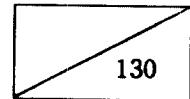


KRL  
93-12  
6.3

관리 번호	BS N21300
----------	-----------

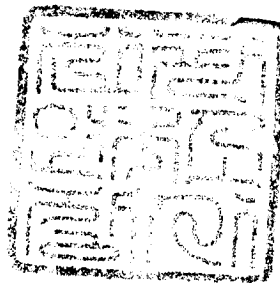


제 1 차년도 연구보고서

## 위성전파 신호 처리 기술 연구 I

### A Study on Earth Resources Satellite Receiving Systems I

1992. 8.



주 관 연 구 기 관 : 전 파 연 구 소  
세 부 과 제 연 구 기 관 : 한국과학기술연구원  
시스템공학연구소

## 경 고 문

1. 이 자료는 배포 기관이외의 자에게 열람을 금합니다.

2. 이 자료는 외부기관 또는 외국인에게 열람을 하고자

할 때는 발행처의 허락을 받으시기 바랍니다.

연 락 처 : 전파연구소 전파과

전 화 : (0343) 52 - 2702

F A X : (0343) 52 - 2702

## 제 출 문

전 파 연 구 소 장 귀 하

본 보고서를 “ 위성전파 신호 처리 기술연구 I ” 사업의 연구보고서로 제출합니다.

1992. 08. 31.

주관연구기관 : 전파연구소

협동연구기관 : 한국과학기술연구원

시스템공학연구소

협동연구책임자 : 박 경윤(시스템공학연구소)

연구원 : 김 경숙, 서 동준, 서 명석

박 종현, 김 영완, 윤 기준

이 호근, 장 광미

# 요 약 문

## 1. 제 목

위성전파 신호 처리 기술 연구 I

## 2. 연구의 목적 및 중요성

앞으로 다가오는 한국우주시대를 대비한 우주과학 인력의 확보와, 앞으로 계획되는 새로운 Sensor 와 Instrument로 부터의 Data 수신 및 처리능력의 개발과 확보를 위해 다목적 지구국의 필요성이 절실히 요구된다. 또한, 앞으로 예상되는 Korean Satellite Program에 기여할수있는 능력과 필요한 보조지구국으로써의 역할이 크게 예상되고 있다. 따라서 다목적 지구국은 Remote Sensing의 Data 처리와 이에따른 부수적 Application 뿐 아니라 Korean Satellite Program의 한모퉁이를 담당할 수있는 기반을 구축하는 의의도 크다고 할수있다.

따라서 본 연구는 현재 운용 중인 자원위성 데이터의 수신 뿐 아니라 앞으로 계획되는 새로운 센서와 설비로 부터의 데이터 수신 및 처리능력의 개발과 확보를 위한 다목적 지구국의 설립을 최종 목표로 한 기초 연구를 목적으로 한다.

## 3. 연구의 내용 및 범위

이에, 자원 탐사 위성 수신 지구국 설립, 운영에대한 연구 조사를 수행하여 원격 탐사 정보에 대한 인식 제고 및 지구국 설립에 필요한 자원 확보 문제를 고려하여 국내 관련 시설을 일시적으로 일부 활용하는 시스템 구성 방안과 현재 운영중인 탐사 위성의 자료 활용을 위한 다목적 지상 수신 및 영상 처리 시스템으로의 지구국 구축을 목표로 연구 수행하였다.

또한 위성 데이터 처리부문의 하나로 1992년 8월 11일 발사된 우리별(KITSAT) 1호로부터 들어오는 CCD(Charge-Coupled Device) 영상에 대비하여 데이터 포맷의 변환 및 칼라처리 등의 관련연구를 수행하였다.

#### 4. 연구의 결과

##### 1) 국내 관련 시설 현황 조사

2) 탐사 위성신호 수신 지구국 시스템 구성을 위한 해외 업체 제안서 검토, 연구 위주로 수행되었다. 전파 연구소 시설 및 KIST 부설 시스템 공학 연구소 영상 처리 시설을 활용하는 방안으로 프랑스의 MATRA사 제안서가 검토, 연구 되었으며, 미국 ESSCO사의 다목적 지상 수신 MPES(Multiple Purpose Earth Station) 시스템이 검토되었다.

지구국 설립, 운영에 따른 효율적인 자원 활용 및 다목적 위성 신호 지구국으로의 전개를 위하여, 현재의 재원을 이용한 다단계의 계획이 수립되어야 한다.

##### 3) CCD 데이터의 포맷 변환 및 영상의 칼라 처리

## 5. 연구활용에 대한 건의 사항

LANDSAT/SPOT 위성의 지상수신소 설치에는 약 3,000 만불이라는 많은 예산이 소요될 뿐만 아니라 데이터 수신에 따른 수익성이 매우 미흡하므로 국가 기관에서 지상수신소 기능을 포함한 다목적 탐사위성 지구국을 설치 운영할 수 있도록 하는것이 바람직하다. 단기적인 재원 확보의 어려움과 독립적인 수신소 설치 운영의 어려움으로 이에 효과적인 수신소 운영은 국내 관련 시설을 일시적으로 활용하는 방안으로, 10m Parabolic Antenna 시스템 기술장비 및 위성궤도 추적에 관한 연구경험을 토대로 할때 체신부 산하의 전파연구소에 위성 신호 수신 장치 ( DAF )를 설치 운영하며, 데이터 처리 장치 및 영상 처리 장치 ( DPF, IPF )는 시스템 공학 연구소 시설을 이용하는 것이 바람직하다고 생각한다.

최종적으로는 고정밀 영상 데이터를 신속하고 체계적으로 처리하기 위해서는 고속의 Super Computer에 완벽한 주변장치를 갖춘 시스템을 확보하여 고정 및 데이터 분석계통을 체계적으로 조직화 하여 운영하는 방안을 강구 하여야한다. 이와 같은 경우에는 정보교환이 원활하고 중복적인 정보생산을 피할수 있으며, 일관성 있는 정보를 정책 수립기관에 제공함으로써 시간과 비용의 낭비 및 정책결정에 혼동을 피할수 있을 것이다. LANDSAT/SPOT과 같은 원격탐사위성과 지상수신소 사이에 데이터 전송을 위해 사용하는 주파수 대역인 X 나 S-band에 대한 시스템의 구성은 국내의 학계나 산업계에 많은 연구가 있었으므로, 기본적인 평가에 있어서는 지상수신소 설치에 필요한 각종 Hardware 및 Software 중 일부분은 국내대학과 민간회사 및 연구소가 연계하여 자체적으로 국내 제작이 가능하리라 본다.

## 6. 기대효과

다목적 탐사위성 지구국은 크게 하드웨어의 기술개발과 탐사데이터의 응용기술을 확대하기 위한 소프트웨어 분야의 개발로 구분할 수 있는데, 전자는 산업적 파급효과 및 우주 과학기술개발이 기대되며 후자는 시간과 응용분야의 확대에 의한 경제성을 기대할 수 있으며,

- 첨단 우주 과학기술의 응용 연구 활성화
- 우주 과학 기술의 선진화에 따른 위성 자료 수집 처리 기술의 확립
- 실 시간 정보 처리 기술 및 영상 처리 분야의 기술 개발
- 산업적 파급 효과에의한 통신 및 관련 분야의 기술 개발 및 응용기술 축적
- 국내 환경위성(예 : KEMSAT) 운영에 대비한 지구국 운영 기술 확보
- 정보 자료 송.수신 시스템의 개발 및 관련 기술 축적

등의 효과를 기대할 수 있다.

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	1
제 2 장 각국의 자원 및 환경탐사 위성의 운용 실태 .....	3
제 1 절 Landsat 위성 프로그램 .....	3
제 2 절 SPOT 위성 프로그램 .....	10
제 3 절 NOAA 극궤도 기상위성 .....	14
제 4 절 정지기상위성 .....	22
제 5 절 위성수신 자료의 응용 사례 .....	24
제 3 장 위성탐사 자료수신 및 처리시설의 개요 .....	28
제 1 절 수신 및 처리시설의 주요 장비 .....	28
제 2 절 지상수신소 및 영상처리 시스템의 사례 .....	39
제 4 장 국내 관련 시설 및 지상 수신국 설립에 관한 해외 제안서 요약 .....	47
제 1 절 국내 관련 시설 현황 .....	47
제 2 절 해외 제안서 요약 .....	59
제 5 장 국내 다목적 지구국의 전망 .....	79
제 1 절 국내 원격탐사위성 자료의 이용 .....	79



제 2 절 국내 다목적지구국 설립의 방안 .....	80
제 6 장 CCD 영상 처리 .....	85
제 1 절 우리별 1호의 지구관측 시스템 동작 운용 모델 .....	85
제 2 절 GIF 화일 .....	90
제 3 절 GIF에서 변형된 LZW 알고리즘 .....	125
제 7 장 결 론 .....	128

참고문헌

부 록

## 표 목차

표 2-1 : Landsat 위성 발사 일자 및 센서 .....	4
표 2-2 : Landsat 1에서 5호까지 사용된 센서 .....	6
표 2-3 : Landsat 4,5호의 궤도의 특성 .....	8
표 2-4 : Thematic Mapper의 Spectral Bands와 그 응용 .....	9
표 2-5 : Landsat 6호의 ETM 센서의 특성 및 해상도 .....	10
표 2-6 : Landsat 6호의 Sea-WIFS센서의 spectral 특성 및 해상도 .....	11
표 2-7 : Landsat 6호와 4/5호의 비교 .....	11
표 2-8 : Landsat 7호의 특성 .....	12
표 2-9 : SPOT위성의 발사 일자 및 센서 .....	12
표 2-10 : SPOT의 HRV센서 특성 .....	13
표 2-11 : SPOT 위성의 센서별 방사 특성 .....	15
표 2-12 : SPOT위성 센서의 기하학적 특성 .....	15
표 2-13 : NOAA 위성의 발사 일자 및 데이터 취득 가능 일자 .....	16
표 2-14 : NOAA 위성들의 특성 .....	17
표 2-15 : TIROS-N/NOAA AVHRR channel의 특성 .....	18
표 2-16 : HIRS/2 channel의 특성 (nadir resolution 17.4km) .....	18
표 2-17 : SSU의 특성 (nadir resolution 147.3 km) .....	19
표 2-18 : MSU channel의 특성 (nadir resolution 105 km) .....	20
표 2-19 : ERBE scanner의 특성 .....	20
표 2-20 : ERBE non-scanner의 특성 .....	21
표 2-21 : SEM의 특성 .....	21
표 2-22 : VISSR의 특성 .....	23

표 2-23 : 원격 탐사 위성 데이터의 응용분야 .....	26
표 3-1 : Landsat 및 SPOT의 주파수 영역 .....	30
표 4-1 : 수신 대역별 안테나 형태 및 응용분야 .....	51
표 4-2 : 각 밴드별 저 잡음 증폭기의 전기적 특성 .....	57
표 4-3 : 시스템별 예상 가격표 .....	65
표 4-4 : MPES 설비 matrix .....	71
표 5-1 : 국산화 대상 하드웨어 품목 .....	83
표 6-1 : Code table .....	121

## 그림 목차

그림 3-1	: 수신 및 처리 기능의 개요 .....	28
그림 3-2	: 데이터 수신 시스템의 구성 .....	29
그림 3-3	: 데이터 기록 및 재생과 전처리 시스템의 구성도 .....	33
그림 3-4	: 동해대 우주정보 센터 수신시스템의 구성도 .....	41
그림 3-5	: NESDUS-310 의 block diagram .....	45
그림 3-6	: NESDUS-210 의 block diagram .....	46
그림 4-1	: 전파 연구소 10M 안테나 시스템도 (S/X 밴드) .....	49
그림 4-2	: 전파 연구소 10M 안테나 시스템도 (다중 밴드) .....	50
그림 4-3	: 10M 안테나 구성도 .....	53
그림 4-4	: BATCH별 시스템 구성도 .....	61
그림 6-1	: 원래의 GIF 영상 .....	89
그림 6-2	: 칼라 처리후의 영상 .....	90
그림 6-3	: 서브블록 구조 .....	93
그림 6-4	: GIF 전체적인 구성 .....	94
그림 6-5	: 헤더 .....	95
그림 6-6	: Logical screen descriptor .....	96
그림 6-7	: Global color map .....	99
그림 6-8	: Image descriptor .....	100
그림 6-9	: Local color map .....	103
그림 6-10	: Image code stream의 구조 .....	104
그림 6-11	: Extension의 일반적인 형식 .....	106
그림 6-12	: Graphic control extension .....	106

그림 6-13 : Comment extension .....	108
그림 6-14 : Plain text extension .....	109
그림 6-15 : Application extension .....	110
그림 6-16 : RLE 압축의 예 .....	111
그림 6-17 : RLE 압축의 실행 결과 .....	111
그림 6-18 : 허프만 code법의 예 .....	112
그림 6-19 : LZ법의 예 .....	113
그림 6-20 : LZ법의 실행 결과 .....	114
그림 6-21 : LZ 증분 분해법의 결과 .....	115
그림 6-22 : LZW code table .....	117
그림 6-23 : C에서의 LINKED LIST 예 .....	117
그림 6-24 : 그림으로 본 Code table .....	120
그림 6-25 : 처리 과정중의 Code table .....	121
그림 6-26 : Bit 단위로 writing된 화일의 내용 .....	125

## 제1장 서론

최근 우리 국력의 급격한 신장과 국가 안보 자립화 추세에 따라 한반도 주변의 급변하는 상황에 대한 적시 대응 필요성이 점증하고 있다. 한반도 주변의 환경은 지역내의 인간 활동뿐 아니라 광역 또는 전 세계적 영향권에서 광범위한 변화가 일어나고 있으며, 이들 변화는 반도내에 거주하는 우리의 안락한 주거생활 조건을 위협하는 요인이 될 뿐만 아니라 직접, 또는 간접적인 국가안보에 중대한 문제점으로 대두되고 있으므로 다양한 광역의 탐사정보 자료 요구가 국내 다수기관에서 급증하고 있는 실정이다.

현재 운행중이거나 개발 예정인 인공위성에 의한 주기적인 광역 촬영자료는 이미 산업의 각 분야에서 활용되고 있으며, 이들 자료의 적시 입수는 시간을 다투는 문제로 대두되고 있다. 자원탐사와 지역 환경변화에 대한 최신 정보자료 입수는 곧 국제경쟁력 우위 확보의 관건이 되고 있어, 선진 각국에서는 최첨단 탐사장비를 개발하여 각종 인공위성에 탑재하고, 탐사자료를 실시간(real time)으로 수신되는 대로 정보화하여 필요기관에 즉각적으로 제공하려는 첨단 우주정보 생산 체제 구축에 앞다투어 노력하고 있다.

우리나라에서는 최근 우주과학 기술 개발 계획을 수립하고 이 계획의 추진 체제를 갖추고자 하는 여러 차례의 시도가 있었으나, 어느 계획도 확고한 자원 확보의 미흡으로 종합적이고 체계적인 추진이 이루어지고 있지 않다. 현재 과학위성 개발에 있어서는 한국과학기술원 인공위성연구센터를 중심으로하여 영국 Surrey 대학팀과 기술 제휴하여 실험위성 본체 제작에 착수했으나, 위성 탑재 탐사장비와 발사체 부분의 개발에서는 국내 전문가의 참여가 없는 상태이다.

통신위성분야에서는 위성통신의 상업적 전망에 따라 국내에서도 방송통신위성 사업 추진이 급속히 이루어지고 있으나, 그를 지원할 국내기술 기반 확보가 아직 충분하

지 못한 상태이며, 부문별로 차세대 방송통신 위성체의 국산화 계획이 추진되고 있다. 한국의 방송, 통신 위성사업의 본격화에 대비한 지상시설 및 장비 개발도 산·학·연협동으로 활발히 추진되고 있으나, 대부분이 해외기술에 의존하거나 기술도입으로 급격히 증가하는 한국내 장비 수요에 대응하고 있는 실정이다.

아마추어급의 위성자료수신 위성 영상자료의 처리 시스템 개발은 KIST 시스템공학연구소(SERI) 환경정보연구팀에서 활발히 추진되고 있지만 충분하지 못한 연구개발비로 인해 연구 전도가 수요 급증에 부응하지 못하고 있다. 위성탐사 자료의 활용분야에서도 SERI를 비롯하여 한국자원연구소, 한국해양연구소, 기상청 기상연구소, 수산진흥원, 국방과학연구원, 서울대 등에서 부분적으로 많이 추진되고 있으나 광범위한 응용 범위를 충분히 cover하고 있지는 못하고 있다. 앞으로 다가오는 한국의 우주시대를 대비한 우수 인력의 확보와 우주과학기술 개발의 기반 조성을 위해, 가장 손쉬운 시작으로 운행중인 자원과 환경 탐사위성의 자료수신과 처리를 위한 지상수신소 시설(즉 다목적탐사정보센터) 장비의 개발, 설치 및 지속적인 시설 운영의 필요성이 절실하다. 또한 여러 부처에서 추진중인 인공위성 개발 프로그램에 기여할 수 있는 능력 향상과 발사 예정인 과학위성에 필요한 보조 지구국 으로서의 역할을 담당하기 위해서도 다목적 인공위성 자료 수신 및 처리 시설이 필요하다.

또한, 위성 데이터 처리 부문의 하나로 1992년 8월 11일 발사된 우리나라 최초의 인공 위성인 우리별(KITSAT) 1호로부터 들어오는 CCD(Charge-Coupled Device) 영상 처리를 위하여 영국 Surrey 대학에서 입수한 데이터의 데이터 포맷의 변환 등 영상 처리 관련 분야 연구를 수행하였다.

## 제 2 장 각국의 자원 및 환경탐사 위성의 운용실태

### 제 1 절 Landsat 위성 프로그램

Landsat은 NASA에서 운용을 시작하여 1983년 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)로 운용권이 이전 되었으며, 1985년에는 다시 EOSAT으로 이전되어, 재정은 현재 미국 정부의 상무부가 지원하고 있다. 그러나 Landsat 6호부터는 EOSAT이 위성체의 설계 및 발주, 운용 등을 독자적으로 실시할 예정이다. 현재 Landsat 4호와 5호가 작동 중이나 이는 수 개월내에 운행이 중지될 예정이다. Landsat 6호는 현재 조립단계에 있으며, 1991년 12월 발사 예정이었으나, Enhanced Thematic Mapper(ETM) 센서의 설계수명의 문제로 말미암아 발사계획을 1993년 1월로 연기하였다.

Landsat 시스템은 국제적인 public domain에 속하여 있으므로 이는 (1) 'open skies' 정책에 의거하여 미국 정부의 사전 승인없이 영상자료를 얻을수있으며 (2) EROS 데이터 센터에서 모든 영상자료를 취득, 저장하며 (3) 전세계 어느 곳에서도 동일한 비용과 우선권을 갖고 자료를 취득할 수 있다.

위성들은 Delta 로켓에 의하여 궤도에 올려졌으며 기존의 Landsat은 2 개의 다른 platform과 궤도적인 특성으로 나뉘어질 수 있으나, 영상의 취득이나 영상 형식은 일관성이 유지되었다.

현재 운용중이거나 발사예정인 Landsat 계열 위성의 발사일자 및 센서는 다음과 같다.

#### 1. Landsat 1, 2와 3

이 Landsat 계열의 세 위성들은 각각 1972년 7월, 1975년 1월, 1978년 3월에 발사



되어(표 2-1 참조) 성공적으로 영상 자료들을 생산하여 낸 후 현재는 모두 운행이 중지 되었다.

표 2-1 Landsat 위성 발사 일자 및 센서

위성	발사일자	센서
Landsat 1	1972. 7. 23 발사	RBV 3Ch MSS 4 Ch
Landsat 2	1975. 1. 22 발사	RBV 3Ch MSS 4 Ch
Landsat 3	1978. 3. 5 발사	RBV 1Ch MSS 4 Ch
Landsat 4	1982. 7. 16 발사	TM 7Ch MSS 4 Ch
Landsat 5	1984. 3. 1 발사	TM 7Ch MSS 4 Ch
Landsat 6	1993. 1 발사 예정	ETM 7Ch + Panchromatic
Landsat 7	1995. 1 발사 예정	ETM 7Ch + Panchromatic stereo

이 시스템에는 MSS(MultiSpectral Scanner)와 RBV(Return-Beam-Vidicon) 이 탑재되어 있다. 각 지구국에서 받아들일 수 있는 데이터의 범위는 지구의 곡면과 위성의 고도에 따라 달라지게 되는데, 위성이 수신권 범위에 들어올 때 데이터의 수신 가능성이 되며 이때 받아들여진 데이터는 테이프에 기록되나, 지구 수신국들에 의하여 받아들여지지 못하는 데이터는 각 위성에 탑재되어 있는 2개의 자기(magnetic) 테이프 시스템 중 하나에 기록되어 진다. 또한 위성들은 각 센서로부터 수신국에 정보를 보낼 수 있는 Nonimaging data collection system을 탑재하고 있다.

Landsat 위성의 ground track의 속도는 6.46 km/초로서 103 분만에 지구를 한바퀴 돌게 되므로 하루에 14 개의 궤도를 지나게 된다. 궤도사이의 넓이는 적도 기준으로 2760 km 이며 위성의 센서들은 185 km 의 넓이를 관측하게 되므로 각 궤도 사이에는 커다란 격차가 벌어지게 된다. 그러나 지구 자전으로 말미암아 궤도가 조금씩 서쪽으로 이동되어 지므로 18일만에 전지구가 한번 관측된다. 이 위성 궤도와 지구 자전으

로 인하여 다음날의 궤도들은 약간씩 겹치게 되는데, 남 북위 81도에서 최대로 85 % 가량 겹치게 되며 적도 부근에서는 14 % 정도 겹치게 된다. 위성들은 비교적 맑을 확률이 큰, 지방태양시(sun local time) 오전 9시 42분에 적도를 지나게 되는 태양 동주기궤도(sun-synchronous orbit)의 형태로 되어있다. 이 태양 동주기궤도의 특징은 항상 일정 시각에 영상을 얻으므로 영상간의 태양반사 상태(sun illumination condition)가 같게되어 영상간의 비교나 변화를 가능하게 한다는 것이다.

Landsat 1과 2호에는 3 channel의 RBV와 4 channel의 MSS가 탑재되어 있다(표 2-2 참조). RBV는 3개의 TV(television) 같은 카메라로 구성되어 있는데 이들은 모두 185 km x 185 km 면적의 지구 표면을 향하고 있다. 이 카메라의 해상력은 80 m이며 분광밴드(spectral band)는 0.475-0.575  $\mu\text{m}$  (밴드 1), 0.580-0.680  $\mu\text{m}$  (밴드 2), 0.690-0.830  $\mu\text{m}$  (밴드 3)의 3 개의 밴드로 되어있다. 이 장비는 받아들여진 영상들을 각 카메라안의 빛에 민감한 표면에 저장한 후 내장되어있는 electron beam에 의하여 격자(raster)형태로 변환시켜 비디오 신호를 생산하여 낸다. Landsat 1호에 탑재되었던 RBV는 1972년 7월부터 8월까지 1690개의 영상을 생산하여낸 후 테이프 레코더 교환 문제로 말미암아 중단되었으며 Landsat 2호의 RBV는 주로 기계적인 평가나 기하학적 보정을 위하여 사용되었으므로 많은 영상이 생산 되지는 않았다. Landsat 3호의 RBV는 2가지 점에서 다르게 제작되었다. 이 시스템에는 하나의 channel(0.505 - 0.750  $\mu\text{m}$ )만이 탑재되어 있으며 지상 해상도도 카메라 렌즈의 초점거리를 2 배로 늘임으로써 30 m로 높아 졌으며 노출시간을 줄임으로써 영상의 흔들림을 줄였다.

Landsat 1, 2호와 3호의 MSS는 서로 다른 파장을 갖고 있는 4개의 channel, 즉 2 channel의 가시광(visible spectrum : 0.5-0.6 $\mu\text{m}$ , 0.6-0.7 $\mu\text{m}$ )영역과 2 channel의 근적외선(near infrared : 0.7-0.8 $\mu\text{m}$ , 0.8-1.1 $\mu\text{m}$ )으로 구성되어 있으며, 각각 channel 4, 5, 6, 7로 불리워진다. MSS의 순간시야 (IFOV: Instantaneous Field Of View)는 정사각형으로 지상 해상도는 79m 이며, TFOV(Total Field of View)는 11.56 도이다.

Scan mirror는 33 m/sec 마다 좌우로 흔들리는데, 이 scan mirror가 한번 좌우로 흔들릴때마다 6개의 주사선이 관측된다. 6개의 검출기에는 각 channel마다 하나씩 4 개의 array가 포함되어져 있다. 각 검출기의 연속적인 신호는 탑재되어 있는 아날로그-디지털 변환기(analog-digital converter)에 의하여 64 범위내의 디지털 형태로 변환되어진다. MSS는 위성체가 남쪽으로 움직임이면서 서에서 동으로 주사하며 각 영상은 인

표 2-2 Landsat 1에서 5호까지 사용된 센서

Sensor	Mission	Sensitivity ( $\mu\text{m}$ )	Rasolution (m)
RBV	1, 2	0.475 - 0.575	80
		0.580 - 0.680	80
		0.690 - 0.830	80
	3	0.505 - 0.750	30
MSS	1 - 5	0.5 - 0.6	79/82 <sup>a</sup>
		0.6 - 0.7	79/82
		0.7 - 0.8	79/82
		0.8 - 1.1	79/82
	3	10.4 - 12.6 <sup>b</sup>	240
TM	4, 5	0.45 - 0.52	30
		0.52 - 0.60	30
		0.63 - 0.69	30
		0.76 - 0.90	30
		1.55 - 1.75	30
		10.4 - 12.5	120
		2.08 - 2.35	30

<sup>a</sup> 79 m Landsat-1 to -3 and 82m for Landsat-4 and -5.

<sup>b</sup> Failed shortly after launch (band 8 of Landsat-3).

접 영상과 약 10 %씩 겹치면서 185 km X 185 km의 면적을 관측한다.

## 2. Landsat 4와 5

Landsat 4 와 5호는 Landsat 1, 2, 3호 보다 좀더 크고 복잡하게 구성되어 있으며, 특기할만한 점으로는 solar array와 다른 위성들과의 통신을 위한 Microwave antenna가 설치되었다는 점이다. 또한 기존의 MSS 이외에 TM(Thematic Mapper)이 새로이 설치되었다. TM 으로부터 들어오는 방대한 양의 데이터를 송신하기 위하여 TDRS(Tracking and Data Relay Satellites)를 지상정지궤도(geostationary orbit)에 설치하여 통신할 수 있도록 하였다. 위성으로부터 영상 데이터들이 TDRS로 보내진 후 다시 New Mexico에 있는 White Sands의 지상국으로 보내어 진다. 이는 다시 DOMSAT(DOMestic communication SATellite)을 통하여 GSFC(Goddard Space Flight Center)로 보내지는데, GSFC에서는 TM 데이터를 네가티브 필름이나 자기 테이프에 변환 저장 시킨후 EDC(Eros Data Center)로 보내어 배부한다. 모든 MSS 데이터는 지상 수신국으로 직접 보내어 진다.

Landsat 4, 5호도 그 이전의 Landsat들과 마찬가지로 태양 동주기 근극궤도(sun-synchronous near polar orbit)에 올려져 있으며 후에 space shuttle에 의하여 다시 회수 가능하다. 또한 해상력을 높이기 위하여 위성의 고도는 900 km에서 705 km로 낮추어져 있다. 위성은 적도를 지방 태양시로 오전 9시 45분에 통과하며 각각의 궤도를 선회하는데 약 99분씩 소요되므로 하루에 14.5개의 궤도를 돌 수있다. 각 궤도의 ground track 사이의 넓이는 적도를 기준으로 약 2752 km이다. 따라서 각 위성의 주기는 16일이며 인접 영상과의 겹침도 적도 기준으로  $7.6 \times$  정도로 감소 되었다. Landsat 4, 5호의 궤도의 특성은 표 2-3과 같다.

Landsat 위성의 MSS는 기본적으로 이전 위성의 MSS와 같으나 TFOV는 14.92도로 증가되었고 IFOV도  $82 \text{ m} \times 82 \text{ m}$ 로 증가되었다. TM은 MSS보다 방사(radiometric), 분광(spectral), 기하(geometirc)학적 디자인의 향상이 이루어졌다. 즉, MSS의 4개의 channel 이외에 새로운 3개의 channel을 더 갖고 있으며 아날로그-디지털 변환도

256(8 bits) 범위까지 변환 시킬수 있으므로 좀더 미세한 변화도 관찰가능 하게 되었다. TM은 해상도가 30 m(열 적외선대는 120 m)이다. 표 2-4 은 TM의 7개의 channel과 응용분야를 보여주고 있다. TM channel들은 MSS 보다 vegetation에 민감하게 반응하며, 바위의 구별, 눈과 구름의 구별이나 열분포도의 작성에도 유용하게 사용되고 있다. Landsat TM에서는, 서에서 동으로만 움직이며 주사(scan)하는 MSS와는 달리, 주사거울(scan mirror)이 양쪽 방향으로 움직이면서 데이터를 획득하므로 주사거울의 움직임을 감소시키고 각 검출기가 지구표면을 살필수 있는 시간을 좀더 늘릴 수 있게 되었다. 또한 TM은 적외선 channel에는 4개의 검출기를 그외의 channel에는 16개의 검출기출기를 사용하여 주사하고 있다.

### 3. Landsat 6와 7

Landsat 6는 현재 제작중이며, Landsat 7은 타당성을 검토 중인데 이들은 multimission platform을 목표로 하고 있다.

기존 Landsat 4호, 5호에 비하여 특기할 만한 6호에서의 개선점은 다음과 같다. Landsat 6에 탑재 예정인 ETM은 기존의 TM 센서와 비슷하나, 해상력 15m의 panchromatic channel(0.5-0.86  $\mu\text{m}$ )이 추가되어 있다(표 2-5 참조). 또한 이 위성에는 해양관측을 위한 Sea-WIFS (Sea-Wide Field Sensor)를 갖추게 되므로, NOAA 기상위성인 TIROS-N 계열의 APT와 같이 해상해류분포 및 해수표면온도에 대한 데이터를 UHF 대

표 2-3 Landsat 4, 5호의 궤도의 특성

궤도 형태	sun -synchronous
고도	705 km
경사도	98.2 도
주기	98.9 분
매일 궤도 횟수	14 + 9/16회
동일지점 상공재통과 주기	16일
적도 상공 통과 시간	매일 오전 9시 45분
적도상의 궤도 간격	171 km
1회의 촬영범위	185 km x 170 km

표 2-4 Thematic Mapper의 Spectral Bands와 그 응용

Band	Wavelength ( $\mu\text{m}$ )	Nominal spectral location	Principal applications
1	0.45-0.52	Blue	Designed for water body penetration, making it useful for coastal water mapping. Also useful for soil/vegetation discrimination, forest type mapping, and cultural feature identification.
2	0.52-0.60	Green	Designed to measure green reflectance peak of vegetation (Figure 1.10) for vegetation discrimination and vigor assessment. Also useful for cultural feature identification.
3	0.63-0.69	Red	Designed to sense in a chlorophyll absorption region (Figure 1.10) aiding in plant species differentiation. Also useful for cultural feature identification.
4	0.76-0.90	Near-infrared	Useful for determining vegetation types, vigor, and biomass content, for delineating water bodies, and for soil moisture discrimination.
5	1.55-1.75	Mid-infrared	Indicative of vegetation moisture content and soil moisture. Also useful for differentiation of snow from clouds.
6 <sup>a</sup>	10.4-12.5	Thermal infrared	Useful in vegetation stress analysis, soil moisture discrimination, and thermal mapping applications.
7 <sup>a</sup>	2.08-2.35	Mid-infrared	Useful for discrimination of mineral and rock types. Also sensitive to vegetation moisture cont.

<sup>a</sup>Band 6 and 7 are out of wavelength sequence because band 7 was added to the TM late in the original system design process.

역으로 제공한다. Sea-WIFS의 특성 및 해상도는 표 2-6과 같다.

또한 이전의 Landsat 위성에는 없었던 두대의 on board recorder를 탑재하여 해당 수신소의 도움이 없이도 타 지역의 데이터를 얻을수 있게 하였으며, 지상수신소의 사전 예약에 의하여 데이터를 송출하는 등 위성 운영자의 권한 강화와 데이터 획득의 신축성을 부여 하였다. 종전의 고정식 안테나와 달리 3개의 pointable 안테나를 설치함

표 2-5 Landsat 6호의 ETM 센서의 특성 및 해상도

Band #	Bands ( $\mu\text{m}$ )	해상도 (m)
PAN	0.50-0.90	13 x 15
1	0.45-0.52	30
2	0.52-0.60	30
3	0.63-0.69	30
4	0.76-0.90	30
5	1.55-1.75	30
6	2.08-2.35	30
7	10.4-12.5	120

으로써 위성의 path에 따른 수신 제한성을 대폭 해소하여 임의 지역의 촬영빈도를 높였다. Landsat 6호의 궤도의 특성은 Landsat 4 및 5호와 거의 동일하나 이를 비교하여 보면 표 2-7과 같다.

Landsat 7은 현재 기초 연구 및 구성 결정 단계에 있으며 예상되는 Landsat 7호의 대략의 특성은 표 2-8에서 보는 바와 같다. Landsat 7호의 가장 개선된 점은 시테레오영상의 촬영기능이다. 이 기능은 현재는 SPOT 위성에 의하여 유일하게 제공되고 있는데, SPOT-1 시테레오 센서를 채택할 경우 10 m 해상도의 시테레오 영상 데이터가 제공되므로 고정밀도의 디지털 지도, 지형도 작성 등에 유용하게 사용될 수 있다.

