

〈主 題〉

Ka 대역 위성통신 서비스 현황

박 병 호, 이 해 선
(한국통신기술 주식회사 연구소)

□ 차 례 □

I. 서 론
II. Ka 대역 위성시스템의 개발 현황

III. 결 론

요 약

다양한 형태의 서비스에 대한 수요가 급증하면서 한정된 궤도와 주파수를 이용한 위성통신기술에 대한 효율적인 주파수 활용기술과 새로운 서비스의 개발이 필요하게 되었다. 위성통신시스템의 개발초기에 가장 널리 사용되었던 C대역은 거의 포화상태에 이르렀고, Ku대역도 역시 머지않아 포화상태에 이를 전망이다.

기존의 위성시스템은 주로 방송이나 기업간 사실대 이타동의 서비스를 공급해왔는데, 최근에는 개인사용자를 위한 고속 대용량 데이터, 영상, 음성등의 멀티미디어 통신서비스 공급의 필요가 대두되면서, 광대역통신을 할 수 있는 Ka대역을 이용한 위성통신시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 서론부에서는 위성통신 주파수의 C대역, Ku대역, Ka대역별 이용현황이 간략히 소개되고, II 장에서는 Ka대역의 전파특성에 대하여, III 장에서는 최근 Ka대역의 위성시스템 활용기술 및 서비스 발전방향에 관한 각국의 현황을 파악하고, IV 장 결론에서는 국내 위성서비스를 위한 연구활동의 발전방향에 관한 의견을 제시하였다.

I. 서 론

1970년대 중반이후 C대역을 이용한 정지궤도 위성통신 서비스가 시작된 이래 위성통신은 1~10Ghz대역의 주파수를 많이 사용하여 왔으나, 통신위성에 의한 서비스의 종류 및 수요의 급증으로 인해 C대역

및 Ku대역의 주파수 자원의 활용이 한계에 이르게 되어 상위 주파수 대역의 효율적인 활용방안에 대한 요구가 대두되면서, 이와 관련한 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 21세기에는 라디오, 텔레비전, 데이터등의 방송이 디지털화 되고, 통신 및 컴퓨터와 융합되는 고기능의 멀티미디어 복합통신 서비스가 공급될 것이다. 요즘은 때와 장소에 구애받지 않는 정보접속의 필요성이 날로 증가하고 있다. 그동안 사용되어왔던 전통적인 통신망들은 이미 완전 디지털 시스템으로 바뀌어 가고 있지만, 아직까지는 전화서비스의 공급에 초점이 맞추어져 있는 실정이다. 고속통신을 필요로 하는 분야에서는 이와는 다른 망을 필요로 한다.

현재, 고정위성서비스(FSS)용으로 6/4Ghz, 8/7Ghz, 14/11~12Ghz, 30/20Ghz의 주파수대역이 할당되어 있고, 그동안 이들 대역을 이용한 위성 서비스의 다양한 변화 및 사용현황을 살펴보았다.

1. C대역(6/4GHz)

위성통신 시스템의 개발초기에 가장 널리 사용되었던 주파수 대역으로, 현재 동일 주파수대의 지상 마이크로파 통신망과의 간섭문제가 심각한 상태이다. 주로 이용되었던 서비스는 전화, TV중계, 데이터 통신, 기업통신등이었고 주로 아날로그 방식의 전송이 이루어졌다.

2. Ku대역(14/11~12GHz)

C대역의 혼잡과 지상망과의 간섭을 피하기 위해 많이 사용되고 있는 주파수 대역이다. 주로 화상전화, PC통신, 전자우편, VSAT서비스, 고속 팩시밀리 통신 등의 서비스가 공급되고 있다.

3. Ka대역

인접위성 및 지상망과의 간섭을 피하고, 대용량 서비스를 위한 새로운 통신기술과 더불어 개발이 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 고속 광대역의 오디오, 데이터, 영상등의 멀티미디어 서비스 제공 및 지상망의 초고속 정보통신망과 연계하는 종합통신망의 구축이 계획되고 있다.

II. Ka대역의 전파특성

1. 대기 및 자유공간에서의 전파 특성

위성과 지상국의 안테나 간의 전파경로는 대기과 자유공간으로 이루어져 있고, 이들을 구성하는 요소는 주로 산소, 질소, 수증기 등이다. 그중에서 수증기와 산소만이 전파손실을 유발하는요인으로 작용한다. 대기에 의한 전파흡수는 다음과 같이 전파 거리 d의

함수로 표현된다.

$$A_a = \gamma_o d = [\gamma_o(f) + \gamma_w(f, \xi)]d$$

γ_o : 산소에 의한 흡수계수

γ_w : 수증기에 의한 흡수계수

f : 주파수

ξ : 수증기 밀도(g/m³)

그림 1은 산소와 수증기에 의한 전파흡수계수의 주파수 특성을 보여주고 있다. 주어진 전파경로에 대해서 γ_o, γ_w 와 a는 고도와 대기압의 함수로써 표현되는 산소와 수증기의 분포에 의해 영향을 받는다.

전파흡수에 미치는 산소의 효과는 기후에 크게 좌우되지 않고 주파수가 증가함에 따라 비례적으로 단조증가하는 분포를 나타내는 반면, 수증기에 의한 전파흡수 현상은 전파경로상의 대기 굴절률의 변화로 인하여 통과하는 전파의 경로가 굽는 현상이 나타나는데 전파경로의 elevation angle이 작을수록 심하게 나타나는 경향이 있다.

