

《主 題》

한국전자통신연구소의 PCS 연구개발방향

정 용 주, 한 기 철, 박 항 구

(한국전자통신연구소)

□ 차 례 □

- I. 연구경위
- II. PCS의 요구조건
- III. 무선접속방식 선정배경
- IV. 연구개발계획
- V. 결 언

I. 연구경위

차량전화의 수요를 충족시키기 위한 디지털셀룰라 시스템 개발이 결실을 맺어가는 현 상황에서 정보화 사회의 초석으로서 이동통신의 대중화, 개인화, 지능화를 목표로 하는 PCS(Personal Communications Services)에 대한 연구가 본격적으로 대두되고 있다.

이동통신에 대한 연구개발 내용을 살펴보면 국내 통신환경에 적합한 이동통신시스템을 국내기술로 개발하기 위하여 '89년부터 한국전자통신연구소를 중심으로 연구가 진행되어 이동국, 기지국, 기지국제어장치, 이동교환기, 홈위치 레지스터, 및 운용보전국 등의 장치를 개발하였으며 이러한 장치개발과 아울러 이동통신방식, 전파특성에 대한 연구가 진행되고 있다.

이동통신 핵심기술의 하나인 무선접속기술에 대해서는 기술의 장래성이 뛰어나고 한정된 전파자원을 효율적으로 사용할 수 있는 CDMA(Code Division Multiple Access)기술을 지난 '91년 6월부터 미국의 쉘 컴사와 공동연구하고 있으며 이는 개인통신서비스에도 응용도가 높은 기술로 평가되고 있다.

지금까지 DCN(Digital Communication Network) 개발사업의 한부분으로서 진행되어온 개인통신서비스를 위한 무선분야의 기반기술연구는 지능망기술과 연동되어 서비스시스템의 형상을 갖추게 될 전망이

며 연구소에서는 '94년의 개인통신에 관한 연구계획을 토대로 '95년부터 기술연구를 본격화하고 있다.

개인통신서비스는 특정한 무선기술 혹은 시스템을 지칭하는 협의의 기술개념에서 출발하여 과거 몇년간의 연구를 거쳐 하나의 진보된 서비스 개념으로 진화하여 왔다. 이는 하나의 개념이기 때문에 구체적인 서비스 내용, 구현기술, 진화방향에 있어서 제한하는 바는 없으나 개념적으로는 어느정도 의견이 일치되고 있다. 즉 개인통신서비스는 적어도 다음의 세가지 측면에서 의견이 모아지고 있다.

- 언제, 어디서나, 누구와도, 편리한 방법에 의해 통신
- 일반 대중이 부담없이 이용할 수 있는 저렴하고 보편적인 서비스
- 사용자 개개인의 상황과 욕구를 만족할 수 있는 개인화된 서비스 제공

개인통신서비스를 지능망 기능과 연계된 이동통신 서비스의 범주로 볼 때 단말의 이동성과 개인의 이동성 그리고 서비스의 이동성을 만족할 수 있어야 한다.

단말의 이동성은 이동중인 사용자가 망과의 교신을 유지할 수 있는 연속적인 이동성을 의미하는 것으로 가장 기본적인 이동성이며 무선접속기술과 로밍 기술이 적용되는 부분이다. 개인의 이동성은 사용자가 이동중에 자신이 원하는 단말로 착신되도록 하는 불연속적인 이동성으로 단말번호가 아닌 개인번호를

사용함으로써 호의 착신방향을 제어하며 지능망의 기능을 이용한다. 서비스의 이동성은 사용자가 어느 망, 어느 서비스 지역에 있든지 원하는 서비스를 제공 받을 수 있는 이동성을 의미한다.

무선통신의 범주에서 바라본 개인통신은 일차적으로 가입자의 이동속도에 따라 고속 이동체를 위한 셀룰라시스템과 이동성이 거의 보장되지 않는 코드리스폰 사이의 영역에 위치한다고 볼 수 있다. 즉 셀룰라 시스템은 고속으로 이동하는 차량을 대상으로 개

발된 시스템으로 고속이동시에 통화의 연속성을 보장하는 고급의 서비스이고 따라서 이용가격이 비교적 고가이다. 이에 반하여 코드리스 폰은 유선서비스의 가입자 종단점인 수화기의 선을 무선화함으로써 가격은 저렴하나 일정거리 이상으로 떨어지면 착발신이 불가능하다. 이처럼 이동성의 양극단 사이에서 공중통신의 기능을 유지하는 한편 기존의 코드리스폰보다 간편하고 사용범위가 넓으며 저속이동시 연속적인 통신서비스를 제공하고 셀룰라 차량전화보다

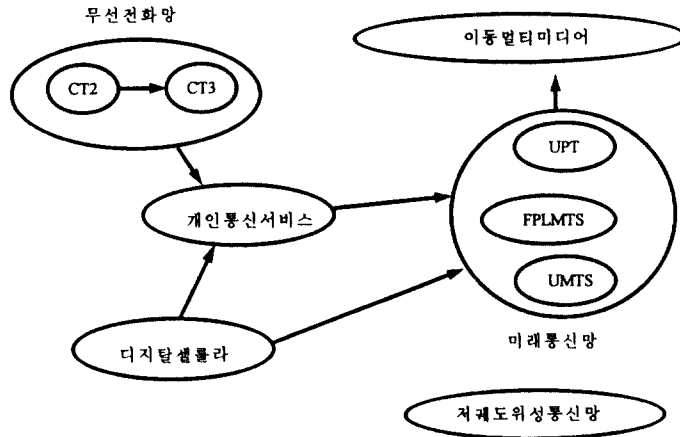


그림 1. 개인통신의 전개 방향

표 1. 이동통신의 단계별 특성

charact.	DCN	PCS	FPLMTS	Mobile MM
Maximum Data Transmission	14.4kbps	16, 32, 64kbps	64kbps ~ 2Mbps	2 ~ 155Mbps
Spectrum	800MHz	1800MHz	1885 ~ 2025MHz 2110 ~ 2200MHz	Microwave
Mobility	High	Low/High	Low/High	High/Fixed
Connection	Fixed data rate/ Fixed GOS	Variable data rate/ Rate/Fixed GOS	Muulti data rate/ Variable GOS	No limit
Interworking	PSTN	ISDN-like	B-ISDN connection	B-ISDN
Network	R2, SS7	SS7	such as APII	such as GII
Service Area	Voice	Voice, Data	Voice, Data Image, Video	Voice, Data, Image High speed video

APII : Asia Pacific Information Infrastructure

GII : Global Information Infrastructure

이용요금이 저렴하여 누구나 이용할 수 있는 보편적인 서비스를 제공하는 것이 개인통신의 일차적인 시장근거이다. 그러나 개인통신의 일차적인 목적 달성을 낙관할 수는 없다는 것이 현실적인 견해인데 이는 개인통신이 가격저하를 통한 대중화와 중저속의 이동속도를 제외하면 현재의 셀룰라정도 혹은 그 이상의 성능과 기술을 요구하고 있기 때문이다. 또한 개인의 이동성이나 서비스의 이동성은 아직 이동통신 환경에서 아직 상용화된 예가 없고 개인통신을 2.5세대의 이동통신이라고 정의할 때 이동성의 극대화를 목표로 하는 제3세대 이후의 시스템으로 연계되어야 하는 부담도 따른다. 따라서 개인통신에 관해서는 현실적인 요구사항과 궁극적인 목표와의 사이에서 적절한 모습으로 형상화시키는 작업이 우선되어야 하며 아울러 소요기술의 사립화를 위한 기초연구와 국가적인 차원에서 연구개발을 위한 노력이 집중될 필요가 있다. [그림 1]에는 개인통신을 포함한 이동통신 서비스 시스템의 진화경향을 나타내었다. 이동통신 서비스의 진화상상은 [표 1]에 나타낸 바와 같이 정보량과 이동성을 최대한 확보하는 한편 코드로 발단한 유선망과의 연동을 목표로 하고 있다.

