

원격탐사위성 지상수신시설 운용기술 연구

연구책임자	전파과	염 호 선
연 구 원	전파과	곽 장 호
		박 수 영
		김 혁

요 약 문

목적 및 필요성

급속히 발전하는 위성정보 관련기술의 양적 팽창과 질적향상에 대응하기 위하여 국내에서도 위성시대의 문을 연 현시점에서 국내실정에 적합한 원격탐사 위성에 대하여 정확하고 빠른 위성정보 수집이 필요하며, 관련기술의 축적 및 응용기술 개발은 매우 중요하다. 그러므로 전파연구소에서는 보유중인 10미터 안테나 시설을 이용한 위성 수신시스템과 위성추적 및 관제기술을 바탕으로 원격탐사위성 지상수신소를 운용하여 원시데이터를 생산하고, 위성 신호처리 기술 및 위성 추적 기술, 수신시스템 제어 프로그램 개발 등 관련기술 연구를 수행하고자 한다.

연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 그동안 전파연구소에서 구축한 직경 10미터 위성추적 안테나 시설과 프랑스 SPOT 및 일본의 JERS-1 위성 수신시스템을 이용하여 위성으로 부터 관측 데이터를 수신하여 원시 데이터를 생산하는 과정과 지상수신소의 임무, 구성 및 운용등 일련의 과정을 조사 분석하였고, 또한 수신시스템 구성 및 제어 프로그램 개발등을 연구하였다.

연구개발의 결과

본 연구의 목적인 지상 수신시설 운용에 의하여 생산되는 관측위성의 원시 데이터 (HDDT)는 한국과학기술원 인공위성연구센터와 같은 전처리 기관에 제공되고, 현재 국내 각계 이용자들의 수요에 따라 공급이 가능하다

기대효과 및 활용

본 연구를 통하여 얻어진 위성영상은 국내 원격탐사분야 응용 연구를 수행하는 모든 사용자에게 분배되어 활용되며, 축적된 지상수신소 운용 기술 및 개발된 시스템 제어 프로그램은 향후 타 기관에서 지상수신소 구축시 적극 활용될 것이다.

SUMMARY

Study on the Operational Technology of Remote Sensing Satellite Ground Station.

Objective and Necessity

In order to cope with quantitative expansion and quality evolution prevalent in the fast developing satellite data related technology, many a developing country as well as developed countries, despite of the expensive cost involved in investment and operation, commit hefty resources to a series of processes required for receiving, pre-processing and analysing satellite remote sensing data, which is instrumental in discharging the diverse institutional functions.

In Korea, at this significant moment that the country is on the threshold of the satellite era, it has undertaken a challenging task, likewise in elsewhere, to collect fast, accurate satellite data from a remote sensing satellite congenial to the national purposes, to accumulate relevant technology and to explore applied technology thereof.

Contents and Scope

This paper is to present a systematic comprehension on the processes evolved in receiving observation data from a satellite, by means of 10 m diameter satellite tracking antenna device built by the laboratory and satellite receiving system; namely, SPOT of France and JERS-1 of Japan, and product raw data thereof; mission, configuration and operation know-how of ground station; composition of remote sensing satellite receivable by over the R.O.K

territory, receiving system structure, control programme, satellite antenna auto-tracking technology and relevant information on ground stations.

Result

Raw data obtained from observation satellite and produced by ground station will be offered to preprocessing institutions such as Satellite Technology Research Center, KAIST, and will also be made available for appropriate and timely offer to all walks of life if so desired.

Expected Effect and Utilization

Ground station operation technology and relevant information on ground stations acquired from this study will be of valuable references for programming another eventual ground station projection to be promoted by any other institution.

목 차

제1장 서론	149
제2장 위성데이터 수신 및 저장 시스템 운용	151
제1절 수신시스템의 구성 및 기능	151
제2절 수신시스템의 운용	156
제3절 위성데이터의 저장 및 관리	160
제4절 위성정보의 이용분야	162
제5절 원격탐사위성 현황	163
제3장 시스템 운용기술 및 제어 프로그램	165
제1절 지상국 제어	165
제2절 위성추적, 데이터 수신 및 저장 프로그램	167
제3절 JERS-1 위성 지상 수신시설 운용체계	189
제4장 결론	193
참고문헌	194

제 1 장 서 론

원격탐사 (Remote Sensing)는 인공위성을 이용하여 우주로 부터 지구표면을 관측하고 그 자료를 분석하여 이용자에게 제공하는 새로운 과학 기술로서, 수집되는 정보는 국가자원과 환경에 관한 것이므로 국민생활과 밀접한 관계가 있으며 매우 중요하다. 또한 원격탐사에 의해 얻어진 정보는 대체로 사진이나 수치자료로 표시되며, 그 활용범위는 국토계획, 도시계획, 농업, 임업, 수산업, 해양, 지질, 지리, 재해, 산림, 군사, 교통, 환경 및 지도제작등 매우 광범위하며 새로운 응용기술 개발로 인해 그 활용범위가 점점더 확대되고 있다.

현재 상용화된 고 해상도 위성영상은 약 10미터의 해상도로서 인공건축물의 크기 까지 관측할 수 있다. 또한 위성은 주기적으로 지구 상공을 선회하며 관측하므로 주기적, 지속적인 지역 관측에는 가장 효율적이다. 여러 위성의 서로 다른 센서에서 나온 영상을 이용하면 물체의 모양, 온도 등을 자유롭게 관측할 수 있으며 구름의 장애를 받지 않는 초고주파를 사용하면 밤낮과 기상상태에 관계없이 관측할 수도 있다. 앞으로 1미터 이하급의 고해상도 위성영상이 상용화되면 원격탐사의 활용범위와 응용기술은 더욱더 발전될 것이다.

이와 같이 원격탐사는 많은 투자와 운용비가 요구됨에도 선진국은 물론 개발도상국 까지도 자국의 국익을 위해 위성정보를 직접 수신, 전처리, 분석 등 일련의 과정을 수행하고 있다. 따라서 국내에서도 국가자원과 환경에 필요한 원격탐사위성의 정보를 수신, 전처리 할 수 있는 시스템을 구축 및 운용하므로서 위성정보를 확보하고 위성추적, 수신, 전처리, 분석등의 기술을 축적하여, 이들 위성정보와 관련기술을 국내 각연구소, 대학, 국립기관 등에서 서로 연계하여 이용할 수 있는 위성정보 서비스 시스템의 구축은 필요한 실정이며, 또한 원격탐사 위성정보 및 우주과학 기술에 대한 지속적인 연구와 개발은 매우 중요하고 필요하다.

전파연구소에서는 그동안 본 연구의 목적인 원격탐사위성 지상수신소 운용기술 연구와 관련하여 1989년 위성전파 연구용인 직경 10미터 안테나를 설치하여 위성추적과 위성전파의 전파특성 연구를 수행하여 왔으며, 1990년에는 한국통신학회와

공동으로 “고밀도 영상데이터 수신시스템의 활용방안 연구”를 수행하여 원격탐사 위성 지상수신소 구축에 관한 타당성 조사를 하였고, 1991년과 1992년에는 대한원격탐사학회 및 한국과학기술원과 각각 “자원탐사 위성 데이터 수신 연구” 및 “위성전파 신호처리 기술 연구”를 통하여 미국의 기상위성 NOAA로 부터 우주환경자료 (Space Environment Monitor) 추출을 위한 S/W 개발과 원격탐사위성 지상수신소 구축을 위한 기초 연구를 수행한바 있다. 이어 1993년에는 한국과학기술원과 공동으로 국내 최초의 위성인 KITSAT 1, 2호에 대한 관제기술 연구와 통신실험을 통하여 위성추적 기술 및 위성전파 수신에 관한 기술을 배양하여 왔다.

본 연구에서는 1993년 부터 정보통신부의 지원으로 한국통신에서 한국과학기술원에 출연한 “인공위성 영상데이터 처리 시스템 개발 연구”의 일환으로 전파연구소에서 설치되어 있는 위성전파 연구용 직경 10미터 안테나에 원격탐사위성 데이터를 수신, 저장 할 수 있는 시스템을 부가하므로서 원격탐사 전용 수신소의 기능을 할 수 있는 시스템 구성과 수신소 운용 기술에 대한 연구를 하여왔다. 즉 전파연구소에서 위성데이터를 수신, 저장하여 한국과학기술원에 제공하고 한국과학기술원에서는 데이터를 처리하여 국내 각 연구소, 대학, 국립기관 등에서 이용할 수 있도록 하고자 함이다.

수신대상 위성으로는 우선 일본 원격탐사위성인 JERS-1과 프랑스 SPOT 위성을 목표로 하여 1994년 부터 수신시스템의 구성과 발주, 운용에 필요한 기초 조사를 수행하고 1995년과 1996년, 1997년에는 시스템 설치와 운용을 통하여 원격탐사 위성의 데이터를 저장한 고밀도 자기 기록 매체 (HDDT)의 시제품 생산과 지상수신소의 원활한 운용을 위한 운용 기술 연구를 수행하였다. 본 연구 결과는 향후 국내에 지상수신소나 원격탐사 센터 설립시 필요한 기반기술을 확보 할 수 있고, 또한 연구 결과로 얻어지는 원격탐사 자료는 국내 각급 기관과 연구소에서 사용 될 뿐만 아니라 현재 중요하게 대두되고 있는 GIS등 여러 응용 분야에 이용될 수 있다.

제2장 위성데이터 수신 및 저장시스템의 운용

제1절 수신시스템의 구성 및 기능

1. 위성 자동 추적 시스템

위성의 자동 추적 시스템은 직경 10m 안테나, LNA, Down Converter, IF Distribution Unit, S/X-Band Tracking Receiver, Antenna Control Unit 등으로 구성되어있으며, 위성의 궤도계산에 의한 프로그램 추적 방식과 단일 펄스 추적 방식을 (Monopulse Tracking)을 이용하여 위성을 자동으로 추적한다.

