

차세대 위성 개인 이동 통신 기술 동향

Research on the Next-Generation Satellite Mobile Communications

차세대 전파방송기술 특집

강연수 (Y.S. Kang)

광대역무선전송연구팀 연구원

안도섭 (D.S. Ahn)

광대역무선전송연구팀 팀장

목 차

-
- I. 개요
 - II. 위성 통신 기술 동향
 - III. 맺음말

이동통신과 인터넷 사용에 대한 사용자의 요구는 집이나 회사 등 도심지역에 국한되지 않고 언제 어디서나 그 사용을 요구하고 있다. 하지만 이런 요구를 충족시키기에 지상망의 제한된 서비스 영역은 그 한계를 가진다. 이에 반해 위성은 광역 서비스가 가능하며 이런 욕구를 충족시키기에 좋은 장점을 가진다. 이런 특징에 기반하여 유럽에서는 현재 열차, 항공기 및 선박에 이동 인터넷 서비스 지원을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 이에 대한 동향을 알아보려고 한다. 동시에 지상망이 미치지 않는 외각지역에 대해 위성을 이용한 3G 서비스와 함께 MBMS 제공을 위한 연구에 대해서도 알아보려고 한다.

I. 개요

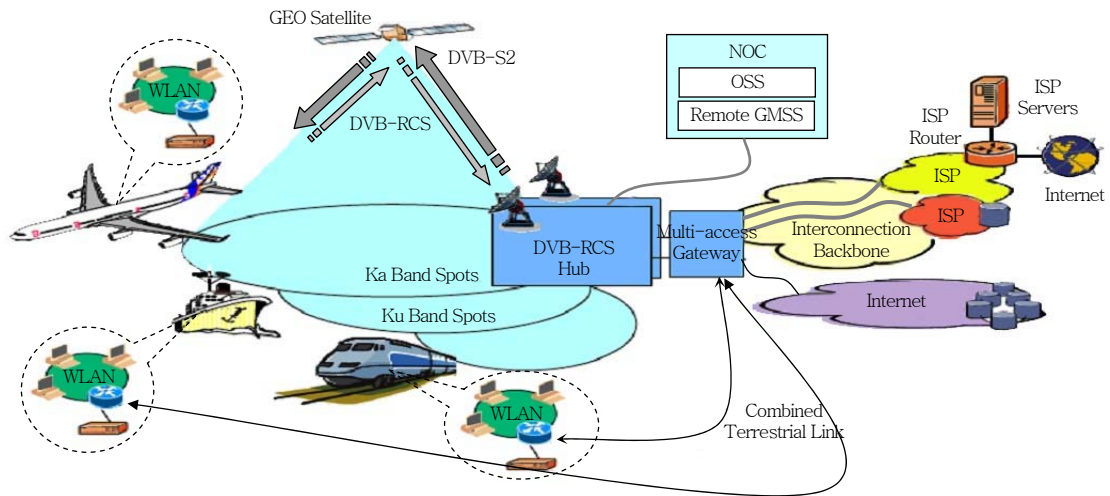
이동 통신 기술 및 초고속 인터넷 기술의 지속적인 발전은 이제 일상 생활권에서 손쉽게 인터넷을 비롯한 다양한 정보통신의 서비스를 이용 가능하게 하였다. 그러나 좀더 빠르고 다양한 고품질 서비스에 대한 사용자의 요구와 함께 사업자의 요구사항은 계속적으로 증가하여 일상생활권에서 뿐만이 아니라 공간의 제약이 없이 언제 어디서나 이동 통신의 서비스 사용을 요구하고 있다. 하지만 이런 요구에 비해 기존 지상 망의 제한된 서비스 영역, 특히 항공기나 해상 선박 또는 유럽의 고속이동 열차의 경우, 기존 지상망의 제한된 서비스 가능 영역으로 서비스 제공에 한계를 가진다. 또한 향후 3G 또는 그 이후의 지상 이동 통신시스템이 출현하여도 고속 이동 때에 발생하는 빈번한 핸드오프로 인한 시스템의 복잡도 증가와 서비스 품질 저하로, 고품질의 방송 및 멀티캐스팅 서비스를 제공하는 인프라로는 지상망을 이용한 서비스 제공은 그 한계를 가진다. 이에 반해 위성은 광역 서비스 제공의 장점을 가지며 이로 인해 방송서비스를 위한 시스템으로 부각되고 있다. 따라서 방송 및 멀티캐스팅 서비스에 유리한 위성을 이용하여, 개인 휴대 단말에 대해 저비용 통신, 방송 융합 서비스를 제공하는 지상, 위성