2. 비에 의한 전파효과

Ka대역의 전파특성중에서 비에 의한 전파의 손실과 편파방해 효과가 가장 중요한 요소로서 시스템 설계시 주요 장애요인으로 나타나고 있다. 상대적으로 낮은 주파수의(C/Ku대역) 시스템 설계와는 다른 설계기술을 이용하여 시스템의 요구성능을 만족시킬수 있는 링크마진을 확보해야 한다. 일반적으로 다음의 3가지 방법이 알려져 있다. 첫째, 지상국의 위치를 분산시키는 방법(약 10 - 30Km의 이격거리), 둘째, 전파에 영향을 미치는 환경의 변화에 따른 전송파라미터의 가변 적용이 가능한 시스템 구현(예, 상향링크의 전력조절기능 특성을 갖는 시스템), 셋째, multiple narrow beam on-board 안테나의 사용등이다.

강우감쇄는 전파경로길이당 손실과 유효전파경로길이의 함수로써 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A = Le(R) \gamma(R)$$

A : 감쇄(dB)

Le(R) : 유효전파경로길이(강우율 : R)

$\gamma(R)$: 전파경로길이당 감쇄(강우율 : R)

그림 2는 주파수에 따른 $\gamma(R)$ 을 강우율 1R

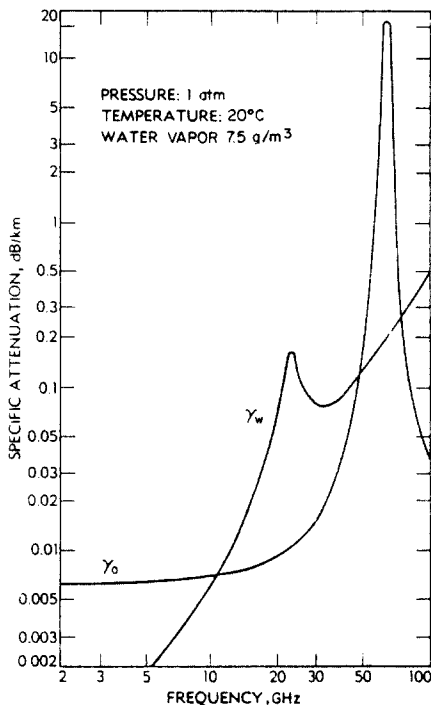


그림 1. 산소와 수증기에 의한 전파흡수계수의 주파수 특성

150mm/hr에 대해 나타내고 있다. 전파경로길이는 불균일한 강우분포와 지역에 따른 특수성 등을 고려하여 측정 결과치를 가지고, 유효경로길이를 산출하는 방식으로 계산한다. 또한, 편파방해 효과는 측정된 동일편파신호의 감쇄치를 이용하여 다음과 같은 식으로 신호의 편파특성을 알수 있다.

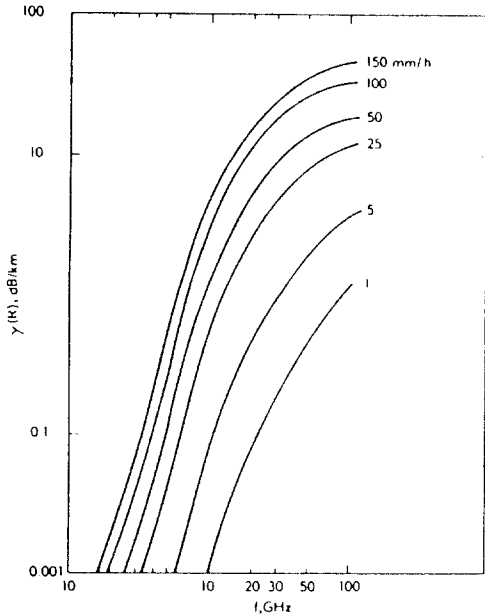
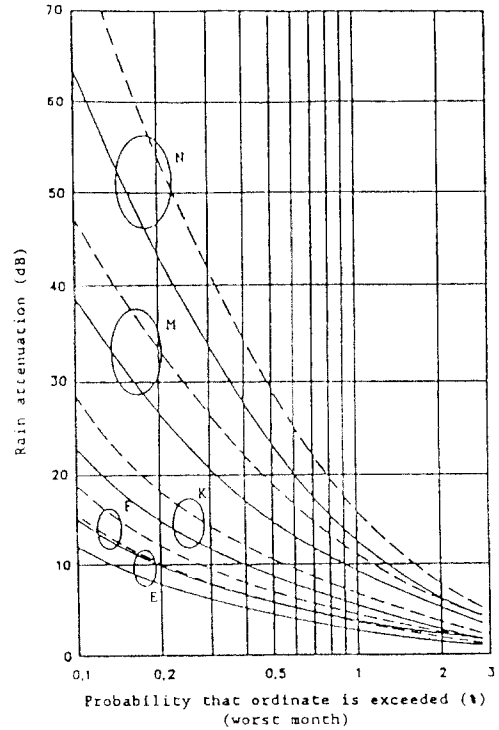


그림 2. 주파수에 따른 (R)

Ka대역의 전파특성에 있어서 중요한 파라미터는 강우감쇄, 편파방해 대기가스로 인한 전파흡수 등이 있는데, 이들은 단순히 주파수에만 의존하는 것이 아니라, 위치, elevation angle, 시간(계절)등에 따라 크게 달라지기 때문에 적용하고자 하는 특정지역에 대하여 시간에 따른 강우율과 대기상태등을 고려한 통계자료 및 예측기법을 통하여 성능 및 가격을 고려한 시스템 설계가 이루어져야 한다. 아래 그림3은 30GHz에서 강우감쇄를 최악월의 Link unavailability 시간율에 대하여 나타낸 특성이며 표1은 Ka대역 위성통신 시스템의 장단점을 나타낸다.

