

PCS1900 시스템 기술

李明成, 李京洙
韓國通信 無線通信開發團

I. 머리말

현대 사회의 급격한 정보화 추세에 따라, 지난 십여 년간 정보통신 분야는 다른 어떠한 산업분야보다 급속한 성장을 보였고, 특히 80년대 초에 처음으로 상용 서비스를 시작한 800MHz 대 아날로그 셀룰러 이동전화서비스의 지난 십여 년간의 성장 속도는 가히 괄목할 만하다. 국내에서도 1984년에 한국이동통신에 의해서 북미 표준인 AMPS 방식에 의해 아날로그 셀룰러 이동전화 서비스가 개시된 이래 1995년초 100만^[1] 가입자가 넘을 정도로 급속한 가입자 증가를 보이고 있다. 셀룰러 전화는 가입자의 급속한 증가로, 셀룰러 통신의 특성인 셀 크기 축소 및 섹터 셀 도입 등의 방법을 통하여 수용 용량의 확장을 현실적으로 시도하고 있으나, 셀 사이트의 추가 설치 및 적절한 설치 장소 확보의 어려움 등으로 한정된 대역폭 내에서 아날로그 셀룰러로 급격히 늘어나는 가입자를 수용하기에는 한계에 도달한 것으로 보인다.

가입자 수용 용량의 포화에 대처하고, 새롭게 등장하는 다양한 형태의 무선통신 서비스를 수용하기 위한 방안으로서 이동통신 분야에서는 90년대에 크게 두 가지의 변화가 일어나고 있다. 첫째는, 아날로그 셀룰러와 동일한 주파수 대에서 아날로그 셀룰러에 비해 수용 용량이 더 크고 데이터 서비스나 다양한 형태의 부가 서비스 등 새로운 서비스의 수용이 용이한 디지털 셀룰러 방식으로 전환하려는 움직임이고, 둘째는 앞으로 늘어날 일반 대중의 다양한 이동통신 욕구를 해결하여 보편적 이동통신 서비스를 제공하고, 미래 육상 공중 종합통신망으로 발전하기 위한 기반 구축을 위해서 FPLMTS 대역인 1.7~2.2GHz대역에서 PCS 서비스를 조기에 개발하여 보급하려는 시도이다. 이러한 이동전화의 발전 방향을 아날로그 셀룰러를 1세대 시스템, 디지털 셀룰러를 2세대 시스템, FPLMTS를 3세대 시스템으로 분류하고, 여기에 대해서 PCS를 2.5세대 시스템으로 정의하는 경향이 있다.

이동통신 서비스 분야의 환경을 좀더 세밀히

살펴보면, 1세대 시스템인 아날로그 셀룰러의 경우 서비스 개시 초기부터 북미 표준화 방식으로 채택된 AMPS방식은 남미, 아시아 등 거의 전세계 시장을 석권한 반면, 유럽은 TACS, NMT-450, NMT-900, Radicom 2000, RMTS, C-450 등 국가마다 표준 방식이 다르고, 또 동일한 국가 내에서도 두 개의 표준 방식이 서비스를 제공하는 상황이어서, 다른 지역에 비해서 국가 간의 교류가 많은 유럽에서의 셀룰러 이용자는 상대적으로 북미에 비해서 불편한 점이 많았다. 이로 인해, 아날로그 셀룰러 시장은 미국내 가입자가 전세계의 50% 이상을 차지할 정도로 AMPS방식은 타 방식에 비해 압도적으로 큰 시장을 형성하였다.

유럽 지역의 표준규격 부재로 인해 비롯된 문제점을 해결하고자, 1982년 CEPT(Committee of European Post and Telecommunications)에서는 범 유럽 표준 규격을 제정할 것을 결정하였다. CEPT는 1986년 프로토타입 검증에 의해 1987년 무선접속 방식을 TDMA 디지털 방식으로 결정하였고, 1988년 ETSI(European Telecommunications Standard Institute)가 결성되어 본격적인 범 유럽 이동전화 표준화를 추진하여 1990년 GSM Phase 1규격이 완성되었고, 이어 1991년에는 GSM의 PCS주파수 대역 표준인 DCS1800규격이 완성되었다. 이후 GSM은 1991년 최초의 상용 시스템이 현장에 설치되 운용되었으며, 1992년 상용 서비스가 개시된 이래 급격한 가입자의 증가로 95년 현재의 가입자수는 수백 만에 이르렀다. 1993년 PCS용으로 권고된 DCS1800시스템이 영국에서 상용 서비스를 처음 개시한 이래 독일, 스웨덴 등 여러 국가에서 상용 서비스를 개시하거나 준비하고 있는 상황이다. ETSI에 의해 만들어진 GSM 및 DCS1800규격은 근본적으로 2세대 시스템인 디지털 셀룰러 규격의 개발과 함께 이를 통한 범 유럽 표준 규격을 달성하자는 목적을 함께 수용한 규격이라 하겠다.

GSM/DCS1800의 표준화에 대응하여 북미에서는 80년대 말에서 90년대 초 사이에 아날로그 셀룰러의 개량 개선을 위한 여러 가지의 대안을 제시하였다. 유럽의 GSM에 대응되는 디지털 셀룰러

규격 제정을 위해 1988년에 TIA(Telecommunications Industries Association)는 산하 TR45 기술 분과 위원회를 결성하여 북미 TDMA 표준화 작업에 착수하였으며 1989년 1월에 IS-54라는 북미 TDMA 디지털셀룰러 잠정 규격 안을 제정하였다. 이 무렵 Qualcomm사에서는 주로 군사용 무선통신 장비 등에서 사용되던 확산 대역 방식을 적용한 CDMA방식을 제안하여 용량 증대, 비화 방식의 강점 등을 내세워 1993년 7월 IS-95라는 잠정 규격 안을 내놓았다. 또한, Motorola 사에서는 아날로그 셀룰러를 유지하면서 채널의 대역폭을 줄여서 용량 증대를 이루자는 NAMPS를 제안하였다. 90년대초 이래로 북미를 중심으로 한 여러 국가에서는 TDMA와 CDMA의 기술 논쟁이 계속되고 있다. 이를 간단히 요약하면 CDMA 지지자들은 기술적 진보성과 용량 및 페이딩 대응 기술 등의 강점을 부각시키는 반면, TDMA 지지자들은 기 상용화된 시스템으로 입증된 기술과 단말기 및 시스템의 가격, 서비스 제공가능 시기 등의 강점을 부각하고 있다. 이러한 상황은 서비스 운용 회사들에게 상당한 혼란을 야기시켜 그 결과, 북미에서의 디지털 셀룰러 보급은 유럽에 비해 비교적 느린 확산을 보이고 있다.

