

## NOAA 위성의 APT 수신시스템의 개발과 구름사진 재현에 관한 연구

민승현·민동현·박경용·김동우·우창현·김수용  
한국과학기술원 물리학과

윤기준·서명석·양영규·박경윤  
시스템공학연구소  
(1991년 11월 1일 받음 ; 1991년 11월 10일 수리)

## Study of NOAA APT Groundstation and Small Satellite Image Processing System

S. H. Min, D. H. Min, K. Y. Park, D. W. Kim, C. H. Woo, S. Y. Kim  
Dept. of Physics Korea Advanced Institute of Science and Technology

and

G. J. Yun, M. S. Suh, Y. K. Yang, K. Y. Park  
System Engineering Research Institute  
(Received Nov. 1, 1991 ; Accepted Nov. 10, 1991)

### Abstract

Meteorological satellites have taken their important place as a standard observing platform from which to measure weather. Specially, they provide a useful information about the weather of wide dessert or sea. This information is really helpful to understand the field of satellite meteorology. Several leading countries, for example, USA, EC, Russia, and Japan, launch two different satellites, both Geostationary and Polar orbiting satellite system. However no technology is developed to our own groundstation for NOAA satellite. The purpose of this paper is to build a home-made NOAA APT groundstation and image processing system to supply this system to secondary school or college.

## 요 약

기상위성은 지구상에서 일어나는 기상현상을 궤도상에서 관측할 수 있다. 특히 기상 관측시설을 설치하기 어려운 사막이나 바다에서의 기상상황을 쉽게 관측할 수 있다. 또한, 광대역의 기상자료를 얻을 수 있어 세계 기상분석에 큰 도움을 주고 있다. 이런 이유 때문에 미국, 유럽제국, 소련, 일본 등의 선진국에서는 정지위성과 극궤도 선회위성을 이용한 기상관측시스템이 구축되어 운용되고 있다. 그러나 미약한 국내기술과 무관심으로 인하여 기상위성 수신시스템의 국내제작 및 운용기술은 극히 저조한 실정이다. 이 논문에서는 국내기술로 제작된 APT 수신시스템과 그 운용실태를 간단하게 언급하려고 한다.

## 제1장 서론

기상위성은 주로 가시광선 영역과 적외선 영역의 센서를 탑재하여, 구름 화상 등의 기상정보를 제공하는 위성이다. 궤도는 고도 700~1,500Km, 궤도 경사각 50~100°의 sun-synchronous궤도를 이용한다. 이런 기상위성에 탑재된 구름화상용 카메라는 vidicon계와 고체소자를 검출기로 사용한다. TIROS-N계열의 위성의 고도는 약 800Km, 궤도 경사각은 99°, 주기는 약 102분이다.

한편, 무게는 약 1,420Kg, 직경은 1.9m, 길이 3.7m의 3축 자세제어 방식을 채용한 위성이며, 탑재센서로는 AVHRR, HIRS, SSU, MSU, DCS, SEM 등이 있다.

이들 센서를 이용하여 광역 또는 국부지역에 대한 주야간 구름 관측, 온도, 수증기의 수직 분포 조사, 대기권 및 궤도상의 우주환경조사를 수행하고 있다. NOAA위성은 궤도가 다른 두 개의 위성을 운용하며, 지구상의 어느 지점에서든 지방시로 오전 6시~9시 사이와 오후 1시~4시 사이에 통과하도록 운용된다.

몇 가지 수신 가능한 신호는 HRPT, APT, beacon의 형태로 전달된다. HRPT 신호(고해상도 AVHRR image와 MIRP으로부터의 TIP 데이터)는 S-band(1,698MHz)의 신호로 전송이 되고 Beacon이나 APT신호(저해상도 AVHRR image)는 VHF 대역의 신호로 전송이 된다. 이 논문에서는 국내기술로 제작이 가능한 APT수신시스템의 제작 및 운용결과에 대하여 기술하고자 한다.