II. Ka 대역 위성시스템의 개발 현황

1. SECOMS



주파수 : 30GHz

----- elevation angle : 30도(위도 52.57도)

----- elevation angle : 60도(위도 25.66도)

상도는 위성의 경도의 동일

그림 3. 최악월의 Link unavailability 시간율에 대한 강우감쇄

쌍방향통신이 가능하고, 이동성을 제공하면서 최종 사용자에게 광대역 서비스를 제공하기 위해서는 통신의 효율성과 경제성을 고려 했을때 위성을 이용하는 것이 가장 적절한 선택이다. 위와 같은 서비스를 위성을 이용하여 제공하기 위해서는 다음과 같은 두가지 조건이 만족되어야 한다. 첫째, 많은 데이터와 용량을 수용할수 있는 광대역이 필요하고, 둘째, 이동성과 전송시의 신호 인화방지 및 보상을 위한 위성통신시스템의 On-board Processing과 지상터미널의 Intelligence가 보장 되어야 한다. 아직은 충분한 연구가 끝나지는 않았지만, Ka대역 또는 그 상위의 주파수 대역을 이용한 위성 시스템이 위의 통신을 가능하게 하는 수단으로서 주목 받고 있다. 최근 유럽에서

〈표 1〉 30GHz/20GHz의 위성시스템의 장·단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> • 광대역, 대용량 • 좁은 빔폭 고이득안테나 • 빔폭이 좁기 때문에 위성의 궤도배치가 쉽다. • multibeam 시스템을 이용하면 시스템의 availability를 높일 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 강우감쇄가 C와 Ku대역보다 크다. • 고출력, 저잡음 설계 등 하드웨어의 구성이 어렵다. • 개발 초기의 장비 비용이 비싸다. • 주파수 재활용이 쉽지 않다.

는 이태리를 중심으로 산학 협동 연구단체를 구성하여 멀티미디어 서비스를 위한 위성 시스템의 새로운 정의와 설계, 관련기술력 확보 및 실제 테스트를 수행하는 프로젝트를 (SECOMS : Satellite EHF Communications for Multimedia-mobile Services) 1995년 부터 1998년까지 추진한다. SECOMS 프로젝트의 주요 내용은 다음과 같다.

- 이동 사용자를 위한 64의배수kbps(384kbps)의 멀티미디어 위성서비스의 실현가능성 평가
 - 저렴한 지상터미널 구현(스티어링 안테나, MMIC,ASIC)을 위한 관련 주요기술 규명
 - 높은 이득을 갖는 다중 spot-beam 서비스공급 영역 확보와 고속 처리가 가능한 디지털 On-board Processing과 같은 혁신적인 시스템 구성을 채택하기 위한 Ka(20-30GHz)대역과 EHF(40-45GHz)대역의 사용을 기초로한 위성 시스템에 대한 연구
 - ITALSAT을 이용하여 주요 시스템구성부와 초기의 서비스의 검증을 위한 필드테스트 수행
- SECOMS 프로젝트는 두가지 형태의 접근방식을 택하고 있다.

Phase I : 넓은 대역과 상호작용이 가능하고 이동성이 제공되는 저렴한 가격의 통신수단을 필요로 하

는 사용자들의 욕구를 만족시키기 위한 Ka 대역 시스템 구성

Phase II : 서비스의 용량, 종류 및 상호작용성과 이동성의 확대등을 위한 EHF대역 시스템 구성.

이 프로젝트의 특징으로는 대용량, 광대역 서비스 욕구가 빠른속도로 증가함에 따라 이를 해소하기 위한 여러가지 특수한 기술을 채택하게 된다. Multi-satellite coverage/Multiple high-gain reconfigurable beams on-board, Inter-satellit Links 등은 서비스 영역의 구분과 이들 상호간의 연결을 spot beam 안테나 OFDP(On-board fast digital processing) 위성링크등의 형태를 통하여 구현한다. 또한 시스템 운용시 성능 및 비용의 최적화를 위한 중요한 해결책으로 MA/D(Multiple Access/distribution)기술을 이용한다. 시스템의 성능 및 비용과 직결되는 요인은 효율적인 전력의 사용이다. 상향링크와 하향링크 모두 고출력 증폭기가 거의 saturation 모드에서 동작하도록 한다. 사용자의 터미널은 빔의 방향 및 패턴 조정 기능, 간섭 상쇄기능, 가변데이터율 수용기능 등을 갖추도록 하고 있다. 위의 시스템에서 적용하고 있는 Ka대역의 구성을 살펴보기로 한다. On-board Processing은 0.7도의 빔 폭을 갖는 20GHz용 1.5미터 안테나 3개와