국내의 호환성이 중요한 이동통신 서비스와 같은 분야의 경우, 기술 표준화가 시장 진출에 상당 영향을 주게 된다. 미국이 단일 아날로그에서 복수의 디지털 방식으로 가고 있는데 대해, 유럽은 복수의 아날로그 방식에서 단일 디지털 방식으로 가고 있는 점을 들어, 아날로그 시장에서는 AMPS 방식이 세계의 시장을 석권한 반면, 디지털 셀룰러는 유럽 방식이 전 세계의 시장을 당분간 석권할 것이라는 예상이 조심스럽게 나오고 있다.

PCS는 80년대 후반 셀룰러에서 단말기의 크기와 전력소모가 문제점이 많아서 휴대폰 개념이 희박했던 시절에, 개인이 휴대용 단말기를 항상 휴대하고 다니면서 사용하는 통신 서비스라는 개념으로 1989년도 영국에서 최초로 도입된 개념이다. PCS는 1993년 영국의 Mercury에 의해 최초로 서비스 개시된 후 90년대 후반에는 전세계 대부분의 국가에서 도입할 것으로 보인다. PCS 개념이

처음 시작되었을 때, 일반 대중에게 보편적 서비스를 제공하기 위한 조건으로 셀룰러에 비해 소형 경량의 단말기, 적은 전력소모, 값싼 서비스 요금, 유선전화와 대등한 음성 품질 등에서 차별성을 부각시켰으나, 현재의 기술 발전 추세로 보아 셀룰러의 기술 발전은 머지않아 이러한 보편적 서비스에 대한 요구 조건을 만족할 것으로 보여 현재는 셀룰러와 PCS에 대한 경계가 매우 불명확한 상태이다. 따라서 PCS는 새로운 대역의 셀룰러 이동통신 서비스로 해석하려는 견해도 상당한 편이다. 이러한 PCS에 대한 견해는 전세계의 PCS의 표준화 동향 및 서비스 도입 움직임에서도 일부 나타나고 있다.

유럽에서는 거의 모든 국가에서 GSM과 주파수 대역이 틀린 것을 제외하고는 크게 틀리지 않는 DCS1800방식으로 서비스를 개시했거나 조만간 개시할 계획이다. 미국의 경우, FCC는 전국을 51개의 MTA(Major Trading Area)와 493개의 BTA(Basic Trading Area)로 구분하고 각 서비스 구역 당 3개의 사업자를 주파수 경매로 사업자를 선정하고 있다. 무선접속 방식은 JTC에 의해 Omnipoint PCS2000, PACS, IS-136(Upbanded IS-54), IS-95 Upbanded(Q-CDMA), DECT, W-CDMA 및 DCS1800을 북미 주파수 대역에서 적용한 PCS1900 등 7개 방식을 잠정 표준화 하고 각각의 Working Group별로 표준화 작업을 추진 중이다. 경매에 의해 사업권을 획득한 대부분의 PCS사업자들은 7가지 JTC 잠정 표준안 중 셀룰러와 유사한 PCS1900, Upbanded IS-95, IS-136 등의 High Tier방식으로 서비스를 개시할 계획을 보이고 있는 것을 보아도 많은 사업자들이 PCS를 새로운 대역의 이동통신으로 보는 경향이 있음을 알 수 있다. 한편 Low Tier시스템인 PHS를 PCS의 기본 방식으로 잡고 있는 일본은 세계시장 진출에 상대적으로 상당한 어려움이 있을 것으로 예상된다.

한국통신은 91년도부터 PCS시스템에 대한 선행 연구를 통하여, 94년도 1월부터 본격 시스템 개발에 착수하여 94년 요구사항 및 무선접속방식 분석을 거쳐 95년초, 세계 80여개 국가에서 표준

으로 채택하고 있는 범 세계적인 표준인 GSM/PCS1900방식을 채택하여 관련 시스템 개발에 박차를 가하고 있다. 본고에서는 전세계적으로 공개되고 현재 상용 서비스가 제공되고 있는 유일한 PCS시스템이며, 당분간 가장 큰 시장을 형성할 것으로 예상되는 GSM/PCS1900의 기본 개념 및 무선접속 방식에 대해서 간단히 소개하고자 한다.

II. PCS1900 망 구성^[5]

GSM/PCS1900의 구조(architecture)는 유럽 내 여러 나라의 여러 기관에서 오랜 기간에 걸쳐 잘 다듬어진 시스템으로서 현재의 디지털 이동통신망의 전형적인 구조를 제시하고 있으며, 시스템의 요소들이 그 기능에 따라 잘 모듈화되어 있다. 특히 기지국시스템(BSS : Base Station Subsystem)을 기지국(BTS : Base Transceiver Station)과 기지국제어기(BSC : Base Station Controller)로 나눈 것은 기존 아날로그 시스템과는 크게 다른 새로운 개념으로, 이후 개발된 대부분의 디지털 이동통신시스템에서도 이러한 구조를 수용하고 있다. 이렇게 구분한 근본 목적은, 이동통신 시스템의 무선관련 기능을 무선 송수신 기능과 무선자원관리 기능으로 분리해 단위시스템별로 모듈화 하는데 있다.

이동관리를 위해, MSC(Mobile Switching Center)는 여러 가지 데이터베이스로 부터 지원을 받는다. 먼저, 통신망의 중앙 데이터베이스 역할을 하는 HLR(Home Location Register)은 호 라우팅/관리에 필요한 이동가입자들의 정보를 제공한다. 또, 특정 가입자가 받을 수 있는 서비스들을 알려주는 서비스 종류(service class) 데이터도 저장하고 있으며, 이동국 위치에 관한 정보는 이동국이 이동함에 따라 계속적으로 갱신하게 된다.