본고에서는 개인통신의 요구조건과 무선접속방식의 선정기준, 그리고 현재 차세대 이동통신 무선접속방식으로 제거되고 있는 CDMA방식의 기술현황을 살펴보고 개인통신관련 연구개발 방향을 다루고자 한다.

II. PCS의 요구조건

PCS는 전세계적으로 이용가능한 서비스를 사용자에게 제공함을 궁극적 목표로 한다. 따라서 이를 위해서는 서비스제공자, 이동망사업자, 고정망사업자 간의 협조를 필요로 한다. 동일한 지역에 복수의 망사업자 또는 서비스사업자는 사용자의 편의를 위해서 서비스 접속방식과 작동절차는 가능한한 동일한 규격을 갖는 것이 바람직하다. 개인통신환경에서 단말의 이동성을 지원하기 위해서는 특정한 서비스 요구조건이 필요한데 예를 들어 인증과 검증절차가 그것이다. 또한 호기록에 따른 요금청구, 과금, 회계정보 외에 망접속심, 착발신측 위치등도 포함되어야 한다.

PCS의 서비스 목표로는 다음과 같은 사항을 들 수 있다. 즉, 하나이상의 무선링크를 통하여 광범위한 통신서비스를 이동단말 혹은 이동중인 가입자에게 제공한다. 전세계적으로는 로밍상황, 지리적 위치, 망접

속 등과 무관하게 가입한 사용자에게 통신서비스를 연속적으로 이용할 수 있게 한다. 그리고 통신망 간을 로밍할 때에는 서비스 이용가능 여부를 표시한 다음 음성 및 기타 선택적인 데이터 서비스를 접속한다. PCS 환경에서 이동중인 가입자에게는 고정망에서 제공되는 것과 동일하거나 유사한 서비스를 제공하고 통신품질면에서는 고정망과 대등한 품질과 무결성(integrity)을 제공한다. 서비스와 사용자간의 상호작용방법은 PCS간에 일관성을 가지며 미래의 통신서비스들과 호환성을 유지한다. 단말의 형태는 휴대 가능한 소형에서부터 차량상착용에 이르기까지 다양한 이동단말을 지원한다. 점대점, 다중점, 점대다중점 등 다양한 구성을 가진 광범위한 통신서비스를 지원한다.

PCS서비스에 관련된 일반적인 요구사항으로는 다음 사항을 들 수 있다.

- 1) 국제적인 또는 국가적인 차원에서 미리 준비 또는 합의하지 않고도 하나의 서비스 제공자에 가입한 사용자가 또다른 서비스 제공자에게 서비스를 요청할 수 있도록 한다.
- 2) 국제적인 작동 모형을 제공한다.
- 3) 요금청구와 과금 회계정보의 안전한 통신을 제공하고 사용자, 서비스가입, 단말 등에 대하여 안전한 인증과 검증 절차를 제공한다.
- 4) 도청의 방지를 위하여 통신서비스에 대한 적절한 수준의 보안을 제공한다. 착신 발신측의 요청에 따라 위치 프라이버시를 제공한다.
- 5) 과금, 요금청구, 회계, 망관리 등의 기능을 용이하게 하기 위해서 적절한 데이터 기록을 생성한다.
- 6) PCS내 그리고 PCS간에 단말의 이동성을 제공한다.

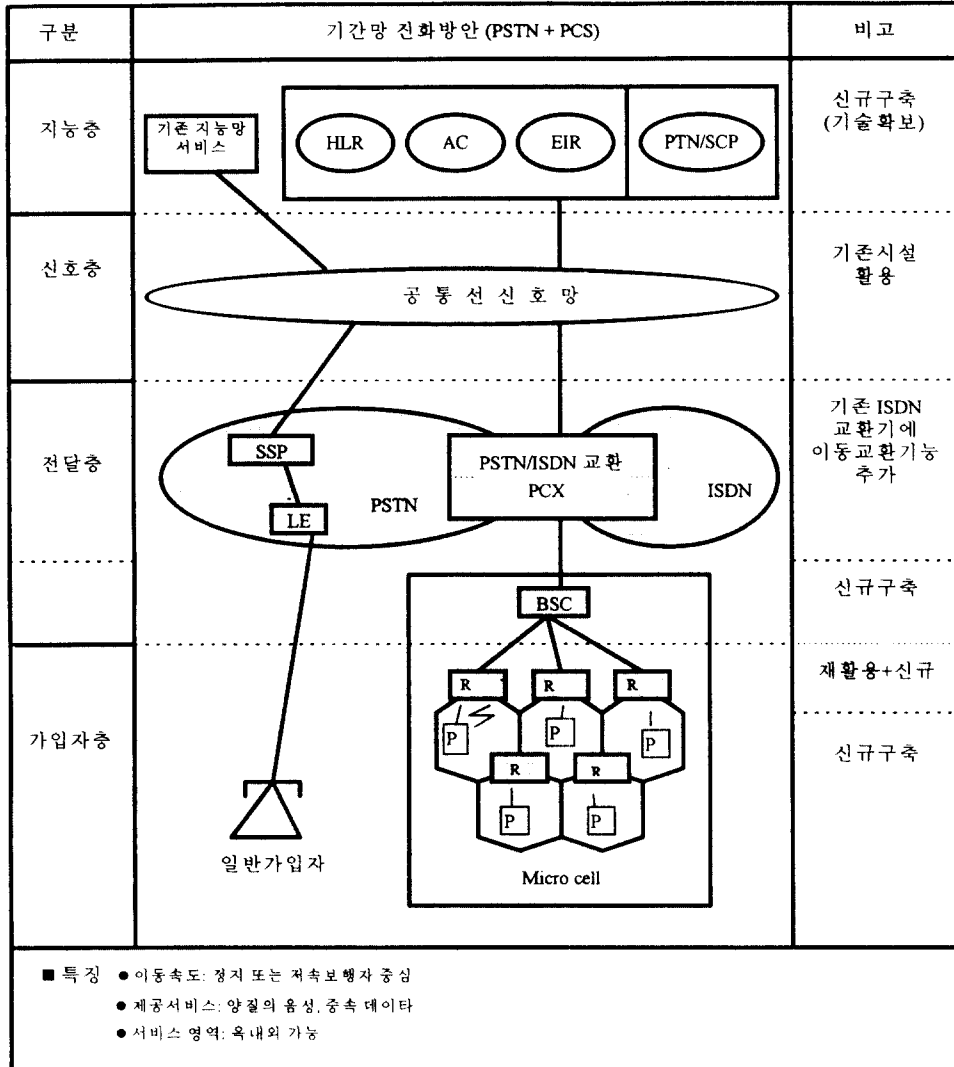
PCS는 단말이동성과 개인이동성을 지원하여야 하는데 이를 위한 번호체계에 있어서의 고려사항은 다음과 같다.