〈표 2〉 SECOMSDML 시스템 파라미터

위 성	안테나	0.7° 스폿 빔
	G/T	16.9 dB/K
	TWT 출력/TDM Frame	10W
지 상	송신국 출력	1.5 W
	수신국 G/T	10dB/K
	Link Availability	99.1%
	BER	1E-10
	요구되는 E _s /N ₀	상향 : 8.0dB 하향 : 4.8dB
	서비스 지역	유럽 전지역, 아프리카 일부, 중동지역

30GHz용 1미터 안테나 3개가 소요되며, 각 안테나는 12개의 spot 빔을 공급한다. 각 spot은 98.3Mbps의 데이터를 수용하며, 한개의 위성은 총 9200개의 384Kbps의 채널을 공급한다. 이는 spot 효율이 0.85이고, 0.05Erlang/사용자 트래픽을 가정할 때, 150,000 이상의 사용자를 서비스할수 있는 용량이다. 표1에 SECOMS의 위성시스템 주요 파라미터를 나타내었다.

2. ITALSAT

이탈리아는 자국내의 디지털 위성 통신 서비스를 위해 1991년 1월에 ITALSAT1호를 발사하여 실험을 시작하였다. 1호는 디지털 위성통신시스템에 적합한 기술 및 시스템구성을 위한 궤도실험과 위성체를 이용한 전화망 서비스를 목적으로 발사되었다.

ITALSAT의 고정위성서비스시스템(FSS)은 regenerative Multibeam payload 와 Transparent payload 로 구성 되어 있고, Ka 대역(30/20GHz)에서 동작하도록 설계 되었다.

또한, 검토중인 차세대 통신용 주파수 대역(40/50GHz대)의 전파특성 실험을 위한 패키지를 내장하고 있다. 1996년에 발사에정인 2호기의 페이로드는 1호기와 동일하며, 전파특성실험용 페이로드 대신 L대역 이동통신 페이로드를 포함하고 있다. Multibeam 시스템은 다음과 같은 기술을 통하여 지상의 공중전화망과 연계되도록 설계하여 음성(32Kbps), 데이터(64Kbps), 화상회의(2Mbps), 디지털 TV(70Mbps) 등의 서비스를 제공한다.

1) 6-spot Multibeam 안테나(정확도:0.03도)

두개의 SS-TDMA(Satellite Switched-Time Division Multiple Access) 페이로드는 매우 작은 빔폭을 갖는 안테나로 구성되어 있다. 위성체의 자세제어로는 정확한 방사방향을 조정하는것이 어렵기 때문에, 빔제

된 스위칭 방식을 이용하여 안테나의 빔을 조정하는 시스템으로 구성된다.

2) On-board Processing

QPSK 복조기와 기저대역 스위칭 매트릭스(Baseband Switching Matrix)는 9개의 147Mbps 신호의 통신을 가능하게 하며, 실시간 DAMA(Demand Assignment Multiple Access) 방식을 통하여Multibeam 페이로드의 용량을 조절할수 있게 하고 있다.

글로벌 커버리지 페이로드 시스템은 타원형(1.0도*0.5도)의 방사패턴과 36MHz의 대역폭을 갖는 3개의 위성 중계기로 구성되어 있으며, 향후에는 가변 부호기를 갖는 TDMA-DA(Demand Assignment)터미널을 이용한 Thin Route LAN Interconnection방식의 다중과 같은 서비스의 제공을 위한 실험이 진행중이다.

- 화상의료서비스(2Mbps)
- 정방향 멀티미디어 서비스(2Mbps)
- 화상과학(Telescience)

3. ACTS(Advanced Communication Technology Satellite) 시스템

Lockheed Martin사가 1993년 9월에 디지털 통신 실험을 목적으로 발사한 위성(ACTS)은 광대역 Ka대역 중계기와 Multibeam, On-board Processing, rain fade compensation 기능을 가지고 여러가지 통신 서비스의 제공을 위해 실험중이다. 관련기술 사항들은 다음과 같은 것을 들수가 있다.

1) Onboard 스위칭

이 시스템은 두가지의 안테나 빔형태에 따라 스위칭 방식을 달리 적용하고 있다. 고정빔 안테나에 연결되어 900MHz의 대역폭을 갖는 트랜스폰더로 스위칭을 해주는 마이크로웨이브 스위치 매트릭스 방식이

<표 3> ITALSAT 시스템 파라미터

		Multibeam		Global beam
		TDMA		TDMA
데이터 전송 기술		QPSK (147Mbps)		QPSK (24Mbps)
변조방식		10dB/K		5dB/K
G/T		54dBW		16dBW
EIRP		1E-3	하향 : 9dB 이향 : 9dB	
BER	요구되는	1E-6	상향 : 13.3dB 하향 : 13.3dB	
	E/N ₀			

있고, Hopping 빔 안테나에 연결되는 Baseband Processing 방식이 있다.

2) Rain Fade Compensation

신뢰도가 높은 통신서비스를 제공하기 위해 ACTS 시스템은 비에 의한 신호의 감쇄 및 페이딩을 줄이기 위해 두가지 방법을 적용하고 있다. 마이크로웨이브 스위치 매트릭스 모드에서는 송신 출력을 증가 시키고, Baseband Processing 모드에는 가변 레이트 컨볼루셔널 코딩을 적용하여 전송데이터율을 줄여서 오류 확률을 줄이는 방식을 적용하고 있다.

