 하는 CDMA 방식을 활용한 무선접속 기술로서 비대칭 고속 데이터 서비스를 주어진 대역 내에서 효율적으로 사용할 수 있는 방법이다. 본 고에서는 이 방식의 연구개발 동향과 물리계층 및 주요 핵심기술과 TDD 방식이기 때문에 적용 가능한 성능 향상 기술에 대하여 정리 분석하였다.

## I. 서론

21세기 정보화 사회에서는 언제, 어디서나, 누구와 통화하고자 하는 개인의 욕구가 다양하게 표출될 것이며, 통신시스템은 이러한 통신욕구를 만족시키기 위한 저가격, 고품질, 다양한 부가서비스의 제공을 목적으로 발전되어갈 것이다. IMT-2000 시스템은 음성과 2Mbps까지의 데이터 또는 영상 등의 멀티미디어 서비스 및 국제 로밍 서비스를 제공할 수 있으며, 망 측면에서는 ATM 망을 기반으로 하는 유·무선 통합시스템을 목표로 하고 있다. IMT-2000에 대한 연구가 범 세계적으로 추진되고 있으며, 세계적으로 현재 선진 각국은 저렴한 가격, 대용량, 대규모의 시장성 등을 목표로 경쟁적으로 IMT-2000의 서비스 구현을 위한 기술개발에 전력을 기울이고 있다.

'99년 10월 말 ITU-R TG8/1의 최종 회의에서 IMT-2000용 무선접속 규격으로 UTRA FDD(Frequency Division Duplex) 모드의 DS(Direct Spread), cdma2000의 MC(Multi Carrier), UTRA TDD(Time Division Duplex) 모드의 TC(Time-Code), UWC-136의 SC(Single Carrier), 그리고 DECT의 FT(Frequency-Time)를 선정하였다. 이 규격 중에서 DS, MC 그리고 TC가 IMT-2000의 요구되는 서비스를 만족시키기 위하여 새로이 고안된 무선접속 기술이라고 할 수 있다.

이동통신 서비스가 다양화되고, 이에 대처하기 위한 무선통신 기술의 발전과 더불어 대규모의 이동통신 시장이 창출되고 있다. 최근 통신시장을 주도하고 있는 것은 인터넷으로서 이 수요는 가히 폭발적이라고 할 수 있다. 이 여파가 무선통신 시장에서도 사용자가 무선 이동단말기를 이용한 인터넷 접속

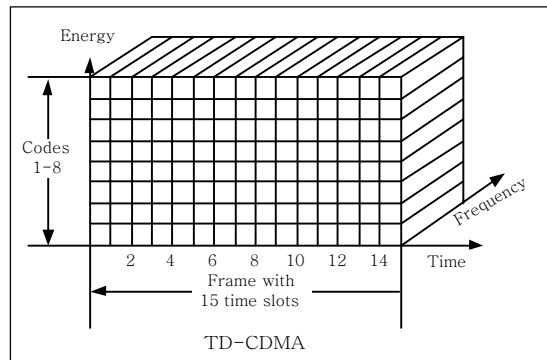
을 강력하게 희망할 것으로 예측되므로, 무선 인터넷 시장도 급격하게 증가할 것으로 예측하고 있다.

그런데, 이 인터넷 서비스의 특징은 상향 링크와 하향 링크의 데이터량이 비대칭성을 나타내고 있기 때문에 이러한 서비스를 효율적으로 제공하는 방식이 필요하며, 현재로서 가장 효율적인 방식은 IMT-2000용 TDD 방식이다. 3세대 이후의 이동통신 방식에서 주요 요구사항도 2Mbps 이상의 초고속 데이터 서비스로 고려되고 있으며, 이 경우도 양방향 화상 회의 등의 서비스를 제외하고는 대개 VoD, 파일 전송, 웹 검색 등 일방적으로 한 방향으로 많은 데이터를 받는 비대칭 서비스의 비중은 더 확대될 것으로 보고 있다. 이러한 비대칭 서비스의 효율적인 통신 방식으로서 CDMA 기술만으로는 주파수 자원의 효율적인 사용과 용량 측면에서 부족할 것으로 예측하고 있으며, TDMA 등의 기술과 결합된 형태가 더 나올 것으로 생각하고 있다.

