

무궁화위성 서비스망의 구성과 특성

정상욱* · 양상진**

Network Configurations and Characteristics of the KOREASAT Satellites' Services

SangWook Chung · Sang -jin Yang

〈Abstract〉

The KOREASAT satellite, the first Korean commercial communication and broadcasting satellite, has been launched in August 1995, and has started to provide the communication and preliminary broadcasting services, respectively, in March and July 1996. In this paper the network configurations and characteristics of the services which the KOREASAT satellite provides are described. The services, which are provided by the KOREASAT satellite with its twelve communication and four broadcasting transponders, are the direct broadcasting service, the video relay service including the TVRO, SNG and TV/CATV program distribution, the company-wide communication service including VSAT and TSAT, and the other services with the digital line, trunk relay, telephone line, mobile data, music broadcasting services, etc. A communication transponder has the 36MHz bandwidth and 14W output power, and a broadcasting transponder has the 27MHz bandwidth and 120W output power.

1. 서 론

1995년 8월에 발사된 무궁화위성은 국내 최초의 상업용 방송·통신 복합위성으로 직접위성방송용 신호와 통신용 신호를 중계할 수 있다. 1996년 3월에 통신 서비스를 그리고 동년 7월에 직접위성방송 서비스를 개시하였다. 본 논문에서는 무궁화위성을 통해 제공될 수 있는 서비스 종류와 각 서비스의 망 구성과 특성을 기술하며 아울러 위성 및 서비스 관련 산업공학적 주요 주제들에 대하여 간략히 언급한다. 본 논문의 2장 및 3장에서는 우주 공간상의 무궁화위성과 지상의

관제시스템에 관하여 개괄하고, 4장에서는 무궁화위성 서비스의 망 구성과 특성을 그리고 5장에서는 관련 주요 산업공학적 주제들에 대하여 기술한다.

2. 무궁화위성 개요

방송 및 통신용 복합위성인 무궁화위성은 지구정지 궤도 116° 에 위치하여 전북무주를 빖중심점으로 한반도를 그 서비스 영역으로 하여 12개의 Ku-band (상향/하향 주파수 = 14/11GHz) 통신용 중계기와 3개의 방송용 중계기를 탑재하고 있다. 위성은 3축제어 방

* 전남대학교 공과대학 산업공학과

** 한국통신 위성사업본부

식으로 제어되며, $116^{\circ} \pm 0.05^{\circ}$ 를 유지하기 위하여 동서 및 남북 궤도제어를 매 2주 및 4주 간격으로 수행된다. 위성의 수명은 10년으로 설계되었으나, 무궁화위성 1호는 발사체 보조로켓의 미분리로 인하여 위성 궤도가 예상보다 6531km 낮아져 이를 지구정지궤도로 올리기 위해 위성체 자체연료를 사용함으로써 수명이 4년 4개월로 단축되게 되었다 [3].

무궁화위성을 구성하는 버스는 미국 록히드마틴사의 시리즈 3000인데, 자세제어를 담당하는 자세제어 서브시스템 (Attitude Control Subsystem), 텔리메트리, 위성명령 및 거리측정 신호를 지원하는 서브시스템 (Telemetry, Command and Ranging Subsystem), 전력 서브시스템 (Electrical Power Subsystem), 추력제어 서브시스템 (Reaction Control Subsystem), 온도제어 서브시스템 (Thermal Control Subsystem) 등으로 구성되어 있고 간략한 제원은 아래 <표 1>에 나타내었다 [1].

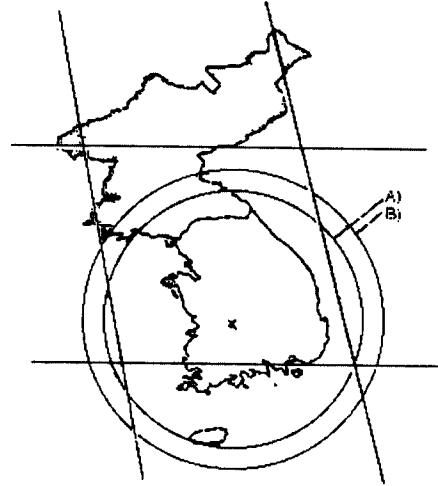
<표 1> 무궁화위성 버스 제원

항 목	내 용
설계 수명	10년
예측수명	무궁화1호 : 4년4개월, 무궁화2호 : 10년8개월
지구정지궤도	동경 116°
발사체	델타 II
위성체	건조 무게 645Kg
	발사 무게 1459Kg
자세제어 방식	3축 제어
지향오차	지구남쪽방향(Pitch) : 0.1° , 지구정지궤도면(Roll) : 0.1° , 지구중심방향(Yaw) : 0.2°
센서	지구포착센서 및 Roll & Yaw 자이로
동작기	모멘텀휠, 자기토크장치
전력	버스전압 23.5~35.3 V
	태양전지판 최소 1619W (서비스 종료시점)
추력기	동서추력기 0.9Newton
	남북제어기 0.4Newton

무궁화위성 중계기 시스템의 성능을 <표 2>에 나타내었다.

<그림 1>은 무궁화위성 통신용 중계기의 서비스 영역을 보여준다.

무궁화위성의 통신용 중계기별 주파수 분배는 <그림 2>와 같다 (Up and Down Link는 각각 지상에서 위성으로 그리고 위성에서 지상으로 향하는 캐리어를 가리키며, V 및 H는 각각 수직편파와 수평편파임).