- 이동성 관리에 대한 요구사항
- PCS 사용자의 이동성에 대한 요구사항
- UPT를 위한 PCS 요구사항

발신자가 다이얼할 때 사용하는 번호에는 PCS 사용자 번호와 이동단말 번호의 두가지가 있을 수 있다. PCS 사용자의 이동성을 지원하기 위해서는 이동단말과 무관하게 PCS 사용자를 식별할 수 있는 PCS 사용자 번호가 반드시 부여되어야 한다. 반면에 이동단말에 대해서 다이얼 번호가 부여되어야 하는 지는 논란의 여지가 있다. 이동단말 번호의 필요성은 운송회사의 경우와 같이 이동단말로 호를 보내야 할 경우와 원거리 등록시에 발생한다. 그러나 PCS 사용자 번호

외에 이동단말 번호를 추가로 관리하는데 필요한 데이터 처리부담이 상당히 증가하는데 비하여 얻어지는 것은 상대적으로 빈약하다. 더구나 이동단말 번호가 없을 때 발생할 수 있는 많은 문제들이 사용자 식별 모듈을 이동단말에 물리적으로 통합시킴으로써 해결될 수 있다. GSM(Global Systems for Mobile

Communications)의 경우 이러한 방법을 사용하고 있는데 이동단말에 장착된 사용자 식별모듈에 의해 하나의 사용자로 대표된다. 특정 이동단말로 호를 보내고 싶을 때는 그 이동단말을 대표하는 사용자 번호를 다이얼 하면 되는 것이다. 원거리 등록은 사실 개인통신환경에서 큰 의미가 없다. 왜냐하면 원거리 등록을



PSTN: Public Switched Telephone Network, ISDN: Integrated Services Digital Network
 AC: Authentication Center, EIR: Equipment Identification Register,
 SSP: Service Switching Point, SCP: Service Control Point, P: Portable
 R: Radioport, BSC: Base Station Controller, PCX: PCS Exchange

그림 2. 유선망 접근 방안[예]

했을 때 호가 이동단말로 보내지기 보다는 개인에게 보내지며 개인과 멀리 떨어져 있는 이동단말로 호가 착신되도록 하는 것은 개인통신이라기 보다는 단말 통신이기 때문이다.

이동단말 식별자와 PCS 사용자 식별번호는 논리적으로 별개의 것이고 독립적이다. PCS 사용자 이동성을 지원하기 위해서는 이동단말과 사용자간의 동적 관계가 설정되고 유지되어야 한다. 그러면 단말의 이동성, 즉 이동단말의 위치관리를 위해서 이동단말 식별자와 사용자 식별자 중 어떤 것이 사용되어야 하는

지가 중요한 문제로 대두된다. PCS사용자 식별자를 사용할 경우 이동단말은 단순한 무선 인터페이스 도구가 되며 이동단말 식별자를 사용할 경우 이동단말은 어떤 식별가능한 실체가 된다. GSM의 경우 이동단말은 단순한 무선 인터페이스 도구이며 스마트 카드와 같은 사용자 식별 모듈을 삽입함으로써 사용자와 이동단말의 동적관계가 성립되고 PCS 사용자 이동성이 지원되게 된다. 위치관리에 PCS 사용자 식별자를 이용함으로써 얻는 가장 큰 장점은 간단한 데이터 구조를 갖게 됨으로써 데이터 처리 부담을 감소시

표 2. 방안별 비교

비교항목	망구축 방안	기간망 진화 방안	독자망 구축 방안	이동 전화망 접근 방안
	셀계획	마이크로셀	마이크로셀	매크로셀, 마이크로셀 중첩
서비스 측면	<ol style="list-style-type: none"> 서비스 특성 서비스 구현 서비스 확산 서비스 진화 	<ul style="list-style-type: none"> • 저속 : 0 ~ 10km/h • 개인번호 서비스 • PSTN/ISDN 부가 서비스 • 조기가능 • 전국확산 용이 • UPT 실현 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 저속 : 0 ~ 10km/h • 조기가능 • 대도시 중심 확산 	<ul style="list-style-type: none"> • 저속 : 0 ~ 100km/h • 조기가능 • 대도시 중심 확산 • 이동전화망과 통합 서비스 가능
망 측면	<ol style="list-style-type: none"> 망구축 난이도 망운영 보전 능력 망구축 비용 망운영 비용 	<ul style="list-style-type: none"> • 용이(가입자 선로의 부선화) • PSTN 운용기술 활용 • 소 • 지가 	<ul style="list-style-type: none"> • 곤란(전체 녹사망 구축) • 별도 운용체계 구축 필요 • 중 • 중간 	<ul style="list-style-type: none"> • 용이(마이크로셀화) • 이동전화망 운용기술 활용 • 대 • 고가
기술적 측면	<ol style="list-style-type: none"> 번호체계 기술확보 정도 	<ul style="list-style-type: none"> • 개인번호(PSTN 번호체계 공유) 가능 • 가입자 선로 무선화 기술 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 독자적 고유번호 체계 필요 • 모든 기술을 새로 확보 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동전화 번호체계 확장 • 통신망 기술, 유선전송 기술 필요
공공적 측면	<ol style="list-style-type: none"> 가입자 수용 능력 이용요금 이용자 편의성 	<ul style="list-style-type: none"> • 대용량 (1.8GHz 대에서) • 저가 • 편리(PSTN 이용자 편의 서비스 이용) 	<ul style="list-style-type: none"> • 중간정도 (1.8GHz 대에서) • 중가 • 불편(별도 이용자 편의 체계 구축) 	<ul style="list-style-type: none"> • 소용량 (800MHz 대에서) • 고가 • 편리(차량내 및 옥내의 동시 사용 가능)
기타	<ol style="list-style-type: none"> 트래픽 특성 단말기 가격 단말기 크기 	<ul style="list-style-type: none"> • 자체망에서 대부분 처리 • 저가 • 소형화 유리 	<ul style="list-style-type: none"> • 망간 연동 트래픽 과다 • 저가 • 소형화 유리 	<ul style="list-style-type: none"> • 망간 연동 트래픽 과다 • 고가 • 소형화 불리

킬 수 있다는 것이다. 이와 같이 사용자 식별모듈을 이동단말에 장착함으로써 이동단말 번호는 필요치 않게 되며 이동단말 식별자는 위치관리 절차에서 제외된다. PCS 사용자 번호, PCS 사용자 식별자, 임시 이동단말 식별자의 사용이 가장 적은 데이터 처리부담으로 번호체계에 관한 PCS요구사항을 만족할 수 있을 것으로 보인다.

