

글로벌스타 저궤도 위성이동통신 시스템에 대한 연구

진정산, 조영행/현대전자산업(주) 산업전자연구소

□ 차 례 □

I. 서론
II. 본론

III. 결론

I. 서론

세계문명의 흐름이 정보화사회로 진전됨에 따라 시간과 공간의 제약을 극복하고 언제, 어디서, 누구에게나 다양한 형태의 정보를 자유로이 통신할 수 있는 개인이동통신시스템(Personal Communication System)의 필요가 대두 되었다. 이러한 요구에 의해 저궤도 위성을 이용한 이동통신 시스템인 글로벌스타 시스템이 계획되었고, 1998년에 실용화 예정이다.

Globalstar 시스템은 언제, 어디서, 누구에게나 음성, 데이터, 메시지, Paging, 위치확인(Position location)등의 통신서비스를 제공하며, 현재 그리고 미래의 이동통신 및 모든종류의 공중통신망과 聯動할 수 있도록 고안된 시스템이다.

본 논문에서는 글로벌스타 시스템 개요 및 관련된 기술적 사항들을 소개하고자 한다.

II. 본론

1. 글로벌스타 시스템

글로벌스타 시스템은 1410km의 저궤도에 위치한 48개의 위성을 이용하여 극지방을 제외한 지구표면의 어느 지역에서도 통화가 가능하며, 위성의 궤도는 남위 70°와 북위 70°사이 지역에서 최고의 Link Availability를 제공하도록 최적화되어 있다.

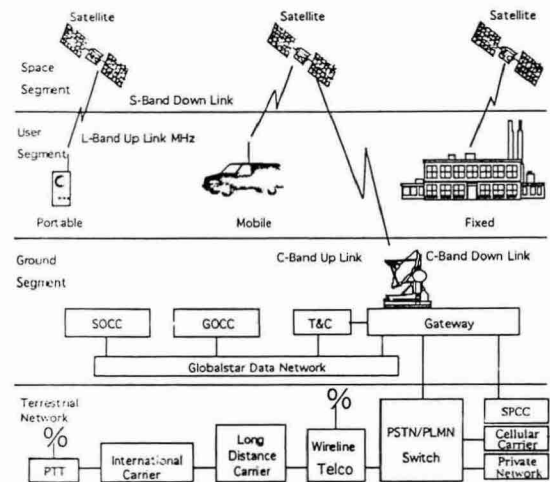


그림 1. 글로벌스타 시스템

Space, User, Ground의 3가지 Segment로 구성되는 글로벌스타 시스템은 소형 안테나가 장착된 휴대형·차량탑재형 단말기등을 이용 위성과 직접 통신하는 개인통신 서비스를 제공하는 시스템이다. 또한 관문국(Gateway)을 통해 지상망(Terrestrial Network ; PSTN, PLMN, PCS)과 접속하여 상호 보완적으로 기능을 분담하도록 구성되었다.

1.1 User Segment

사용자 단말기의 분류 및 단말기 동작모드는 다음과 같다.

Fixed Terminal	Mobile and Hand-Held Terminals
Globalstar only	Dual-mode Globalstar and AMPS
	Dual-mode Globalstar GSM
	Dual-mode Globalstar and PCS
	Tri-mode Globalstar and Terrestrial CDMA and AMPS

모든 글로벌스타용 휴대형·차량탑재형 단말기는 Subscriber Identification Module(SIM)을 채택하며, SIM 카드 비사용 지역에서는 dummy 카드가 공급된다.

1.2 Ground Segment

1) 관문국(Gateway)

가입자에게 서비스를 공급하는 서비스공급자에 의해 설치되며, 가입자 단말을 관리하는 임무를 수행한다. 무인동작이 가능하도록 설계되어있는 관문국은 4개의 동일한 Parabolic 안테나와 관련 전자장비들로 구성되어 음성통신, Paging, 데이터 전송, Position location 서비스를 지원한다.

글로벌스타 관문국은 Space segment를 terrestrial switching 장비에 접속하여 terrestrial switching 장비로부터 telephone call을 수신한 후 위성을 통해 전송하도록 CDMA carrier를 발생시킨다. 그런후 위성은 해당신호를 사용자 단말에 재전송하게 된다. 반대의 경우에 관문국은 임의의 사용자 단말

로부터의 전송을 수신하고 call을 terrestrial switching 장비에 연결하여 standard telephone system을 사용하는 가입자에게 전달한다. 이러한 연결은 terrestrial cellular 가입자나 다른 글로벌스타 사용자 단말에게도 이루어질 수 있다.

