

《主 題》

위성통신 주파수 이용현황과 전망

서 종 수

(연세대학교 전파공학과 부교수)

□ 차 례 □

- | | |
|------------------------|-------------------|
| I. 서 론 | IV. 저궤도 위성통신 |
| II. 위성통신용 주파수 이용현황과 전망 | V. 위성통신용 주파수 활용기술 |
| III. Ka-Band 정지궤도 위성통신 | VI. 결 론 |

요 약

위성통신용 궤도와 주파수 자원은 매우 한정적이며 최근에 정지궤도 위성과 저궤도 위성을 이용한 다양한 형태의 서비스에 대한 수요가 급증하고 있으므로 한정된 주파수 자원에 대한 효율적인 활용기술과 새로운 주파수자원 및 서비스 개발이 필요하다. 북미, 유럽, 일본은 1970년도 중반기부터 C-band를 이용하는 위성통신의 연구를 시작으로, 최근에는 L-band, Ku-band, Ka-band를 이용하는 위성통신에서 효율적으로 전력 및 주파수를 활용하는 방안에 대한 연구를 활발하게 진행하고 있다. 국내는 1980년도 하반기부터 Ku-band를 이용하는 위성통신에 대한 연구가 시작되었으나 아직도 장기적이고 구체적인 연구개발 계획이 미비한 상황이며 Ka-band 정지궤도와 L-band 저궤도 위성통신 기술의 연구개발은 아직 초보적인 단계이다. 따라서 본 논문에서는 위성통신용 주파수의 국제적인 이용현황과 추세를 분석하여 향후 국내에서 정지궤도 및 저궤도 위성의 궤도와 주파수 확보 및 활용에 참고가 되도록 한다.

I. 서 론

1972년 캐나다의 Anik-A 정지궤도 위성이 C-band를 이용한 자국내 위성통신 서비스를 처음 시작한 이후로, 세계적으로 통신위성에 의한 서비스의 종류 및 수요는 급증하고 있으며 이미 C-band는 포화 상태에 있고 Ku-band 역시 머지 않아 포화상태에 이를 것으로 전망된다. 따라서 미국, 캐나다, 독일, 프랑스, 일본 등은 이미 Ka-band를 이용한 위성통신 서비스를 제공 중, 또는 개발 중에 있다.

위성에 의해서 제공되는 서비스의 종류 역시 매우

다양하게 변화하고 있다. C-band는 주로 전화, TV중계, 데이터 통신, 기업통신, CATV 프로그램 배급, 영상전송, 신문지면 전송용으로 사용되었으며, 또한 아날로그 전송방식이 널리 사용되었다. 근래에는 Ku-band를 이용한 화상전화, 화상회의, PC통신, 전자우편(E-mail), 고속 팩시밀리 통신, 기업간 사설데이터 통신(VSAT) 서비스가 제공되고 있으며, 디지털 전송방식을 사용하므로 주파수 사용효율이 아날로그 방식보다 뛰어나다. 최근에는 Ka-band를 사용하여 고속 광대역의 오디오, 데이터, 영상등의 Multimedia 서비스를 제공하고 지상망의 초고속정보 통신망과 연계

하여 세계적 종합통신망을 구축하는 차세대 통신위성이 개발되고 있다.

저궤도 위성은 비정궤도 위성으로 최근에 전세계를 연결하는 디지털 셀룰라 이동위성통신, 개인휴대통신(PCS), 이동데이터 통신용으로 Motorola, Qualcomm, Inmarsat, Orbcomm, TRW사 등이 매우 활발하게 개발을 추진하고 있다.

한편, 국내는 1995년 7월에 Ku-band의 방송통신 복합정지위성인 무궁화호를 발사하여 1996년부터 음성, 데이터, 화상회의, 기업통신(VSAT), 디지털 TV 방송, CATV 중계등의 서비스를 시작할 예정이다.

위성통신용 주파수는 국제통신연합(ITU)의 세계 무선통신 주관회의(WARC)에서 그 분배를 결정한다. 통신위성의 발사를 계획하는 나라의 주관청은 위성의 운용개시 예정 5년전에 국제 주파수등록 위원회(IFRB)에 통지하며, IFRB는 ITU에 가맹한 모든 주관청에 사전공포하여 인접국의 기존위성과 발사에정 위성간의 간섭문제 여부를 확인토록 한다.

이와 같이 급증하는 위성통신의 수요에 비교하여 위성통신용 궤도, 특히 정지위성궤도는 360도로 한정되고, 위성통신에 사용되는 주파수대역도 한정되어 있으며 그것의 확보를 위한 국제등록에는 오랜시간과 비용이 소요되나, 국내 관련기관 및 업체는 이에 대한 인식이 부족한 형편이다.

또한 아시아, 태평양지역의 위성궤도와 주파수는 현재 그수요가 급증하고 있으나 국내는 무궁화 위성의 궤도와 주파수 이외에는 아직 구체적 이용계획이 없으므로, 국제적인 이용추세를 파악하여 위성궤도와 주파수 확보를 위한 장기적인 계획과 추진방안이 시급한 실정이다.