EIRP : 50.2 dBW(EOC)
 빔중심점 : $127^{\circ} 30' E, 36^{\circ} N$,
 빔 형태 : 원형 ($0.86^{\circ} \times 0.86^{\circ}$)
 EIRP (등가등방방사력) : Equivalent Isotropic Radiated Power
 EOC (경계선) : End of Coverage

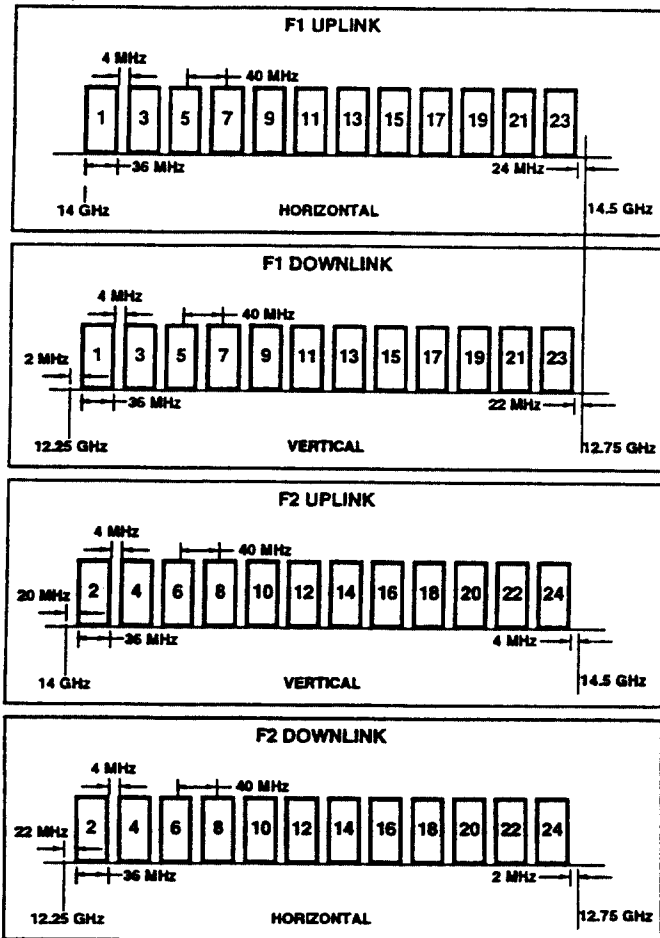
<그림 1> 무궁화위성 통신용 중계기 송신(A) 및 수신(B)빔 영역

<표 2> 무궁화위성 중계기 시스템 성능

성능 파라메타	방송용 중계기	통신용 중계기
채널 수	3개	12개
예비채널	3개	4개
채널 대역폭	27 MHz	36 MHz
하향 주파수	11.75~12.0 GHz	12.25~12.75 GHz
상향 주파수	14.50~14.75 GHz	14.00~14.50 GHz
고출력 증폭기	120W TWTA	14W TWTA
이득 조절 범위	0~32dB, 0.5dB 단계	0~32dB, 0.5dB 단계
EIRP 규격값 (EOC)	59.4 dBW	50.2 dBW
G/T 규격값 (EOC)	13.0 dB/K	13.5 dB/K

TWTA (진행도파관증폭기) : Traveling Wave Tube Amplifier
 G/T (이득-온도잡음비) : Gain-to-Noise Temperature Ratio

무궁화위성의 설계수명은 10년으로 서브시스템별로 6개월말 및 10년말의 신뢰도가 <표 3>에 제시되어 있으며, 무궁화위성은 이들 7개 서브시스템으로 이루어진 직렬 시스템이다.



〈그림 2〉 무궁화위성 1호(F1) 및 2호(F2)의 통신용 증계기 주파수 배분

〈표 3〉 무궁화위성 서비스시스템 및 시스템 신뢰도

서비스시스템	운용6개월	운용 10년
방송용 증계기	0.998700	0.978937
통신용 증계기	0.998068	0.909285
텔레메트리, 위성명령 및 거리측정 신호지원	0.996362	0.940693
전 력	0.996465	0.975027
자세제어	0.998848	0.975610
추력제어	0.994904	0.973821
온도제어	0.999954	0.998944
전 체	0.9834	0.7748