연계 시스템이 필요하며 이러한 요구로 인해 B3G 위성통신시스템을 위한 다양한 노력들이 이루어지고 있다. 대표적으로 항공기, 선박 및 고속열차에서의 인터넷 서비스 지원을 위한 프로젝트의 일환으로 MOWGLY 프로젝트가 진행되고 있으며 현재 항공기에 대한 필드 테스트를 위해 준비중에 있다. 이와는 별도로 유럽의 고속 이동 열차에서의 인터넷 서비스 지원을 위한 연구가 철도회사와 연계되어 여러 나라에서 활발히 이루어지고 있으며 이에 대한 세부 기술별 특징 및 제약사항에 대해 자세히 살펴보고자 한다. 또한 위성의 광역특성을 이용해 지상망 UMTS 또는 IMT-2000 서비스가 지원되지 않는 외곽 지역에 대해 위성을 이용해 이동통신 및 데이터 서비스를 제공하고 동시에 도심지역을 포함해 MBMS 서비스 제공을 목표로 현재 유럽에서 진행중인 연구에 대한 기술 및 표준화 동향을 살펴본다[1],[2].

II. 위성 통신 기술 동향

1. MOWGLY 프로젝트

MOWGLY는 MOBILE Wideband Global Link System Aeronautical, Train and Maritime High-Speed Satellite Service의 약자로서 이동 지상 통



(그림 1) MOWGLY 시스템 구성도

신 기술을 상업적 목적의 위성 통신과 결합하기 위해 2005~2006년 두 해 동안 1260만 유로의 펀드를 받아 수행되는 연구 프로젝트이다. ALCATEL ALENIA SPACE(FR)를 주축으로 유럽 고속열차 TGV의 생산회사 ALSTOM(E), 보잉의 connexion by boeing 서비스에 대적하고자 하는 항공사 AIRBUS(D), 열차 인터넷 서비스를 이미 캐나다에서 상용화한 POINTSHOT WIRELESS(CA), DVB-S 모뎀 생산의 ADVANTECH(UK), 그리고 MOWGLY 프로젝트 완료시 상용화를 담당할 Eutelsat(FR)이 참여하고 있고 연구기관으로 University of Surrey(UK) 등이 참여하고 있다[1],[3].

MOWGLY 프로젝트는 주로 지상 통신망으로 수용이 어려운 도심 외각 지역에서 선박, 열차, 비행기 등의 고속 이동체를 주 목표로 하고 있으며 이러한 서비스들의 제공을 위해 위성 주파수 대역의 효율적인 사용, 개방형 또는 유연한 네트워크 아키텍처, QoS의 실현 및 이동성 제공, 운영 비용의 최소화 등을 주요 목표로 하여 시스템 아키텍처를 개발하고 있으며 (그림 1)은 이러한 MOWGLY 프로젝트의 개념적인 시스템 아키텍처를 보여준다.

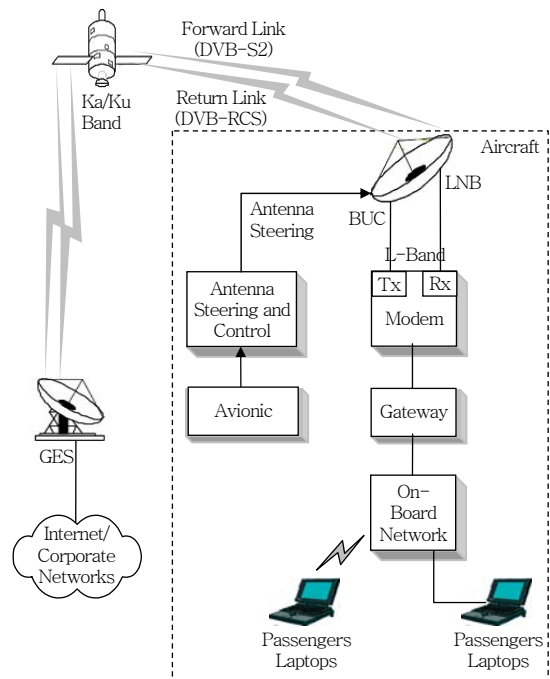
가. 시스템 구성

시스템은 크게 ground infrastructure segment, space segment, terminal segment로 구성되어 있다[1].

- Ground segment는 전체 네트워크 구성의 핵심이 되는 network operation center와 service center 그리고 서비스 제공을 위해 필요한 기본적인 ground infrastructure를 구성하는 허브로 구성되어 있다.
- Space segment는 ground segment 각각의 허브를 묶어주는 terminal segment를 연결해주는 역할을 수행하며 geostationary constellation과 bent-pipe satellite로 구성되어 있다. 접속 방식은 고속 데이터 접속을 위해 DVB-S2/DVB-RCS 표준을 적용하고 있다.