저궤도위성의 경우 몇몇 국내 통신업체가 외국의 저궤도위성사업에 수동적 참여를 하고 있으나, 향후의 독자적 서비스를 위한 저궤도위성 궤도 및 주파수 확보를 위한 노력이 전무하므로 이에 대한 인식재고가 필요하다.

II. 위성통신용 주파수 이용현황과 전망

위성통신은 지구의 대류권과 전리층의 영향을 비교적 적게 받는 300MHz-10GHz의 주파수대역 중, 특히 1-10GHz 대역의 주파수를 가장 많이 사용하고 있으나 최근 위성통신의 수요가 급증함에 따라 10GHz 이상의 주파수 자원활용에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다.

국제통신위성기구(INTELSAT)의 정지궤도위성은 INTELSAT 1호에서 4호까지는 모두 C-band를 사용하였고, 5호와 6호는 C-band와 Ku-band를 함께 사용하여 C-band의 global beam과 zone beam, Ku-band의 spot-beam을 사용하여 국제전화, TV중계 서비스를 제공하고 있다. INTELSAT 5호는 L-band 중계기도 탑재하여 해상통신 서비스를 제공한다.

국제해사 위성통신기구(INMARSAT)는 1982년부터 선박과 육상 또는 선박 상호간의 전화, 텔렉스, 데이터, 팩시밀리, 조난구조(SAR)등의 서비스를 제공하고 있다. 해안 지구국과 위성사이는 고정위성 서비스(FSS)용 주파수중 C-band를 사용하고, 선박 지구국과 위성사이는 L-band를 사용한다. 선박 지구국의 수는 많지만 국가마다의 통신빈도가 낮으므로, 통신이 필요할 때마다 통신회선의 할당을 요구하는 DEMAND ASSIGNMENT 방식을 사용하여 위성중계기의 주파수 대역을 효율적으로 사용한다.

또한, INMARSAT는 L-band와 C-band를 항공이동 위성 서비스용으로 사용하여, Inmarsat-Aero, Inmarsat-H등의 전화, 데이터, 팩시밀리 서비스를 항공기간 또는 지상과 항공기간에 제공하고 있으며, Multi-spot beam을 사용하는 Inmarsat-L과 Inmarsat-I 서비스를 개발중에 있다.

위성방송은 DBS 또는 FSS에 의한 TV방송과 Digital Audio Broadcasting(DAB)이 있다. TV방송은 C-band를 사용하는 기존의 TVRO(TV Receive Only) 방식이 있으나, 최근에는 Ku-band를 사용하는 DBS 또는 DTH(Direct-to-Home) 방식이 보편화되고 있다.

DAB 위성 서비스를 위하여 1992년 세계 무선통신 주관회의(WARC'92)는 그 사용주파수를 다음과 같이 배정하였다. 즉, 전세계적 공용 주파수는 1.452GHz-1.492GHz의 L-band이며, 러시아와 우크라이나에게는 2.535GHz-2.655GHz 대역도 함께 배정하였다. 미국은 WARC'92가 배정한 주파수와는 별개로 2.31GHz-2.36GHz의 S-band 사용을 계획하고 있으며, 인도는 상기 세가지 주파수 모두를 사용할 계획으로 있다.

현재, 고정위성서비스(FSS)용으로 6/4GHz, 8/7GHz, 14/11-12GHz, 30/20GHz대가 분배되어 있고, 이동위성 서비스(MSS)용으로 1.6/1.5GHz, 2.6/2.5GHz(국내용), 8/7GHz, 30/20GHz대가 분배되어 있다. 위성통신의 주파수별 사용현황 및 전망은 다음과 같다.

1) L-band(1.6/1.5GHz대) : INMARSAT(국제해사위성기구)는 태평양, 대서양, 인도양 상공에 1.6/1.5GHz대 위성을 띄워 전세계에 FSS 서비스를 제공하고 있

다. 최근에는 L-band를 이용하는 저궤도위성에 의한 위성휴대통신 시스템의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 즉, Motorola사의 Iridium, Loral-Qualcomm사의 Globalstar, Inmarsat의 Project-21, TRW사의 Odyssey 프로젝트들이 진행 중에 있다.

2) C-band(6/4GHz대) : 위성통신 시스템의 개발 초기에 기술적으로 또한 가장 경제적으로 시스템 구현이 가능하였고 따라서 가장 널리 사용되었던 주파수 대역으로 현재 특히 북미 상공의 궤도가 6/4GHz대 위성으로 혼잡하며, 동일 주파수대의 지상 마이크로 파 통신망과의 간섭문제가 심각하다.

3) Ku-band(14/11-12GHz대) : 6/4GHz대의 혼잡과 지상망과의 간섭을 피하기 위하여 Ku-band를 사용하는 위성이 급증하고 있으며 특히, 유럽에서 널리 사용되고 있다.