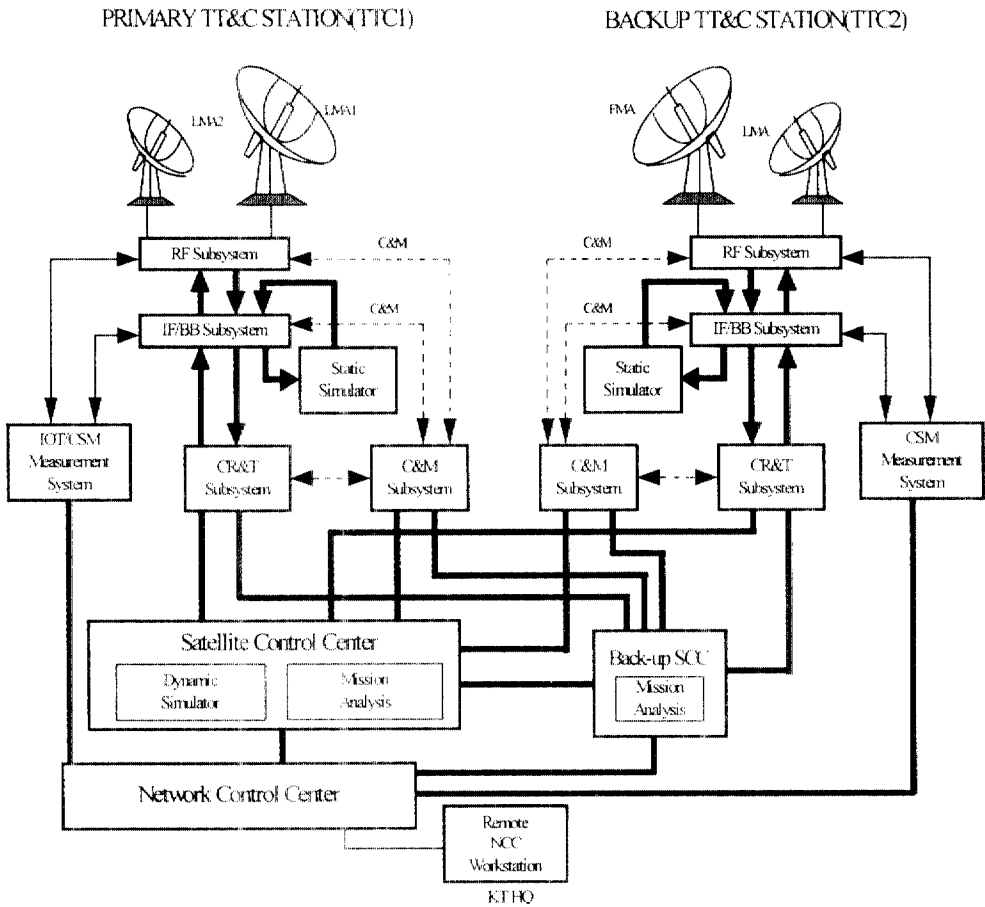
3. 무궁화위성 관제시스템

무궁화위성의 제어 및 감시는 각각 용인 및 대전에 위치한 주관제소 (Primary TT&C Station;TTC1)와 부 관제소 (Backup TT&C Station;TTC2)에서 수행된다. 주요 기능으로는 무궁화위성의 동작상태 점검, 궤도와 자세제어 및 증계기 동작제어 등이다. 주요 구성 시스템으로는, 위성을 추적하고 제어 명령을 송신하고 신호를 수신하는 위성 추적, 명령 및 신호수신 센터 (TT&C : Telemetry, Tracking, and Commanding), 위성 상태를 감시하고 제어하는 위성제어센터 (SCC : Satellite Control Center), 위성서비스망의 설계 및 감시, 제어하는 위성망제어센터 (NCC : Network Control

Center) 그리고 지구 정지궤도내에서의 위성의 시험과 지구국 인증시 필요한 시험을 실시하는 궤도내시험/망감시센터 (IOT/CSM : In-Orbit Test/Communications System Monitoring) 등으로 이루어져 있으며 <그림 3>은 세부구성도를 보여주고 있다 (자세한 기능설명은 참고문헌 [2] 참조바람).

위성 관제시스템의 구성요소중 위성망제어센터의

주요 기능은 위성통신망 감시, 정기적인 중계기 특성 감시, 위성궤도내시험 지원, 지구국 인증시험 지원 그리고 위성채널 할당 계획수립 및 인증이다. 위성망제어센터는 위성제어센터로부터 위성 텔레메트리를 받아 위성중계기에 대한 정보를 분석 감시하고, 위성신호 측정을 위한 위성구성 변경요청을 위성제어센터에 보내 이를 수행한다. 위성망제어센터에서 수행하는 위



- FMA(전구동안테나) : Full Motion Antenna
- LMA(제한구동안테나) : Limited Motion Antenna
- RF(고주파대역) : Radio Frequency
- IF/BB(중간주파수/기저대역) : Intermediate Frequency/Baseband
- CR&T(명령, 거리 측정 및 텔레메트리) : Command, Range and Telemetry
- C&M(제어 및 감시) : Control and Monitor
- KTHQ(한국통신 통제본부) : Korea Telecom Head Quarter

<그림 3> 무궁화위성 관제시스템 세부 구성도

성신호 측정 및 감시는 궤도내시험/망감시센터를 통하여 이루어 지고 측정되는 주요 파라메타는 자기포화밀도, EIRP, 중계기 이득, 군지연, 전이주파수, 텔리메트리 EIRP, 텔리메트리 주파수측정 등이다. FDMA (Frequency Division Multiple Access : 주파수분할 다중접속)/FM, SCPC (Single Channel per Carrier) 및 TV/FM접속에 대해서는 위성발송 전파의 EIRP, 중심 주파수, 점유대역폭 등을 측정하고, TDMA (Time Division Multiple Access : 시분할 다중접속)에 대해서는 버스트 길이 및 스페이싱 등을 측정한다. 또한 TV/FM신호의 기저대역에 대한 분석 또한 수행된다 [2].

무궁화위성 관제시스템은 우주공간상의 무궁화위성과 달리 지상에 있으며 수리가 가능하므로 신뢰도보다는 가용도를 시스템의 성능척도로 사용한다. 관제시스템의 명령 및 텔레메트리 신호수신경로는 안테나, RF, IF/BB, SCC로 구성되며, 이들 각각의 가용도는 0.99988, 0.99992, 0.99983, 0.99974이고 수신경로의 가용도는 이들 값의 곱인 0.99937이다.

4. 무궁화위성 서비스망과 특성

위성을 이용한 통신은 지상통신망과는 달리 회선구성의 유연성 및 신속성, 내재해성, 광역성, 동보성, 다원접속성 등의 장점들로 인해 이용이 급격히 늘어나고 있다.

무궁화위성을 이용한 서비스는 크게 직접위성방송, 위성 비디오통신 서비스 (고정비디오 : TVRO, 위성 이동중계 : SNG, TV/CATV 프로그램 전송), 위성 기업 통신망 서비스 (VSAT, TSAT) 및 기타 서비스(위성 디지털회선 서비스, 국간중계, 위성 전화망, 위성 이동 데이터, 음향방송등)으로 구분될 수 있으며, 직접 위성방송 서비스는 현재 무궁화위성 1호 방송용 중계기의 2개 채널에 한하여 시험방송 서비스중이고 무궁화위성 1호 통신용 중계기별 서비스 현황은 아래 <표 4>와 같다[3].