유럽의 ETSI가 제안한 TDD 방식은 (그림 1)에 나타내었듯이 하나의 주파수로 송신과 수신을 하는 TDD 방식에, 하나의 프레임에 여러 개의 타임슬롯으로 나누고, 각각의 사용자는 각각 정해진 타임슬롯만을 사용하는 TDMA의 방식을 결합시키고, 또한, 하나의 타임슬롯 내에서도 복수 명의 사용자가 동시에 사용하게 하는 CDMA 방식을 활용한 무선 접속 기술로서 비대칭 고속 데이터 서비스를 주어진 대역 내에서 효율적으로 사용할 수 있는 방법이다. 이 방식은 물리계층 측면에서는 FDD DS(비동기식 W-CDMA)와 많은 부분이 다르지만, L2/L3에서는 상대적으로 유사한 점이 많다. ETSI는 이미 이 unpaired band를 활용하는 표준 규격의 발굴과 시스템의 개발을 하였고, 중국도 TDD 방식에서 협대역 CDMA 기술을 제안하여 3GPP의 국제 규격으로 만들려고 하고 있다.

## II. TDD 연구개발 동향

국내외에서의 TDD 방식의 연구개발 동향을 분석해보면, 전세계적으로 FDD 방식에 비하여 상대



(그림 1) TD-CDMA 개념도

적으로 비대칭 서비스 등을 제한된 주파수 자원을 이용하면서 효율적으로 제공할 수 있다는 장점에도 불구하고, 실내 환경에서 FDD의 대체용으로 인식되어 표준화 개발과 상용 개발 모두 FDD에 비해서 뒤쳐진 상황이다. TDD 방식의 연구개발은 주로 유럽 내에서만 이루어지고 있다.

### 1. 국외 표준화 동향

IMT-2000 시스템에 대한 국제적인 연구개발 동향은 무선접속 방식의 표준 규격이 '99년 말 1차로 확정됨에 따라 선진 각국이 기술적 우위를 확보하기 위해 관련 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다. 각국의 표준화와 기술개발 동향은 다음과 같다.

WARC-92에서 1992년 IMT-2000용 주파수 대역을 결정하여 230MHz 대역폭(1,885~2,025MHz 및 2,110~2,200MHz)을 할당하였다. ITU-T에서는 IMT-2000의 서비스, 망 구조 및 프로토콜을 표준화하며, ITU-R에서는 IMT-2000 시스템의 요구사항 및 무선접속규격 표준화를 진행하였으며, 1999년 말에 ITU-R에서 5개의 RTT(W-CDMA, cdma2000, TD-CDMA, UWC-136, advanced DECT)가 IMT-2000 지상용 RTT로 채택되었다.

유럽은 표준화 기구인 ETSI 산하의 SMG(Special Mobile Group)는 1998년까지 범 유럽의 UMTS(유럽에서의 IMT-2000)용 무선접속 방식(비동기식 W-CDMA)과 망 접속 표준화를 주도하여 왔

며, UMTS용 후보 무선접속 기술의 평가 및 상호 의견 조정을 통하여 '98년 4월에 FDD용으로 비동기식 W-CDMA 방식과 TDD용 TD-CDMA 방식이 유럽의 IMT-2000 시스템 표준(안)으로 채택되었다. 그런데 유럽은 IMT-2000 대역의 unpaired 대역 중 1,885~1,900MHz를 DECT로 이미 할당하여 사용하고 있으므로 이 대역을 제외하였다.

일본은 PDC 및 PHS 개발 경험을 바탕으로 지역성을 탈피하여 세계시장 진출을 위해서 유럽과 함께 비동기 방식의 IMT-2000 시스템 개발을 강력하게 추진하고 있으며, 일본식 TDD 방식은 FDD용 규격을 거의 그대로 사용하면서 FDD를 TDD로 변경한 것이다. 일본에서도 IMT-2000 대역의 일부 대역(1,895~1,918.1MHz)을 PHS로 이미 할당하여 사용하고 있다.

미국은 사업자 중심의 표준화를 추진하고 있으며 셀룰러 및 PCS 서비스의 발전적 개념으로 IMT-2000 시스템 개발을 추진하고 있는데, '98년 6월 ITU-R에 제안할 당시에는 TDD 모드가 존재하였지만, 그 이후 상세 표준화 작업과정에서는 활동이 없었다.