4) Ka-band(30/20GHz대) : 인접 위성 또는 지상망과의 간섭을 피하기 위하여 최근에 Ka-band를 사용하는 위성이 증가하고 있으며 현재 운용 또는 개발중에 있는 위성은 다음과 같다.

미국 : NASA의 ACTS (I), Hughes 항공사 Spaceway (II)

캐나다 : SPAR 우주항공사 Advanced SATCOM (II)

일본 : NTT사 CS-2 (I)

프랑스 : 우정성 (I)

독일 : DFS (I)

유럽 : ESA의 L-SAT (I)

이탈리아 : ITALSAT (I)

* 참고 : (I) 운용중, (II) 계획중

III. Ka-Band 정지궤도 위성통신

차세대 Ka-Band 위성통신은 전세계를 연결하는 고속정보통신망으로서 지상의 모든 통신망과 연계하여 동작하며 지상 멀티미디어 통신망의 Bandwidth-on-demand(BOD : 주문형 주파수대역) 기능도 갖게 될 것이다. 또한 Narrow & Wide multi-spot beam, On-board signal processing, On-board-Switching, 고속 디지털전송 및 Intersatellite link 기술등의 최첨단 위성통신기술을 활용한다. 세계의 Ka-band 정지궤도 위성 중 다음은 일본 NTT가 운용 중인 CS-2 위성과, 현재 개발추진 중에 있는 미국 휴즈항공사의 Spaceway 위성과 캐나다 SPAR 우주항공사의 Advanced SATCOM 위성에 대해 고찰한다.

3.1 일 본

일본의 NTT는 1977년 12월부터 CS위성을 사용하여 Ka-Band에서의 위성통신 실험을 시작하였고, 1983년 2월부터 CS-2위성을 사용하여 전화, 데이터, TV 중계, 기업통신등의 서비스를 제공하고 있다. 일본은 30/20GHz의 Ka-band를 사용하여 본토에서 60Mbps 용량의 시외중계 회선을 공급하고, 6/4GHz의 C-band를 사용하여 본토와 낙도를 연결하는 100Mbps 용량의 시외중계회선을 공급하고 있다. 본토에서 Ka-band를 사용하는 것은 C-band 지상망과의 간섭을 피하기 위해서이다.

3.2 미 국

휴즈항공사는 최근 아시아-태평양, 북미, 중남미, 유럽-아프리카 네곳의 지역별 고정위성(FSS : Fixed Satellite service)을 이용하여 지구상의 모든 지역을 연결하는 위성통신 시스템의 개발을 추진하고 있다. 상기 시스템은 저개발국가에서는 국내, 국제전화를 PSTN과 연결하여 완벽한 전화서비스를 제공하며 개발국가에서는 고속데이터, 비디오, 화상전화, 상용 디지털 TV방송, 라디오 방송, 원격회의, 고속 image 전송, 사설데이터망 서비스뿐만 아니라, 한정된 주파수 대역을 보다 효율적으로 사용하는 BOD 등의 다양한 서비스를 매우 경제적으로 제공하기 위한 것이다.

이를 위해 미국의 휴즈사는 Spaceway 프로젝트를 추진중에 있으며 1998년에 일차운용을 시작하고 2000년에는 Intersatellite Link(ISL)를 가동함으로써 범세계적 Wideband 네트워크를 구축하며, 따라서 세계의 모든 지역을 단일통신으로 결합하는 Global Information Infrastructure(GII)를 구축할 계획이다.

Ka-Band와 위성 spot beam을 사용함으로써 66cm 직경의 소형지구국 안테나를 사용하여도 고품질의 멀티미디어 서비스가 가능하다. 위성중계기의 사용 가능 대역폭은 북미지역의 위성궤도에서는 1GHz이며 그외 지역은 2.5GHz이다. 이것은 기존의 Ku-Band 위성시스템과 비교하여 사용가능 대역폭이 2.5배로 확장되는 것이며, 또한 spot beam 기술을 활용함으로써 주파수 재사용률이 최대 12배가 되므로 위성중계기의 대역폭이 2.5GHz일 경우, 최대 사용가능 주파수 대역은 30GHz가 된다. 이것은 240만 전화회선의 동시통화에 상당하는 용량이다.

Spaceway 프로젝트는 정지궤도상의 6개 위치에 총 17개의 위성을 배치하여 전세계를 단일통신으로 만든다. 즉, 정지궤도상에서 북미지역은 101도

W.L(서경)과 99도 W.L에 각각 2개의 위성을, 아시아-태평양지역은 110도 E.L(동경)에 4개의 위성을 띄우게 되며, 175도 E.L에 동아시아와 미국을 직접연결하는 위성을 띄우게 된다. 따라서 Spaceway는 저궤도 위성보다 작은 숫자의 위성으로 전세계를 통신권에 포함하며, 또한 INTELSAT이 규정하고 있는 궤도간 간격 2도를 만족하므로 필요에 따라 위성의 숫자를 충분히 늘릴 수 있다.