가. 직경 10m 안테나

본 안테나는 카세그레인 형태의 위성 추적용 안테나로서, X/S Band를 수신할 수 있다. 안테나 시스템의 설계는 주 반사판 초점 위치에 SCM (S-band Signal Channel Monopulse) Tracking Feed와 카세그레인 방식의 X-band SCM Tracking Feed가 설계되어 있으며, 안테나 천정점을 지나는 위성을 추적하기 위하여 Third Axis가 설치되어 있다. 안테나의 G/T는 X-band 5도 양각에서 31dB/K, S-band 5도 양각에서 21dB/K이상이며, 이득은 X-band에서 55dB dB, S-band에서 45dB이상이다.

- 주 반사판 (Main Reflector)

직경 10m의 포물형 곡면의 반사표면으로 두께 1.6mm의 알루미늄 합금으로 구성되어 있고, 총 36개의 반사 판넬로 이루어지며 각 판넬은 곡면조정이 가능하도록 제조되어 있다. 각 반사 판넬의 조립후 곡면오차는 RMS 0.5mm이하가 되도록 조정하였다.

- 부 반사판 (Sub Reflector)

부 반사판은 Hyperbolic 형태로 주 반사판과 기하학적으로 카세그레인

형상을 이루고 있으며, 표면은 반사용 다이폴을 이용하여 X-band를 반사시키고 S-band를 통과시키는 주파수 선택 투과성 (Frequency Selective Subreflector)을 가진다. 또한 S-band Feed는 Prime-Focus에 설치하여 수신 및 자동 추적을 할 수 있다.

- 페데스탈 (Pedestal)

페데스탈은 기초대 위에 설치되어 안테나가 추적하고자 하는 회전방향으로 구동시켜 원하는 위성을 추적할 수 있도록 안테나 구동 역할을 한다. 구동장치에는 안테나의 고도각 방향으로 동작시키는 양각구동 메카니즘과 방위각 방향으로 구동하는 방위각 구동 메카니즘 및 안테나 Overpass되는 위성의 추적 손실을 방지할 수 있도록 Tilt 시켜주는 Third Axis 메카니즘으로 구성되어 있다.

- 피더 (Feeder)

피더는 피더혼, 원편파기, 편파분리기, 편파스위치 등으로 구성되며, Monopulse Tracking을 위해 각 5개의 셋트로 구성된다. X-band의 경우 피더혼은 피라미드 혼으로 중앙의 영상 신호 수신용 혼 주변에 4개의 추적용 혼을 배치하였고, 중앙의 혼은 저손실, 저잡음을 위하여 LNA까지 도파관으로 연결되며, 추적용 혼은 편파 분리기에서 도파관 동축 변환기를 거쳐 편파 선택용 동축 스위치, 진폭 비교기등을 통하여 추적용 LNA에 연결된다. S-band의 경우 부 반사판 뒷면에 설치된 십자 다이폴 피더를 사용하며, 추적을 위해서는 중앙의 영상 신호 수신용 피드 주변에 4개의 피더가 배치되어 있다.

나. LNA (Low Noise Amplifier)

안테나의 수신신호를 증폭하기 위하여 사용한다. X-band LNA는 입력 주파수 밴드는 8 ~ 8.4GHz 이며, VSWR은 입력시 1.5 이하 이고 출력시 1.75 이하이고 이득은 40dB이다. S-band LNA는 입력주파수 밴드는 2 ~ 2.4GHz

이며, VWSR은 1.5이하이고 이득은 35dB이다.

다. Downconverter

Down Converter는 안테나 피더로부터 RF 신호를 받아서 375MHz의 IF 신호로 변환한다. 이 IF 신호는 뒷단에서 신호처리를 위하여 Tracking 및 Data Receiver로 보내진다.

라. Telemetry Receiver

이 수신기는 IF를 받아서 데이터와 안테나 자동 추적을 위한 위상 편차 에러를 ACU로 보내 안테나를 구동시킨다. 다양한 Plug-in Tuner를 이용함으로써 215 MHz에서 2400 MHz 까지의 RF 신호를 수신하며, 수신기의 마이크로프로세서 단은 수신기의 조작을 제어하고 전면의 화면과 제어판을 조정하는 것과 원격제어를 제공한다.

마. ACU (Autotrack Controller Unit)

ACU는 페데스탈, 안테나의 Servo, Feeds 그리고 Telemetry Receiver를 제어하며, Telemetry Receiver로부터 받은 Tracking 에러 신호를 이용하여 실시간 Pointing angle을 servo amp.에 제공하고, 또한 궤도데이터를 사용하여 계산된 look angle도 제공한다.

라. IF Distribution

IF Distribution Unit는 동축 케이블을 경유하여 Down Converter된 IF 신호를 수신한다. 그리고 수신장비와 신호처리 장비에 공급하는 역할을 한다. 또한 케이블의 손실을 보상하여 같은 진폭으로 제공하고 모든 신호처리 장비에 데이터와 Tracking 신호를 전면에서 제공한다.

마. Converter Control Unit

Downconverter에 있는 Phaselock Multiplier에서 5가지의 기준 주파수를 제

공하여 Converter Modules에 있는 5개의 Phaselock Source의 최대치를 각각 동조시킬 수 있다.

2. 위성 데이터 수신시스템

원격탐사 위성으로부터 관측된 데이터를 수신 및 저장하여 원시 데이터를 생산하는 시스템으로서, Demodulator, Bit Synchronizer, Recorder, Test System, Real Time Imagery Display System, Station Control Subsystem등으로 구성되어 있다.

가. Demodulator

QPSK, UQPSK, BPSK등의 신호를 수신하여 복조한 다음 Bit Synchronizer System으로 보낸다.

- Data Rate : QPSK 110 Mbps
BPSK 85Mbps
- Modulation : QPSK, BPSK, UQPSK
- Required Satellite : JERS-1, SPOT etc

나. Bit Synchronizer

이 시스템은 Demodulator에서 수신 및 복조한 신호를 ECL (Emitter Coupled Logic) 호환 및 저장할 수 있는 데이터와 클럭 신호를 제공한다. 그리고 수신하고자 하는 위성의 모듈을 쉽게 설치할 수 있다.

- Baseband Input Level : QPSK 300mV p-p nominal
- Decoding : QPSK 4-state differential
- Output : QPSK Parallel and Serial data
- Clock Timing Acquisition Time : 100ms 이하

다. Recorder

위성 데이터가 복조 및 Bit Synchronizer를 통해 들어오면, 먼저 Variable

Rate Buffer에서 데이터를 저장한 다음, 데이터를 HDDR (High Density Digital Recorder)에 재 저장하여 원시 데이터를 생산한다. 저장방식은 카세트 형태이다.

- Cassete Type : 19mm D-1
- Data Rate : 128 Mbps

라. Test System

이 시스템은 위성 신호를 수신하기 전에 전체 시스템의 성능을 시험하기 위한 장비이며, Test Modulator, Bit Error Rate Set등으로 구성되어 있다.

- Test Modulator
 - Modulation : QPSK, BPSK, UQPSK
 - Encoding : QPSK는 differential, UQPSK와 BPSK는 NRZ-L to NRZ-M
- Bit Error Rate Test Set
 - Serial Bit Rate : 150Mbps
 - Clock Source : External
- Synthesized Signal Generator
 - Frequency Range : 0.01 to 550MHz
 - Resolution : 8 digits
 - Frequency Stability : 2.5ppm

마. Real Time Imagery Display Subsystem

위성에서 수신되는 영상 신호를 실시간 또는 테이프의 재생을 통해 영상을 화면에 보여주는 역할을 한다. 디스플레이 포맷은 각각의 센서들에 대하여 Demultiplexing, Subsampling, band alignment하고 DSP 기본보드를 이용하며, 디스플레이 컨트롤러는 프레임 버퍼에서 받은 신호를 칼라 모니터에 재생시켜준다.

제2절 수신시스템의 운용

1. 위성데이터의 Path 신청 및 수신

JERS-1 위성의 데이터 신청은 OPS와 SAR센서를 나누어 신청하고 있다. OPS는 6주전에, SAR는 2주전에 일본의 NASDA/RESTEC에 필요한 Path를 신청하면 RESTEC의 운용계획팀에서 타 지상국의 신청 스케줄과 조정을 거쳐 수신가능한 Path의 일정을 보내주면, 그일정에 의해서 데이터를 수신하게 된다.

가. SAR 데이터 신청 및 수신

SAR데이터는 사용자의 요구와 한반도에 해당되는 Path (72Path - 85Path)를 신청하여 수신하고 있으며, 데이터 신청 형식은 다음과 같다.

- SAR센서의 한반도 촬영 범위

72 path	울릉도	79 path	서울 전남북 제주
73 path		80 path	인천 서해섬
74 path	포항	81 path	북한중심 통과
75 path	부산	82 path	황해도 평안
76 path	두만강 대구	83 path	황해도 평안
77 path	청진 강원지역	84 path	평안
78 path	대전 제주동부	85 path	평안

- SAR 데이터 신청 형식

No.	Term	Contents	No.of byte	Byte position
1	Request ID	ID unique to the request data The request station may determine ID	8	0
2	Acquisition date	YYYYMMDD (UT) YYYY : Year MM : Month DD : Day	8	8
3	RSP at begining of observation	RSP at begining of observation Detail are shown in 2.4 specifications of terms	9	16
4	RSP at the end of observation	RSP at the end of observation Detail are shown in 2.4 specifications of terms	9	25
5	Sensor Type	Sensor Type SAR : SAR OVN : VNIR only	3	34
6	OPS Gain	Gain of OPS sensor during observation Details are shown in 2.5 code configuration	1	37
Total			38	

나. OPS데이터 신청 및 수신

OPS데이터는 사용자의 요구와 한반도에 해당되는 Path (81path - 94path)를 신청하여 수신하고 있으며, 데이터 신청형식은 다음과 같다.