- Terminal segment는 위성 터미널과 연결되는 항공기, 고속열차, 선박 등의 온보드 형태의 터미널을 의미하며 (그림 2)는 이러한 온보드 터미널의 예를 보여 준다.

- 안테나 조정 유닛: 항공기 및 고속 열차에 부착된 안테나로써 Ka/Ku 밴드의 위성 수신 신호를 각각의 개인 사용자 모뎀을 위해 L 밴드의 신호로 변환시켜 준다. 동시에 개인 사용자 모뎀에서 L밴드를 통해 수신된 신호를 위성으로 송신을 위해 Ka/Ku 밴드로 변환한다.
- 모뎀: RF 신호의 디지털 신호 변환을 포함하여 도플러 효과 보상 등 수신단의 환경에 적합한 하드웨어 및 소프트웨어 작업을 수행한다.
- 온보드 게이트웨이(onboard gateway): 개인



(그림 2) 온보드 터미널

● 용어해설 ●

DVB-RCS: Digital Video Broadcasting-Return Channel Satellite의 약자로 DVB-S, DVB-S2의 하향 링크와 함께 위성을 이용한 인터넷 및 데이터 서비스 지원을 위해 정의된 리턴 링크에 대한 표준이다.

WiFi 사용자의 MOWGLY 접속을 위한 무선 네트워크 기능을 조절한다.

나. 요소 기술

MOWGLY 시스템에서 하향 접속은 DVB-S2 표준안을 기준으로 상향 접속은 DVB-RCS 망으로 구현된다. 또한 MOWGLY 프로젝트를 수행하면서 필드테스트를 통해 DVB-S2/DVB-RCS 표준안을 수정하고 실용적인 표준요소를 제안하는 일정이 함께 포함되어 있다.

- 하향 접속: DVB-S2 표준과 함께 adaptive waveform 기술을 사용하고 있으며 영상정보 전송을 위해 MPEG4를 사용하고 있다.
- 상향 접속: DVB-RCS 기술을 사용하고 있으며 특히, 위성 터미널간의 대역폭 효율을 높이기 위해 MF-TDMA를 사용하여 비교적 크기가 작은 안테나에서 side lobe 특성 열화로 발생하는 간섭을 최소화하는 기법을 사용한다.
- 기술적 제약 요소
 - 소형 안테나: 상업용 위성통신 시스템 개발에서 열차와 비행기 등에 적합한 소형 안테나 개발을 위한 기술이 필요
 - 도플러: 고속으로 이동하는 비행기, 열차 등에서의 도플러 효과를 보상하기 위해 GPS의 위치 정보를 기반으로 송수신단의 주파수 오류 보상을 위한 기술
 - 호환성: 고속이동체의 도심지역 핫스팟 및 위성 그리고 게이트웨이간의 끊김 없는 핸드오버 기술, 기존 지상망 장비와의 호환성 문제
 - 서비스: 승객용 서비스와 운항정보, 항공정보 등의 보안을 요하는 서비스간의 계층적인 분류 필요
 - 기타: 전력제어 및 AMC 지원, QoS IP 지원 등에 대한 연구 필요

다. 필드 테스트

MOWGLY 프로젝트에서는 선박, 열차, 비행기에

서의 서비스를 목표로 필드 테스트를 수행 및 계획하고 있다.

- 선박: 2005년 그리스에서 DVB-S/DVB-RCS을 이용한 테스트 후, 2006년 DVB-S2을 이용한 서비스 테스트 예정
- 열차: DVB-S2/DVB-RCS 기반으로 2006년 실시 예정
- 항공기: 2006년 3사분기에 Airbus A340-600 기로 테스트 예정. Atlantic Bird2 위성이용, Toulouse에서 시연 예정

2. 고속열차의 광대역 인터넷 서비스

현재 유럽에서는 MOWGLY 프로젝트를 비롯하여 고속열차에서 인터넷 및 디지털 TV 수신을 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 독일의 DLR사에서 Always-On Connection for Train Passengers: Internet and Digital TV via Satellite-Based Systems 서비스 및 이를 위한 연구를 수행 중이며 21Net(영국)사는 이미 Broadband Internet to Trains - Experience from operation on the Paris - Brussels line 서비스를 제공하고 있다[4]. 따라서 본지에서는 유럽에서 진행중인 다양한 열차 인터넷 서비스 기술에 대해 정리하고자 한다.