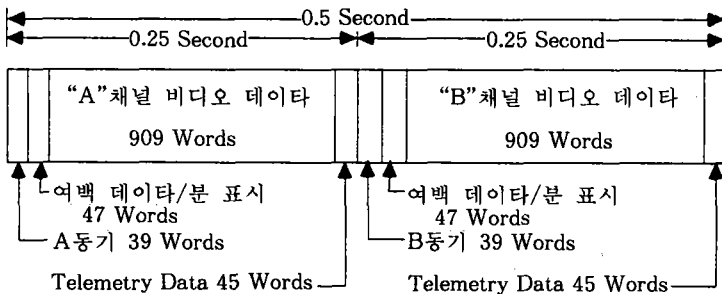
제2장에서는 APT신호의 전송 특성에 대하여 간단하게 언급하고, 제3장에서는 APT신호의 수신시스템의 H/W 제작에 대하여 설명하고, 제4장에서는 APT 신호처리시스템의 S/W 제작과 그 운용에 대하여 소개하고, 마지막으로 제5장에서는 그 결과를 간단하게 토의할 것이다.

## 제2장 APT 신호의 전송 특성

APT(Automatic Picture Transmission)는 몇십 년 전부터 사용되어 오던 기상위성에 의한 화상 전송방식이다. APT는 기상위성에 장치되어 있는 5개 채널의 Radiometer(AVHRR)의 데이터를 MIRP에서 처리, 실시간으로 지상의 사용자에게 전송하는 시스템으로, 그 전송된 image를 분석하여 구름의 분포, 해수면의 온도 상황 등을 알 수 있다(Fleming, 1978 ; Summers and Gotwald 1981 ; Vonder Haar and Hillger, 1986).

APT 신호는 VHF 대역의 전송 주파수로 지상에 보내어진다. 전송 주파수로는 137.5MHz 와 137.62MHz 두 가지가 쓰이고 궤도를 돌고 있는 두 위성이 각각 하나씩의 주파수를 사용한다. MIRP에서 처리된 정보는 digital 신호로 구성된 정보이다. 이 digital 정보를 D/A변환기를 사용하여 analog 신호로 바꾸어 2.4KHz의 subcarrier 신호로 AM 변조를 한다. AM 변조된 신호를 다시 FM 변조하여 carrier 주파수에 실어 전송한다. 이런 과정을 밟아 인공위성으로부터 보내어지는 APT 신호는 VHF 안테나를 통하여 원편파로 지구상으로 전송된다. 이와 같은 원편파는 VHF대역에서 대기 간섭이 적은 것으로 알려져 있다.

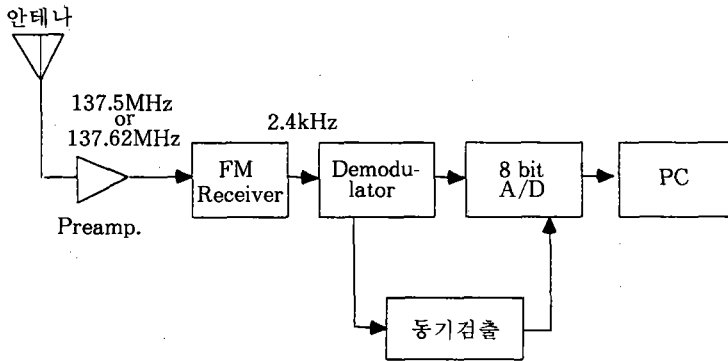
전형적인 APT 신호의 format은 그림 1과 같다. 한 line의 전송에 필요한 시간이 0.5초로 초당 2 line이고, 1 frame(128 lines)을 전송하는 데 64초가 걸린다. A 동기신호 다음에는 분표시가 나오고, 가시광선 채널의 영상 신호가 나오며, 다음에 Telemetry frame이 붙는다. Telemetry frame은 형식이 정해져 있어서 화상의 level 보상, 온도 보정 채널 정보를 알 수 있게 해 준다. B 동기 다음에는 A 동기에서처럼 신호가 전송이 되나, 영상의 내용은 적외선 센서로 찍은 영상이다. APT를 통하여 AVHRR화상 5 channel 중 2 channel의 영상이 전송된다.