- OPS 데이터 한반도 촬영 범위

81 path	울릉도	88 path	서울 전라
82 path		89 path	인천 서해
83 path	부산 포항	90 path	개성 북한중심
84 path	진주 대구	91 path	황해도
85 path	대구 강원 두만강	92 path	황해도 평안
86 path	청진 강원 남한중심	93 path	평안
87 path	대전 제주	94 path	평안

- OPS 데이터 신청 형식

< REQQ의 실제 신청 예 >

I D	acq. date	srsp	ersp	s-deg.	e-deg.	phase	sensor	gain
RRL 00001	970607	80	80	124.77	161.44	45	OVN	normal
RRL 00002	970608	81	81	124.24	161.45	45	OVN	normal
RRL 00003	970609	82	82	124.13	161.46	45	OVN	normal

No.	Term	Conents	No. of byte	Byte position
1	Request ID	ID unique to the request data The sending ground station may determine ID	8	0
2	Observing objective	NASDA USE ONLY	2	8
3	Observing period	Observing period YYYYMMDDYYYYMMDD (start) (end) Only start is used in RSP request	16	10
4	GRS of observing area	GRS of MDR observing objective (PATH, ROW)	6	26
5	sensor type	sensor type SAR : SAR OVN : VNIR only	3	32
6	RSP of observing area	Start RSP of observing area XXXYYY.YY	9	35
7	RSP of observing area	End RSP of observing area XXXYYY.YY	9	44
8	Priority	Observing priority of GRS request data (1-3)	1	53
9	Observing sensor condition	OPS gain mode (N/H)	7	54
Total			61	

2. 위성데이터의 수신절차

- 위성 궤도계산 : JERS-1, SPOT위성은 태양동기 궤도를 통과하므로, 위성의 궤도 6요소를 미리 입력하여 Program Tracking방식으로 수신대상 위성의 위치 및 시간을 예측한다. 위성의 궤도 6요소는 JERS-1위성의 경우 일본의 RESTEC 으로부터 매일 위성의 궤도제원인 OPLN과 ELMF를 받아서 운용하고 있다.
- 위성정보 수신 : 위성이 안테나 커버리지에 들어오기 전에 안테나를 궤도예측에 의한 예상각에 준비시키고, Program Tracking을 시도하다가 위성에서 신호가 수신되는 순간 Auto-Tracking으로 전환하여 위성데이터를 수신한다.
- 관측 및 저장 : 수신 시작과 함께 위성영상은 자동으로 HDDR에 저장되며, 실시간으로 모니터에 디스플레이 되어 위성영상이 정상적으로 수신되고 있는지를 관측할 수 있다.

제3절 위성데이터의 저장 및 관리

1. 위성데이터의 저장

위성데이터를 수신하여 비트 동기화 시킨후 HDDT (High Density Digital Tape)에 저장한다. HDDT에 저장된 데이터는 위성에서 송신하는 데이터인 원시데이터를 저장하며, 영상은 Scene 단위가 아닌 위성이 지나가면서 계속 획득하는 영상의 Pass형태를 가진다. 현재 보관하고 있는 데이터는 Tape ID, Tape내의 저장순서, 위성종류, 센서종류, 영상획득 날짜, 시간등이 정리되어 전처리가 가능하도록 저장되어 있다.

가. HDDR 및 HDDT의 형식

- Cassette Type : 19mm D-1 type
- Data Rate : 128 Mbps

- Head Life : 500 hours
- Interface : GP-IB, RS-422
- Cassette Tape : M-Cassette (43GB)

나. Buffer 형식

- Memory : 128 MB
- Record/Playback Rate : 0 to 128 Mbps
- Reverse Playback Rate : 0 to 60 Mbps
- Data Input : 8 bit parallel and bit serial
- Data Output : 8 bit parallel and bit serial
- Interface : GP-IB, RS-232C, RS-422A
- Time Code : IRIG-A, IRIG-B

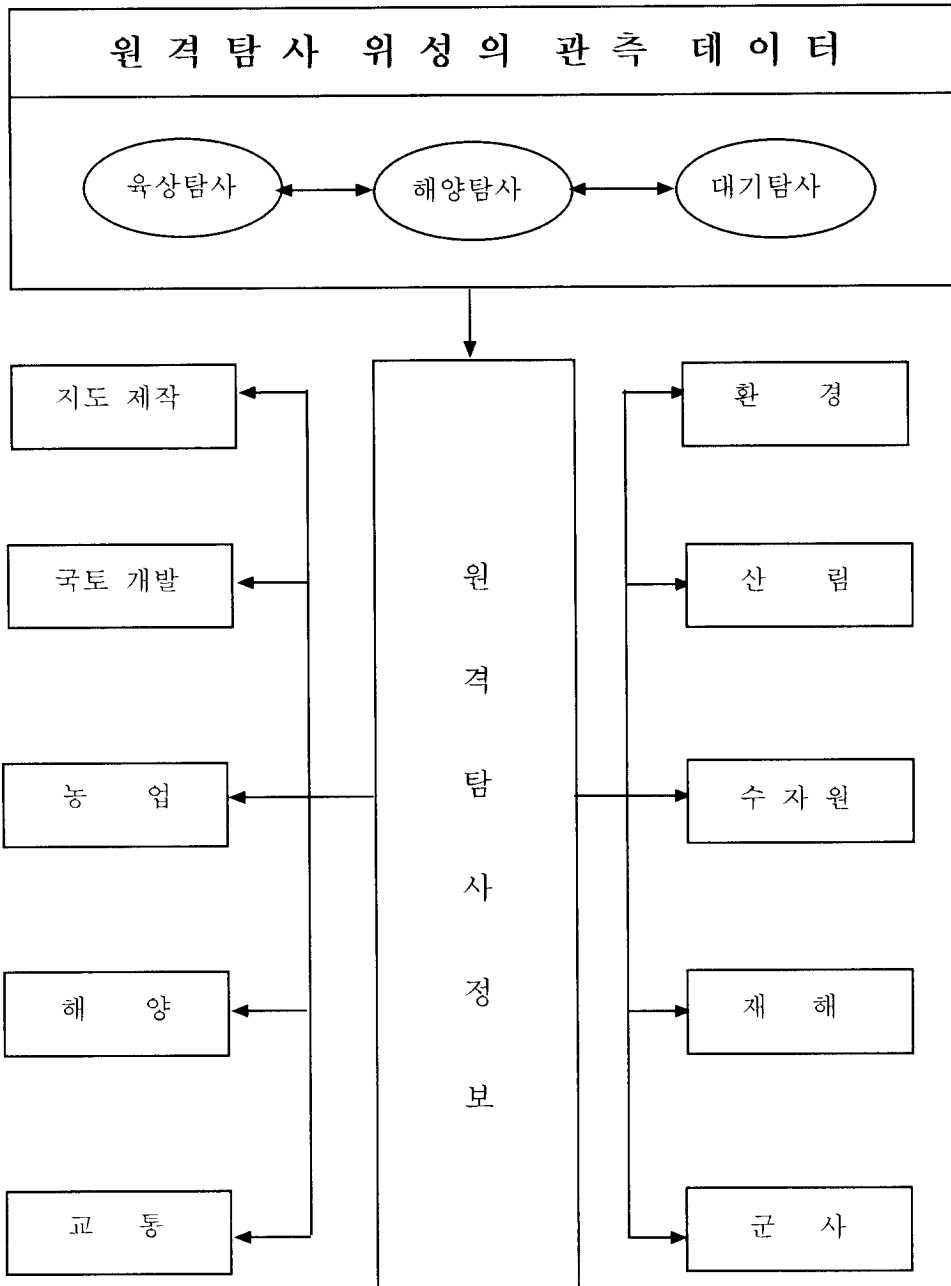
다. Data format

- SPOT Satellite
CRIS - LGSOWG, SPIM - LGSOWG, CCRS - LGSOWG
- JERS-1 Satellite
OPS : NASDA - LGSOWG
SAR : NASDA - CEOS

2. 데이터의 관리

저장된 데이터인 HDDT는 전처리를 할 수 있는 기관인 인공위성연구소로 보내져 Pass 영상데이터는 프레임 동기를 거친후 각 Scene별로 나뉘어서 일반컴퓨터 시스템과 호환이 되는 CCT에 저장이 된다. 저장된 영상데이터는 처리 시스템의 MSQ, GICS등을 통하여 각 Scene별로 Sub-sampled된 Browse영상으로 시스템에 저장된다. 따라서 처리 시스템의 CASS (Catalog and Browse System)로 현재 데이터베이스화 되어있는 영상을 쉽게 검색 및 이용을 할 수 있다.