서비스별 중계기 배치, 각 중계기내의 주파수 배분 및 사용 캐리어별 전력할당등은 위성의 수명뿐만 아니라 위성의 효율성 제고 및 수익성면에서 매우 중

<표 4> 무궁화위성 1호 통신용 중계기별 이용 현황

채널	서 비 스		
1	임대 (Leased)		TSAT
3	임대 (Leased)		
5	국간 중계		
7	TVRO		
9	TVRO		
11	TVRO	VSAT	TVRO
13	TVRO		SNG
15	SNG		
17	CATV 프로그램 분배		
19	CATV 프로그램 분배		
21	CATV 프로그램 분배		
23	CATV 프로그램 분배		

요하다. 서비스별 중계기 배치는 서비스의 특성을 고려하여야 하는데, 입력 대비 출력을 직선함수로 제공하는 선형기 (Linearizer) 및 출력전력을 일정하게 유지하는 전력수준 자동제어기 (Automatic Level Controller)등이 장착되어 있는 중계기는 이러한 특성을 요구하는 서비스에 할당하여야 한다. 무궁화위성의 통신용 중계기는 11개의 선형기와 6개의 전력수준 자동제어기가 있으며, 1개의 중계기만이 두개를 동시에 가지고 있다. 무궁화위성 서비스중 중계기 출력을 거의 포화상태에서 사용하는 비디오 신호등은 전력수준 자동제어기가 장착된 중계기에 할당하는 것이 고 서비스 품질을 얻을 수 있다. 서비스 출력이 중계기 출력에 훨씬 미치지 못하여 한 중계기에 여러 캐리어를 사용하는 VSAT 또는 국간중계 서비스는 선형기가 장착된 중계기를 사용하는 것이 좋다. 따라서 CATV 프로그램 분배를 위한 캐리어는 전력수준 자동제어기가 장착된 17 ~ 23번 중계기를 사용하고 있고 그 외 서비스는 주로 선형기가 장착된 중계기를 사용하고 있다.

중계기내의 주파수 할당은 여러개의 캐리어에 의해 발생하는 잡음등을 고려하여 서비스 품질에 영향을 미치지 않는 범위내에서 가능한 최소의 캐리어간

보호대역을 설정해 주어야 한다. 또한 인접 중계기 및 동일 주파수를 갖는 이질 편파 중계기와의 간섭효과도 고려하여야 한다. 사용 캐리어별 전력할당은 동일 중계기내 인접 캐리어의 성능을 고려하여 캐리어별 전력을 할당하여야 한다.

도 가능하다. 디지털 직접위성방송 시스템의 구성은 방송국에서 광케이블 (O/F : Optical Fiber)로 전송되는 비디오 및 오디오 신호를 디지털 신호로 압축 및 다중화하는 엔코드부 (Encoder), 압축된 신호 오류제어 및 변조부, 상향신호 변환부, 고출력 증폭부, 그리고 안테나부로 구성되며, 또한 장비의 동작상태를 감

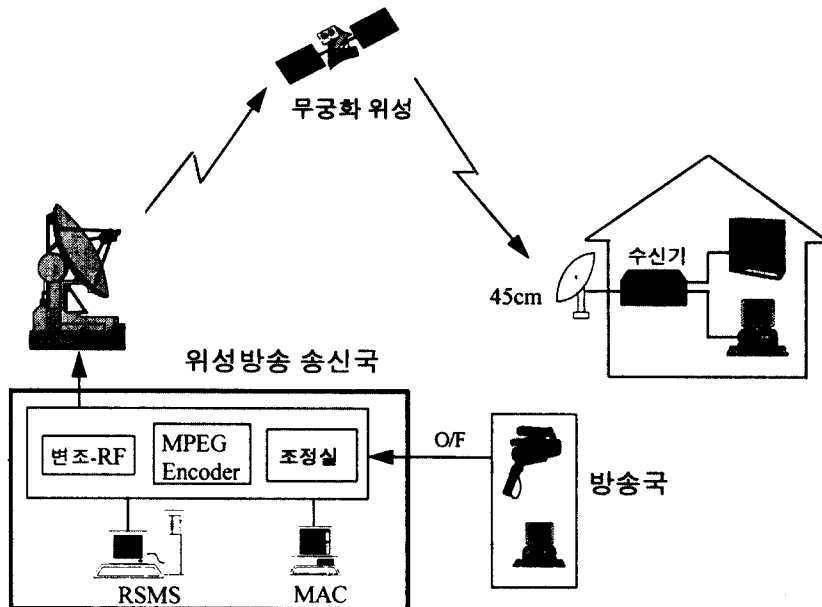
4-1 직접위성방송서비스

직접위성방송 (DBS : Direct Broadcasting System)은 방송사에서 위성으로 송신한 TV 프로그램을 전국 어디서나 각 가정에 설치된 안테나를 이용하여 개별 또는 공동으로 동질의 화면을 수신할 수 있는 서비스이다. 즉 위성에 의한 방송은 직접 전파를 수신함에 따라 지형지물에 의한 전파방해를 받지 않고 전국 어디서나 약 직경 45cm 정도의 수신용 안테나만 설치하면 방송을 수신할 수 있다. 위성방송은 전파의 변조 방식에 따라 아날로그와 디지털로 구분되는데 현재 한국은 디지털을 표준으로 채택하고 있다.