## 제 2 절 SPOT 위성 프로그램

1978년초 프랑스 정부에서는 상용지구탐사위성 프로그램 육성안에 따라서 프랑스 국립우주센터의 주도하에 스웨덴과 벨기에가 협력하여 최초로 상업자원위성인 SPOT(Satellite Pour l'Observation de la Terre)을 개발하였다. SPOT 프로그램은 세계 각국의 30여국에 지상수신국과 자료 배부처를 갖고 있으며 현재 SPOT-1호와 SPOT-2호가

표 2-6 Landsat 6호의 Sea-WIFS센서의 spectrum 특성 및 해상도

BAND	BAND Center	BAND Width	PURPOSE
1	443 nm	20 nm	Low Chlorophyll
2	550 nm	20 nm	Other Pigments
3	565 nm	20 nm	Baseline Chlorophyll
4	665 nm	20 nm	Susurface Scattering
5*	765 nm	40 nm	Atmospheric correction
6	865 nm	40 nm	Atmospheric correction
7	11 um	1.0 um	Sea-surface temperature
8	12 um	1.0 um	Sea-surface temperature

표 2-7 Landsat 6호와 4/5호의 비교

Landsat 6호	Landsat 4/5호
적도 통과시간 오전 9:45	오전 9:45
sensor gain 이 high-low로 조정	sensor gain이 고정됨
해상도 30m의 spectral band	해상도 30m의 spectral band
해상도 120m의 thermal band	해상도 120m의 thermal band
해상도 15m의 panchromatic band	Multispectral Scanner (80m)
설계수명 5년	3년

운용 중이다. 현재 운영 중이거나 발사계획 중인 SPOT 위성과 탑재되어 있는 센서는 다음 표 2-9와 같다.

## 1. SPOT 1 과 2 호

SPOT은 Landsat과 마찬가지로 원(circular), 근극(near polar), 태양 동주기 궤도(sun-synchronous orbit)에 올려져 고도 832 km에 위치하고 있으며 경도는 98.7 도 이다. SPOT은 지방태양시로 오전 10:30분에 적도를 지나고 있다. 이 위성의 주기는 26일



표 2-8 Landsat 7호의 특성

	RESOLUTION			STEREO
	COARSE 500M	MEDIUM 15M-120M	FINE 5M	10M
SWATH	1500KM	185KM	10KM	100KM
REVISIT	2DAYS	16DAYS	DAILY	16DAYS
SPECTRAL RANGE ( $\mu\text{M}$ )	0.4-12.5	0.45-11.8	0.4-0.7	0.5-0.9
BANDS	68	12	3	2
DOWNLINK STORAGE	DIRECT LAC & RECORDER	DIRECT X-BAND & RECORDER	DIRECT X-BAND & RECORDER	DIRECT X-BAND & RECORDER

이다. 그러나 SPOT은 Strip Selection Mirror를 이용하여 경사 촬영이 가능 하므로 1회 촬영 범위와 동일 지점 재 촬영 주기가 가변적이다. -27도~+27도 사이의 경사 촬영

표 2-9 SPOT위성의 발사 일자 및 센서

위성	발사 일자	센서
SPOT-1	1986.2.21 발사	HRV 3Ch + Panchromatic
SPOT-2	1990.1.22 발사	HRV 3Ch + Panchromatic
SPOT-3	1992.1 발사 예정	HRV 4Ch + Panchromatic
SPOT-4	1995.6 발사 예정	HRV 4Ch + Panchromatic

을 이용하여 2일에서 4일에 동일 지점을 재촬영할 수 있는 특성이 있다.

SPOT에는 2개의 동일한 HRV(High Resolution Visible) 센서가 탑재되어 있는데(표 2-10 참조), 이는 다음의 2가지의 모드로 작동되게 되어 있다. 즉, (1) 0.51-0.73  $\mu\text{m}$  범위의 10 m 해상도의 panchromatic 모드와 (2) 0.50-0.59  $\mu\text{m}$ , 0.61-0.68  $\mu\text{m}$ , 0.79-0.89  $\mu\text{m}$  범위의 20m 해상도의 다중분광(multispectral) 모드이다.

HRV는 push-broom scanning 방법을 사용하여, 주사거울을 사용하는 대신, 위성 궤도와 직각으로 정렬되어 있는 CCD array를 이용하여 데이터를 얻는다. 이 방법으로는 시스템의 수명을 늘릴수 있을뿐 아니라, 주사거울을 사용함에 따른 변이를 없앴으로써 기하학적인 보정을 줄일수 있는 장점이 있다. SPOT은 경사촬영이 가능하므로 동일지역을 다른 각도에서 촬영함으로써 시테레오 영상을 용이하게 얻을수 있다.

표 2-10 SPOT의 HRV 센서 특성

XS(Multispectral or Multispectral Linear Array-ML)		
<u>BAND</u>	<u>Spectral Range(단위 <math>\mu\text{m}</math>)</u>	
1	Visible Green 0	0.50 - 0.59
2	Visible Red	0.61 - 0.68
3	SWIR	0.79 - 0.89
4	SWIR	1.5 - 1.7
PA(Panchromatic or Panchromatic Linear Array-PLA)		
<u>BAND</u>	<u>Spectral Range(단위 <math>\mu\text{m}</math>)</u>	
1	Visible Panchro	0.51 - 0.73
2	Visible Red	0.61 - 0.68
Sensor Type	CCD Array	
Pixel Size	Xs model 시 20m×20m, PA model 시 10m×10m	

표 2-11 와 표 2-12은 SPOT 위성의 방사적(radiometric) 특성과 기하학적(geometric) 특성을 나타낸다.

## 2. SPOT 3 과 4 호

현재 발사 계획중에 있는 SPOT 3과 4호는 SPOT 1 과 2호와는 약간 다른 시스템이

계획되고 있다. 20 m 해상도의 중적외선 밴드(mid-infrared band)를 추가시키며, 20 m 와 10 m 데이터가 위성안에서 coregister될 계획이다. 또한 보다 넓은 시야각(field of view)을 가진 (2200 km) 센서를 새로이 탑재 시킬 계획인데, 이 센서는 5 개의 밴드 ( HRV, mid IR, blue band (0.43-0.47  $\mu\text{m}$ ))로부터 받아들인 데이터를 10 bit.으로 기록하며, 영상의 해상도는 1 km 와 4 km의 2 종류로 얻을 수 있다.

### 제 3 절 NOAA 극궤도 기상 위성

기상의 현상을 관찰하고 예측하는 기상위성들은 일반적으로 자원 위성에 비하여 해상도가 떨어지는 반면, 시간적으로 자주 관측할 수 있는 장점을 가지고 있다. NOAA 계열의 위성 NOAA 6에서 12 까지의 위성 중, 짝수의 위성은 한반도 부근을 주간(오전 7:30)에 북에서 남으로 적도를 통과하며, 홀수의 위성은 야간(오전 2:30)에 적도를 통과하고 있다. NOAA 계열 위성들의 발사일자와 데이터 취득 가능한 일자는 다음과 같다 (표 2-13 참조).

표 2-14는 NOAA 위성들의 특성을 나타내고 있다. 해상도는 직하점(nadir)에서 1.1 km 이며 직하점에서 멀어질수록 해상도는 떨어진다.

NOAA 위성은 다음의 7개의 센서를 탑재하고 있다.

- High Resolution Infrared Sounder (HIRS/2)
- Stratospheric Sounding Unit (SSU)
- Microwave Sounding Unit (MSU)
- Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)
- Solar Backscatter Ultraviolet Radiometer (SBUV/2)
- Earth Radiation Budget Experiment (ERBE)
- Space Environment Monitoring

표 2-11 SPOT 위성의 센서별 방사 특성

Parameters	PA	Channels		
		XS1	XS2	XS3
Spectral Band, $\mu\text{m}$	0.51-0.73	0.5-0.59	0.61-0.68	0.79-0.89
Detector IFOV, red	$1.2 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-5}$
Detector numbers/line	6000	3000	3000	3000
Modulation transfer function:				
To CCD line	0.26	0.62	0.55	0.52
Along CCD line	0.27	0.43	0.38	0.26
S/N at radiance, max	>233	>212	>230	>274
On-orbit calibration, %				
Relative	1	1	1	1
Absolute	10	10	10	10
Number of gains	8	8	8	8
Signal encoding, bit	6 or DPCM 8/5/5/8	8	8	8

표 2-12 SPOT 위성 센서의 기하학적 특성

Ground swath width	60 km/HRV 117 km SPOT payload
Off-nadir viewing capability (field center)	$\pm 27$ deg or 460 km on ground
Ground resolution	
Spectral Band XS	20m
Panchro Band Pa	10m
Band-to-band registration	
Spectral Band	6m
Pa/XS	10m(level 2 image)
Image distortion	
Anisomorphism	$10^{-3}$

## 1. AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)

AVHRR은 APT 와 HRPT로 전송하기 위한 데이터를 공급한다. TIROS-N 계열 위성들의 AVHRR은 4 개 또는 5 개의 분광 영역에 민감한 radiometer로서, TIROS-N, NOAA-A/6, C/7, E/8은 4 개의 channel을 갖고 있고, NOAA-F/9, G/10, H/11, I, J는 5 개의 channel을 갖고 있다. APT 시스템은 2 개의 channel을 선택하여 전송하며 HRPT 시스템은 모든 AVHRR channel 데이터를 전송한다. 표 2-15는 TIROS-N/NOAA AVHRR 의 channel의 특성을 보여주고 있다.

## 2. HIRS/2(High Resolution Infrared Radiation Sounder)

HIRS/2는 IR 스펙트럼의 19 개 channel과 하나의 가시광 channel로 입사되는 방사능을 측정한다. HIRS/2 channel의 개요는 표 2-16에 나타나 있다.

표 2-13 NOAA 위성의 발사 일자 및 데이터 취득가능 일자

위성	발사 일자	데이터 취득 가능일자
TIROS-N	1978. 10. 13	1978. 10. 19-1980. 1. 30
NOAA-6	1979. 6. 27	1979. 6. 27-1983. 3. 5 1984. 7. 3-1976. 11. 16
NOAA-B	1980. 5. 29	실패
NOAA-7	1981. 6. 23	1981. 8. 19-1986. 6. 7
NOAA-8	1983. 3. 28	1983. 6. 20-1984. 6. 12 1985. 7. 1-1985. 10. 31
NOAA-9	1984. 12. 12	1985. 2. 25-1988. 11. 7
NOAA-10	1986. 9. 17	1986. 11. 17-현재
NOAA-11	1988. 9. 24	1988. 11. 8-현재
NOAA-12	1991. 5. 14	1991. 5. 14-현재

표 2-14 NOAA 위성들의 특성

Parameter	NOAA-6, -8, and -10	NOAA-7 and -9
Launch	6/27/79, 3/28/83, 9/17/86	6/23/81, 12/12/84
Altitude(km)	833	833
Period of orbit(min)	102	102
Orbit inclination	98.9°	98.9°
Orbits per day	14.1	14.1
Distance between orbits	25.5°	25.5°
Day-to-day orbital shift <sup>a</sup>	5.5° E	3.0° E
Orbit repeat period(days <sup>b</sup> )	4-5	8-9
Scan angle from nadir	±55.4°	±55.4°
Optical field of view (mr)	1.3	1.3
IFOV, at nadir(km)	1.1	1.1
IFOV, off-nadir maximum (km)		
Along track	2.4	2.4
Across track	6.9	6.9
Swath width	2400 km	2400 km
Coverage	Every 12 hr	Every 12 hr
Northbound equatorial crossing(pm)	7:30	2:30
Southbound equatorial crossing(am)	7:30	2:30
AVHRR spectral channels (μm)		
1	0.58-0.68	0.58-0.68
2	0.72-1.10	0.72-1.10
3	3.55-3.93	3.55-3.93
4	10.5-11.50	10.3-11.30
5	Channel 4 repeat	11.5-12.50

<sup>a</sup>Satellite differences due to differing orbital alignments.

<sup>b</sup>Caused by orbits per day not being integers.

표 2-15 TIROS-N/NOAA AVHRR channel의 특성

Four-channel AVHRR, TIROS-N				
Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Ch5
0.55-0.9 $\mu\text{m}$	0.725-1.1 $\mu\text{m}$	3.55-3.93 $\mu\text{m}$	10.5-11.5 $\mu\text{m}$	Ch 4 data
Four-channel AVHRR, NOAA-A, -B, -C and -E				
Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Ch 5
0.58-0.68 $\mu\text{m}$	0.725-1.1 $\mu\text{m}$	3.55-3.93 $\mu\text{m}$	10.5-11.5 $\mu\text{m}$	Ch 4 data
Five-channel AVHRR, NOAA-D, -F, -G, -H, -I and -J				
Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Ch 5
0.58-0.68 $\mu\text{m}$	0.725-1.1 $\mu\text{m}$	3.55-3.93 $\mu\text{m}$	10.3-11.3 $\mu\text{m}$	11.5-12.5 $\mu\text{m}$

Note: Changes to the above deployment scheme may occur as a result of instrument availability or changing requirements.

표 2-16 HIRS/2 channel의 특성 (nadir resolution 17.4 km)

Channels	wavelength( $\mu\text{m}$ )	Primary Uses
0-5	14.95-13.97	Temperature profiles, clouds
6-7	13.64-13.35	Carbon dioxide and water vapor
8	11.11	Surface temperature, clouds
9	9.71	Total ozone concentration
10-12	8.16-6.72	Humidity profiles, detection of thin cirrus clouds
13-17	4.57-4.24	Temperature profiles
18-20	4.00-0.69	Clouds, surface temperatures under partly cloudy skies

### 3. SSU( Stratospheric Sounding Unit)

SSU는 3 개의 channel로 구성되어, 성층권 (25-50 km)의 온도분포도를 측정한다.

SSU의 channel의 특성은 표 2-17과 같다.

#### 4. MSU(Microwave Sounding Unit)

MSU는 5.5  $\mu\text{m}$  oxygen band를 측정하는 4 channel의 Dicke radiometer로 구성되어 있으며, channel의 특성은 표 2-18에 나타나 있다.

표 2-17 SSU의 특성 (nadir resolution 147.3 km)

Channel Number	Central Wavelength No. ( $\text{CM}^{-1}$ )	Cell Pressure (MB)	Pressure of Weighting Function Peak	
			(MB)	(KM)
1	668	100	15	29
2	668	35	5	37
3	668	10	1.5	45
Calibration		Stable blackbody and space		
Angular field-of-view		10°		
Number of Earth view/line		8		
Time interval between steps		4 s		
Total scan angle		$\pm 40^\circ$ from nadir		
Scan time		32 s		
Data rate		480 bps		

#### 5. SBUV/2(Solar Backscatter Ultraviolet Radiometer)

SBUV/2는 다음과 같은 2기자의 측정을 통하여 오존의 수직 분포도를 구하기 위한 데이터를 제공한다. 1) 대기권내의 오존 흡수 밴드로부터 방출되는 태양 UV radiation의 분광복사(spectral radiance) 2) 직접 태양 분광 복사(direct solar spectral irradiance)를 측정한다.



## 6. ERBE(Earth Radiation Budget Experiment)

ERBE는 지역적이나 지구전체의 매달 평균 복사량과, 이 복사량의 매일의 변화를 추정한다. ERBE에는 ERBE non scanner과 ERBE scanner의 2종류의 기기가 있다(표 2-19과 표 2-20 참조).

표 2-18 MSU channel의 특성(nadir resolution 105 km)

Characteristics	Value				Tolerance
	CH1	CH2	CH3	CH4	
Frequency (GHz)	50.3	53.74	54.96	57.95	±20 MHz
RF bandwidth(MHz)	220	220	220	220	Maximum
NE= T	0.3	0.3	0.3	0.3	Maximum
Antenna beam efficiency*	>90%	>90%	>90%	>90%	
Dynamic range(K)	0-350	0-350	0-350	0-350	
Calibration	Hot reference body and space background each scan cycle				
Cross-track scan	±47.35°				
Scan time	25.6 s				
Number of steps	11				
Step angle	9.47°				
Step time	1.84 s				
Angular resolution	7.5° (3dB)				
Data rate	320 bps				

\* Specified. Instruments as, built have measured beam efficiencies of >95%

표 2-19 ERBE scanner의 특성

Channel	Spectral Interval (μm)	Filter	Instantaneous Field of View
6	0.2-5	Suprasil-W	3° × 4.5°
7	5-50	Diamond plus shortwave cut-off	3° × 4.5°
8	0.2-50	None	3° × 4.5°

표 2-20 ERBE non-scanner의 특성

Channel	Spectral Interval ( $\mu\text{m}$ )	Filter	Field of View
1 (Wide FOV)	0.2-50+	None	Limb-to-Limb
2 (Wide FOV)	0.2-5	Suprasil-W Dome	Limb-to-Limb
3 (Midium FOV)	0.2-50+	None	10° ECA*
4 (Midium FOV)	0.2-5	Suprasil-W Dome	10° ECA*
5 (Solar)	0.2-50+	None	18° Conical

\* Earth central angle

#### 7. SEM(Space Envrionment Monitoring)

SEM은 태양의 양성자, 알파 입자, electron flux density, energy spectrum과 total particulate energy disposition을 측정한다. SEM의 특성은 표 2-21과 같다.

표 2-21 SEM의 특성

Function	Measures quantity of protons, electrons, and alpha particles within specified energy bands
Design	Five detectors for multimode particle counting, submultiplexer, and 8bit parallel readout
Measurement range	Protons 0.8 to 100 MeV Alpha particles 8 to 370 MeV Electrons $\geq 2$ MeV

위의 기기들로부터 들어오는 데이터는 위성내에서 실시간 전송이나 테이프에 기록 처리된다. TIP은 HIRS/2, SSU, MSU, SBUV/2, ERBE 와 SEM 데이터와 위성의 telemetry 형식으로 하여 지상으로 전송한다. MIRP(Manipulated Information Rate Processor)는 고속데이터 처리기로서, AVHRR 데이터를 받아들여서 다음과 같은 결과를 제공한다.

- 1.1 km 의 실시간 HRPT
- 4 km 의 실시간 APT
- 특정지역의 1.1 km LAC(Local Area Coverage) 데이터 테이프 저장
- 4 km의 GAC(Global Area Coverage) 데이터 테이프 저장

#### 제 4 절 정지 기상위성

정지 기상위성은 기상을 관측, 예보하는데 필요한 기상 현상을 지속적이고 반복적인 관측을 하는데, 이들은 동시에 지구의 반구를 볼 수 있게 되어 있으므로 관측 주기는 주사하는데 걸리는 시간과 이를 보내는데 걸리는 시간 정도에 따라 좌우된다. 즉, 가시광과 열 적외선 밴드의 영상을 1시간에 2번 관측하며 가시광 밴드는 낮시간 동안에만, 열 적외선 밴드는 낮과 밤시간 동안에 작동된다. 센서로는 VISSR(Visible Infrared Spin Scan Radiometer)과 SEM을 탑재하고 있으며, 이들의 특성은 표 2-22에 나타나 있다.

미국에서는 SMS/GOES(Synchronous Meteorological Satellites / Geostationary Operational Environmental Satellites) 프로그램을 NOAA와 NASA의 공동 협력으로 수행 중이며, 최초의 GOES-1은 1974년 10월에 발사되었다. 최근에는 1987년에 GOES-H가 발사 되었다. 현재, GOES 차세대인 GOES-I 에서 M까지가 계획되고 있다.

일본에서는 GMS(Geostationary Meteorological Satellite) 프로그램이 JMA(Japan Meteorological Agency)에서 시작되었으며, 프로그램의 개발은 1973년 7월 NASDA

National Space Development Agency)에서 시작되었다. Hamawari라고 이름 붙여진 첫 번째의 GMS 위성이 1977년 7월 14일 미국에서 발사 되었으며 그후 차례로 GMS-2, GMS-3가 각각 1981년 8월과 1984년 8월에 발사 되었다. 이 GMS 위성으로 부터 기상 데이터

표 2-22 VISSR의 특성

Functions	Provides VIS and IR spectrum mapping of Earth and its cloud cover.	
Design	Spin scan radiometer includes northsouth mirror, 40.64 cm diameter 291.3 cm focal length Ritchey-Chretien optical system, PMT and HgCdTe detectors, -95 K radiation cooler with servo temperature control, and beryllium housing.	
	VIS CHANNELS	IR CHANNELS
Number	4(+4 redundant)	1(+1 redundant)
Instantaneous geometrical field of view(GFOV)	$35 \times 31 \mu\text{rad}$	$140 \times 140 \mu\text{rad}$
Band	0.50 to 0.75 $\mu\text{m}$	10.5 to 12.5 $\mu\text{m}$
Resolution	1.25 km	5.0km
Scanning lines/frame	$2500 \times 4$	2500
Scan step repeatability, (1 $\mu\text{m}$ )	$\pm 1.8 \mu\text{rad}$	$\pm 1.8 \mu\text{rad}$
Noise performance	S/N $\geq 45$ (albedo = 100 %)	NEAT $\leq 0.5$ K (300 K)
	S/N $\geq 6.5$ (albedo = 2.5 %)	NEAT $\leq 1.5$ K (220 K)

를 받고 있는 나라는 아시아와 서 태평양 지역에 15개 이상이 되며 이를 이용하여 다음과 같은 임무, 즉 1) VISSR에 의한 기상 관측 2) 기상관측 데이터의 수집 3) 구름 영상의 직접적인 브로드캐스트 4) 태양 입자의 관측을 수행하고 있다.

## 제 5 절 위성 수신 자료의 응용 사례

원격탐사 기술은 지표면에 위치한 여러가지 정보를 수집, 분석하는데 관련된 기술로서, 이 기술을 종합, 응용함으로써 국토이용의 변화나 자원의 관리에 있어서 새로운 접근이 가능하게 되었다. 1972년 Landsat-1호가 발사된 이후 전세계적으로 위성 자료를 이용한 토지이용, 삼림, 농작물, 광물과 수자원, 해양자원 및 환경감시등에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 앞으로도 응용기술의 발전으로 인하여 그 응용범위가 확대되고 있는 실정이다.

대표적인 위성 수신자료의 응용으로는 다음과 같은 분야가 있다.

### 1. 토지의 이용도

세계 여러나라에서 국토의 관리는 주요한 문제로 대두되어 왔다. 즉, 어떻게 국토가 효율적으로 이용될수 있으며, 또한 어떻게 오용과 환경오염으로 부터 보호될수 있는가가 중요한 관심거리였다. 위성 데이터는 계절에 상관없이 접근이 어려운 지역의 자연자원을 분석할 수 있는 기회를 제공하였을 뿐 아니라 이러한 정보들을 매우 저렴한 비용으로 획득할 수 있게 하였다.

### 2. 농작물 수확량의 추정 및 모니터링

농작물의 판별 및 상태와 경작면적의 추정은 원격탐사 기법이 가장 많이 이용되고 있는 분야의 하나이다. 오랫동안 각국 정부들은 농작물의 경작면적 추정시 항공사진 등을 이용하여 왔으나 이는 매우 많은 비용과 시간이 소요되어 좀더 정확하고 적시에 사용할수 있는 정보의 필요성이 오랫동안 대두되어왔다. EROS 프로그램은 위성 데이터를 이용하여 전세계적으로 주요 농작물의 수확량과 경작 상태를 주기적으로 관찰할 수있는 계기를 마련하였다.

### 3. 토양의 분류 및 조사

1970년대에는 원격탐사 영상을 이용하여 토양의 상태나 토양의 경계를 구분하는 연구가 활발히 진행되었다. Landsat 영상을 이용하여 토양을 분류할 수 있었으며, 특히 넓은 지역을 포함하는 위성영상은 인접국가들이나 정치적인 경계면의 토양을 조사하는데 매우 유용하게 사용되었다.

### 4. 토지의 Degradation의 조사

위성 데이터들은 바람이나 물에 의한 침식, 홍수등에 의한 토지의 degradation을 조사하는데 유용하게 사용되어 왔다.

### 5. 수질의 모니터링

수질오염 모니터링에 있어서도 원격탐사 영상은 광범위한 지역을 반복적으로 관찰할 수 있다는 점에서 널리 이용되어 왔는데, 수질오염 측정변수인 부유침전물(suspended sediment), 클로로필(chlorophyll), 탁도(turbidity), 온도(temperature)와 원격으로 측정된 측정치들과의 상관관계나 원격탐사 영상을 분류함으로써 오염도의 분포를 관찰하고자하는 연구들이 진행되어 왔다.

### 6. 해양의 모니터링

해양은 특히 넓은 지역을 모니터링하게 되므로 원격탐사 영상이 매우 유용하게 이용되며, 해양의 지형변화, 오염물의 이동, 해류의 분석 이나 해도 등을 작성할 수 있다.

표 2-23에는 위에서 언급된 이외의 응용분야에 대하여 개략적으로 나열되어 있다.

표 2-23 원격탐사 위성 데이터의 응용분야

(현재 또는 앞으로 이용 가능한 위성만 표시)

부 문	응 용 업 무	이용가능위성
기 상	풍향, 풍속, 온도, 습도, 대기압, 구름의 분포 및 고도, 폭풍우 분석, 재난예보, 강수량 예측 눈/얼음 분포도	GMS, TIROS, ERS-1
농 업	농작물 작황현황, 병충해 및 가뭄피해 상황분석 작물 수확량 예측, 작물별 최적재배지역 조건 평가, 경작지 개발, 토양상태분석(토양도)	LANDSAT, MOS SPOT, ERS-1 Radarsat
임 업	임상도 작성, 산림병충해 및 화재 피해 상황, 목재수확량 분석, 조림계획수립, 화재경보, 토양상태분석(토양도)	상 동
수산업	해수온도분석, 해류분석, 어장 분포조사, 플랑크톤 분포도 조사, 적조현상 조기경보, 해결빙 시 해로선정, 해도작성 및 수정	LANDSAT, TIROS SPOT, ERS-1 Radarsat, MOS
토 양	토양도작성, 토양침식현상, 토양수분, 지표 및 지하 배수로 현황 분석	LANDSAT, SPOT ERS-1, MOS
수자원	수자원 분포도 작성, 관계작물분포도, 홍수피해 상황, 적설량 조사분석, 침수지역 예측, 빙하 및 함유수량계산, 수심측정, 댐 및 호수의 저수량 조사, 침전물 조사, 혼탁도 관측	LANDSAT, SPOT TIROS, MOS
국토계획 및 지도작성	토지 이용도작성, 토지이용 변화분석, 지도작성 지도수정, 입지선정, 고속도로, 송전선, 철도, 가스 및 유류공급관등의 노선선정, 각종 공사 전적산출, 도시계획 및 교통망 계획수립, 간척 계획, 경사도 작성	LANDSAT, SPOT ERS-1, MOS Radarsat

(표 2- 23계속)

해 양	해양지형변화, 부유퇴적물분포 및 이동, 해수 특성, 해파 및 해류분석, 결빙지역감시, 해양 유기물분석, 해도작성 및 수정	LANDSAT, SPOT TIROS, MOS GMS
지 질	광역 지질도 작성 및 수정, 구조 지질도, Lineament도, 수계도 작성, 각종 지질 및 광물 자원탐사, 확산 및 지진활동감시 예측	LANDSAT, SPOT MOS
환 경	대기공해관측, 자연재해 영향분석, 수자원 공해 관측, 생태계주변 환경관측	LANDSAT, SPOT TIROS, MOS
군사용	적지 군용지도작성, 경사도 작성, 작전로 선정 작전모의실험, 항공폭격 패턴선정, 비행 모의 훈련장치(Flight Simulator)용 3차원 화상 자료 추출, 군용 기상(풍향, 풍속, 대기층별 기상 분포 등)	LANDSAT, SPOT TIROS, GMS



## 제 3 장 위성탐사자료 수신 및 처리 시설의 개요

### 제 1 절 수신 및 처리 시설의 주요 장비

국내에 Landsat이나 SPOT과 같은 원격탐사 위성의 지상 수신소를 설치하는 경우 갖추어야 할 기능이 있는데, 이를 소프트웨어와 하드웨어별로 요약하면 다음과 같다. 그림 3-1은 수신 및 처리 기능의 개요도이다.

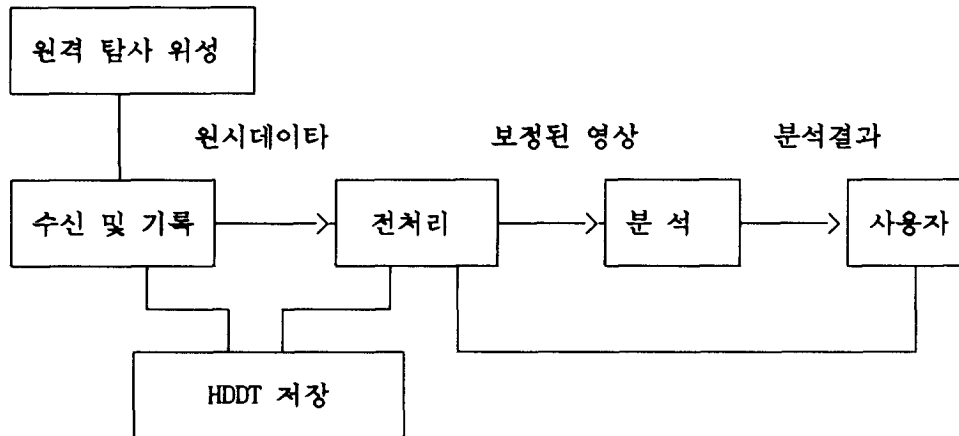


그림 3-1 수신 및 처리 기능의 개요

#### 1. 하드웨어의 구조

지상수신소의 하드웨어는 데이터 수신 기능(Data Acquisition Facility, DAF)과

데이터 처리 기능(Data Processing Facility, DPF)으로 나뉘어 진다. DAF에는 안테나, Radio Frequency subsystem과 안테나 controller등이 있으며, DPF는 DAF의 조정, 원시 데이터의 입력, 영상 보정, product의 생산 등이 포함된다.

### 가. 데이터 수신기능 (DAF) 장비

그림 3-2는 지상 수신소의 데이터 수신 시스템의 구성도이며, 설비 내역은 다음과 같다.

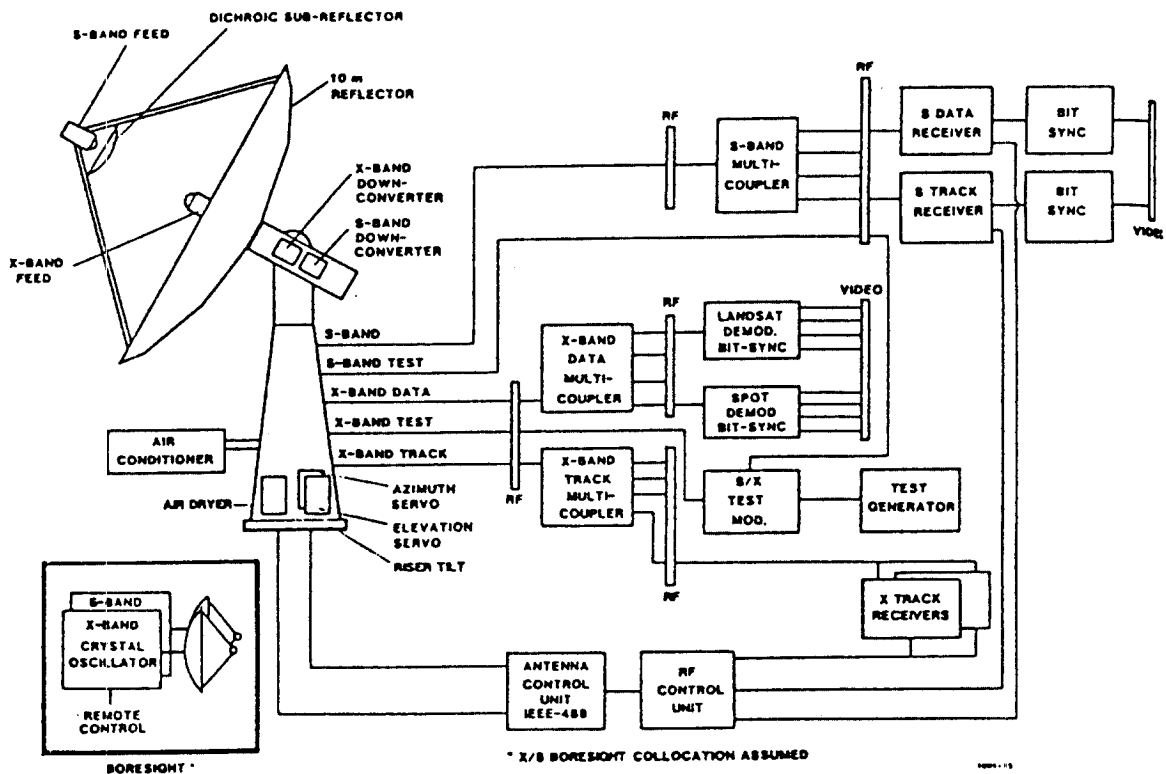


그림 3-2 데이터 수신 시스템의 구성

## 1) 안테나와 받침대

Landsat이나 SPOT을 수신하기 위하여서는 최소 직경 10 m의 파라볼라 혹은 카세그레인 안테나가 필요한데, 가볍고 견고하며 하늘 전체를 추적할 수 있는 기능이 있어야하고 안테나의 표면 조도는 0.030 인치 이내이어야 한다. Landsat 및 SPOT을 수신하고자 할때 필요한 주파수의 영역은 표 3-1 에서 보는 바와 같다. 이 안테나에는 X 밴드 및 S 밴드 위드가 설치되어야 하며, 또한 자동 추적 및 프로그램 추적 기능을 가지고 있고 수동조작도 가능하여야 한다. 받침대에는 elevation-azimuth-tilt 를 조정할 수 있는 3축의 positioner가 설치되어 있어, 안테나를 조정하게 한다.

표 3-1 Landsat 및 SPOT의 주파수 영역

Link Frequency	IF After Downconversion
X-Band : 8025-8400 MHz	600-850 MHz
S-Band : 2200-2300 MHz	285-385 MHz
Landsat Telemetry :	2.2875 GHz
Landsat MSS data :	2.2655 GHz
	8.2125 GHz
Landsat TM data :	8.2125 GHz
Landsat PCD data :	8.2125 GHz
SPOT data :	8.253 GHz

## 2) 안테나에 부착된 RF 설비

S 밴드 및 X 밴드 feed에서 들어오는 신호를 Low Noise Amplifier(LNA)를 통하여 증폭 시킨 후 각각 주파수 다운 컨버터(down converter)를 거쳐 S 밴드의 경우 285-385 MHz, X 밴드의 경우 600 - 850 MHz의 주파수로 변환시킨 후, coupler를 통하

여 각각의 수신기에 연결한다. 각각의 수신기에는 Landsat tracking, Landsat 데이터, SPOT 데이터 별로 상응되는 복조기 (Demodulator) 등을 갖추고 있다. 여기서 출력된 신호는 patch panel을 거쳐 HDDT(High Density Digital Tape) 및 전처리 장치로 보내어 진다.