반면, VLR(Visitor Location Register)은 HLR 영역을 일정한 단위로 나누어 HLR 기능중 일부를 담당하는 장치로, 한 MSC에 속하거나 혹은 여러 MSC를 지원할 수 있다. VLR은 자신의 관할 영

역내의 특정 MSC가 서비스하는 지역에 현재 들어와서 동작하고 있는 모든 이동가입자의 정보를 가지고 있다. 특히, 이동국이 현재 속해 있는 위치등록 영역(여러 셀로 이루어진, 일종의 단위 서비스 지역)에 관한 정보가 VLR에 담겨 있다. 호 착신 시 이동국에 대한 페이지는 위치등록 영역 단위로 이루어진다.

이동국 MS(Mobile Station)의 망접속(network access)은, 이동국을 인증(authentication)이라는 엄격한 검증절차를 거쳐 이루어지는데, EIR(Equipment Identity Register)과 AUC(AUTHentication Center)가 그 역할을 맡고 있다. EIR은 이동단말기의 합법성(validity)에 관한 최신정보를 담고 있고, AUC는 SIM(Subscriber Identity Module)의 합법성을 확인, 즉 인증한다.

전체 GSM/PCS1900망을 운용 유지보수하는 기능은 OMC에 의해 수행되는데 전형적인 GSM/PCS1900시스템에서는 OMC는 BSC, MSC 및 HLR/AUC/EIR과 상호 접속된다.

〈그림 1〉은 GSM/PCS1900시스템의 망 구조 및 상호 인터페이스를 나타낸 것이다. 그림에서 나타낸 바와 같이 각 단위 시스템과 OMC 인터페이스, MSC-VLR간 인터페이스 등은 규격화되어 있지 않으므로 운용자가 망 구축시 적합한 방식을 선택하여 사용할 수 있다.

일반적으로 사업자가 PCS1900규격에 의해 망 구성 시, HLR/AUC/EIR을 하나의 독립 시스템으로, MSC/VLR을 하나의 독립 시스템으로 구현하는 것이 일반적이다. GSM/PCS1900규격에 의해 개인통신망을 구성하는 방식은 여러 가지의

방법으로 가능하다. 운용유지보수 기능을 제외하고 일반적으로 많이 사용하는 단위 시스템에 대한 기능 배치 방식을 소개하면 다음과 같다.

이동국(MS)

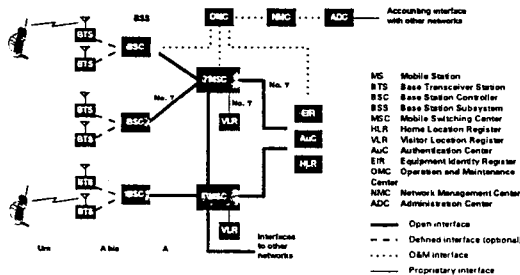
- RF신호 송수신
- 발신호 개시 및 호출에 대한 응답으로의 랜덤 접속
- 위치등록
- 대기 모드에서의 시스템정보방송 및 호출 신호 수신
- 우선호 접속
- 통화중인 링크 및 주변셀의 링크품질 측정 및 망으로 보고
- 전송 오류 검출 및 복원(채널코딩/디코딩)
- 주파수 도약
- 암호화/복호화
- 전력제어

기지국(BTS)

- RF신호 송수신
- 전송 오류 검출 및 복원(채널코딩/디코딩)
- 주파수 도약
- 암호화/복호화
- 상향링크 품질측정 및 보고
- 방송형 채널 및 공통 신호 채널 스케줄링
- 트랜스코딩 및 속도정합 제어
- 휴지 채널 감시 및 보고
- 단말기의 랜덤 접속 검출
- 주파수 도약 수행
- 프로토콜 변환
- 전력 제어

기지국제어기(BSC)

- 무선자원 관리
- 기지국 운용관리 및 제어
- 무선채널할당 제어
- 전력제어 알고리즘 수행
- 트랜스코딩 및 속도정합
- 단말기 링크품질 감시
- 핸드오버의 결정 및 수행
- 주파수 도약 제어
- 불연속 송신(DTX) 및 수신(DRX) 제어



〈그림 1〉 PCS1900 망구조 및 인터페이스

- 프로토콜 변환
 - 운용유지보수센터 정합
- 이동교환기(MSC/VLR)
- 호제어
 - 각종 부가서비스 처리
 - 방문가입자 정보 관리
 - 유선채널 할당 및 관리
 - 페이징
 - 인증
 - 위치갱신
 - 기지국제어기간 및 이동교환기간 핸드오버 제어
 - 타망과의 연동(IWF)
 - 과금처리
 - 반향제어
 - 운용유지보수센터 및 과금센터 정합
- 가입자정보처리장치(HLR/AUC/EIR)
- 가입자 위치등록, 갱신, 삭제
 - 가입자 인증 알고리즘 수행 및 인증 파라미터 VLR에 제공
 - 가입자 인증 정보 생성
 - 가입자 암호화키 생성
 - 단말기 식별자 정보 저장
 - 단말기 블랙 리스트 검색
 - 가입자 서비스 프로파일 관리
 - 이동국 프로파일 관리
 - 부가서비스 처리

여기서 언급한 기능 배치는 여러 가지 해결책 중 하나의 방법일 뿐 절대적인 조건은 아니다. 예를 들어 트랜스코딩 기능의 경우, 기지국제어기에 둘 수도 있고, 이동교환기에 둘 수도 있으며, 완전히 별개의 시스템으로 구성할 수도 있다. 또, 하향링크의 전력제어, 주파수도약, 기지국에서의 전력제어 및 핸드오버 처리지원 등의 기능과 같이 운용자가 자신의 망에서 지원할지 하지 않을지를 선택할 수 있는 운용자 선택 기능들이 있다.

III. PCS1900 서비스^[1,2,3,4]

GSM/PCS1900 시스템은 계층화, 모듈화 구조를 갖도록 설계되어 망측은 PSTN/ISDN과 연동이 용이하다. 따라서 망측에서는 PSTN/ISDN에서 제공가능한 대부분의 텔리/배어러/부가서비스가 제공 가능하다. 그러나 GSM/PCS1900의 무선 인터페이스는 ISDN의 기본 채널 속도인 64kbps 및 기본 접속 속도 2B+D를 지원할 수 있는 프로토콜을 갖지 못해, 현재까지는 고속의 데이터 서비스 제공이 매우 어려운 실정이다.