3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 ETSI, ARIB, T1, TTC, TTA, CWTS를 중심으로 비동기 방식의 IMT-2000 표준안(W-CDMA)에 대한 기술적인 구현 규격을 개발하는 국제적인 표준화 회의로서 GSM 기반의 Core Network 및 TDD, FDD 방식의 UTRA 규격에 대한 세부 사항을 작성하고 있는데, 2000년 3월에 Release '99 표준화를 완료하였고, 2001년에 시험 서비스, 2002년에 상용 서비스 제공을 목표로 표준화를 진행하고 있다.

## 2. TDD 방식 개발현황

유럽은 RACE 프로젝트의 일환으로 UMTS를 연구해 왔으며 RACE 프로젝트의 종료와 함께 ACTS 프로젝트에 의해 UMTS를 위한 테스트베드를 구현하여 시험하였다. Siemens를 중심으로 TDD 데몬스트레이터를 '96년부터 '99년까지 개발하여 현장 시험을 하였으나, 그 규격은 현재의 규격과는 많이

차이가 있다. 1998년 말 3GPP로 통합되면서, 3GPP Release '99 규격을 목표로 상용제품을 제작하고 있다.

일본은 TDD에 대한 연구보다는 상대적으로 FDD에 대한 연구에 치중하였으나, 일본은 이미 PDC나 PHS 등을 상용화를 통하여 TDMA에 대한 기술력은 이미 확보하였으며, '91년부터 IMT-2000용 TDD 규격과는 매우 다른 TDD 방식에 대한 연구를 수행하였다. 특히, 마쯔시다가 주도적으로 CDMA/TDD에 대한 연구활동을 지속적으로 수행하였으며, IMT-2000용 FDD DS의 규격(4.096Mcps)을 단지 TDD로만 변경시킨 규격에 근거한 실험시스템(1개의 기지국과 2개의 이동국)을 제작하여 1998년 말에 현장 시험을 완료하였다.

중국은 CATT를 중심으로 '97년부터 협대역 TD-SCDMA라는 독자적 규격을 연구하였는데, 스마트 안테나 기술과 적응변조 방식을 이용하여 2Mbps까지의 데이터 서비스를 제공할 수 있다고 한다. 이에 Siemens가 IMT-2000에 대한 중국 시장을 점유하기 하기 위하여 이 규격화 및 테스트베드 제작 활동에 공동 노력하고 있으며, '99년에 3GPP에서는 TD-SCDMA를 현재 TDD 규격의 새로운 선택사항으로 협대역 TDD(1.28Mcps)를 규격화하기로 하고, 현재 광대역 TDD의 규격과 Harmonization을 수행하고 있다.

미국은 TDD에 대한 상용 또는 실험시스템을 개발하지 않는 것으로 파악되고 있으며, 루슨트의 경우도 지상용 IMT-2000 5개 규격 중에서 TDD에 대한 연구개발은 하고 있지 않다.

국내에서 TDD 방식에 대한 연구는 Release '99에 대한 규격이 어떻게 되어 있으며, FDD용 W-CDMA와는 얼마나 다른지에 대해 파악되지 않을 정도로 매우 상대적으로 미미한 상황이다.

## III. 물리계층

IMT-2000용 규격 중에서 유럽의 W-CDMA 방식과 TDD 방식에 대하여 물리계층 측면에서 주요

<표 1> TDD와 FDD 모드 주요 규격 비교

구분	TD-CDMA	W-CDMA
다중접속 기술	TDMA/W-CDMA	W-CDMA
듀플렉스	TDD	FDD
칩 속도	3.84/1.28Mcps	3.84Mcps
셀간 동기	Synchronous	Asynchronous
주파수 대역	1,885~1,920MHz, 2,010~2,025MHz 1,920~1,980MHz(?)	1,920~1,980MHz, 2,110~2,170MHz
채널 대역폭	5MHz	
Pulse shaping filter	Root raised cosine filter with $\alpha=0.22$	
프레임 길이/슬롯 길이	10ms/0.667ms(총 15개의 슬롯)	
채널 코딩	Convolutional Code(1/2 or 1/3, k=9), Turbo Code(1/3, k=4), no coding	
데이터 변조 DL/UL	QPSK/QPSK	QPSK/BPSK
확산 방식 DL/UL	BPSK/BPSK	QPSK/OCQPSK
채널 구분	슬롯/OVSF(1~16)	OVSF(~512)
암호화 코드	{1, j, -1, -j}으로 구성된 길이 16의 코드	Complex Gold 코드로 short과 long이 있음
동기용 확산 코드	16개의 동기용 코드 중 3개의 코드 조합으로 구성	16개의 동기용 코드 중 15개의 코드 조합으로 구성
다중 속도 지원	가변 확산율/멀티코드	가변 확산율/멀티코드/멀티슬롯
전력제어	방법	DL: SIR-based CLPC + Outer loop UL: Weighted OLPC + Outer loop
	Rate	100~700bps
	Step	1dB, 2dB, 3dB
	Range	DL/UL: 30dB/80dB
파일럿 구조	DL	Midamble
	UL	Midamble
		Pilot symbols, Pilot patterns
		Dedicated pilot symbols

