

개인휴대 위성통신/방송 신기술 동향

안도섭 | 김희욱 | 이호진 | 박동철*
한국전자통신연구원, 충남대학교*

요약

개인 휴대 위성통신/방송 기술은 L대역이나 S대역의 주파수를 이용하여 이동하는 사용자에게 소형의 휴대형 단말기를 통하여 양방향의 통신 및 방송 서비스를 제공하는 기술이다. 본 고에서는 우선 현재까지의 개인 휴대 위성 통신/방송 기술의 발전에 대해서 살펴 본 후, 국내외 기술 개발 동향을 소개한다. 마지막으로 국내에서 진행중인 연구에 대한 소개 및 향후 개인 휴대 위성 통신/방송 기술의 발전 방향에 대해 전망해보고자 한다.

1. 서론

우주 공간에 위치하는 인공위성을 이용한 위성통신 기술은 1945년 영국의 Arthur Clarke 이 "Wireless World" 라는 잡지에 "Extra Terrestrial Relays"라는 제목의 논문을 통해 최초로 발표되어 정지궤도 위성 운용에 대한 가능성이 제기되었으며 발표 후 20년 만에 실현되었다.

세계 최초의 인공위성은 1957년 (구)소련에서 발사한 Sputnik 1호라고 할 수 있다. 바로 다음 해인 1958년 미국에서도 Explorer 1호가 발사됨으로써 이후 우주 기술은 미국과 소련간의 군사 경쟁과 맞물려 1960년대부터 급격하게 발전하기 시작하였다. 다음 <표 1>은 해외의 위성통신 역사를

간략하게 나타내고 있다.

<표 1> 해외 위성 역사 요약

년도	주요 내용
1960	최초의 중계 통신 위성 (ECHO) 발사
1965	최초의 상용 정지궤도 위성 - INTELSAT 1 (Early bird) 발사
1976	해사 통신을 위한 3개의 정지궤도 위성 (MARISAT) 발사
1982	최초 이동통신위성 (INMARSAT-A) 발사 (전화서비스 제공)
1998	전세계개인휴대형이동위성전화시스템 (Iridium, Globalstar) 구축

1965년 최초의 통신위성인 INTELSAT I 호 (Early Bird) 위성은 궤도상 질량이 50 kg 미만으로 초소형급이었으며, 1970년대 국가간 전화 및 TV 중계용으로 전세계적으로 활발하게 이용된 INTELSAT IV 호 위성은 궤도상 질량이 700 kg 이상으로 INTELSAT I 호에 비해 크게 대형화되었으나 지표면에서의 전력세기가 낮아 지구국 안테나 직경은 수십 m 급을 이용하여 왔다.

그러나 2004년에 발사되어 우리나라에 위성 DMB 서비스를 제공 중인 별 위성의 경우 12 m 급 대형 안테나를 탑재하여 고출력의 방송 신호를 지표면으로 송신하기 때문에 개인 휴대 단말로도 약 38,000 km 떨어진 위성으로부터 송신되는 신호를 적절하게 수신할 정도로 위성 기술은 지속적으로 개발되어 오고 있다.

이러한 지속적인 위성 기술 발전은 지상 인프라와의 상호 경쟁보다는 보완 관계를 유지하면서 향후 현재 우리가 상상

본 연구는 정보통신연구진흥원의 IT핵심원천기술개발사업의 일환으로 수행되었음. [2008-F010-02, IMT-Advanced 위성접속기술 개발]

하지 못할 정도의 고품질의 초고속 통신 및 방송 서비스를 초소형의 단말을 이용하여 제공받는 시기를 앞당길 수 있을 것으로 판단한다.

이러한 기술적 발전을 기반으로 지금까지의 지상무선망 중심의 이동통신 서비스에서 벗어나 미래의 이동통신 서비스는 위성과 지상이 상호 보완하고 협력하는 형태로 제공될 것으로 예상된다. 이는 바로 위성이 가지고 있는 가장 큰 장점 중의 하나인 광역성을 통해 지상 무선망이 커버하지 못하는 지역에서 서비스를 제공해주고 넓은 지역에 한꺼번에 동일한 정보를 서비스하는 방송이나 멀티캐스팅 서비스를 효율적으로 제공할 수 있기 때문이다.