2) Ground Operation Control Center(GOCC)

GOCC는 관문국 터미널이 위성을 사용하는것을 계획·통제하는 기능을 수행하며 위성사용에 대하여 Satellite Operation Control Center(SOCC)와 같은 책임을 갖고있다.

그림2는 글로벌스타 통신기능을 지원하기위한 GOCC의 블록도를 나타내었다.

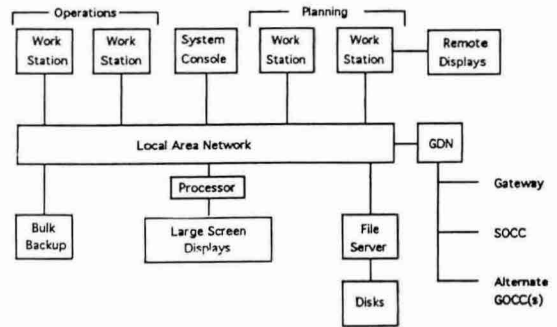


그림 2. GOCC 블록도

GOCC는 글로벌스타 통신 시스템을 위한 Planning element이며, 다수의 work station과 display 장비로 구성된다. 여분의 GOCC들은 관문국에 대한 communication 일정을 계획하고, 각각의 관문국에 위성자원의 할당을 조정한다. 그런후 관문국은 할당된 자원내에서 real-time traffic을 처리한다.

3) Satellite Operation Control Center(SOCC)

SOCC는 위성을 통제하며, 여분의 SOCC는 위성궤도를 조정하고 Satellite constellation을 위한 T&C 서비스를 제공한다. 이와같은 기능을 제공하기위해 SOCC는 특정 Gateway에만 설치된 T&C Unit(TCU)와 통신을 하게된다. Gateway내의 TCU

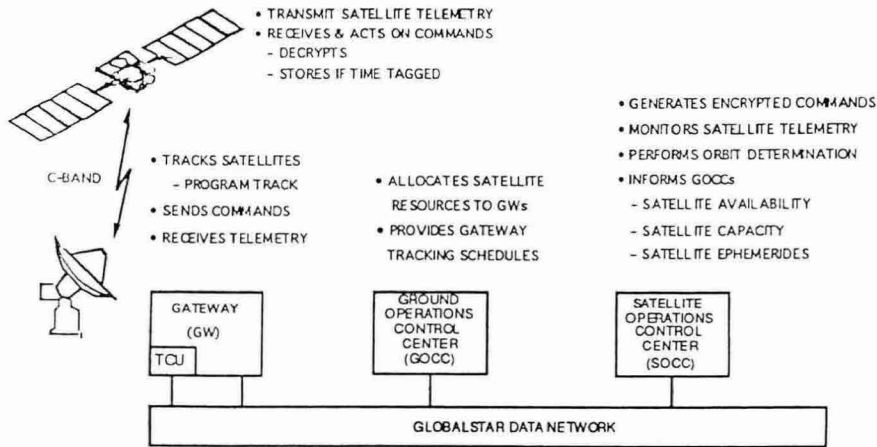


그림 3. T&C 기능을 위한 지상장비

들은 command를 중계하고 telemetry를 수신하기 위해 위성과 RF link를 형성한다. 그림3에서 글로벌스타 Ground segment의 많은 요소들이 T&C 기능을 지원하기 위해 어떻게 동작하는지를 나타내었다.

Telemetry Downlink & Command Uplink : 글로벌스타 위성은 지속적으로 현재의 on-board 상태와 자세에 관한 정보를 담고있는 Spacecraft telemetry data를 C-band를 이용하여 전송한다. 특정 관문국만이 TCUs를 보유하고 있기에 telemetry는 위성이 TCU와 함께 안테나에 의해 tracking되고 있을때만 이용가능하다. 안테나당 1개의 TCU가 제공되어 하나의 관문국에는 4개의 TCU가 있다.

Telemetry Reception : 각각의 위성에서 전송하는 Telemetry 데이터는 위성을 추적하고 있는 모든 T&C 관문국에서 수신된다. TCU는 복조된 데이터를 바로보내거나(bent-pipe mode) 차후의 전송을 위해 저장(store & forward mode)되고, 시스템 이용도가 낮거나 communication network cost가 낮은 동안 SOCC의 요구에 의해 GDN(Globalstar Data Network)상의 패킷 메시지를 통해 SOCC에 보내진다.