제 4절 위성정보의 이용분야



제5절 원격탐사 위성 현황

위 성	국 가 기 관	발 사 년 도	고 도 (Km)	탐 제 장 치	해상도 (m)	관측폭 (Km)	관 측 밴드수
JERS-1	일 본	1992	568	MS	18×24	75	4
SPOT-1, 2	프랑스	1986 1990	632	MS PAN	20 10	60 - 80	4
Resours-02	러시아	1995	670	MS	27	54	3
CBERS	브라질 중 국	1995	778	MS PAN	20	120	4
IRS-1C	인 도	1995	817	MS PAN	20 5.8	142 70	4
RADARSAT	캐나다	1996	792	RADAR	8-100	50-300	
Almaz	러시아	1996	350-400	RADAR	8-100	25-150	
Lewis	미국 TRW	1996	523	MS PAN	30 5		
Clark	미국 CTA	1996	476	MS PAN	15 3	30	3
Early Bird	미국 Ball Aero	1996	470	MS PAN	15 3	15 3	3
Quick Bird	미국 Ball Aero	1997	600	MS PAN	4 1	22 22	4

위 성	국 가 기 관	발 사 년 도	고 도 (Km)	탐 제 장 치	해상도 (m)	관측폭 (Km)	관 측 밴드수
SPOT-4	프랑스	1998	820	PAN MS	10 20	60	4
Orview	미 국 OSC	1998	470	PAN MS	1/2 4	8/8 8	4
Space Imaging CATERRA-1	미 국 L M	1997	680	PAN MS	1 4		4
ENVISAT	ESA	1998	800	RADAR	30	56-100	
Landsat-7	미 국	1998	705	PAN MS	15 30	185	7
EOS AM-1	일 본 미 국	1998	705	MS	15	60	14
KOMPSAT	한 국 KARI	1999	685	PAN	6.6	15	
Space Imaging-2 CATERRA-2	미 국 L M	1999	680	PAN MS	1 4		4
IRS-1D	인 도	1999	817	PAN MS	5.8 20	70 142	4
SPOT-5A	프랑스	1999	820	PAN MS	5-3 10	60	4
ALOS	일 본	2002	692	RADAR PAN MS	10 2.5 10	70	4
EOS AM-2 Landsat-8	미 국	2004		PAN MS	10 30		7
SPOT-5B	프랑스	2004	820	PAN MS	5-3 10	60	4

제3장 시스템 운용기술 및 제어 프로그램

제1절 지상국 제어

전파연구소는 기기들을 직접 제어할 수 있는 워크스테이션 제어기 및 프로그램을 보유하고 있으며, 모든 디스플레이 기능은 X-windows 프로토콜을 사용하여 시행하고 이 것은 X-windows의 GUI의 네트워킹 특성을 사용한 것이다. 이 네트워크는 고객 지원 호스트 컴퓨터에 접속을 할 수 있도록 하며, 원격으로 스케줄과 환경, 천체력 데이터 등을 입력시킬 수 있다.

1. 지상국 제어 상태와 방식

지상국 제어 S/W는 2가지 상태 (READY, OFFLINE)를 가지고 있다. READY 상태는 운용자가 모든 지상국 제어기능을 실행시킬 수 있는 상태를 말하고, OFFLINE 상태는 위성 경로 추적기능과 일정감시 기능을 제외한 모든 기능을 수행할 수 있는 상태를 말한다. READY 상태는 4가지 모드 (IDLE, PREPASS, ACTIVEPASS, POSTPASS)를 모두 수행할 수 있고, OFFLINE 상태는 오직 IDLE 모드만이 가능하다.

2. 일정 감시 기능

제어프로그램은 일정기능에 의해 만들어진 일정대기 상태를 감시할 수 있다. 이 대기 상태는 시간에 따라 순차적으로 통과하는 위성의 명단이다. 일정 감시 기능은 READY 상태에서만 가능하고 이는 초당 한번씩 기상 상태를 점검하고, 위성의 통과가 임박했을 때 실행기능을 알려준다.

3. 기기 상호 접속 기능

지상국 제어 프로그램은 3개의 IEEE-488패러럴 인터페이스와 3개의 시리얼 인터페이스를 사용하여 시스템 계기를 제어한다. IEEE-488패러럴 버스상의 모든 시스템 계기는 지역적 지상국 제어기를 통해 제어되고, boresight modem, 기록기,

Data Pass Switch는 RS-232C시리얼 인터페이스를 통해 제어된다.

4. Prepass 테스트

예정된 모든 pass 이전에 bit 에러율 시험을 자동적으로 수행하고 그 결과를 기록한다.

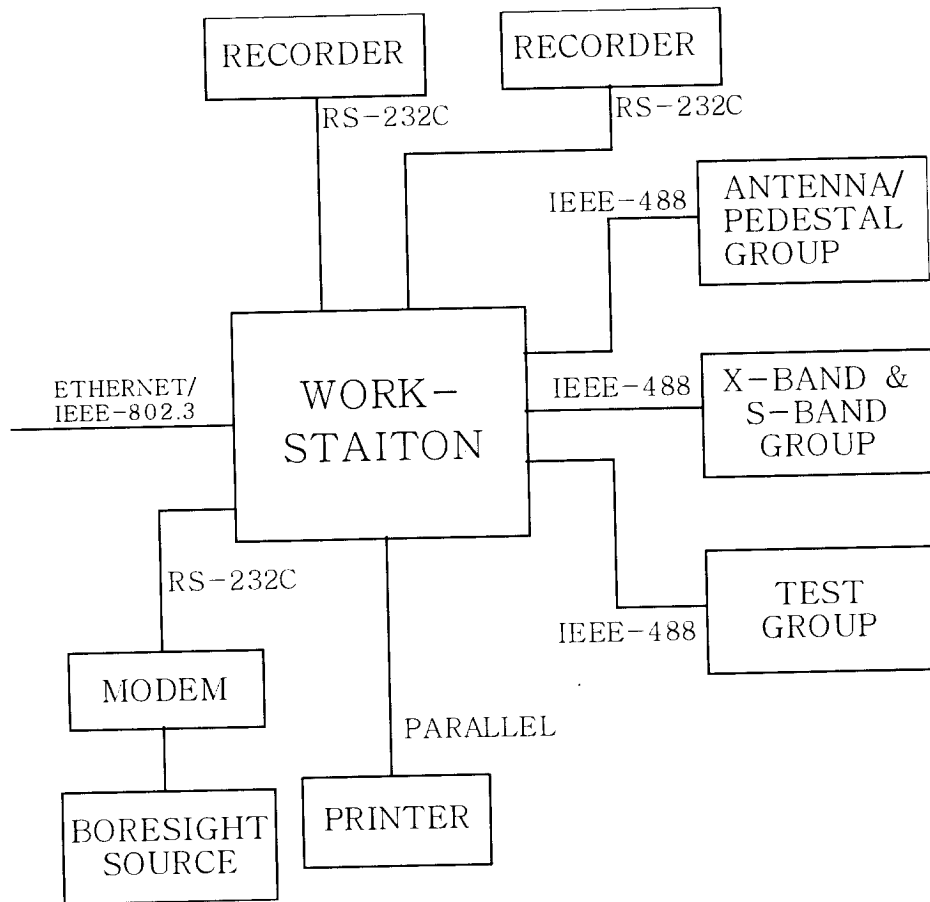


그림1. 지상국제어 구성도

제2절 위성추적, 데이터 수신 및 저장 프로그램

위성 자동추적은 안테나 방향이 위성주위의 방향으로 지향되어 위성에서 방사한 비콘신호가 어느정도 수신되기 시작하면 위성을 연속적으로 추적할 수 있다. 이러한 기능은 자동추적 시스템에 의해 수행되며, 자동추적 시스템은 폐회로 루프 제어 방식에 의한 시스템이며 큰 정확도를 가진다. 안테나 급전 시스템에서 추출된 추적 오차 신호는 Telemetry Receiver에서 새로이 추정된 위성 방향에 대한 정보로 처리되어 Antenna Control Unit로 전달되고, Servo-Amp.에서 증폭된 신호는 Antenna Driver를 구동하여 안테나는 새로운 추적 위치로 향하게 된다. 이러한 작동과정은 위성 추적을 하는동안 계속적으로 반복된다. 안테나의 지름이 파장보다 매우 길어서 빔폭이 아주 작은 반면 여러 가지의 섭동의 요인으로 인한 위성의 움직임이 상대적으로 큰 경우는 대부분 자동추적 방식이 사용되고 있으며 백업으로 프로그램 추적이 사용된다.

위성의 자동추적으로 수신되는 데이터 자동으로 Recorder에 저장되어, 원시데이터를 생산할 수 있으며 또한 실시간 화면에 표시되어 영상을 모니터링할 수 있다.

1. 추적기능

지상국 제어장치는 Brower 평균궤도 요소 또는 IIRV (Improved Inter-Range Vectors)과 추적 알고리즘의 입력 값으로서의 시간값을 사용하여 저 궤도 위성을 추적할 수 있다. 제어 프로그램은 태양, 달, CAS-A와 G/T시험을 위한 다른 별들을 추적할 수 있다.

가. 위성추적

위성추적 알고리즘은 지평선에서 지평선까지 추적 할 수 있다. 위성추적능력은 Brower 평균궤도요소 형식이나 IIRV 형식에 있는 궤도 요소를 사용할 수 있다. IIRV 궤도 요소의 각 집합은 많은 부 요소들을 가지고 있는데 이러한 부 요소들은 각기 다른 기산점을 가지고 있는 것들이다.

나. 태양/달/별 추적

태양/달/별 추적 알고리즘은 고도각에서 총 6개의 RF를 추적, 인식할 수 있다.

다. 천체력 갱신기능

지상국 제어장치는 콘솔 화면상에서 천체력 데이터를 수동으로 갱신할 수 있다.

라. 천체력 데이터

① 천체력 데이터의 상태 벡터는 다음과 같이 구성된다.

- 기산점(년도/년도 제외한 JD) : 상태 벡터가 생성되는 시간
- 위성 이름: 각 위성에 붙여진 이름
- 거리 벡터: 지구중심 직교 좌표계로 X, Y, Z로 나타낸다. X는 그리니치 자오선을 말하고 단위는 Km임
- 속도벡터: 각 위치가 변하는 방향으로 선형속도 벡터를 말함(\dot{x} , \dot{y} , \dot{z}). 단위는 Km/s
- 위성의 궤도 회전수
- IIRV 요소는 TOD나 Rotating Greenwich Mean (IIRV)형식으로 기술

② Brower 평균데이터(TLE)의 천체력 데이터는 다음과 같이 구성된다.