Spaceway의 각 위성은 총 48개의 uplink spot beam과 downlink spot beam을 가지며, 각각의 spot beam은 120MHz의 대역폭을 가지고 narrow beam과 wide beam의 두가지로 구성된다. Narrow spot beam은 인구밀도가 높은 지역에서 사용하며 400마일 직경의 지역을 커버하고, wide spot beam은 인구밀도가 다소 낮은 지역에서 사용하며 1200마일 직경의 지역을 커버한다. wide spot beam의 G/T와 EIRP는 narrow spot beam의 G/T와 EIRP 보다 작다.

Spaceway의 주파수계획은 Uplink(지상-위성) 전송은 Ka-band 중 27.5GHz에서 30GHz 대역을, downlink(위성-지상) 전송은 17.7GHz에서 20.2GHz 대역을 사용한다. 상기 대역은 이미 고정위성 서비스(FSS)용으로 할당되어 있으며 그림1은 북미, 그림2는 아시아-태평양지역의 주파수 및 편파 활용계획을 보여 주고

있다. 북미의 경우 위성 1&2는 101도 W.L에 위치하며 각각 1GHz의 주파수 대역폭을 차지하고, 위성 3&4는 99도 W.L에 위치하며 위성 1&2와 동일한 주파수 대역을 차지한다. 아시아, 태평양, 유럽-아프리카, 중남미지역은 각각 4개의 위성이 각각 2.5GHz의 주파수대역을 사용한다. 그림3의 환태평양 지역의 위성은 단일 hop 구성에 의해 전파 시간지연을 최소화하며 500MHz 주파수대역을 사용하여 아시아-태평양과 미국 서부해안 지역의 인구 고밀도 지역에 각종 통신 서비스를 제공한다.

환태평양 지역의 위성을 제외한 모든 위성은 60GHz 주파수대역에서 동작하는 ISL장비를 탑재한다. 60GHz 대역의 신호는 지구대기권에서 거의 모두 흡수되므로 기존 또는 장래에 운용될 지구위성간 통신 및 방송시스템에 미치는 영향은 무시할 정도이다. ISL에 사용될 주파수는 59GHz에서 64GHz, 또는 54.25GHz에서 58.2GHz대역이다.

Spaceway위성의 intersatellite link는 위성간의 상호접속을 위해 동서로 향하는 직경 6피트의 crosslink 안테나를 탑재한다. ISL은 동서 각방향으로 1GHz의 대역폭 즉, 동서 link는 59.5GHz-60.5GHz, 서동 link는 62.5GHz-63.5GHz를 사용하여, 최대 1Gbps의 데이터를 송수신한다.