따라서 본 고에서는 이러한 미래 유비쿼터스 정보화 사회의 큰 축이 될 이동위성통신, 특히 개인 휴대 위성통신/방송 기술에 대한 발전 방향을 살펴보고자 한다. 우선 개인 휴대형 이동위성통신/방송의 시초라 할 수 있는 GMPCS (Global Mobile Personal Communication by Satellite)와 위성 IMT-2000에 대해 살펴본 후, 국내외적인 기술 개발 동향을 소개한다. 마지막으로 국내에서 진행중인 관련 연구 동향과 향후 개인 휴대 위성통신/방송 기술의 발전 방향을 전망해보고자 한다.

II. GMPCS/위성 IMT-2000

90년대 중반에 들어서면서 소형 휴대단말기를 이용한 지상이동통신 서비스의 수요가 폭주하였고, 지상이동통신으로는 서비스를 제공할 수 있는 범위가 제한적이어서 위성을 이용한 서비스 범위 확대를 고려하게 되었다. 그러나 보편적으로 사용되었던 정지궤도 위성 시스템은 전송거리가 너무 길어서 전파 손실이 심하고, 전파 지연 시간이 길어서 고품질의 실시간 서비스를 제공할 수 없다는 단점이 있었다.

따라서 이동위성통신용으로 저궤도 중심의 비정지궤도 위성군을 고려하게 되었고, 이와 같은 시스템을 Big LEO라고 부르게 되었다. 여기에는 Globalstar [1], Iridium [2], ICO [3] 등의 시스템이 포함되어 있다. 이러한 시스템의 주요 목적은 고품질의 실시간 휴대 음성 서비스를 제공하며, Global roaming, 즉 전세계 어디서나 하나의 단말기를 이용하여 통

신을 할 수 있게 하는 것이었다. 이러한 목적에 비추어 Big LEO 시스템을 GMPCS 시스템이라고 불렀다.

GMPCS 시스템의 하나인 Globalstar 시스템은 기 개발된 지상 이동통신망을 적극 활용하여 위성 시스템 및 사용자 단말기의 기술적 부담을 최소화하고, 일반 가입자를 대상으로 서비스를 제공하는 것이 목적이었으며, Iridium은 연구시험단계 수준인 재생형 OBP 기술을 사용하여 위성간 링크를 구성하여 지구국 시스템의 부담을 최소화한 대신 사용자 단말기의 기술적 부담을 높였고, 위성 커버리지를 전세계로 하여 지구상의 어디에서도 통신이 가능할 수 있도록 하였다.

그러나 이러한 GMPCS 시스템들은 90년대말 잘못된 수요 예측과 기술적인 미비 등으로 사업의 실패를 초래하였다. 예를 들면 지상 이동통신 단말기에 비하여 지나치게 단말기가 커서 휴대가 불편하다거나, 건물 내 통신이 불가능한 점과 비싼 통화료 등이 사용자들로 하여금 큰 매력을 느끼지 못하게 한 것이다.

반면에, 90년대 중반부터 전세계적으로 지상 이동통신 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 시간과 장소에 무관하게 제공될 수 있는 IMT-2000 시스템이 ITU를 중심으로 재검토되기 시작하였다. 시간과 장소에 무관하게 서비스가 제공되기 위해서는 필수적으로 위성시스템이 일부 시스템을 담당하여야 한다는 것이 초기 설계 당시의 개념이었고, 이에 따라 IMT-2000 시스템의 위성 부문에 대한 무선접속규격의 개발도 진행되었다.

그 당시 위성 부문으로 제안된 무선접속규격에는 한국의 TTA에서 제안한 SAT-CDMA를 비롯하여 Horizon, ICO, Satcom2000, SW-CDMA, SW-CTDMA가 있었는데 그 완성도는 지상 시스템 규격에 비해 매우 뒤떨어져 있으며 실제 구현도 거의 이루어지지 않고 있어, 현재 선진국을 중심으로 IMT-2000 위성 부문에 대한 무선접속기술 개발 작업을 IMT-2000 뿐만 아니라 IMT-2000 이후 시스템까지 고려하여 수행하고 있다[5].