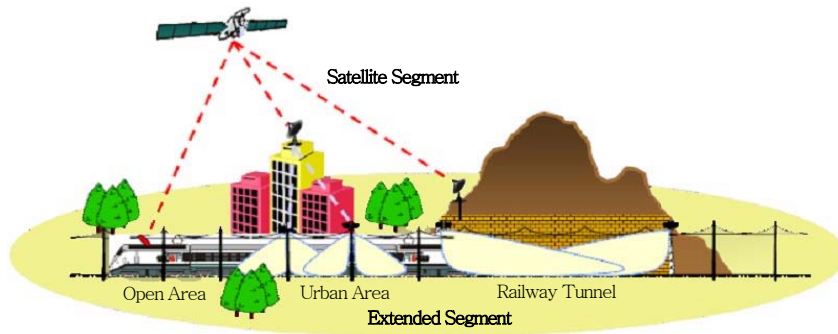
가. 기술적 배경

1) 서비스 시나리오

(그림 3)은 철로 주변 환경에 대한 서비스 시나리오를 나타낸다. 철로 주변 환경은 LOS 환경 및 NLOS 환경으로 나누어지며 LOS의 경우 위성과의

● 용어해설 ●

DVB-S: Digital Video Broadcasting over Satellite의 약자로 위성을 이용한 디지털 비디오 방송 서비스를 위한 표준으로 현재 Skylife 서비스가 이 기술을 사용하고 있다. DVB-S2는 DVB-S의 성능을 향상시키기 위한 표준으로 BCH 및 LDPC 코드의 사용을 특징으로 한다.



(그림 3) 철로 주변환경

직접적인 연결을 통한 통신을 수행하고 NLOS의 경우 gap-filler을 사용하여 음영문제를 해결한다. 따라서 효과적인 gap-filler의 개발이 주요한 기술적 과제 중 하나가 된다.

2) 기술적인 제약사항

철도 주변의 통신 환경의 경우 선로 주변의 고압 전선을 지탱하기 위한 구조물로 인해 주기적으로 딥 페이딩(deep fading) 문제가 발생한다. 또한 열차 지붕 위의 안테나 설치를 위한 공간 제약으로 인해 안테나를 설계할 때 높이의 제약을 받는다.

나. 기술 개발 현황

1) ICOMERA 프로젝트

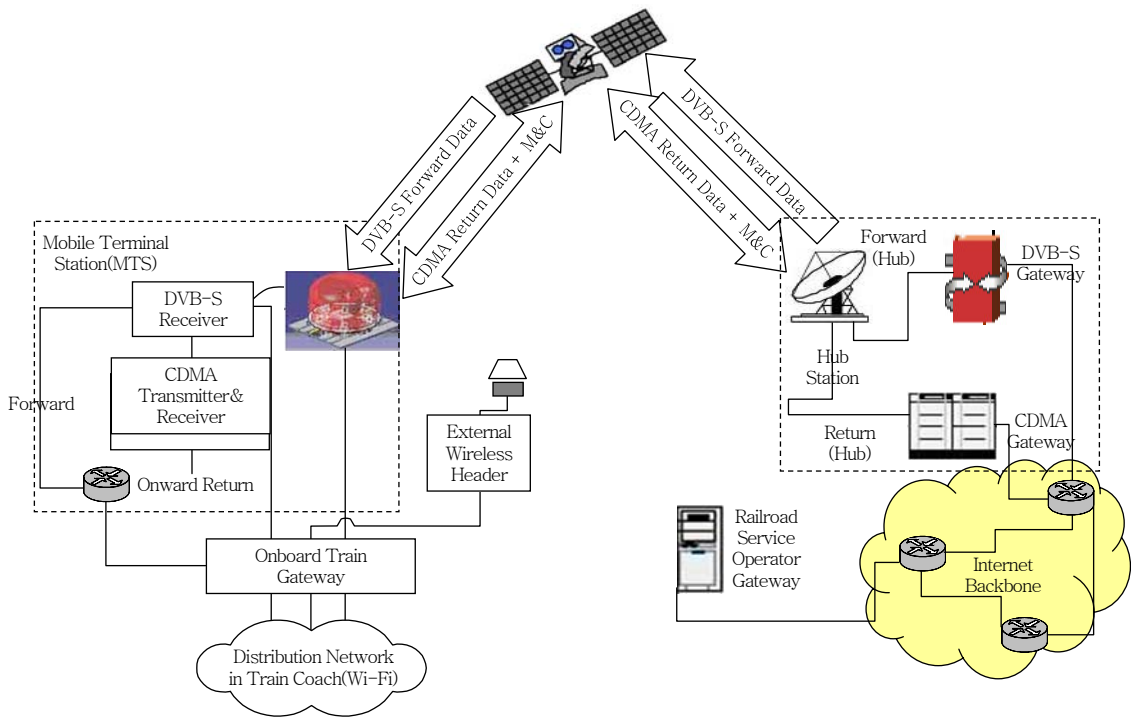
세계 최초 열차 무선 인터넷 서비스를 스웨덴과 영국의 상업용 20개 열차에서 서비스를 시작으로 2006년 현재 2000대 이상의 열차에서 4000명 이상이 사용하고 있다. 하향 데이터 접속은 DVB-S 기술을 이용하고, GSM(GPRS)과 3G(UMTS) 표준을 상/하향 접속에서 사용하며 기차역에서는 WLAN을 지원한다. 전송속도는 GPRS의 경우 64kbps에서 256kbps의 전송속도를 지원하며 UMTS의 경우 128kbps에서 1536kbps 전송속도의 성능을 보여 기존의 384kbps 전송속도보다 4배의 성능 향상을 보여준다. 향후 HSDPA 및 WiMAX 기술을 지원하고 Global WiFi 네트워크 로밍 구축을 예정하고 있다.