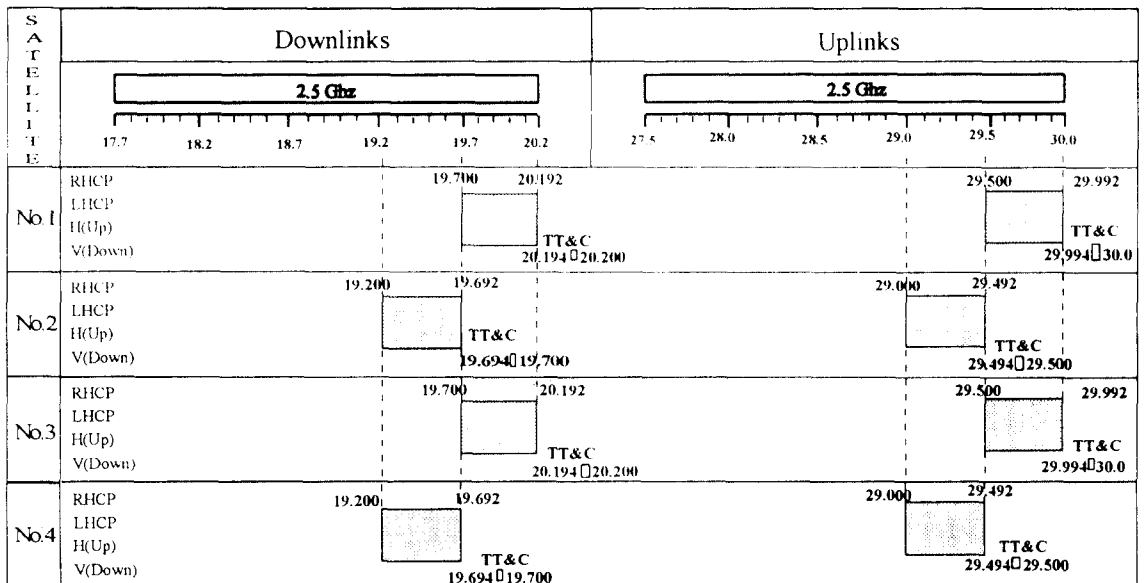


그림 1. 북미지역 Spaceway 위성주파수 및 편파 활용 계획

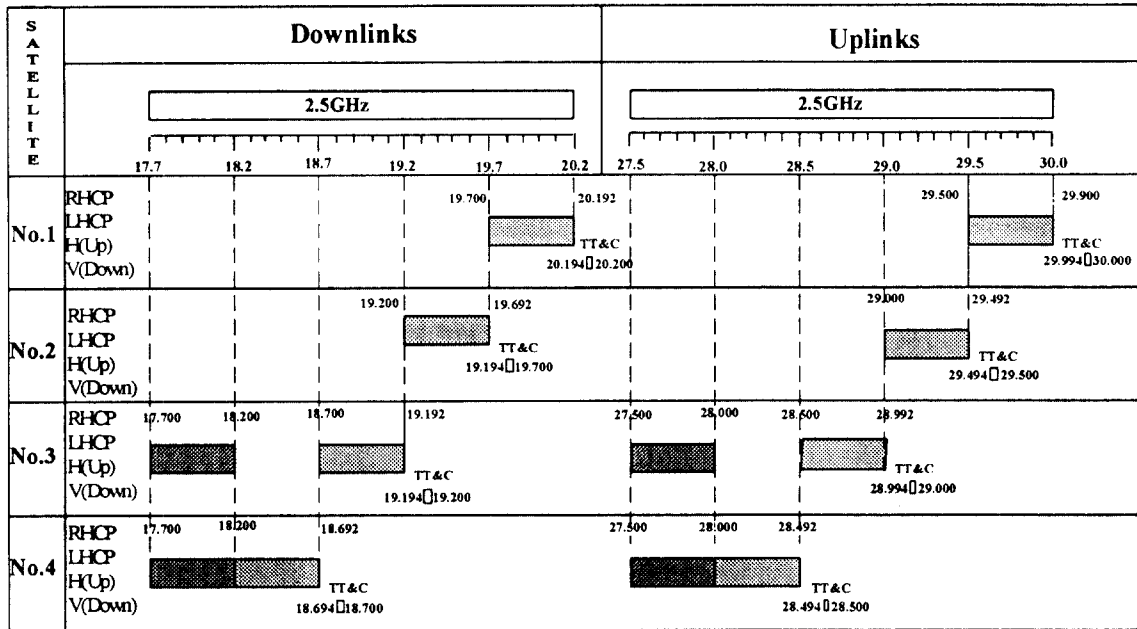


그림 2. 아시아-태평양지역 Spaceway 위성주파수 및 편파 활용 계획

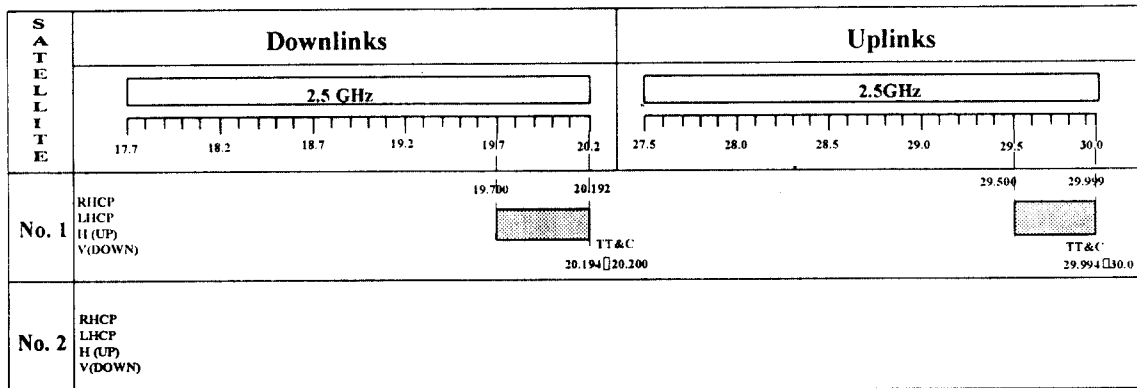


그림 3. 환태평양지역 Spaceway 위성주파수 및 편파활용 계획

On-station TT&C 작동은 Ka-band를 사용하며 transfer-orbit TT&C 작동은 기존의 TT&C 지구국 장비를 최대한 활용하기 위해 C-band(즉, Uplink는 5.925-6.425GHz, downlink는 3.7-4.2GHz)를 사용한다.

3.3 캐나다

캐나다 SPAR 우주항공사는 29.5/19.5GHz의 Ka-band를 사용하는 Advanced SATCOM 통신위성을 발

사하여 1998년에 그 첫번째 운용을 개시하고, 2000-2005년에 이를 100% 가동하여 음성, 데이터, 영상의 Multimedia 서비스를 제공하는 프로젝트를 추진하고 있다. 이것은 고속정보통신을 위한 지상망이 연결되지 않는 산간도서 벽지나 북미를 운항하는 항공기에 고속정보통신망 서비스를 제공하고, 이동체에 고속 VSAT 서비스를 제공하며, 또한 고정, 지상이동체 및 항공이동체에 장치되는 멀티미디어 terminal에 PCN

서비스를 제공한다.