최근에는 위성기술의 지속적인 발전에 힘입어 우주공간에 초대형 안테나를 탑재한 OBP 위성을 정지궤도상에 채공시켜 개인 휴대 통신방송 서비스를 제공하는 시스템에 대한 관심도가 날로 증가하고 있다. 현재 국내에서 서비스되고 있는 한별 위성을 이용한 위성 DMB 서비스와 금년부터 국

내에서 서비스를 제공하게 된 Thuraya 위성이 그 예라 할 수 있다.

또한 해상에서의 긴급통신을 위해 전세계적으로 구축되었던 INMARSAT 해상위성통신망도 점차 개인휴대 통신방송 분야로 서비스 영역을 점차 확대해 나가고 있으며, 이러한 시스템도 최근에는 GMPCS 시스템의 일종으로 간주되고 있다.

이러한 기술적 발전과 시대적 요구에 따라 최근에는 GMPCS 시스템에 대한 재투자자와 시스템 개발이 재검토되고 있어 향후 우리사회에 위성망과 지상망을 아우르는 새로운 형태의 GMPCS 시스템이 등장할 것으로 예상된다.

III. 국내외 기술개발 동향

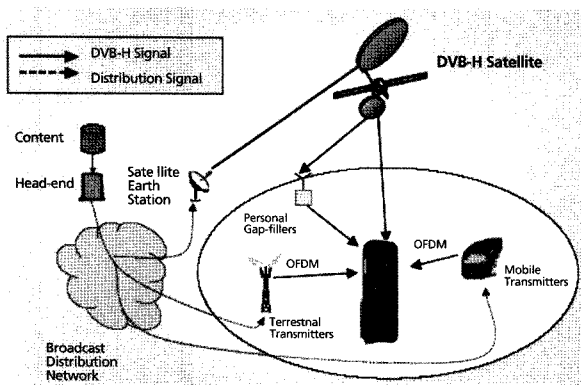
1. 유럽

Thales가 주도하고 있는 유럽의 Mobile TV는 Nationwide 커버리지에서는 위성을 통해서, 그리고 옥내 환경에서는 지상 중계기를 사용하여 DVB-SH 시스템을 통해 멀티미디어 방송 서비스 제공을 목표로 하고 있다. (그림 1)에서 보여주는 DVB-SH 시스템은 DVB Technical Module의 TM-SSP 작업 그룹에 의해 2006년부터 개발되어 2007년 초에 최종 규격이 승인되었으며 현재 설치 가이드라인에 대한 개발을 마무리하고 있다[6]. 이 시스템은 3 GHz 아래의 주파수 대역을 목표로 하고 있으며 주로 S-band를 고려하고 있다. DVB-SH

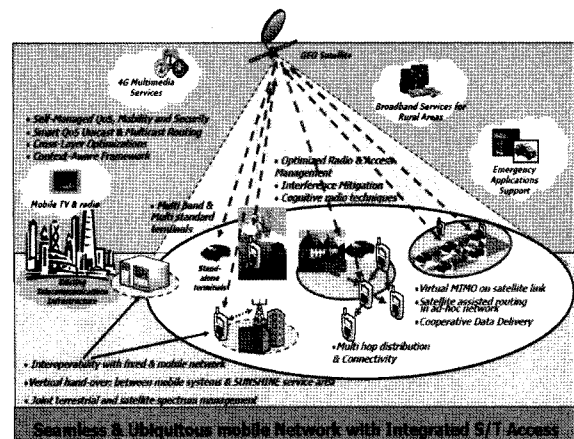
시스템은 두 개의 타입이 존재하는데 하나는 위성 링크와 지상 링크 모두에서 OFDM을 사용하는 SH-A와 위성링크에서는 TDM 신호를 사용하고 지상링크에서는 OFDM을 사용하는 SH-B 타입이 있다.

전혀적으로 위성 수신시 경우 빌딩 등과 같은 건물에 의한 shadowing으로부터 야기되는 line-of-sight 신호의 long term impairment가 문제가 되는데 DVB-SH에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 위성 신호가 수신되지 않는 지역에서는 이를 커버하기 위해 CGC를 사용하며, 또한 이러한 문제를 극복하도록 DVB-SH 수신기를 개발하였다. 이러한 DVB-SH 서비스 제공을 위해 사용될 위성인 W2A는 12m 안테나 크기를 가지고 Thales에 의해 개발되어 2009년 4월 발사되었으며, SES Astra와 Eutelsat의 합작 투자 회사인 Solaris mobile 은 2009년 말 상업 서비스를 시작할 예정이다.