2) IST-FP5 FIFTH

Ku 밴드 대역에서 DVB-S를 하향 접속에 이용하고 있으며 터널구간을 위한 gap-filler 설계 및 인터넷 접속 속도향상과 서비스 지속성을 위한 네트워크 애플리케이션 설계에 대한 연구를 수행하였다. FIFTH 프로젝트의 후속으로 Alenia Spazio을 중심으로 SAET 프로젝트가 진행중이며 이 프로젝트는 양방향 위성을 기본으로, 이탈리아 중심의 열차 인터넷 접속 비즈니스 모델 구축을 목표로 gap-filler 개발, 통합 및 시연, 양방향 평면 배열 안테나 시제품 설계 및 구현에 대한 연구를 수행하여 2005년 6월 SNCF사와 시제품 테스트에 성공, 2005년 10월에 ETR-500 TRENITALIA 열차에서 전체 시스템 구현 완료 후 서비스하고 있다.

3) B2T

영국 21Net와 Thalys을 중심으로 Ku 대역을 이용하여 고속 이동 열차에 대해 양방향 위성 인터넷 접속 시스템을 구현하는 것을 목표로 진행한 프로젝트이다. 하향 접속을 위해서는 DVB-S을 사용하고 최대 4Mbps까지 지원하며 상향 접속은 proprietary return 접속으로 정의되어 있으며 최대 2Mbps까지 지원한다. 기술적인 실용가능성을 2004년 6월에 스페인 Thalys 열차에서의 실험결과 입증하고 2005년 4월에서 12월까지 파리에서 부루셀 구간의 TGV 열차에 시범서비스를 수행하였다.



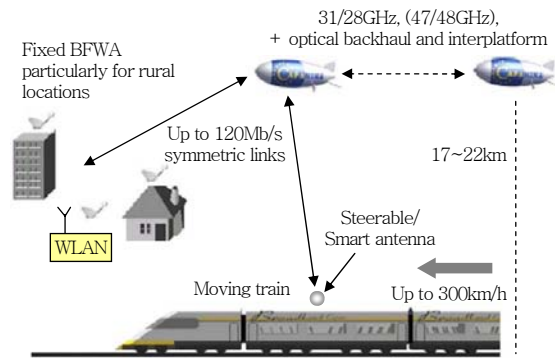
(그림 4) iHST 시스템 아키텍처

4) iHST

스페인의 INDRA사를 중심으로 고속 이동 열차에 대해 광대역 인터넷 접속 서비스 제공을 목표로 진행되는 프로젝트이다. (그림 4)는 iHST의 시스템 아키텍처를 보여준다. 기술적으로는 대역은 Ku 밴드를 사용하며 하향 접속을 위해 DVB-S 기술을 사용하여 데이터 서비스와 함께 방송 서비스도 지원하고 있으며 상향 접속의 경우 CDMA/DAMA를 사용하여 작은 안테나 크기와 저전력 HPA 구현의 이점을 가진다. 기술적 이슈로는 리턴 접속을 위한 안테나, 플랫폼 및 허브의 개발이 있으며 고속 이동 및 전력 제한 환경에 적합한 CDMA 시스템(동기 획득 기법 등) 개발 또한 주요한 이슈가 되고 있다. 현재는 모바일 터미널 및 허브 동작 확인 단계에 있으며 2006년 9월 최종 실험 완료를 목표로 개발 진행중이다.