개인통신을 위한 무선접속의 요건을 살펴보기 위해서는 개인통신에서 목적하는 서비스나 시스템 구조 등이 명확히 정의되어야 하는 것이 원칙이나 현재 까지 개인통신으로 정의하는 범주가 상당히 광범위하고 그 명칭 혹은 부제를 통해 발표된 시스템들이 상당히 다양하며 개인통신을 정의하는 범위에 따라 도식화되는 시스템 형상 또한 다양하기 때문에 셋블리 어떠한 시스템이어야 한다고 규정하기 어렵다. 그래서 여러 시스템을 통해 공통적으로 추구하는 사항을 모아 개괄적으로 형상화한 후 국내의 현실 여건을 고려하여 서비스 형상과 시스템구성을 정의한 상태에서 무선접속 방식에 대한 요건을 기술적으로 검토하는 것이 현실적이다.

현재 국내에서 거론되고 있는 개인통신은 기존의 셀룰라 망에서 진화하는 방안과 유선망의 가입자 무선화를 통해 진화하는 방안 그리고 독자망을 구성하는 방안이 고려되고 있으며 [표 2]에는 각 진화방안의 특징을 서비스측면과 망측면 그리고 기술적인 측면 등에서 비교하였다.

이러한 구성방안간에는 서로 다른 장단점이 내재되어 특정한 한가지가 상대적으로 우수하다는 평가를 내리기 어렵다. 이는 개인통신서비스를 실현하는 접근 방식에 있어서 유선망 서비스적인 요소와 이동 무선망 서비스적인 요소를 공히 가지고 있기 때문이다. 예를들어 저속보행자용의 통신이라는 점은 무선 통신요소를 가지고 있고 부가서비스나 개인번호 사용등은 지능화를 통한 유선망의 진화과정에서 접근이 쉬운 요소를 가지고 있기 때문이다. 일반적으로 개인통신에서는 적당한 이동성, 유선망 정도의 통신품질, 다양한 서비스, 경제적인 사용요금을 목적으로 하고 있다. 이는 기존의 셀룰라에서 소수의 경제적 능력을 가진 사용자에게 고도의 이동성을 제공하기 위하여 사용기술이 복잡해지고 비용이 상승되는 측면이 잠재해 있다. 그러나 개인통신에서는 저속 보행자 수준의 이동성 만으로도 충분한 수요가 형성되어 이용계층의 다양화가 가능하고 이에 따라 관련기술의 광범위한 발전을 통해 저렴한 기술을 취사선택할 수 있

으리라는 전망이 가능하다. 또한 가입자의 이동성 처리에 요구되는 기능들을 기존 유선망의 지능화를 통해 실현함으로써 제공서비스의 다양화와 서비스 확장에 유연하게 대처할 수 있는 장점이 있다. 이러한 측면에서 이동무선통신과 유선망기술을 종합하는 방향에서 무선접속 방식의 요건을 살펴보면 (1) 가입자 수용용량의 변화에 능동적으로 대처할 것 (2)현실적으로 적용가능한 기술중에서 저가의 기술을 최대한 활용하여 적절한 이동성을 제공함과 동시에 (3) 무선 구간에서 전송되는 정보량의 크기 변화를 적극적으로 수용할 수 있을 것 (4)주어진 무선주파수 대역을 효율적으로 활용할 수 있도록 간섭의 영향을 최대한 고려할 것 (5) 사용기술의 장래성 (6) 기술의 실현 비용 등을 들 수 있다. 이러한 기준에 따라 무선접속 방식을 비교평가하면 다음표와 같다.

표 3. 무선접속방식 선정의 고려사항

	FDMA	TDMA	CDMA
수용용량 가변성	적음	중간	큼
기술적 난이도	적음	중간	큼
정보량의 가변성	적음	큼	큼
주파수 이용효율	적음	큼	큼
기술의 장래성	적음	중간 또는 큼	큼
기술의 실현비용	적음	중간	큼

III. 무선접속방식의 선정배경

1. 무선접속방식의 선정기준

개인통신은 독립된 서비스 시스템으로서 존재하는 것이 아니라 제3세대 이동통신시스템으로 진화하는 연장선상에 존재하기 때문에 현재의 경제적인 측면과 함께 장래의 서비스 환경변화에 적응할 수 있는 기술의 유연성을 함께 고려하여 선정해야 한다. 이 절에서는 무선접속규격을 선정하기 위한 방식간의 장단점을 검토하고 CDMA방식의 기술현황에 대하여 다룬다. 무선접속규격을 선정하기 위해서는

1) 서비스영역, 2) 수용용량, 3) 비용, 4)명료도 및 음성품질, 5) 서비스종류, 6) 소비자의 만족도, 7) 국내기술의 활용도 등을 검토하는데 CDMA방식과 TDMA방식을 이와 같은 조건하에서 비교하면 다음과 같다.

1) 처리영역: 셀반경은 통화가능거리를 나타내는

적으로 이동국과 기지국 사이의 자유공간 상에서 전파신호의 감쇠정도를 수용할 수 있는 능력에 따라 결정된다. TDMA방식을 사용하는 GSM은 129.7dB인 반면에 CDMA방식은 약 140dB로서 10dB이상의 여유를 가지고 있어 처리영역이 더 크다. 이에 따른 통화영역은 야외의 경우에 CDMA방식이 약 70km², GSM은 약 20km²이다. 따라서 CDMA방식의 경우 동일 면적을 수용하는데 소요되는 기지국의 수효는 GSM의 약 20%정도이다.

2) 용량: 전파는 한정된 자원이므로 이를 효율적으로 사용할 수 있는 무선접속방식의 선정이 중요하다. CDMA방식은 기존의 AMPS(Advanced Mobile Phone System)방식보다 10배의 용량증가가 가능하다. 소프트 핸드오프에 따른 추가적인 채널소요량을 35%로 감소시키더라도 섹터당 약 25개의 호를 처리할 수 있다. 저속이동환경에서는 핸드오프에 대한 요구가 적으므로 고이득 안테나를 사용할 경우 섹터당 40개의 호를 처리할 수 있다. 그러나 이는 셀의 부하가 최대일 때를 가정한 것이고 부하가 최대가 아닐 경우에는 TDMA방식에 비해 가입자 수용용량이 뛰어나다. 10MHz 대역의 경우에 통화용량이 CDMA는 64 ~ 107E, GSM은 13.2E로 계산되어 CDMA가 GSM보다 약 5배의 용량을 갖는다.

3) 비용: 개인통신서비스를 전개함에 있어서는 비용측면에서 초기 시설비에 해당하는 기지국, 기지국 제어장치와 교환기 그리고 시설장소의 구매 및 임대 비용, 통신망설계 및 배치, 유지관리 등과 같은 일반 비용이외에 다른 통신망과의 접속에 따른 접속료 문제를 추가로 고려해야 한다. 용량측면에서 살펴본 바와 같이 CDMA 방식을 사용할 때의 소요 기지국 수는 TDMA의 약 20%정도로 시설에 관련된 비용부담이 적다. 또한 TDMA 경우에는 국부지역의 통신시설 계획을 변경할 필요가 발생되었을 때 기본 통신망 건설 계획을 수정해야 하지만 CDMA의 경우에는 주파수 사용율이 1에 가까우므로 단지 필요한 지역에 기지국을 증설하면 되므로 전체계획을 수정할 필요가 없어 망건설에 보다 유연성이 있다.