(그림 1) APT Frame and Video Line Format

### 제3장 APT 수신시스템의 제작 및 운용

APT의 전송방식과 format을 바탕으로 실험실에서 제작 가능한 수신 시스템을 설계하면 그림 2와 같은 Block diagram으로 요약할 수 있다.



[그림 2] APT 수신 시스템 Block Diagram

#### 3.1 수신 안테나 시스템

위성에서 송신되는 APT 신호는 5 watt 정도로 대기 중의 감쇄를 고려해도 지상에 도달하는 전파의 세기는  $-110\text{dBm}$  이상이 된다. NOAA 위성은 극 궤도 위성으로 지상의 관측자에게는 오전과 오후에 각각 2~3번 통과되도록 되어 있으며, 수신 시간은 약 10분 정도로 위성의 궤도에 따라서 달라진다.

관측자에게는 위성은 하늘 위를 움직이게 되므로 안테나를 설계할 때 그에 대한 배려가 필요하다. 연구를 진행하는 동안 처음에는 보통의 Yagi Antenna를 수직으로 배열한 Cross Yagi Antenna를 사용하고 인공위성을 따라 움직일 수 있는 추적 시스템을 달았다. 그러나 인공위성의 궤도를 예측하고 위성의 궤도에 따라 위성의 순간순간의 위치를 향하여 안테나의 방향을 맞추어야만 하기 때문에 추적시스템 구동에 몇 가지 기술이 필요하여, 초심자에게는 상당한 부담이 된다. 이 논문에서는 상공으로 빔 폭이 넓은 무지향성 안테나를 제작하여 사용하였다. 이 안테나는 대지의 영향을 줄이고 위성을 향한 지향성을 높이기 위하여 거미줄같은 반사판을 달았다.

APT의 수신감도는 Cross Yagi Antenna에 의해 정확히 추적될 때보다 감도가 낮지만, 수신

도중 신호를 잃지 않고 위성이 지평선 위로 나타나서 사라질 때까지 충분히 수신을 할 수 있었다.

### 3.2 초단 증폭기(Preamplifier)

HF(High Frequency) 대역 이상의 고주파대의 수신시스템에서는 전송선로와 Active 소자 설계에 주의가 필요하다. 특히, VHF 대에서는 파장이 4m 정도인데, 실제로 안테나와 수신기 사이의 간격이 수십 m 정도이므로 선로 중간의 Impedance mismatching과 선로 자체의 감쇄율이 문제가 된다. 또한, 수신시스템의 감도를 좌우하는 요인인 S/N비가 높아야 한다. 여러 단의 소자로 구성된 RF(Radio Frequency)시스템이 가지는 Noise Figure는 다음 식에서 얻어진다.

$$F_{total} = \frac{F_1}{G_1} + \frac{F_2}{G_2} + \frac{F_3}{G_3} + \dots$$

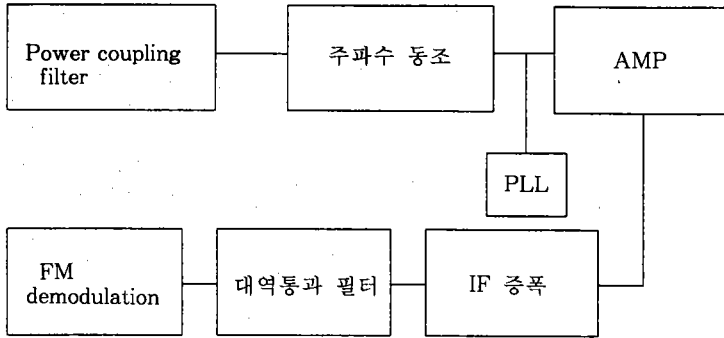
이 식에서 보면, 초단의 소자가 낮은 Noise Figure와 높은 Gain을 가지면 전체 시스템의 Noise Figure를 낮게 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그런데 Active 소자, 즉 RF 트랜지스터의 경우 그 동작 특성상 최저 NF점과 최고 Gain점이 일반적으로 다르기 때문에 되도록이면 초단의 Amp는 NF가 낮게 설계되어야 한다. 전술한 이유 때문에 거의 모든 RF시스템에서는 안테나와 최대한 가까운 위치에 저잡음의 RF증폭기를 장치하는데, 이 증폭기를 초단증폭기(pre-amp) 또는 LNA(Low Noise Amplifier)라고 부른다.