(가) Landsat 및 SPOT 데이터복조기(Demodulator) 및 비트동기기(Bit Synchronizer)

Landsat와 SPOT은 UQPSK와 QPSK로 변조되어 있으므로 이를 복조, 필터링하기 위한 복조기 및 비트 동기기를 사용한다.

(나) Unified Side Band (USB) 수신기

USB 수신기는 S 밴드 telemetry 및 추적신호를 받아들인다. 이 수신기는 Landsat의 2차 S 밴드 다운 링크에서 telemetry 정보를 추출하여 patch panel을 거쳐서 HDDT에 신호를 보내며, 이 수신기의 출력은 안테나 추적 제어장치를 제어하는 신호로 활용한다.

### 3) 테스트 설비

이 설비에는 시스템의 시험, 수리 및 보정을 위한 테스트 신호 발생 시스템이 설치되어 있는데, 이는 Frame Synchronizer에 테스트 신호 발생기를 부착하여 각각의 위성 센서의 신호에 해당하는 모의 신호를 단순한 형상의 영상 패턴으로 발생시킨 후 시스템에 재입력 시키거나 보어사이트 안테나를 이용하는 것의 두 종류가 있다. 보어사이트 안테나는 추적 안테나의 추적 테스트 및 보정을 하는데 이용한다. 보어사이트 안테나는 S 및 X 밴드에 해당하는 복수장비로 구성되며, 이는 지상 수신소로부터 약 5 km 떨어진 곳에 설치하는 것이 바람직하다.

## 나. 데이터 처리기능 (DPF) 장비

### 1) 데이터의 기록 및 재생 시스템

각 센서에 대응하는 수신기에 연결된 bit synchronizer는 수신기의 출력 또는 아날로그 복조기로부터 디지털 데이터를 복원하는데 쓰이는 것으로 clock 신호가 포함된 동기화된 bit stream을 발생시킨다. 이들 bit synchronizer들은 HDDT 기록에 적합한 digital serial 데이터와 clock 신호를 출력하며, 이는 patch panel 과 1,2대의 HDDT 및 Time code generator와 Reader로 구성된 기록 및 재생 시스템으로 연결된다.

위성으로 부터 들어오는 엄청난 양의 데이터 때문에 이를 실시간으로 컴퓨터에 기록하는것은 불가능하다. 따라서 수신되는 데이터를 우선 HDDT에 기록한 후 좀더 낮은 속도로 데이터를 재생 시킨다. Time code generator 는 수신소에서 master clock의 역할을 하는 것으로 지방시(local time) 혹은 세계 표준시각 등을 발생시킨 후 이 자료를 encoding 하여 영상 데이터와 함께 HDDT 에 기록하여 데이터 재생시 기록시각을 판독하는데 쓰인다.

### 2) 데이터의 전처리 (Preprocessing) subsystem

이 시스템은 프레임 동기 장치 (Frame Synchronizer), Time Code Reader 및 Quick look 영상 처리를 위한 Moving Window Display Processor로 구성 된다.

Frame synchronizer는 bit synchronizer 또는 HDDT의 재생으로부터 출력되는 digital serial 데이터와 clock 신호로 구성된 영상 데이터를 입력하여, 해당 bit 열에서 요구하는 특정 frame 설정 forming code를 동기하여 컴퓨터에서 처리 가능한 병렬 형식으로 된 디지털 데이터의 형태로 영상 데이터를 출력한다. 이 출력은 Format Synchronizer Interface를 거쳐서 영상 처리 및 분석 시스템에 연결된다.

Quick look system은 Moving Window Display Processor와 Roll Film Recorder로 구성되어 quick look 영상을 Monitor에 display 하여 운용자가 영상의 질과 위치를 확인 할 수 있도록 하며 추후 데이터 사용자들을 위하여 사진이나 마이크로 필름에 기록

하기도 한다.

데이터 기록 및 재생과 전처리 시스템의 구성도는 그림 3-3 에 나타나 있다.

### 3) 데이터 처리 및 분석 시스템

HDDT로부터 재생된 영상의 왜곡정도를 보정한 후, 분석을 하거나 CCT (Computer Compatible Tape)에 저장하기도 한다. 위성 자료로부터 유용한 정보를 추출 하기 위하여서는 자료를 보관, 처리, 분석 및 최종 product를 생산 할 수 있는 시스템이 요구된다. 또한 위성으로 부터 송신되는 방대한 야의 자료를 실시간으로 처리 하기 위하여서는 고성능의 시스템이 요구되는데, 이 시스템에는 다음과 같은 하드웨어의 구성이 요구된다.

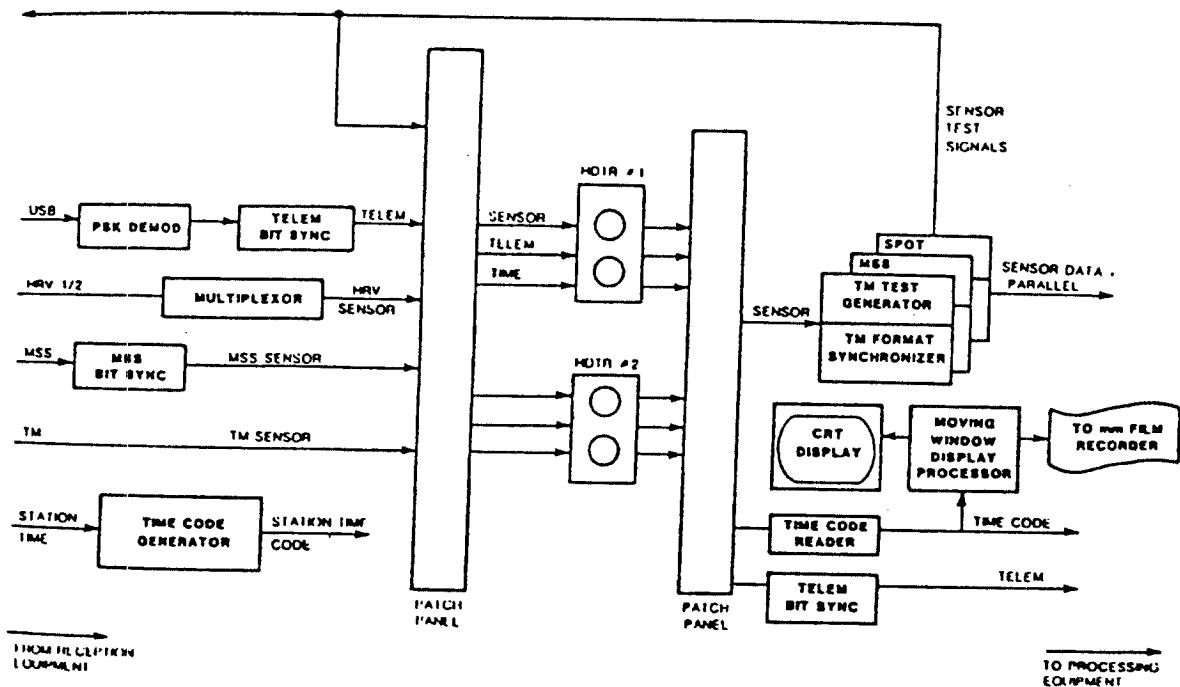


그림 3-3 데이터 기록 및 재생과 전처리 시스템의 구성도

#### 가) 병렬처리 컴퓨터

다수의 초고속 Array Processor(AP)를 가진 병렬처리 컴퓨터를 주 컴퓨터의 전단 처리기로 채택하며, 일단 수신된 위성데이터를 병렬처리기를 이용하여 전처리를 계속 하거나 병렬처리 컴퓨터 자체의 대용량 디스크 기억장치에 기억 보관한다.

#### 나) 주컴퓨터

정밀한 전처리, 화상처리 및 분석 기능을 제공하고 사용자와 시스템을 연결하여 주는 기능을 하며 1대 또는 복수의 CPU, terminal, system disk 및 프린터등으로 구성 된다.

#### 다) 화상 입출력 및 저장 장치

위성자료의 입력, 처리된 자료의 보관 등을 담당하며 magnetic tape drive, hard disk, floppy disk, optical disk drive 등으로 구성된다.

#### 라) 화상 display 장치

위성 자료를 흑백 또는 컬러로 표시하여 주며 그래픽전용 terminal, engineering workstation, 화상처리 전용 processor 및 color graphics board 와 color monitor를 갖춘 PC 등이 이용된다.

#### 마) 자료 digitizing 장치

지도, 사진, 그림 등의 기존 자료를 격자 자료로 변환하는 장치로서, video digitizer, X-Y digitizer 및 레이저를 이용하는 광학 scanner등으로 구성 된다.

#### 바) Hardcopy 제작장치

수신된 자료 또는 전처리된 자료를 필름, 지도, 칼라 도면 등의 hardcopy로 제작 하는 기능을 하며, 고해상도 필름 레코더, 칼라 잉크 제트 프린터, 칼라 정전형 프린터, 범용 펜 플로터 등으로 구성되며 지도를 제작할 경우 디지털 오프셋 인쇄장치가 필요하다.

#### 사) 사진처리 장치

사진형태의 자료 공급을 위한것으로, 35 mm quick look film의 처리 및 사진의 제작, 흑백 화상 자료 원판 및 칼라 화상자료 원판의 현상 처리 및 확대 인화 등이 포함된다. 이에는 요구되는 장비들로는 흑백 필름 현상기, 칼라 현상기, 확대기 및 인화기들이 있다.

## 2. 소프트웨어의 개요

### 가. 시스템의 운용

수신소의 시스템 운용은 시스템 운용자(manager)가 control console을 통하여 할 수 있다. 시스템 운용자가 획득가능한 위성 궤도로부터 수신 시간과 궤도 자료를 입력하면, 예정된 시간에 위성데이터가 디지털 cassette에 기록된다. 하루의 데이터 획득이 끝나면 시스템 운용자는 payload correction data (PCD)처리와 화상처리의 시간표를 결정하며, 입력된 화상들을 review 하여 저장 또는 폐기를 결정한다.

### 나. 지원 소프트웨어

소프트웨어의 설치, 테스트, 시스템의 운용, 관리에 필요한 모든 소프트웨어를 포함한다.

### 다. 데이터 획득 (Data Acquisition, DA) 소프트웨어

Landsat과 SPOT의 pass look angle 계산 소프트웨어와 데이터 획득 control 소프트웨어를 포함한다. 시스템 운용자는 모든 DA pass의 예측, 선정, DA 소프트웨어를 console로부터 감시한다.

#### 1) 궤도 예측 소프트웨어 (Pass Prediction Software)

궤도 예측 소프트웨어는 궤도 파라미터를 입력받아 데이터 수신 소프트웨어에 필



요한 look angle을 산출하여 내는 기능을 한다. 일단 look angle이 계산되면 운용자는 수신 위성을 선정(satellite contact)하는데, 데이터 수신 소프트웨어의 작동은 선정된 위성의 Acquisition of Signal(AOS)의 약 2분전에 시작된다.

## 2) 데이터 수신 소프트웨어 (Data Reception Software)

데이터 수신 소프트웨어는 운용자에 의하여 예정된 satellite contact으로부터 들어오는 데이터를 자동적으로 저장하기 위하여 필요한 DA control을 한다. 이 소프트웨어는 예정된 AOS 2분전에 자동적으로 작동이 시작되어, 다음과 같은 prepass setup을 한다.

- 데이터와 추적 channel의 frequency 조정
- 복조기의 signal frequency 조정
- 복조기로부터 디지털 recorder로 데이터 path switch 조정
- 디지털 cassette recorder에 data record mode로 명령
- 안테나 control unit에 computer control mode로 명령
- 안테나를 stow 위치에서 AOS 위치로 변환

AOS시간에 도달하면 안테나 control unit에 자동추적명령이 내려지고 positioning 명령이 200 millisecond의 간격으로 보내져 안테나를 위성궤도에 따라 움직이게 하여 데이터를 수신한다. 데이터는 받아 들여지는 즉시 저장된다. AOS 부터 LOS(Loss of Signal)까지 안테나와 복조기들의 상태가 감시된다. LOS에서 소프트웨어는 다음과 같은 대기 상태로 들어간다. 즉, 안테나 control unit을 자동추적 mode 에서 아래와 같은 상태로 변환된다.

- Computer control mode로 변환
- 디지털 cassette recorder를 대기상태로 변환
- 안테나를 stow 상태로 변환
- 안테나 control unit을 대기상태로 변환

## 라. 영상 처리 소프트웨어 (Image Processing Software, IPS)

위성자료의 처리 분석용 소프트웨어는 크게 전처리 및 보정과 영상분석 으로 나뉘어 진다.

### 1) 영상 전처리 (Preprocessing) 및 보정 (Correction) 소프트웨어

위성 자료의 전처리 및 보정 기능은 영상의 복원이라고 할 수 있는데, 이는 자료의 수집 중 발생하는 왜곡, 약화, 잡음을 제거하는 전처리로서 기하학적 보정 (geometric correction)과 복사 보정(radiometric correction)등이 포함된다. 이 소프트웨어는 데이터의 기록과 quick look의 발생으로부터 지도좌표보정 (Geocoding) 까지를 포함한다. 이 소프트웨어는 위성 센서의 특성 보정, 위성의 고도 및 궤도의 특성으로 인한 오차, 영상의 왜곡등을 고려하여 데이터를 보정하여 여기서 출력되는 영상은 표준형태의 지도좌표와 일치한다. 영상데이터를 전처리하여야 할 항목으로는 다음과 같은 것이 있다.

- 위성 센서, 궤도, 고도의 특성
- 인접 화면의 결합
- 동일지역에 대한 다른 영상에서의 공동제어점의 설정
- 동일 지역을 각각 다른 시간, 다른 센서로 촬영한 영상의 중첩
- 항공사진, 항공탐재 MSS 영상과 위성 영상과의 중첩

소프트웨어를 주요 기능별로 설명하면 다음과 같다.

#### 가) 자료의 입력기능

Frame synchronizer의 출력, HDDT 데이터를 시스템에 입력하는 기능을 담당한다.

#### 나) Quick look 발생기능

Frame synchronizer로부터 quick look processor를 거쳐 quick look 영상을 운용자가 확인 할 수 있도록 한다. 이의 목적은 데이터의 사용자로 하여금 영상의 질과 위치를 확인시키는데 있으므로 주로 보정되지 않은 영상을 위성의 궤도 좌표와 촬영

시각과 함께 기록한다.

#### 다) 영상 보정기능

복사보정과 기하학적보정을 포함하며 이 보정을 통하여 subpixel의 정확도, 표준 지도의 격자선과의 영상 화소간의 오차정도, 격자선의 조정등을 할 수 있다. 또한 정밀보정에서 쓰이는 제어점(control point)의 발생 및 제어점과 지도 좌표와의 관계 수립 등 제어점 데이터 베이스 관리도 하며 지도 좌표를 직접 측정 할 수 있게 한다.

#### 라) 제품발생 기능

수신소에서 최종의 사용자에게 제공하는 각종 product를 생산하는 기능 갖는다.

### 2) 영상 처리 및 분석 소프트웨어

위성 자료의 처리 및 분석의 소프트웨어에는 다음과 같은 기능이 포함된다.

#### 가) 영상의 Registration

위성자료의 분석시 동일지역을 같은 시간에 서로 다른 센서로 또는 다른 시간에 같은 센서로 수집한 자료를 비교 분석하여야 할 경우 각 영상들의 동일한 지점들이 2차원적 좌표계에서 서로 일치하여야 한다. Registration은 각 영상에서 공통적으로 통제할 수 있는 점(control point)을 구하여 일치시켜 주는 영상 변환을 통하여 얻는다.

#### 나) 영상 강조 (Image Enhancement)

위성자료를 display 할 경우 영상의 약화를 수정하여 줌으로서 영상의 판독을 보다 용이하게 하는데 목적이 있다. 이렇게 활용되는 방법으로는 다음과 같은 것이 있다.

- Contrast Enhancement
- Histogram Modification
- Noise Cleaning
- Edge Enhancement
- Color Enhancement

#### 다) 영상 변환 (Image Transformation)

영상의 변환은 다중분광 영상을 분석하는데 활용되며 다음과 같은 기능을 갖고 있다.

- Band Ratioing
- Band Differencing
- Vegetation Indices
- Principle Component 분석

#### 마) 영상의 분류

영상을 컴퓨터에서 동일한 성질을 가진 부류로 분류하는 것으로 다음과 같은 방법들이 있다.

- Texture segmentation
- Edge Detection
- Supervised Classification
- Unsupervised Classification
- Region based Segmentation

#### 바) 영상의 편집 (Image Mosaicking)

여러장면의 영상을 합성하여 하나의 큰 영상으로 만드는 것으로서 광역 영상지도를 만드는데 사용된다.

### 제 2 절 지상 수신소 및 영상 처리 시스템의 사례

- Toaki Space Information Center Earth Observation Satellite and Meteorological Satellite Receiving System -

일본에서는 global scale 의 정보, 즉 지구환경의 변화, 장기적인 기상 관측 및

농산물의 수확량 예측 등의 정보활동과 분석에 필요한 공통의 정보원을 갖고 네트워크를 이용하여 각계의 분야에서 필요한 정보를 적시에 얻을 수 있는 시스템을 목표로, 구마모토 지구의 동해(Tokai)대학의 Space center를 중심으로 현재의 가동중인 기상위성, 통신 위성 및 지구 관측위성을 모두 포함한 고속, 고밀도의 광역의 정보를 일원화 시킬수 있는 Tokai University Satellite Information Network(TUSIN) System을 설치할 구상하였다. 즉, 동해대학 Space Center가 기존으로 가지고 있던 각종의 정보 수집, 해석 시스템과 새로운 위성정보시스템을 기간으로 전국 9개소의 대학, 연구소등을 결합하고 각각의 지역에 통신 위성 수신국을 두어 지상회선, 통신위성회선 등을 사용하여 네트워크를 구축 중이다. 이 계획의 일환으로 동해대학에 지구관측위성 수신소(Earth Observing Satellite REceiving Station, EOSRS)와 기상위성 수신소(Meteorological Satellite Receiving System, MSRS)가 건립되었다. 이 수신소는 여러종류의 지구 관측 위성으로부터 데이터를 받을 수 있는 기능을 갖추고 있으나 현재는 MOS-1으로부터 MESSR/VTIR, NOAA 로부터 HRPT, GMS로부터 HR/LR-FAX(S-VISSR)등을 받고 있다.

이와 같은 지구 관측 데이터, 위성 기상 데이터 이외에도 자원 데이터, 사고 및 의료 데이터 등이 통신 위성과 지상 회선을 통하여 동해 대학과 네트워크로 연결된 다른 기관과의 사이에 교환될 수 있다.

## 1. 시스템의 개요

지상 수신소에는 NEC에서 개발된 위성 수신 및 자료 처리 시설이 설치 되었다. 이 시스템의 개요는 다음과 같다.

- (1) MOMO-1, NOAA, HIMAWARI 및 ERS, Landsat, SPOT 등의 위성자료 수신 및 처리 시스템
- (2) Tokyo로부터 지상 회선이나 통신위성을 사용하여 동해대학 시스템의 원격조정
- (3) Zenith tracking이 가능한 AZ-EL-Cross-EL 3축의 large scale, high speed 의

## 직경 11 m 의 안테나의 설치

(4) 시스템의 자동화로 인력의 절약

(5) High performance의 super minicomputer와 대용량의 optical disk system의 설치

그림 3-4 는 동해대학 Space Center의 수신 시스템의 block diagram이다.

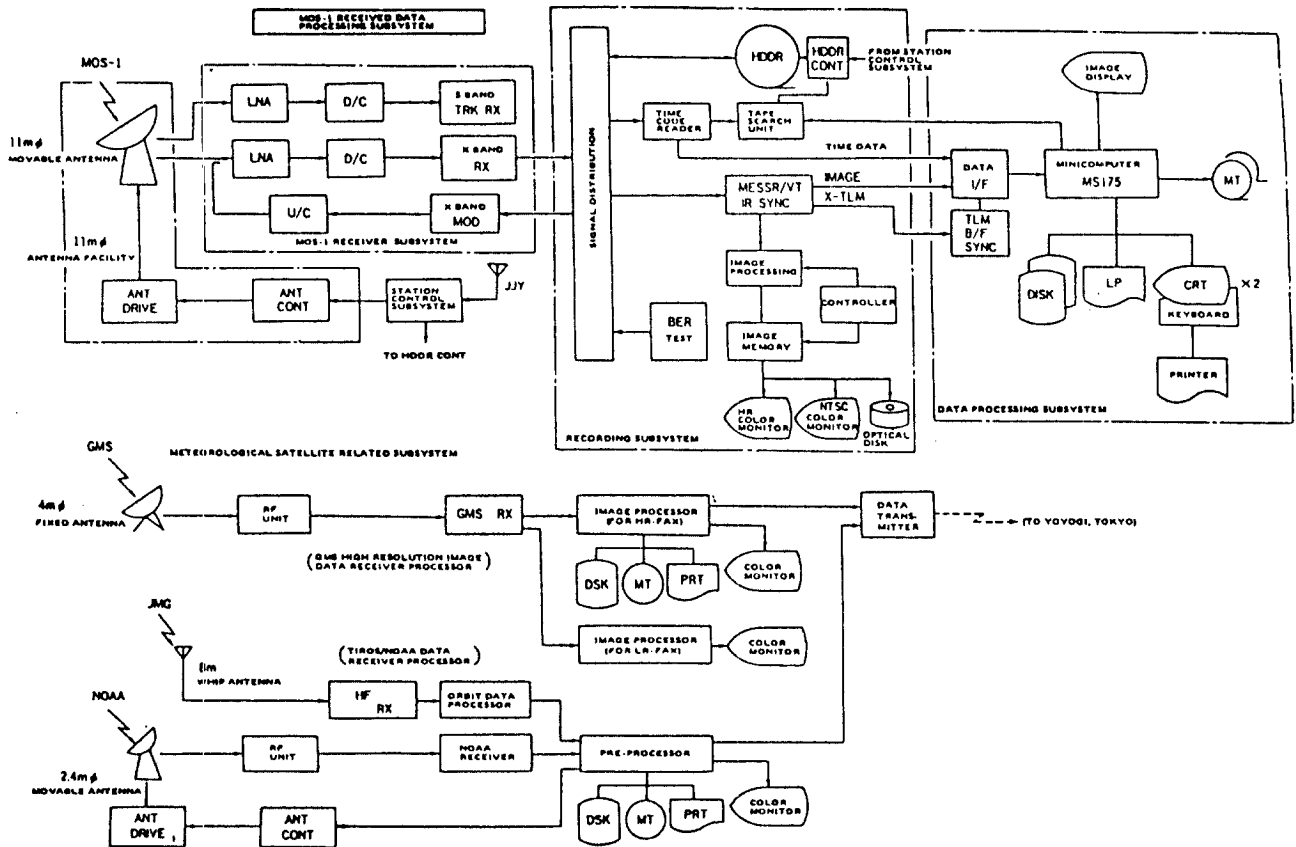


그림 3-4 동해대 우주정보 센터 수신시스템의 구성도

## 가. EOSRS(Earth Observing Satellite Receiving Station) 의 설비내역

이 수신소는 현재 MOS-1 데이터를 수신하고 있다.

### 1) 구성

시스템의 구성은 다음과 같다.

- S/X 11 m 직경의 high speed 안테나 subsystem
- S/X receiving subsystem
- Recording subsystem
- Image Processing subsystem
- Apparatus for station operation

### 2) 자동화

시스템의 초기화, High Density Magnetic Tape등의 조작을 제외한 데이터 수신에서부터 데이터 처리까지의 전 설비를 자동화 하였다.

### 3) 궤도 예측계산

궤도 데이터가 PC-9800에 보내어져 안테나 angle이 Perturbation 방법에 의하여 계산되며, 오차는 0.01에서 0.02 정도이다.

### 4) 자동추적

예측된 angle에 기초하여 안테나의 angle이 AOS-30초에 자동으로 맞추어져서 위성 데이터를 받아 들이게 된다. 고도 3도이상의 데이터는 받아들일 수 있게 되어있다.

### 5) Zenith 추적

AZ-EL-Cross-EL 3축에 의하여 Zenith tracking이 가능하다.

### 6) HDDT(High Density Digital Tape) Recorder

AOS에서 자동으로 시작하여 LOS에서 멈춘다. 남아있는 tape의 양이 다음의 수신으로부터 들어 오는 데이터의 양보다 많을 때는 운용자에게 경고의 신호를 보낸다.

### 7) Quick look display

고해상도의 모니터(1280x 1024, 760x480 color monitor)에 영상이 display 된다.

#### 8) Image Retrieval

약 24,000개의 영상이 optical disk에 저장될 수 있으며, 수신시간, 센서의 이름, path/raw의 수, 구름자료등이 같이 저장된다.

#### 9) Data Processing

데이터 processor는 HDDT로부터 데이터를 재생하고, 보정한후 CCT에 저장한다. 추가의 array processor를 부착시킬 수 있는 NEC high speed MS175 minicomputer를 설치하였다.

#### 10) 소프트웨어

데이터 처리 시스템은 다음의 4가지 소프트웨어로 구성되어 있다.

- Common software : MESSR과 VITR 자료 처리에 공동으로 사용되는 소프트웨어로서 HDDT로부터 데이터의 재생, 궤도계산 등의 기능을 수행
- MESSR software : MESSR을 보정하여 CCT에 저장
- VTIR software : VTIR 을 보정하여 CCT에 저장
- Utility software : 데이터 처리와 직접 연관되지 않은 소프트웨어

### 나. MSRS (Meteorological Satellite Receiving Station)의 설비

이 기상위성 시스템은 NOAA HRPT를 수신 하기위한 NESDUS-310(NEC Satellite Data Utilization System)과 GMS로부터 HR-FAX을 수신하기 위한 NESDUS-210 으로 구성되어 있다. 또한 LF-FAX을 수신하기위한 NESDUS-60도 포함하고 있다.

NESDUS-310과 NESDUS-210은 서로 다른 주파수와 데이터 처리 시스템을 갖고 있으나 하드웨어는 데이터 전처리를 제외하고는 거의 동일하다. NESDUS-310과 NESDUS-210의 구성도는 그림 5-5 와 같다.

#### ① Automatic Operation



## Operating system의 자동화

### ② Compactness

DMA(Direct Memory Access)가 내장된 80186 Multifunctional processor, interruption control과 timer function등을 사용

### ③ Flicker-free image display

GDC(Graphic display Controller와 Dual port DRAM을 사용

### ④ 다양한 종류의 영상 display의 제공

### ⑤ 데이터 분석 시스템의 인터페이스

수신된 영상 데이터 전송 기능이 minicomputer에 설치

### ⑥ 경제적인 CCT 사용

HDDT의 사용을 늘려 CCT 의 사용을 줄임

#### 1) NESDUS-310의 시스템 개요

NOAA HRPT신호는 2.4m 직경의 안테나에서 수신되며, LNA를 거친후 down converter를 통하여 60 MHz로 변환되어 수신기로 보내어진다. 수신기는 IF amplifier, PM demodulator와 local signal generator로 구성되는데, 여기서의 출력이 image processor로 보내어 진다. Image processor는 HRPT전용의 16 bit micro-processor로 구성되어 신호를 bit 동기화 및 frame 동기화 한 후 hard disk에 저장한다. 또한 수신 이 끝난 후 영상 데이터는 Magnetic Tape에 자동으로 저장된다.

또한 AVHRR 데이터를 video 신호로 바꾼 후 video memory에 저장하여 quick-look display를 한다.

#### 2) NESDUS -210의 시스템 개요

GMS로부터 오는 HR-FAX신호는 4m 직경의 안테나를 통하여 수신하여 RF unit에 의하여 IF신호로 바꾼 후 수신기에 보내어져, 증폭되고 복조된다.

16 bit micro-processor로 구성된 image processor에서 신호를 A/D 변환한 후 변

환된 각 line들을 hard disk에 저장한다. 수신된 데이터는 quick-look video display  
를 위하여 video memory에 저장된다.

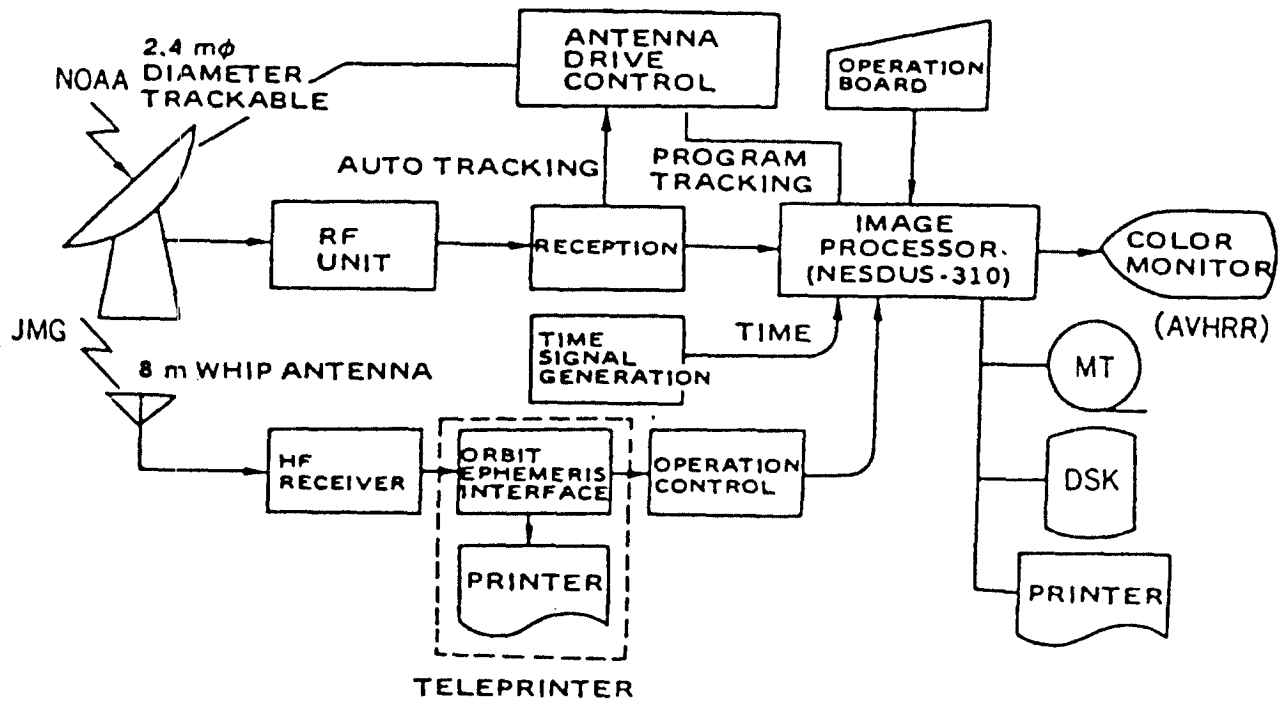


그림 3- 5 NESDUS - 310 의 block diagram

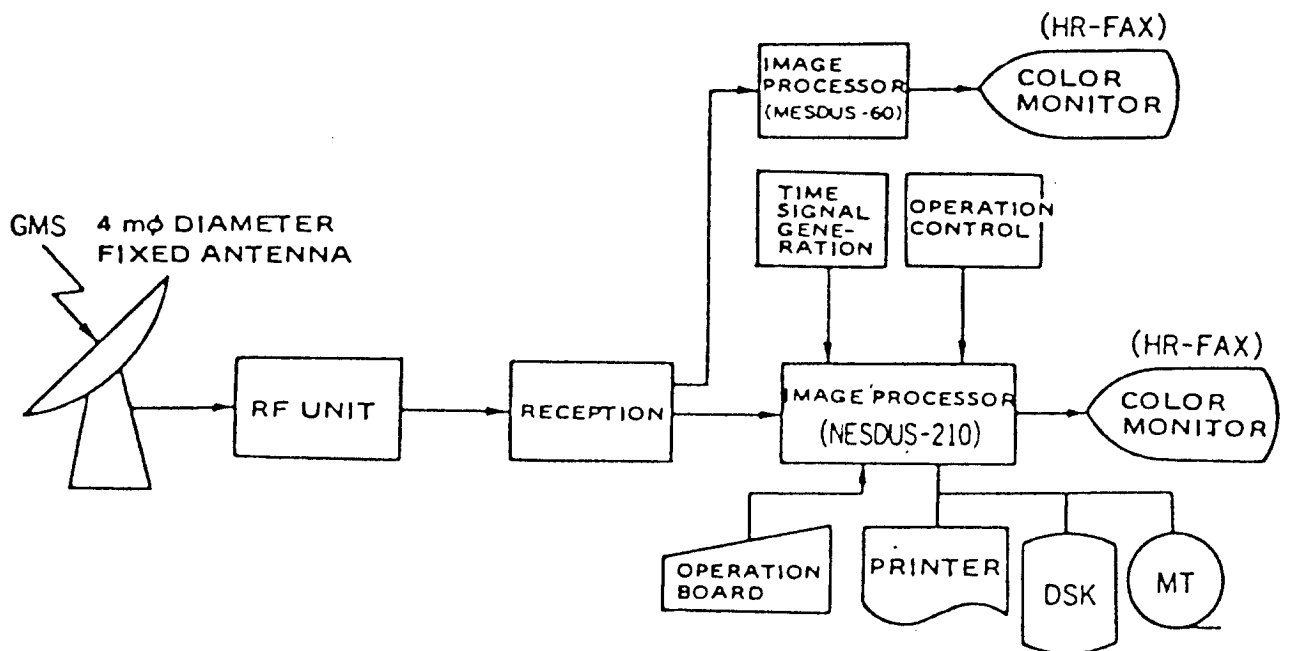


그림 3- 6 NESDUS-210 의 block diagram

## 제 4 장 국내 관련 시설 현황 및 지상 수신소 설립에 관한 해외 제안서 요약

### 제 1 절 국내 관련 시설 현황

위성 탐사 자료 수신 및 처리 분석 기능을 구비하면서 국내 위성 지구국 설치 및 운영시 이의 시설로 이용할 수 있는 국내에 설치 되어있는 시설을 조사하였다.