GSM/PCS1900시스템에서 제공하는 서비스를 분류하면 다음과 같다.

- 텔리서비스(teleservices) : 음성전화, Group 3 팩스, SMS(Short Message Service), Emergency call
- 배어러서비스(bearer services) : 데이터 전송(300~9600bps), 음성
- 부가서비스(supplementary services)

텔리서비스는 이용자 단말기에서 단말기 사이에 제공되는 서비스로서, 가장 중요한 텔리서비스는 음성 서비스이며, 이외에 Group 3 팩스 전송과 SMS가 제공될 수 있다.

배어러서비스는 300~9600bps의 transparent/non-transparent 회선교환 데이터 서비스를 지원하며, BER<0.001 성능을 제공할 수 있다. Transparent 데이터 링크는 특별한 에러 보호기술을 제공하지 않으므로 이용자가 직접 필요한 보호기술을 사용하여야 한다. 반면, non-transparent 데이터 링크에서는 GSM/PCS1900 무선 링크 프로토콜이 채널 부호화 기술 등을 통해 데이터 에러를 보호하여 줄 수 있으나 이로 인해 최대 데이터 전송속도가 4.8Kbps로 제한된다.

부가서비스는 PSTN/ISDN에서 제공하는 부가서비스를 대부분 수용할 수 있으며, 개인통신이 갖는 속성으로 PCS1900에서 구현할 수 있는 부가서비스는 다음과 같다.

- Calling line ID presentation
- Calling line ID restriction

- Connected line ID presentation
- Connected line ID restriction
- Call forwarding unconditional
- Call forwarding on busy
- Call forwarding no reply
- Call forwarding on mobile subscriber not reachable
- Call waiting
- Call hold
- Multiparty
- Closed user group
- Advice of charge information
- Advice of charge
- Barring of all outgoing call
- Barring of outgoing international call
- Barring of outgoing international call except those directed to the home PLMN country
- Barring of all incoming call
- Barring of incoming calls when roaming outside the home PLMN country
- etc

Short Message Service(SMS)

SMS는 일종의 E-mail 서비스로 수신 메시지는 이동국에 내장된 디스플레이에 표시된다. 이는 무선호출기의 기능과 유사하나, SMS에는 무선호출 서비스에는 없는 메시지 성공을 알리는 확인(acknowledge) 기능을 보유하고 있다. SMS는 최대 160개까지의 문자(character)가 전송할 수 있으며 SIM 카드를 이용하여 통화중에도 메시지 수신 가능하다.

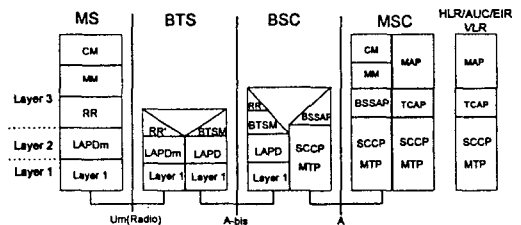
SMS는 Cell Broadcast Channel(CBCH)을 이용하여 한 개 또는 여러 개의 셀 안에 있는 모든 가입자에게 운용자가 보내는 메시지 방송이 가능하다.

IV. 프로토콜 구조^[6,8]

GSM/PCS1900시스템의 단위시스템간 인터페이스는 <그림 1>에 나타난 바와 같이 이동국과 기지국간의 Um인터페이스, 기지국과 기지국제어기간의 Abis인터페이스, 기지국제어기와 이동교환기사이의 A인터페이스 및 이동교환기와 기타 네트워크 구성 시스템 사이의 인터페이스 등이 있다. GSM/PCS1900규격에서는 Um, A, Abis인터페이스 및 MSC-HLR간, MSC-MSC간의 응용프로토콜 등의 규정되어 있다. <그림 2>는 GSM/PCS1900의 각 단위시스템의 프로토콜 구조를 나타낸다. 각 인터페이스의 대략적인 계층 1과 계층 2의 특징은 다음과 같다.

- Um인터페이스는 GSM/PCS1900의 무선인터페이스로 물리계층의 구조는 뒤에서 좀더 살펴보기로 한다. 이 구간에서의 계층 2신호 방식은 ISDN의 LAPD프로토콜을 모사한 LAPDm프로토콜을 사용한다.
- Abis 인터페이스는 일반적으로 2Mbps의 CEPT E1전송 링크를 사용하는데, 계층 2는 ISDN의 LAPD프로토콜을 사용한다.
- A 인터페이스는 CCS No.7신호 방식이 사용되며 따라서 계층 2는 CCS No.7 MTP가 사용된다.
- MSC-HLR/AUC/EIR, VLR-HLR, MSC-MSC 및 VLR-VLR간의 신호 방식은 CCITT No.7신호 방식을 근간으로 응용계층은 GSM의 MAP으로 규격화 되어 있다.

물리계층과 데이터링크 계층의 상위에 계층 3에 해당하는 각각의 서브 계층이 올라간다. 계층 3은



<그림 2> GSM/PCS1900 프로토콜 구조

주로 단말기와 기지국제어기 및 이동 교환기와 상호 동작하는데, 무선자원관리(RR) 기능 중 페이징, 전력제어 등 일부 기능이 기지국에 올라간다. 계층 3의 기능을 요약하면 다음과 같다.