본 연구에서 사용된 PRE-AMP는 비교적 잡음이 적고, 사용전력이 적으며, RF에 적합하게 외장이 설계가 된 GaAs FET(35K174) 저잡음 증폭기(Vanguard Electronic Lab의 model 104-G)를 이용하였다. 그 NF는 1dB 이하, Gain은 18dB이며, 대역폭(Band Width)는 1.5MHz 정도이다.

### 3.3 FM 수신기

APT의 주파수 영역은 137~138MHz이며, 파장이 2m 근처인 햄밴드에 가까운 영역이다. RF 신호의 변조방식이 FM이므로 FM수신기가 필요하다. APT 수신기의 밴드폭은 양질의 비디오 출력을 얻기 위한 중요한 역할을 한다. 실제로 밴드폭은 중간 증폭단에서 사용되는 필터로 결정된다. 인공위성의 운동에 따른 도플러 효과 때문에 양질의 APT 비디오 신호 전부가 통과하기 쉽게 밴드폭이 충분히 커야 하며, 그렇게 함으로써 사진의 해상도가 높아지게 된다. 잡음이 거의 없는 신호만이 제일 좋은 위성사진을 재생시키므로 잡음 레벨을 최소한도

로 줄여야만 한다. 사용한 APT 수신기는 Vanguard Lab의 WEPIX-2000 model로서 그 block diagram은 (그림 3)과 같다.

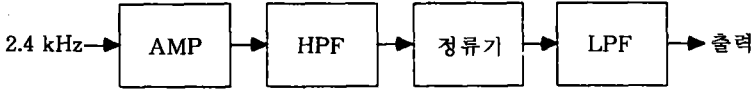


(그림 3) FM 수신기의 block diagram

APT 신호는 2.4 kHz subcarrier로 FM 변조시켰으므로 2.4 kHz 신호를 재생시키려면, 먼저 RF 신호를 FM demodulation을 해야 한다. FM 검파를 하기 위한 초단은 안테나로부터 수신 받은 신호를 초단 증폭기에 의해 증폭을 하는 것이다. 증폭기를 구동하기 위하여 직류 12V를 인가하여야 하며, 이 전압의 역류 및 번개 등에 의한 영향으로부터 수신기를 보호하기 위해서는 직류 blocking system이 수신기 첫부분에 필요하다. 특정한 주파수의 신호를 선택하려고 바로 주파수 동조부를 연결하였고 잡음을 줄이기 위하여 저잡음 FET를 사용하였다. 그리고 FM 수신기에서 FM 검파를 행하여야 하는데, RF를 통과한 주파수를 직접 처리하기보다는 이용하기 편리한 중간주파수로 변환하여 IF증폭을 한 후에 검파를 행하였다. APT 신호의 캐리어 편차는 약  $\pm 17$  kHz 정도이므로 전형적인 IF필터(세라믹 필터 : 180 kHz, crystal filter : 15 kHz)로는 거의 불가능하다. Low power narrow-band FM 검파용 IC(MC 3361)을 사용하여 밴드폭을 약 20 kHz 정도로 조정하였다. IF 증폭에는 MC 1350을 사용하였는데, 바로 AGC를 걸지 않고 뒷단 검파부에서 AGC를 사용하였다. 수신기 마지막단은 검파부로서 정확한 2.4 kHz 신호가 출력된다.