또한 유럽은 일련의 다국적 프로젝트를 통하여 개인 휴대형 이동위성통신/방송 기술을 개발하고 있다. ISI의 전신인 ASMS-TF를 결성하고 진행되었던 S-DMB 프로젝트에 이어 현재 ISI에서 EU FP7 에 제안을 목적으로 이동 단말에 유비쿼터스 방송 및 광대역 양방향 서비스를 제공하기 위해 아래 그림과 같이 스펙트럼 사용을 최적화하는 위성/지상 협력적 통합 시스템 설계를 목적으로 SUNSHINE 프로젝트가 고려되고 있다. 연구 내용으로는 OFDM기반의 무선인터페이스를 고려하여 최적화된 자원 관리, 위성/지상 통합망에서의 간섭 제거, 인지 무선, 협력적 MIMO, Relay 등의 기술 개발을 포함하고 있다.



(그림 1) DVB-SH 시스템 개요



(그림 2) SUNSHINE 프로젝트 개념도

이와 더불어 ETSI SES MSS 회의에서는 5 GHz이하 MSS 대역에서 IMT-2000 및 IMT-Advanced의 지상 부문과 통합된 이동위성 시스템을 개발하고 있다. 이와 관련하여 현재 IMT-Advanced 위성 시스템 아키텍처에 대한 개발이 진행 중이며, 개발된 아키텍처를 바탕으로 OFDM기반의 3GPP Long Term Evolution 규격과 최대한 공통성을 가지면서 긴 왕복 지연 시간과 같은 위성의 고유한 특징을 반영한 OFDM 기반의 위성 접속 기술을 개발할 예정이다.

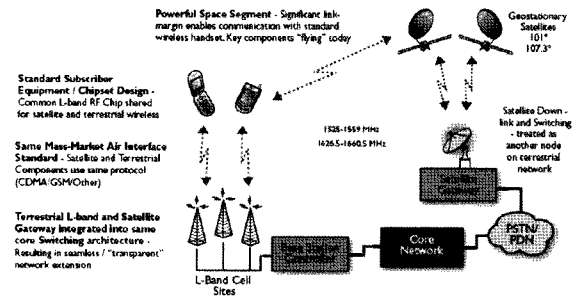
마지막으로 현재 음성 및 저속 데이터 등의 BGAN 위성이 동 통신 서비스를 제공하고 있는 Inmarsat은 2012년 경 발사를 목표로 하는 지름 12m의 reflector를 가지는 I-XL 위성을 통해서 향후 사용될 지상망과 호환성을 가지도록 시스템을 업그레이드하여 보다 향상된 BGAN 확장 서비스를 제공하고, 위성 수신 성능 향상을 위해 강화된 터리버 및 Turbo coding 등의 기술을 사용한 OFDM기반의 시스템을 통해 도심지나 옥내 환경에서는 CGC를 통해서, 그리고 CGC가 커버하지 못하는 지역에서는 I-XL 위성을 통해서 방송 서비스를 제공할 목적으로 Alphaset 프로젝트를 2007년 11월부터 ESA와 진행 중에 있다[7].

2. 미국

먼저 미국과 캐나다를 포함하는 북미지역을 서비스 제공 대상으로 현재 개발이 진행중인 Skyterra 시스템을 살펴보자. Skyterra 는 L 밴드 대역 (하향링크: 1525-1559 MHz, 상향 링크: 1626.5-1660.5 MHz)에서 동작하는 정지궤도 이동위성 시스템을 개발하고 있다. 이 시스템은 SBN (Space Based Network)과 다수의 ATC (Ancillary Terrestrial Component) 로 이루어진 ATN (Ancillary Terrestrial Network)의 상호 의존적이고 통합된 두 네트워크로 이루어져 있다. 이러한 Skyterra 시스템 구조는 (그림 3)과 같다[8].

이 그림과 같이 고객에게 높은 질 및 경제적인 서비스를 제공하기 위해 SBN이 농어촌, 상간벽지, 사막 등 지상 설비 구축이 실용적이지 못하고 비경제적인 지역을 지원하고, ATN은 지상 측면에서 효과적인 인구 밀집된 지역을 지원하는 형태로 시스템이 이루어진다.