Command Transmission : TCU는 SOCC로부터의 명령을 즉시 위성으로 보낸다. SOCC는 명령 메

시지를 전송하기 위한 정확한 시간에 적절한 T&C에 보내는 임무를 수행한다.

SOCC Operation : SOCC는 GOCC와 공동으로 다음과 같은 임무를 수행한다.

1. Orbit position information : SOCC는 이 정보를 GOCC에 보내 각각의 관문국으로 하며금 정확하게 각각의 위성을 tracking할 수 있도록한다.
2. Utilization Statistics : GOCC는 실제 통화질과 각각의 위성이용도에 관한 통계를 SOCC에 제공하여 비정상적인 동작을 구별할 수 있도록 한다.
3. Spacecraft status : SOCC는 GOCC에 위성체와 송수신기의 이용도, 궤도정보를 보고한다. 또한 이 정보에는 운용상에 있어서 현재 통신에 사용되지 않는 위성에 대한 정보도 포함하고 있다.

1.3 Space Segment (글로벌스타 위성)

글로벌스타 위성은 위성체와 발사비용을 최소화하도록 설계된 低價 위성으로, 글로벌스타 시스템은 8개의 궤도면을 형성하는 48개의 위성으로 구성된다. 위성체 내부의 communication payload 블럭도를 그림4에 제시하였다.

2. COVERAGE AND LINK ANALYSIS

2.1 주파수 계획

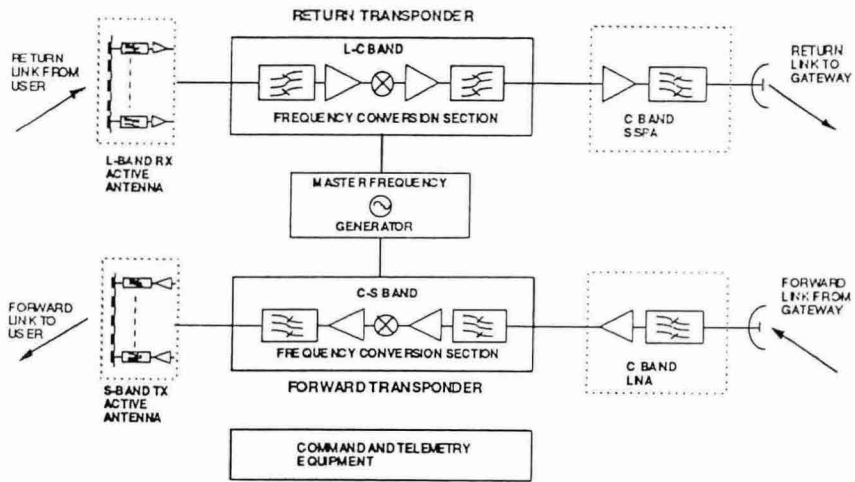


그림 4. 글로발스타 위성 communication payload 블록도

글로발스타는 관문국과 위성간에 C-band를 사용하며, 제안된 주파수 계획은 그림5와 같다.

주파수 재사용과 관련하여 효과인 스펙트럼 사용을 위해 RHCP(Right-hand Circular Polarization)

과 LHCP(Left-hand Circular Polarization)이 사용된다. 위성의 C-band 안테나는 Earth coverage beam을 사용하며, 관문국은 파라볼라 안테나와 위성 트래킹 프로그램을 사용한다. 프로그램 트