전파연구소 시설 및 시스템공학연구소의 시설은 각 연구소의 연구 목적에의한 시설로서 자원 탐사 위성 지구국으로의 이용시에는 일시적이고 사용범위 또한 일부 시설로 제한될 것이다. 각 연구소에 설치되어 있는 시설은 다음과 같다.

#### 1. 전파 연구소에 설치되어 있는 10 M 안테나 시스템

인공 위성 실용화에따른 우주통신 이용 기술 및 위성 추적 관제 기술을 연구하며, 또한, 전자파의 전파 특성 조사 및 연구를 통하여 전파 자원 개발을 위한 기술 축적과 국내 전파 권익 보호를 위한 전파 연구소 설립 취지에 따라 각종 연구 시설이 구비되어 있다. 직경 10 M 안테나 시스템은 위성 전파감시기반 및 전리층과 대기에 의한 위성전파특성 실험연구를 토대로 전파자원개발 및 위성추적 및 관제기술 연구를 주요 목적으로 하고있는 고해상 위성 전파 연구 시설이다.

또한, 직경 5 M 안테나 시스템이 1987 년도에 설치되어 있으며, 수신 주파수 대역은 5 밴드 워드 구성으로

- 1.5 ~ 1.7 GHz : Auto - Track
- 2.0 ~ 2.3 GHz : Auto - Track
- 3.4 ~ 3.7 GHz : Program Track
- 10.7 ~ 11.9 GHz : Program Track
- 11.7 ~ 12.2 GHz : Program Track

의 주파수 수신 대역 및 자동 추적 장치를 갖는 시스템 구성을 갖고 있다.

현재, 이시스템은 NOAA 위성의 HRPT 신호를 수신 처리하는 전용 시스템으로 운영 중이다. 자원 탐사 위성 신호 수신 시스템으로 전파 연구소 시설을 이용할 시에는 시스템 구성 및 기능면에서 10 M 안테나 시스템을 자원 탐사 위성 수신 지구국의 신호 수신 시설(DAF : Data Acquisition Facility)로 이용할 수 있다. 전파 연구소의 목적과 자원 탐사 위성 지구국의 독립적인 운영을 위해서는 전파 연구소의 시설 사용은 일시적이라할 수 있다.

전파 연구소의 10 M 안테나 시스템의 구성과 시설은 다음과 같다.

#### 가. 시스템 구성

시스템 구성은 S 밴드와 X 밴드 위성추적 및 신호수신을 위한 안테나 시스템 설계를 기본으로 하였으며, 다목적, 다용도의 연구 수행을 위해 다중 밴드의 신호 수신을 위한 시스템으로 시설되어 있다.

수신 대역별 안테나 형태 및 IF 주파수, 응용 분야는 표 4-1 과 같으며, 시스템 구성도는 그림 4-1 및 4-2 와 같다.

#### 나. 구비 시설

##### 1) 안테나 및 받침대

안테나 설계는 주 반사판 초점 위치에 S 밴드 Single-Channel Monopulse(SCM) Tracking Feed 와 Cassegrain 형태로 된 X 밴드 SCM Tracking Feed로 되어 있다. 이는 Dichroic Subreflector 를 사용하여 가능해진다. Dichroic Subreflector(Frequency Selective Subreflector ; FSS)는 1.2 M 직경 Hyperbolic Subreflector 상에 X 밴드 반사 다이폴을 수천개 배열하여 이루어졌다.

이 FSS Subreflector는 X 밴드를 가상 초점에서 반사시키고 S 밴드 를 통과시킨

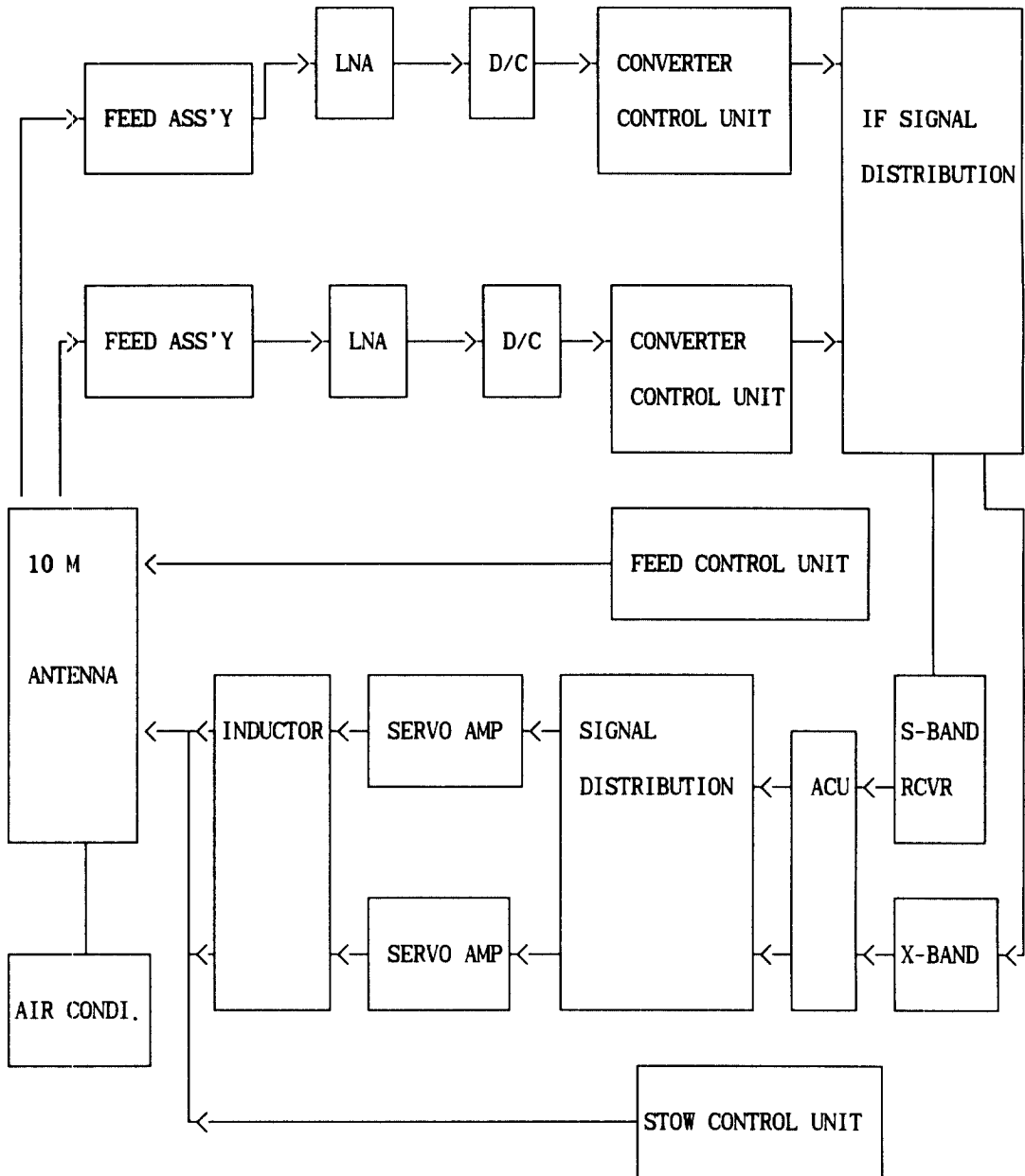


그림 4-1 전파 연구소 10 M 안테나 시스템도 (S/X 밴드)

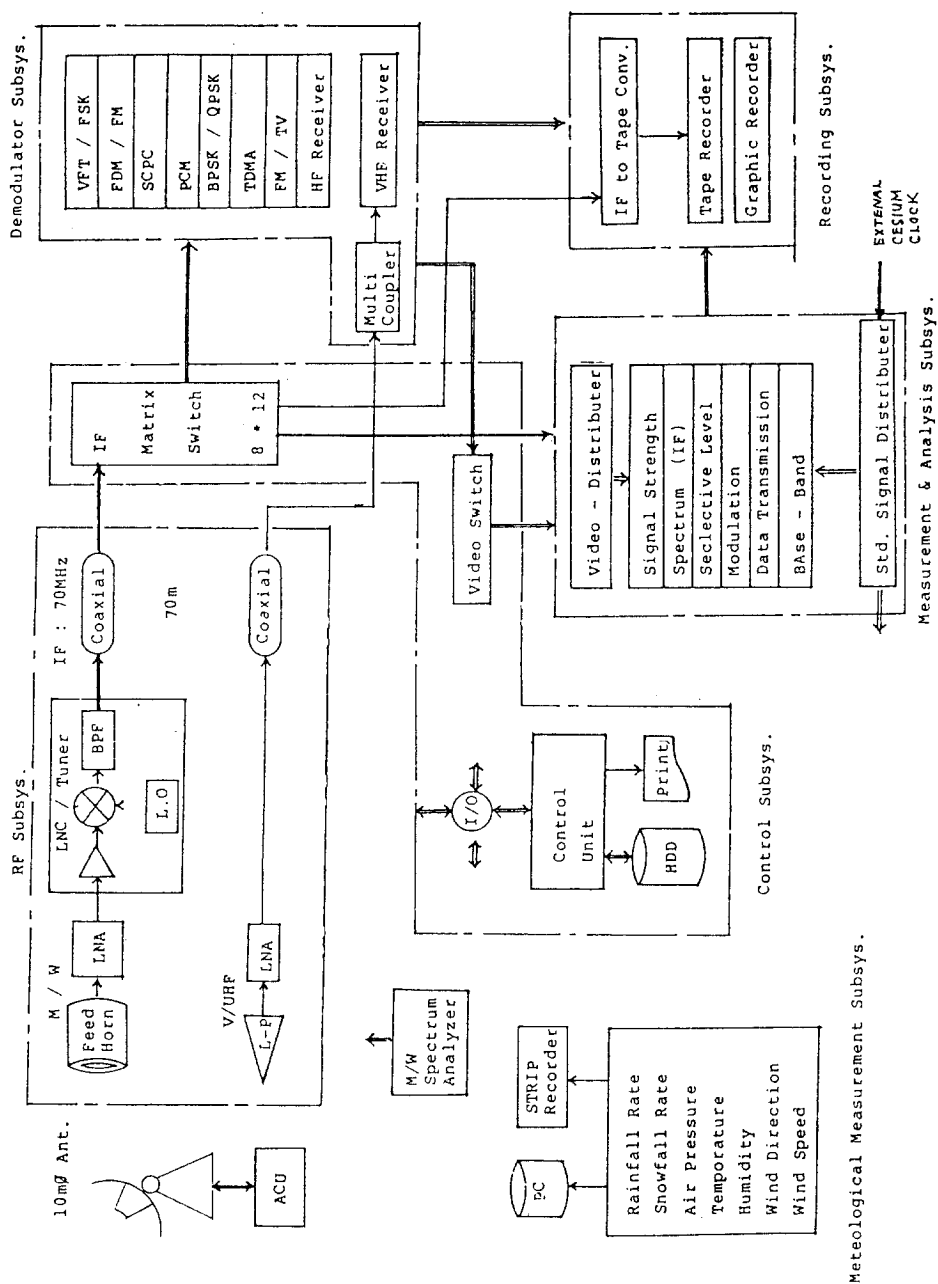


그림 4-2 전파 연구소 10 M 안테나 시스템도 (다중 밴드)

표 4-1 수신 대역별 안테나 형태 및 응용 분야

밴드	주파수 영역 (GHz)	안테나 형태	IF 주파수	응용 분야
V / UHF	0.1 ~ 1	LOG - Periodic	직접 수신	TT & C, FLTSAT
M / W I	1.5 ~ 1.7	Parabolic	70 MHz	Inmarsat
II	2.2 ~ 2.3	Parabolic	375 MHz	TT & C, Landsat
III	3.4 ~ 4.2	Parabolic	70 MHz	Intelsat, CS
IV	7.2 ~ 7.8	Parabolic	70 MHz	FLTSAT
V	8.0 ~ 8.4	Cassegrain	375 MHz	Landsat, SPOT
VI	10.9 ~ 12.2	Parabolic	70 MHz	Intelsat, BS
VII	13.4 ~ 14.2	Parabolic	70 MHz	JCS

다. 직접 안테나 천정점으로 지나가는 위성을 추적하기 위하여 Third Axis 를 설치한다.

안테나의 사용 주파수 영역은

· S 밴드 대 : 2.2 ~ 2.3 GHz

· X 밴드 대 : 8.0 ~ 8.4 GHz

동시 수신이 가능한 시스템이다. Monopulse Autotracking Feed 는 양쪽 주파수대에 제공된다. X 밴드에서 Data Channel 은 Autotrack Channel 로부터 분리된다. 우선 원편파는 X 밴드에 제공되고 선택 편파는 S 밴드 에 설치된다. Data 와 Tracking 을 위한 사용 주파수대는 수동 또는 Computer Control 에 의해 원격 조정 ( Remote Control ) 으로 선택된다.

안테나 시스템의 주요 구성은 다음과 같다(그림 4-3 참조).



### (1) 주 반사판 ( Main Reflector )

직경 10 M 의 파라볼릭 곡면의 반사 표면으로 두께 1.6 mm 의 알루미늄 합금으로 구성 되어있고, 총 36개의 반사 판넬로 구성된다. 각 판넬은 곡면 조정이 가능하도록 제조되어 있다. 각 반사 판넬은 제조시 곡면 오차를 RMS 0.35mm 이하가 되도록 하였으며 각 반사 판넬을 조립하여 곡면 오차가 RMS 0.5 mm 이하가 되도록 조정하였다.

주 반사판을 지지하는 구조물로 Radial Beam, Ring Truss 및 Hub 등이 있으며 모든 구조물은 중량을 가볍게 하기 위하여 알루미늄 합금으로 제조되어 있다. 또한 이들은 안테나가 운용 풍압 하중을 받은 상태에서 운영상 지장이 없게 설계되어 있으며 안테나의 반대편에 평형추(Counterweight)를 부착하여 Elevation 회전에 대한 Torque 를 감소시켜준다. X 밴드의 RF 수신, 추적 장비 및 Down Converter 등을 설치할 수 있는 충분한 Hub 공간을 갖고 있다.

### (2) 부 반사판 ( Subreflector )

부 반사판은 Hyperboloid 형태로 주 반사판과 기하학적으로 카세그레인 형상을 이루며 표면은 수 천개의 다이폴을 이용하여 X 밴드인 8 GHz 를 반사시키고 S 밴드인 2 GHz를 통과시키는 주파수 선택 투과성(Frequency Selective Subreflector)을 갖는다. 또한, 2 GHz 대의 수신 및 추적용 휘드와 LNA, down converter 등의 부대 장비를 용이하게 장착할 수 있는 구조로 되어있다. S 밴드 휘드는 Prime - Focus 에 위치하여 수신 및 Autotracking 을 할 수 있다.

### (3) 휘드 (Feeder)

휘드는 휘드 혼, 원 편파기 (Polarize), 편파 분리기 (OMT), 편파 스위치로 이루어지며 Monopulse Tracking 을 위해 각 5 Set로 구성된다. X 밴드의 경우 휘드 혼은 피라미드 혼으로 중앙의 영상 신호 수신용 혼 주변에 4 개의 추적용 혼을 배치하였고 중앙의 혼은 저 손실, 저 잡음을 위해 LNA 까지 도파관으로 연결되며, 추적 혼은 편파 분리기에서 도파관 동축 변환기를 거쳐 편파 선택용 동축 스위치, 진폭 비교기등을 통

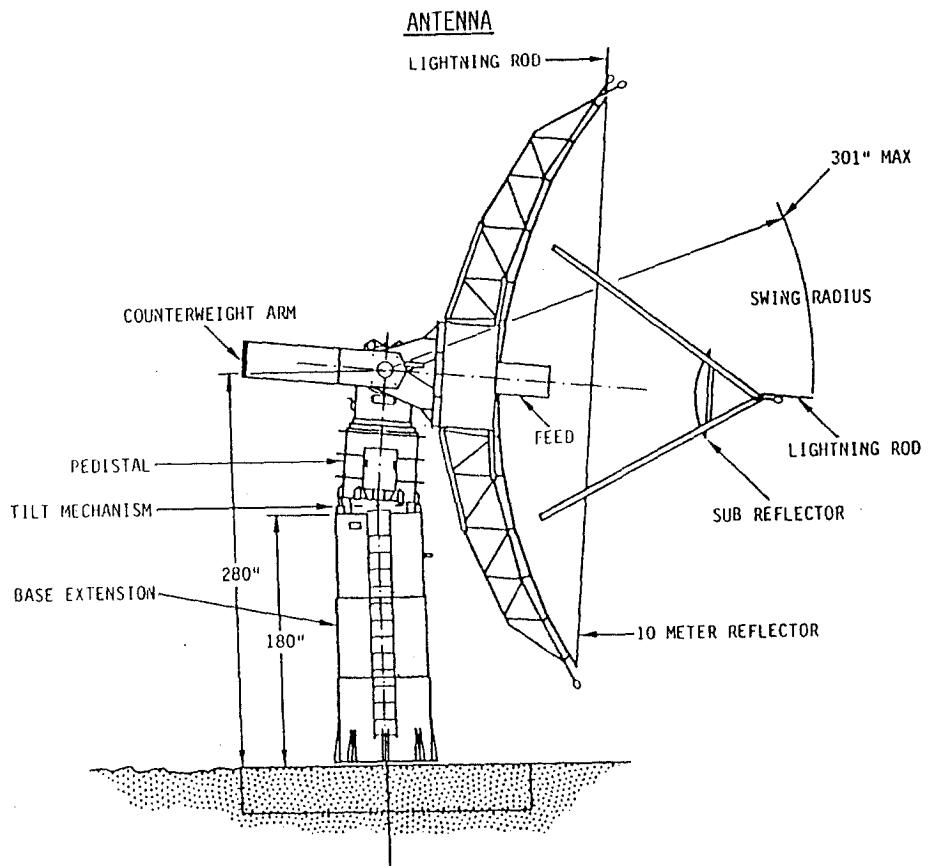


그림 4-3 10 M 안테나 구성도

해 추적용 LNA 에 연결된다.

S 밴드 의 경우 부 반사판 뒷편에 설치된 십자 다이폴을 휘드로 사용하며 역시 추적을 위해 중앙의 영상 신호 수신용 휘드 주변에 4개의 휘드가 배치된다. 각 휘드에서의 출력은 수직, 수평 편파의 동축 2 단자인데 원편파 수신을 위해 90도 위상차로 합성시키는 90도 Hybrid 가 연결된다. 이 Hybrid 는 두 개의 출력 단자가 있어서 좌원 편파와 우원 편파를 분리해내므로 원 편파기와 편파 분리기 역할을 하게된다. 각 단은 편파 선택용 동축 스위치를 거쳐 중앙 휘드는 LNA 로, 추적용 휘드는 진폭 비교기로 연결된다.

#### (4) Pedestal

이 장치는 기초대 위에 설치되어 안테나가 추적하고자 하는 회전 방향으로 구동시켜 원하는 위성을 추적할 수 있도록 안테나 구동 역할을 제공한다.

구동 장치에는 안테나를 고도각 방향으로 구동할 수 있는 Elevation Drive Mechanism, 방위각 방향으로 구동할 수 있는 Azimuth Drive Mechanism 및 안테나 Overpass 되는 위성의 추적 손실을 방지할 수 있도록 Tilt 시켜 주는 Third Axis Drive Mechanism 등이 있다. Elevation Drive 및 Azimuth Drive 는 DC Motor 에 의하여 동작되며 Third Axis Drive 는 AC Motor 에 의하여 동작된다.

구동 명령 신호는 Pedestal 내에 장착될 3-state SCR Power Amplifier를 거쳐 각 축에 있는 DC Servo Motor를 구동하기 위한 전류를 발생시킨다.

Elevation 및 Azimuth 축에 있는 한 쌍씩의 Motor/Gearbox 조립체는 Torque Bias 정렬 상태에 있다. 이는 Gear Backlash 를 감소시켜 보다 정밀한 위치를 유지시켜준다.

각 축의 속도 및 가속도는 안테나가 무리없이 원하는 위성을 추적할 수 있는 충분한 운동력을 주기 위하여 제한된다.

Safety Interlock 은 안전한 보수 유지와 부 적절한 운전으로부터 손상을 방지하

기 위하여 Pedestal 각 축에 설치한다.

Pedestal 의 기술적 특성은 다음과 같다.

- 최대 속도
  - Az : 15 / Sec
  - E1 : 6 / Sec
  - Third : 1 / Sec
- 최대 가속도
  - Az : 10 / Sec
  - E1 : 6 / Sec
- 정격 출력 토오크 8000 Kg.M
- 입,출력 감속비
  - Az : 1 / 753
  - E1 : 1 / 1,533
  - Third : 1 / 11,000
- Limit Switch
  - Azimuth
    - Primary Electrical  $\pm 360$
    - Secondary Electrical  $\pm 370$
  - Elevation
    - Primary Electrical  $\pm 90$
    - Secondary Electrical  $\pm 95$
- 감속기
  - Az : 2
  - E1 : 2
  - Third : 2
- 구동 모터
  - Az : DC Servomotor 2 ea 5Hp
  - E1 : DC Servomotor 2 ea 5Hp
  - Third : AC Motor 2 ea 3Hp
- Handerank
  - Az : 1 ea
  - E1 : 1 ea

	Third : 1 ea
· Interlock	Az : 1 ea
	El : 1 ea
	Third : 1 ea
· Operation Wind	60 mph
· Survival Wind	134 mph

#### (5) LNA(저잡음 증폭기) 및 Down Converter(D/C)

저잡음 증폭기는 안테나 수신 가능 밴드별로 안테나 시스템에 장착되어 있으며 S 밴드 및 X 밴드 수신 시스템은 위성 신호 수신용 증폭기와 추적용 증폭기로 구성되어 있다. 다중밴드 수신 시스템중 밴드 1은 직접 수신 방식으로 저 잡음 증폭기가 별도로 설치되어 있지 않다.

또한, D/C는 안테나 시스템에 장착되어 있으며 S 밴드 및 X 밴드 시스템 수신 시스템의 국부 발진기 (Local Oscillator)는 고정 주파수를 갖는 발진기 형태를 갖고며 다중 밴드 수신시에는 In Door Roomd 의 발진기에 의해 각 밴드별 발진 주파수를 조정하는 Multi-Tuner 방식의 Block Conversion을 하고 있다. 각 시스템의 D/C에서 사용하고 있는 중간 주파수는 375 MHz 와 70 MHz 이다.

각 밴드별 장착되어 있는 LNA 의 전기적인 특성은 표 4-2와 같다.

#### (6) RF(Radio Frequency) Sub-system 및 시스템 운영 장치

RF Sub-system으로는 중간 주파수 전환 스위치 ( IF Matrix Switch ) 와 Demodulator, Tracking Receiver 가 구비되어 있다.

이 시스템은 수신하고자 하는 밴드의 선택에 의해 휘드 혼 및 국부 발진 주파수 등이 자동 선택되며, 안테나 시스템에서 수신된 신호는 변조 신호를 검파하는 Demodulator 로 인가 시킨다. 각 수신 밴드에 따라 수신 신호 형태가 다를 수 있으며 다중 신호 수신 및 검파를 위해서는 다수의 Demodulator 가 필요하다. 중간 주파수

전환 스위치는 수신 밴드 및 수신 신호 변조 형태에 따라 선택된 Demodulator 로 신호를 전환 시켜주는 역할을 한다. 또한 위성 추적을 위한 Tracking Receiver 와 안테나 시스템의 Pedestal 구동 제어를 위한 ACU(Automatic Control Unit) 단이 시설되어 있다.

표 4-2 각 밴드별 저잡음 증폭기의 전기적 특성

주 파 수		저잡음 증폭기 특성			
밴 드	주파수 영역 ( GHz )	이득 (dB)	정합도 (VSWR) ( IN / OUT )	잡음지수 ( NF )	출력(dBm) @ 1dB Compression
2	1.5 ~ 1.7	38	1.3 / 1.5	0.56	16
3	2.0 ~ 2.3	36	1.3 / 1.4	0.75	16
4	3.4 ~ 4.2	35	1.3 / 1.2	0.85	16
5	7.2 ~ 7.8	33	1.3 / 1.4	0.90	16
6	8.0 ~ 8.4	31	1.3 / 1.4	1.10	16
7	10.9 ~ 12.2	28.4	1.38/ 1.5	1.78	16
8	13.4 ~ 14.2	28	1.38/ 1.5	1.78	16

## 2. 시스템공학연구소에 설치·운용중인 영상분석 시스템

우리 나라에서 원격 영상 자료를 사용하기 시작한 것은 미국의 Landsat-1 위성의 영상 자료의 활용성이 소개되면서 부터이다. 한국과학기술연구원 시스템공학연구소(당시 시스템공학센터)는 1970년대 후반에 위성영상 자료분석 시스템이 도입되면서 원격영상처리 분야의 연구가 활발히 수행되었다. 기상위성인 NOAA 의 HRPT 및 APT 영

상처리, 정지기상위성인 GMS의 WEFAX 수신 기능 및 영상처리 시스템 개발 등, 위성 자료 전처리 기능, 영상 보정 기능등 영상처리 및 분석에 필요한 하드웨어 시설이 구비되어 있으며 각 영상 처리 소프트웨어 개발 및 응용 소프트웨어 개발 연구가 활발히 이루어져 자원 탐사 위성 자료 처리 및 분석에 필요한 기술 개발과 응용에 이바지 하고 있다.

다음은 시스템 공학 연구소에 설치되어 있는 장비 및 개발 응용되고 있는 시스템이다.

#### 가. 분석장비

- CRAY 2s System
- 4 Tape Drives
- 4 Catridge Drives
- Sun, IRIS workstation 및 PC

#### 나. 소프트 웨어

- Cray-ERIMS Software
  - Preprocessing : Resampling,
  - Enhancement
  - Transformation
  - Statistics
  - Classification
  - Terrain data analysis
  - Mosaicking
  - 3-D display

- Data Handling
- Vegetation Index
- Spatial Filtering
- FFT, Contour.
- PC-ERIMS Software
- Commercial Software
  - ERDAS
  - GRASS
  - EASI / PACE.

## 제 2 절 해외 제안서 요약

위성 탐사 자료 수신 및 처리, 분석을 위한 국내 지구국 설치 운영에 대한 제안서를 검토 하였으며, 국내 시설 현황을 토대로 국내의 기존 시스템 활용 및 시스템 구성의 단계적인 추진 방향을 중점적으로 제의한 MATRA 제안서와 다목적 위성 지구국 및 안테나 시스템의 고유 모델을 보유한 ESSCO 시스템은 다음과 같다.

### 1. MATRA 제안서

#### 가. 개 요

전파 연구소의 10M 안테나 시스템을 SPOT DATA ACQUISITION FACILITY로 이용하며, DATA PROCESSING FACILITY 구성을 VGS 및 VGS's extension 으로 구분하여 시스템 구성 및 관련 소프트 웨어 공급을 3단계 (BATCH) 로 제안하고 있다.

사업 추진 방향은 첫 단계로 현존하는 Tracking Antenna를 포함한 데이터 획득 및



처리 능력을 배양하고, 미래의 한국탐사위성(KEMSAT)에 대비한 응용 소프트웨어 개발에 중점을 두며, 두 번째 단계로 다 목적 위성 탐사 지구국으로의 시스템 전개를 목적으로 하고있다. 또한 MATRA는 BATCH 1의 MicroVAX II host computer와 MS2i's SPOT Application Software를 1 년간 무상 공급함을 제안하고 있으며, 공급 기간은 Batch 별로 그 기간이 다르나 10 개월 정도가 소요되고 있다.

제안 시스템의 BATCH 별 시스템 구성은 그림 4-4 과 같다.

#### 나. VGS and VGS's Extension 기능 및 시스템 구성

##### 1) VGS (BATCH 1) : SPOT Raw Data 처리 Sub-system

TOULOUSE 혹은 다른 SPOT 신호 수신 지구국으로부터 입수한 LEVEL 0 image를 STANDARD LEVEL 1A, 1B 로의 영상 처리 및 Product 을 생산하는 SPOT Raw Data 처리 시스템이다. 이의 하드웨어 및 소프트웨어 구성은 다음과 같다.

##### 가) 하드웨어 구성

LEVEL 0 영상 FILM 의 데이터 입력 기능 및 LEVEL 1A, 1B로의 데이터 보정 기능, PRODUCT 생산 시스템으로 구성 되어있으며, CUSTOMER 를 위한 DALI TERMINAL이 있다. 주요 하드웨어 구성은 다음과 같다.

- i) 2 Gbytes 영상 기억 저장 용량 과 6250 Bpi CCT device 및 주변 입,출력 장치를 갖는 MicroVAX II Computer
- ii) OPERATION management 를 위한 SPOT VAXstaion
- iii) 데이터 보정 전처리를 위한 MS2i 의 TransPuterNetwork 및 PC terminal
- iv) Custmer Service 및 Quick look hard copy, service 를 위한 DALI terminal

##### 나) 소프트웨어 구성

LEVEL 0 영상 데이터를 LEVEL 1A, 1B로의 영상 전처리 소프트웨어 및 시스템 운영 소프트웨어로 구성되어 있다. 시스템 운영 및 지원을 위한 Support 소프트웨어, CCT

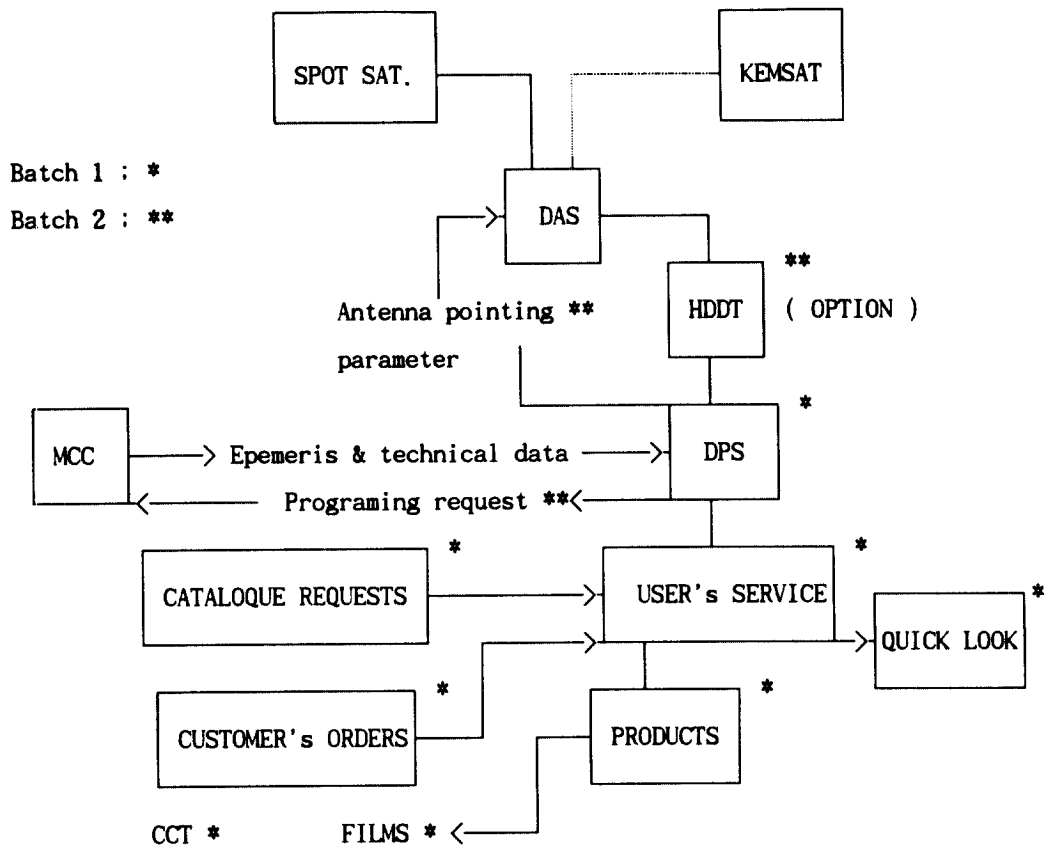


그림 4-4. BATCH 별 시스템 구성도

level 0 데이터 입력 과 level 1A 및 level 1B 로의 영상 보정 및 출력 소프트웨어 그리고 DALI 소프트웨어 및 Interface 기능의 소프트웨어로 구분된다.

각 기능별 소프트웨어는 다음과 같다.

- 시스템 운영 및 지원 소프트웨어

Monitor

Scheduler

Dialogue services

Device drivers

File management utilities

#### Software maintenance utilities

##### - 영상 전처리 (BATCH 1) 소프트웨어

Input function from CCT level 0

##### - 영상 처리 및 FILM 제작 소프트웨어

Correction for radiometric equalisation ( level 1A)

Correction for Earth rotation, curvature ( level 1B)

Output functions on CCT

##### - Interface 소프트웨어

Interfaces & resources management, input on CCT level 0

SPOT technical data input on CCT

Internal & external request Entry from CCT level 0

Quick Look Cloud & snow cover assessment from CCT level 0 scenes

Catalogue query, DALI software

\*\* BATCH 1 시스템 구성의 OPTION으로 VAX 4000-200을 제안하고 있다.

#### 2) VGS's (BATCH 2) : SPOT DATA 기록 및 재생 Sub-system

BATCH 1 Raw Data 처리 Sub-system 과 전파 연구소의 10 M Tracking 안테나 시스템(DAF) 의 연계 운영을 위한 시스템 구성으로 SPOT 위성 신호 직접 수신 시스템이다. 이의 하드 웨어 및 관련 소프트 웨어는 다음과 같으며, 시스템 구성은 BATCH 1을 포함한다.

##### 가) 하드 웨어 구성

위성 신호 직접 수신시 많은 양의 데이터를 실시간으로 기록하여, 재생하는 HDDT 기록 및 재생 처리하는 장치로 Time code reader, Synthesizer SPOT bit-frame synchronizer, HDDR adaptor, Moving Window Display 및 DALI용 VAXstation으로 구성된다. 전파 연구소의 시설로 위성 데이터를 수신하며, 시스템 공학 연구소의 영상 처

리 시스템을 이용하는 시스템 구성시에는 특히, 복수의 HDDR이 필요하다.