CM(Call Management) 서브 계층

- 사용자간의 통신 경로 설정 및 해지, 번호 전달 및 신호(tone) 교환, 통신 모드 변경 등의 호제어 기능
- 부가서비스 기능
- Short message의 전달 및 관리와 관련된 SMS 기능

MM(Mobility Management) 서브 계층 : 망측의 VLR과 HLR 등과 상호 동작

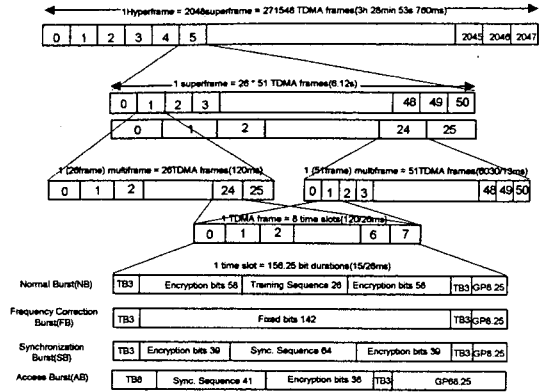
- 위치등록 및 주기적인 위치갱신
- IMSI Attach/Detach
- 인증 및 망 접속 제어
- 사용자 인식자의 보안

RR(Radio Resource Management) 서브 계층

- 발신 호접속, 착신 호의 페이징 응답 및 위치등록 등을 위한 무선접속설정
- 무선링크의 연속성을 유지하기 위한 핸드오버
- 호 종료, 위치등록 종료 등에서의 무선 접속 해지
- 물리계층으로의 직접적인 신호 교류

V. 무선접속 구조^[7]

GSM/PCS1900의 무선접속은 TDMA/FDD방식으로 이동국과 단말기의 물리적인 기본 전송 단위는 타임슬롯이다. GSM/PCS1900의 무선채널은 물리채널과 논리채널로 구분한다. 물리채널은 이동국과 기지국 사이의 프레임 및 타임슬롯으로 기술하며, 기본 물리채널은 하나의 타임슬롯이다. <그림 3>은 GSM/PCS1900의 무선접속의 물리채널의 구조를 나타낸다. 가장 긴 반복 주기는 12533.760초 주기의 hyper frame이다. Hyper frame은 주파수 도약 및 무선링크의 비화시의 최소 주기이다.



<그림 3> GSM/PCS1900 물리채널 구조

하나의 hyper frame은 2048개의 6.12초 주기의 super frame으로 나누어지는데, super frame은 모든 무선채널 형성의 최소 주기이다. 하나의 Super frame은 26개(51frame multiframe의 경우) 또는 51개(26frame multiframe의 경우)의 multi frame으로 나누어진다. 51frame multiframe과 26frame multiframe은 사용되는 논리채널에 따라서 달리 정의되는 하나의 물리 채널에 대한 반복 주기이다. 하나의 frame은 8개의 타임 슬롯으로 구성되며, 타임 슬롯은 156.25bit 간격이고 시간은 15/26ms로 무선인터페이스에서의 전송속도는 270.8333bps이다. 각 타임 슬롯을 형성하는 버스트는 <그림 3>과 같은 4가지 종류가 사용되는데, 논리 채널에 따라서 용도가 정해진다.

하나의 물리 채널에 여러 개의 논리 채널이 존재할 수도 있는데, GSM/PCS1900의 논리 채널은 다음과 같이 나누어진다.

• 공통 채널 (Common Channels)

Broadcast Channels(BCH) : 이동국이 대기중에 수신할 수 있으며 기지국에서 이동국으로의 하향링크상에서 기지국의 일반적인 정보를 전송하는 채널로, 현재 이동국이 속한 셀에 대한 기술 및 이웃 셀들에 대한 기술 데이터를 전송하는 Broadcast Control Channel(BCCH), 단말기의 주파수 조절을 위한 Frequency Correction Channel (FCCH) 및 단말기의 프레임 동기를 맞추기 위한 Synchronization Channel(SCH)로 나누어진다.

Common Control Channels(CCCH) : 하향 링크에서 위치등록 영역내의 단말기에 대한 착신을 통지하는 Paging Channel(PCH)와 단말기로부터의 랜덤 액세스를 승인하는 Access Grant Channel(AGCH) 및 운용자가 일정 서비스 구역에 속한 대기중의 단말기에게 짧은 메시지의 필요 정보를 방송하는 Cell Broadcast Channel(CBCH)로 구성되며, 상향링크에서는 이동국의 발신이나 페이지징에 대한 응답으로 망에 액세스할 때 사용하는 Random Access Channel로 구성된다.

• 지정 채널 (Dedicated Channels)

Dedicated Control Channels(DCCH) : 호설정, 위치등록, 비화명령, 인식자 요청 등 통신을 위해 필요한 정보를 교환하는 링크로 Stand Alone Dedicated Control Channel(SDCCH)로 동작한다.

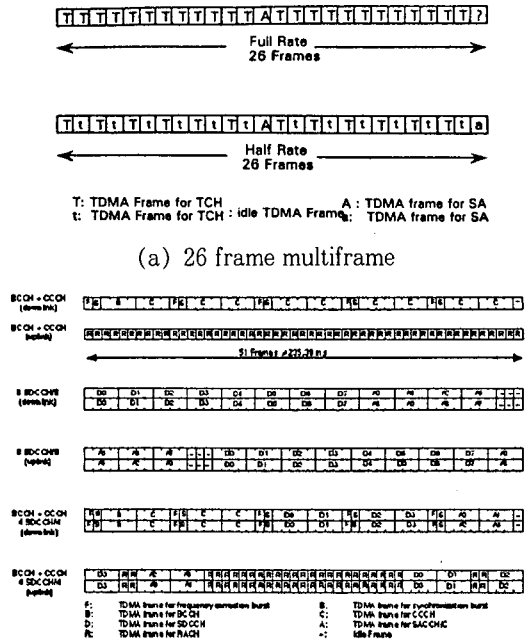
Traffic Channels(TCH) : 이동국과 기지국 사이의 사용자 정보를 주고받는 양방향 채널이다. 음성 채널로 Full Rate Speech TCH(TCH/FS) 및 Half Rate Speech TCH(TCH/HS)가 있고, 데이터 채널로 9.6kbps Full Rate Data TCH(TCH/F9.6), 4.8kbps Full Rate Data TCH(TCH/F4.8), 2.4kbps Full Rate Data TCH(TCH/F2.4), 4.8kbps Half Rate Data TCH(TCH/H4.8), 2.4kbps Half Rate Data TCH(TCH/H9.6) 등이 있다.

• 종속 제어 채널 (Associated Control Channels)

Fast Associated Control Channels(FA-CCH) : 핸드오버 명령 등을 전달할 시, 트래픽 채널을 도용하여 사용하는 제어 채널이다.

Slow Associated Control Channels(SA-CCH) : 지정모드(이동국이 통화중이거나 위치등록 등을 위해 망에 접속중인 상태)에서 상향링크에서는 무선채널의 품질측정 데이터를 망으로 보고하고, 하향링크에서는 지정모드에서의 시스템 정보를 전송하는 채널이다.