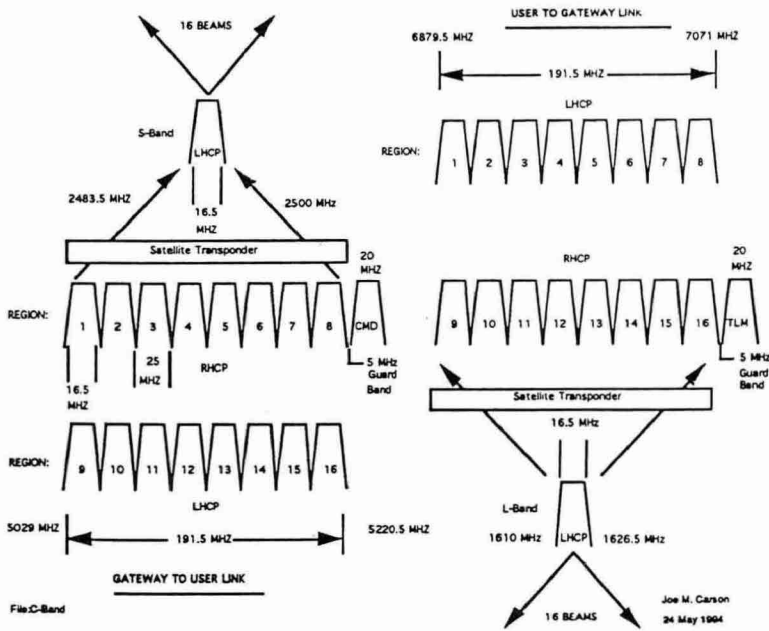


그림 5. 주파수 계획

래킹은 안테나 위치제어를 위해 SOCC가 제공하는 궤도 데이터를 사용한다. 사용자 단말기에서 위성으로의 통신은 L-band를 이용하고, 위성에서 사용자 단말기로의 통신은 S-band가 사용되고 다중빔 안테나를 이용한다.

2.2 위성 안테나 패턴

위성의 L-band·S-band 안테나는 16개 빔을 만들도록 구성되며, 서비스지역에 isoflux pattern을 제공하도록 설계되어 있다.

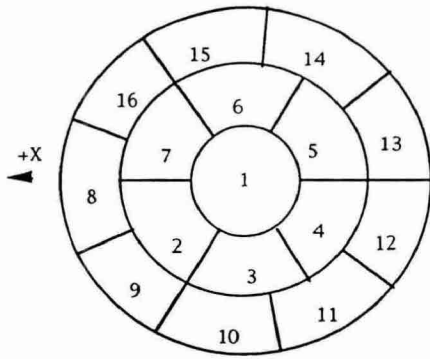


그림 6. 위성 빔영역

2.3 Link Analysis

글로벌스타 시스템은 Shadowing과 Blocking를 극복하기 위해 Diversity를 제공하며, 관문국과 사용자 단말기간에 Forward link와 Return link가 있다.

Forward Link : 관문국에서 위성을 거쳐 사용자 단말기까지의 Link로 Uplink는 C-band, Down-link는 S-band이다. Coherent Transmission과 Orthogonal한 CDMA Walsh code의 사용으로 FDM 채널내의 Self-interference를 줄일 수 있다.

Return Link : 사용자 단말기에서 위성을 거쳐 관문국까지의 Link로 Up-link는 S-band, Down-link는 C-band이다. Shadowing, Blocking, 다중경로의 효과를 제거하기 위해 다중 위성을 통하는 path를 이용한다.

3. CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS

3.1 개요

Globalstar Air Interface(GAI)는 IS-95 수정안을 사용하여 CDMA를 지원하며, 글로벌스타에서 CDMA는 위성통신에 적합한 bandwidth efficient modulation scheme을 제공하여 비교적 간섭에 무관하다. Modulation scheme내에 고유의 security level을 사용하여 도청과 불법서비스가 어려우며, Diversity를 채택하여 위성과의 path가 완전히 막힌 상황에서도 연속적인 통신이 가능하다. 글로벌스타 CDMA는 지상 셀룰라 통신을 위해 사용된 QUALCOM CDMA제품을 기본으로 한다.

3.2 Fade Mitigation

관문국은 slow fade를 처리하기 위한 power control과 medium과 fast fade를 처리키 위한 interleaving을 지원한다. Power control은 Forward/Return link 양단에서 구현되며, Forward link power control의 dynamic range는 최소 +/-5dB이며, Return link power control의 dynamic range는 최소 10dB이다.

Medium과 fast fade를 다루기 위한 interleaver는 20ms vocoder packet frame을 통해 동작된다.

3.3 Acquisition & Synchronization

관문국은 사용자 단말의 acquisition과 synchronization을 지원한다. 아래표에 기대되는 acquisition time을 제시하였다.

ACQUISITION MODE	TIME
Cold acquisition	< 50초
Warm acquisition	< 2초

3.4 Forward Link Modulation

Forward Link는 다음과같이 modulate 된다.