나) 소프트웨어 구성

전파 연구소의 안테나 시스템을 SPOT 위성 신호 직접 수신을 위한 안테나 시스템 운영 소프트웨어를 위주로 사용자 운영 서비스 및 Quick look service 등 DAF 와 DPF 의 시스템 운영 소프트웨어를 포함한다.

- Acquisition/inventory application Software

SPOT satellite programing

MCC interface

Ephemeris computation from available ephemeris data

Antenna pointing angles computation

Acquisition preparation & management

HDDR's management, input from HDDR

Framing-Descrambling with frame synchronizer

Inventory / archival of HDDT

Catalogue update

Extraction of SPOT satellite passes from HDDT with display on the moving window screen

Screen of data into scene according to the SPOT grid

Quick look, cloud & snow cover assessment

Quick look data base update

Correction level 0

Spot image catalogue update

Internal & external request entry from HDDT

\*\* BATCH 2의 OPTION으로 기록, 재생 장치(HONEYWELL HD96e)인 HDDR 을 제안 하였다.

3) BATCH 3 : 가까운 장래에 운영될 한국환경탐사위성(KEMSAT)을 위한 MS2i의 응용 소프트웨어 개발 tool 및 licence 제공의 단계로서 MS2i 응용 소프트웨어, MS2i SPOT 응용 소프트웨어 licence, MS2i 소프트웨어 개발 licence 등으로 구성된다.

- MS2i 응용 소프트웨어

MS2i SPOT application S/W licence

MS2i S/W development licence

Documented sources in english

Manufacturer's S/W for debug, compile, edit & manage

MS2i development S/W documentation to I/F & integrate other algorithms  
& production channels inside the MS2i's EXECUTIVE

MS2i's documents & S/W I/F user's manuals

Six weeks training course on application & development S/W

Four weeks S/W remote technical assistance during the warranty period.

다. 예상 가격 및 PAYMENT 일정, 공급 기간

1) 예상 가격

STX 사 및 MDA 사의 시스템 가격과 비교 분석하였으며, MATRA사의 예상 가격은 시스템 구성 및 기능을 위주로 87년 동 회사의 제안서를 기준으로 하였으며, 표 4-3과 같다.

2) Payment 일정

· Down payment	35 %	To
· Hardware procurement	50 %	To + 3 months
· Factory acceptance	15 %	To + 6 months

표 4-3 시스템 별 예상 가격표

(단위 : \$ 1,000 , \$ 1 = 5.5FRF)

	MATRA (SEP)	MDA	STX	
			LEVEL 1	LEVEL 2
BATCH 1		(\$ 1,185)	(\$ 1,230)	(\$ 2,560)
BATCH 2 (BATCH 1 포함)	\$ 3,820 (21 MF)	\$ 1,410	\$ 3,165	\$ 5,585
HDDR	\$ 730 (4 MF)	\$ 320	\$ 840	\$ 1,525
SERVICE	\$ 2,730 (15 MF)	\$ 3,100	\$ 2,370	\$ 3,570
S/W	각 ITEM 에 포함	\$ 3,100 (RECEPTION PREPROCESSING IMAGE ANALYSIS )	\$ 385 ( IMAGE PROCESSING LICENCE )	\$ 385 ( IMAGE PROCESSING LICENCE )
TOTAL(W/O ANT) BATCH 2 기준	\$ 7,280 ( 40 MF )	\$ 7,930	\$ 6,760	\$ 11,065

### 3) 공급 기간

- Batch 1 : 5.5 months
- Batch 2 : 10 months
- Batch 3 : 4 months ( Batch 1 link 후 )
- Batch 1,2 : 10 months
- Batch 1, 2, 3 : 10 months
- Batch 1 option ( VAX 4000-200 ) : Batch 1 + 2 months

#### 4) MATRA 제안서에 대한 소고

본 제안서는 위성 탐사 자료 수신 및 처리를 위한 지구국 설치, 운영에 대하여 3 단계(BATCH)로 시스템 구성 및 기능으로 분류하여 제안하였으며, DAF로는 현존하는 전파 연구소의 10 M 안테나 시스템을 이용하고 있다.

DAF 와 DPF 분리 설치시 HDDR 의 추가 구입이 필요하며, 위성신호를 직접 수신시 위성 사용료 지불건 및 전파 연구소 안테나 사용 여부 및 부대 수신 장비 구입이 고려되어야 하겠다. 또한, 시스템 HIGH THROUGHPUT CAPABILITY 및 IMAGE PROCESSING, ANALYSIS 를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 구입 및 개발이 추후 진행되어야 한다.

## 2. ESSCO 의 MPES 제안서 및 평가

다목적지상수신소(Multi-Purpose Earth Station, MPES) 시스템은 ESSCO (Electroinc Space Systems Corporation), DRI(Desert Research Institute), Exersoft 의 3개 회사가 각각 안테나 및 수신설비 시스템, 데이터 처리 응용분석 방법, 관련 소프트웨어의 개발 분야를 담당, 최신 기술을 종합화 시킨 자원위성의 수신소 시스템이다. 특히 MPES는 수익성을 고려하여 여러 응용분야에서 이용할 수 있도록 고성능 다목적의 안테나 시스템을 갖춘 위성수신 시스템이다. 즉, 기존의 시스템에서와 같이 하나의 목적을 위한 설비보다는 여러 응용분야에서 사용할 수 있도록 함으로서 시설 투자나 운영 비용 등을 공동으로 조달할 수 있도록 하고, 또한 사용자 그룹을 확대시키며, 각 그룹들이 다음과 같은 분야에서 서로 연구 협력할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

(1) 대기에 관한 연구

(2) 지질학적 연구

\* (3) 지구자원의 관리 및 기상의 예측(Landsat 및 SPOT 데이터의 수신, 처리 및 분석)

- (4) Radio 천문학
- (5) 레이더 천문학
- (6) 태양 물리학
- (7) 위성통신
- (8) 위성의 추적
- (9) 기타 관련된 기술의 개발

이와 같이 여러분야에 걸친 연구는 각 분야로부터 관심을 불러 일으켜 시설 자금의 조달을 보다 용이하게 할 수 있으며, 운영면에서도 지구자원의 관리, 기상의 예측, 위성의 통신 등을 통하여 수익을 올려 운영비의 조달을 가능하게 할 수 있다. 또한 대학 등에서 학생 들이 사용할 수 있도록 하여 연구를 할 수 있게 할 뿐 아니라, 시스템을 운영할 수 있는 훈련을 시켜 고도의 컴퓨터 소프트웨어 및 하드웨어에 익숙하여 지도록 할 수 있다.

특히 수신소 시스템 운영에 필수적인 훈련 및 지원으로는 다음의 세가지 점에 중점을 두고 있다.

- (1) 시스템을 운영하고 관리 할 수 있는 인력의 훈련
- (2) 연구 및 교육적인 프로그램의 개발 및 지원
- (3) 타 시스템이나 설비간의 상호연결 역할을 하여 범세계적인 연구를 지원

#### 가. MPES 시스템의 응용분야

위에서 나열된 응용분야 중 우리가 관심있는 분야를 좀더 자세히 기술하면 다음과 같다.

##### 1) 지구 자원의 평가 및 기상 예측

지구자원의 현재의 상태 및 미래에의 예측, 또한 기상 조건 등의 예측은 각나라에서 매우 중요한 기법으로 대두되었다. 과거 10년동안 인공위성을 통한 원격탐사 기법



은 이러한 자원을 예측하고 평가하는데 큰 기여를 하였다. 또한 원격탐사에서 사용되는 기법도 정보의 종류나 정확도 등에 있어서 급격한 발전을 하여 왔다. 특히 MPES는 앞으로 다가올 세대의 방대한 양의 데이터를 처리하기에 적합하도록 만들어져 있다. 즉, MPES 는 Landsat, TIROS, GOES 및 다른 종류의 위성 데이터를 처리할 수 있는 기능을 가지고 있으며, 지구자원의 관리, 환경보호, 도시계획 등에 널리 사용될 수 있다. 무엇보다도 중요한 점은 이러한 데이터들을 실시간으로 얻어 수 있다는 점이다.

- 세부 응용 분야는 다음과 같다.
- 산림의 관리
- 수온의 측정을 통한 오염의 관리
- 기상관측
- 지질의 관측
- 화산 등의 산림 화재 모니터링
- 도시계획
- 수산자원의 관리
- 농작물의 관리

현존하는 Landsat 수신소는 각 사용자들에게 여러형태의, 방대한 양의 정보를 제공, 저장하고 있다. 그러나 이러한 데이터들을 사용자들이 실제로 이용하기 위하여는 전문가들의 해석이 필요하며, 이에 많은 시간이 필요하다. 또한, 이들 데이터들을 해석할 수 있는 총괄적인 프로그램도 개발되어 있지 않으므로 이러한 대부분의 수신소들은 데이터의 양은 많으나 사용할 수 있는 정보의 양은 미약하게 되는 문제점을 안고 있다.

ESSCO MPES의 자동화된 영상분석 시스템(Automatic Image Analysis System, AIAS)은 Intelligent system 기술을 이용하여 사용자들에게 필요한 정보를 이러한 유용한 실시간으로 제공 할수 있는 분석 시스템으로 영상의 처리 및 전문가들의 지식을 기반

으로한 전문가 시스템을 제공한다. 따라서 이러한 AIAS를 이용하면 영상의 분석 시 현재의 상당히 많은 중간 과정을 생략할 수 있으므로 실제 데이터 사용자에게 많은 정보를 제공할 수 있다. 이러한 정보를 자국의 사용자 및 인접국가에 정보를 판매함으로써 직접 수익을 올릴 수 있을 뿐 아니라, 그외에도 효율적인 자원의 관리 및 비용의 절감 등의 간접적인 경제적 효과도 매우 크다.

## 2) 위성 통신

MPES는 사용자의 요구에 따라 C, X, Ku, Ka 밴드등에서 작동되는 Intersat의 Gateway의 역할을 할 수 있다. 이와 같은 기능이 지니는 장점은 다음과 같다.

가) MPES는 첫번째의 Intersat Gateway Station이 작동안되는 경우 대체적인 Gateway Station의 역할을 함으로서 항상 작동할 수 있게 할 수 있다는 장점이 있으므로 이와 같은 서비스를 제공하여 수익을 올릴 수 있다.

나) MPES는 현재의 SATCOM 주파수 및 새로운 millimeter 주파수 밴드에서 작동할 수 있으며, 또한 미래의 주파수나 기술적인 면에도 쉽게 적용할 수 있다. 즉, 다음세대에 적용되는 좀더 높은 주파수에 적합한 안테나가 필요할 경우의 시스템 교체등을 피할 수 있다.

## 3) 대기 기상학적 연구

짧은 centimeter와 millimeter 밴드에서 지구를 둘러싼 대기는 안테나에 큰 영향을 미치므로 이에 대한 연구가 필요하다. 따라서 MPES는 다음과 같이 대기와 관련된 연구에 관여하여 수익을 올릴 수 있다.

- 높은 frequency에서의 통신
- 기상의 예측
- 환경 오염

## 4) 연구 및 제품의 개발에 기여

MPES는 이와 관련된 분야, 즉 물리, 천문, 수학, microwave 공학, 기계공학, 컴

퓨터 및 정보과학 분야 등의 연구 개발을 촉진 시킬 것으로 기대되며, 또한 통신 및 전자 분야에서 개발된 새로운 제품의 테스트 site의 역할을 할 수 있다.

#### 5) 교육의 기여

각 관련분야에서의 여러 수준에서의 교육적인 시설로 이용할 수 있으며, 이러한 시설을 갖추므로 외국 과학자 들을 초청 연구 할 수 있으며, 또한 교육을 받은 고급의 자국의 인력을 유치 할 수 있다.

### 나. MPES 시설의 개요

#### 1) 안테나 및 수신시설

MPES 시스템은 고객의 필요성이나 위치에 따라 여러가지 형태로 구성 될 수 있으며, 표 4-4에 기초하여 고객의 필요에 따라 시스템의 구성을 결정한다. 이 표 4-4는 고객들로 하여금 초기의 시스템 구성 및 앞으로의 시스템 향상에 필요한 시스템을 한 눈에 볼 수 있게 하여준다. 이와 같이 유동적이고 모듈(module)화 된 시스템은 전체 시스템의 구성뿐만아니라, 앞으로의 필요에 따른 시스템의 개선을 용이하게 한다. 이와 같은 측면에서 MPES 시스템이 타 시스템과 구별되는 점을 간단히 설명하면 다음과 같다.

MPES안테나의 Cassegrain 구성은 parabolical primary와 hyperboloidal secondary reflector로 되어 안테나의 gain을 최적화 하도록 되어 있다. MPES의 주 컴퓨터는 다 목적에 맞게 작동할 수 있으며, 이 시스템은 안테나 pointing 과 tracking 소프트웨어와 graphical user interface를 포함하고 있다. 안테나를 주의 환경으로부터 보호하기 위하여 알미늄 프레임과 얇은 막으로 radome을 구성하였으며, 이는 150 mph의 바람이나 비 에도 견딜 수 있게 되어 있어 어떤 기후 조건에서도 작동할 수 있게 되어 있다. ESSCO MPES 안테나의 Cassegrain 표면의 정확성과 고 효율의 휘드, 매우 투과성이 좋은 radome 들은 이를 매우 넓은 밴드에서 작동 가능하게 한다.

표 4-4 MPES 설비 matrix

MPES APPLICATIONS / SYSTEM HARDWARE	RADIO ASTRONOMY 8-120GHz SCIENTIFIC RESEARCH	EARTH RESOURCES MANAGEMENT  LANDSAT & IMAGERY NOAA INTERPRETATION SATELLITE AND AUTOMATED CLASSIFICATION PROCESSING TOOLS STATION Please contact ESSCO to discuss additional remote sensing satellite capabilities.	SAT-COM EARTH STATION CAPABILITIES FOR C, X, KU, Ka and EHF BANDS	EARTH ATMOSPHERE STUDIES: PROPAGATION EFFECTS, ATMOSPHERIC PHYSICS & ENVIRONMENTAL CHEMISTRY	SOLAR PHYSICS SCIENTIFIC RESEARCH MULTI- ELEMENT FEEDIMAGING PROJECTS 8-120 GHz
ANTENNA FACILITY (CHOOSE ONE DIAMETER)	12.2, 13.7, 18.3 or 20.1 meter	12.2, 13.7, 18.3 or 20.1 meter	12.2, 13.7, 18.3 or 20.1 meter	12.2, 13.7, 18.3 or 20.1 meter	12.2, 13.7, 18.3 or 20.1 meter
ANTENNA TRACKING CONTROL SYSTEM	Unix-based system that includes auto and program track, position designate and manual position/rate control modes. (Please consult ESSCO for tracking speed options.)				
FEED SELECTOR	<input type="checkbox"/> Quasi-optical selector				
RECEIVING SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/> Steering with fixed feed horn locations				
L BAND (1-2 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C BAND (4-8 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
X-Ku BAND (8-14 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K BAND (18-26 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q BAND (33-50 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W BAND (80-120 GHz) RECEIVER SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(표 4-4 계속)

MPES APPLICATIONS / SYSTEM HARDWARE	RADIO ASTRONOMY 8-120GHz SCIENTIFIC RESEARCH	EARTH RESOURCES MANAGEMENT  LANDSAT & NOAA SATELLITE AUTOMATED PROCESSING STATION CLASSIFICATION TOOLS  Please contact ESSCO to discuss additional remote sensing satellite capabilities.	SAT.COM EARTH STATION CAPABILITIES FOR C, X, Ku, Ka and EHF BANDS	EARTH ATMOSPHERE STUDIES: PROPAGATION EFFECTS, ATMOSPHERIC PHYSICS & ENVIRONMENTAL CHEMISTRY	SOLAR PHYSICS SCIENTIFIC RESEARCH MULTI- ELEMENT FEEDBACKING PROJECTS 8-120 GHz
UNIX STATION COMPUTER SYSTEM	Standard operating system (Please consult ESSCO for interface to other operating systems)				
MONOPULSE TRACKING RECEIVER			<input type="checkbox"/>		
AUTOCORRELATION SPECTROMETER	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTINUUM RECEIVER	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHF SATCOM TRANSMITTER EQUIPMENT			<input type="checkbox"/>		
SATELLITE SIGNAL DEMODULATION SYSTEM		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
REMOTE SENSING LEVEL 0 TO LEVEL 2 IMAGE PROCESSING & ARCHIVING SUBSYSTEM • HI SPEED COMPUTER • 2-USER TERMINALS • OPTICAL JUKE BOX • O-DISK STORAGE • QUICK LOOK • PHOTO LAB		<input type="checkbox"/>			

(표 4-4 계속)

MPES APPLICATIONS / SYSTEM HARDWARE	RADIO ASTRONOMY 8-120GHz SCIENTIFIC RESEARCH	EARTH RESOURCES MANAGEMENT  LANDSAT & IMAGERY NOAA INTERPRETATION AUTOMATED AND CLASSIFICATION PROCESSING TOOLS STATION Please contact ESSCO to discuss additional remote sensing satellite capabilities.	SAT-COM EARTH STATION CAPABILITIES FOR C, X, Ku, Ka and EHF BANDS	EARTH ATMOSPHERE STUDIES: PROPAGATION EFFECTS, ATMOSPHERIC PHYSICS & ENVIRONMENTAL CHEMISTRY	SOLAR PHYSICS SCIENTIFIC RESEARCH MULTI- ELEMENT FEEDBACKING PROJECTS 8-120 GHz
GIS DATA MAPPING SYSTEM		<input type="checkbox"/>			
NATIONAL LANDSAT MSS DATA ARCHIVE PROGRAM		<input type="checkbox"/>			
IMAGE INTERPRETATION EXPERT SYSTEMS: • FOREST WATCH • AGRICULTURE WATCH • SEA WATCH • TEMPERATURE COLOR • STORM WATCH • FIRE WATCH • URBAN PLANNING		Choose application: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
IMAGE INTERPRETATION SUBSYSTEM HARDWARE • HI SPEED COMPUTER • O-DISK ARCHIVES • 2 USERS TERMINALS • STATION DISPLAY		<input type="checkbox"/>			
STATION TIME STANDARD • QUARTZ • CESIUM • HP TIME STANDARD	Choose type: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N/A	Choose type: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N/A	Choose type: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N/A	Choose type: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N/A	Choose type: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N/A

MPES APPLICATIONS / SYSTEM HARDWARE	RADIO ASTRONOMY 8-120GHz SCIENTIFIC RESEARCH	EARTH RESOURCES MANAGEMENT  LANDSAT & IMAGERY NOAA INTERPRETATION SATELLITE AND AUTOMATED CLASSIFICATION PROCESSING TOOLS STATION Please contact ESSCO to discuss additional remote sensing satellite capabilities.	SATCOM EARTH STATION CAPABILITIES FOR C, X, Ku, Ka and EHF BANDS	EARTH ATMOSPHERE STUDIES: PROPAGATION EFFECTS, ATMOSPHERIC PHYSICS & ENVIRONMENTAL CHEMISTRY	SOLAR PHYSICS SCIENTIFIC RESEARCH MULTI- ELEMENT FEED/IMAGING PROJECTS 8-120 GHz
STATION UPS SUBSYSTEM	<input type="checkbox"/> Optional    Based on site location and customer requirements.				
INSTALLATION PLAN	<input type="checkbox"/> ESSCO installation team. <input type="checkbox"/> ESSCO supervise customer crew.				
SITE DESIGN & CIVIL WORKS DESIGN	Two facility designs available: <input type="checkbox"/> 1 story facility with radome in center <input type="checkbox"/> 3 story facility				
MPES INSTALLATION SPARES PACKAGE	<input type="checkbox"/> Standard package depending on application chosen.				
OPERATIONAL TRAINING PROGRAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MAINTENANCE TRAINING PROGRAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC USER TRAINING AGREEMENT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

기본적으로 MPES 시스템은 1-120 GHz 까지의 6개의 수신기를 장치하게 되어있으나, 필요에 따라 추가로 부착시킬 수 있다. 다목적 수신기는 각각의 밴드에 맞게 되어 있으며, 사용자들은 master control 컴퓨터에서 간단한 명령으로 특정의 수신기를 선택할 수 있으며, 수신기 이후의 시스템은 모두 공유될 수 있다.

## 2) 영상처리 및 분석 시스템

MEPS는 위성으로부터 들어오는 다운링크 데이터를 처리할 수 있는 영상처리 시스템을 가지고 있는데, 이 영상처리 시스템에서는 위성에서 수신되는 위성 데이터를 카달로그하고 저장할 수 있는 디지털의 형태로 변환시킨다. 또한 이 시스템은 고급의 칼라 사진을 제공할 수 있는 칼라 레이저 프린터나 필름 기록기들로 구성되어 있다.

대량의 archive에 저장된 영상들은 서로 network으로 연결된 workstation등에서 자동화된 영상분석시스템을 이용하여 분석될 수 있다. 이 모든 시스템은 사용자들의 필요에 맞게 쉽게 변형 구성될 수 있다.

각 수신기에서 변환된 IF 신호는 fiber-optic link를 통하여 디지털밴드 데이터 시스템으로 보내어진다. 복조기를 거친 디지털 데이터는 10 Gbytes의 용량을 가진 디스크 어레이(disk array)에 거의 실시간으로 고속 저장된다. 이후 데이터들은 영상처리과정을 거치게 되는데, 이 시스템들은 고객의 필요에 따라 변형될 수 있으나, 기본적인 시스템은 시간당 10내지 30 개의 영상을 처리할 수 있도록 구성되어 있다.

여기서 처리된 영상들은 고속 전처리 프로세서로 부터 MPES file server로 보내어진다. 각각의 file server는 다음과 같이 구성되어 있다.

Hard Disk array (2) @ 24 GygaByte, 20 MegaByte/sec

Optical Disk Jukebox (1) @ 1 TerraByte, 10 MegaByte/sec

Tape Jukebox (1) 8 TerraByte, 10 MegaByte/sec

장기간의 저장에는 저가의 테이프를 이용하며, 현재 분석되고 있는 영상은 optical disk를 이용하여 저장하며, 빠른 영상을 위하여서는 hard disk를 이용한다.



기본적으로 하나의 file server는 2년간의 Landsat 위성 6개의 pass를 저장, on-line 접근에 적합하다.

일단 데이터들이 file server 시스템에 저장된 후, workstation을 이용하여 영상 분석을 할 수 있다. 이 workstation에는 integral multiprocessor 와 harddisk로 구성된 Silicon Graphics Crimson Elan이 사용되고 있다. 각 workstation은 FDDI와 Ethernet으로 연결되어 데이터들을 이동할 수 있게 되어 있으며, 이 local network은 UNIX 환경에서 운용된다. 각 workstation에서 영상분석 프로그램을 이용하여 영상을 분석한후, 다시 file server에 저장을 하거나, 하드카피를 위하여 다른 출력장치로 이동된다.

이 시스템은 여러 종류의 출력/입력장치를 제공할 수 있는데, 이 I/O 장치는 file server와 workstation에 연결되어 있으며, 출력장치로는,

- 8 mm Cassette Tape Format
- 6250 bpi digital Tape Format
- CD-ROM (Disk Format)
- Color Laser Printer
- High Quality Film Exposure System
- Kodak EKTATHERM Color Digital Printer

이 있으며, 입력장치로는

- Digital Imaging Camera
- Digital Color Scanner
- 8 mm Tape
- 6250 bpi Tape (1/2 inch)

등 이 있다.

이와같이 받아 들여지는 많은 양의 데이터들을 실제로 사용하기 위하여는, 데이터

를 해석하는데 전문적인 지식이나 시간 및 노력이 필요하다. 이에따라 Exersoft와 DRI 공동으로 NRIS(Natural Resource Information System)를 개발하였는데, 이 시스템은 DRI 과학자들의 지식에 기반을 둔 영상처리 및 전문가 시스템을 사용하여 데이터의 분석 및 해석을 일괄적으로 처리하여 줌으로서 비용을 절감시키고, 정보의 질 및 양을 늘릴수 있도록 되어 있다. 즉, 이는 영상처리 전과정을 자동화 시켜서, 비슷한 종류의 일을 거의 실시간으로 최소한의 인력으로 자동적으로 처리할 수 있도록 한다.

이러한 NRIS를 이용하여 환경을 감시하고 영향을 평가하며, 산림의 분포도, 농경지의 개발, 농작물의 상태 및 생산량의 추정, 어업 적합 지역의 산정 및 기상의 예측 등을 할 수 있다. 또한 이러한 시스템을 개발하는데는 각 나라나 지역의 특수성이 고려되어야 하므로 자국 과학자들의 적극적인 참여가 요구된다.

대개의 경우 이러한 시스템의 운영은 공공의 이익을 위하여 정부가 담당하게 되는데, 이러한 수신소 시설에 대한 투자를 할때에는 단기적인 수익 보다는 대개 자원관리의 효율성으로 인한 국민 소득의 증진 및 생활의 향상 등 장기적인 측면을 고려하여야 한다. 수신소 운영의 형태로는 이러한 서비스를 무료로 제공하거나 또는, 설비 및 운영 비용을 사용자가 부담 하게끔 할 수도 있다. 또한 인접 다른 국가에 데이터를 판매하거나, 이 시스템의 특성을 살려 위성 통신이나 다른 응용분야로부터도 수익을 올릴 수도 있다. 무엇보다도 이러한 시스템으로부터의 얻을 수 있는 큰 장점중의 하나는 연구의 측면으로, 이러한 시스템을 자국에 보유함으로써 국제적인 협력연구를 유도하거나 정보를 교환하는데 큰 이익을 얻을 수 있다.

ESSCO에서 제안한 MPES 시스템은 기존의 다른 수신시스템과는 달리 다목적 시스템을 강조하여 여러 응용분야에서 사용할 수 있도록 함으로서, 시설 투자 시나 운용비용을 조달할 때에도 각 분야에서의 협력을 쉽게 유도 할 수 있는 이점이 있다. 또한 실제 시스템을 운영하는 경우, 상당 부분의 데이터 처리 및 해석이 일상적으로 반복된다. 점을 감안하여, 기존의 지식들을 종합하여 자동화시키는 소프트웨어들을 개발하였

으므로 운영의 효율에도 크게 기여할 수 있다. 특히 시스템의 설비, 응용분야의 연구 및 소프트웨어의 개발을 담당하는 3개의 회사를 연계 시킴으로서 수신소의 운영 뿐 아니라 자체 소프트웨어 및 연구 개발에도 크게 도움을 얻을 수 있으며, 자체 기술의 향상에도 크게 기여할 수 있다. 그러나 ESSCO에서 제안하는 시스템은 다목적의 최신 시설로서 가격면에서 고가가 예상되나, 아직 각 설비의 가격에 대한 제안서 작성이 진행 중이므로 이에 대한 평가는 추후 포함 시킬 예정이다.

## 제 5 장 국내 다목적 지구국의 전망

### 제 1 절 국내 원격탐사위성 자료의 이용

원격탐사위성 (Landsat, SPOT, NOAA 등)에 의해 탐사된 고정밀 영상 데이터의 국내 이용실태 및 이용추세는 원격탐사위성의 각 센서의 해상도가 급격히 발전함에 따라 기존의 항공 데이터 사진 이용률의 감소에 반하여 급격히 증가하고 있는 추세이나, 원격탐사 위성에서 탐사된 고정밀 영상 데이터를 분석 처리하기 위한 시스템의 보유현황은 비교적 낮은 편이고, 그리고 보유하고 있는 시스템의 대부분이 PC-based system (Floppy, CCT)이거나 주변장치의 결여로 그 활용도가 극히 제한되고 있다는 점이 문제점으로 지적되고 있다. 앞으로 Landsat 6호나 SPOT에서 전송하는 해상도가 높은 고정밀 영상 데이터를 신속하게 처리하기 위해서는 일본의 RESTEC과 같은 기관을 설치하여 고속의 super computer에 모든 주변장치를 갖춘 완전한 시스템의 확보가 필요하며, 이와같은 시스템의 운영 및 활용체계를 우리 실정에 충분히 유의하여 설정함으로써 많은 관계기관이 활용할 수 있도록 하는 것이 매우 바람직하다고 생각한다. 또한, 각 기관에서도 각 기관의 특성에 적합한 Engineering Workstation과 PC-based 영상처리 시스템을 선택하여 보유하여야할 것이다. 현재 국내에 원격탐사 데이터의 구입과정은 미국, 프랑스, 캐나다 및 일본등의 지상수신소에서 수신한 원시 데이터 및 분석 데이터를 EOSAT/SPOT 영상들의 국내 대리점을 통해 구입하여 각 분야에서 활용하고 있는데 이에따른 문제점은 다음과 같다.

- 외국에 설치된 지상수신소의 휴무기간과 탐사지역의 운량분포를 미리 확인해야 하는데 이에 대한 어려움과 자국의 이익에 직결되는 데이터의 제공 거부등에 의해서 필요한 데이터의 적시 구입이 어렵다.
- 원격탐사 데이터의 구입시 절차상 번거로움으로 인하여 평균 3개월~6개월 이상

이 소요되어 실시간 데이터 입수가 어렵다.

- 외국기관을 통해 데이터를 구입하고자 하는 경우 너무 고가이고, CCT의 처리상태가 부정확한 경우가 종종 발생하여 필요한 정보를 상실하게 된다.

선진국을 비롯한 세계 각국에서 자원 탐사 위성(Landsat/SPOT 등)에 관한 고정밀 영상 데이터의 활용이 활발히 진행되고 있고, 원격탐사위성의 해상도의 발전과 더불어 고정밀 영상 데이터의 활용 범위가 점차적으로 넓어짐에 따라 지구 관측을 위한 시스템 개발의 필요성이 증대되고 있다. 이에따라 국내에서도 Landsat/SPOT에서의 지구관측 정보를 직접 그리고 가능한 신속하게 수신하여 각 분야의 이용에 도움을 줌과 동시에 현재의 원격탐사 자료 구입 및 처리시의 문제점 해결을 위해 고정밀 영상 데이터 수신을 위한 지상수신소의 설치 필요성이 대두되고 있다.

## 제 2 절 국내 다목적 지구국 설립의 방안

원격탐사 위성 지상수신소는 크게 하드웨어의 기술개발과 탐사데이터의 응용기술을 확대하기 위한 소프트웨어 분야의 개발로 구분할 수 있는데, 전자는 산업적 파급효과 및 우주 과학기술개발이 기대되며 후자는 시간과 응용분야의 확대에 의한 경제성을 기대할 수 있다. 그리고 Landsat/SPOT 지상수신소의 설치에 탐사위성의 정보자료를 신속하게 입수하는 실시간 이용에 따라 지질관측, 토지이용과 해양현상등에 활용한다는 목적과 자료 송수신 시스템의 기술축적을 위한다는 측면에서 볼때 필수 불가결하다고 생각된다. 또한 세계 도처의 정보 데이터를 실시간으로 신속히 입수하여 자원개발분야에서 국제경쟁력을 높일 수 있을뿐만 아니라, 국가안보에 밀접한 이해관계를 갖는 지역의 데이터를 적시에 제공 받을 수 있음에 따라 필요한 정보를 입수할 수 있다. 이와 같이 학술적 효과, 우주과학기술의 선진화에 따른 위성자료 수집처리 기술의 확립과 데이터 실시간 처리에 따른 효과, 전략 및 국방적 가치등 경제 외적인 부가가치는 지

대하므로 원격탐사위성의 지상수신소 확보는 시급하다 하겠다.

Landsat/SPOT 위성의 지상수신소 설치에는 약 3,000 만불이라는 많은 예산이 소요될 뿐만 아니라 데이터 수신에 따른 수익성이 매우 미흡하므로 국가 기관에서 지상수신소를 설치 운영할 수 있도록 하는것이 바람직하며, 국가기관이 지상수신소를 설치하는 경우에는 원격탐사위성으로 부터 탐사된 원시데이터를 수신하여 아날로그 HDT에 저장하거나 전처리 과정까지만 담당하는 것이 타당할 것이다. 왜냐하면 원격탐사 데이터의 응용분야는 매우 방대하므로 각 실무자 및 전문가가 각 기관 및 연구소에 분포되어 있을 뿐만 아니라 각 기관들의 응용범위가 서로 다르므로 각 기관의 특성에 맞게 데이터 분석처리를 하도록 하는 것이 데이터의 활용을 높일 수 있기 때문이다. 그러나 이런 분산처리 방식은 원격탐사 응용분야의 활동이 서로 독립적으로 수행됨에 따라 해당분야의 효율 가치는 높일 수 있으나 생산된 정보 및 데이터가 극히 제한된 상태에서 활용되어 경제적 손실을 초래할 수 있다.

한편, 위성수신 기술 및 궤도 추적에 관한 연구 경험과 이미 국산화하여 설치된 10 M 안테나 시스템을 보유하고 있는 체신부 산하의 전파연구소 시설과 시스템공학연구소 영상처리 시스템을 결합한 수신국운영이 독립적인 다목적지구국 설립 운영의 전초 단계로서의 한 방안이라할 수 있다. 이 시스템 구성 및 운영을 통하여 시스템 운영 기술 및 영상처리 기술 추적을 토대로 최종 목표인 다목적 지상 수신국 설립을 위해서는 고정밀 영상 데이터를 신속하고 체계적으로 처리하는 일본의 RESTEC과 같은 기관을 설치하여 고속의 super computer에完전한 주변장치를 갖춘 시스템을 확보하여 고정밀 및 데이터 분석 계통을 체계적으로 조직화 하여 운영하는 방안도 하나의 모델이 될 수 있다. 이와 같은 경우에는 정보교환이 원활하고 중복적인 정보생산을 피할수 있으며, 일관성 있는 정보를 정책 수립기관에 제공함으로써 시간과 비용의 낭비 및 정책결정에 혼동을 피할수 있을 것이다.

국내 지상국 설립시 국내 관련 기술 활용 및 기술 개발 추적을 위해서 해외 업체

의 지상국 설립에 대한 제안서의 시스템 구성 방안 및 기술 사항을 연구, 검토하여 국내 관련 기술의 개발 능력과 관련 장비 국산화 및 개발 소프트웨어를 해외 업체의 시스템과 접목시키는 시스템 구성 방안을 검토하여야 할것이다.