- 기산점(년도/년도를 제외한 JD): 상태벡터가 생성되는 시간
- 위성 이름
- 기울기: 범위는 $0^\circ - 360^\circ$
- RA(승교점 경도) : 범위는 $0^\circ - 360^\circ$
- 이심률: 범위는 0 - 1
- 근지점 인수 : 범위는 $0^\circ - 360^\circ$
- 평균근점 이각 : 범위는 $0^\circ - 360^\circ$
- 평균운동 1차 미분계수
- 대기 마찰 계수
- 회전수 : 궤도 회전으로 정수를 말함

2. 위성추적 및 수신 프로그램의 구성

추적 프로그램의 구성은 Schedule, Configuration, Control/Status, Automated

Test, Maintenance, Utility로 구성되어있다

<위성추적 프로그램의 구성>

SESSION	시스템에 로그인, 로그아웃
SCHEDULE	위성통과 시간, 테스트, 기록
CONFIG	X-band, S-band, ACU, DPS
CONTROL STATUS	X-band, S-band, DPS, ACU로부터 명령을 전송,수신
TEST	환경설정, 운용, 테스트 그룹
MAIN	시스템 Upgrade, Housekeeping
UTILITIES	프린트화면, 통과 분석/지원 기능

가. 화면 기능별 묘사

모든 화면은 다음과 같은 기능들을 공통으로 가지고 있다. 관성이나 pedestal 방위각/고도 명령, Pedestal 방위각/고도 위치, Tilt axis 위치, 운영상태 (온라인/오프라인), 운영모드 (IDLE, PREPASS, TRACK, POSTPASS, PRETEST), 안테나 제어 단위필드, 진행하는 그리니치 자오선 시간, UT, 위성의 남은 진행 시간, 차후 2주까지의 추적 일정, 에러 오류 알림을 나타내는 영역, 화면상에 표시되는 메시지

① 추적 화면의 기능적 설명

추적 화면은 디폴트 출력 화면으로서 사용자가 하위 메뉴를 선택하지 않았을 때의 원래 화면을 말한다. 추적화면이 가지고 있는 정보는 즉, 방위각/고도 위치 오차를 극좌표로 표현, S-band / X-band 자동추적 신호세기의 표시, S-band / X-band 추적 수신 신호 세기, 자동 추적 신호의 인식, 시스템 상태를 표시 한다.

① 추적 화면 체계

추적화면의 맨 위에 있는 메뉴 바는 8개의 주 메뉴로 구성되었다. 8개의 최상위 메뉴는 drop-down 방식으로 부 메뉴를 열 수 있고, 부 메뉴는 서로 연관성 있는 것끼리 묶여 있다. 추적화면의 상위 1/3은 항상 나타나 있는데, 이것은 지상국의 상태, 날짜, 환경, 안테나 위치와 차기 일정 등을 표시하며, 지상국, 고도 방위각, Tilt axes, 모드/상태/위성 등에 대한 설명은 다음과 같다.

<추적화면의 기능설명>

명 칭	기 능	비 고
Time	연도, 24시간(시,분,초), 날짜(월/일/년)	
ONLINE/ OFFLINE	자동 위성 추적을 위한 ON-LINE, 추적을 중단하기 위한 OFF-LINE	
Current Configuration	환경설정 기기를 보여줌 (예: 0/디폴트, 1/RADARSAT등)	
True	고도, 방위각, tilt각에 대한 지구 각도나 pedestal 각의 위치	
Commended Position	ACU는 pedestal의 위치를 움직이도록 명령, True와 일치	
Cable Wrap Indicator	안테나 시스템은 방위각이 가운데(0o)에서 $\pm 355^\circ$ 까지 가능, 방향은 CW(ClockWise)나 CCW(CounterClockWise)로 나타낼수 있다.	
Mode	지상국 모드는 ON-LINE또는 OFF-LINE으로 표시	
State	IDLE, PREPASS, TRACKING, POSTPASS	
Satellite	궤도요소에 맞는 위성의 이름	
Next Schedu	이벤트 형태: 차후의 Tracking, PrePass, PostPass, 이벤트시간 : 차후의 일/시/분/초 남의시간의 총량	
Next Two Passes	차후의 예정된 2개 위성의 통과(일/시/분/초)	

명 칭	기 능	위 치
제공되어지는 X-band 정보		
Signal Strength Meters (Tracking channel)	Graphic meters는 indicator 증가 량을 표현함	
Alarm Lamps (Ch 1, MOS Channel) (Tracking Channel)	Green : 모든 상태가 양호 Red : 기기들의 오동작 Yellow : 신호가 수신되지 않는상태	
제공되어지는 S-band 정보		
Signal Strength Meters (Tracking Channel)	Graphic meters는 indicator 증가량 을 표현함	
Alarm Lamps (Tracking Channel)	Green : 모든 상태가 양호 Red : 기기들의 오동작 Yellow : 신호가 수신되지 않는상태	

3. 테이프 상호 접속 기능

테이프 상호 접속 기능은 Sony 디지털 기록 시스템의 제어, 상태, 시험과 주석을 조정하는 기능을 한다. 각각의 카세트 테이프는 시작할 때 각기의 ID를 가지게 된다. 테이프 로딩은 각 위성의 궤도 중간과 끝에서 진행되며, 이것은 optional printout을 포함하고 있다. pass printout 는 각각의 pass부분은 테이프에 의해 기록되어고 다음과 같은 종합적인 출력 정보 지시를 가지고 있다.

Media ID	Identifies where the tape came from and assigns it a unique name
Satellite Source	Name of satellite
Configuration File #	The Configuration file number(CID)
Start Address	The block location on tape of the start of the data segment
End Address	The block location on tape of the end of the data segment
Start UTC	Universal Time Code(UTC) year, date and time for start of data segment
End UTC	The orbit #
Pass Revolution	Data Path Switcher Source
DPS Source	Physical Tape Recorder(1-2)
Recorder #	Status of Recording
Event Code	Status of Recording
Record Source	Identifier, who initiated recording

4. 사용자 상호 접속 기능

X-windows GUI를 사용하여 제어장치 콘솔에서 운영자가 사용자 화면을 작성할 수 있게한다. 이러한 화면들은 지상국을 제어하거나 감시한다. GUI는 색과 그래픽 도구들을 사용자에게 제공하고 사용자는 기기 상태의 제어 및 감시, 위성궤도에 대한 기기 환경설정, 위성진행 일정, 자동 시스템 테스트, 궤도 진행 감시 및 유지 기능등을 수행한다.

5. 제어 프로그램의 기능

1) System setup functions

시스템 셋업하기 위해서는 다음과 같은 기본 변수를 제공해야 한다. 즉, Geographic 데이터, 기기 디폴트값, 천체력 데이터, 환경 파일이 이러한 변수인데 Geographic 데이터는 지리학적으로 설치되어야 할 곳의 시스템을 알려준다. 이 데이터는 수평선을 지나는 목표물에 맞게 정확히 입력되어야 한다. 시스템 설치동 안에 1회 입력으로 충분하고 이 데이터들은 주 메뉴의 Maint 아래의 Geographic Data에 입력한다. 기기 디폴트값은 운영을 위해서 기기를 디폴트 해주는 것인데 이 화면은 주 메뉴 Maint밑의 Instrument Defaults 메뉴에 입력시키면 된다. 천체력 데이터는 한 개 또는 여러 개의 위성에 대한 궤도 데이터를 포함하고 있다. 이 시스템은 위성의 추적과 인식을 결정하기 위해 사용되고, 천체력 데이터는 수동으로 새로운 데이터를 갱신하거나, 호스트 컴퓨터로부터 갱신할 수 있다.

Configuration files는 시스템 기기들에 대한 환경파일을 생성유지 할 수 있다. 이 시스템은 각 파일에 5개의 데이터 그룹을 저장할 수 있는데 이 데이터 그룹은 다음과 같다. X-band 기기그룹, S-band 기기 그룹, 안테나/pedestal (ACU) 그룹, 데이터 패드 스위치 그룹, 테스트 그룹이다. 각 파일은 CID(Configuration Identification number)에 의해 확인되고, 각 파일은 특별한 위성 또는 어떤 대기 상태와 결합된 값으로 구분된다.

- Geographic Data
- Instrument Defaults
- Ephemeris Data
- Configuration Files

2) Run Time Operations

위성을 추적하고 수신데이터 분석에 대한 것으로, Schedule update, 기기 제어/상태, View logs, Pass분석, Time shift가 있다.

<Run Time Operation 의 세부 사항>

구 분	기 능
Schedule update	주 메뉴의 Schedule 메뉴 밑에 있음, 위성의 추적일정 기록활동
기기 제어/상태	X-band, S-band의 수신 및 ACU 부시스템의 상태기록
시험	시험상태는 수동이나 자동으로 조작이 가능함
logs	시스템 메시지는 사건, 에러 알림, 시험 결과로 구성됨
추적 분석	운영자가 특정한 위성의 결과를 비교 분석하게 함
Pass 분석	위성 통과 시간 동안 데이터 수집, 비교 분석
Tracking Time displacement	실시간에 궤도 변화를 추적
Miscellaneous Operation	최종적인 화면으로 운영자가 HP-UX명령을 얻을 수 있게함

- Schedule Update
- Instrument Control / Status
- View Logs
- Pass Analysis
- Time Shift

3) Session 메뉴

Session 메뉴는 시스템의 로그인/ 로그 아웃으로 사용된다. refresh는 추적화면을 update하고 기기들을 다시 읽어들이기 때 사용된다. login/logout은 임의의 시간에 오직 한 개의 지상국만이 접속할 수 있다. 만약, 두 번째 지상국에서 접속을 시도하면 에러 메시지가 나타나게 된다. 따라서, 다른 지상국으로 접속하려면 반드시 이전 지상국의 접속을 제거하고 나서 해야한다.