Pilot Channel : Pilot channel은 all zero Walsh code를 발생시키며, 이는 다른 관문국들과 다른 위성들로부터 신호를 분리하기 위해 사용되는 shot

code(2¹⁷)와 결합된다. 또한 사용자 단말기로 하여금 관문국/위성/beam들을 구별할 수 있도록 PN code offset이 제공된다. 1.2277Mc/s short code에 modulo 2로 더해진 Pilot channel은 1.25MHz CDMA bandwidth에 QPSK 확산된다.

Sync Channel : Sync Channel은 1200bps data stream을 발생하며, 여기에는 시간, 전송중인 관문국, 할당된 paging 채널, 위성의 위치정보등이 포함된다. Fast fade를 해결키 위해 convolution encoding과 block interleaver가 채택된다.

Paging Channel : Paging Channel은 구속장(K)이 9, rate = 1/2로 convolutionally encoding되고 block interleaving된 후 결과적으로 19.2ks/s가 long code와 결합된다.

Forward Traffic Channel : Vocoder는 음성신호를 PCM data stream으로 암호화시키고, data stream은 convolutionally encoding, block interleaving된 후 19.2ks/s신호가 서로 다른 가입자 채널을 분리하기위해 사용되는 long code와 결합된다. Data stream은 power control된후 1.2288Mc/s Walsh code와 modulo 2로 더해진 후 1.25MHz CDMA 통신채널 밴드에 QPSK 확산된다.

3.5 Return Link Demodulation

Return Link에는 zero offset Pilot code, 128-ary Walsh code, long code가 있으며 2가지 타입의 return link CDMA channel에서 사용된다.

Access Channel : 관문국은 access를 요구하는 access 채널상의 60ms burst를 수신하고, 복호화 한다. Access 채널 메시지는 long preamble이며 뒤에 적은 양의 데이터가 뒤따르게 된다. 이때 preamble은 사용자 단말기의 long PN code이다. Access요구를 수신한 후 관문국은 Forward link channel로 요구 수용에 대한 메시지를 보내고, Traffic channel을 개설키위해 Walsh code channel을 할당한다. 관문국은 채널요소를 할당하고, 사용자 단말기와 관문국은 할당된 채널요소를 스위치하게 되어 통신을 시작하게 된다.

Return Traffic Channel : Return traffic channel은 digital data를 Rate = 1/3, K = 9 convolutionally encoding함으로써 발생한다. 데이터는 20ms 간격으로 block interleaving되고, 충돌을 줄이기 위해 128-ary modulator, data burst randomizer가 사용된다. 데이터는 그후 zero offset PN code와 더해진 후 전송된다.

4. TERRESTRIAL INTERFACE

4.1 Telecommunication Network Interface

글로벌스타 관문국은 그림7과 같이 직접 PSTN에 연결되며, 관문국은 Mobile Switching Center (MSC)의 핵심기능을 포함한다.

Visitor Location Register(VLR) : 각각의 관문국은 VLR을 포함하며, 글로벌스타 VLR은 글로벌스타만의 독특한 parameters를 통합하고, 외부 IS-41 HLR, GSM HLR과 양립하게 한다.

Home Location Register(HLR) : 관문국은 North American Standard-AMPS(IS-41)와 European Standard-GSM(MAP)을 사용하고, Standard SS-7을 경유하여 AMPS와 GSM HLR에 접속한다.

4.2 Registration Process

Registration은 사용자 단말이 자신의 위치, 상태, 신원확인, 사용자 단말기타입, 모니터하고있는 paging slot을 관문국에 알리는 과정이다. 글로벌스타에서 모든 사용자는 그들의 home 시스템으로부터의 roamer로 취급된다. 그 결과 일반 환경에서 글로벌스타 관문국은 외부 GSM이나 IS-41 HLR과의 연결에 사용되는 VLR만을 포함한다. 지원될 예정인 두가지 타입의 registration 절차는 다음 표와 같다.