4) 명료도 (음성품질): 음성품질은 무선접속과정에서의 잡음과 보코더에 주로 관계된다. CDMA방식은 근본적으로 무선접속과정에서 다른 어떤 방식보다 잡음에 강한 특성을 가지고 있다. 이는 레이크수신기를 이용하여 멀티패스 성분을 신호로 이용하고 있고 강력한 오류정정부호를 사용하고 있으며 소프트 핸드오프를 사용하여 통화품질을 최대한 고려하

기 때문이다.

5) 서비스 유연성: 개인통신서비스는 사용자들의 다양한 이용환경에 적응할 수 있어야 한다. 따라서 기존의 차량형 고속이동을 포함하여 보행자나 옥내 사용자에게도 서비스를 제공할 수 있어야 한다. TDMA의 경우에는 옥내환경에서 페이딩이 심하게 일어나고 핸드오프에 대한 부담과 전력제어에 대한 문제 등으로 옥내의 저속 보행 사용자들을 위한 무선접속방식이 필요하다. CDMA의 경우에는 동일한 단말기에 대하여 전력제어를 마이크로와트까지 미세하게 할 수 있어 옥내의 환경에 공히 적용되고 특히 옥내 환경에는 분산안테나 시스템을 사용함으로써 동일한 무선접속방식을 사용할 수 있는 잇점이 있다.

6) 소비자 만족도: 소비자 만족도를 측정할 수 있는 음성품질, 2차전지의 수명, 경제적인 서비스요금, 저렴한 소형단말기, 단말기의 사용자인터페이스 등은 각각의 무선접속방식에 공히 요구되는 상황이다. CDMA방식은 내역확산 변복조기술을 사용하고 있어 특정한 부가장치없이 사용자의 통신비밀이 유지되는 장점이 있으나 TDMA방식에서는 별도의 기능을 위한 기능을 추가해야 한다.

7) 국내기술의 활용도: CDMA방식의 경우 이미 디지털 셀룰라 시스템 개발을 통해 개발경험과 시험기술 그리고 요소기술 분야에 대한 설계기술을 보유하고 있다. 개인통신에서는 이러한 경험을 충분히 활용할 수 있으며 나아가 자체기술을 개발로 발전시킬 여지가 있다. 그러나 TDMA 방식의 경우에는 아직 국내 기술로 시스템을 개발한 경험이 없으므로 기술개발을 새로이 시작해야 하는 부담이 있다.

2. CDMA방식의 기술현황

가. 이동무선채널환경

이동통신에서는 사용자의 이동과 자연적인 장애물로 인하여 채널환경이 시간에 따라 변화(Coherence Time)하며 전파의 다중로 페이딩에 따른 주파수 선택적인 특성(Coherence Bandwidth)을 갖는다. 코히어런스 타임은 반송파의 파장에 대한 이동체의 속도비에 비례한다. 예를들어 반송파가 1.8GHz이고 이동속도가 약 100km/H일때 코히어런스 타임은 수 ms 정도이다. 일반적으로 이동통신에서 데이터 버스트를 전송하는 시간동안에는 채널이 시간적으로 변동하지 않는 것으로 가정한다. 그러나 전파의 다중로에 따른 멀티패스로 시간영역에서 심분간의 간섭이 발생하고 주파수영역에서는 [그림 3]처럼 레일리 페이딩인 주

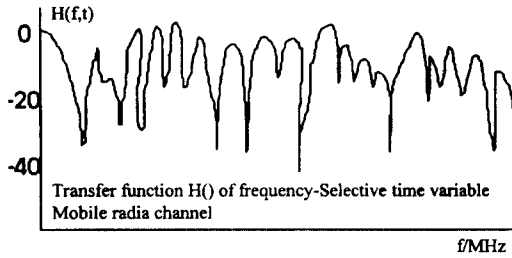


그림 3. 이동무선채널특성

파수 선택적 페이딩을 겪게된다.

코히어런스 대역은 멀티패스의 도래시간차(delay spread)에 반비례한다. 옥내환경의 경우 멀티패스가 10m단위로 발생되고 코히어런스 대역은 50MHz에까지 미친다. 멀티패스로 인하여 수신기 입력에는 경로에 따른 도래시간 및 감쇠량을 갖는 동일 신호가 중첩되어 전송심볼간 간섭이 발생된다. 이러한 멀티패스는 아날로그 방식보다 디지털 방식에서 더욱 심각한 영향을 미친다. 그 이유는 디지털 방식에서는 심볼간의 간섭이 직접적으로 BER(Bit Error Rate)에 영향을 미치지만 아날로그 방식에서는 음성신호 대역 3.4kHz를 경로 거리로 환산할 때 약 90km정도로 이동환경의 다중로간의 최대거리 이상이고 인간의 청각이 미소한 ISI(Inter Symbol Interference)에는 덜 민감하며 단지 약간의 반향으로 들리기 때문에 심각하게 느껴지지 않는다는 점이다. 그러나 디지털 이동통신에서는 ISI가 가장 중요한 고려사항이다. 이는 일반적으로 전송비트를 공간적인 비트길이로 환산할 때 약 300m정도로 멀티패스의 거리간격정도 혹은 그 이내이기 때문에 이러한 도래전파의 시간차로 발생되는 ISI를 해결할 수 있는 등화기술이 필요하다. 한편 전송대역이 코히어런스 대역보다 적을 때에는 주파수 선택적 페이딩으로 인하여 수신기 입력신호의 전력변동이 크게 나타나는데 이것이 협대역 전송방식에는 심각한 영향을 미친다. 광대역 전송방식인 CDMA에서 확산대역이 신호대역의 약 20배 이상이면 주파수 선택적 페이딩에 따른 수신전력변동이 시스템 성능에 영향을 미치지 않고 수신신호에는 기지국과 이동국간의 거리에 따른 감쇠와 세도우페이딩이 주된 영향을 미친다. CDMA방식이라고 하더라도 확산대역이 코히어런스 대역보다 좁을 때에는 주파수 선택적 페이딩을 극복하기 어렵다. 따라서 이동환경에서 시스템을 설계할 때는 적용목적에 따라 코히어런스 대역을 파악하고 그에 맞는 전송대역을 설정

하는 것이 바람직하다. 이러한 면에서 현재의 협대역 CDMA방식은 음성이나 저속데이터 전송용으로 제한되며 궁극적으로 음성 데이터 화상전송을 목적으로 하는 개인통신이나 제3세대 시스템에는 적절한 확산대역을 설정할 필요가 있다.