5) IST FP6 CAPANINA Project

(그림 5)와 같이 HAPS를 사용한 고속이동체를



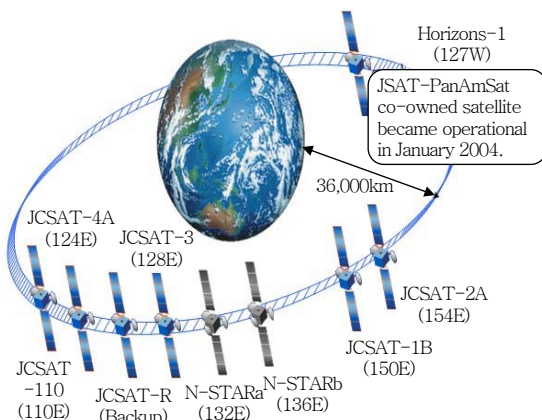
(그림 5) CAPANINA 시스템 모델

위한 광대역 통신 서비스 구축을 목표로 진행되고 있다. 지상망에 비해 넓은 지역(직경 60km)의 서비스를 특징으로 하며 링크 버짓이 69dB로 GEO 위성보다 유리한 장점을 가진다. 예를 들어 120Mb/s 서비스의 경우 30dB 만큼의 이득은 안테나 접시 크기를 30dB에 해당하는 만큼 줄일 수 있는 효과가 있을 것으로 나타난다. 지상에서 14~22km 상공에 위치한 HAPS을 이용하여 31/28GHz 대역에서 120 Mbps의 상, 하향 접속 서비스를 목표로 한다.

3. 해양 선박의 광대역 인터넷 서비스

해양 선박의 광대역 인터넷 서비스 제공을 위한 프로젝트로는 JSAT에 의해 진행되고 있는 Mega Wave Marine이 있다. (그림 6)과 같이 JSAT은 일본의 서비스를 위해 9개의 보유 위성 중 7개의 JSAT 위성을 운영하고 있으며 백업을 위해 하나의 추가적인 위성을 운영하고 있다. 또한 북미대륙을 목표로 Horizons-1 위성을 운영중에 있다[5].

서비스는 상향 접속의 N-STAR/INMARSAT 위성을 사용하여 최대 4.8kbps에서 64kbps 속도로 서비스된다. 하향 접속은 JSAT 위성 Ku 대역으로 3Mbps로 서비스되며 Ku 대역과 L 대역 위성을 상향 접속과 하향 접속에 혼용하여 서비스 비용을 낮추어 사용자 이용요금을 현실화하고자 연구하고 있다. 이 서비스는 유선 광통신 서비스의 100Mbps의 전송속도와 NTT Docomo/INMARSAT 위성 인터넷의 64kbps(uplink 4.8kbps)의 전송속도의 틈새 시장을 주요 타겟으로 하고 있다. 향후 서비스 지역을 Horizons-1 위성을 이용해 일본에서 미국 태평양지역으로 확장계획에 있으며 Ku 대역 양방향 안테나 도입 양방향 서비스를 기획중에 있다.



(그림 6) JSAT 위성 구성도

4. 위성 MBMS 설계 동향

위성을 이용한 항공기, 열차, 선박의 인터넷 서비스 제공을 위한 연구와 함께 UMTS, IMT-2000 등

개인형 이동 통신 서비스 및 MBMS 서비스를 위성을 이용해 제공하기 위한 연구 또한 활발히 이루어지고 있다. 이러한 연구의 기본 목표는 지상망 서비스가 지원되지 않는 도심 외곽지역이나 해양 선박 또는 항공기 등에 대해 위성을 이용해 UMTS와 같은 통신 기능을 지원하는 fill-in 서비스와 도심지역을 포함한 위성의 영향권에 MBMS를 제공하는 데 있다[6]-[8]. 특히 ETSI에서는 MBMS와 동시에 지상망 기반의 T-UMTS 서비스 위성을 이용하여 제공하는 S-UMTS를 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이에 대한 좀더 자세한 사항을 살펴보고자 한다.

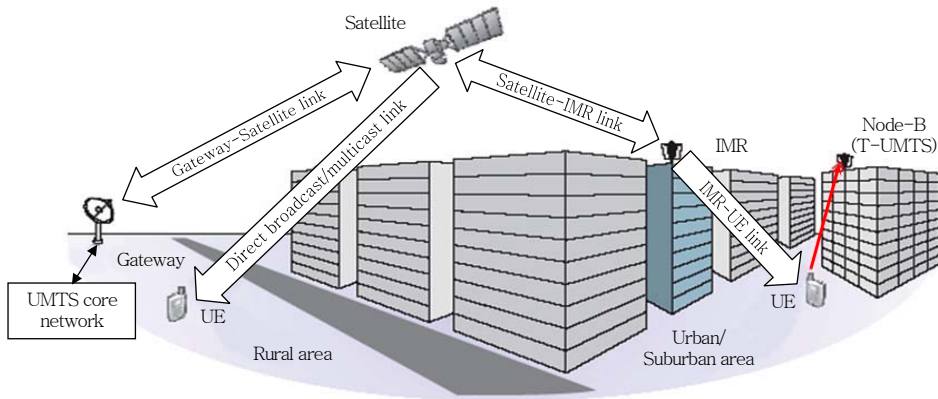
S-UMTS의 WCDMA 기반 위성 라디오 인터페이스의 목적은 MBMS 제공을 위하여 위성과 지상 UMTS의 통합을 쉽게 만드는 것이다[6]. S-UMTS/T-UMTS 시스템의 통합으로 얻을 수 있는 이익은 아래와 같다.