사용자 단말	사용자 ID	HLR	VLR
IS-95 수정안	ESN/MIN	IS-41	글로벌스타
IS-95 수정안	GSM SIM	GSM	글로벌스타

IS-41 HLR Registration : 그림8에 IS-41 HLR내

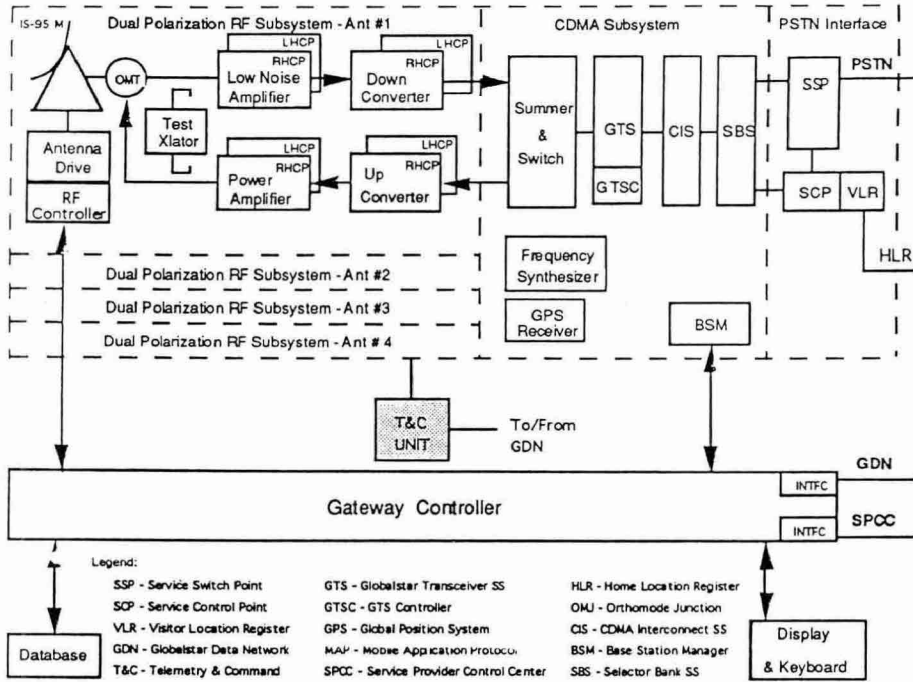


그림 7. 관문국의 PSTN에 대한 접속

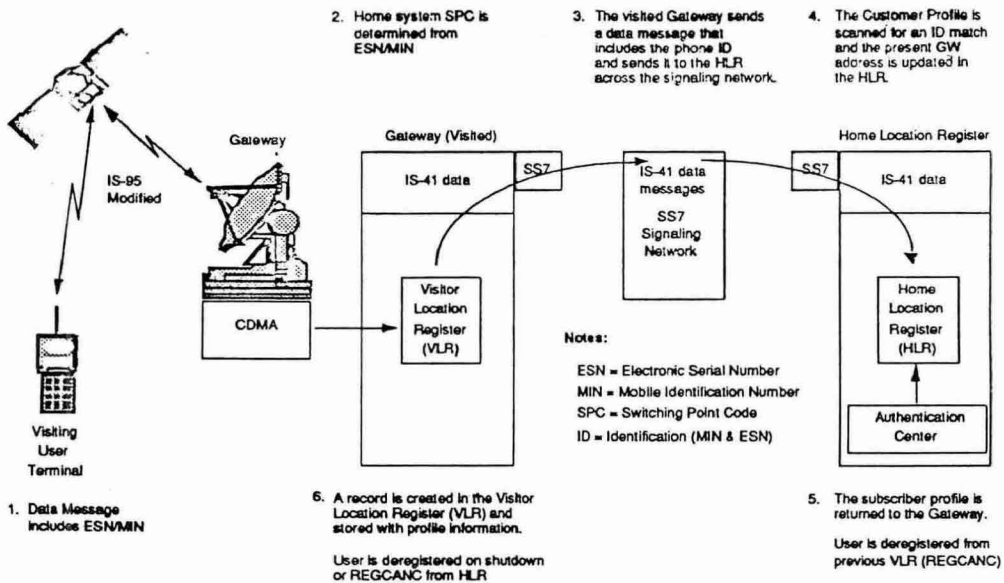


그림 8. IS-41 HLR과의 Registration 절차

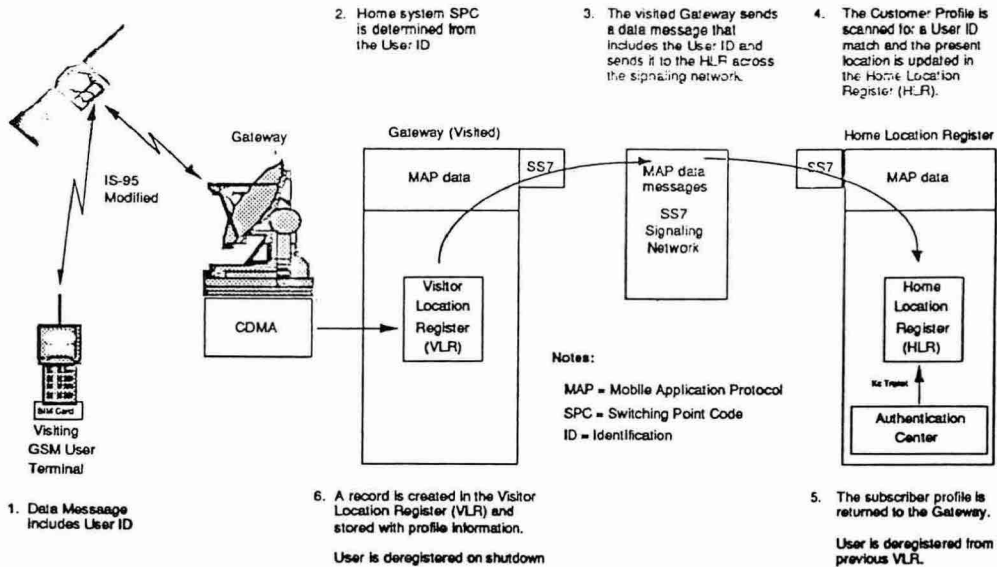


그림 9. GSM HLR과의 Registration 절차

에서의 IS-95 사용자 단말의 등록절차를 나타내었다.

GSM HLR Registration : 그림9에 GSM HLR과의 등록절차를 나타내었다.

4.3 Authentication Process

Authentication은 사용자 단말기가 글로벌스타 자원을 사용하기에 인가되었는지를 증명하는 과정이다. 일관된 Authentication scheme을 얻기 위해 시스템은 GSM시스템에서의 GSM 사용자, GSM 시스템에서의 IS-41 사용자, IS-41시스템에서의 IS-41 사용자, IS-41시스템에서의 GSM 사용자 같은 4가지 상황을 고려해야한다.

AuC/HLR과의 Authentication data 교환을 위한 메시지와 절차는 현재 IS-41C에 포함시키기 위해 TIA에 의해 검토중이며, TSB-51, Cellular Radio Telecommunications Intersystems Operation에 요약 되어있다.

III. 결 론