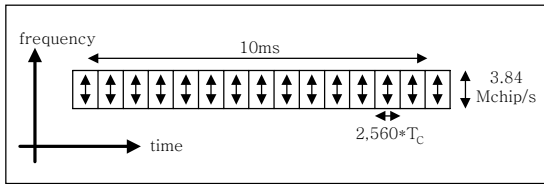
파라미터에 대한 비교를 <표 1>에 나타내었다. 물리계층 측면에서 TDD 방식의 상향 및 하향 링크의 구조는 거의 유사함을 알 수 있다. 그리고, 표에서 알 수 있듯이 물리계층 측면에서 두 방식은 펄스 성형 필터, 채널 부호화, 송신 안테나 다이버시티 기술 등을 제외하고는 매우 상이함을 알 수 있다. 그리고, 그 이상의 계층에서는 TDD 방식에 관련된 것을 제외하고는 거의 유사하다. 예를 들면, TDMA 기술을 사용하기 때문에 동반되는 채널 할당 기술과, TDD 방식을 사용하기 때문에 야기되는 기지국 동기화 등에 대한 기술은 비동기식 W-CDMA와는 다르다.

### 1. 물리 채널의 구조

물리 채널은 타임슬롯과 무선 프레임 및 시스템 프레임 번호의 3 계층구조를 가지고 있으며 주파수,

타임슬롯, 채널 코드, 버스트 타입, 무선 프레임 할당에 의해 결정된다. 물리 채널의 기본적인 프레임 구조는 (그림 2)와 같이 10ms의 TDMA 프레임과 이는 15개의 슬롯(666.7 $\mu$ s: 2,560chips)으로 구성된다[1].

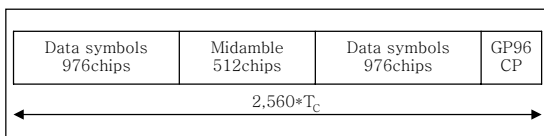
(그림 2)에 나타냈듯이 모든 슬롯은 상하향 링크로 할당 가능하며, 한 프레임에서 적어도 하나의 슬롯은 상향과 하향 링크로 할당되어야 한다. 전체 구조는 기지국마다 해당 기지국에서의 데이터 패턴에 따라서 여러 구조를 가질 수 있으며, 특히, 비대칭 데이터를 제공하기 위하여 상향 링크와 하향 링크의 비가 비대칭 구조를 가질 수 있다. 그러나, 인접한 기지국과 다른 전체 구조를 갖는다면, 혹은 슬롯별로 상향과 하향의 방향이 다를 경우에는 인접 기지국으로부터의 간섭이 서로 발생하기 때문에 이를 동기화



(그림 2) TDD 프레임의 구조 및 예

시키는 방법이 필요하다. 또한, 사용자로부터 다양한 종류의 데이터 서비스 요구에 효율적으로 대처하기 위한 자원 할당 기술의 연구도 필수적이다.

물리 채널에 사용되는 버스트는 두 가지 형태가 있으며 (그림 3)은 타입 1을 보인다. 각 타임슬롯은 미드앰블, 두 개의 데이터 파트, 그리고 보호 시간으로 구성된다. 데이터부는 OVVSF(Orthogonal Variable Spreading Factor)의 채널 코드와 스크램블링 코드의 조합으로 확산되며, 보호 시간은 96칩으로써 반경 4km 정도의 셀에서도 기지국과 이동국간의 근원문제로 인한 상향 링크와 하향 링크간의 간섭을 야기시키지 않고 운용할 수 있다. 버스트 타입 1은 미드앰블의 길이가 512칩이고, 버스트 타입 2는 미드앰블의 길이가 256칩이다.