- 끊김 없는 서비스 제공
- 지상과 위성의 멀티 모드 사용자 단말을 통한 통합 서비스
- 지상 장비의 재사용(예: RNC 등)

또한 위성을 통하여 지상 셀룰러망이 관장하는 영역에서 방송 및 멀티 캐스트와 같은 보완적인 서비스 제공이 가능하며 지상망이 설치되어 있지 않은 지역 또는 주변 환경의 파괴로 인해 지상망이 동작하지 않은 지역에 대해 지상망 서비스를 동시에 지원할 수 있다.

가. 시스템 구조

위성을 이용한 MBMS를 제공하기 위한 시스템 구조는 (그림 7)과 같다. 앞서 언급한 방송 서비스 지원을 위한 순방향 접속의 경우 ETSI TR에서는 3GPP에서 정의한 방송서비스를 제공하기 위해 초점을 맞추고 있다[6]. 멀티캐스트 및 지상망 보안을 위한 서비스의 경우 역방향 접속이 필요하며 이는 기존의 2G/3G 지상망을 이용하거나 위성의 역방향 접속을 이용한다. 또한 광역의 서비스 지원을 위해 시스템은 하나 또는 여러 개의 위성 배치가 가능하



(그림 7) 지상 위성 연동 시스템

고, 각각의 위성은 하나 또는 다중 빔 영역을 가질 수 있게 설계한다. 주파수 대역으로는 MSS 주파수 대역을 사용하며 3GPP UTRA FDD 모드와 완전한 호환모드를 지원한다.

나. IMR

위성에서 신호를 전송하는 경우 빌딩이나 산 등에 의해 신호 경로가 차단되는 경우가 발생한다. 이러한 음영지역 문제를 해결하기 위해 IMR이 도입되었다. IMR의 역할은 음영지역에서 위성으로부터 신호를 받아 증폭하여 재전송하는 역할을 수행하며 MBMS의 효율적인 도심지역 서비스를 위해서는 반드시 필요하다. IMR이 설치되는 경우, 다음과 같이 3가지 형태의 서비스를 예상할 수 있다.

- 오직 위성에 의한 서비스 제공
- 위성 신호 경로가 차단되어 오직 IMR에 의해 서비스 제공
- 위성과 IMR에 의해 동시에 서비스 제공

IMR에는 두 가지 종류가 있다.

- On-channel repeaters: 신호를 수신하고 재전송할 때 동일 주파수 대역을 이용한다. Self-oscillation을 피하기 위하여 이득이 80dB 정도로 제한되고, 서비스 제공 영역이 좁다.
- Non on-channel repeaters: 신호 수신 주파수 대역과 재전송 주파수 대역을 다르게 이용한다.

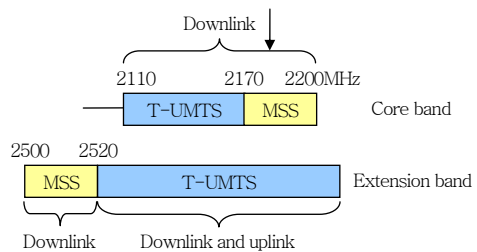
따라서 on-channel repeaters 보다 넓은 서비스 제공 영역을 제공하나, IMR로의 전송을 위한 추가적인 주파수 대역을 필요로 한다.

일반적으로 낮은 가격의 낮은 전력 IMR들은 지상 UTRAN node B와 같이 위치하여, 같은 서비스 제공 영역을 가질 수 있다. 또한 위성과 지상 IMT-2000의 주파수 대역이 근접하기 때문에 지상 기지국의 서브 시스템을 이용할 수도 있다.

다. 주파수 대역

S-MBMS 주파수 대역은 IMT-2000의 MSS 대역이 할당되었다. 위성에서 지상의 IMR과 사용자 단말에 전송하는 MBMS 데이터는 (그림 8)과 같은 지상망 UMTS에 대해 다음과 같이 할당된 주파수 대역을 이용한다.

- 2170~2200MHz 대역: WARC-92에서 MSS 하향 접속용 중심밴드(core band)로 할당되었다.



(그림 8) IMT-2000 스펙트럼 할당

- 2500~2520MHz 대역: WRC-2000에서 IMT-2000 MSS 하향 접속을 위한 확장밴드(extension band)로 할당되었다.

라. 기타사항

현재 ETSI 표준에서는 상향 접속에 대한 정확한 정의는 이루어져 있지 않다. 그러나 주파수 대역 후보들을 간단히 설명하였다. 위성 feeder 링크를 위한 게이트웨이는 27.5~30GHz의 주파수 대역에서 동작한다. IMR의 구성에 따라 위성에서 IMR로 전송하는 접속 주파수는 다음과 같다.