- 멀티빔 안테나 시스템

: ACTS는 고정빔과 Hopping 빔의 두가지 형태의 빔으로 미국 전지역을 커버한다.

- Baseband Processor(BBP) 모드

: BBP 모드는 FDM/TDMA 기술을 이용하여 지상의 통신망과 연계되어 있고, 64Kbps의 신호에 대한 통합디지털 서비스를 제공한다.

- 지상 이동 통신

: 비트율이 2.4, 4.8, 9.6 Kbps인 음성신호와 64Kbps의 데이터에 대한 Ka대역에서의 지상이동통신에 관한 테스트로부터 신뢰도가 높은 통신을 보장해줄 수 있는 링크마진을 충분히 확보할수 있음을 확인하였다.

- 공중 이동 통신

: L 또는 S대역에 비해 상대적으로 Ka대역의 넓은 대역폭과 높은 고도에서의 통신에서는 비에 의한 손실을 피할수 있기 때문에 Ka대역 스펙트럼을 이용한 비행기간의 공중 이동통신에 적용 가능성이 높아지고 있다.

- 이 외에도 ACTS 시스템을 이용하여 아래와 같은 통신서비스 제공 가능성을 타진하기 위한 실험들이 시작되었다.

: 의료서비스, 비즈니스/과학 네트워크, ISDN, 원격 교육, SONET-Based 네트워크 등.

4. SPACEWAY

1988년 이래 미국 Hughes사의 스페이스웨이 위성 네트워크는, 전화와 같은 기본적인 서비스로부터 고속 데이터 전송에 이르는 여러 응용분야의 BOD(Bandwidth On Demand)통신서비스 제공을 위한 노력을 해오고 있다. 스페이스웨이는 USAT(Ultra Small Aperture Terminal)을 이용하여 저렴한 비용으로 On-demand 양방향 음성,데이터,영상,화상전화통신이 가능한 위성 통신 시스템이다. 스페이스웨이 시스템은 On-board Signal Processing, 작고 설치가 간편한 지상국, 데이터의 가변 전송등의 기술을 적용하고 있다.

1) On-board Signal Processing : On-board 스위칭 동작을 통하여 Spot 빔들간의 전송루트를 제공하고,

<표 4> ACTS FSS 시스템의 주요 파라미터

파라미터	마이크로웨이브 스위치 모드		기저대역 프로세서 모드	
	상향링크	하향링크	상향링크	하향링크
데이터 접속기술	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	TDMA	TDMA
변조방식	FP,PM, SMSK, M-ary PSK	FP,PM,SMSK, M-ary PSK	SMSK	SMSK
데이터율	900MHz	900MHz	110/27.5 Mbps TDMA	100Mbps
대역폭/캐리어	900MHz	900MHz	165/41.25 MHz	165MHz
전체 대역폭	900MHz	900MHz	900 MHz	900 MHz
EIRP/Carrier	78.1 dBW (HDRT)	55 dBW(steerable) 59.5-62dBW (switched) 64 dBW (fixed)	60-74 dBW (27.7 Mbps burst) 80dBW (110Mbps burst)	55dBW (steerable) 59.5-62dBW (switched) 64dBW (fixed)
송신안테나 이득	58.1 dBi (HDRT)		49.6-55.6 dBi (TI VSAT)	
수신안테나 이득	46.1 dBi		46.1 dBi	

동일한 네트워크상에 있는 위성간에 상호연결을 시켜 준다. 기존에 사용되어 왔던 VSAT Hub가 없이 이러한 기능을 제공할 수 있다.

2) Focused Spot 빔 : 각각의 Spot 빔은 약 1도의 빔폭을 가지며 지름이 약 650Km인 지역을 가리킨다. 주파수 재사용이 12번까지 가능하도록 위성선계기 되어 있어서 500MHz의 대역을 점유하는 각위성의 실제 가용한 유효 주파수 대역폭은 40GHz이다. 또한, 66cm 지상안테나 터미널을 이용하여 1Kbps로부터 154Mbps에 이르는 데이터의 통신이 가능하다.

3) Ultra Small Aperture Terminal(USA T)

USAT은 ATM과 같은 장치들과의 직접적인 케잇 교환이 가능하다. 영상, 음성, 데이터업링크 케잇은 384Kbps의 버스트 형태로 전송하고 92Mbps에 이르는 TDM케잇을 수신할수 있고, 기본적인 전화통화로부터 데이터 통신, 화상전화, 개인용 컴퓨터를 이용한 고속 온라인 서비스에 이르는 광범위한 통신서비스를 제공한다. 스페이스웨이 시스템은 On-board 스위칭과 지상망과의 연결을 가능하게 하는 지상의 게이트웨이를 통하여 최종 사용자들간의 연결이 용동성있게 이뤄지도록 한다.

4) 데이터 전송 레이트 : 이 시스템은 기존의 전화선보다 약 150배 이상의 전송속도를 갖기 때문에 고

속 데이터 전송이 요구되는 분야의 적용이 가능하다. 아래로는 전송시간, 정보, 주요대역들의 관계를 나타내고 있다.