Landsat/SPOT과 같은 원격탐사위성과 지상수신소 사이에 데이터 전송을 위해 사용하는 주파수 대역인 X 나 S 밴드에 대한 시스템의 구성은 국내의 학계나 산업계에 많은 연구가 있었으므로, 기본적인 평가에 있어서는 지상수신소 설치에 필요한 각종 하드웨어 및 소프트웨어 중 일부분은 국내대학과 민간회사 및 연구소가 연계하여 자체적으로 제작이 가능하리라 생각된다. 이와 같이 원격탐사위성 지상수신소의 구성부품 및 관련 기술을 국산화함에 있어서 검토되어야 할 분야는 하드웨어분야, 소프트웨어분야, Integration 기술분야 및 운영기술분야 등이다.

먼저 하드웨어 분야를 살펴보면 이미 국산화가 이루어진 것도 있으나, 기초 기술 및 채산성상의 문제로 인하여 일부분에 국한하여 개발이 가능할 것으로 사료된다. 이미 국산화가 이루어진 것으로는 직경 10 M의 Parabolic 안테나 시스템 및 화상처리 Workstation이 있다. 화상처리 Workstation은 최근 PC Level 컴퓨터의 급속한 발전에 힘입어 전세계적으로 PC-based Workstation이 보편적으로 채택되고 있으며, 이에 반하여 종래의 화상처리 전용의 EWS(Engineering Workstation System) 혹은 화상처리기의 이용이 점차 감소되고 있다.

현재 국산화가 되어 있거나 향후 국산화가 가능한 품목을 살펴보면 표 5-1 에서 보는 바와 같다.

소프트웨어분야는 위성추적 및 궤도예측, 전처리 및 화상보정, 자료 입출력, 화상처리 및 시스템 운영관리에 관한 것이 주 대상이다. 이중 이미 국내에서 어느 정도의 기술축적을 갖고 있는 것은 전처리 및 화상보정, 자료 입출력, 화상처리분야 등이다. 그러나 현재 축적된 기술의 대부분이 개개의 독립(Stand-alone) 시스템을 위한 것으로 그 정밀도나 복합 시스템에서의 성능은 보장되어 있지 않다. 단 PC를 위주로 한 국소

표 5-1 국산화 대상 하드웨어 품목

품 명	주요배경기술	주
1. Parabolic Antenna 시스템	안테나 설계 (공중선 및 구조) 기계가공 및 조립, 도장	기국산화
2. Antenna Pedestal	서보설계, 기계설계, 기계가공 및 조립	서보설계 및 제작기술이 현재 부족
3. LNB	마이크로파 장비설계 및 제작	양산은 불가 채산성 결여
4. Patch Panel	전송설계, 스위치 공학	
5. 화상처리 Workstation	PC 설계기술, 억매체기술, 화상처리기 관련기술, LAN 전송기술, 고해상도 모니터설계기술	해상도 1,024x 1,024x24bit 이상의 화상처리 기가 요구됨. 광기업장치 및 매체 양산이 필요함
6. Dummy Terminal	디지털 회로 설계	기국산화
7. Digitizer	디지털 회로설계, 기구설계	12"x12"는 기국산화. 수신소 기능을 위해서는 40"x50" 이상의 국산화가 필요



형 시스템용 소프트웨어 국산화는 상당한 발전 단계에 있다. 일 예로 한국과학기술연구원  
의 시스템공학연구소가 과기처 특정연구관계로서 1988년에 개발한 KMIPS 시스템과  
1990년에 개발한 ERIMS 시스템이다. 그리고 이들 시스템에서 Mouse와 Window 기능을  
활용할 수 있는 방법과 마이크로 컴퓨터용 영상종합분석 전문가시스템(Expert System,  
AI), Multistage Multi-sensor 자료처리 및 분석 소프트웨어 등이 현재 연구 개발중에  
있다.

Integration 분야는 소프트웨어와 주변 하드웨어와의 종합적인 인터페이스 기술을  
포함하는 시스템 종합 기술로서, 개개의 주변기기 인터페이스, 데이터버스의 관리, 자  
료의 입출력 형태 변환, 시스템 운영 관리 소프트웨어를 그 대상으로 한다. 그러나 이  
분야의 국내기술은 대단히 취약하여 원격탐사위성 지상수신소에 적합한 기술수준을 단  
기간 안에 확보하는것은 매우 어려울것으로 생각된다. 최근에 마이크로급 시스템 혹은  
NOAA 기상위성의 APT, 자료의 간이수신 시스템을 위한 영상처리기기 종합 인터페이스  
기법 및 설계기술이 연구 개발되고 있다.

국산화 또는 외국으로 부터 도입된 원격탐사위성 지상수신소 운영기술으로써 이는  
수신, 자료처리, 자료제작 및 배포, 정비보수를 포함한다. 이는 외국의 전문기관 등에  
서 실시하는 교육을 통하여 비교적 단기간에 습득할 수 있다. 그리고 첨단기술에 속하  
는 부분은 단 기간내에 해외에서 도입하여 설치함으로써 지상수신소 전체시스템의 설  
계제작 기술을 습득하고 이를 운영함으로써 위성궤도 추적기술을 습득할 수 있으며 장  
차 통신위성, 원격탐사위성 보유 및 운영에 필요한 경험축적과 기술개발을 도모할 수  
있으리라 기대된다.

## 제 6장 CCD 영상처리

우리별(KITSAT) 1호로부터 들어오는 원시(Raw) GIF(Graphics Interchange Format) 데이터는 압축된 이진(binary) 데이터이나 디스플레이 프로그램간의 호환을 위하여 이미지 변환 프로그램을 이용하여 일정한 규격 형태로 변환하게 되는데 여기서는 GIF 포맷으로 변환한다. 그러므로 본과제에서는 지상국 및 위성에서 이루어진 과정에서 얻어진 GIF 포맷 데이터를 가지고 인위적인 칼러를 입히거나 보통의 위성 영상처리와는 다른 EIS(Earth Imaging System) 시스템의 특성을 고려한 화질의 개선 및 기하학적 보정을 행하여 보다 개선된 영상처리를 하게된다.

### 제 1 절 우리별 1호의 지구관측시스템의 동작운영 모델

#### 1. 지구관측시스템

우리별 1호 지구관측시스템(EIS)은 우리별 1호의 3가지 페이로드(PAYLOAD)들중의 하나로서 지구상공 1308km 에서 지상의 원하는 부분을 카메라로 찍을수 있는 장치이다. 이를 위하여 2개의 텔레비전용 CCD(Charge-Coupled Device) 카메라가 위성에 탑재되어 있으며, 얻어진 디지털 영상정보의 처리 및 전송을 위하여 EIS 내에만 3개의 컴퓨터 시스템이 각각의 고유한 기능을 가지며 연계되어 사용되고 있다. 이들 컴퓨터들은 사진을 찍는일 이외에 성능이 뛰어난 ON BOARD 영상처리를 실현하기 위해 만들어졌으며 서로간의 통신 및 외부와의 통신 채널들이 다양하게 갖추어져 있다.

#### 2. 사진 촬영 모델

일단 위성이 발사되고 위성의 버스 시스템이 정상동작을 하여 자세제어 등이 카메라의 운용이 적합하여지면 다음의 순서에 의하여 사진을 촬영하게 된다.

## <SaTReC 지상국에서>

### 제 1단계 : 사진찍는 시간 선정

장소 선정후(예를들면 한반도 상공) 컴퓨터 tracking simulator를 써서 알맞은 위성고도와 각도를 선정하고 이때의 시간을 KITSAT-1 표준시간에 맞도록 계산하여 결정한다.

### 제 2단계 : OBC에 명령전달

위성의 OBC186에 AX.25 프로토콜을 사용하여 명령을 전달하는데 이 명령은 수많은 다른 명령중의 하나로써 취급된다.

## <위성에서>

### 제 3단계 : TRANSPUTER에 명령전달

OBC는 전달된 명령을 위성의 DASH 네트워크를 이용하여 EIS의 TRANSPUTER(특히 TRANSPUTER-1 : 이하 T1)에 명령을 그대로 전달한다. 이때 OBC는 TRANSPARENT한 GATEWAY로써 역할을 하게됩니다. T1은 자체내에 이미 스케줄러등의 복잡한 운용 소프트웨어가 내장되어 있고 모든 EIS의 운용을 통괄한다.

### 제 4단계 : 사진촬영을 위한 파라미터(Gain & Exposure)의 전달

두개의 TRANSPUTER 시스템(T1 & T0)은 시스템관리 운용 및 ON BOARD 영상처리를 위하여 사용되고 있으며, 실제 사진촬영등의 카메라헤드의 조정은 마이크로컨트롤러(uC)가 담당한다. 따라서 T1은 파라미터들을 uC에 주어야하며 uC는 이들 파라미터들을 5단계에서 사용한다. uC와 T1 혹은 T0와의 통신에는 또한 특별한 프로토콜(EIS 프로토콜)이 사용되고 있다. 파라미터의 내역을 보면, Gain 파라미터는 카메라 출력단에 있는 A/D 변환기의 기준전압을 결정하기 위하여 사용되며, Exposure 파라미터는 CCD 센서 자체의 노출시간을 조절하는데 사용된다.

### 제 5단계 : 사진촬영

T1이 촬영하라는 명령을 내리면 uC는 카메라헤드에 파라미터들과 전원장치에 전원

을 공급하라는 명령을 내리고 카메라 헤드가 촬영을 마칠때까지 기다린후 T1에 사진촬영이 끝났음을 알린다. 이때 촬영된 사진은 다음과 같은 지상면적을 한번에 볼 수 있다. 협각(NAC : Narrow Angle Camera)인 경우 약 220km x 160km의 면적을 수용하고 CCD 한 픽셀당 480m 의 분해능을 가지고 있으며, 광각(WAC : Widw Angle Camera) 인 경우 약 1900km x 1500km 면적을 수용하여 CCD 한 픽셀당 약 3.8km 정도의 분해능을 갖는다. 두 카메라의 분해능이 약 8배의 차이를 가지고 있다. 사용하는 전자적인 부분은 두개의 카메라가 동일하나 광학 부분이 다를 뿐입니다. 촬영하는 파장대역을 보면, 협각은 가시광선의 한 대역인 빨강(RED: 중심파장 650nm, 대역폭 80nm)이고, 광각은 근적외선(NEAR INFRA-RED : 중심파장 850nm, 대역폭 80nm)이 사용된다.

#### 제 6단계 : 데이터의 저장(카메라헤드)

카메라 헤드에 전원이 공급되면 모든 동작이 자동으로 이루어져 두장의 영상 데이터들을 uC의 메모리에 DMA를 이용하여 저장한다. 데이터의 크기는 사진 한장당 611x576(약 350KB) 픽셀수를 가지며, 즉 256 그레이 레벨의 색 정밀도를 가지게 된다. 사진촬영후 전원이 자동으로 꺼지게되며 이는 위성의 전원을 아끼기위한 조치이다. uC는 전원이 꺼짐을 확인하고 T1에 결과를 보고한다.

#### 제 7단계 : 데이터 전송(uC에서 T1으로)

T1은 영상처리를 위해 uC로부터 데이터를 전송 받으며, 2 Mbyte의 자체 메모리를 이용 데이터의 저장 및 영상처리를 한다. 전송에 소요되는 시간은 약 35초이다.

#### 제 8단계 : 영상처리

영상처리는 T1과 T0가 동시에 사용되어 하드웨어적으로 병렬처리가 가능하도록 되어 있다. 실질적으로 T1이 모든 주관을하고 T0는 CO-PROCESSOR로 사용되도록 설계되었다. 영상처리는 주로 영상압축에 중점을 두어 이루어지며 이는 영상전송을 위한 시간 단축에 역점을 두기 위한 것이다. 실제 이것에 필요한 소프트웨어는 발사

후 특별한 기술(BOOT LOADING TECHNIQUE)에 의해 위성이 올려져 사용하게되며, 이를 위한 통신기술 역시 내부에 갖추어져 있다. 영상처리를 사용하여 현재 약 10:1 정도의 압축 효과를 기대한다.

#### 제 9단계 : IMAGE HEADER

영상처리가 끝나면 그영상에대한 자세한 기록을 데이터 앞에 붙이게 되며, 이 헤더는 시간, 일련번호, 촬영 파라미터 등의 정보를 256 바이트의 메모리에 기억 시키게된다. 앞으로는 이곳에 위성의 자세제어등의 정보도 함께 수록하여 지상에서의 영상처리에 사용하도록하는 여분의 메모리 영역도 포함되어 있다.

#### 제 10단계 : 데이터 전송(TI에서 OBC로)

지상으로 전송될 데이터는 보통 OBC186을 통하여 지상으로 전송되며 이때도 OBC는 영상 데이터에 대한 투명한 GATEWAY 의 역할을 하게됩니다. 이때 소요되는 시간은 압축되지 않은 영상 데이터인 경우 15 - 20 분 정도가 소요됩니다.

#### 제 11단계 : 데이터 전송(OBC에서 지상국으로)

OBC 는 각각의 사진에 지상과 통신위해 헤더(PACSAT 헤더)를 붙이게되며, SaTReC 상공을 지날때 지상에서 요구가 있으면 데이터를 전송하게 된다. 소요시간은 약 15 - 20분 정도이며 만약 한번의 패스에 전부를 보내지 못하였을 때는 다음번까지 기다렸다가 나머지를 전송한다. 그러므로 영상압축을 하지않는 경우 한번의 촬영에 의한 두장의 사진들(WAC + NAC)은 여러번의 패스후에 비로서 지상국에서 받게 된다.

#### < SaTReC 지상국에서 >

#### 제 12단계 : 헤더의 제거

한장 혹은 두장의 전송이 완료된 후 OBC에서 붙인 PACSAT 헤더를 없애고, IMAGE HEADER를 떼어내면 순수한 데이터를 얻을 수 있다.

#### 제 13단계 : 영상처리(데이터의 원상회복)와 데이터 보관 및 변환

헤더를 제거한후 PC등의 장비를 사용하여 압축되었던 영상을 복원하여 원래의 영상 데이터를 얻는다. 획득한 데이터는 복사한후 보관 시키며 그 이후 데이터는 디스플레이 프로그램간의 호환을 위하여 이미지 변환 프로그램을 이용하여 일정한 규격 형태로 변환하게 되는데 예를들면 GIF 포맷등으로 변환한다.

#### 제 14단계 : 디스플레이 및 영상처리

지금까지는 지상국 및 위성에서 이루어진 것이고 GIF 포맷으로 넘겨진 데이터를 인위적인 칼러를 입히거나 보통의 위성 영상처리와는 다른 EIS 시스템의 특성을 고려한 화질의 개선 및 기하학적 보정이 필요하다. 그림 6-1은 원래의 GIF 영상이고 그림 6-2는 gray level 별로 분류한 뒤 칼러를 입히는 처리를 행한 후의 영상이다.



그림 6-1 원래의 GIF 영상

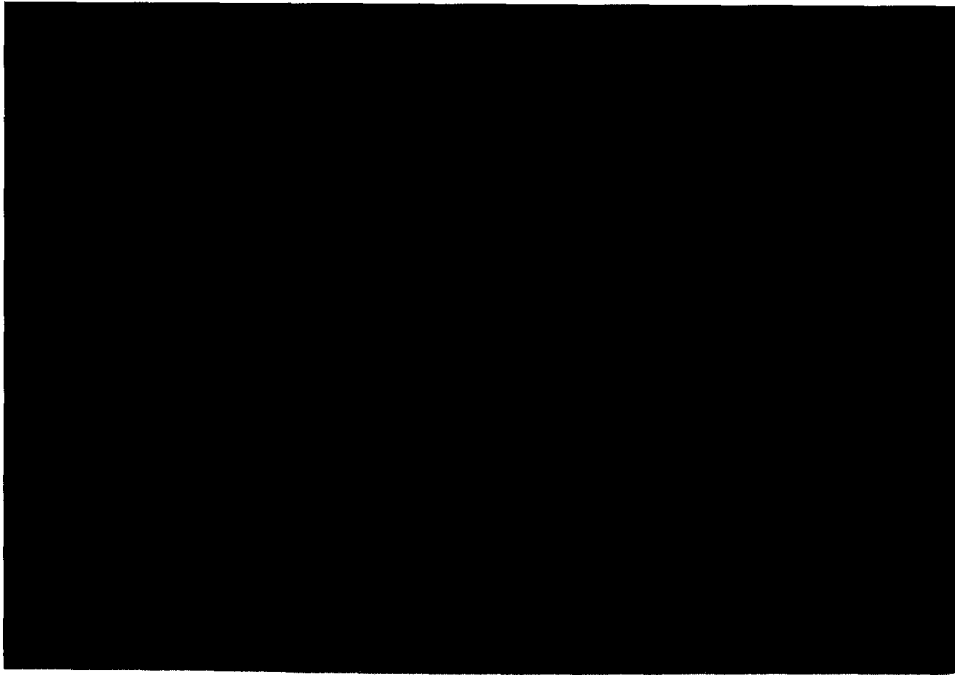


그림 6-2 컬러 처리후의 영상

## 제 2 절 GIF 화일

### 1. GIF 화일 이란.

GIF는 온라인 상태에서의 효율적인 그래픽 데이터 교환을 위한 포맷(format)이다. 1987년 CompuServe INC.에서 제창된 이 그래픽 형식은 보통의 다른 그래픽 화일 형식이 사용하는 RLE(Run Length) 압축 알고리즘 보다 압축율이 뛰어난 LZW 압축 알고리즘을 사용하여 훨씬 나은 그래픽 데이터 압축율을 보이고 있으며 사용 범위도 급속히 확대되어 나가고 있다.

GIF 화일은 그래픽 데이터를 처리해서 새로 얻은 블록(block)과 서브블록(sub-block)들로 구성되어 있다. 이 블록들은 GIF encoding 프로그램에 의해 재처리된 그래픽 데이터를 싣고 있는 Code Stream 및 어떤 그래픽 데이터인가를 나타내는 control 블록, 그림에 대한 설명등을 나타내는 special purpose 블록으로 나뉘어 진다. Code Stream을 제외한 블록들은 일반적인 그래픽과 별 다를 바가 없으나 비트맵(bitmap) 그래픽(graphic) 데이터를 재처리해서 만들어진 Code Stream은 LZW 알고리즘에 따라 압축되어 있다.

하나의 GIF 화일에는 다수의 비트맵 그래픽 영상이 있을 수 있다. 이것은 데이터를 교환하는 동안 하드웨어적인 변화를 최소화 하기 위한 방안이다. 같은 해상도를 가지고 또한 화면의 표시해야 하는 색 수가 같은 그래픽 영상이라면 일단 한 그래픽 모드(mode)로 전환한 다음 연속적으로 데이터를 출력한다면 영상 하나하나를 받을 때 마다 모드를 전환하는 것보다 효율적이기 때문이다.

예를들면, 640x480의 해상도에 256 colors를 사용하는 A라는 그림과 320x200의 해상도에 16 colors를 사용하는 B라는 그림을 도중에 그래픽 모드 전환없이 화면으로 나타내려면 적어도 640x480x256(그림의 폭x그림의 높이x색상 수)의 모드여야 한다. 물론 이 모드에서는 320x200의 영상는 화면상에 작게 나와 보기에 상당히 불편할 것이다. 그러나 같은 해상도를 가진 다수의 그래픽 영상이라면 화면을 지우기만 하면 다른 불편함 없이 영상을 볼 수 있다. 이러한 이점 또한 GIF의 특성이다.

GIF 화일은 특이한 버전 번호를 가진다. 87X, 88X, 89X 등등이 그것이며 각각 87년판 GIF, 88년판 GIF등을 나타낸다. X자리에는 영어 소문자가 들어가며 순서대로 a,b,c,d,e 등이다. 따라서 제일 먼저나온 GIF의 version은 GIF87a가 된다.

## 2. GIF 화일의 구조



## 가. 서브블록 구조

먼저 GIF 화일의 구조를 이루는 핵심은 서브블록으로 255바이트 이하의 크기를 갖고 연속성을 갖는, 블록의 기본 구성체이다.

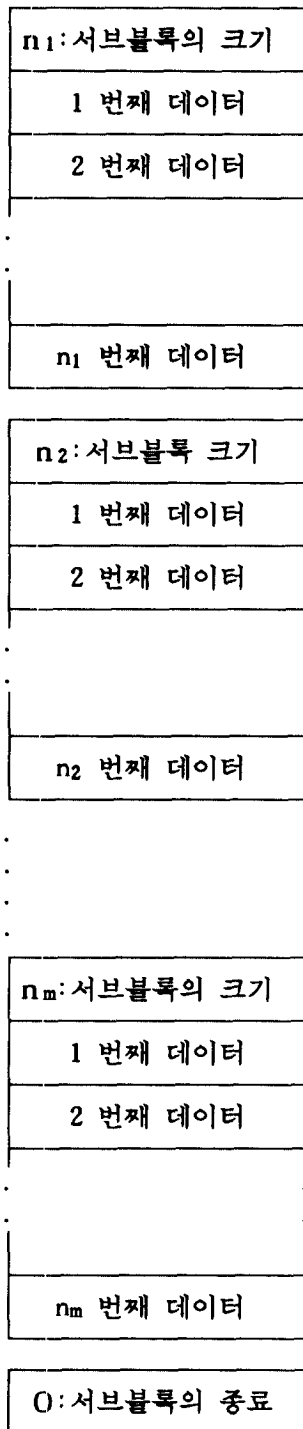
이 서브블록 구조에서의 첫바이트는 처음 나오는 서브블록의 크기이다. 서브블록의 크기는 크기를 나타내는 값을 제외한 순수한 데이터 바이트의 수이다. 어떤 서브블록의 크기가 6이라면 실제의 그 블록 크기는  $6+1=7$ 이 된다. 서브블록은 연속적인 구조이다. 한 블록이 끝나면 바로 다음의 1바이트는 또 다시 서브블록의 크기를 나타낸다. 블록의 끝을 나타낼 때에는 서브블록 크기를 0으로 만들면 된다. 크기를 나타내는 값의 범위가 0~255이므로 한 서브블록은 255개의 데이터를 가질 수 있다. 그러나 연속적인 구조 덕분에 무한대 크기까지의 블록을 서브블록으로 나눌 수 있다. 1000개의 데이터를 서브블록으로 묶어 하나의 블록을 만들고 싶으면 각각 255, 255, 255, 235, 0의 크기를 갖는 서브블록으로 표현하면 된다. 이와 같은 서브블록은 GIF가 처음 만들어질 때 부터 존재하였다. 즉, GIF87a를 지원하는 decoder 및 encoder를 제작할 때도 염두에 두어야 한다는 것이다. 무엇보다도 중요한 것은 이 서브블록 구조가 Code Stream에서 쓰인다는 것이다.

## 나. GIF87a의 기본형(그림 6-4 참조)

다. 각 부분의 구성 (괄호 속에는 사용가능한 최하위 GIF버전임)

### 1) 헤더(header) (GIF87a)

헤더는 "GIFxxx" 6바이트로 구성된다. 여기서 xxx는 버전 번호이다. 따라서 맨처음 나온 형식의 GIF는 "GIF87a"라는 헤더를 가지게 된다. 버전 번호는 그 GIF 화일을 읽을 수 있는 최하위의 decoder 버전이다. 각 version(현재는 GIF87a와 GIF89a의 두 버전이 있다) 사이에는 상당히 많은 변화가 있다. 그러므로 만일 버전 번호가 없다면,



무한히 많은 연속적인 서브블록이  
있을 수 있다.

그림 6-3 서브블록 구조

Header	6바이트길이를 "GIFxxx"를 나타내고 있다
Logical Screen Descriptor	표시화면의 크기 및 전반적인 정보를 지니며 7byte의 크기를 가진다. 뒤이어 나오는 Global Color Map의 존재 여부도 알려준다.
※Global Color Map	LSD(Logical Screen Descriptor)에 의해 정의된 색깔에 대한 palette 정보를 가지고 있다. 크기는 (색상 수×3)바이트이다.
Image Descriptor	그래픽 영상의 실제 크기와 local flag를 지니고 있다. 10 바이트의 길이를 가진다. 물론 LSD와 비슷하게, 뒤이어 나오는 Local Color Map의 존재 여부를 나타내는 flag도 함께 들어 있다.
※Local Color Map	Image Descriptor에 의해 정의된 색깔에 대한 palette 정보를 가지고 있다. 크기는 Global Color Map과 같이 (색상 수×3)이다.
Image Code Stream	실제 그래픽 데이터이다. 크기는 알 수 없으며 많은 서브블록으로 이루어져 있다.
Semicolon(;) )	GIF파일의 끝을 나타내는 부호, 1바이트의 길이

※생략될 수도 있음.

그림 6-4 GIF 전체적인 구성

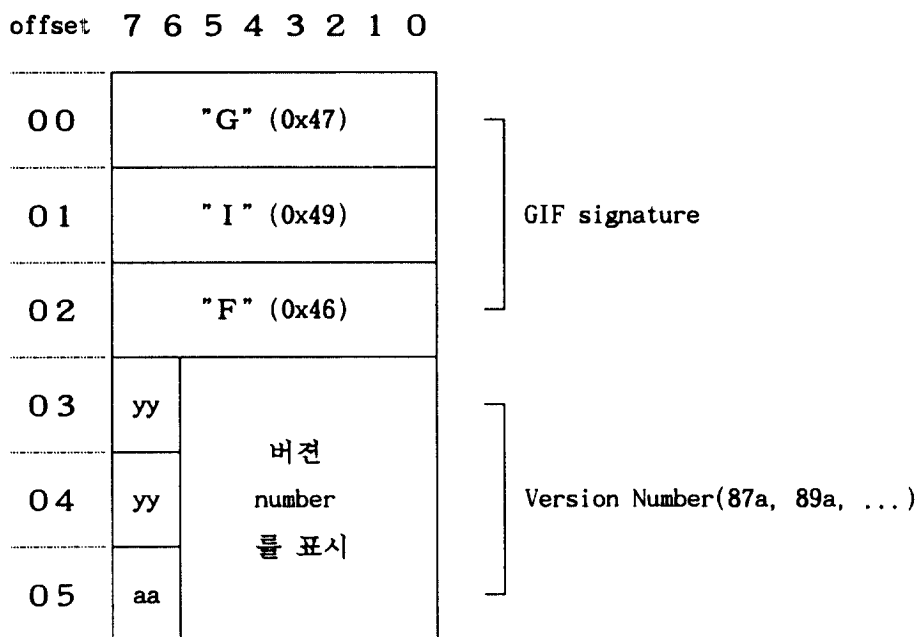


그림 6-5 헤더

하위 version의 decoder가 상위 버전의 GIF 화일을 decoding하려는 시도를 할 때, 확장된 부분의 처리에 대한 프로그래밍이 되어 있지 않으므로 프로그램(decoder)이 이상한 동작을 하거나 아예 decoding을 못할 수도 있다. 따라서 decoder에서는 자신이 처리할 수 있는 version보다 낮거나 같은 version의 화일인지를 검사할 필요가 있다. 물론 encoder에서는 자신이 encoding한 GIF 화일을 읽을 수 있는 최하위 버전을 "xxx"자리에 기록해야 한다.

어떠한 형식의 화일에서든지, 헤더는 화일 처리가능 여부를 나타내는 중요한 것이다. 화일의 첫부분 3 바이트가 "GIF"가 아니거나 그 뒷부분의 3바이트( 버전 번호)가 decoder가 처리할 수 없는 것일 때는 에러메시지를 내고 실행을 중지해야 할 것이다.

헤더는 GIF버전에 관계없이 일정한 의미를 가진다.

## 2) Logical Screen Descriptor (GIF87a)

offset 7 6 5 4 3 2 1 0

00	화면 폭 (하위 byte)				}	unsigned 형식으로 기록된 화면 폭
01	화면 폭 (상위 byte)					
02	화면 높이 (하위 byte)				}	unsigned 형식으로 기록된 화면 높이
03	화면 높이 (상위 byte)					
04	M	cr	S	화소	→ Global Flag	
05	화면 배경 색깔					
06	0x00 (P.A.R.*)					

unsigned 형식으로 기록된 화면 폭

unsigned 형식으로 기록된 화면 높이

→ Global Flag

그림 6-6 Logical Screen Descriptor

Logical Screen Descriptor는 영상 출력에 필요한 그래픽 모드를 설정하기 위한 화면폭과 높이를 가지고 있으며, Global Flag는 Global Color Map의 존재여부와 영상에 쓰인 총 색상 수를 나타낸다. 또한 offset 5의 배경색깔로는 화면을 어떤 색상으로 먼저 클리어(clear)시킬 것인가를 나타낸다. offset 6의 1 바이트는 GIF87a에서는 reserve된 값이나 GIF89a에서는 쓰인다.

#### 가) Screen 크기

offset 00~03은 영상이 출력될 화면의 크기를 나타낸다. 실제로는 이 화면 크기 값은 영상이 저장될 때의 화면크기에 준한다. 어떤 그림을 640x480의 해상도를 가진 모드에서 그려 GIF로 저장했다면 폭은 640, 높이는 480인 값을 가지게 되는 것이다.

#### 나) Global Flag

offset 04의 1바이트는 GIF 파일을 다루는 데 있어서 아주 중요한 것이다. 다시

한번 살펴보면,

7 6 5 4 3 2 1 0

M	cr	S	화소
---	----	---	----

이다.

bit 7 : 이 값이 세팅되어 있으면( $M=1$ ) Logical Screen Descriptor 다음에 Global Color Map이 따른다. 세팅되어 있지 않다면( $M!=1$  즉  $M=0$ ) Global Color Map 이 없고 Image Descriptor가 뒤따른다.

bit 4~6 : cr, 화면 폭이나 화면 높이와 마찬가지로 영상에 저장되던 당시의 화면 칼라의 비트 수( $cr+1$ )를 나타낸다. 화면 칼라 수  $=2^{(cr+1)}$ 이다.

bit 3\* : GIF87a에서는 항상 0으로 세팅되어 있다. 그러나 GIF89a에서는 Sort Flag로 정의되어 있다. Sort Flag가 세팅되어 있다면 Color Map의 배열 순서는 출현빈도가 가장 높은 것부터 낮은 순서대로 정렬되어 있다는 것이다.

bit 0~2 : 화소는 한 화소가 가지는 color수를 나타낸다. 이것 역시 cr과 마찬가지로 해석된다. 화소 color수  $=2^{(화소+1)}$ 이다. 화소의 값이 0에서 7까지의 값을 가질 수 있으므로 화소 color수는 2에서 256까지의 값을 가질 수 있다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 GIF에서는 단색 그래픽 영상(단색 영상라 하더라도 실제로는 2가지 색이다)로부터 256색의 그래픽 영상까지를 처리할 수 있다. 여기서 알 수 있듯이 GIF에서는 256색상이 처리할 수 있는 색상의 한계이다. 앞으로 이 값(bit 0~2)을 global 화소로 쓰겠다.

#### 다) Background Color

Image Descriptor를 설명할 때 언급되었지만, GIF 화일에서는 화면의 크기와 영상의 크기가 다를 수 있다. 그러면 영상정보가 전혀 없는 공백 부분에 한해서는 어떤 특정한 색상으로 채워야 하는 데, 여기서 필요한 것이 Background Color 값이다. 화면 표시를 위한 Decoder라면 영상을 decoding해 나가기 전에 화면을 적절한 그래픽 모드로 전환하고, 이 Background Color값으로 먼저 전체화면을 clear해야 할 것이다.

#### 라) offset 06\*

이 값은 GIF87a에서는 reserve되어 있으나 89a에서는 Pixel Aspect Ratio로 정의되어 있다. Pixel Aspect Ratio라 함은 원래 영상을 표현하던 화소의 가로 세로 비를 나타낸다. 만일 이 값이 0이 아니라면 aspect ratio는 다음 식에 의해 계산되어야 한다. Aspect ratio는 화소의 폭을 분자로, 화소의 높이를 분모로 하는 값이다. 4:1이 가장 넓은 화소이며 1:4가 가장 높은 화소이다. 그 사이 값을 1/64 단위로 증감할 수 있다.

$$\text{aspect ratio} = (\text{Pixel Aspect Ratio} + 15) / 64$$

#### 3) Global Color Map (GIF87a)

Global Flag의 bit 7(M)이 세팅되어 있으면 Local Screen Descriptor 뒤에 Global Color Map이 따르게 된다. Color Map이라는 말에 의해 알 수 있듯이 이것은 각 Color에 해당하는 색상정보(palette)를 나타낸다. 즉, palette table인 셈이다.

그림 6-7에서 알 수 있듯이 Color Map은 R G B의 순서로 각 색상 번호마다의 색깔을 나타낸다. 첫 3바이트는 0번 색의 palette생성에 필요한 RGB 값이며, 그 다음의 3바이트는 1번 색상, 그 다음의 3바이트는 2번 색상의 순서이다. 앞의 Global Flag에서 밝힌 바와 같이 영상의 총 색상 수는  $2^{(\text{화소}+1)}$ 이므로 필요한 Color Table의 크기는  $3 \times (2^{(\text{화소}+1)})$ 이 된다. Global Color Map은 있을 수도 있고 없을 수도 있다. Global Flag의 bit7(M)이 setting된 일 때, Global Color Map이 존재한다.

offset	내	용	
00	색상 0의 적색 농도	RED 0	색상 0의 palette정보
01	색상 0의 녹색 농도	GREEN 0	
02	색상 0의 청색 농도	BLUE 0	
03	색상 1의 적색 농도	RED 1	색상 1의 palette정보
04	색상 1의 녹색 농도	GREEN 1	
05	색상 1의 청색 농도	BLUE 1	
.			
.			
.			
3n-3	색상 n의 적색 농도	RED n	색상 n의 palette정보
3n-2	색상 n의 녹색 농도	GREEN n	
3n-1	색상 n의 청색 농도	BLUE n	

길이:  $3 \times 2^{\text{화소}+1}$  byte

그림 6-7 Global Color Map

#### 4) Image Descriptor (GIF87a)

Image Descriptor는 각 영상마다의 고유한 특성을 나타낸다. 영상이 어디에 표시되어야 하며 차지하는 영역을 얼마인가, 그리고 그 영상이 지니는 색상은 몇가지 인가를 나타낸다.



offset 7 6 5 4 3 2 1 0

00	Image Separator					→ Image Descriptor임을 알림	
01	영상왼쪽위치(하위 byte)					] unsigned 형식의 그림의 왼쪽 끝	
02	영상왼쪽위치(상위 byte)						
03	영상위쪽위치(하위byte)					] unsigned 형식의 그림의 위쪽 끝	
04	영상위쪽위치(상위byte)						
05	영상 폭 (하위 byte)					] unsigned 형식의 그림 폭	
06	영상 폭 (상위 byte)						
07	영상 높이(하위 byte)					] unsigned 형식의 그림 높이	
08	영상 높이(상위 byte)						
09	M	I	S	O	O	화소	→ Local Flag

그림 6-8 Image Descriptor

가) Image Separator

0x2C의 값을 가지며 Image Descriptor임을 나타낸다. 이 값을 검사하여 0x2C이면 Image Descriptor에 대한 처리를 해 주어야 한다.