TCH 및 이에 종속된 SACCH는 <그림 4> (a)와 같이 26frame주기로 형성되며, full rate의 TCH를 사용하는 경우 매 13번째 프레임이 SACCH로 사용되고 26번째 프레임은 사용되지



(b) 51frame multiframe

<그림 4> multiframe의 구조

않는다(idle frame). Half rate TCH를 사용하는 경우 하나의 물리 채널은 매 짝수번째의 프레임과 매 홀수번째의 프레임의 두 개의 서브 채널로 나누어지는데, 이 경우 13번째(홀수번째 TCH의 SACCH) 프레임과 26번째(짝수번째 TCH의 SACCH) 프레임은 SACCH로 사용된다. TCH와 종속된 SACCH를 제외한 모든 제어 채널은 51frame주기로 형성되며 <그림 4> (b)와 같은 구조를 가진다.

<그림 4>와 같이 하나의 물리 채널내에는 여러 개의 논리 채널이 들어갈 수 있다. 제어 채널의 조합은 기지국의 용량 및 운용자의 설계에 따라서 <그림 4>에 나타난 바와 같이 여러 가지의 조합이 가능하다. 각 논리 채널에 따른 사용 버스트는 SCH : SB, FCCH : FB, RACH : AB, 그 외 모든 채널 : NB가 사용된다.

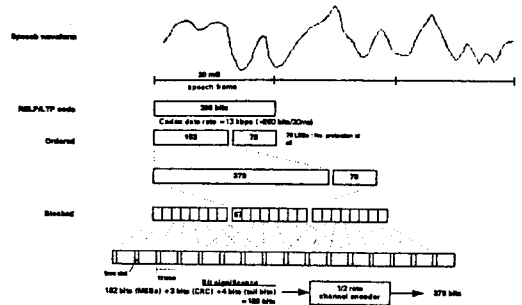
VI. 무선접속 관련 주요 기술^[5,9,10]

1. 음성, 채널코딩 및 인터리빙

PSC1900에서 음성데이터는 매 20ms프레임 마다 처리된다. 음성 코딩은 13kbps의 RPE-LTP (Regular Pulse Excitation Linear Predictive Coding with Long Term Prediction)코덱 방식을 사용한다. 이 방식은 음성 신호를 성도에 대해 여진 신호로 공진기로 모델링하고 공진기의 파라미터와 여진 신호를 전송하는 방식이다. Long Term Prediction(LTP)은 여진 신호의 리턴던시를 제거한다. PCS1900에서 사용되는 음성 신호에 대한 음성코딩, 채널코딩 및 인터리빙 절차를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

음성 신호를 20ms간격으로 분리하여 RPE-LTP 코덱을 거치면 260bit의 디지털 신호로 바뀐다. 이 디지털 신호를 비교적 중요한 정보를 가진 182비트(FEC필요)와 중요성이 떨어지는 78비트(FEC불필요)비트로 분리한다. 182비트는 다시 더욱 중요한 50비트와 다른 132비트로 다시 분리한다. 맨 앞의 50비트를 3비트의 CRC로 보호한 다음, 나머지의 132비트와 4비트의 꼬리 비트(0000)를 첨가한다. 이러한 과정을 거치면 FEC 대상인 비트 수는 189비트로 되는데, 이것을 다시 비트 순서를 재배열한 다음 구속장이 생성 다항식 $G=1+D+D^3+D^4$ 인 $1/2rate$ 의 길쌈코드로 코딩한다. 여기에 중요성이 떨어지는 78비트의 데이터를 더하여 총 송신해야 할 456bit를 생성한다. 이러한 456비트의 전송 신호는 GSM/PCS1900에서 규정한 방식에 따라 bit인터리빙을 거친다.

앞에서 살펴본 바와 같이 TCH 버스트(NB)는 training sequence 좌우에 각각 58비트의 사용자 데이터필드가 있으나 training sequence 좌우 각각 한 비트는 통화시 control bit 또는 신호 flag(F)로서, 정보블록의 상태를 가리킨다. 무선채널의 상태가 나빠서 채널을 바꾼다든지(핸드오버) 하는 특수한 경우에는, 신호전송에 더 많은 용량이 필요하다. 이 때는 일반적으로는 음성전송에 쓰이는 정보블록을 훔치게(stelaing) 된다. 따라서, 이 flag



(그림 5) 음성코딩, 채널코딩 및 인터리빙 절차

을 stealing flag이라고 하며, 정보블록의 특수한 이용 상태를 표현하는 데 쓴다(FACCH). 실제로 TCH 타임슬롯에는 두 개의 57bit의 정보 블록이 있다. 전체 456bit의 디지털 신호는 각각 8개의 블록으로 나누어져 (그림 5)에서 나타낸 바와 같이 블록 직교 인터리빙을 거쳐 전체 40ms동안 무선 인터페이스에서 송신할 디지털 신호를 생성한다. 무선링크의 간섭을 줄이기 위해서 음성코딩시 음성 레벨을 감지하여 음성정보가 존재하지 않는 구간에 대해서는 배경잡음 신호 및 파라미터를 전송하고 신호의 송신을 일시 중단하는 DTX방식을 채택하고 있다. 채널 디코딩시에는 이의 역과정을 거치게 된다.

데이터 신호나 제어 신호의 경우는 음성 신호의 처리 과정과 비슷하게 채널코딩 및 인터리빙을 하는데, 신호 전송 요구 속도에 따라서 길쌈코드의 생성 다항식이나 코드율이 차이난다. 음성 신호이외의 데이터 신호나 각 제어 신호에 대한 채널코딩 과정은 GSM/PCS1900의 규격에 자세히 기술되어 있는데 여기서 자세한 설명은 생략하기로 한다.

2. 변복조

GSM/PCS1900에서 쓰는 변복조 방식은 Gaussian Minium-Shift Keying(GMSK)으로서, Bandwidth data-rate 곱(BT)이 0.3이다. GMSK는 CPFSK(Continuous Phase Frequency Shift Keying)의 일종으로 동기검파와 비동기 검파가 모두 가능하며, 대역의 복사가 적고 정진폭 변조이므로 전력효율이 높은 비선형 RF증폭기를 사용할

수 있는 장점이 있다. 현재 디지털 이동통신 시스템에서 많이 채택하고 있는 QPSK계열의 변조 방식과 서로 일장 일단이 있어 우열을 가리기 힘들다.