디지털방식은 아날로그방식에 비해 4~8배의 보다 많은 채널을 수용할 수 있을 뿐만 아니라 부가서비스

<표 5> 무궁화위성 직접위성방송 기술 규격

영상규격	압축 방식 화면비 해상도 입력신호 색신호 방식 출력 데이터 속도	MPEG-2 MP@ML 4x3, 16x9 720 x 480 Composite NTSC, D1 serial digital component 4:2:0 (Y, Cr, Cb) chroma format 1.5 ~ 5 Mbps
음성규격	압축 방식 비트율 입력 채널 수 주파수 대역	MPEG-1 Layer II channels 96, 128, 256, 384 kbps / channel EIA-250-C (아날로그), AES3-1985 (디지털) 최대 4 채널 20 ~ 20 KHz
데이터 규격	입력	RS-232-C : 비동기 모드 (1.2 ~ 19.2 Kbps) RS-422/449 : 동기 모드 (~ 2Mbps)



<그림 4> 디지털 직접위성방송 시스템 구성도

〈표 6〉 직접위성방송 링크 특성

항 목		링크 값
중계기 대역폭		27MHz
변복조 방식		QPSK
전송 데이터 비율		34. 352 Mbps (프로그램 7.55Mbps x 4, 데이터 2Mbps, RSMS 0.5Mbps, Overhead 1.636Mbps)
BER (목표치)		10^{-10}
상향링크 (맑은날씨)	송신 안테나 크기	6 m
	송신 EIRP	78.9 dBW
	안테나 지향오차	-1.0 dB
	자유공간 손실	-207.2 dB
	대기잡음 손실	-0.4 dB
	위성 G/T	14.4 dB/K
송신캐리어C/T		-115.3 dBW/K
하향링크 (맑은날씨)	최대출력 EIRP	59.6 dBW
	출력 마진(Output Backoff)	0.6 dB
	EIRP	59.0 dBW
	안테나 지향오차	0.5 dB
	자유공간 손실	205.4 dB
	대기잡음 손실	0.15 dB
	수신 단말 G/T	10.9 dB/K
	수신 캐리어 C/T	-136.2 dBW/K
수신안테나 크기		45cm
전 체	전체 C/T	-136.2 dBW/K
	볼츠만상수 (k)	-228.6 dBW/HzK
	C/N ₀	92.4 dBHz
	캐리어-잡음비 (C/N)	18.1 dB
	요구 C/N	11.8 dB

QPSK : Quadrature Phase Shift Keying

BER (비트오류률) : Bit Error Rate

C/T (캐리어-온도잡음비) : Carrier-to-Noise Temperature Ratio

C/N (캐리어-잡음비) : Carrier-to-Noise Ratio

C/N₀ (캐리어-잡음밀도비) : Carrier-to-Noise Density Ratio

시하고 제어하는 MAC (Monitor, Alarm and Control), TSME (Transmitter Station Monitoring Equipments), 및 가입자 자원관리와 프로그램의 형상관리 정보를 관리하는 RSMS (Resource and Subscribers Management System) 등이 있다[7]. <그림 4> 디지털 직접위성방송 구성도를 나타내며, <표 5>와 <표 6>은 각각 무궁화위성 디지털 직접위성방송 기술 규격과 직접위성방송

링크 특성을 나타내고 있다. [7].

4-2 위성 비디오통신 서비스

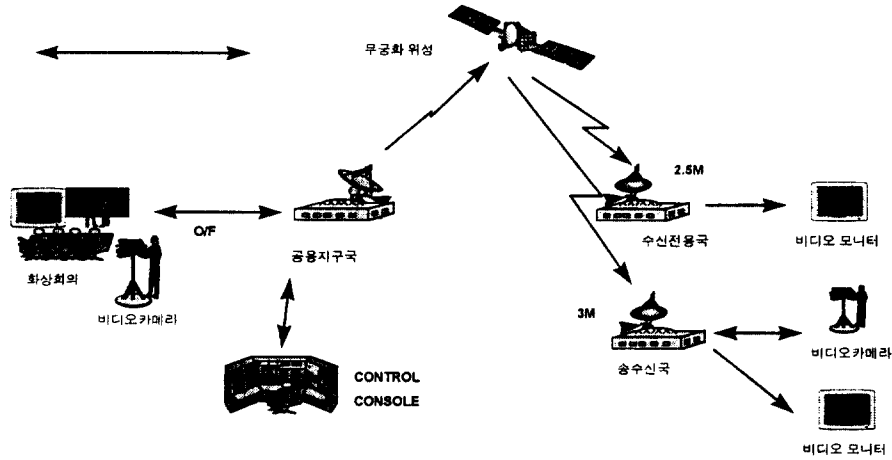
지상 비디오 중계망인 광 또는 마이크로망 대신에 위성을 이용하여 TV 및 CATV 등과 같은 영상 및 음성신호를 전송하는 서비스로서 사내방송 및 TV강의 등을 서비스하는 위성 고정비디오 서비스 (TVRO: TV Receive Only), 긴급취재 및 스포츠 중계등을 할 수 있는 위성 이동중계 서비스(SNG : Satellite News Gathering), 방송국간의 프로그램 전송을 위한TV/CATV 프로그램 전송 서비스등이 있다. 이 서비스의 장점으로는 1개의 위성 및 송신국으로 전국을 대상으로 한 서비스가 가능한 광역성, 전송대역의 광역화로 인한 고품질성, 회선설정의 유연성, 지상재해의 영향을 받지않는 내재해성, 다수의 지구국이 수신 가능한 동보성 등이 있고, 단점으로는 기상요건에 따른 품질 변화 요인이 있다는 것이다. <그림 5>은 위성 비디오 통신 서비스망구성도를 나타내고 있다 (사설방송중계는 TVRO임)

· 고정비디오 서비스 (TVRO)

TVRO 시스템의 구성은 <그림 5>에서 보는 바와 같이 중앙에 위치한 중심국에서 전송하는 영상데이터를 수신전용 지구국에서 수신하는 것을 기본으로 하여 수신전용 지구국에 송신장비를 설치하여 양방향 영상 전송도 가능하다. 전송속도는 6 Mbps이하가 주로 사용되며 현재 서비스되고 있는 TVRO시스템의 링크 특성은 <표 7>에 나타내었다.