### 3.4 AM복조

수신기를 거친 신호는 2.4 kHz subcarrier에 AM 변조된 신호로 수신기로부터 출력되는데, 그 신호의 peak치가 우리가 원하는 data이다. AM 복조는 2.4 kHz subcarrier의 침두치만을 얻어내기 위한 방법으로 AM복조의 블럭도는 그림 4와 같다.



[그림 4] AM 복조부

### 3.4.1 Amplifier

수신기에서 나오는 출력과 AM 복조기와의 매칭을 위하여 반전증폭기를 사용하였다.

### 3.4.2 High Pass Filter

반전증폭기를 통과한 신호는 VCVS법을 사용한 2차 HPF를 사용하여 800Hz 이상의 주파수만을 통과시킨다. 그 이유는 영상신호는 2.4 kHz에 실려 있는데, 그 신호 중에 담겨진 data는 모두 2.4 kHz를 중심으로 하여  $\pm 1.6$  kHz 대역에 모든 신호가 실려 있어서 800Hz 이하의 신호는 필요 없기 때문에 제거시키는 것이다. VCVS란 전압제어 전압원(Voltage controlled voltage source)의 뜻이며, 비반전 증폭기에 의해서 이득  $K(>0)$ 의 VCVS는 쉽게 실현된다.

### 3.4.3 정류기

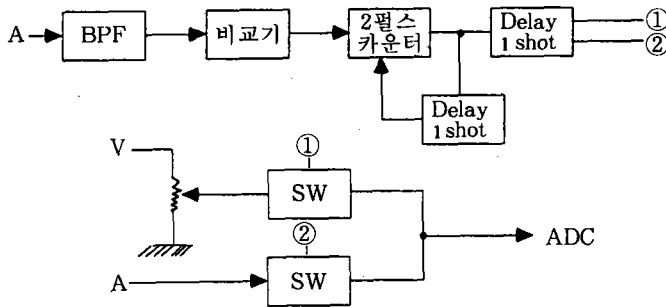
2.4 kHz에 실려 있는 data는 GND를 중심으로 진폭 변조가 되어 있기 때문에 GND 밑에 있는 신호들을 위로 올려야 한다. 그러기 위해서는 전파 정류를 하여야만 한다. 전파 정류는 반전 증폭기 1개와 비반전 증폭기 2개를 사용하여 구성하였다.

### 3.4.4 Low Pass Filter

정류회로를 거친 신호는 4.8 kHz의 주파수를 가지며 그 신호들의 첨두치가 곧 data가 되므로, 그 신호들의 첨두치의 값만을 출력으로 내보내기 위해 사용된다. 이곳에서도 HPF와 마찬가지로 VCVS법을 사용한 2차 LPF를 사용하였으며 2단 직렬로 연결 사용하였다. 이 때 주의할 것은 1040Hz의 동기신호가 없어질 우려가 있으므로 저역 통과 필터는 1040Hz보다 높은 차단 주파수 특성을 갖는 것으로 구성하여야 한다.

## 3.5 동기 신호 발생기

동기신호 발생기는 PC를 이용한 데이터 해석시 신호 중의 어느 곳이 처음인지를 인식시키기 위한 수단으로 설계하였다. [그림 5]에 있는 BPF의 역할은 AM 복조된 신호 중에 동기 신호만을 뽑아내며, 이 때 동기신호는 두 종류가 있는데, 1040Hz와 832Hz가 있다. 이 중



[그림 5] 동기신호 발생기

에 한 가지만 선택하여 그것을 PC가 알 수 있는 신호로 바꾸어 주기 위해 사용하였다. BPF에는 여러 종류가 있는데, 여기에서 사용한 것은 Butterworth 2차 BPF이었다.