(그림 3) TDD 버스트 타입 1

## 2. 데이터 변조와 확산

데이터 변조로는 QPSK 방식을 사용하는데, 데이터 변조기를 통과한 신호는  $\{1, -1, j, -j\}$ 의 복소 값을 가진다. 이 변조된 값은 최대 길이 16의 실수 값의 직교 채널코드로 확산된 후, 길이는 16이며  $\{1, -1, j, -j\}$  중에서 실수와 허수가 교대되는 복소의 암호화 코드로 확산된다. 결과로 실수와 허수가 교대되는 확산된 칩 속도의 복소 출력은 QPSK 변조된다[2]. 여기서 사용되는 암호화 코드 수는 128개 이고, 기지국마다 한 개의 암호화 코드가 할당 사용된다.

TDD 방식에서 채널 정보와 셀 구분 정보를 제공

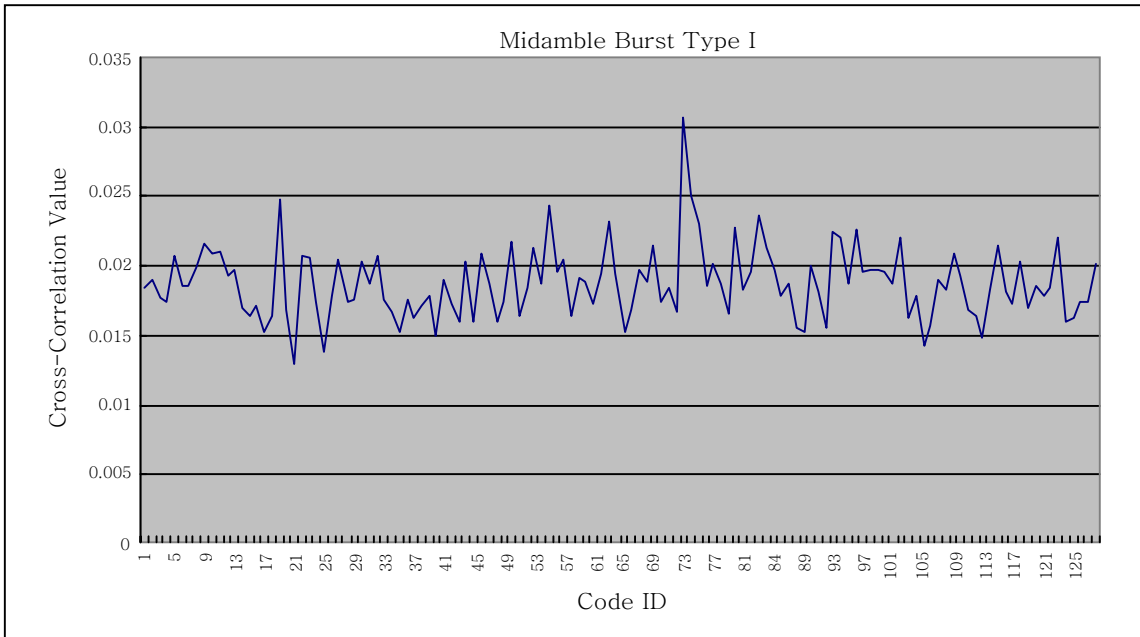
하기 위하여 사용되는 것이 미드앰블이다. 길이 256과 512의 두 종류의 미드앰블이 있으며, 사용방법은 사용되는 채널의 지연 특성에 따라서 사용된다. 그리고, 두 개의 미드앰블에는 각각 128개의 종류가 있으므로 이는 128개의 셀을 구분함을 의미하며 하나의 셀과 셀 내의 슬롯에서 사용되는 미드앰블의 기본 코드는 하나가 된다. 이 미드앰블은 길이가 456과 192인 기본 트레이닝 시퀀스를 기반으로 길이 512와 256의 미드앰블이 만들어지는데, 동일한 슬롯을 사용하는 여러 사용자의 미드앰블은 길이가 456과 192인 기본 트레이닝 시퀀스를 시간적으로 57칩과 64칩 단위의  $t_{offset}$ 으로 천이된 미드앰블을 사용한다. 따라서, 동일한 슬롯을 사용하는 사용자마다 채널 특성을 용이하게 측정할 수 있다. 512의 미드앰블의 경우 상향 링크 및 하향 링크에 모두 이용 가능한 반면, 256 미드앰블의 경우 하향 링크에는 가능하지만 상향 링크의 경우 한 타임슬롯 당 4명 이하인 경우만 이용 가능하다. 또한 셀의 같은 타임슬롯 동안 다른 종류의 미드앰블이 섞여서는 안 된다.