이상에서 설명한 바와 같이 글로벌스타 시스템은 휴대형, 차량탑재형 단말기 및 고정국을 이용하여 저궤도위성을 통해 음성, 데이터, 위치정보 등 양질의 서비스를 제공받을 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 지상통신망과 연동이 가능하고 상호 보완적인 관계를 갖는 시스템으로 21세기의 개인 휴대통신서비스에 중추적인 역할을 할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. "Description of the Globalstar System," Loral Qualcomm Satellite Service, June 6, 1994
2. "The Globalstar User Segment," Loral Qualcomm Satellite Service, Inc. , 3, 9-93.
3. 김문식, 조영행, "글로벌스타 저궤도 위성 이동통신 서비스," 전자공학회지 1994년 6월호
4. 진정산, "저궤도 위성을 사용한 위성이동통신 시스템," 전자공학회지 1993년 8월호

筆者紹介

▲진 정 산

<경력사항>

- 1966년 6월 ~1970년 7월 : 국방부 (3급을)
- 1974년 7월 ~1983년 9월 : 하이게인(주) (전무이사)
- 1984년 1월 ~1984년 9월 : 동양방식(주) (기술상무)
- 1984년 12월 ~1989년 12월 : 현대전자 위성통신기
기 개발부
- 1989년 12월 ~현재 : 현대전자 산업전자 연구소 실
장(이사)

<주요경력>

- 1985년 8월 : 국내 최초 LNA 개발 및 수출
- 1985년 12월 19일 : 산업포장(총무처)
- 1985년 12월 26일 : 기술개발상(현대그룹 회장)
- 1986년 12월 : C-Band LNB 개발 및 수출
- 1988년 12월 : Ku-Band LNB 개발 및 수출
- 1989년 1월 ~1993년 12월 : INMARSAT-C 개발
- 1989년 1월 ~현재 : VSAT, GPS, MIS, CWS 개발 중

▲조 영 행

- 현재 : 현대전자산업(주) 산업전자연구소