나. 수신 신호 특성 및 처리

무선구간에서 CDMA신호를 전송하는 과정을 이동국과 기지국을 종단점으로 하여 나타내면 [그림 4]와 같다. 하향링크에서 모든 송신기는 기지국에 위치한다. 따라서 k개의 가입자에 대한 확산신호 SS(1) ~ SS(k)는 기지국 송신기에서 종합되어 결과적인 신호 SSt가 각각의 이동국으로 송신된다. 따라서 무선채널은 하나의 전달함수 Hss(f, t)로 규정할 수 있고 송신신호 SS는 채널상에서 다중로 전파특성을 가지며 이동국 수신기에 도달된다. 이동국 수신기는 다중로를 통하여 서로 다른 감쇠와 지연특성을 갖는 여러개의 신호 SSt(a), ..., SSt(k)를 수신한다. 이때 신호의 감쇠와 지연량은 모든 확산신호에 대하여 동일하다. 이동국의 수신기(k)는 입력신호에 대하여 두가지 동작을 수행하는데 첫째는 다중로 페이딩에 따른 ISI를 제거하여 원래의 신호성분인 SSt를 수신하는 것이고 두번째는 여러 가입자 신호가 복합된 SSt에서 자신의 신호 성분인 SS(k)를 추출하는 일이다. 두번째 과정을 위해 상관기를 이용하는데 이때 다른 가입자 신호 성분이 상호간섭으로 신호복원에 영향을 미친다. 상향링크에서 모든 송신기는 서로 다른 위치에 존재한다. 따라서 무선채널은 각각의 채널에 따른 k개의 함수 H1(f, t)Hk(f, t)로 표현된다. 하향링크와 마찬가지로 상향링크도 다중로 페이딩의 영향을 받지만 각각의 신호가 서로 다른 ISI특성을 갖는다는 점이 다르다. 따라서 기지국의 수신기는 각각의 이동국으로부터 도래하는 여러개의 다중로 신호를 구별해서 SSt 성분을 수신하는 기능과 혼합된 여러개의 이동국 신호로부터 원하는 이동국 신호성분을 구별해야 한다.

수신기 측에서는 CDMA 방식을 채택함으로써 처리해야 하는 두가지 중요한 기능, 즉 다중로 전파에 따른 ISI영향을 제거하는 기능과 수신신호에 여러명의 신호 성분이 시간, 주파수적으로 혼합된 것으로부터 원하는 가입자 성분만을 추출하는 기능을 수행해야 한다. CDMA방식에서 이와 같은 기능을 수행하기 위해서는 레이크수신기나 Joint-detection-type 수신기를 사용한다. [그림 5]에는 기지국 레이크수신기의 블록도를 나타내었다. 여기서 Searcher는 두가지 기능

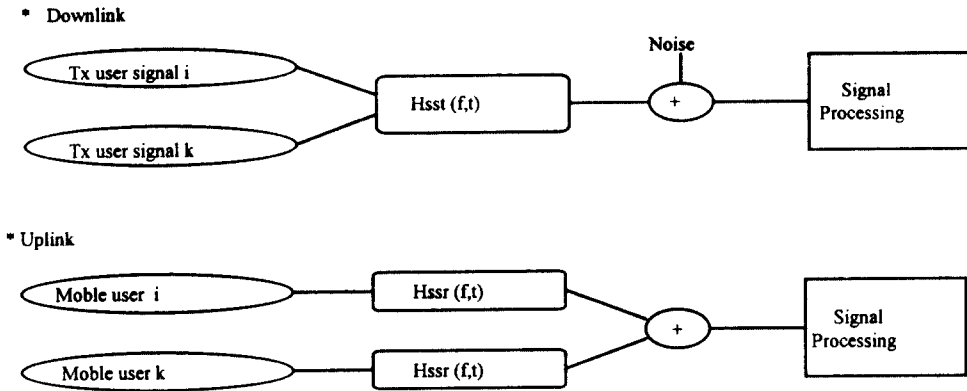


그림 4. 무선링크상의 전송과정

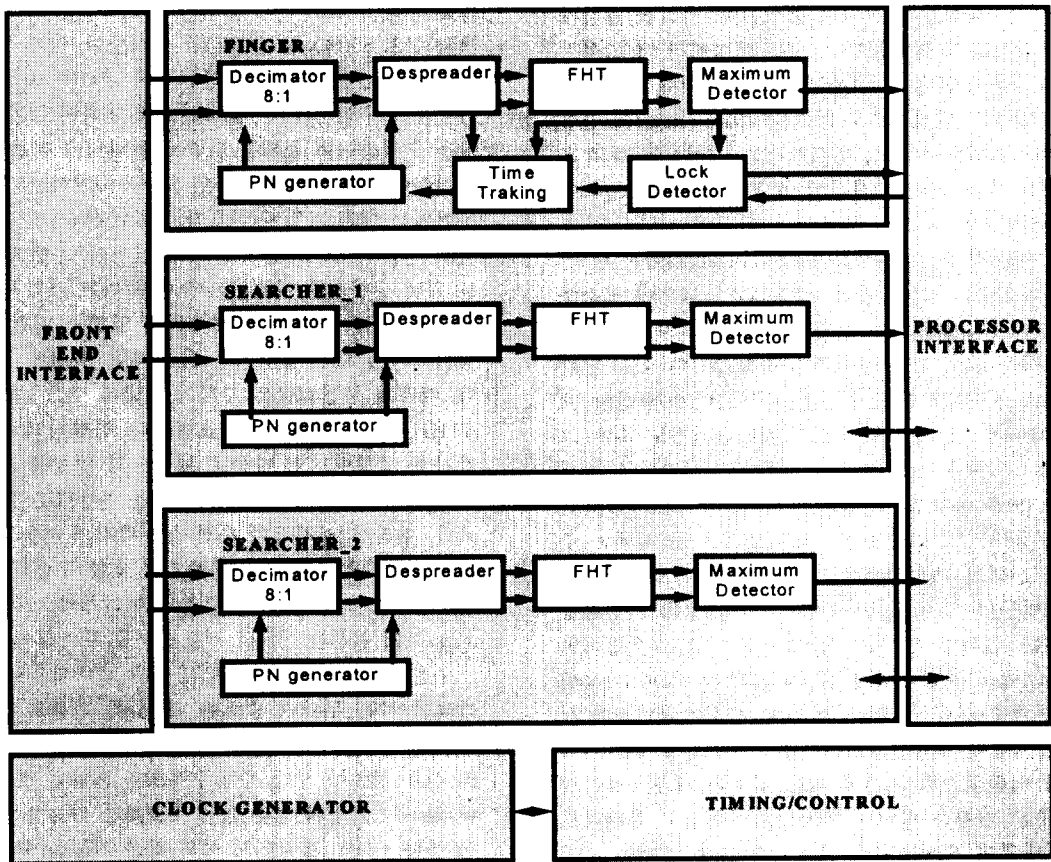


그림 5. 기저부 레이크수신기의 구조

을 한다. 하나는 여러개의 다중로 신호성분을 평가하여 가장 강한 경로의 신호성분을 수신하도록 하는 것이고 (Path Locking), 또하나는 각 가입자를 구별할 수 있도록 상관기능을 하는 것이다. 안테나를 통한 수신신호를 특정한 가입자코드를 이용하여 상관기를 거치는 과정에서 원하는 신호성분 이외에 다른 가입자로 부터의 신호성분은 잡음으로 취급된다. 레이크수신기에서는 여러개의 핑거를 두고 각각의 핑거는 멀티패스신호를 수신한다.