(그림 4), (그림 5)는 두 종류의 미드앰블에 대한 Cross-Correlation 값을 구한 것이다.

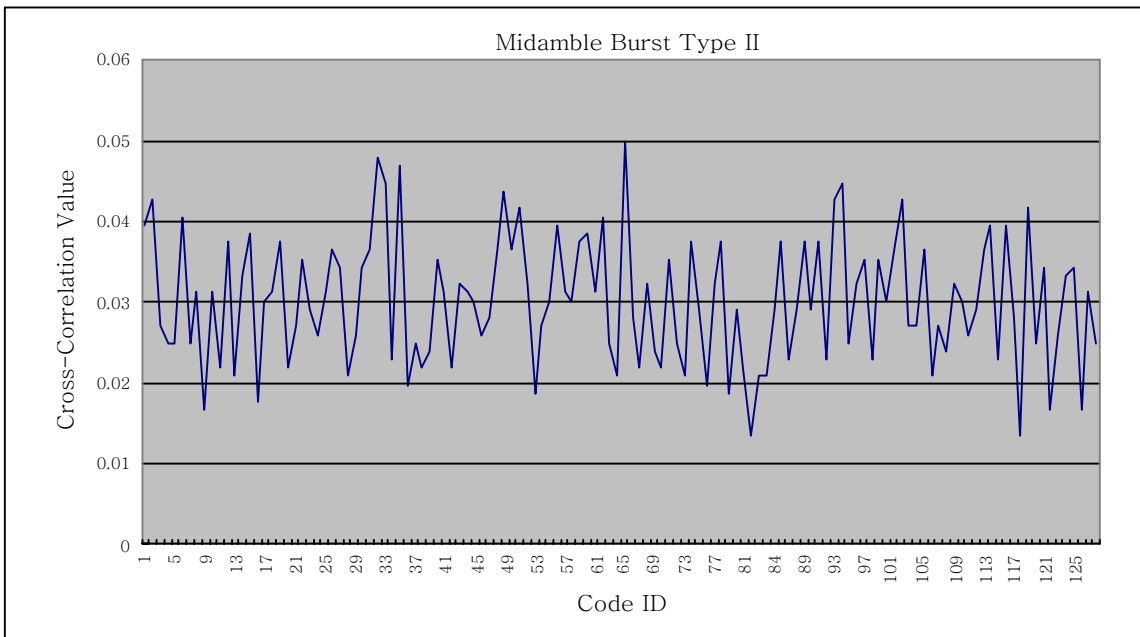
계산 결과 타입 I의 평균값은 0.0188, 표준편차는 0.03 그리고 타입 II는 평균값이 0.0302, 표준편차는 0.48을 보인다. 타입 I이 II와 비교하여 평균값도 적고 고른 분포를 보인다. 결과적으로 상당히 우수한 Cross-Correlation 특성을 가지며 미드앰블로 충분히 이용 가능함을 보인다.

## 3. 전력제어

TDD 방식은 한 프레임 내에 15개 슬롯 중에서 두 개의 슬롯을 사용하고 있으므로, 기존 CDMA 방식에서 근원문제를 해결하기 위하여 사용되었던 SIR 기반의 전력제어 알고리즘을 적용하여 사용하는 것이 우선 전력제어 속도가 떨어지고, 다음 프레임에서 채널 특성이 매우 달라지기 때문에 그 효과가 좋지 않다[3]. 따라서, 이를 극복하기 위한 방법으로 개방형 전력제어를 사용하는데 이는 피드백을 필요로 하



(그림 4) Type I 의 Cross-Correlation 값



(그림 5) Type II 의 Cross-Correlation 값

지 않기 때문에 전력제어 속도가 빠르며 구조적으로도 더 간단한 장점이 있다. 각 수신 버스트 데이터를 분석하여 경로 손실을 측정하며 이 값을 기준으로 전력제어를 한다. 또한 이 방식에서는 CDMA 기술

도 적용되어 사용하므로 기지국에서 수신된 간섭 전력을 측정하여 송신함으로써 이동국이 보다 더 효율적으로 작은 전력을 사용하여도 기지국에 유효한 신호가 수신될 수 있게 할 수 있다.