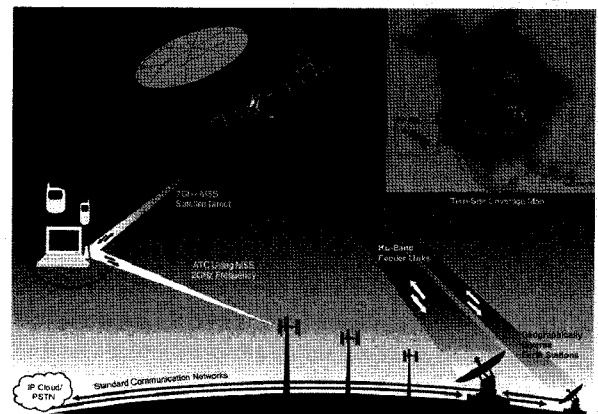
그리고 Skyterra 시스템 사용자 단말로는 음성이나 고속의 패킷 데이터 서비스를 제공하는 셀룰라 타입을 고려하고 있는데 이러한 사용자 단말은 L 밴드 대역에서 위성과 ATC를



(그림 3) Skyterra 시스템 구성도

통해 통신이 가능한 통합된 송수신기를 가질 수 있도록 하는 무선 인터페이스를 사용한다. 즉, 위성과 ATC에 접속하기 위한 무선접속규격을 최대한 유사하도록 하여, 단말기 제작상의 기술적 어려움 및 제작 단가 등을 낮추는 방향으로 접근하고 있다.

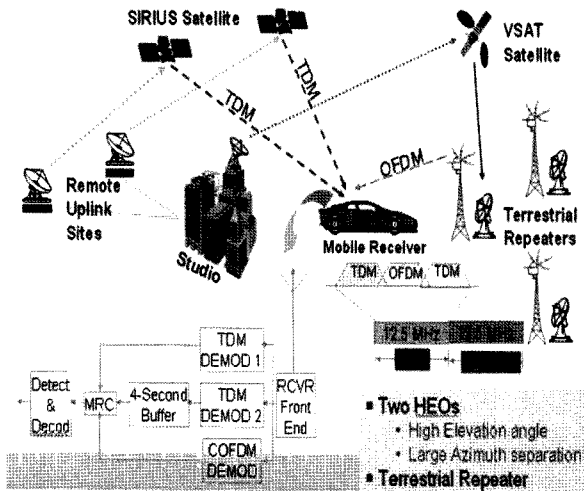
또한, 2GHz 대역의 이동통신업무용(MSS) 주파수 대역을 활용하여 북미지역에 개인휴대 위성통신 서비스 제공을 위해 (그림 4)와 같은 TerreStar 시스템 개발이 진행중에 있다. 서비스 및 시스템 개념은 Skyterra 시스템과 거의 동일한 것으로 알려져 있다.



(그림 4) TerreStar 시스템 구성도

다음으로 미국에 DAB 서비스를 제공하는 Sirius를 살펴보자. Sirius는 3대의 HIO (Highly Inclined elliptical Orbit)을 이용하여 100개의 오디오 채널 (음악: 60개, 뉴스, 오디오, 오락: 40개)를 통해 고정 및 고속의 서비스를 제공한다. (그림

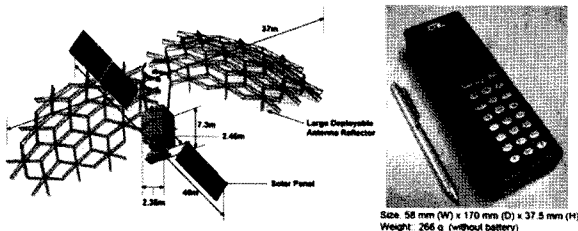
5)는 이러한 Sirius의 서비스 구조를 보여준다[9].



(그림 5) Sirius 시스템 구성도

3. 일본

ETS-VIII는 다음 세대 이동위성 통신을 위한 기술 개발 위성으로서, GEO 위성을 이용하여 S대역에서 개인형 이동위성 서비스를 제공하기 위해 다음 그림과 같이 초대형 안테나를 탑재하여 개인휴대 단말에서 위성 신호를 직접 수신 가능하도록 구현한 시스템으로 정지궤도 위성을 활용한 개인 휴대 통신의 타당성을 입증한 시스템중의 하나이다.