Ka-band에서 사용하는 Multi-spot beam의 수는 캐나다 전역을 커버하는 64개의 narrow beam과 북미 전역을 커버하는 32개의 wide beam이다. 또한 Ku-band에서 4개의 beam을 사용하여 사설기업 통신망으로 사용하며 wide band VSAT 서비스를 제공한다.

Advanced SATCOM은 위성중계기의 주파수를 효율적으로 사용하기 위하여 On-board processing, Multi-frequency TDMA, Multi-spot beam기술을 사용하며, uplink에서 carrier hopping, downlink에서는 beam hopping 방식을 사용한다. 또한 위성시스템의 효율적인 전력사용을 위하여 항공기와 지상이동체의 uplink 변조방식으로 SQAM(Superposed Quadrature Amplitude Modulation) 방식을 사용한다. 그림4는 Advanced SATCOM이 계획하는 위성통신망의 서비스 내용을 보여 준다.

IV. 저궤도 위성통신

4.1 L-band 저궤도 위성통신

표1은 최근에 추진되고 있는 L-band를 이용하는 저궤도위성에 의한 위성휴대통신 사업계획 즉, Motorola사의 Iridium, Loral-Qualcomm사의 Globalstar, Inmarsat의 Project-21, TRW사의 Odyssey 프로젝트 내용을 비교한다.

4.2 VHF-band 저궤도 위성통신

WARC'92는 VHF와 UHF대 주파수를 이동위성통신 서비스용으로 할당하고 있다. 미국의 Orbital Science사는 지상 785km, 적도로 부터 45도 경사궤도에 26개(최대 32개 발사예정)의 저궤도위성 ORBCOMM을 띄워서, 전세계에 양방향 이동 데이터 통신과 Message 통신 서비스를 1995년 하반기부터 개시할 예정