#### 4. 동기화 과정

동기 채널용 코드는 크게 1개의 주 코드와 16개의 부 코드로 나누어지며, 그 길이는 모두 256칩이고, 모두 복소 값으로서 실수와 허수가 동일한 값을 가진다. 주 코드는 비주기 자기 상관 특성이 우수한 일반화된 계층 Golay 시퀀스로 구성되며, 이 코드는 모든 셀에서 송신된다. 16개의 부 코드는 길이 256의 하다마드 시퀀스와 일반화된 계층 Golay 시퀀스를 칩 단위로 곱한 결과 중에 매 16번째의 시퀀스를 선택하였다. 17개의 동기 채널용 코드 중에서 4개(주 동기 채널 코드는 필수)를 선택하여 두 개의 프레임에 걸쳐서 동일한 슬롯에서 반복 송신한다. 송신되는 동기 채널용 부 코드에는 기지국이 속한 코드 그룹(전체 코드 그룹은 32개)과 20ms 인터리빙 기간 중에서 프레임의 위치, 그리고 프레임 내 슬롯의 위치 정보가 변조되어 송신된다. 이 32개의 코드 그룹은 32개의  $t_{offset}$ 과 1:1로 연결되어 있다.

물리 동기 채널은 한 프레임 당 하나 혹은 두 개의 하향 링크 슬롯에 할당되어 전송되는데, 송신 슬롯에서 길이 256칩의 동기 채널용 코드의 송신 시점은 71칩 단위로 총 31개의 위치로 천이되어 전송한다. 이는 128개의 기지국을 32개의 그룹으로 나누기 위한 것이다. 즉, 구분 가능한 기지국 수는 총 128개인데, 이동국이 최초에 전원이 인가되어 기지국 식별을 위하여 W-CDMA 방식과 유사한 다음과 같은 방법을 사용한다[3].

- ① 슬롯 동기: 전원이 인가된 이동국은 시스템에 접속하기 위하여 우선 하나의 정합 필터를 사용하여 동기 채널용 주 코드를 찾는다. 이 주 동기 코드와 동일한 타이밍으로 전송되는 부 코드를 찾을 수 있게 된다.
- ② 프레임 동기 및 코드 그룹 식별: 16개 중에서 선택된 3개의 변조된 부 동기 코드를 찾으면, 부 코드에 변조되어 송신된 정보 중에서 코드 그룹을 알게 되고, 따라서 또 코드 그룹과 연계된  $t_{offset}$ 을 이용하여 프레임 동기를 획득하게 된다.
- ③ 암호화 코드 식별: 각 코드 그룹에는 4개의 암호

화 코드와 미드앰블이 있으므로 이 중에서 하나를 찾으면 기지국을 식별하게 된다.

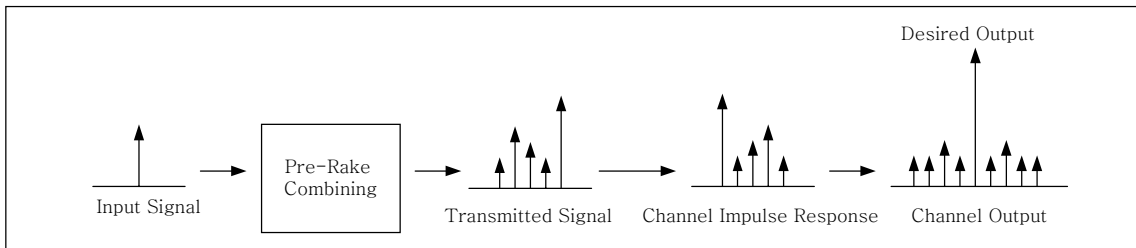
#### IV. 성능 개선 연구 방향

기본적으로 10ms 주기로 불연속적으로 송수신하므로 전력제어 방법이 기존의 SIR을 기준으로 하는 것은 고속 이동환경에서 성능이 열화된다. 따라서 개방형 전력제어 방법에 대한 기본 연구를 하고, 성능을 향상시킬 수 있는 전력제어 방안에 대하여 연구를 수행한다. TDD는 하나의 주파수에서 송신과 수신을 하므로 실시간 처리가 가능한 Pre-rake, Pre-distortion, Joint Detection 등의 간섭제거 기술과 스마트 안테나 기술 등 이동통신시스템에서 성능과 용량을 개선시키는 기술을 손쉽게 적용할 수 있는 유리한 점이 있다.