3. 주파수 도약

무선 채널의 페이딩에 대응하는 한가지의 방법으로 하나의 물리 채널이 기지국에서 사용되는 주파수에 대해서 프레임단위로 서로 다른 주파수를 사용하는 느린 주파수 도약(SFH : Slow Frequency Hopping)을 사용한다. 주파수 도약의 제어는 기지국제어기에서 수행하며, 방송형 채널이 전송되는 주파수는 인접셀에서 핸드오버를 위한 무선링크 품질을 측정하기 위한 기준 주파수(Beacon Frequency)로 사용하며 주파수 도약에서 제외된다.

4. 인증 및 비화

GSM/PCS1900의 인증 및 비화 방식은 키 발생(key generation or agreement) 방법에 따라 분류할 때, 소위 “비밀키(secret key)” 방식에 해당된다. 이것은 고전적인 기존 암호학의 기술을 이용한 것으로서, 제3세대 이동통신시스템(FPLMTS 또는 UMTS)이나 PACS 등에서 채택한 “공개키(public key)” 방식에 비해 기술적으로 쉬운 방식을 채택하고 있다. VLR은 자신의 영역에 속한 단말기에 대한 일정 갯수 이상의 인증관련 파라미터를 HLR/AUC/EIR로부터 호와 관련없이 수신하여 가지고 있어, 호 발신이나 위치갱신시 인증 절차가 수행되며, 통화 개시시나 핸드오버시 해당 기지국으로 세션키가 전달되어 하향링크의 암호화를 시작한다. 호 개시시나 위치등록시 단말기는 망으로부터 암호화 알고리즘 및 랜덤 번호를 수신하여 인증 및 암호화에 필요한 키나 인증에 필요한 결과를 생성한다.

5. 무선채널 관리(Radio link management)

무선링크에 관해 이동국(MS)과 기지국(BTS)이 실제 측정된 결과자료를 근거로 하여, 전송출력 제어, 핸드오버 처리, 무선채널 상태 감시 등의 기능을 수행한다. MS에서 측정된 하향링크의 품질 측정 결과는 SACCH를 통하여 규칙적으로 BTS

에 전달된다. BTS는 이 측정치와 자신이 측정한 상향 링크의 품질측정 값들을 함께 모아서 BSC로 보낸다. 따라서 BSC는 이동국(MS)의 현재 셀과 이웃 셀들의 상향링크와 하향링크에 관한 정보를 얻게 된다. 이들 측정치에는 아래와 같은 변수가 포함된다.

- 할당된 채널(up/down link)의 수신 레벨(reception level)
- 할당된 채널(up/down link)의 수신 품질(reception quality) : SACCH 프레임 에러율로부터 대략적인 품질평가를 하고, 더 자세한 정보들은 복호화와 디코딩 처리를 통해 얻는다.
- 이웃 기지국 하향링크의 BCCH(방송채널) 수신 레벨 : 핸드오버 결정에 매우 긴요한 정보다(현재 셀의 수신품질이 아주 나빠지기 전에 핸드오버를 해야 하므로), 이 측정이 가능하도록, BCCH/CCCH는 non-hopping frequency를 통해 연속적으로 일정한 신호 레벨로 전송된다.
- 거리 : 이 측정치는 디지털 TDMA 방식에서 쓰는 timing alignment의 부산물로서, 별로 정확하지는 않지만(대략 1km 단위의 정확도), 셀 선택(sub-optimum cell choices) 등을 가능하게 해 준다.

이 모든 측정은 일초에 약 두 번씩 이루어지며, (SACCH 이용 상태에 따라) MS가 일초에 1~2번씩 전송된다. 이렇게 함으로써, 신속한 전송 출력 제어가 가능하고, 나아가서 스펙트럼 효율 증가에 기여한다. 또한, 이 측정 기능 덕분에 빠르고 효율적인 핸드오버 처리가 가능하다. 이웃 셀에 속한 이동국이 링크 품질을 측정할 수 있도록 기준 주파수의 하향 링크에서는 신호가 없을 경우도 더미 버스트를 삽입하여 연속된 신호를 송신한다.

6. Handover

GSM/PCS1900의 핸드오버 절차는 speech interruption time(핸드오버에 의한 음성 통화의 중단 시간)을 최대한 줄이는 데 중점을 두고 설계되었다. 이 절차는 비동기 셀(asynchronous cell),

미세 동기 셀(finely synchronized cell), 사전 동기 셀(pre-synchronized cell)의 경우 모두를 지원하는데, 미세동기일 경우 speech interruption time이 가장 짧다(약 150ms 이하).

핸드오버에 관련된 두 셀이 동일한 BSC에 속할 때는 이 BSC가 교환기를 거치지않고 독자적으로 핸드오버 처리를 한다. 그렇지 않을 경우에는, BSC-MSC 간의 인터페이스(A-interface)를 통해 처리된다. GSM/PCS1900의 핸드오버 방식은 소위 MAHO(Mobile Assisted Handover)라고 하는 방식을 쓰고 있는데, BSC는 무선채널의 SACCH 상으로 올라오는 통화링크 및 인접셀의 기준주파수(Beacon Frequency) 품질측정 데이터 및 BTS에서 측정된 상향링크의 품질데이터를 이용 핸드오버의 유무를 결정한다.

7. SIM 카드

GSM/PCS1900의 단말기의 또 다른 특징은 SIM 카드를 사용하여 개인이동성을 추구한다는 점이다. SIM카드는 단말기에 밀어넣는 형태와 내장된 형태의 두 가지 형태가 있다. SIM에 담기는 정보는 가입자와 관련된 여러 가지의 정보 및 망의 특수 서비스에 대한 적합성 등이 수록된다. SIM 이용하여 출장/여행지 등에서 호텔에서 빌려주는 휴대폰에다가 자기 SIM 카드를 삽입해서 쓸 수 있다.