레이크수신기 이외에 또다른 형태로 Interference cancellation 또는 joint detection이라 불리우는 joint-detection-type수신기가 있다. Joint-detection 수신기에서는 자신의 코드이외에 다른 가입자의 코드정보도 이미 알고 있음을 가정한다. 이 경우에는 동일 셀내의 다른 가입자의 신호를 단지 잡음으로 취급하는 것이 아니라 검출과정에 다른 가입자로 부터의 신호성분을 포함시켜 간섭량 만큼을 상쇄시키는 방법이다. 이렇게 함으로써 동일 셀내의 다른 가입자로 부터의 간섭을 제거할 수 있지만 인접셀에 존재하는 사용자로부터의 간섭은 존재한다. 그러나 인접셀로부터의 간섭량은 이미 전력레벨이 충분히 감소된 상태이므로 큰 영향을 미치지 않는다. Joint-detection-type은 전송로상의 환경변화에 적용하여 각 가입자 신호를 구별함과 동시에 ISI를 제거할 수 있다. 따라서 이 방식은 다중로 페이딩에 따른 등화 문제와 가입자 신호분리 문제를 동시에 해결할 수 있다. 현재의 CDMA에서 사용하는 레이크수신기와 비교하여 joint-detection 방법을 사용할 때 얼마나 훌륭한 시스템을 구현할 수 있는가 하는 문제는 결국 Correlative receiver에 달려 있으며 이 부분에 대한 연구가 현재 광범위하게 진행되고 있다.

다. 간섭 제어

CDMA에서는 동일한 주파수 대역을 여러명의 가입자가 동시에 사용하기 때문에 가입자 간의 상호 간

섭이 수용용량과 시스템 성능에 주요한 영향을 미친다. 따라서 이러한 간섭을 제어, 나아가 제거할 수 있는 방법이 요구되는데 현재의 CDMA에서는 전력제어방법과 Voice activity 그리고 Sectorization cell 방법을 사용한다. Sectorization 방법은 셀을 여러개의 섹터로 구분하고 각 섹터에는 지향성 안테나를 통해 일정 방향으로만 신호가 전달되도록 하는 방법이다. 섹터화를 통해 제기되는 간섭량은 대략 셀을 섹터로 구분하는 수효에 비례한다. 섹터화를 실현할 때는 지향성 안테나 방향에 전파를 반사하는 반사체나 산란을 야기하는 물체가 없는 곳을 선정해야 한다. Voice activity는 일반적으로 음성통화에서 Talk time의 비율이 전체 통화 시간의 약 40%라는 통계를 이용한 것으로 음성이 존재할 때는 고속으로 전송하고 음성이 존재하지 않을 때에는 저속으로 전송함으로써 송신대역에서의 에너지 밀도를 낮출 수 있고 이로써 상대적으로 다른 가입자에 미치는 상호간섭량을 감소시키는 방법이다. CDMA에서는 voice activity를 위하여 1200bps에서 9600bps까지 가변율로 코딩하는 variable rate codec을 사용하고 있다. 정보데이터를 전송할 때에는 최소 정보데이터만을 재전송함으로써 간섭량을 줄인다. 이동국에서 기지국으로의 상향링크에서 near/far에 따라 이동국간의 상호간섭량이 다른데 이것이 제어되지 않을 경우 전체셀이 마비되는 문제가 발생된다. 따라서 현재의 CDMA에서는 전력제어 알고리즘을 통하여 기지국에 수신되는 모든 이동국으로 부터의 신호레벨이 일정하게 유지되도록 한다. 이로서 이동국간의 가입자간의 전파간섭을 최소로 유지한다.

라. 동기 및 채널 추정

CDMA에서는 전체 기지국에 대하여 일정한 동기를 유지하는 것이 대단히 중요한데 이는 파일럿신호나 핸드오프 과정에서 타이밍이 요구되기 때문이다. 동기화 채널을 추정하는 방법에는 많은 기술이 알려져 있으나 대부분 상당히 복잡한 과정을 지치고 있어

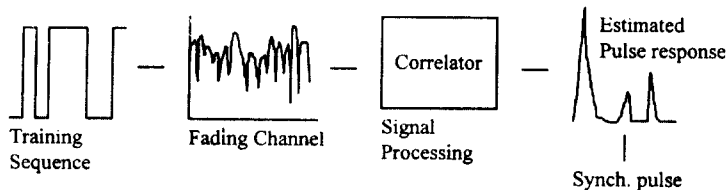


그림 6. Training sequence의 처리과정

적절한 선에서 효율적인 방법을 선택하는 것이 중요하다. 현재의 CDMA에서는 동기를 유지하기 위하여 GPS(Global Positioning System)를 이용하고 있다. 이동국은 파일럿신호를 기준으로 기지국에서 전송하는 동기신호를 검출하여 동기를 유지한다. 기지국에서는 일정한 시간 오프셋을 갖는 파일럿용 short code를 전송하여 이동국에서 기지국을 구별하도록 한다. 기지국에서는 셀내의 각 이동국으로 부터 전송되는 수신신호의 도래시간 차이를 극복할 수 있도록 내부의 코드 발생기의 시간을 제어한다. CDMA에서 기지국과 이동국간의 동기는 가입자를 구별하는 가장 중요한 것으로서 항상 초기동기획득과 동기추적의 두가지 과정을 갖는다. 초기동기획득과정에서 수신기 내부의 코드를 수신되는 코드에 일치시키고 동기추적 과정에서는 delay-lock-loop을 이용하여 다양한 환경을 기인 수신신호에 대하여 동기를 유지한다. CDMA에서 일정한 성능을 유지하기 위해서는 채널의 상태를 추정하고 평가해야 하는데 이를 위하여 파일럿 신호나 training sequence를 신호와 함께 송신한다. Training sequence는 버스트의 시작 또는 중간부분에 전송하여 채널평가와 동기유지에 이용한다. [그림 6]에 training sequence의 처리과정을 나타내었다. 이와같이 training sequence를 이용하여 채널을 평가함으로써 각 가입자로 부터의 신호를 구별하고 ISI를 제거하며 송신전력을 최소로 유지하면서 원하는 효율특성을 유지할 수 있다.

마. 핸드오프

이동통신환경에서 이동국이 현재의 기지국에서 다른 기지국 영역으로 이동할 때 통화를 유지하기 위해서 핸드오프과정이 필요하다. 일반적으로 셀계획이 잘된 경우, 즉 95%의 처리영역을 갖도록 설계한 경우에 원만한 핸드오프가 가능하다. 핸드오프 과정에서 이동국은 수신신호의 전계강도를 측정하여 핸드오프의 실시여부를 결정한다. 만일 전계강도가 규정된 값 이하이고 인접기지국의 신호가 충분히 클 경우에 핸드오프가 수행된다. CDMA방식에서 소프트핸드오프를 수행하기 위해서는 핸드오프영역에서 두개의 기지국과 링크를 설정한다. 이동국의 신호는 두 기지국을 관장하는 제어국으로 전달되어 제어국에서 핸드오프를 결정한다. 현재의 CDMA에서 채택한 소프트 핸드오프 기능은 동일한 주파수 대역에서 전체의 통화영역에서 핸드오프를 실현한다는 점에서 큰 장점을 갖지만 하드웨어적인 비용이나 네트워크에서의 제

어부담이 크다.