4) Schedule 메뉴

스케줄 메뉴는 위성추적과 기록에 사용되며, Pass, Prepass, Pass test, Track, Postpass, Record periods로 구성되어 있다. 스케줄의 초기 화면은 크게 3가지 (Satellite, Passes, Current Schedule)로 구분할 수 있다. 첫 번째의 위성 부분은 SCC 천체력 데이터 베이스에 있는 위성들의 리스트인데 이러한 천체력 데이터 베이스는 최대 16개의 위성목록을 담을 수 있다. 원하는 위성을 선택하기 위해서는 스크롤 바를 위성에 고정시키고 클릭 해주면 되는데 위성 선택후 pass를 지정해 주어야한다. 만약, 천체력 데이터 베이스를 수정하려면 주 메뉴 Maintenance drop-down 메뉴의 Ephemeris를 선택해야한다.

pass를 지정하는 화면에는 선택된 위성에 대해 차후 7일 동안의 pass 리스트가 나타나있는데 원하는 pass에 스크롤 막대를 위치시킨 후 Copy pass 버튼을 누르면 Active Editor화면이 열린다. Active Editor 화면은 Pass, Rise, Elevation, Az start, Az end, Tilt의 데이터가 제공된다. Activity Editor 화면에서 임의의 일정이 선택되면, 그 일정에 실행 단계에 있게된다. 이 실행 단계의 window를 current schedule라고 한다. 시스템이 ONLINE 이고 Prepass모드일 때, Current Schedule이 활동하게 된다. Current Schedule의 windows는 Type, Start, End, Satellite, Pass, Config ID의 정보를 제공한다.

5) Configuration

Config 화면은 Control/Status 화면과 동일하나 한가지 다른 점을 가지고 있다. 즉, Configuration 화면에서 Status 정보는 비활성 모드라는 점이다. Config 화

면은 X-band, S-band, ACU, DPS 부 시스템 환경 설정에 사용한다. 이 화면은 1000개 이상의 위성 환경설정이 가능하게 하고, 운영자가 시스템 기기를 설정할 수 있도록 해준다. 기기 환경설정 화면은 기기들을 그룹으로 분리시키는데 각 분리된 그룹들은 한 개 또는 그 이상의 화면을 갖게된다.

- X-band Instrument Group
- S-band Instrument Group
- Antenna / Pedestal Group
- Data Path Switch Group
- Test Group

가. X-band의 환경설정

제 어 판 널	형 태 선 택	변 수 범 위
Frequency	8100.0 MHz	8000.0 - 8500 MHz
Mode	QPSK	QPSK, UQPSK
Input Filter	Not Installed	Not Installed
Bit Synchronizer	SPOT	SPOT, JERS-1
Clock Phase	0 ^o	0 ^o - 180 ^o

나. Scan 제어 판넬

변 수 명	대 표 값	기 능
Elevation Scan Width	5. 0 ^o	EL Scan 면적의 최대 값 표시
Azimuth Scan Width	5. 0 ^o	AZ Scan 면적의 최대 값 표시
Scan Period	10 sec	AZ 의 주기
Scan Ratio	1	AZ 의 비율

다. X-band Video/Demod 환경설정

명 칭	형 태	변 수 범 위
비디오 대역폭	1000	12.5, 50, 100, 250, 750, 1000 1500, 2000, 4000 KHz, Bypass
비디오 Attenuation	0	0 - 63 dB
비디오 모니터	Output 1	Output 1, Output 2, Output 3
비디오 연결장치	AC	AC, DC
비디오 극성	0	0 / 180도
루프 대역폭	1 KHz	30, 100, 300 Hz, 1, 3, 10 KHz
Search Mode	AUTO	Auto, Manual, Fast
Search Range	250 KHz	15, 30, 45, 60, 100, 125, 150, 200, 250 KHz
Search Offset	0.0000 KHz	-250 to 250 KHz
Anti-Side Band	Disabled	disabled. enabled
AFC Time Constant	300 ms	3, 15, 60, 300ms
Deviation	± 200 KHz	5, 50, 100, 200, 500, 1000, 3000, 6000 KHz

라. S-band 수신기 LHCP/RHCP 환경설정

제 어 관 벨	형 태 선 택	변 수 범 위
Frequency	2287.5 MHz	2200.0 - 2400.0 MHz
Gain Control Mode	AGC	AGC, MPC
Signal Str. Detector	ENV	ENV/APC, XTAL, EXT, VFO

6) Control/Status

Control/Status는 4개의 부 메뉴 (X-band, S-band, ACU, DPS)를 가지고 있고 X-band, S-band, 기록계, ACU 부 시스템으로부터 상태를 수신받거나 명령을 전달 하는 기능을 한다. 대부분의 Control/Status 화면은 Configuration 설정 화면과 같으나 한 가지 다른 점은 활성 Status 정보를 가지고 있다는 점이다. Control / Status 화면은 우리에게 상태를 제공하거나 제어를 가능하게 한다.

<상태 정보>

Indicator/Meter	기 능
Status Indicators	Down Converter - LOCK/UNLOCK(Green/No Color) Freq. Synthesizer - LOCK/UNLOCK(Green/No Color) Demodulator - LOCK/UNLOCK(Green/No Color) Bit Sync. - LOCK/UNLOCK(Green/No Color)

<X-band Channel 환경 설정>

제 어 판 벨	표 준 선 택	변 수 범 위
Frequency	8100.0MHz	8000.0 to 8500.0 MHz
Mode	QPSK	QPSK, UQPSK
Input Filter	NO INSTALLED	NOT INSTALLED
Bit Sync	JERS-1	SPOT, JERS-1 LANDSAT 7
Clock Phase	0°	0° / 180°

<수신기 상태 정보>

Status Meters	범 위
Level	신호 세기 : -20 to +100dB
Tuning	주 파 수 : -300 to +300kHz
Deviation	0 to 135°
Status Indicator	기 능
FM Demodulator	Green/No Color(LOCK/UNLOCK)
PM Demodulator	Green/No Color(LOCK/UNLOCK)
BPSK Demodulator	
Carrier	Green/No Color(ABOVE/BELOW)
Remote Mode	Green/Red/Red(HPIB/LOCAL/BERIAL)
Synthesizer Alarm	Green/Red(OK/FAULT)
Tuner Alarm	Green/Red(OK/FAULT)
2nd L0 Alarm	Green/Red(OK/FAULT)

<수신기 제어/상태 화면>

제 어 판 넬	표 준 선 택	변 수 범 위
RF Frequency	8100.00MHz	8000.0 - 8500.0MHz
1st IF Bandwidth	6MHz	1, 6, 15MHz
2nd IF Bandwidth	1.5MHz CAEQ	12MHz(LP)
Gain Control Mode	AGC	AGC, MPC
AGC Time Constant	1ms	0.1, 1.0, 10, 100, 1000ms
2nd LO Source	AFC/APC	AFC/APC, XTAL, EXT, VFO
2nd LO VFO Offset	0 kHz	-250 to +250kHz
Signal Str. Detector	ENV	ENV, ENV/SYNC, SYNC
Signal Str. Offset	0.0V	-6 to +6 volts
Carrier Indicator	3.00dB	-40 to 100dB
Demod	PM	PM, FM

<S-band 수신기 제어/상태의 기능 및 특성>

Status Meters	범 위
Level	신호 세기 : -20 to +100dB
Tuning	주 파 수 : -300 to +300kHz
Deviation	0 to 135°
Status Indicator	기 능
FM Demodulator	Green/No Color(LOCK/UNLOCK)
PM Demodulator	Green/No Color(LOCK/UNLOCK)
BPSK Demodulator	Green/No Color(LOCK/UNLOCK)
Carrier	Green/No Color(ABOVE/BELOW)
Remote Mode	Green/Red/Red(HPIB/LOCAL/SERIAL)
Synthesizer Alarm	Green/Red(OK/FAULT)
Tuner Alarm	Green/Red(OK/FAULT)
2nd L0 Alarm	Green/Red(OK/FAULT)

Control/Status의 세 번째 부 메뉴는 SA 3842 안테나 제어장치(ACU) 제어/ 상태 화면이다. ACU 화면에는 추적과 pedestal 상태를 표시하는 창이 있는데 이 것은 신호의 세기와 추적에러를 표시하고, Rate Slide Bars를 표시하는 창은 제어 판넬의 manual position을 클릭함으로써 조절 가능하다. 이때 마우스의 한 번 클릭에 의해 움직이는 각도는 $\pm 10^\circ$ 정도이다. Commanded position & Rates 판넬은 고도 및 방위각을 조절하여 안테나의 위치와 rate를 조절하도록 한다.