나) 영상위치, offset 01~04

영상의 표시 시작점을 나타낸다.

다) 영상크기, offset 05~08

영상의 크기를 나타낸다. 영상위치와 더불어 영상이 표시될 영역을 나타내는 값이

다. (왼쪽위치, 위쪽위치)-(왼쪽위치+폭-1, 위쪽위치+높이-1)이 그 영역이다. 영상을 표시하거나 보관(압축이 풀린 순수한 영상만을 보관)할 때 필요한 memory 크기는 (영상 폭)\*(영상 높이)\*(2<sup>(화소+1)</sup>)이 된다. 예를 들어, 256 color를 나타내는 영상이라면 1 화소당 8bit, 즉 1바이트가 필요하므로 영상을 보관하거나 표시할 메모리의 크기는 [(영상 폭)\*(영상 높이)\*8] bits가 될 것이다. 앞에서 Logical Screen Descriptor에서 배경색을 설명할 때 말한 바와 같이, 영상이 차지하는 영역과 Screen의 실제 크기와는 차이가 있을 수 있다. 그러므로, Logical SScreen Descriptor에 있는 Background Color 값으로 화면을 클리어해 둘 필요가 있다.

#### 라) Local Flag

Global Flag과 마찬가지로 Image Descriptor에는 각각의 영상마다의 특수한 처리를 위한 Control Flag가 있는 데, 이것이 바로 Local Flag이다.

- 비트 7 : M은 Global Flag에서와 마찬가지로 뒤에 Color Map이 따라오는지 아닌지를 나타내는 값이다. M이 세팅되어 있으면(M==1) Image Descriptor의 뒤를 이어 Local Color Map이 있고, M!=1이면 Local Color Map이 없는 것이다.
- 비트 6 : I는 인터레이스(interlace)여부를 나타내는 것이다. GIF는 원래가 그래픽 영상 상호교환을 목적으로 만들어졌다. 네트워크를 통해 영상을 on-line으로 받을 때는 선로 속도에 따라 상당히 많은 시간이 걸릴 수도 있다. 일반적인 다른 format에서는 영상은 받는(download)하는 동안 화면에 동시에 출력한다고 해도 영상을 거의 다 받은 후에야 전체적인 윤곽을 잡을 수 있다. 그러나 GIF에서는 interlace 모드를 제공하여 영상을 받는 동안 전체적인 윤곽을 잡을 수 있게 되어 있다. 비트 6의 I가 0이라면 on-interlaced 모드가 되어 화면에는 0번째 선, 1번째 선, 2번째 선의 평이한 순서로 출력되나, I가 세팅되어 interlaced 모드일 때는 0, 8, 16, ..., 4, 12, 20, ..., 2, 6, 10, 14, ..., 1, 3, 5, 7, 9, ...의 순서로 출력

된다. 위의 수열은 처음 0번 선에서 출발하여 8배수( $8*n$ )로 8줄씩 출력하고, 그 다음은 4번 선에서 8줄씩, 그 다음은 2번 선에서 4줄씩-여기까지 출력하였다면, 영상은 짝수번째 선만 출력되어 있는 상태-, 마지막으로 1번 선에서 출력을 시작하여 2줄씩을 출력, 영상이 완성된다. 이 비트 6의 1를 무시하면 영상은 알아볼수 없는 형태가 된다.

비트 5\* : S는 Global Flag에서의 S와 같다. GIF89a에서 지원한다.

비트 3~5 : Reserved된 값이다. GIF89a에서조차도 쓰이지 않는다.

비트 0~2 : 이 3비트는 Local Pixel Value로 불리우며, 각각의 영상에 대하여 화소당 비트수를 나타낸다(pixel당 비트수는  $\text{pixel}+1$ 임). Global Flag에서의 화소와 마찬가지로 color수는  $2^{(\text{pixel}+1)}$ 로 나타낼 수 있다.

Logical Screen Descriptor는 한 GIF 화일내에 들어 있는 모든 영상에 대해 영향을 미치는 값을 가지고 있다면, Image Descriptor는 뒤이어 나오는 영상에 대해 국한된 정보이다. 이것은 다수의 영상이 하나의 GIF 화일에 묶여질 수 있다는 데에 기인한다. Decoder를 만든다면 Global Flag의 값은 default값으로 넣어 놓고, Local Flag를 읽어 중복되는 값이 있다면 Local Flag의 값이 뒤이어 나오는 영상에 대해서는 우선하도록 해야 한다. 이것은 바로 다음에 설명할 Local Color Map과 Global Color Map의 관계와 같다.

#### 5) Local Color Map (GIF87a)

Local Flag의 비트7(M)이 세팅되어 있으면 Image Descriptor 뒤에 Local Color Map이 따르게 된다(그림 6-9). 물론 이것은 Global Color Map과 같은 형식으로 기록되어 있다. 이 Local Color Map도 Global Color Map과 마찬가지로 Local Flag의 비트 7이 세팅되어 있을 때에만 존재한다.

보통의 GIF 화일에서는 하나의 영상만을 가지고 있으므로, Local Color Map은 없고 Global Color Map만 존재하는 경우가 많다. 이때는, palette table 을 Global

Color Map에 의해 setting해야 한다. 다수의 영상이 존재하는 GIF 화일이라면 Global Color Map과 Local Color Map이 동시에 존재할 수도 있다. 이런 경우에는 Local Flag와 Global Flag의 관계처럼 Local Color Map이 Global Color Map에 우선한다. 그러나, Local Color Map은 해당 영상(Local Color Map 다음에 나오는 영상)외에는 영향을 미치지 못한다. 또한, Global Color Map과 Local Color Map이 모두 없을 때도 있다. 이런 때에는 이미 세팅(setting)된 palette table을 그대로 사용하여야 한다.

offset	내	용	
00	색상 0의 적색 농도	RED 0	색상 0의 palette정보
01	색상 0의 녹색 농도	GREEN 0	
02	색상 0의 청색 농도	BLUE 0	
03	색상 1의 적색 농도	RED 1	색상 1의 palette정보
04	색상 1의 녹색 농도	GREEN 1	
05	색상 1의 청색 농도	BLUE 1	
<div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>			
3n-3	색상 n의 적색 농도	RED n	색상 n의 palette정보
3n-2	색상 n의 녹색 농도	GREEN n	
3n-1	색상 n의 청색 농도	BLUE n	

길이: 3\*2^(pixel+1) 바이트

그림 6-9 Local Color Map

## 6) Image Code Stream (GIF87a)

실제의 영상 데이터가 들어 있는 부분이다. 이 부분은 앞에서 설명한 서브블록구조로 되어 있다. 즉, 255 바이트 이내의 크기를 갖는 서브블록들이 연속적으로 존재해 하나의 영상 데이터 블록을 만든다.

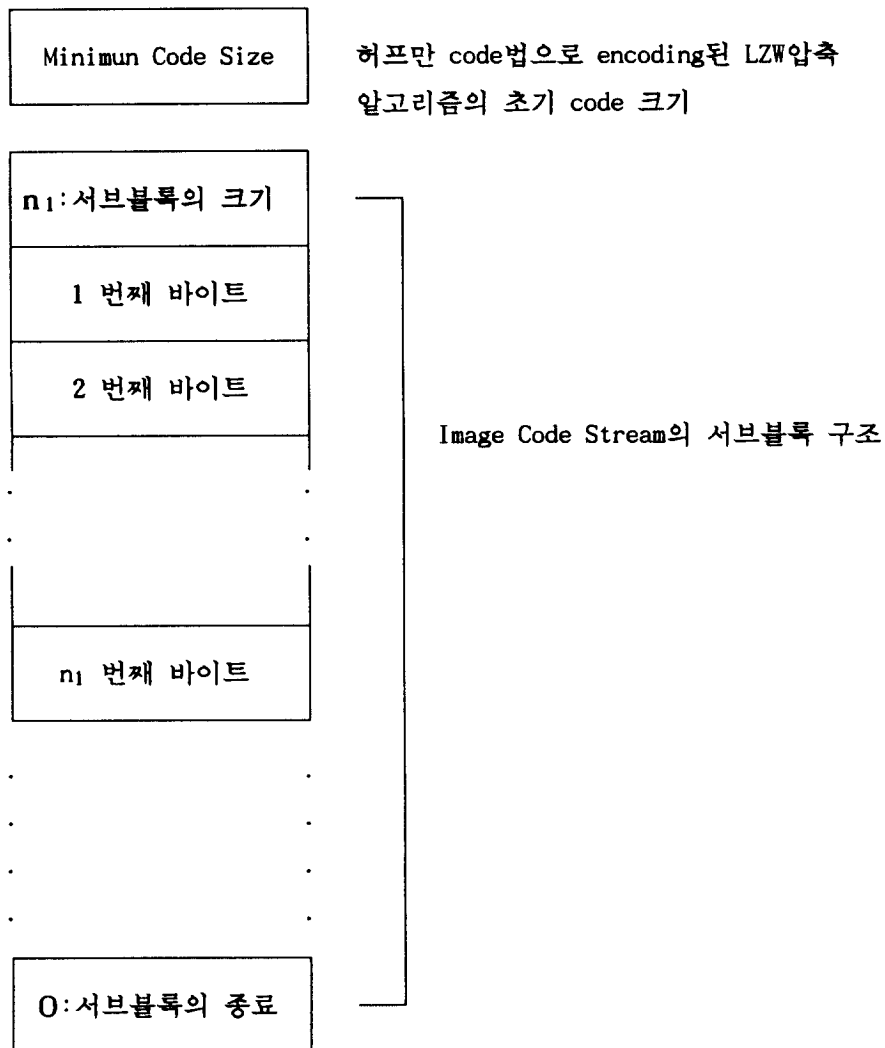


그림 6-10 Image Code Stream의 구조

앞의 서브블록 구조의 그림 6-9와 그림 6-10은 약간 다름을 알 수 있다. 서브블록 구조에서는 서브블록 크기(size) 바이트 다음의 바이트들이 n번째 데이터로 정의되어 있으나, Image Code Stream에서는 「필요한 부분의 비트만 쓰기를 한다」라는 허프만 code법을 따르고 있다. 다시 말하자면 1바이트가 꼭 하나의 데이터를 나타내는 것이 아니다.

## 7) 확장(GIF89a)

GIF 89a로 넘어오면서 확장이라는 개념을 도입하게 되었다. 이것은 앞에서 설명했던 GIF87a와의 공용부분이외의 기능을 하도록 되어 있다. GIF89a에서는 확장 개념을 도입하여, 위의 내용들과 확장을 Control Block, Graphic-Rendering Block 및 Special Purpose Block으로 분류하고 있다.

Control block은 헤더, Logical Screen Descriptor 와 Control Extension 및 Trailer이며 Code Stream을 처리해 나가는 데에 필요한 기술적인 정보를 나타낸다.

Graphic-Rendering Block은 Image Descriptor및 Plain Text Extension이며 그래픽 영상을 화면에 나타내기 위해 필요한 논리적인 정보를 가지고 있다.

Special Purpose Block은 Comment Extension과 Application Extension이며, Code Stream을 처리하는 데에 필요한 정보나 또는 화면에 나타내기 위해 필요한 정보들이 아니라 그래픽 영상에 대한 설명(comment)이나 다른 프로그램을 위한 정보(Application Extension)를 가진다.

그림 6-11에서는 확장의 일반적인 내용을 나타내고 있다. 모든 Extension은 Extension Introducer로 불리는 0x21에 의해 이끌린다. Decoder에서는 이 값을 검사하여 0x21이면 Extension에 대한 처리를 해야 한다. 그 다음의 1바이트는 어떤 종류의 Extension인가를 나타내는 Extension Label이다. 실제의 Extension 내용을 그뒤를 따라나오는 서브블록구조이다.

### 가) Graphic Control Extension

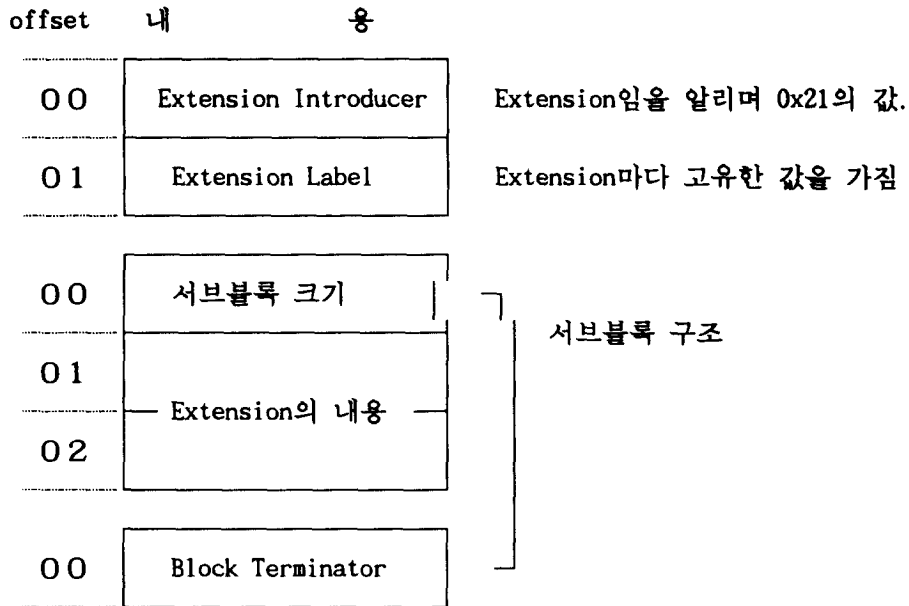


그림 6-11 Extension의 일반적인 형식

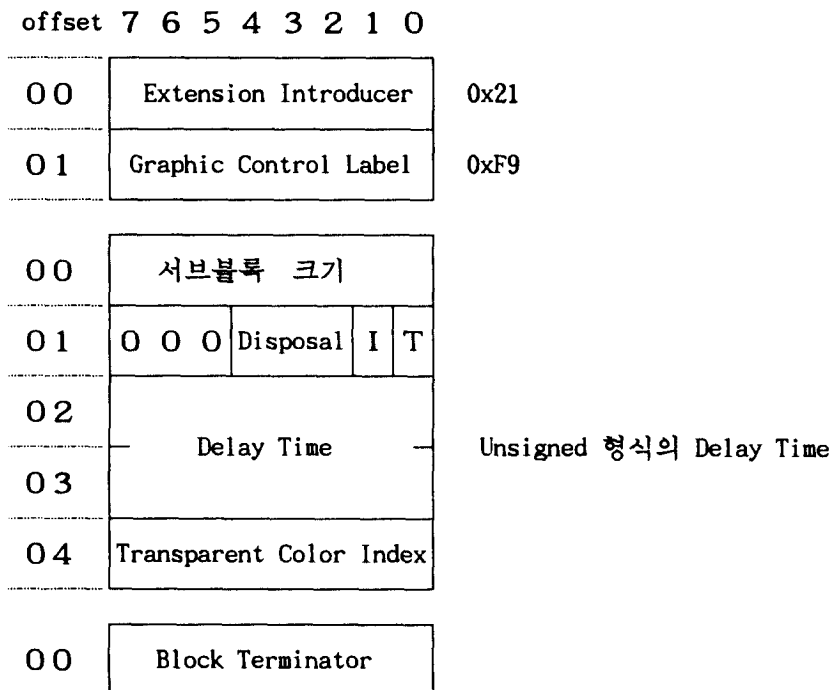


그림 6-12 Graphic Control Extention

이 Extention은 그래픽 rendering block을 처리할 때 쓰이는 정보를 담고 있다. 그림 6-12에서 알 수 있듯이 이 extension은 단 하나의 서브블록만을 가지게 된다. 또한, 모든 extension이 그러하듯이 이것 역시 생략가능한 것이다.

#### (1) Extension Introducer

고정된 상수 0x21을 가진다. '!'

#### (2) Graphic Control Label

0xF9를 가지며 Control Label임을 나타낸다.

#### (3) 다음의 서브블록

<offset 01>

비트 5~7 : reserve된 값이다.

비트 2~4 : Disposal Method로 불린다. 영상이 화면에 출력된 후 어떻게 다루어져야 하는지를 나타낸다. 값에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

0 : 아무 형식도 아니다. decoder는 disposal method가 0으로 되어 있으면 disposal에 대한 아무 처리도 하지 않아도 된다.

1 : 화면에 그대로 유지시켜야 한다.

2 : Background Color로 화면을 깨끗이 지운다.

3 : 영상이 그려지기 전의 상태로 화면을 바꾼다.

4~7 : 정의되지 않음.

비트 1 : User Input Flag로 정의되어 있다. 이 비트가 세팅되면 영상을 출력한후 계속실행하기 위해 사용자의 입력을 받을 필요가 있다.

비트 0 : Transparency index가 주어졌을 때, 이 비트가 세팅되어 있으면 Tranparent에 해당하는 실행을 한다.

<offset 02~03>

지연시간(delay time)으로 정의되어 있다. 영상을 출력한 후 얼마나 지연시켜야



하는지를 나타낸다. 1/100초 단위.

<offset 04>

Transparent index, Transparent를 실행하기 위한 index값

나) Comment Extension

offset	내	용
00	Extension Introducer	0x21
01	Comment Label	0xFE
00	서브블록 크기	
	Comment Data	
00	Block Terminator	

그림 6-13 Comment Extension

다) Plain Text Extension(그림 6-14)

라) Application Extension(그림 6-15)

### 3. LZW 압축 알고리즘

#### 가. 데이터 압축의 구조

화일을 압축할 때는 필요없는 부분을 자연발생적으로 얻을 수는 없으므로 필요없

offset	내	용
00	Extension Introducer	0x21
01	Plain Text Label	0x01
00	서브블록 크기	
01	Text Grid 왼쪽 위치	
02		
03	Text Grid 위쪽 위치	
04		
05	Text Grid 폭	
06		
07	Text Grid 높이	
08		
09	문자 Cell의 폭	
10	문자 Cell의 높이	
11	문장 색깔	
12	문장 배경 색깔	
00	서브블록 크기	
	Plain Text Data	
00	Block Terminator	

그림 6-14 Plain Text Extension

offset	내	용
00	Extension Introducer	0x21
01	App. Extension Label	0xFF
00	서브블록 크기	Applicatin Identifier
01	응용 프로그램 지정자	
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09	Application Authentication Code	
10		
11		
00	서브블록 크기	Application Data
00	Block Terminator	

그림 6-15 Application Extension

는 부분의 정보를 최소화해서 보내는 방법이 있어야 하는 데, 이것이 바로 압축 알고

리즘이다.

GIF에서는 LZW라는 압축 알고리즘을 사용한다. 다른 형식의 압축 알고리즘과 비교하여 LZW 알고리즘을 설명하겠다.

#### 나. 실제 쓰이는 압축 알고리즘들

##### 1) RLE (Run Length) 압축

```
AAABAAAAABABAAABBAABBBBABBBBBBAABABB  
AABAABAABBBBAAABAAABAABAABBBBABBBAAA
```

그림 6-16 RLE압축의 예

위와 같은 형식을 가진 화일은 연속되는 같은 문자가 많이 존재한다. 같은 데이터가 많이 늘어선 것이 주목하면 [반복횟수(=Run)]+[데이터]와 같은 기술을 도입하면 된다.

```
3A B6A BAB3A 2B2A4B A5B 2ABA2B  
2AB2AB2A4B 3A B3A B2AB2ABA3B A2B3A
```

그림 6-17 RLE압축의 실행 결과

그림 6-17에서는 위의 방식대로 압축이 끝난 것을 보여주고 있다. 군데군데의 빈 곳은 필요없는 부분을 제거한 흔적이다. 64문자 중에서 17문자를 압축시켰다. 물론 A와 B, 2문자 만을 사용하였기 때문에 상당히 높은(25%를 웃도는) 압축율을 보이고 있다.

이 방식을 RLE 압축 알고리즘이라 하고 GIF를 제외한 대부분의 영상 format이

이 압축 알고리즘을 사용하고 있다. 이러한 방법에 의해 생성된 영상에서는 같은- 같은 color code를 갖고 있는 - 색이 연속적으로 존재하는 경우가 많아 RLE가 상당히 효율적인 압축 방법으로 나타난다. 그러나 이 압축 알고리즘은, 나오는 문자(또는 화소의 color code)가 어떤 소수에 치우쳐지지 않을 경우(이런 경우에는 연속적인 동일 문자의 존재를 확신할 수 없다; 사진을 컴퓨터로 옮긴 photo 영상같은 경우)에는 별 도움이 안된다. 그래서 이런 데이터에는 좀 더 복잡한 방법이 필요하다.

## 2) 허프만(Huffman) 부호화(허프만 code법)

다진수의 데이터를 압축할 경우, 자주 나오는 문자에는 짧은 code를 할당, 자주 나오지 않는 문자에는 긴 code를 할당하는 방법이 있을 수 있다. 이것은 특히 데이터의 성질을 알고 있는 경우에 유효하다.

ASCII code는 7bit로 되어 있다. 어떤 문자를 나타내도 같은 7bit를 사용한다. 그러나 실제 영문에서는 문자에 따라 사용되는 빈도에 커다란 차이가 있다. 그래서 그 성질을 이용해 자주 나오는 문자는 짧은 비트 길이로 나타내고, 대신 좀처럼 나오지 않는 문자는 7bit보다 긴 bit로 나타내게 되지만 나타날 확률로 말한다면 전체로서는 적은 bit수로 끝난다는 이론이다.

ABCABACADABCACAABCABBABABE

그림 6-18 허프만 code법의 예

위의 그림 6-18에서는 A가 11개, B가 8개, C가 5개, D가 1개, E가 1개로 나타나 있다. 5개의 문자가 쓰이고 있으므로 각 문자를 구분하기 위해서는, 2 bit(4문자)로는 모자라므로 3bit를 써야 한다. 총 문자열에 할당된 bit 수는  $3 \times (11 + 8 + 5 + 1 + 1) = 78\text{bit}$ 이다. 여기서 허프만 code법을 사용하여 A에 1bit의 "11"을 부여하고 B에는 2 bit의

"10", C에는 3bit의 "01", D에는 "000", E에는 "001"을 부여한다고 하자(교묘하게도 각 code는 첫위치부터 순서대로 읽어 나간다면 해석이 가능하게 되어 있다). 그러면 총 길이는  $2*11 + 2*8 + 2*5 + 3*1 + 3*1 = 51\text{bit}$ 가 된다. 78bit중에서 17 bit를 없애고도 데이터를 표현할 수 있다는 것이다. 물론 이 방식은 어떤 문자에 무슨 code가 할당되어 있다라는 header가 필요하나, 화일이 충분히 커진다면 상대적으로 header:화일의 비가 줄어드므로 상당히 유용한 압축 방법이 될 것이다. 영어 문서 화일인 경우 E가 나올 확률은 Z나 Q가 나올 확률보다 확실히 높으므로 허프만 code법이 상당히 유용하게 쓰인다. 계산상으로는 영어 문서 화일을 압축했을 때 4.08:7(ASCII에서)까지의 압축생성율(압축 생성된 화일 크기의 압축하지 않은 화일에 대한 비율)을 보인다.

#### 다. LZW 압축 알고리즘

LZW 압축 알고리즘은 1977년 Ziv와 Lempel에 의해 발표된 LZ압축 알고리즘에 기초를 두고 있다. 먼저 LZ압축 알고리즘과 그의 변형인 LZ 증분분해법에 대해 설명 하겠다.

##### 1) LZ 압축 알고리즘

LZ 압축 알고리즘의 핵심은 화일의 현재 위치에 있는 문자열이 이전에 나왔던 문자열이면 그 문자열의 포인터와 길이로 대신 기록하는 것이다.

A B B A A A A B A B B B A A B B A B ...

그림 6-19 LZ법의 예

위와 같은 문자열의 화일이 있다고 할 때, LZ 압축 알고리즘을 적용시키면 다음

과 같은 문자열을 얻을 수 있다.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	B	B	A	A	A	B	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	...
a	b	c	d	e	f	g											
a	0에서 0문자 + A																
b	0에서 0문자 + B																
c	2에서 1문자 + A																
d	1에서 1문자 + A																
e	1에서 1문자 + A																
f	2에서 2문자 + B																
g	6에서 3문자 + B																
....	....																

그림 6-20 LZ법의 실행결과

위의 것을 볼 때, 압축율은 그다지 높은 것이 아니다. 그러나 이런 문자열이 상당히 커질 때, 이 압축 알고리즘은 앞에 나오는 문자열의 크기가 커지면 커질 수록 뒤에 중복될 확률이 높아진다.

위의 방법을 살펴 보았을 때, LZ법에서는 한 문자가 등장하면 처음부터 모두 검색해 나가야 한다는 제약이 있다. 이것은 압축할 때나 압축을 풀 때 상당히 많은 시간을 요하게 되는 것이다. 그래서 이것을 보완한 LZ 중분분해법이 나오게 되었다.

## 2) LZ 중분분해법

이 방법에서는 「과거에 있었던 문자열」은 재귀적으로 「좀 더 과거에 있었던 문자열+문자」로 분해된다. 즉, 문자열은 그 자체를 모두 기억해 두는 것이 아니라 맨 마지막의 문자는 그 앞의 문자, 그 앞의 문자는 또다시 그 앞의 문자로 재귀적인 포인터

를 가지고 있다는 말이 된다.

1	2	3	4	5	6	7	8	
A	B	B	A	A	A	B	A	B
B	A	A	A	B	B	B	A	A
B	B	A	...					

T 1	A
T 2	B
T 3	T 2 + A
T 4	T 1 + A
T 5	T 1 + B
....	....

그림 6-21 LZ 중분분해법의 결과

중분을 분해하는 방법은 간단하다. 「이미 등록된 테이블+1문자」가 새로운 테이블로 되도록 구분한다(그림 6-21). 우선 맨 처음 나온 「A」와 「B」는 테이블의 1과 2에 기억된다. 테이블 3은 이미 테이블 2에 등록되어 있는 문자열 「B」에 「A」가 더해진 것으로 분해돼 「2,A」가 보내진다. 이처럼 과거의 테이블을 참조하면서 다음 테이블을 만든다. 이 방법은 기본적인 LZ법보다도 더욱 압축율은 높지만 재귀적으로 분해하고 있기 때문에 전개에 시간이 걸린다( LZ법보다는 월등히 빠르다). 예를 들면 테이블 6을 원래의 문자열로 복원하려면 「테이블5+「B」」라는 것이 되지만 이 테이블 5도 다시 「테이블1+「B」」로 되며 테이블1을 복원해 「A」가 나와야 겨우 「ABB」가 복원된다.

### 3) LZW 압축 알고리즘

LZ 중분분해법에서는 테이블 번호와 그 오른쪽에 붙는 문자를 동시에 기록하여 저장한다. 그러나 LZW법에서는 뒤에 붙는 문자를 생략하고서 테이블 번호만 보낸다. 이것이 LZW법의 핵심이다. 이 LZW 압축 알고리즘이 실제로 GIF에서 쓰이는 것이므로 상세히 알아본다.



### 가) LZW encoding

먼저 용어를 정의하면, LZW 알고리즘에 의해 encoding되기 전의 데이터를 data stream, encoding된 결과의 모임을 code stream이라 하자. code stream이라는 말은 앞의 GIF 에서 나왔었다. 또한 LZ법에서의 등록된 테이블이라는 말은 prefix로 등록된 테이블 뒤에 붙는 1 문자(또는 color)는 suffix라고 한다. 또한 string은 prefix와 suffix의 합(수치적인 합이 아니라 문자열의 합)이 된다. 또한 prefix는 문자열이 아니라 등록된 한 문자를 가리킨 포인터이다. 한문자를 가리킨다고 해서 prefix는 실제 길이가 1 문자이지는 않다. prefix가 가리키는 문자는 다시 앞의 문자를 가리킬 수 있는 포인터를 가지고 있기 때문이다. linked list 구조를 알고 있는 사람이라면 linked list 중의 하나를 가리키면 그 앞의, 또 그 앞의 문자도 스스로 참조해서(linked list에서는 parent와 child를 가질 수 있다. parent는 現data 바로 앞의 data를 가리키는 포인터이며, child는 바로 다음의 data를 가리키는 포인터) 끝내는 문장 전체를 가려낼 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. LZW에서의 prefix라는 것은 다음과 같이 정의된 linked list의 code 번호이다. linked list에서의 각 code마다의 filed 집합을 노드라고 한다.

어느 시점에서 prefix가 09이라면, 실제 prefix문자열은 09의 D, 09의 parent인 06의 C, 06의 parent인 04의 A, 04의 parent인 01의 B가 역순(paren-> child순)으로 연결된 BACD가 된다. 이렇게 포인터로 두는 것은 전체를 검색하여 반복되는 문자열을 기록하는 것보다 훨씬 처리량이 적기 때문이다. 또한 위의 code표를 보면 parentcode번호는 자신의 code번호보다 항상 작다는 것을 알 수 있다. 나중에 언급되겠지만 이는 문자열을 하나하나 읽어감에 따라 code표에서 발견되지 않은(현재 code표에 기록된 문자열이 아닌 새로운) string이 발견될 때 code표에서 비어 있는 부분에 기록하여 앞의 parent code와 연결시키기 때문이다. 즉, prefix라는 것은 문자열 자체가 아니라 문자열을 나타낼 수 있는 포인터이다. 그러나 suffix는 포인터가 아니라, prefix 다음에 오는 1문자(또는 color)값 그 자체이다.

LZW encoding을 일련의 순서로 나열하면 다음과 같다.

code번호	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
parent의 code번호					01	00	04	02	03	06	04	09	08	10	07
brother code번호															
child의 code번호	05	04	07	08	06		09	14	12	11	13				
자신의값	A	B	C	D	A	B	C	A	D	D	A	B	A	A	A

→A, B, C, D라는 4가지 data만으로 이루어져 있을 때  
LZW 알고리즘은 code table에 미리 A,B,C,D의 값에  
배정해 놓는다. 따라서 parent노드가 있을 수 없다.  
이렇게 미리 정의된 table을 root table이라 한다.

그림 6-22 LZW code table

<pre>typedef struct {     int brother;     int parent;     int child;     int shade; } codetable;  codetable table[4096];</pre>	<p>C에서 linked list를 구현한 예</p> <p>table[code].brother는 형제의 code</p> <p>table[code].parent는 parent의 code</p> <p>table[code].child는 child의 code</p> <p>table[code].shade는 자신의 값(value)</p>
---	---

그림 6-23 C에서의 linked list예

### (1) code table을 초기화

LZW 알고리즘에서는 LZ중분분해법과는 달리 table에 기록된 문자열의 번호(용어대로 정확히 말하자면 prefix)만을 화일에 담아두기 때문에 초기 code table을 정리할 필요가 있다. 초기화에서는 이 정리를 맡는 데, 먼저, 있을 수 있는 모든 code(code라는 의미 보다는 character각각의 ascii값이나 1 pixel의 color값)로 root table을 만들어 놓아야 한다. 만일 256 color의 bitmap 영상을 encoding하고자 하면 code번호 0~255를 root table로 지정하여 자신의 값(0~255 각각의 값)을 shade field에 기록한다. 또한 root table에는 지금 아무런 child도 연결이 안되어 있어야 하므로, child field는 모두 연결안됨을 표시하는 무언가로 바꾸어야 한다.

code table의 정의가 끝났다면 비어있는 code table에 접근 할 수 있는 포인터를 만들어야 한다. Code표는 연속적으로 만들어져야 한다는 규칙이 있으므로 가장 작은 code번호(256개의 code table(0~255까지의 code table)을 초기화 했다면 포인터는 256을 가져야 한다.

또한 현재는 prefix가 NULL 포인터이므로 prefix에 저장하기위해 data stream에서 1문자를 빼온다. 이때 suffix값을 가지지 않고 prefix만 값을 가진다.

(2) 현재는 prefix가 존재한다(prefix는 root table에 있는 어떤 code를 나타낼 수도 있고 encoding program에서 확장시킨 code table에 있는 어떤 code를 나타낼 수도 있다).

한 문자(또는 color)를 data stream에서 읽어 suffix에 저장한다.

먼저 현재의 prefix에 대한 child가 있는 지를 검색해야 할 것이다. 만일 있다면

{

suffix와 prefix의 child노드의 데이터와 비교한다(그림 6-23에서 정의했던 구조체를

사용하여 C언어로 나타내면 'if (suffix == table[table[prefix].child].shade)」가 될 것

이다). 비교하여 같다면

{

prefix는 child의 code 값을 가지고 [2]의 첫부분으로 다시 되돌아가 반복한다. 예를 들어 prefix가 가리키는 문자열이 'abc'이었고 child의 shade값이 'd' 이면 abcd는 이미 한번 code table에 기록되어 있다는 뜻이기 때문이다. --- ①

}

아니면(suffix와 child노드의 데이터가 다르면)

{

child노드에 brother가 있는 지를 살펴본다. 있으면 suffix와 child의 brother의 shade가 같은 지를 검사하여 같으면 ①의 경우로 처리하고,아니면 또다른 child의 brother노드를 검색한다. brother 노드의 검색에 실패하면 prefix의 새로운 child노드를 만든다 (현재 child가 있으므로 child노드에 brother를 만들어 주어야 한다). nvc가 현재 비어 있는 code 번호를 나타낼 것이므로 그 자리에 prefix의 child와 연결된 새로운 brother노드를 만들고 현재 prefix값을 code stream에 출력한다. 또한 prefix에는 새로운 문자열이 시작됨을 알리기 위해 suffix의 값을 집어 넣는다. 이렇게 하면 prefix는 root table의 어딘가를 가리키게 된다. --- ②

}

}

만일 현재 prefix의 child가 없다면

{

suffix와 비교할 child가 없으므로 무조건 현재 prefix의 child 노드를 만든다. 그리고는, 현재 prefix값을 code stream에 출력하고 prefix에는 새로운 문자열이 시작됨을 알

리기 위해 suffix의 값을 집어 넣는다. 물론 ②의 경우처럼 prefix는 root table의 어딘가를 가리킨다.--- ③

}

위의 설명에서 보이듯이 parent field값은 전혀 필요하지 않다. prefix를 역으로 조합하여 문자열을 얻을 필요가 없기 때문이다. parent field는 decoding 알고리즘에서 필요로 한다.