Pre-rake는 rake 수신 기능을 MS에서 기지국으로 옮긴 것으로 기본 동작은(그림 6)과 같으며 이를 이용함으로써 MS의 크기는 줄어들고 더 경제적 이 된다. Nonorthogonal 코드를 이용할 때는 Pre-rake 수신기가 Rake 수신기보다 성능이 좋으며, Orthogonal 코드를 이용한 경우에도 거의 비슷한 성능을 보인다[4, 5].

유선망에서의 인터넷 서비스를 IMT-2000 시스템에 접목시키기 위하여 가장 절실한 기술이 패킷 전송 기술이다. 특히, 비주기적이고 비대칭적인 데이터를 효율적으로 전송하는 방식의 개발은 주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 용량을 극대화시킬 수 있다. 패킷을 효율적으로 전송한다는 것은 통신 품질을 저하시키지 않으면서 Throughput이 높다는 것이므로 고속 데이터 전송시 사용되는 터보 코드와 Hybrid ARQ의 기술을 접목시키는 기법을 연구 개발하여야 한다.

TDD 방식은 FDD 방식과 달리 송수신간의 간섭을 없애기 위하여 기지국간 동기를 요구하며, 인접 기지국이 송신하는 타임슬롯에서 다른 기지국이 수신모드에 있지 않아야 하는 등 특유의 망 설계 기술이 필요하다. 이를 위하여 주파수, Switching point,



(그림 6) Pre-rake의 동작원리

타임슬롯을 자원으로 하는 채널 할당 기술이 필요하며 이러한 기술을 확보하는 것이 망 설계에 필요한 핵심이 된다.

## V. 결론

IMT-2000 가입자 수가 2005년 이후 매년 급속히 증가할 것으로 예상되며 이 중에서 비대칭 데이터 서비스를 받고자 하는 가입자의 증가율은 더 급증할 것으로 예상되어 IMT-2000 TDD 방식 핵심 기술을 연구 개발하는 것이므로 매우 필수적이다. 기술적인 측면에서는 TDD 방식의 개발에 필요한 핵심 기반 기술을 확보하여야 하고 이를 통해 핵심 소형화, 고기능화, 고집적화를 위한 발판으로 마련하며, 국내 이동통신 산업이 다양하고 저렴한 소형 유무선 통합시스템의 개발로 국제 경쟁력을 강화하게 되며, 차세대 이동통신 단말기의 주요 핵심 기술을 외국에 의존할 필요가 없게 되어 기술료 절감 효과도 갖게 된다.

TDD 핵심 기술인 비대칭 고속 데이터 패킷 전송 기술, 변복조기 구현 기술, 동기 획득 기술, SOHO 환경용 유무선 통합시스템의 무선접속규격, 그리고 TDD 무선망 설계 기술을 확보하게 된다. 이런 핵심 요소 기술들은 IMT-2000 뿐만 아니라 고속 무선 LAN, 위성통신, 차세대 이동 멀티미디어 등 새로운

이동통신시스템을 설계 개발하는 데 적용이 가능한 기술이다. 따라서 관련 핵심 기술들을 확보하여 이를 국내 관련 업체에 기술 전수함으로써 국내 이동통신 산업체의 개발 능력을 향상시킬 수 있다. 고속 비대칭 패킷 전송을 목표로 하는 3세대 이후의 이동통신 방식으로서 TDD가 강력한 후보 기술로 대두되고 있다.

## 참고 문헌

- [1] 3GPP TS25.221, "Physical Channels and Mapping of Transport Channels Onto Physical Channels(TDD)," Version3.2.0, Mar. 2000.
- [2] 3GPP TS25.223, "Spreading and Modulation(TDD)," Version3.2.0, Mar. 2000.
- [3] 3GPP TS25.224, "Physical Layer Procedure(TDD)," Version3.2.0, Mar. 2000.
- [4] Riaz Esmailzadeh, Essam Sourour and Masao Nakagawa, "Prerake Diversity Combining in Time-Division Duplex CDMA Mobile Communications," IEEE Tran., On Vehicular Tech., Vol. 48, No. 3, May 1999, pp. 795 - 801.
- [5] Ahja Klein, Ghassan Kawas and Paul Walter Baier, "Zero Forcing and Minimum Mean-Square-Error Equalization for Multiuser Detection in Code-Division Multiple-Access Channels," IEEE Tran., On Vehicular Tech., Vol. 45, No. 2, May 1996, pp. 276 - 286.