· 위성 이동중계 서비스 (Satellite News Gathering)

SNG 서비스는 위성통신의 광역성, 동보성, 회선설정의 신속성을 이용한 비디오 서비스로서 이동형 차량, 휴대형 지구국을 이용하여 위성을 통한 영상전송 서비스이다. SNG시스템 망구성은 취재영상을 송신하는 이동국과 시스템을 통합관리하는 중심지구국, 취재영상을 수신할수 있는 고정지구국, 취재영상 수신기능만을 가지고 있는 각 가맹사의 수신전용국으로 구성되어 진다. 현재 서비스되고 있는 SNG 시스템의



〈그림 5〉 위성 비디오통신 서비스 망 구성도

〈표 7〉 위성 비디오통신 서비스별 링크 특성

항 목		단 위	TVRO	SNG	TV/CATV
중계기 대역폭		MHz	36	7.5	36
변복조 방식			QPSK	QPSK	QPSK
다원접속 방식			MCPD	SCPC	MCPD
캐리어 당채널수			7	1	4
전송 데이터 비율		Mbps	59.8	11.5	49.14
FEC 비율			0.875	0.875	0.875
상향링크	송신 안테나 크기	m	9	1.8	9
	송신 EIRP	dBW	57.7	50.8	57.7
	자유공간 손실	dB	206.9	207	207
	위성 G/T	dB/K	15.76	17.78	18.02
	안테나 지향오차	dB	1	1	1
	송신캐리어C/T	dBW/K	-134.44	-139.4	-132.28
	C/T HPA 상호변조	dBW/K	-118.88	-148.98	-142.38
	C/T 동일채널 간섭	dBW/K	-123.05	-131.57	-127.7
C/T TWTA 상호변조	dBW/K	-95.70	-125	-118.8	
하향링크	최대출력 EIRP	dBW	50.96	54.16	54.21
	출력 마진	dB	4.08	11.06	4.91
	EIRP	dbW	46.88	43.1	49.3
	자유공간 손실	dB	205.69	205.8	205.9
	수신 단말G/T	dB/K	19.89	34.5	27.4
	안테나 지향오차	dB	1	1	1
	수신 캐리어 C/T	dBW/K	-139.92	-129.1	-130.2
	수신 안테나 크기	m	1.8	9	3.7
전체	캐리어당 C/T	dBW/K	-141.1	-149.6	-143.16
	불쓰만 상수 (k)	dBW/HzK	-228.6	-228.6	-228.6
	C/N ₀	dBHz	87.5	79	85.44
	잡음대역폭	dBHz	75.55	70	75.55
	전체C/N	dB	11.95	9	9.89
	요구 C/N	dB	9.0	9.0	9.0

FEC (전방향오류수정) : Forward Error Correction
 HPA (고출력증폭기) : High Power Amplifier

링크 특성은 <표 7>에 나타내었다.

· TV/CATV 프로그램 전송 서비스

이 서비스는 지상 TV중계망 대신에 위성을 이용하여 TV방송사나 CATV방송사가 제작한 프로그램을 지방방송사까지 별도의 중계장치를 거치지 않고 중계하는 경제성있는 서비스이다. 이 서비스의 망구성도 및 현재 서비스되고 있는 링크 특성을 <표 7>에 나타내었다.

기(VSAT)를 통하여 2.4kbps ~ 64kbps, T1/E1 데이터통신망을 제공하는 서비스로서, 지상망에 비해 회선망의 설정이나 위치변경이 유연하고, 지상망 설치가 곤란한 지역에도 설치가 용이한 장점이 있다. 그리고 1:N의 형태로 이용할 때에는 지상망보다 경제적이며 거리 및 전송량에 관계없이 전국 단일요금이므로 원거리통신에 적합하고, 별도의 증설접속장치없이 단말기의 추가가 가능하다. 주로 음성, 데이터, 영상, FAX 전송 등에 이용된다.

4-3 위성 기업통신망 서비스

VSAT (Very Small Aperture Terminal)

공용지구국과 고객의 구내에 설치하는 초소형 단말

VSAT시스템은 중심국과 전국에 산재되어 있는 단말국간의 데이터 전송을 제공하는 서비스로서, 모든

<표 8> 위성 데이터통신 서비스별 링크 특성

항 목	단위	VSAT Outbound	VSAT Inbound	TSAT	
중계기 대역폭	MHz	1.23	0.3	3	
변복조 방식		BPSK	BPSK	QPSK	
다중접속 방식		TDM	R-TDMA		
캐리어 당채널수				32	
전송 데이터 비율	Mbps	1.024	0.256	4.56	
FEC 비율		0.5s	0.5		
상향링크	송신 안테나 크기	m	9	1.8	2.4
	송신 EIRP	dBW	45.6	34	32.8
	자유공간 손실	dB	206.9	206.9	206.9
	위성 G/T	dB/K	16	16	17.57
	안테나 지향오차	dB	1	1	1
	송신캐리어/C/T	dBW/K	-146.3	-157.9	-157.5
	C/T HPA 상호변조	dBW/K	-162.38	-169.88	-140
	C/T 동일채널 간섭	dBW/K	-141.5	-147.52	-136.89
	C/T TWTA 상호변조	dBW/K	-117.8	-129.4	-134.7
하향링크	최대출력 EIRP	dBW	52	52	54.35
	출력 마진	dB	17.2	28.8	20.4
	EIRP	dbW	34.8	23.2	33.95
	자유공간 손실	dB	205.8	205.8	205.7
	수신 단말G/T	dB/K	16.4	34.5	21.6
	안테나 지향오차	dB	1	1	1
	수신 캐리어 C/T	dBW/K	-155.6	-149.1	-151.15
	수신 안테나 크기	m	1.8	9	2.4
	전체	캐리어당 C/T	dBW/K	-163.3	-170.2
	볼츠만 상수 (k)	dBW/HzK	-228.6	-228.6	-228.6
	C/N ₀	dBHz	65.3	58.4	70.1
	잡음 대역폭	dBHz	60.1	54.08	64.71
	전체C/N	dB	5.2	4.3	5.4
	요구 C/N	dB	5.2	4.3	5.4