- On-channel IMR: 실내 환경에 적합한 대역인 2170~2200MHz로 설정
- Non on-channel IMR: HDFSS 대역인 19.7~20.2GHz을 이용하는 경우에는 실외 환경에 적합

위성 및 사용자 단말의 경우 시스템은 다양한 위성 배치형태에 적용할 수 있어야 한다(예: LEO, HEO, MEO 또는 GEO). 위성 시스템 형태는 제한되어 있지 않지만 현재의 실제적인 서비스 제공을 위하여 GEO 배치형태에 초점을 맞추고 있다. 위성빔의 형태는 단일빔 형태와 각 나라별로 다른 빔을 사용하는 다중빔 형태 모두를 고려하고 있다.

Ⅲ. 맺음말

지금까지 위성을 이용한 다양한 형태의 서비스 제공을 위한 연구들을 살펴보았다. 위성의 경우 광역 서비스가 가능한 장점으로 주로 항공기 및 고속 열차 그리고 선박 등의 서비스 지원을 목표로 연구가 진행중에 있으며 MOWGLY 프로젝트의 경우 DVB-S2/DVB-RCS와 같은 표준 기술을 기반으로 개발중이다. 고속 이동 열차를 위한 서비스의 경우 현재 대부분의 연구가 상용화 및 상용화 전 단계까지 이루어진 상황으로 향후 유럽에서의 활발한 열차 인터넷 서비스가 기대된다.

위성을 이용한 3G 또는 B3G 서비스 제공을 위한 작업은 도심 외각 지역에서의 3G의 이동 통신 서비

스와 함께 MBMS 서비스 제공을 목표로 하고 있다. MBMS 지원을 위해서는 특히 음영지역 해소가 주요 문제가 되고 이를 위해 IMR을 도입하고 있으며, 주파수 대역은 T-UMTS 대역 외에 MSS 대역을 추가적으로 할당 받아 이용하고 있다.

이상에서 살펴본 것과 같이 세계적으로 B3G 시스템을 위해 위성시스템의 개발이 활발히 이루어지고 있으며 이러한 위성의 특성을 활용한 연구는 유비쿼터스 통신 실현을 위한 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

약어 정리

B2T	Broadband To Trains
FDD	Frequency Division Duplex
FIFTH	Fast Internet for Fast Trains Hosts
GEO	Geostationary Earth Orbit
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communication
HAPs	High Altitude Platforms
HDFSS	High Density Fixed Satellite Service
iHST	internet for High Speed Trains
IMR	Intermediate Module Repeaters
LEO	Low Earth Orbit
LOS	Line of Sight
MBMS	Multimedia Broadcasting/Multicasting Service
MEO	Middle Earth Orbit
MOWGLY	Mobile Wideband Global Link Systems
MSS	Mobile Satellite Services
NLOS	Non Line of Sight
QoS	Quality of Service
SAET	Satellite Access to European Trains
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WiFi	Wireless-Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network

참고 문헌

[1] P. Vincent et al., "Mobile Wideband Global Link Systems-Aeronautical, Train and Maritime High-

- Speed Satellite Services," *AIAA ICSSC Conf.*, Dec. 2005.
- [2] M. Holzbock et al., "Advance of Aeronautical Communications in the EU Framework," *Int. J. Satell. Comm. Network*, Vol.22, 2004.
- [3] Kevin Choi, "MOWGLY(Mobile Wideband Global Link Systems) - Aeronautical, Train and Maritime High-speed Satellite Services," *Int'l Workshop and Demonstration of Satellite Internet Systems*, Vol.1, 2005, pp.44-49.
- [4] Anton Donner, "Always-On Communication for Train Passengers: Internet and Digital TV via Satellite-Based Systems," *Int'l Workshop and Demonstration of Satellite Internet Systems*, Vol.1, 2005, pp.4-18.
- [5] Takahiko Date, "New Maritime Broadband Services" *Int'l Workshop and Demonstration of Satellite Internet Systems*, Vol.1, 2005, pp.35-42.
- [6] ETSI TR 102 277 V1.1.1, "Satellite Earth Stations and Systems(SES); Satellite Component of UMTS/IMT-2000; W-CDMA Radio Interface for MBMS," 2004. 4.
- [7] M. Luglio and G. Corazza, "WiMax and Satellite Systems Interoperability Scenarios Identification," *Advanced Satellite Mobile Systems Conf.*, Vol.1, 2006, pp.373-380.
- [8] R. Giuliano et al., "Feasibility Assessment of WiMax and Geostationary Satellite Integration," *Advanced Satellite Mobile Systems Conf.*, Vol.1, 2006, pp.381-388.