5. CYBERSTAR

1995년 5월부터 LORAL사는 Ka대역 위성서비스 시스템 CyberStar 프로젝트를 추진해오고 있다. Cyberstar 시스템의 FDMA방식의 상향링크선호는 384Kbps, 1544Mbps, 3088Mbps의 데이터율을 갖는 데이터에 대해서 QPSK변조 전송을 하고, 하향링크 전송에서는 TDMA선호인 QPSK변조하여 하나의 downlink 개리어로 전송한다. 하향링크 채널의 유효 데이터율은 92Mbps인데, 주파수 및 편파 재사용을 통하여 37Gbps의 대역용량을 갖는다. CyberStar는 고품질의 음성,영상,고속 데이터 네트워크를 포함하는 광범위한 정보서비스를 제공하게 된다. 그중 영상서비스분야에는 화상전화, 화상회의, 원격강의등이 있고, 고속데이터서비스분야에는 CAD/CAM데이터 영상 전송, PC소프트웨어 분배, 컴퓨터 네트워크, ISDN, VSAT서비스등이 포함된다. 현재 미국의 600만 가정이 멀티미디어 PC를 모뎀에 연결하여 온라인 서비스를 이용하고 있다. 사용자들은 멀티미디어 서비스에 익숙해져있기 때문에 고속도의 데이터를 원하게 된다.

<표 5> 정보량에 따른 전송시간 비교

영상	정보량	일반전화선	SPACEWAY	
			384Kbps	SPACEWAY 15Mbps(TD)
다기널 영상	1.0 Megabit	17 min.	2.6sec.	0.7sec
CAD/CAM	2.0Megabits	3.1 min.	5.2sec	1.4sec
CT Scan	5.2 Megabits	9.0 min.	13.5sec	3.4sec
X-Ray	12.0 Megabits	21.0min	31.3sec	7.8sec

<표 6> SPACEWAY FSS 시스템의 주요 파라미터

파라미터	상향링크	하향링크
집속기술	FDMA	TDMA
변조방식	QPSK	QPSK
코딩데이터율	384, 768, 1544 kbps	92 Mbps
대역폭/개리어	0.5 ~ 2.0 MHz	120 MHz
전체 대역폭	400 MHz	400 MHz
EIRP/Carter	33.5 dBW (for 384 kbps)	12.5 dBW
송신 안테나 이득	41.3 dB	16.5 dB
수신 안테나 이득	16.5 dB	13.1 dB
서비스	전세계를 대상으로 한 광범형 통신	

현재의 전화선을 이용한 서비스업체들의 서비스 개량 노력에도 불구하고, 느린 데이터 처리 속도와 비싼 사용료로 인하여 사용자의 요구를 충족시킬수 없게 될것이다. 이와같이 지상망 서비스의 발전속도 보다 빠르게 변해가고 있는 사용자의 요구를 만족시키기 위해 위성을 이용한 멀티미디어 서비스의 필요성이 대두됨에 따라 CyberStar는 1999년말까지 새로운 멀티미디어 서비스를 제공할 계획을 갖고 프로젝트를 추진하고 있다. 또한, LORAL은 사용자들로 하여금 오락서비스와 정보서비스를 모두 제공받을수 있게 하기 위해 CyberStar의 위성궤도위치를 Primestar의 DBS 위성과 동일한 위치에 놓이도록 모색중이다.

6. 일본의 Ka대역 위성

일본에서의 Ka대역 위성통신은 1977년 12월에 통신위성(CS)의 발사로 시작 되어, 그동안 CS 위성을 이용하여 궤도상에서 Ka 대역 통신위성 실험을 해왔다. 이를 바탕으로 하여 Ka대역용 중계기를 탑재한 위성이 개발되어 1983년에 CS-2, 1988년 CS-3이 발사되었다. 최근에는 CRL은 ETS-VI(Engineering Test Satellite VI)에 탑재된 200MHz대역의 Ka대역 중계기를 통하여 HDR(High Data Rate) 위성통신실험을 계

획하였으나, ETS-VI이 정지궤도 진입에 실패하여 NTT의 N-Star를 사용하여 실험을 하기로 결정하였다. CRL의 이러한 계획은 글로벌 정보인프라를 구축하기 위한 기가비트급의 위성통신시스템을 개발하는 것이었다.

1) CS

CS의 실험을 통해서 얻은 중요한 업적은 일본지역 위성통신이 최초로 Ka대역을 이용하여 그 가능성을 제시하였다는 점이다. CS실험에서 평가된 항목들은 다음과 같다.

- 다양한 규모의 지구국 설비
- On-board 통신장비의 특성
- 위성 링크버짓
- 선과특성(강우감쇄,편파손실등)
- 통신방식(TDMA, FDMA, SSMA 등)
- 위성 제어 기술

2) N-Star을 이용한 HDR 위성통신 실험

위성을 이용한 HDR 정보망을 실현하기 위해서는 요구되는 전송의 질, 서비스의 질, 미래 멀티미디어 네트워크에 사용되는 프로토콜등이 평가되었다.