<S-band LHCP/RHCP 추적/데이터 제어/상태 화면>

제 어 판 벨	표 준 선 택	변 수 범 위
RF Frequency	2287.5MHz	2200.0 - 2400.0MHz
1st IF Bandwidth	6MHz	1, 6, 15MHz
2nd IF Bandwidth		0.5, 1.0, 1.5, 3.3 MHz (CAEQ), 350kHz, 12MHz(LP)
Gain Control Mode	AGC	AGC, MPC
AGC Time Constant	1ms	0.1, 1.0, 10, 100, 1000ms
2nd LO Source	EXT	AFC/APC, XTAL, EXT, VFO
2nd LO VFO Offset	0 kHz	-250 to +250kHz
Signal Str. Detector	ENV	ENV, ENV/SYNC, SYNC
Signal Str. Offset	0.0V	-6 to +6 volts
Carrier Indicator	3.00dB	-40 to 100dB
Demod	PM	PM, FM

<Tracking & Pedestal status>

변 수	기 능 설 명
Error	원에서 X,Y 좌표축으로 움직이는 추적에러, 최대 허용 범위는 1.0%임
Signal Strength	추적신호세기를 말함, 범위는 0에서 100dB임
Pedestal Status	Elevation-OK/INTERLOCK(NO COLOR/Red) Azimuth-OK/INTERLOCK(NO COLOR/Red) Power-Power ON/Power Off(Green/Red) Remote-Remote/Lock(Green/Red)

<Autotrack & Coordinate Control>

스위치 기호	기 능 설 명
Elevation Autotrack	고도 자동추적 기능, Slew, Manual Position 두 가지 방법이 있음
Azimuth Autotrack	방위각 자동추적 기능, Slew, Manual Position 두 가지 방법이 있음
Position Memory	초기에 인식했던 위치를 기억함으로써 기억장소로 안테나를 위치 시킴, 신호를 놓쳤을 때 사용
Rate Memory	언제든지 바로 이전 단계로 되돌아가는 기능, Pedestal 축의 속도와 위치를 자동으로 계산하고 기억하고 있음, 신호를 놓쳤을 때 사용
Launch Aquisition	Pedestal이 고도 10° 이하로 내려가는 것을 방지
Earth Angle	Pedestal에서 지구 좌표계까지의 고도, 방위각 정보를 변화시킴
Channel 1	추적을 위한 신호
Channel 2	추적을 위한 신호
Auto Diversity	Auto Diversity를 가능하게 함, 자동 추적 회로마의 입력 값으로 AGC신호를 선택함

<제어판넬의 각 부 기능>

Control Panel	
스위치 기호	기 능 설 명
Standby	Pedestal 축은 활성화되고, 드라이브는 미사용
Slew	Rate 제어장치로부터 분리된 각각의 Pedestal축에 속도명령을 내리는데 사용
Rate	Slew 제어장치로부터 분리된 각각의 Rate 축에 속도 명령을 내리는데 사용
Manual Position	수동으로 위치 조절하는 기능
Narrow Band	선택시 Type I 상태, 비 선택시 Type II 상태임
Scan	신호 인식에 도움을 주는 기능
Tilt Axis Control	
Tilt West	Tilt 축을 서쪽으로 가게 하는 기능
Tilt East	Tilt 축을 동쪽으로 가게 하는 기능
Auto Tilt	Tilt 축이 3840제어 하에 있을 때 자동으로 작동하는 기능

<기록기 화면의 각 판넬 기능>

1. Tape Status	
메뉴명	기능
Tape Usage	Tape의 사용량을 %로 나타냄
Address	검색주소
Mode	Stopped, Unloaded, Playbars, record, Fast forward, Rewind, Find가 있다
Media ID	위성 상태 입력창 (예 : RRL0123)
Time Code	
2. Tape 제어 : 테이프를 제어하는 기능	
3. Tape 복사 : 전체 테이프를 복사하는 기능으로 Source Media ID를 입력한 후 Duplicate 버튼을 누르면 됨	
4. Tape 포맷 : 공테이프를 포맷하는 기능	

7) Test

지상국 제어 장치는 자동적으로 시스템을 시험 할 수 있는데 이는 IDLE상태에서 가능하며, 시험화면은 4가지의 부 메뉴를 갖는다.

<Test 메뉴의 부 메뉴에 대한 기능 설명>

부 메뉴명	기 능
System G/T 측정	Manual G/T, Automatic G/T
Boresight Autotrack Tests	Boresight Jitter, Boresight Autotrack Step Response, Boresight Autotrack Error Gradient Measurement S - band X - band
Servo Performance Tests	Large Position Command Step Response Small Position Command Step Response Velocity Constant measurement Acceleration Constant measurement
Data Performance (BERT) Tests	X - band BER Test

8) Maintenance

Maint 메뉴는 운영자가 기기 들을 Online 또는 Offline 상태를 유지하도록 하는 기능을 말하며, 총 9개의 부 메뉴를 갖는다. Maint 메뉴의 부 메뉴에서 특히 중요시되는 것이 천체력 데이터이며, Maint는 크게 상태 벡터 윈도우, Brower 평균 데이터 윈도우, 위성에 관한 윈도우로 구성되어있다. 상태 벡터 패널의 추측 상단에 있는 작은 상자는 2개(IIRV, TOD)의 다른 좌표계를 선택 할 수 있게 한다. IIRV(Improved Inter-range Vector)는 그리니치 평균값을 기본으로 하는 좌표계이고, TOD(True-Of-Date)는 춘분점, 적도면, 천정을 각각 X, Y, Z로 하는 좌표계이다. 상태 벡터의 처음에 있는 year와 day fraction은 기산점을 나타내고, 위치 벡터(X, Y, Z)는 지구중심좌표계에서 위성의 위치를 나타낸다. 이때 X성분은 그리니치 자오선을 통과하고 단위는 km이다. 속도 벡터는 위치가 변화하는 방향으로의 선 속도 벡터를 나타내며 단위는 km/s이다. 회전은 위성의 궤도 회전수를 말한다. 그림 3.28의 중앙에 있는 윈도우는Brower 평균 궤도를 나타낸다. 즉,

Ephemeris는 새로 입력된 기산점을 나타내고 기울기는 특정위성의 궤도 경사를 말하며, 극궤도에서는 90° 이다. RA는 위성이 승교점을 통과하는 적경을 말하며, 이심률은 궤도의 이심률을 말한다. Arg of perigee는 근지점인수로서 0° 에서 360° 가지의 범위를 가지며, Mean anomaly 역시 0° 에서 360° 가지의 범위를 가진다. 평균 운동은 하루 동안의 위성 평균 회전수를 나타내며 1차 미분 평균 운동은 평균 운동의 미분 값이다. B*는 대기항력을 말하고 revolution은 기산점으로부터의 궤도 회전수이다.

<Maint 메뉴의 부 메뉴에 대한 기능 설명>

부 메뉴 명	기 능
Geographic Data Screen	지상국의 기본변수(이름, 위도, 경도, 고도) 및 대기 상태(온도, 압력, 습도)를 입력시키는 화면
Station Clock	현재의 시간을 재 입력/수정하는 기능
Password	슈퍼 유저가 일반 사용자의 접속 암호를 변경할 때 사용
Instrument Defaults	모든 시스템 설정을 기본 값으로 셋팅할 때 사용
Instrument enable	설치된 기기들의 전체 목록을 보여주고 기기 사용 여부를 선택하는 기능
Ephemeris	Ephemeris Data를 수동으로 갱신하거나 호스트 컴퓨터로부터 자동으로 갱신 할 수 있게 하는 기능, 시스템이 추적해야할 위성을 선택하는 기능과 Brower 평균데이터도 나타냄
View Tape logs	시스템에 있는 카탈로그 목록과 테이프의 내용을 보여줌
View Test Results	시험의 결과를 보여줌

9) UTILITY

UTILITY는 4개의 부 메뉴를 가지고 있다. 이 메뉴는 사용자가 편하게 사용할 수 있도록 하기 위해서 몇 가지 도구를 모아 놓은 것이다.

<Utility 메뉴의 부 메뉴에 대한 기능 설명>

부 메뉴명	기 능
Print	
Terminal Window	사용자가 시스템 명령을 내릴 때 사용
Track Analysis	기록된 pass 파일을 선택하거나 보여줄 때 사용, 위성이 통과하는 동안의 방위각, 고도, 신호세기 등 을 분석
Pass Support	위성이 통과하는 동안에 지상국 운영 장비를 분석

제3절 JERS-1 위성 지상수신시설 운용체계

1. 일본 JERS-1 운용 체계

전체적인 JERS-1의 시스템은 우주 부분과 지상 부분으로 구성되어 있다. 지상 부분은 EOC(Earth Observation Center)/NASDA와 TACC(Tracking and Control Center)/NASDA, 그리고 TACS(Tracking and Control Station)/NASDA를 의미한다. 그외의 지상 부분은 일본 국내외의 여러 개의 데이터 수신과 처리 시설을 갖춘 지상국이라 할 수 있다. EOC/NASDA는 지상국으로서 중요한 역할을 하며 그 대표적인 것은 데이터의 수신, 기록, 전 처리, 영상 생산, 사용자에게 제공하며, 위성 자체를 관리, 임무 부여, 임무 계획 등을 수행한다. TACC / NASDA와 TACS/NASDA는 위성의 추적 데이터와 자세 텔레메트리 데이터를 분석하고 임무 상태와 위성 제어, 감시의 역할을 한다. 위성 텔레메트리와 비콘데이터는 위성의 궤도를 결정하고, 실제적인 명령을 내리는 TACC는 원격제어를 한다.

2. 지상국의 주요 임무

1) EOC/NASDA

EOC/NASDA는 JERS-1의 각 지상 수신소의 요청에 따라 운용 계획과 일정, 임무 관리 및 계획 수립등 JERS-1의 데이터 수신, 처리, 보관, 정보 검색의 책임을 맡고 있다.

- ① JERS-1의 관측 데이터를 실시간 수신 및 저장
- ② 데이터 처리 : SAR(실시간, MDR에 저장된 데이터)
OPS(실시간, MDR에 저장된 데이터)
- ③ 데이터 보관과 검색
- ④ 운용 계획과 일정
- ⑤ 각 지상국에 운영 정보(예: 궤도 데이터, 운영 계획등) 전송

2) TACC/NASDA

TACC/NASDA는 궤도 제어와 결정, 그리고 S/C 운영에 대한 책임을 맡고 있

고 다음과 같은 임무를 수행한다.