TDM (시분할다중화) : Time Division Multiplexing

BPSK : Binary Phase Shift Keying

R-TDMA (예약 시분할다중접속) : Reserved TDMA

데이터가 중앙국으로 집중되는 성형망 (Star Network) 구조를 가지며 기업본사가 수백개의 지방지사과 통신해야하는 기업형태에 적합한 서비스이다. 전송속도는 2400bps, 4800bps, 9600bps, 64kbps 등이 제공되며, 이용 분야로는 은행, 증권사, 보험사 등의 온라인 전산망, 건설업체 공사현장, 산간오지의 전산망 등에 이용된다. 시스템 구성은 중심국 (Hub)와 단말국 (VSAT)으로 구성되며, 중심국은 위성링크의 접속, 지상망 접속, 프로토콜 관리, 과금 등 망전체의 제어 및 감시기능을 가지며 단말국은 소규모 안테나로 위성링크를 통한 통신서비스를 제공한다. VSAT 시스템은 중심국에서 단말국으로 송신되는 반송파 (outbound)와 단말국에서 중심국으로 전송되는 반송파 (inbound)로 구성되며 outbound 대 inbound 비율은 서비스 내용 및 시스템 효율에 따라 결정되지만 보통 1:3 ~ 1:20 정도로 사용한다. 이들 시스템의 망구성도는 <그림 6>에 링크 특성은 <표 8>에 각각 나타내었다.

· TSAT (T1 Small Aperture Terminal)

TSAT시스템은 VSAT에서 제공하는 저속데이터와는 달리 T1/E1급의 고속데이터 전송용으로 고속 컴퓨터 통신, 지상망 trunk 접속, 화상회의 서비스 등을 제공하는 서비스로서 제공되는 전송규격은 1.544Mbps,

2.048Mbps 등이 있다. TSAT 시스템의 채널할당 방법으로는 고정할당, 필요시 재구성 가능한 동적채할당, 요구할당 등이 있는데 무궁화위성의 경우에는 고정할당 방식이 사용되고 있다. TSAT의 시스템 구성도는 <그림 6>에 링크특성은 <표 8>에 나타내었다.

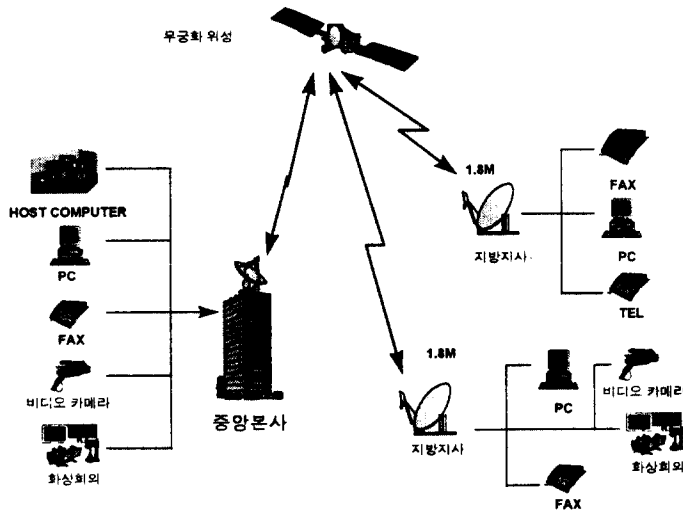
4-4 기타 위성통신 서비스

· 위성 디지털 회선 서비스

서울과 전국 주요도시에 설치된 공용지구국을 통하여 음성, 영상, 컴퓨터 등의 데이터를 다양한 속도로 전송하는 고속 데이터 통신 서비스로서, 화상회의, 고속 컴퓨터 화일전송, 신문지면 전송등에 이용된다. 망구조는 주로 그물망 (Mesh Network)을 이용하고, 시스템의 구성은 여러개의 단말지구국과 회선할당, 기준버스트 신호를 송출하는 망제어 중심국으로 이루어지며, 망의 재구성이 용이하고 목적지가 많은 고밀도 트래픽에 적합하다. 채널할당 방식은 사전지정방식과 요구할당방식으로 구분되고 주로 이 두방법을 혼용해서 사용한다

· 국간 중계 서비스

국간 중계회선을 위성링크를 이용하는 서비스로서,



<그림 6> 위성 기업통신망 구성도

지리적 장애로 지상시설 설치가 어려운 경우, 거리가 너무 멀어 위성채널이 경제적인 경우, 그리고 통화량이 적은 지역이 넓게 산재되어 있어 지상시설 설치에 비용이 많이 드는 경우에 주로 이용된다. 현재 무궁화위성은 인천과 백령도 간에 위성을 이용하여 국간 중계를 하고 있다.

· 위성 전화망 서비스

위성 전화 통신망은 도서벽지 통신, 비상재해 통신, 관공서 및 기업체 등의 음성급 전용통신 등을 위한 통신망으로서, 소용량 트래픽을 갖는 다수의 소형지구국으로 구성된다. 이용분야는 사설교환망, 전용전화, 임시 이동전화, 도서벽지 통신, 지상회선의 백업 등의 용도로 사용될 수 있다. 단점으로는 위성을 이용함으로써 0.25초 가량의 전파지연이 있다.