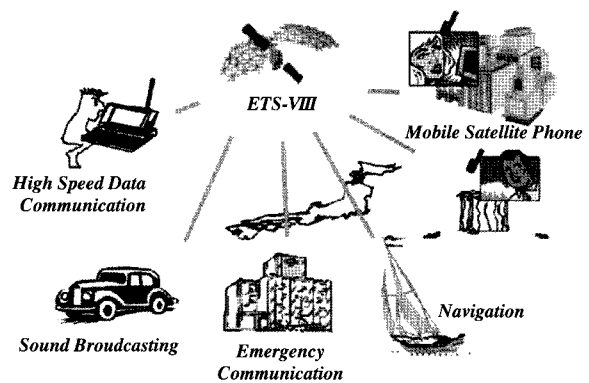


(그림 6) ETS-VIII 위성 및 단말

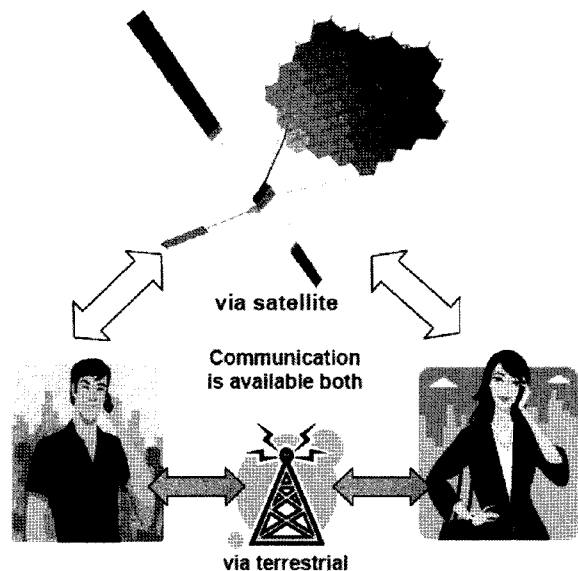
(그림 7)은 ETS-VIII 서비스 개념도를 보여준다[10]. 그림에서와 같이 ETS-VIII은 고속의 데이터 통신 서비스, 방송 서비스, 긴급 서비스, 해양 서비스 그리고 이동위성 음성 서비스 등을 목표로 하고 있다. 이와 같은 ETS-VIII의 주 목적은 하는데 있다.

또한 일본 총무성 주관으로 2015년 약 50m급의 초대형 안

테나를 가지는 OBP 위성을 발사하여 지진 등 지상 재해에도 상관없이 항상 개인 휴대 통신이 전국 어디에서나 가능하도록 하기 위해 위성망과 지상망이 통합된 형태인 (그림 8)과 같은 STICS(Satellite/Terrestrial Integrated mobile Communication System)란 프로젝트가 수행되고 있다. 이 시스템은 우주에 기지국을 설치하는 개념으로 지상의 기지국이 파괴되어도 우주의 기지국을 이용하여 상시 통신로를 확보한다는 개념이다.



(그림 7) ETS-VIII 서비스 개념도

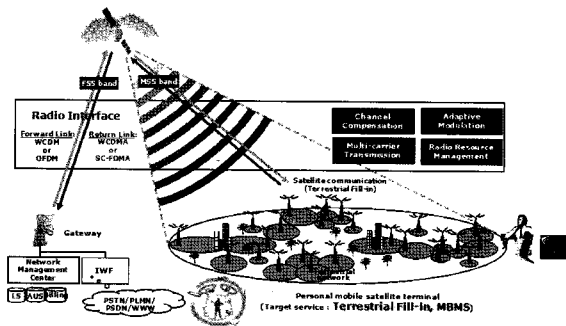


(그림 8) STICS 시스템 개념도

4. 국내

국내에서도 2004년부터 3G 이동 통신을 수용하고 3G 이후 유비쿼터스 이동통신 망 구현을 위한 차세대 개인 휴대형 위성 멀티미디어 무선접속기술인 “위성 IMT-2000+기술”을 개발하였으며 (그림 9)는 개발될 시스템의 개념도를 나타낸 것이다. 이 시스템에서 위성은 지상 이동통신 시스템이 지역적으로 커버하기 힘든 곳을 메워줄 수 있는 fill-in 서비스와 넓은 지역을 동시에 커버할 수 있다는 특징을 이용한 방송 및 멀티캐스팅 서비스를 주요 타겟으로 하고 있다.