- ① 전기 용량과 다수의 명령에 대한 임무 계획의 검증
- ② 임무 계획에 따른 연속적인 명령을 발생
- ③ 위성을 조절하기 위한 계속적인 명령 송신
- ④ 텔레메트리 데이터 house-keeping 감시
- ⑤ 궤도 제어 및 결정
- ⑥ 자세 제어

3) FGS-1 (Foreign Ground Station of type 1)

FGS(외국 지상국)은 2가지 종류(FGS-1과 FGS-2)로 나눌 수 있는데 먼저, FGS-1은 지상국 위로 지나가는 위성의 실시간 데이터를 수신하는 것 뿐만 아니라, NASDA나 FGS의 요구에 따른 MDR에 저장된 데이터를 수신 할 수 있다. 여기에서 NASDA의 요구에 의해 FGS-1이 MDR에 저장된 데이터를 수신 받는 것은 FGS-1의 의무 사항이다. 이러한 내용들은 합의 각서 MOU (Memorandum Of Understanding)에 자세히 기록되어 있다. FGS-1의 주요 임무는 다음과 같다.

- ① JERS-1 데이터 수신 및 기록 : 실시간, MDR에 저장된 데이터
- ② 데이터 처리 (의무 사항이 아님) : SAR(실시간, MDR에 저장된 데이터)
OPS(실시간, MDR에 저장된 데이터)
- ③ 각 지상국에서 수신한 데이터의 보관과 검색 (의무 사항이 아님)
- ④ MDR에 기록된 데이터를 NASDA에 제공
- ⑤ 실시간 데이터를 NASDA가 요구시 제공
- ⑥ EOC/NASDA로 분류/기록된 데이터를 전송

4) FGS-2 (Foreign Ground Station of type 2)

외국지상국 중 2번째 형태는 FGS-2이다. FGS-2는 단지 지상국 위로 지나가는 실시간 데이터를 수신하는 지상국을 말한다. 이런 FGS-2 지상국의 주요 임무는 다음과 같다.

- ① JERS-1 데이터 수신과 저장 : 실시간 데이터

- ② 데이터 처리 (의무 사항이 아님) : SAR(실시간 데이터), OPS(실시간 데이터)
- ③ 각 지상국에서 수신한 데이터의 보관과 검색(의무 사항이 아님)
- ④ 기록된 데이터를 NASDA가 요구시 제공
- ⑤ EOC/NASDA로 분류/기록된 데이터를 전송

3. 임무 계획 및 일정의 단계

JERS-1 운영의 임무 계획 및 일정은 3단계로 이루어진다. 첫째는, 분기별 평가 단계이고, 둘째는 주간 평가 단계이며, 셋째는 사후 단계로 세분화 되어 있다.

1) 분기별 평가 단계

분기별 평가 단계는 6주를 한 주기로 지정하고 각각의 FGS에서 6주마다 REQQ (the shortened Quarterly Request)를 조정한다. 분기별 평가 단계에서 사용되는 형식은 REQQ와 REQW (the Weekly Request form)의 2가지가 있는데 이들은 각 FGS로부터 EOC/NASDA의 MMOFE으로 통신 네트워크를 통해 전송된다. REQQ의 신청 기간은 요구 기간보다 6주가 앞선 기간까지 MMOFE에 도달하여야 한다. 예를 들어, 1992년 11월 16일에서 12월 27일까지의 데이터 수집을 요구하려면 REQQ의 형식이 늦어도 10월 5일 까지 MMOFE에 도착 하여야 한다. REQQ가 도착한 후에 MMOFE는 요구되어진 기간 동안 JERS-1의 운영을 극대화시킬 수 있도록 일정을 결정한다. MMOFE의 REQQ를 결정하는 기준은 여러가지가 있는데 이것이 모두 합리적이라고 판단되면 실제 시행되는 기간(원하는 6주 동안의 기간을 말함)의 10일 이전에 MMOFE는 REQA의 형태로 데이터베이스를 제공한다. 각각의 지상국은 통신네트워크를 통해 제공되어지는 REQA파일을 읽고 자신들이 수신하고자 하는 Path를 6주동안 수신하게 된다.

2) 주간 평가

주간 평가는 원하는 주 보다 2주전에 계획된다. 분기별 평가가 대부분의 운영 계획을 결정하는데 비해 주간 평가는 실시간 운영 요구 사항이라 할 수 있다. 각 FGS는 REQW (the Weekly operation Request)를 원하는 주간보다 2주 앞선 월

요일 1시(UT)까지 제출 해야 한다. REQW를 수신 받은 MMOFE는 그 다음날인 화요일 1시(UT)부터 REQ(the integrated operation Request)를 시작한다. 이 작업은 REQW에서 필요한 자료와 불필요한 자료의 선별 과정으로 데이터의 삭제, 수정이 이루어진다. MMOFE에서 주간 평가가 끝나면 MMOFE는 REQW를 그 다음주 월요일에서 토요일 동안 SCO/TACC/NASDA에 보내서 좀더 자세한 S/C 운영 제한을 점검하게 된다. 운영 제한 요소들의 점검이 끝나면 SCO / TACC / NASDA는 새로 작성된 OPLN (the integrated Operation PLAN)을 MMOFE /EOC에 보내게 된다. OPLN (센서 종류나 운영 RSP)은 매주 1회씩 조정되지만 작동 시작이나 끝시간은 매일 UPDATE 된다. 따라서 OPLN은 SCO / TACC / NASDA에서 매일 점검되고 새로운 OPLN은 하루에 한 번 MMOFE에게 통보된다. 최종적으로 작성된 OPLN은 "OPLN" 파일 형식으로 MMOFE로부터 각각의 FGS로 전송되고 FGS에서는 컴퓨터 터미널로부터 실시간에 자료를 검색할 수 있다

3) 사후 작업

FGS는 JERS-1의 데이터 수집 결과를 MMOFE에 매일 보고해야 한다. 각지 상국에서 HDDT에 수집, 기록한 모든 정보는 일주일에 적어도 1번은 MMOFE에 등록하는 과정 등이 있다.

제4장 결 론

본 연구보고서는 원격탐사 위성으로부터 관측 데이터를 수신하고 원시데이터를 생산하는 임무를 수행하고 있는 전파연구소의 수신시설에 관한 운용기술 연구로서 원격탐사 위성의 데이터 수신시 필요한 위성의 궤도 제원, 수신 스케줄 신청 방법, 수신 시스템 제원 및 운용법, 지상국 운용시 발생하는 문제점, 위성 데이터 저장 및 원시 데이터 생산 과정등을 체계적으로 서술하였다. 또한 위성 정보 이용 분야 및 시스템 제어 프로그램 개발등 원격탐사 지상수신소 운용에 필요한 모든 제반 사항에 대한 연구를 수행하여 그 결과를 수록하였다.

원격탐사 데이터는 그동안 외국 수신소에서 수신한 데이터를 고가에 구매하여 수집하여 왔고, 이러한 데이터들을 직접 수신하지 않음으로 인하여 필요한 데이터의 적절한 선택과 실시간 데이터의 수집이 불가능함으로써 많은 불편과 어려움이 있었다. 그러나 본 연구를 통해 전파연구소에서 1994년부터 구축한 JERS-1 및 SPOT 위성 수신시스템을 이용하여 일본 JERS-1 및 프랑스의 SPOT 위성의 관측 데이터를 수신하고, 위성 데이터를 저장한 고밀도 자기 기록 매체 (HDDT)의 시제품 생산이 가능하게 되었다.

따라서 본 연구의 결과로 파생되는 원격탐사 원시 데이터는 한국과학기술원 인공위성센터와 같은 전처리 기관에 제공되고 있으며, 현재 국내 각계 이용자들의 수요에 따라 적절한 공급이 가능할 뿐만아니라 환경, 지도, GIS등 여러 응용 분야 이용될 수 있다. 또한 본 연구를 통해 얻어진 지상수신소 운용기술 및 개발된 시스템 제어 프로그램은 향후 타 기관에서 지상수신소나 원격탐사 관련 기관 설립 시 적극 활용될 것이다.

참 고 문 헌

1. 오성남 외10인, “원격영상정보 분석기술 개발”, 정보통신부, 1997. 12.
2. 최순달 외18인, “위성영상 수신 및 처리 지상국 개발 연구”, 정보통신부, 1997.1
3. 이경호 외9인, “원격탐사위성 지상수신소 운용기술 연구”, 한국과학기술원, 1997. 2
4. 편무곤 외11인, “원격탐사위성 지상수신소 구축 및 운용기술 연구 (2)”, 한국과학기술원, 1996. 2
5. 편무곤 외11인, “원격탐사위성 지상수신소 구축 및 운용기술 연구 (1)”, 한국과학기술원, 1995. 2
6. 편무곤 외 9인, “인공위성 추적 수신 기술 연구 개발”, 한국과학기술원, 1994. 2
7. RESTEC, “JERS-1 Operation Interface Specification”, NASDA, 1995
8. RESTEC, “JERS-1 and MOS-1b Satellite Ground Station Meeting”, NASDA, 1997, 1995, 1994
9. Charles Elachi, “Spaceborne Radar Remote Sensing, Application and Techniques”, IEEE Processing, 1988
10. Paul M. Mather, “Computer Processing of Remotely-Sensed Images”, John Wiley & Sons, 1987
11. Ray Harris, “Satellite Remote Sensing”, Routledge & Kegan Paul, 1987
12. M. Richharia, “Satellite Communication System Design Principles”, Macmillan, 1995
13. David L. Verbyla, “Satellite Remote Sensing of Natural Resources”, Lewis Publishers, 1995
14. Robert G. Reeves, “Manual of Remote Sensing”, American Society of Photogrammetry, Vol. II, 1975