- 프로토콜

ATM과 SDH 프로토콜은 원래 광통신망을 위해

<표 7> CYBERSTAR의 주요 시스템 파라미터

		상향	하향
위 성	접속방식	FDMA	TDMA
	변조방식	QPSK	QPSK
	데이터율	0.384 ~ 3.088Mbps	92Mbps
	EIRP range	65.8 ~ 59.0(dBW)	
	G/T range	13.8 ~ 20.7(dB/K)	
	주파수 재사용 횟수	4 (2지역 커버리지 × 2편파)	
지상국	안테나 크기	송신 : 7m/1.5m	수신 : 0.7m/1.5m
	EIRP	44.0/50.60(dBW)	
서비스		미국전역	

* 각 서비스 지역별 파라미터의 차등 적용 (최소값 ~ 최대값)

<표 8> CS Ka대역 시스템 파라미터

S/C parameter	CS	CS-2	CS-3
중계기수 (TWTA)	6	6	10 + (5) (Backup)
EIRP (dBW)	37.0	37.0	38.7
G/T (dB/K)	-	- 3.8	- 0.7
Bandwidth (MHz)	200	130	100

개발되었다. 프로토콜에 대한 실험의 목적은 이러한 프로토콜이 광통신망에서와는 다른 형태의 에러를 유발하는 위성채널에서 적용될수 있는지를 검증하는 것이었다.

- 링크 가용도
- 강우감쇄 및 기타 전파특성의 분석을 위한 실험
- 서비스 응용

HDTV, 화상회의, ATM-LAN Interconnection, 멀티미디어통신등이 실험된다.

- 위성/광 하이브리드 네트워크 실험

HDR 전송시스템을 기초로한 위성통신이 미래의 정보인프라구축에 참여할수 있다는 것을 입증하기 위해 광섬유 B-ISDN,CATV망에 연결한 하이브리드 네트워크에 대한 실험

3) 기가비트급 위성통신시스템의 연구개발현황

위성통신시스템은 미래의 멀티미디어 네트워크에서 많은 양의 정보를 전달하기 위해서 요구되는 여러가지 기술항목들을 수용해야 한다. 이러한 관점에서 일본은 기가비트급 위성통신시스템의 연구개발 프로젝트를 시작하였으며, 1995년 이후 프로젝트의 단계별 추진을 실시하기 시작한 이래, 목표로 하고 있는 시스템은 안테나의 지름이 5미터인 Hub와 1.2미터인 VSAT이 위성링크를 통해서 1.2Gbps급의 통신을 할수 있는 시스템이다. 첫번째 목표는 1.2Gbps 데이터의 변조 및 FEC(Forward Error Correction)의 방식결정이다. 한편, 1GHz이상의 대역을 갖고, 지연특성 시뮬레이션, 전파특성 시뮬레이션, On-board 스위칭 시

뮬레이션 기능등을 갖고 있는 광대역 위성 시뮬레이터를 이용하여 위성링크상의 ATM/SDH 프로세서에 대한 실험을 계획하고 있다. 아래 그림은 기가비트 위성통신시스템의 연구개발 계획의 개략도이다.

기가비트위성통신에서 요구되는 주요 기술은 변조와 에러정정 방식에 있다. 현재 기본되고 있는 변조 방식으로 QPSK, 8PSK, OFDM등이 있다.

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식은 상호간섭이 없는 다수의 캐리어 신호들이 송신되는 방식으로 전송 레이트는 캐리어의 수에 의해 조정될수 있다. 이 방식은 BOD(Bandwidth On Demand) 서비스의 요구에 맞는 가변 전송레이트 통신시스템을 구현하는 효과적인 방법이다. 또한, Ka대역 신호는 비에 의한 감쇄가 크기 때문에 강우감쇄 보상 방법을 강구해야 한다.

보통 강우감쇄에 대한 링크마진을 상향링크에서는 15dB정도, 하향링크에서는 10dB 정도로 잡게 되면, 사용자 터미널의 EIRP와 G/T가 매우 높아야 한다. 사용자의 터미널을 가능하면 작게 만들기 위해서는 OFDM과 같은 가변 전송레이트 모뎀 기술에 대한 연구 및 개발이 필요하다고 생각되어 현재 계획이 추진 중이다.