지상망을 fill-in 한다는 개념에서 지상 무선접속규격과의 호환성에 중점을 두고 위성 시스템만이 가지는 주요 특성에 적합한 기술들이 개발되었다. 위성 시스템은 지상 시스템과 비교할 때 전파 지연이 매우 길다는 것이 가장 큰 특징 중의 하나이다.

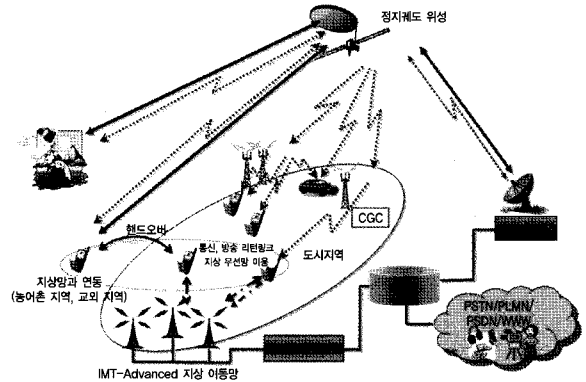


(그림 9) 위성 IMT-2000+ 시스템 개념도

위성 IMT-2000+ 기술로서 개발된 GEO 기반의 위성무선접속규격인 SAT-CDMA 규격은 위성 IMT-2000 무선인터페이스 규격을 권고하는 ITU-R 권고서 M. 1457에 추가하였고, 유럽의 표준화 기구인 ETSI와 단일 규격 작성을 위한 Harmonization 작업을 수행하고 있다.

또한 2008년부터 위성 IMT-2000+ 기술을 고도화하면서, 정지위성을 이용하여 현재 DMB보다 고품질의 개인 휴대형 위성 이동 멀티미디어 서비스를 제공하며, 육해공 어디서나 seamless 통신서비스 제공이 가능하도록 하는 기술인 “IMT-Advanced 위성접속기술”을 개발하기 시작하였는데 (그림 10)은 개발될 시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

이러한 지상 무선통신망과 호환성을 가지는 위성무선접속



(그림 10) 위성 IMT-Advanced 시스템 개념도

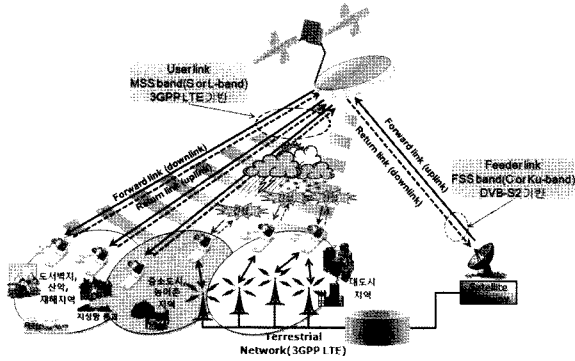
기술의 검증과 향후 국내에서 OBP 위성 개발 타당성 검증을 위해 2009년부터 S대역 위성탑재 저지대역 신호처리 기반기술과 초대형 안테나 기반 기술 확보에 착수하였다.

IV. 향후 기술 개발 전망

미래의 통신 사회에서는 현존하는 다수의 네트워크 및 서비스가 통합되어 각 개인에게 연결된 여러 개의 컴퓨터를 통하여 개인 중심의 통신 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 통신 시대가 제공될 것이다. 이와 같은 유비쿼터스 통신 시대에서는 넓은 지역을 동시에 커버하여 지역적인 한계를 극복하고, 동일한 품질로 넓은 지역을 한꺼번에 서비스할 수 있는 위성의 역할이 중요하게 대두될 것으로 판단된다.

따라서, 미래의 유비쿼터스 통신 시대에 위성의 역할이란 (그림 11)과 같이 서비스 측면에서 볼 때 지상 이동통신 시스템이 지역적으로 커버하기 힘든 곳을 메워줄 수 있는 fill-in 서비스와 넓은 지역을 동시에 커버할 수 있다는 특징을 이용한 방송 및 멀티캐스팅 서비스를 주요 타겟으로 하게 될 것이다. 또한, 네트워크 계층 측면에서 지상망과의 통합을 통하여 커버리지 확대를 꾀하고 최상위 글로벌 계층에서의 독보적인 위치를 유지할 것이다.