바. 음성과 데이터 전송

현재의 이동통신시스템은 주어진 한정된 대역에서 고품질의 음성전송을 목적으로 하고 있다. 이를 위해서 CDMA에서는 다음과 같은 신호처리기능을 갖도록 설계되었다. 우선 음성코덱에서 PCM(Pulse Coded Modulation)과 같은 용량도가 큰 64kbps의 디지털 음성신호에서 용량도를 최대한 줄임으로써 가입자 수용용량이 증가되도록 하였다. 그러나 용량도가 계기될수록 모뎀의 복잡성과 지연시간이 문제가 된다. 또한 음성부호율이 낮아질수록 잡음에 대한 저항력이 줄어들고 재현된 음성품질이 원유과 다르게 느껴진다. 따라서 전송효율의 증대를 위해 음성부호화율을 낮추는 것이 반드시 바람직하다고 할 수 없다. 전송프레임에는 음성정보 이외에도 채널코딩에 따른 리턴턴시와 동기화 채널평가를 위한 프리앰프가 추가된다. 모든 비트는 전송프레임에 대하여 인터리빙을 가지는데 주로 블록 인터리빙을 사용한다. CDMA에서 전송프레임은 확산대역의 크기에 따라 결정된다. 수신기측에서는 가입자 신호를 구별한 다음 프레임으로 재구성한다. 그러나 재구성한 프레임에는 에러가 포함되어 있기 때문에 디인터리빙과 에러정정 과정을 거쳐 모뎀으로 전달되어 음성신호를 다시 합성한다.

음성과 데이터 전송사이에는 두가지 큰 차이점이 있다. 첫째로 음성은 존재의 유무가 연속성을 갖는 반면에 데이터는 버스트의 성격을 갖기 때문에 데이터 전송에 있어서 평균적으로 트래픽량이 많지 않더라도 특정한 시간 슬롯에 집중되는 경향이 있다. 이때 전송로 용량부족에 따른 충돌이 발생되기 때문에 이를 해결할 수있는 방법이 요구된다. 둘째로 음성에서는 에러에 덜 민감하지만 데이터 전송에서는 높은 신뢰성을 요구하기 때문에 대개 ARQ(Automatic Request for Repetition)를 사용한다. 데이터 전송에서는 데이터 충돌을 방지하고 ARQ를 지원할 수 있도록 전송프로토콜을 요구한다. 이러한 전송로상의 충돌을 해소하기 위한 방법을 MAC(Medium Access Control)이라 부른다. CDMA 이동통신에서 이러한 전송로상의 충돌방지에 적합한 방식이 slotted ALOHA이다. CDMA에서 데이터를 전송하기 위해서는 전송 프로토콜 이외에 각 가입자에게 코드를 할당하기 위한 코드 프로토콜이 필요하다.

UMTS 환경에서는 음성과 데이터 서비스 양자가

모두 요구된다. 또한 동작환경과 서비스의 종류가 다양하기 때문에 가입자 트래픽의 변화가 매우 심하다. 이러한 조건에서 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위해서는 CDMA와 같은 적응식 패킷 디코딩 기술이 필요하다.

IV. 연구개발계획

ETRI에서 정의하는 PCS는 개인의 이동성을 제공하는 보편적인 서비스로서 이동중 통신의 연속성이 보장되고, 가정 사무실 공공장소에서 동일 단말기를 사용하여 향후 수 Mbps까지의 데이터서비스를 제공할 수 있고 통화 품질은 유선망과 대등한 정도를 유지하며 기존서비스와 최대한 호환성을 유지할 수 있도록 함을 특징으로 한다.

개인통신서비스 구현에 필요한 기술에는 무선접속 기술과 지능망기술, ISDN기술, 교환기술 등의 유무선 기술과 이들을 종합적으로 연계할 체계종합기술 등 실로 다양한 기술들이 서로 유기적으로 결합되어야 한다. 이와 같은 다양하고 고도의 기술을 현시점에서 모두 만족할 수 있는 시스템을 개발하는 것은 상당한 무리가 따르며 따라서 개인통신을 단계별로 목표를 설정하고 기술의 발전을 수용하며 시스템을 개발하고 이를 진화시킴으로서 최종목표를 달성하도록 연구 방향을 설정하였다. 제1단계에서는 개인통신의 기본요구사항을 수용할 수 있는 시스템을 개발하고 이를 진화 발전시켜 2단계에서는 개인통신의 궁극적 목표를 수용할 수 있도록 할 계획이다.

FPLMTS와 연계하여 '97년까지 연구개발할 개인통신은 착발신이 가능한 음성전화 및 저속 데이터 서비스를 제공하며 일반 대중이 이용할 수 있는 저렴한 단말과 서비스요금, 그리고 보행중 통신을 위한 핸드오프 기능과 가입자 인증, 정보보안 및 개인의 이동성은 어느정도 제한하여 개발기간을 단축하고 제2단계로 연계될 수 있도록 한다. FPLMTS와 UPT를 지향하는 궁극적인 개인통신 서비스를 추진하는 다음 단계로써, 고속 데이터와 동화상 서비스를 제공하고 개인번호를 이용하여 어느 망, 어느 단말에서도 서비스를 제공할 수 있는 개인의 이동성을 보장한다. 또한 지능형 부가서비스와 함께 고도화된 가입자 인증 기능으로 국제적인 로밍까지 지원하는 차세대 개인통신 서비스 개발이다.

V. 결 언

이동통신의 진화과정을 전망할 때, 개인통신의 역할을 기존에 존재하는 셀룰라계열과 코드리스계열, 기타 페이지나 PDA등이 복합된 다양한 형태의 이동서비스를 종합하여 장래의 FPLMTS나 UMTS, UPT로 연결하는 교량정도로 생각하는 경향이 있다. 이러한 맥락에서 생각할 때, 개인통신서비스를 위해 어떤 특정한 시스템 형상을 정의한 상태에서 개인통신이 요구하는 기능을 만족하는 새로운 시스템을 개발하는 방안과 기존의 서비스 시스템들의 특징을 종합하여 연동화시키는 방향으로의 연구가 필요할 것이다. 현재 국내여건을 미루어 짐작할때 이동성 음성, 비음성 데이터서비스에 대해서는 기본기술을 확보한 CDMA 방식이 유리하다고 판단된다.

차세대 무선접속방식으로 떠오르고 있는 CDMA를 개인통신에 적용하기 위해서는 현재까지의 기술적 면모를 살펴볼 때 아직 보완되어야할 여지가 있다는 게 일반적인 지적이다. CDMA의 가능성에 대해서는 이미 디지털 셀룰라에서의 IS-95 표준 채택으로 더 이상 논란이 일지 않고 있다. 다만 개인통신환경에서 요구되는 보편화된 저렴한 단말기와 이용비용등을 얼마나 적절한 세부기술로 해결하느냐가 관건이다.

참 고 문 헌

1. 한국전자통신연구소 1994 연구보고서 "개인통신 서비스개발에 관한 연구"
2. 한국전자통신연구소 1994 연구보고서 "CDMA 방식의 소형 이동통신시스템 개발"
3. Qualcomm "CDMA System Engineering Training Handbook"

정 용 주

- 1986년 : 항공대 통신공학 학사
- 1988년 : 항공대 전자공학 석사
- 1991년 2월 1일 : 전자통신연구소 입소.
- 현재 : 이동통신기술연구단 이동통신계통연구부장



한 기 철

박 항 구

- 한국전자통신연구소 이동통신기술연구단장

-
- 고려대 재료공학과 박사
 - 1997년 12월 10일 : 전자통신연구소 임소
 - 현재 : 한국전자통신연구소 이동통신기술연구단 이
동통신계통연구부장