그림 6-24에서 encoding에서의 연결구조를 살펴보자.

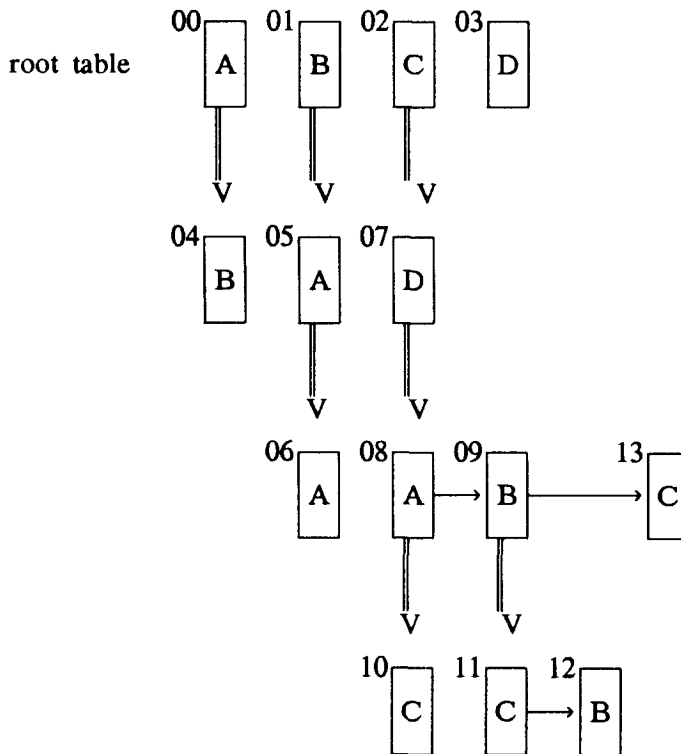


그림 6-24 그림으로본 code table

위의 그림이 생겨나오기 위한 code표이다.

OLZW의 기본적인 압축구조에 대해 알아 보았다. 이제는 실제의 예를 들어 살펴 보자.

표 6-1 Code table

code번호	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
parent의 code번호					00	01	05	02	07	07	08	09	09	07
brother code번호									09	13		12		
child의 code번호	04	05	06			06		08	10	11				
자신의값	A	B	C	D	B	A	A	D	A	B	C	C	B	C

A B A B A B A B B B A B A B A A C D A C D A D C A B A A A B A B

라는 data stream이 있다고 하자. 그러면 앞의 규칙을 따라 처음 edcoder는 code table을 초기화시킨다. ①

CODE STREAM:

A B 04 06 B 08 07 A A C D 12 14 D C 06

③ ④ ⑥ ⑨ ①

encoding을 계속했을 때 생성되는 code

code번호	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
brother code번호						08								
child의 code번호	04	05			06		07							
자신의값	A	B	C	D	B	A	A	B	B					

그림 6-25 처리과정중의 code table

- 첫문자 A를 읽어 prefix=a가 된다(nvc=04). ②
- 두번째 문자 B를 읽고 A의 child를 찾으나 없음이 당연, 따라서 nvc code에다가 읽어온 문자 B를 넣고 A와 연결시킨다. 또한 규칙에 따라 마땅한 child를 가지지 않은 prefix(현재 'A')를 code stream에 넣는다. 그리고 prefix=B가 된다. nvc는 1증가시킨다(이후의 절차부터는 nvc에 대한 처리는 쓰지 않겠다). ③
- 세번째문자 A를 읽고 ③과 같은 처리. 그 후 prefix=A ④
- 네번째문자 B를 읽고 나면, prefix(현재 'A')의 child 값(shade값)과 suffix인 'B'가 같다. 따라서, prefix만을 child code인 04으로 바꾸고, 다음(데이터 읽기)을 실행한다. ⑤
- 다섯번째 문자인 A를 읽었을때 04의 child는 없으므로 문자 A는 06에 등록시키고 code stream에 04를 출력한다. 그리고 prefix=A가 된다. ⑥
- 다음 문자 B를 읽으면 prefix의 child가 B여서 prefix를 04로 바꾸고 데이터 읽기를 실행한다. ⑦
- 다음 문자 A를 읽었을 때 prefix의 child는 A이고 suffix도 A이므로 prefix를 child code인 06으로 바꾸고 data 읽기를 실행한다. ⑧
- 그후 data stream에서 B를 읽어 suffix에 저장하고 나니, prefix의 child가 없으므로 child를 만들고 prefix인 06을 code stream에 넣는다. prefix는 다시 suffix인 B가 된다. ⑨
- 그 다음 data stream에서 B를 읽었을 때, prefix==B이다. prefix의 child값이 존재하긴 하나 B가 아니므로 brother를 child에서 검색하려고 brother를 찾으니 brother가 없다. 그러므로, prefix의 child인 05의 brother를 만들어야 한다 ㉠. 또한 prefix였던 B를 출력하고㉡, prefix에는 다시 suffix값 B를 넣는다.

위와 같은 방법으로 code table을 확장시켜 나가며, code값을 code stream에 넣는다. 이론상으로는 code table이 무한히 커야한다. 그러면 code table의 각 code는 무한히 많은 bit를 소모하게 되는 데, 이것은 압축이라는 말에 어긋나는 결과를 낳는다. 따라서, 어느정도 code table이 커지면 다시 code table을 초기화시켜 사용하는 방법이 있을 수 있다. 이전까지의 string data가 없어지기는 하겠지만 code의 크기가 무한히 커지는 것보다야 낫다. 이 때 쓰이는 code가 clear code이다. 각각의 형식마다 clear code를 일정하게 정해 놓고, encoder에서는 encoder가 판단한 최대code 크기가 되면 clear code를 code stream에 넣고, code table을 초기화시켜 사용하고, decoder도 이에 맞추어 clear code를 만나면 자신의 code table(물론 디코딩할 때도, code table을 확장시켜 나가는 방법을 쓴다. 이는 LZW 압축 알고리즘이 code table을 따로 넘겨주지 않기 때문이다)을 초기화시켜 decoding해 나가고 있다.

Image Code Stream을 설명할 때 GIF에서는 허프만 code법도 함께 사용하고 있다고 하였다. 위의 encoding예를 살펴보면 새로운 문자열 추가를 위한 code table의 확장에 의해 code의 값이 점차커지고 있다는 사실을 알 수 있다. 처음엔 A~D(실제로는 00~03)과 5~7까지, 그 이후에는 8~16, 그 이후에는 17~32로 증가된다. 사실은 연속적으로 증가하는 값이지만 bit수에 따라 앞과 같이 분류해 보았다. bit수에 따라 분류한다. 이것이 바로 허프만 code법에서 유도된 것이다. 처음 nvc가 0~7사이에 있을 때는 code를 3bit씩으로 code stream에 writing하고 ~16일때는 4bit, ~32일때는 5bit, ... 이런식으로 실제 저장되는 code stream내의 bit수를 줄이는 것도 압축하는 데에 상당한 도움이 된다. 무턱대고 처음부터 12bit를 code size로 잡아 12bit씩 writing한다면 압축률이 극히 낮을 것이다. 그러나 허프만 code법을 쓰면(앞과 같이) 이 문제는 어느 정도 해결된다. 또한 최대code 크기를 정해 놓고(GIF에서는 12bit) 그것을 넘어가는 code가 생성되려할 때는(GIF에서는 nvc가 4095를 넘어설때) clear code에 대한 처리를 해 주어야 한다.



## 나) LZW decoding

Decoder는 encoder의 반대 개념이다. encoding하는 알고리즘을 이해했으면 decoding 알고리즘은 대한히 쉽게 이해할 수 있다.

[1] decoder를 초기화시킨다(물론 encoder와 같은 방법이다). Code Stream에러 하나의 code를 가지고와서 old code와 code에 집어 넣고 바로 그 Code값을 printing해 버린다(이것은 encoder에서 첫글자는 무조건 글자 그대로 출력하기 때문이다)

[2] new code를 읽는다. 그리고는 그 code가

(1) 비어있는 code이면(new code == nvc)

```
{  
new code를 old code를 바꾸어 넣고 그 이전의 color를 stack에 넣는다.  
}
```

(2) 확장된 code이면(decoder에 의해 확장된-root code가 아닌-code이면)

```
{  
parentcode를 찾아 root code에 다다를때까지 shade값들을 push해 놓는다.  
}
```

(3) root code이면

```
{  
color에 root code로 다가온 new code값을 넣고 color을 printing한다. 그 다음 stack  
의 모든 값들을 pop해서 printing한다. 또한 nvc가 가리키는 code 번호에는 이 color  
를 넣고 old code와 연결한다(이 때 nvc의 parent field 에 old code를 넣는 것으로 한  
다).  
}
```

[3] 화일이 끝날 때까지 [2]를 반복한다.

### 제 3 절 GIF에서 변형된 LZW 알고리즘

LZW 알고리즘은 Data Stream을 읽어 code table을 확장해 나가면서 prefix의 code번호를 writing한다. 물론 GIF 화일에서의 Image Code Stream을 기록할 때 LZW 알고리즘에 의해 기록한다.

#### 1. code size와 Minimum Code Size

LZW 알고리즘에서는 code의 크기(현재의 prefix를 나타낼 수 있는 가장 적은 bit 수)에 따라 code stream에 bit 단위로 쓰기를 한다. 1byte나 2byte단위로 1code를 writing하는 것이 아니라 bit를 쪼개고 쪼개서 writing해 넣는 것이다. 아래의 그림은 code 크기가 5bit일 때의 writing된 상황을 나타낸 것이다.

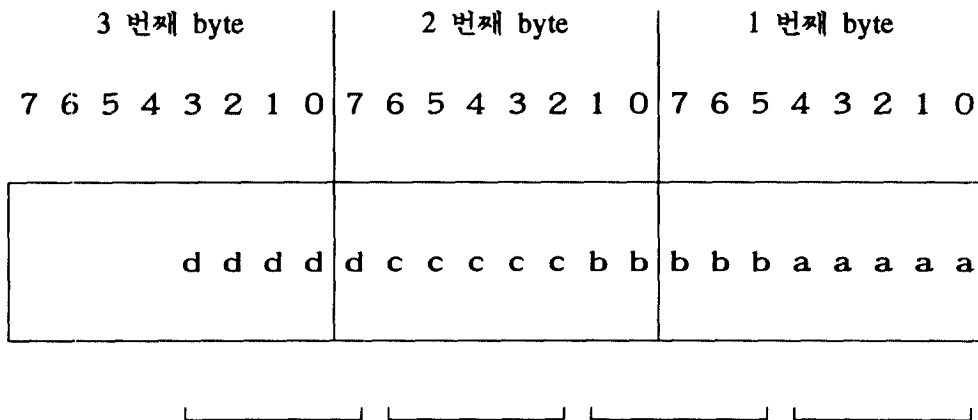


그림 6-26 bit단위로 writing된 화일의 내용

그림 6-25를 처리할 때 예를 든 A,B,C,D 네 문자로 이루어진 2bit 데이터를 압축할 때, code 크기가 어떻게 변하는 지 살펴보면, 처음 root code table을 만들 때에는,

code 크기는 bit단위로 2이면 되나 이 상황에서는 prefix의 출력(Code Stream으로 prefix code번호를 출력)이 없으므로 2는 최소의 code 크기가 되지 못하고 대신 3이 된다. 23-1까지의 code table을 다 사용하고 나면 code 크기를 1늘려서 4를 쓴다. 또한 여기서도 24-1까지의 code table를 모두 사용하면 code 크기를 또 늘린다. 그러다가 효율이 떨어지는 code 크기가 되면(2bit데이터를 50bit code로 나타내는 경우를 생각해 보자) clear code를 내 보내고 다시 최소 code 크기인 3부터 시작한다. GIF는 이 효율이 떨어지는 시점을 code 크기가 12bit가 넘을 때라고 정의하고 있다. 따라서, GIF 화일의 Image Code Stream의 lcode 크기는 최소 code 크기(Minimum Code Size; 이것은 영상마다 다를 수 있다)로 부터 12까지이다. LZW 알고리즘에서는 code stream에서 화일로 writing할 때 code 크기를 참조하여 필요한 부분만큼만 writing한다. 최소 code 크기는 실제의 1 data가 차지하는 bit수보다 1큰수가 된다.

## 2. Clear code와 EOI(End Of Image)

GIF에서는 최대 code 크기가 12이므로 4096개(0~4095)의 코드를 가진다. 이 4096개를 모두 압축 코드용으로 사용하고 제어용 코드를 4096, 4097 등으로 나타내면 프로그래밍이 쉽게 되나 4096을 Code Stream에 기록하기 위해서는 13bit가 필요하게 되어 12bit까지의 code 크기를 초과하게 된다. 따라서 4095이내의 값에 제어용 코드를 넣어야 한다.

Graphic 영상에서는 pixel이 가지는 color수 마다 한 pixel당 bit수가 달라진다. 제어용 code를 어떤 일정한 번호(예를 들어 256(clear code), 257(EOI))로 고정 시킨다면 8bit(0~255) color를 가질때는 programming이 쉬워지나 그 이하의 bit를 가지는 영상에 대해서는 복잡한 처리가 필요하다(256과 257이 제어용 코드로 예약되어 있으므로 이 코드는 코드 확장시(새로운 코드 등록시) 뛰어넘어야(skip)해야 한다). 그러나, 영상마다 root code table의 끝에 제어코드를 둔다면 (root code table 마지막 번호+1,

root code table 마지막 번호+2에 둔다면) 문제는 쉽게 해결된다. 한 pixel당 8bit인 영상에서는 256,257에, 4bit인 영상에서는 16과 17에 두면 된다는 것이다. GIF에서 규정하는 것이 이것이다. clear code는 2(bit/pixel)에 두고 EOI는 그 코드값이 1을 더한 값에 둔다(bit/pixel의 값은 Image Descriptor나 Logical Screen Descriptor의 pixel값+1이다). 여기서 EOI는 영상이 끝남을 알리는 말이다.

### 3. GIF decoding

GIF를 decoding하기 위해서는 먼저 header~Image Descriptor까지의 처리를 끝내고 Image Code Stream을 읽어야 한다. Image Code Stream의 첫 바이트는 root code table의 크기를 나타낸다. 최소 코드 크기(Minimum Code Size)는 root code table의 크기 +1 이다. root code table의 크기는 bits/pixel이므로 Image Descriptor의 pixel값 +1로 구할 수 있으나 명확한 처리를 위하여 Image Code Stream의 첫머리에 그 값을 기록해 두는 것이다.

그 이후의 Code Stream은 sub-block 구조로 기록되어 있다. sub-block을 읽기 위해서는 먼저 그 sub-block의 크기를 읽고, 그 크기만큼의 data를 읽어 들여 처리한 다음, 또다시 sub-block의 크기를 읽고 처리하기를 반복하다가 sub-block의 크기가 0이 되면 처리를 끝낸다. 그 이후 Extension이 나오면 Extension들에 대한 처리를 하며, GIF 화일의 끝을 나타내는 semicolon이 나오면 모든 처리를 끝내고 화일을 close하면 된다.

## 제 7 장 결 론

1950년대 후반 인공위성개발이 본격화되면서 우주탐사가 하늘의 신비를 탐구하는 방향에서 지구와 지구주변의 여러 현황의 물리적, 화학적, 생물학적 특성 연구쪽으로 관심이 집중되어 왔다. 최근 지구환경변화의 심각성이 부각되고 지구가 인류의 안식처로서 위험수위에 다가가고 있다는 현실인식에서부터 인공위성에 의한 지구탐사가 본격화되었고 따라서 인공위성 또는 우주탐사선에의한 지구환경정보가 시시각각으로 생산되어 홍수처럼 내보내지고 있다. 이러한 정보의 수신과 활용으로 국내환경문제와 첨단산업개발 측면에서 다목적의 위성탐사정보센터 또는 다목적 지구국 설치의 시급성이 인식되고있다.

위성탐사정보는 인류공익적 차원에서 자료생산국에서 수요자의 국가와 경쟁관계에 차별없이 공급되고 있으며 무료이거나 생산국가에 비해 저렴한 가격으로 위성에서부터 직접 수신하거나 구입이 가능하다. 타국에서 수신된 자료 구입에 시간상의 제약때문에 실용성이 적기때문에 자국에서 탐사위성자료를 직접 수신하고 실시간 또는 적시 활용을 촉진시킬수 있는 위성탐사정보센터 기능정립과 시설설치 및 운영이 요구되고있다. 위성탐사정보센터에는 위성자료를 수신할 수 있는 각종 시설과 고도의 기술의 축적으로 자료의 처리 및 활용과 보급을 추진할 수 있는 인적자원이 갖추어져야할 것이다.

센터 시설의 설치와 운영에는 상당한 재원이 필요하나, 경제적 측면에서 상업성의 결여로 민간투자를 기대할 수 없는 여건이다. 그러나 자료의 활용면에서 첨단산업개발에 촉진제가 되고 국가안보에 관련된 각종 정보 수집 수단으로 전략 및 국방적 가치가 지대하므로 정부지원 또는 직접 투자에 의한 센터설치와 운영이 절실이 필요하다.

설치 경제성의 효율화를 위해서는 국내기술기반이 부분적으로 이루어지고있는 분야를 최대한 활용하여 기술개발 촉진과 함께 단계적으로 긴급성을 요하는 부분부터 도입설치하는 것이 바람직하다. 예를들면 위성자료수신 안테나 부분은 체신부 산하 전파연구소의 시설을 일시적으로 이용하고 위성영상자료의 처리는 KIST 부설 시스템공학연

구소의 슈퍼컴퓨터 시설과 연구인력을 활용함으로써 긴급한 투자부분이 대폭 축소되어 Turnkey 방식의 전체 시스템 도입보다 1/4 에서 1/3 의 초기투자로 위성탐사정보센터의 기능을 착수해 나갈 수 있을 것이다.

자료의 활용촉진으로 국내 정보와 관련산업의 발전을 촉진하고 긴급한 국가안보자료 확보를 적극적으로 추진하기 위해서는 위성탐사정보센터 운영의 범 부처적 추진위원회를 구성하는 것이 필요하다. 그러므로 Benifit/cost 비율의 확대를 최단시일내에 확립하여 국가경제발전에의 기여를 최대화하게 될 것이다.

결론적으로 위성탐사정보센터 또는 다목적 지구국 설립의 타당성을 요약한다면

1. 위성탐사정보센터 설립은 타당하며 조속히 할수록 국가경제발전에 기여가 클 것이다.

2. 위성탐사정보센터의 기능은 다목적 위성수신소 시스템을 갖추고 자료의 활용과 기술 보급의 기능을 포함하는 것이 효율적이다.

3. 위성탐사정보센터 설치 우선순위에 있어서 전체시스템을 일시에 도입하는 것이 시설의 조속한 구현을 위해 바람직하나, 국내 기존시설을 최대한로 활용하여 소액의 단계적 투자로도 위성탐사정보센터 기능을 구현해 나갈 수 있다.

또한, 본과제에서는 지상국 및 위성에서 이루어진 과정에서 얻어진 GIF(Graphics Interchange Format) 화일 데이터를 가지고 인위적인 칼러를 입히거나 보통의 위성 영상처리와는 다른 EIS(Earth Imaging System) 시스템의 특성을 고려한 화질의 개선 및 기하학적 보정을 행하여 보다 개선된 영상처리를 하게된다. 지금까지는 영국 Surray 대학에서 가져온 데이터를 가지고 영상처리를 행하였으며 8월 11일 발사된 우리별 1호로부터 들어오는 데이터를 가지고 계속적인 영상처리 개선 작업을 앞으로 행하게 될 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Ziv, J. and Lempel, A. : "A Universal Algorithm for Sequential Data compression", IEEE Transactions on Information Theory, May 1977.
- [2] Welch, T. : "A Technique for High-Performance Data Compression", Computer, June 1984.
- [3] Nelson, M. R. : "LZW Data Compression", Dr. Dobb's Journal, October 1989.
- [4] "Graphics Interchange Format 87a Programming Reference", an on-line document, CompuServe INC.
- [5] "Graphics Interchange Format 89a Programming Reference", an on-line document, CompuServe INC., 31 JULY 1990.
- [6] "통신 기술의 핵, 데이터 압축", PC-LINE, 2, 1991.
- [7] 유상근 : "KITSAT-1 지구관측 시스템 미션 운용 시나리오", a fax document, 18 MAY 1992.
- [8] 유상근 : "지구관측장비의 데이터 포맷 및 변환예", a fax document, 30 MAY 1992.
- [9] Steve Backstock : "LZW and GIF explained"
- [10] 전파 연구소, 한국 통신 학회, : 고정밀 영상 데이터 수신 시스템의 활용 방안 연구, 1990
- [11] 전파 연구소, : 10 M 안테나 시스템, 1988
- [12] 시스템 공학 연구소, : 우주정보센터 설립에 대한 사전조사 연구, 1992
- [13] MATRA, : 자원탐사 수신 지구국 설립에 대한 제안서, 1987
- [14] MATRA, : 자원탐사 수신 지구국 설립에 대한 제안서, 1992
- [15] ESSCO, : 다목적 지상 수신소 (MPES)에 대한 시스템 , 1992

## 부 록 GIF decoder Source

---

```
#include <stdio.h>

#define GIFIN_SUCCESS      0    /* 함수 호출시 성공 */
#define GIFIN_DONE        1    /* Image가 더 이상 없음 */

#define GIFIN_ERR_BAD_SD   -1   /* screen descriptor에서의 error */
#define GIFIN_ERR_BAD_SEP -2   /* image separator에서의 error */
#define GIFIN_ERR_BAD_SIG -3   /* signature의 불일치 */
#define GIFIN_ERR_EOD     -4   /* Raster Data의 끝 */
#define GIFIN_ERR_EOF     -5   /* Code Stream의 끝 */
#define GIFIN_ERR_FAO     -6   /* File Already Open */
#define GIFIN_ERR_IAO     -7   /* Image Already Open */
#define GIFIN_ERR_NFO     -8   /* No File Open */
#define GIFIN_ERR_NIO     -9   /* No Image Open */
#define GIF_SIG           "GIF87a"
#define GIF_SIG_89       "GIF89a"
#define GIF_SIG_LEN      6      /* GIF signature 길이 */
#define GIF_SD_SIZE      7      /* GIF screen descriptor 크기 */
#define GIF_ID_SIZE      9      /* GIF image descriptor 크기 */

#define GIF_SEPARATOR     ','    /* GIF image 구분자 */
#define GIF_EXTENSION     '!'    /* GIF extension block marker */
#define GIF_TERMINATOR    ';'    /* GIF terminator */

#define STAB_SIZE 4096          /* code table의 크기 */
#define PSTK_SIZE 4096          /* pixel stack의 크기 */

#define NULL_CODE -1           /* code table의 null code */

#define ERR_READING -1
#define puterr(X) puts(X), exit(1)

#define PUSH_PIXEL(p)          \
{                               \
\
```



```

    if (pstk_idx == PSTK_SIZE)
        gifin_fatal("pixel stack overflow in PUSH_PIXEL()");
    else
        pstk[pstk_idx++] = (p);
}

#define GIF_RED  0
#define GIF_GRN  1
#define GIF_BLU  2

typedef unsigned char BYTE;

static BYTE file_open  = 0;    /* flag */
static BYTE image_open = 0;

FILE *ins;                    /* input stream */

static int  root_size;        /* root code size */
static int  clr_code;         /* clear code */
static int  eoi_code;         /* EOI code code */
static int  code_size;        /* 현재 읽는 code size */
static int  code_mask;        /* 코드를 읽기 위해 쓴 code mask */
static int  prev_code;        /* old code */

static long work_data;        /* working bit buffer */
static int  work_bits;        /* working bit count */

static BYTE buf[256];         /* byte buffer */
static int  buf_cnt;          /* byte count */
static int  buf_idx;          /* buffer index */

static int  table_size;       /* code table size */
static int  prefix[STAB_SIZE]; /* code table : prefix */
static int  shade[STAB_SIZE]; /* code table : suffix */

static BYTE pstk[PSTK_SIZE];  /* pixel stack */
static int  pstk_idx;         /* pixel stack pointer */

```

```

static int  gifin_rast_width;      /* raster width */
static int  gifin_rast_height;    /* raster height */
static BYTE gifin_g_cmap_flag;    /* global colormap flag */
static int  gifin_g_pixel_bits;   /* bits per pixel, global colormap */
static int  gifin_g_ncolors;      /* number of colors, global colormap */
static BYTE gifin_g_cmap[3][256]; /* global colormap */
static int  gifin_bg_color;       /* background color index */
static int  gifin_color_bits;     /* bits of color resolution */

static int  gifin_img_left;       /* image position on raster */
static int  gifin_img_top;        /* image position on raster */
static int  gifin_img_width;      /* image width */
static int  gifin_img_height;     /* image height */
static BYTE gifin_l_cmap_flag;    /* local colormap flag */
static int  gifin_l_pixel_bits;   /* bits per pixel, local colormap */
static int  gifin_l_ncolors;      /* number of colors, local colormap */
static BYTE gifin_l_cmap[3][256]; /* local colormap */
static BYTE gifin_interlace_flag; /* interlace image format flag */

int gifin_open_file(FILE *s)
{
    if (file_open)
        return GIFIN_ERR_FAO;

    file_open = 1;
    ins       = s;

    if (fread(buf, GIF_SIG_LEN, 1, ins) != GIF_SIG_LEN)
        return GIFIN_ERR_EOF;

    buf[GIF_SIG_LEN] = '\0';
    if ((strcmp((char *) buf, GIF_SIG) != 0) &&
        (strcmp((char *) buf, GIF_SIG_89) != 0))
        return GIFIN_ERR_BAD_SIG;

    if (fread(buf, GIF_SD_SIZE, 1, ins) != GIF_SD_SIZE)
        return GIFIN_ERR_EOF;

```

```

gifin_rast_width  = (buf[1] << 8) + buf[0];
gifin_rast_height = (buf[3] << 8) + buf[2];
gifin_g_cmap_flag  = (buf[4] & 0x80) ? 1 : 0;
gifin_color_bits   = ((buf[4] & 0x70) >> 4) + 1;
gifin_g_pixel_bits = (buf[4] & 0x07) + 1;
gifin_bg_color     = buf[5];

if (buf[6] != 0)
    return GIFIN_ERR_BAD_SD;

if (gifin_g_cmap_flag)
{
    gifin_g_ncolors = (1 << gifin_g_pixel_bits);

    if (gifin_load_cmap(gifin_g_cmap, gifin_g_ncolors) != GIFIN_SUCCESS)
        return GIFIN_ERR_EOF;
}
else
{
    gifin_g_ncolors = 0;
}

return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_open_image()
{
    int i;
    int separator;

    if (!file_open)
        return GIFIN_ERR_NFO;

    if (image_open)
        return GIFIN_ERR_IAO;

    image_open = 1;

```

```

do
{
    separator = fgetc(ins);
    if (separator == GIF_EXTENSION)
    {
        if (gifin_skip_extension() != GIFIN_SUCCESS)
            return GIFIN_ERR_EOF;
    }
}
while (separator == GIF_EXTENSION);

if (separator == GIF_TERMINATOR)
    return GIFIN_DONE;

if (separator != GIF_SEPARATOR)
    return GIFIN_ERR_BAD_SEP;

if (fread(buf, GIF_ID_SIZE, 1, ins) != GIF_ID_SIZE)
    return GIFIN_ERR_EOF;

gifin_img_left      = (buf[1] << 8) + buf[0];
gifin_img_top       = (buf[3] << 8) + buf[2];
gifin_img_width     = (buf[5] << 8) + buf[4];
gifin_img_height    = (buf[7] << 8) + buf[6];
gifin_l_cmap_flag   = (buf[8] & 0x80) ? 1 : 0;
gifin_interlace_flag = (buf[8] & 0x40) ? 1 : 0;
gifin_l_pixel_bits  = (buf[8] & 0x07) + 1;

if (gifin_l_cmap_flag)
{
    gifin_l_ncolors = (1 << gifin_l_pixel_bits);

    if (gifin_load_cmap(gifin_l_cmap, gifin_l_ncolors) != GIFIN_SUCCESS)
        return GIFIN_ERR_EOF;
}
else
{
    gifin_l_ncolors = 0;
}

```

```

}

root_size = fgetc(ins);
clr_code  = 1 << root_size;
eoi_code  = clr_code + 1;
code_size = root_size + 1;
code_mask = (1 << code_size) - 1;
work_bits = 0;
work_data = 0;
buf_cnt   = 0;
buf_idx    = 0;

for (i=0; i<STAB_SIZE; i++)
{
    prefix[i] = NULL_CODE;
    shade[i]  = i;
}

pstk_idx = 0;

return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_get_pixel(pel)
    int *pel;
{
    int code;
    int first;
    int place;

    while (pstk_idx == 0)
    {
        while (work_bits < code_size)
        {
            if (buf_idx == buf_cnt)
            {
                if (gifin_read_data_block() != GIFIN_SUCCESS)
                    return GIFIN_ERR_EOF;
            }
        }
    }
}

```

```

        if (buf_cnt == 0)
            return GIFIN_ERR_EOD;
    }

    work_data |= ((long) buf[buf_idx++]) << work_bits;
    work_bits += 8;
}

code      = work_data & code_mask;
work_data >>= code_size;
work_bits -= code_size;

if (code == clr_code)
{
    code_size = root_size + 1;
    code_mask = (1 << code_size) - 1;
    prev_code = NULL_CODE;
    table_size = eoi_code + 1;
}
else if (code == eoi_code)
{
    return GIFIN_ERR_EOF;
}
else if (prev_code == NULL_CODE)
{
    gifin_push_string(code);
    prev_code = code;
}
else
{
    if (code < table_size)
    {
        first = gifin_push_string(code);
    }
    else
    {
        place = pstk_idx;
        PUSH_PIXEL(NULL_CODE);
    }
}

```

```

        first = gifin_push_string(prev_code);
        pstk[place] = first;
    }

    gifin_add_string(prev_code, first);
    prev_code = code;
}
}

*pel = (int) pstk[--pstk_idx];

return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_close_image()
{
    if (!image_open)
        return GIFIN_ERR_NIO;

    do
    {
        if (gifin_read_data_block() != GIFIN_SUCCESS)
            return GIFIN_ERR_EOF;
    }
    while (buf_cnt > 0);
    image_open = 0;

    return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_close_file()
{
    if (!file_open)
        return GIFIN_ERR_NFO;

    file_open = 0;
    image_open = 0;
}

```

```

    return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_load_cmap(BYTE cmap[3][256], int ncolors)
{
    int i;

    for (i=0; i<ncolors; i++)
    {
        if (fread(buf, 3, 1, ins) != 1)
            return GIFIN_ERR_EOF;

        cmap[GIF_RED][i] = buf[GIF_RED];
        cmap[GIF_GRN][i] = buf[GIF_GRN];
        cmap[GIF_BLU][i] = buf[GIF_BLU];
    }

    return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_skip_extension()
{
    fgetc(ins);
    do
    {
        if (gifin_read_data_block() != GIFIN_SUCCESS)
            return GIFIN_ERR_EOF;
    }
    while (buf_cnt > 0);

    return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_read_data_block()
{
    buf_cnt = fgetc(ins);
    if (fread(buf, buf_cnt, 1, ins) != 1)
        return GIFIN_ERR_EOF;
}

```



```

    buf_idx = 0;

    return GIFIN_SUCCESS;
}

int gifin_push_string(code)
    int code;
{
    int rslt;

    while (prefix[code] != NULL_CODE)
    {
        PUSH_PIXEL(shade[code]);
        code = prefix[code];
    }

    PUSH_PIXEL(shade[code]);
    rslt = shade[code];

    return rslt;
}

gifin_add_string(int p, int e)
{
    prefix[table_size] = p;
    shade[table_size] = e;

    if ((table_size == code_mask) && (code_size < 12))
    {
        code_size += 1;
        code_mask = (1 << code_size) - 1;
    }

    table_size += 1;
}

gifin_fatal(char *msg)
{

```

```

    printf("Error reading GIF file: %s\n", msg);
    exit(0);
}

main(int argc, char *argv[])
{
    FILE *zf, *wf;
    int    x, y, pixel, pass, scanlen;

    if (argc < 3) puterr("Filenames required.");

    if ((zf=fopen(argv[1], "rb")) == NULL)
        puterr("file not found");

    if ((gifin_open_file(zf) != GIFIN_SUCCESS) || /* read GIF header */
        (gifin_open_image() != GIFIN_SUCCESS)) { /* read image header */
        gifin_close_file();
        fclose(zf);
        puterr("NOT GIF file.");
    }

    if ((wf=fopen(argv[2], "wb")) == NULL)
        puterr("NO SPACE in disk.");

    {
        fputc(gifin_img_width%256, wf);
        fputc(gifin_img_width/256, wf);
        fputc(gifin_img_height%256, wf);
        fputc(gifin_img_height/256, wf);
        fputc((gifin_l_cmap_flag ?
                gifin_l_pixel_bits : gifin_g_pixel_bits), wf);
    }

    for (x = 0; x < gifin_g_ncolors; x++) {
        fputc(gifin_g_cmap[GIF_RED][x], wf);
        fputc(gifin_g_cmap[GIF_GRN][x], wf);
        fputc(gifin_g_cmap[GIF_BLU][x], wf);
    }
}

```

```

if (gifin_interlace_flag)
    puterr("This GIF file has an interlaced image.");
else {
    for (y= 0; y < gifin_img_height; y++)
        for (x= 0; x < gifin_img_width; x++) {
            if (gifin_get_pixel(&pixel) != GIFIN_SUCCESS)
                puterr("Short read within image data.");
            fputc(pixel, wf);
        }
    }

    gifin_close_file();
    fclose(zf);
    fclose(wf);
}

```