이러한 차세대 개인 휴대형 이동위성통신/방송 시스템에서는 최적화된 4G 지상망의 보완 및 연동 기술과 위성휴대



(그림 11) 위성/지상 통합 시스템 개념도

비스할 수 있는 위성의 역할이 중요하게 대두될 것으로 판단된다.

본 고에서는 개인 휴대형 이동위성 통신/방송 서비스 기술의 시초인 GMPCS 및 위성 IMT-2000 서비스 기술에 대하여 간략히 소개하고 국내외의 기술 개발 동향을 살펴보았다.

향후 위성을 이용한 저비용, 고품질의 통신 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 신기술 확보를 통해 지상 무선망과의 상호 보완이 이루어짐으로써, 진정한 의미의 유비쿼터스 사회를 구축할 수 있는 위성/지상 통합 시스템 구현이 가능해질 것이다. 즉, 위성을 활용하여 지상 무선망의 설치가 어려운 도서벽지, 국립공원 지역 등에 대한 정보화 격차 해소 및 국민 복지 증대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

통신 서비스를 경제적으로 제공하기 기술이 개발되어야 할 것이다.

특히, 차세대 위성이동통신 시스템에서는 스펙트럼의 효율적인 활용이 매우 중요하게 대두될 것이며, 이를 위하여 아래와 같은 지능적 기술들이 고려되어야 할 것이다.

- 고효율적인 변복조 및 부복호 방식을 적용한 적응형 다중반송파 전송 방식
- 사용자 이동으로 인하여 발생하는 간섭 제거 기술
- 위성파 지상보조장치(CGC, ATC 등)간의 효율적인 주파수 사용 기법
- 최적화된 무선 접속 관리
- Cross-layer 최적화
- 지능적인 유니캐스트/멀티캐스트 라우팅 기법
- 위성파 CGC 환경을 고려한 최적의 MIMO 기법
- 지상망과의 수직적 핸드오버

V. 결 론

미래의 통신 사회에서는 현존하는 다수의 네트워크 및 서비스가 통합되어 각 개인에게 연결된 여러 개의 컴퓨터를 통하여 개인 중심의 통신 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 통신방송 서비스가 제공될 것이다. 이와 같은 유비쿼터스 사회에서는 넓은 지역을 동시에 커버하여 지역적인 한계를 극복하고, 동일한 품질로 넓은 지역을 한꺼번에 서

참 고 문 헌

- [1] <http://www.globalstar.com>
- [2] <http://www.iridium.com>
- [3] <http://www.ico.com>
- [4] Recommendation ITU-R M.1457, Detailed specifications of the radio interfaces of IMT-2000, revision 6, 2006
- [5] 김수영, 안도섭, "유럽의 이동통신 기술 개발 동향", 한국통신학회 추계종합학술대회, 10, 2004
- [6] <http://www.dvb.org>
- [7] <http://www.inmarsat.com>
- [8] <http://www.msvlp.com>
- [9] <http://www.sirus.com>
- [10] <http://dasda.go.jp>

약 력



1989년 경북대학교 공학사
 1990년 경북대학교 공학석사
 1990년 ~ 현재 한국전자통신연구원 팀장(책임연구원)
 관심분야: 위성통신, 성층권통신(HAPS)

안 도 섭



2001년 고려대학교 전기전자전파공학부 졸업
 2004년 한국과학기술원 전자공학과 석사
 2004년 ~ 현재 한국전자통신연구원 위성무선융합연구부 연구원
 관심분야: 위성통신, OFDM, 동기, MIMO

김 희 옥



1981년 서울대학교 공학사
 1990년 서울대학교 공학박사
 1983년 ~ 현재 한국전자통신연구원 위성무선융합연구부부장
 2005년 ~ 현재 한국통신학회 위성통신연구회 위원장
 관심분야: 위성통신, 위성VSAT, 위성방송 등

이 호 진



1974년 서울대학교 공학사
 1976년 한국과학기술원 공학석사
 1984년 Univ. of California 공학박사
 1983년 ~ 현재 한국전자통신연구원 위성무선융합연구부부장
 1976년 ~ 현재 충남대학교 공과대학 전파공학과 교수
 관심분야: 전파공학 등

박 동 철