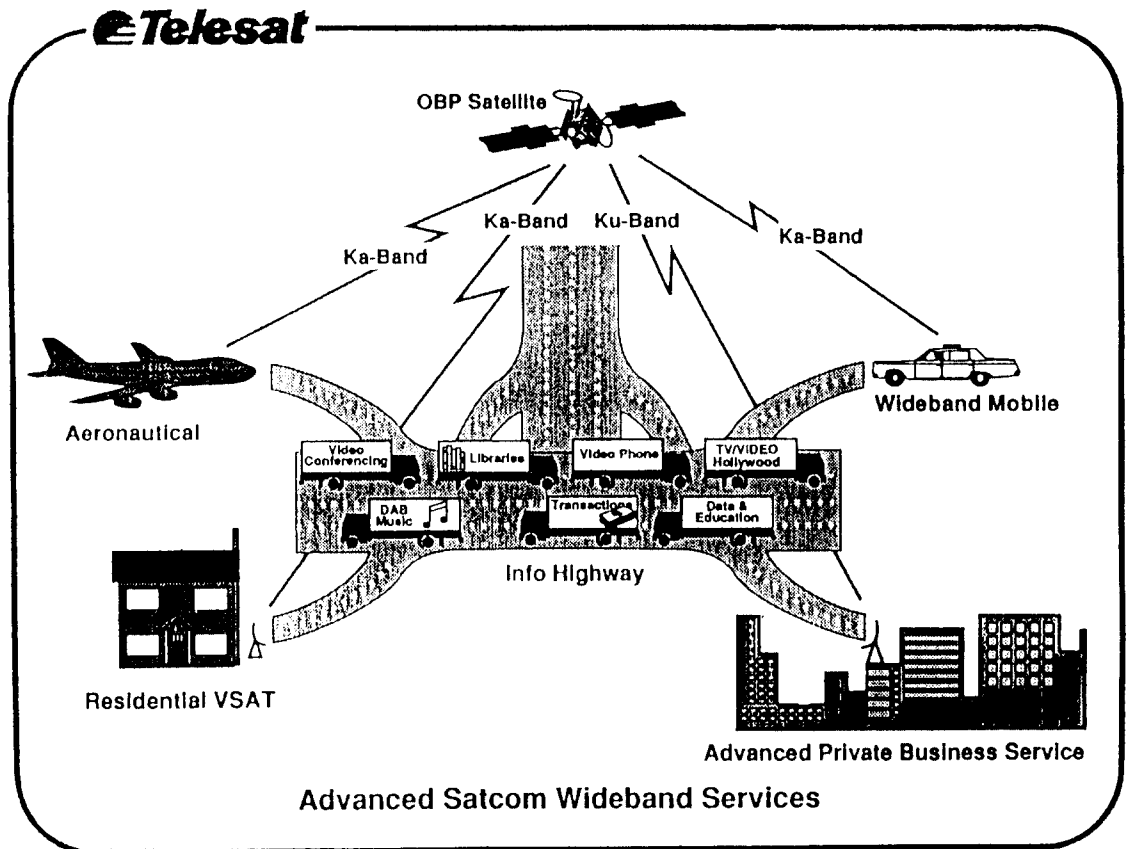


그림 4. Advanced SATCOM을 이용한 Multimedia Service 계획

표 1. 저궤도 이동위성통신 사업별 비교

구 분	Project-21	Iridium	Globalstar	Odyssey
추진주체	Inmarsat	Motorola	Loral/Qualcomm	TRW
위 성 수	ICO : 12	66개	48개	12개
궤도높이	ICO : 10,355 Km	780 Km	1,400 Km	10,350 Km
경사궤도	45도	86도	52도	50도
통신방식	TDMA	TDMA	CDMA	CDMA
서비스시기	1999	1998	1997	1997
서비스구역	전 세계	전 세계	전 세계 (초기 북미대륙)	전 세계 (초기 북미대륙)
서비스내용	이동전화, 무선호출 팩시밀리, 데이터 위치확인	이동전화, 무선호출 팩시밀리, 데이터 위치확인	이동전화, 무선호출 팩시밀리, 데이터 위치확인	이동전화, 데이터 위치확인
주 파 수	이동링크 2.0/2.2 GHz 피딩링크 30/20 GHz 5/7 GHz	1.6/1.6 GHz 30/20 GHz	2.5/1.6 GHz 30/20 GHz 5/7 GHz	2.4/1.6 GHz
Beam수	85	48	16	

이다. ORBCOMM은 137-150MHz의 VHF대를 사용하여 비상경보(무인감시/측정), 위치확인(도난차량, 운송화물, 조난구조), 원격 데이터수집, 개인통신, E-mail 등의 서비스를 제공할 것이다.

V. 위성통신용 주파수 활용기술

미국의 FCC는 인접위성간의 상호간섭 신호의 크기를 규정하고 있으며, 이에 따른 위성 간의 궤도 간격을 규정하고 있다. 즉, FCC는 1983년 이전에는 위성간 궤도 간격을 4도로 규정하였으나, 위성통신의 수요증대에 따라 1983년 이후부터는 위성궤도 간격을 2도로 규정하고 있으며 따라서 정지궤도 상에서 사용 가능한 위성의 최대 숫자는 2배로 증가하게 되었다. 그러나 이것은 위성의 자세안정 기술의 발전(현재 WARC 요구사항 ± 0.1 도), 안테나의 main-to-side-lobe 전력비의 개선, 위성탑재 및 지구국 통신시스템의 성능향상 등 위성통신 시스템의 요소기술이 발전함으로써 가능하게 되었다.

위성통신에서는 넓은 주파수대역의 분배도 중요한 것이지만, 한정된 주파수자원에서 할당된 주파수를 효율적으로 사용하는 것이 더욱 중요하다. 위성통신에서 효율적인 주파수 사용을 위한 요소기술은 다음과 같은 것이 있다.

1) Orthogonal polarization(직교편파) 기술

직교하는 두 편파에 각각 동일 주파수를 사용함으로써 위성중계기의 전송용량을 두배로 증가시킨다.

- Linear Polarization
- Circular Polarization
- Cross polarization cancellor
- 2) Coding & Digital modulation 기술
 - 디지털 주파수 협대역화 기술
 - Trellis coded modulation
 - Stepped-square M-ary QAM
- 3) 음성 및 영상 Data compression 기술
 - Vocoder
 - MPEG source codec
- 4) 음성인식 디지털신호처리 기술
 - FDMA 전송 시스템용 Voice activation
 - TDMA 전송 시스템용 Digital speech interpolation
- 5) Satellite On-board-Processing(OBP) 기술

위성중계기가 복조와 재변조, 복호와 재부호화, 중계와 beam switching, 간섭신호 제거등의 기능을 수행함으로써 위성 채널의 uplink와 downlink를 서로 독립적으로 유지하며 따라서 전체 위성 채널의 link error rate 성능을 향상시킨다. uplink와 downlink의 변복조 방식이나 다중접속 방식이 서로 일치할 필요가 없으므로 각 link가 독립적으로 각각의 주파수 및 전력효율을 최대로 할수 있는 시스템을 설계할수 있다.

On-board switching은 가입자의 요구에 따라 위성을 순간접속하게 하며 최적의 spot beam에 의해 정보를 전송토록 routing하므로 통신 traffic을 매우 유연하게 처리할 수 있다. 또한 지상망 interface(즉, Hub)를 이용하여 가입자간에 PSN을 통하는 공중망과 그것을

bypass 하는 사실방등의 다양한 접속방식을 제공함으로써 traffic을 최적으로 분산 처리할 수 있다.

6) 위성다중접속(Multiple access) 기술

- FDMA
- TDMA
- CDMA

7) Satellite-switched TDMA 기술

Multi-spot beam을 사용하는 다수의 위성이 있을 때 각 위성의 위성중계기 간에 spot-beam을 배치함으로써 주파수 재사용율을 높이고, switching 순서를 최적화함으로써 traffic 처리능력을 최대로 유지한다.