III. 결 론

급증하는 통신서비스 수요증가, 대용량 데이터의 송수신 및 쌍방향 통신등 최근의 통신서비스 수요의

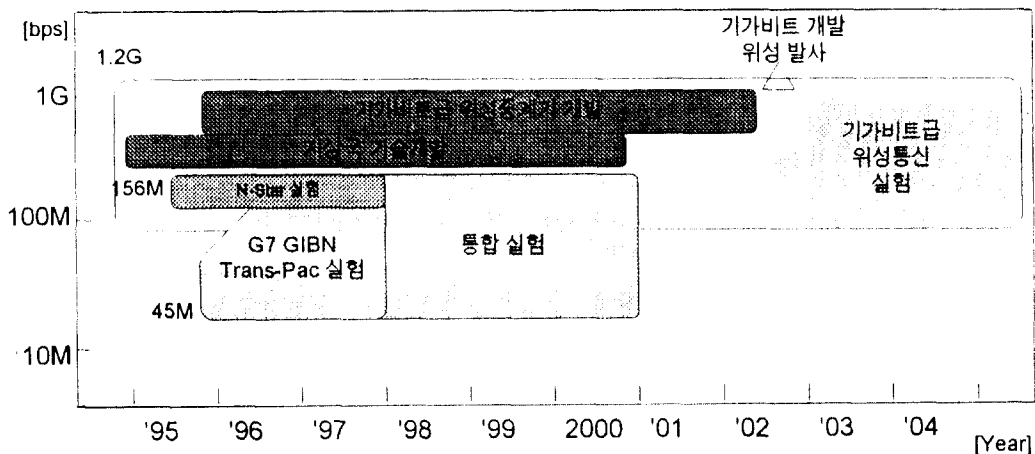


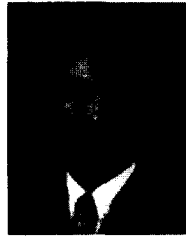
그림 7. 기가비트 위성통신시스템의 연구개발계획

동향은 매우 다양하다. 기존의 위성을 이용한 통신시스템이나 지상의 통신망들의 여러가지 한계를 극복하고, 조금더 발전된 형태의 서비스 공급을 위해, 전세계적으로 새로운 위성 주파수대역을 이용한 위성통신시스템이 개발중이다. 앞서 본문에서 살펴본 바와 같이 Ka대역을 이용한 위성시스템에 새롭게 적용되는 기술들은 모두 한정된 주파수 자원의 효율적인 활용과 고품질의 다양한 서비스 공급의 실현을 위해 시도되고 있는 것들이다. 데이터의 용량 문제를 해소하기 위한 기술로서 직교편파기술(Orthogonal Polarization), Multi-spot 빔기술, 데이터압축기술(Compression) 등이 있고, 신호의 효율적인 전송과 접속방식과 관련하여 OBP(On-board Processing) 기술, 디지털 코딩 및 변조기술, 다중접속, Intersatellite link 기술 등을 들 수 있다. 국내의 위성통신기술은 1980년도부터 Ku대역을 이용한 연구가 시작되었으며 1995년 및 1996년 무궁화 1호 및 2호 위성의 발사로 본격적인 Ku대역 위성통신 서비스를 제공하고 있으며 이에 관련된 위성 통신 및 위성 방송 기술개발은 꾸준히 진행되고 있는 실정이다. 최근 대내외적으로 초고속 정보 통신망의 구축에 관한 논의가 한창 진행중이며 이를 구현함에 있어 지상망과 더불어 대용량 및 광대역의 위성망의 연계가 필수적이며 이러한 추세를 감안할때 Ka 대역 위성통신 서비스 구축이 시급한 실정이다. 현재 우리나라에서는 1999년 발사에정인 무궁화 3호 위성 에 Ka대역 중계기를 탑재할 예정이며 이에따라 위성 통신용 주파수의 국제적인 활용방안에 대한 연구분석과 국내 위성기술 수준의 재고 및 통신정책등을 고려하여, 국내실정에 맞는 서비스의 개발이 시급히 이루어져야 한다. 현재까지의 동향과 이를 미루어 짐작할 수 있는 앞으로의 추세를 감안해볼때 위성과 지상망과의 연계를 통한 새로운 형태의 통신망의 구축은 필수적일 것으로 판단되며, 앞서 언급했듯이 이를 위한 Ka대역관련기술 분야의 실용화 단계에 이르기 위해서는 범국가적인 차원에서의 새로운 중요성 인식과 활발한 정책/보조 및 지속적인 연구 활동이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] F. Marconicchio, C. Portelli, Agenzia Spaziate Italiana, ITALSAT, the first Ka band regenerative SSTDMA satellite system
 [2] A. Sbardellate, F. Carducci, Alenia Spazio, The

ITALSAT payload
 [3] F. Gargione, Lockheed Martin Astro Space, The ACTS system
 [4] R.T. Gedney, Advanced Communications, Results from ACTS development and on-orbit operations
 [5] H. Kitahara, S. Miura, NASDA, Ka-band utilization in Japan
 [6] E.J. Fitzpatrick, Hughes Communications, SPACEWAY providing affordable and versatile telecommunication solutions
 [7] E. Schmidt, K. Barker, Space Systems/LORAL, CYBERSTAR
 [8] A.B. Comberiate, J. Deskevich, D.H. Lewis, D.J. Zillig, NASA, Global, high data rate Ka-band satellite communications NASAs tracking and data relay satellite system
 [9] N. Kadowaki, T. Ikegami, T. Iida, Communications Research, Research and development of high data rate satellite communications system in Ka-band
 [10] S. Badessi, G. Garofalo, M. Wittig, ESA, A Ka-band on board processing: the European system concept and developments
 [11] G. Losquadro, Alenia Spazio, A satellite system for multimedia personal communications at Ka-band and beyond
 [12] B. Barani, European Commission; H.H. Fromm, ESA, The role of satellites in Trans-European information networks
 [13] Johnson & Jasik, Antenna Engineering HANDBOOK 2nd
 [14] 서종수, 위성통신 주파수 이용현황과 전망 한국통신학회지 제12권 제6호 1995.6.
 [15] Use of Frequency bands above 10GHz in the Fixed-Satellite Service, 1990 CCIR Rep. 552-4



박 병 호

이 해 선

- 1991년 : 서강대학교 전자공학과 공학사
- 1993년 : 서강대학교 전자공학과 공학석사
- 1993년 ~ 1996년 : LG전자 전자기술원
- 1996 ~ 현재 : 한국통신기술(주) 연구소 연구원
- 관심 분야 : 무선통신 시스템, 초고주파 공학

- 1984년 2월 : 서강대학교 전자공학과 공학사
- 1986년 : 서강대학교 전자공학과 공학석사
- 1986년 1월 ~ 1991년 7월 : 금성전기(주) 연구소
선임연구원
- 1991년 ~ 현재 : 한국통신기술(주) 연구소
위성기술팀 부장
- 관심 분야 : 무선통신 시스템, 초고주파 공학