· 위성 이동데이터 서비스

이동중인 차량이나 선박으로부터 이동체를 관리하는 회사까지 위성 및 지상망으로 데이터 링크를 구성하여 이동체의 위치정보 및 이동체 관리를 위한 양방향 데이터통신을 제공하는 서비스이다.

· 음향방송

방송채널을 이용하여 지상FM 방송보다 훨씬 나은 음질의 10 ~ 15채널의 스트레오 음향프로그램을 PCM 방식으로 방송하는데, 클래식, 재즈, 오페라 등 분야별 음악방송을 실시함으로써 청취자는 그 중에서 좋아하는 음악을 선택하여 들을 수 있는 서비스이다.

5. 결 론

본 논문에서는 무궁화위성이 제공하는 서비스의 종류, 망구성 및 특성들을 살펴보았으며, 결론부분은 위성통신분야와 산업공학분야의 주요 관련주제들에 관한 것이다.

위성의 수명은 위성에 탑재되는 기기의 전기적 및 기계적 장애보다도 위성의 자세 및 궤도제어용으로 탑재되는 연료량에 좌우된다. 수명을 늘리기 위해서 연료량을 늘려야 하나 매발사시 발사 총 중량에 일정

한 한계가 있다. (무궁화위성 : 발사중량 1459kg, 위성체 중량 635kg) 따라서 주어진 중량한계내에서 탑재 연료량과 타 기기의 종류 및 갯수를 결정해야 하는데 산업공학의 최적화 기법을 사용할 수 있다. 위성의 수명은 또한 연료를 사용하는 위성운영방법에 따라 수명이 길어질 수도 짧아질 수도 있으므로 현재의 위성의 상태, 각종 서비스의 요구 품질 그리고 통신 신호의 강우감쇄를 위한 출력 전력할당 등 최적의 운영방법을 찾게 된다. 위성체를 포함한 발사체는 특성상 지상에 위치한 관제시스템과는 달리 고장발생시 수리가 불가능하다. 위성체 및 발사체는 신뢰도 성능 척도가 그리고 관제시스템은 가용도 성능척도가 품질 보증활동의 중요한 척도이다.

위성망은 기본적으로 지상망과 경제적 관계에 있는 까닭에 특정서비스망을 구축하기 위한 망선택시 경제성평가가 이루어져야 하며, 위성망의 설계 및 신뢰도 분석등이 필수적이다. 위성망은 지상망에 비해 망구성의 유연성 및 신속성, 내재해성, 광역성, 동보성 및 다원접속성등의 장점을 갖는다. 반대로 전파지연, 암호화의 필요, 반향현상, 지구정지궤도의 유한성등의 단점을 갖는다. 따라서 이러한 장점과 단점을 비용과 수익으로 변환하여, 지구국 설치 비용, 운용비용들을 고려한 경제성 평가가 이루어 져야 한다.

4장에서 언급한 바와 같이 서비스별 중계기 배치, 중계기별 주파수 배분 그리고 사용 캐리어별 전력할당등은 위성 중계기의 성능을 크게 좌우한다. 따라서 중계기 각 채널에 서비스를 위한 주파수를 할당시 계절적, 지역적 차이에 따른 신호감쇄를 통계적으로 분석하여 계절별 주파수 배치계획등을 세울 수 있다.

위성사업과 같은 장기간, 대규모, 고비용 그리고 실패시 막대한 손실을 감수해야 하는 통신시스템의 경우, 시스템의 사업성/경제성 평가, 요구규격 작성, 입찰자 평가 그리고 설계/제작 감리 및 인수, 시험 및 운용등 전과정에서 시스템적 접근이 무엇보다도 중요하며 바로 이 시스템적 접근이 두 분야의 상호연관성의 정도를 말해주고 있다고 할 수 있을 것이다.

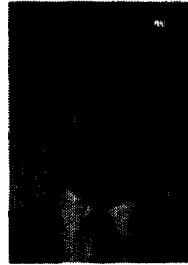
【참고 문헌】

- [1] Lockheed Martin Astro Space, Koreasat Spacecraft Operations Requirements Handbook, Vol. 1, 1995.
- [2] Matra Marconi Space, Koreasat Ground System CDR Data Package, Vol. 1, Book 1 and Book 5, 1994.
- [3] Hwangbo, H, Kim, S. J. and Choi, S. H., "KOREASAT : The First Korean Communication and Broadcasting Satellite", Proceedings of The Third Asia-Pacific Conference on Multilateral Cooperation In Space Technology and Application, pp. 175 - 183, May 1996.
- [4] Gordon, G. D. and Morgan, W. L., Principles of Communications Satellites, John Wiley and Sons Inc., New York, 1993.
- [5] 한국통신 위성사업본부, 위성통신과 무궁화위성 시스템, 1993.
- [6] 한국통신기술(주), 무궁화위성 통신서비스 개발 및 수요조사 보고서, 1993.
- [7] 한국전자통신연구소, 디지털 위성방송시스템 개발에 관한 연구, 1995.



정상욱(鄭湘旭)

1983 전남대학교 화학공업경영학과 학사
 1985 한국과학기술원 산업공학과 석사
 1992 한국과학기술원 산업공학과 박사
 1985-1987 한국전자통신연구소 연구원
 1992-1994 한국통신 위성사업본부 부장/선임연구원
 1995-현재 전남대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 : 불확실성 모델링, 신뢰성 분석
 수명시험자료 분석 및 설계, 위성통신
 통신경영, 의사결정론



양상진

1991 경남대학교 전자계산학과 학사
 1993 포항공과대학교 석사
 1993-현재 한국통신 위성사업본부 전임연구원
 관심분야 : 소프트웨어 공학, 실시간 시스템