8) Intersatellite link(ISL) 기술

지상과 위성간 사용하지 않는 밀리파대(Spaceway의 경우 60GHz)의 높은 주파수를 사용하여 위성간 통신 traffic을 배분하고 최적으로 routing(경로전환)함으로써 한정된 주파수 자원을 효율적으로 활용한다.

9) Multi-spot beam 기술

지상 셀룰라 이동통신과 유사한 개념으로 일정 서비스 지역을 다수의 작은 지역(zone)으로 분할하여, 위성은 각지역을 별개의 주파수를 가지는 beam으로 조사하고 인접 서비스 지역은 다시 동일 주파수를 사용함으로써 주파수 재사용율을 높인다. 최근에 발사 운용되고 있는 대부분의 Ka-band 위성들은 Multi-beam을 사용하고 있다.

10) Bandwidth-on-demand (BOD) 기술

통신 채널이 필요할 때마다 필요한 만큼의 주파수 대역 할당을 요구하고 사용후 다시 반납함으로써 위성중계기의 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용한다.

11) Frequency hopping 기술

- Carrier hopping (Uplink)
- Beam hopping (Downlink)
- MF(Multiple Frequency)-TDMA

12) HPA linearization 기술

FDMA나 TDMA 전송 시스템에서 uplink와 downlink의 전송신호의 스펙트럼을 압축된 상태에서 확산됨이 없이 송수신할 수 있도록 하기 위해 지구국과 위성중계기의 HPA, TWTA 또는 SSPA의 AM/AM 특성을 linear하게 하고, AM/PM 특성을 constant하게 한다.

이밖에도 위성통신 채널에서 VHF대, UHF대, 준마이크로파대(1-3GHz), 마이크로파대(3-10GHz), 밀리파대(30-100GHz)의 전파전파 특성을 연구하여 상기 주파수 대역을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 기술을 개발한다.

VI. 결 론

위성통신용 주파수 자원은 매우 한정적인 것이므로 이에 대한 효율적인 활용기술과 새로운 주파수자원 및 서비스 개발이 필요하다.

C-band를 이용하는 위성통신의 연구가 1970년도 중반기부터 시작된 이래로, 최근에는 L-band, Ku-band, Ka-band를 이용하는 위성통신에서 효율적으로 전력 및 주파수를 활용하는 방안에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

특히 북미에서는 Ka-band 정지궤도 위성을 이용하여 고속의 multimedia 서비스를 이동체의 VSAT(Very small aperture terminal)에 제공하며, 항공기에 초고속 정보통신망 서비스를 제공하는 계획과, L-band 저궤도 위성을 이용하여 위성휴대통신 서비스를 제공하는 계획이 본격적으로 추진되고 있다.

국내에는 1980년도 하반기부터 Ku-band를 이용하는 위성통신에 대한 연구가 시작되었으나 아직도 장기적이고 구체적인 연구개발 계획이 미비한 상황이며 Ka-band 정지궤도와 L-band 저궤도 위성통신기술의 연구개발은 아직 초보적인 단계이다. 따라서 위성통신용 주파수의 국제적인 이용현황과 추세를 파악하고 주파수 활용방안에 대한 연구분석을 통하여, 향후 국내에서 정지궤도 및 저궤도 위성통신을 위한 주파수 확보 및 활용방안을 정립토록 한다.

참 고 문 헌

1. Jong-Soo Seo, K. Feher, "Bandwidth Compressive 64-state SQAM Modems for Nonlinearly Amplified SATCOM Systems," International Journal of Satellite Communications, Vol.9, June 1991.
2. K. Feher, et al., "Special Issue on Digital Satellite Communications," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. SAC-1, No. 1, Jan. 1983.
3. Robert K. Kwan, et al., "Satellite Communications toward the Year 2000," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. SAC-5, No. 4, May 1987.
4. K. Murthy, et al., "Advances in Satellite Communications Networking and Applications," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 10, No. 2, Feb. 1992.
5. K. Murthy, et al., "Advances in Satellite Communications Networking and Applications II," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 10, No. 6, Aug. 1992.

6. Tri T. Ha, Digital Satellite Communications,
McGraw-Hill, 1990.

서 증 수

- 1975 : 연세대학교 공과대학 전자공학과 공학사
- 1983 : University of Ottawa, Canada 공학석사
- 1988 : University of Ottawa, Canada 공학박사
- 1975~1981 : 금성정밀 중앙연구소 연구원
- 1987~1989 : (카) IDC위성통신 (주) 책임연구원
- 1990~1992 : 삼성종합기술원 정보시스템연구소 수석연구원
- 1992~1993 : (카) IDC위성통신 (주) 책임연구원
- 1993~1995 : Canadian Astronautics Ltd. 책임연구원
- 1995. 3~현재 : 연세대학교 공과대학 전자공학과 부교수
- 주요연구분야
 - 디지털 위성통신, 이동위성통신시스템
 - 디지털 방송시스템
 - 디지털 변복조방식
 - 디지털 마이크로웨이브 전송방식