VII. 맺음말^[11,12]

최근 미국에서는 주파수 경매를 통해 PCS사업자 선정 윤곽이 들어나고, 국내에서도 1995년도에 3개의 PCS사업자를 선정할 것이라는 정보통신부의 통신정책 방향이 발표되면서 무선접속 방식을 둘러싼 국내외의 기술 논쟁이 뜨거워지고 있다. 무선통신에서 방식의 표준화는 사용자 및 사업자 측면에서 중요한 문제이고, 보편적 서비스를 추구하는 PCS경우에 있어서 사업자의 문제는 바로 사용자인 일반 대중의 문제로 직결된다. PCS에 있어서 사업자의 목표는 얼마나 값싼 가격의 단말기로

얼마나 값싼 서비스 요금으로 일반 대중에게 보편적 서비스를 적기에 제공하느냐 하는 것이 목표이고, 이는 사용자인 일반 대중이 얼마나 편리하게 통신서비스를 제공받느냐의 문제로 귀결된다. 보편적 서비스를 위해서는 망 구축 비용이 너무 비싸거나 단말기의 가격이 비싼 것은 큰 문제점으로 될 수 있다. 서비스를 제공해야 할 사업자는 이러한 문제점을 가장 잘 분석하고 대비할 것이다. 따라서 국내 PCS표준의 기본 방향은 세계 시장에 진출이 용이하고 보편적 서비스의 제공이 유리한 방식으로 PCS사업자들의 의견을 충분히 수렴하여 표준화 방향을 결정하여야 할 것이다.

유럽의 경우 일찌기 범유럽 망 구축이 용이하고 국제간 로밍 등을 고려한 유럽 통합기술표준 GSM/DCS1800을 설정하여 적극적인 기술 공개 및 소유 기술의 분산을 추진해 범유럽 표준에서 범세계적인 표준으로의 확대를 도모하고 있다. 이로 인해 세계 80여개 국가의 130여개 사업자가 GSM/DCS1800방식을 표준으로 채택할 정도로 명실상부한 범세계 표준으로 발전되어 있는 상태이다. 반면 미국은 GSM/PCS1900을 비롯하여 IS-95(CDMA), IS-54(북미 TDMA), IS-136 등 단일 표준을 정하지 않고 사업자 및 기기제조업자의 자율적 기술 개발을 유도할 수 있도록 다양한 기술 표준을 허용하여 PCS의 96년도 상용화를 추진하고 있으며, 세계 시장의 확대 측면에서는 자국의 앞선 기술력을 앞세워 후진국의 시장 공략을 추진한다는 전략이다. 유럽과 북미의 이러한 상반되는 추진 방향에서 우리는 상대적으로 뒤떨어진 무선통신 분야의 기술 개발을 효과적으로 추진하고 아울러 세계 시장으로의 진출이라는 두 가지 관점을 유의하여 표준화 문제를 보아야 할 것이다.

PCS 표준화에 있어서 유럽의 추진 방향이 미국의 추진 방향보다 더 진보된 것으로 보인다. 아날로그 셀룰러의 경우 세계 시장에서 AMPS(북미 표준)가 주도한 반면, 디지털 셀룰러 및 PCS에서는 GSM 및 DCS1800이 북미의 타 방식에 비해 활성화 되고 있는 실정이다. 이동전화의 2세대(디지털셀룰러) 및 2.5세대에서 GSM/DCS1800 방식의 세계적인 이러한 위치를 감안할 때, 국내의

PCS표준화에서 TDMA(GSM/DCS1800)방식을 배제하는 것은 매우 위험한 발상이다. 당분간 전세계 디지털 이동통신 분야에서 TDMA(GSM/DCS1800)방식이 2/3 이상의 시장을 차지할 것이라는 예상이 지배적인 현실을 감안할 때, 국내 산업체의 세계시장으로의 진출 문제도 간과할 수 없는 현실이다. 또한 디지털 셀룰러 및 PCS는 90년대 말에서 2000년대 사이에 글로벌 서비스를 위해 위성 이동통신 서비스와의 연계는 필수적인데, 현재 국제 기구나 민간 사업자가 추진하고 있는 프로젝트-21 및 이리덤 프로젝트 등의 무선접속 방식도 GSM/DCS1800방식으로 할 예정에 있는 현실을 감안할 때 현재 상용서비스중인 유일한 PCS표준이며 앞으로 국내 산업체가 세계 시장으로 진출하기 위한 수출 경쟁력을 확보하기 위해서도 GSM/PCS1900에 대한 기술 개발 및 이의 효과적 추진을 위한 기술 표준화는 간과될 수 없을 것이다.

참 고 문 헌

[1] ETSI, GSM 02.01, Principle of Telecom-

munication Services Supported by a GSM PLMN.

[2] ETSI, GSM 02.02, Bearer Services Supported by a GSM PLMN.
 [3] ETSI, GSM 02.03, Teleservices Supported by a GSM PLMN.
 [4] ETSI, GSM 02.04, General of Supplementry Services.
 [5] ETSI, GSM 03 Series.
 [6] ETSI, GSM 04 Series.
 [7] ETSI, GSM 05 Series.
 [8] ETSI, GSM 08 Series.
 [9] JTC, Personal Communications Services Air Inteface Specification(PCS1900), 1994.10.
 [10] K. Vedder, Smart Cards, Proceedings CompEuro 92, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 1992, pp. 630~635.
 [11] 한국통신, PCS 기술표준화 검토, 1995.8.
 [12] 한국통신, Introduction to TDMA Technology(DCS1800/PCS1900), 1995.8.
 [13] 95년 상반기 이동전화 가입자 현황, 월간 셀룰러, 95.8.

저 자 소 개



李 明 成

1955年 2月 7日生

1978年 2月 서울대학교 전자공학과 학사

1980年 12月 University of Michigan EECS 석사

1986年 9月 University of Michigan EECS 박사

1983年 5月~1986年 4月 University of Michigan, Computer Research Lab. 연구원

1986年 9月~1992年 8月 AT & T Bell 연구소 연구위원

1992年 8月~1995年 9月 한국통신 연구개발원 책임연구원

주관심분야 : 이동통신/개인통신, 컴퓨터 통신

**李 京 洙**

1960年 2月 5日生

1986年 2月 경북대학교 전자공학과

1988年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과, 공학석사

1992年 8月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과, 공학박사

1992年 10月~1995年 8月 한국전기통신공사 무선통신 개발단 무선제어 팀장

주관심분야 : 이동통신, PCS, 마이크로웨이브, 안테나