BPF를 거친 신호는 832Hz 또는 1040Hz만이 나오므로 어느 레벨을 정하여 그 레벨을 가지고 비교하여 Low 아니면 High로 만들어, 즉 펄스로 만들어 준다. 이 때 레벨은 동기신호 레벨보다 항상 작게 만들어 주어야 한다. 비교기를 거친 신호는 펄스로 변하여 data flip flop을 2개 직렬 연결한 펄스 카운터의 입력으로 들어와 펄스가 2개 이상 계속되면 low에서 high로 출력 펄스를 만들어 준다.

Delay 1 shot은 2펄스 카운터에서 나온 펄스가 입력으로 들어오면 어느 일정한 시간 동안 low에서 high로 만들어 주는 작용을 한다. APT 신호는 일정한 시간으로 동기신호가 있으므로 그 시간 외에 잡음에 의해 생길지 모르는 가짜동기 신호를 없애기 위해 일정한 시간 동안 2 Pulse 카운터를 reset 상태로 만들어 주어 펄스 카운터의 동작을 막음으로써 가짜 동기신호가 생기는 일이 없도록 하였다. 2개의 아날로그 스위치는 앞에서 언급한 Delay 1 shot의 출력인  $\bar{Q}$ 와 Q에 아날로그 스위치의 Control 단자와 각각 접속하여  $\bar{Q}$ 와 Q의 상태에 대하여 SW가 작동하도록 설계하였다.

### 3.6 A/D변환기와 PC Interface

A/D변환기는 외부 아날로그 신호를 PC가 이해할 수 있는 디지털 신호로 바꾸어 주는 장치로서, AM 복조와 동기신호검출기를 거친 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 주기 위한 장치이다. 각 PC마다 사용자가 사용할 수 있는 입출력 port가 다를 수가 있으므로, 먼저 사용자가 지니고 있는 PC에 알맞게 주소를 조절해야 한다. 우리가 제작한 A/D변환기는 DIP SW를 이용하여 어드레스  $A_3 \sim A_{11}$ 까지의 값을 마음대로 선택할 수 있게 되어 있으므로 각 PC에서 사용하지 않는 port를 이용하여 A/D변환기를 운용할 수 있다. 주소가 일치되면  $\overline{WR}$



신호를 이용하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 자체에 있는 Buffer에 값을 저장하여 놓는다. 그러면  $\overline{RD}$  신호를 이용하여 Buffer에 저장되어 있는 값을 PC의 Buffer로 옮겨가서 저장되게 된다.

### 3.7 전체 회로도

위에서 설명한 APT 수신시스템의 신호처리부 및 PC interface 부분의 실제 제작된 회로도를 [그림 6]에서 [그림 8]까지에 나타내고 있다.

## 제4장 APT 영상처리 시스템

기상위성 자료 영상처리 시스템은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 구성된다. 하드웨어는 주로 컴퓨터 본체와 관련 주변 기기로 영상자료를 저장하는 기억장치, 영상을 만들어 display하는 칼라 그래픽 보드, 칼라 모니터, 자기 테이프 드라이버 및 프린터 등을 포함한다. 소프트웨어는 영상처리 module, 주변기기와의 인터페이스 프로그램, 범용 utility 프로그램 및 operating system으로 구성된다. 일반적으로 영상처리 시스템을 설계할 때는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 입력자료 : 형태, 양 및 출처
- 출력자료 : 종류, 형태 및 양
- Radiometric Resolution : 디스플레이에 필요한 칼라의 수
- 영상 자료의 저장에 소요되는 보조기억장치의 크기 등

본 연구에서 개발한 APT 수신 시스템에서는 수평 격자점 수(horizontal resolution)는 640개로 VGA format에 맞게 하였다. 각 화소에서의 radiometric resolution은 0~255이며, 1회 수신하고 있는 data의 양은 800~900Kbytes 정도이다. 또한, 연구 중 수신한 위성은 NOAA-10과 NOAA-11로서 한반도 주변을 각각 2회씩 지나가므로 매일 4회를 수신할 수가 있다.

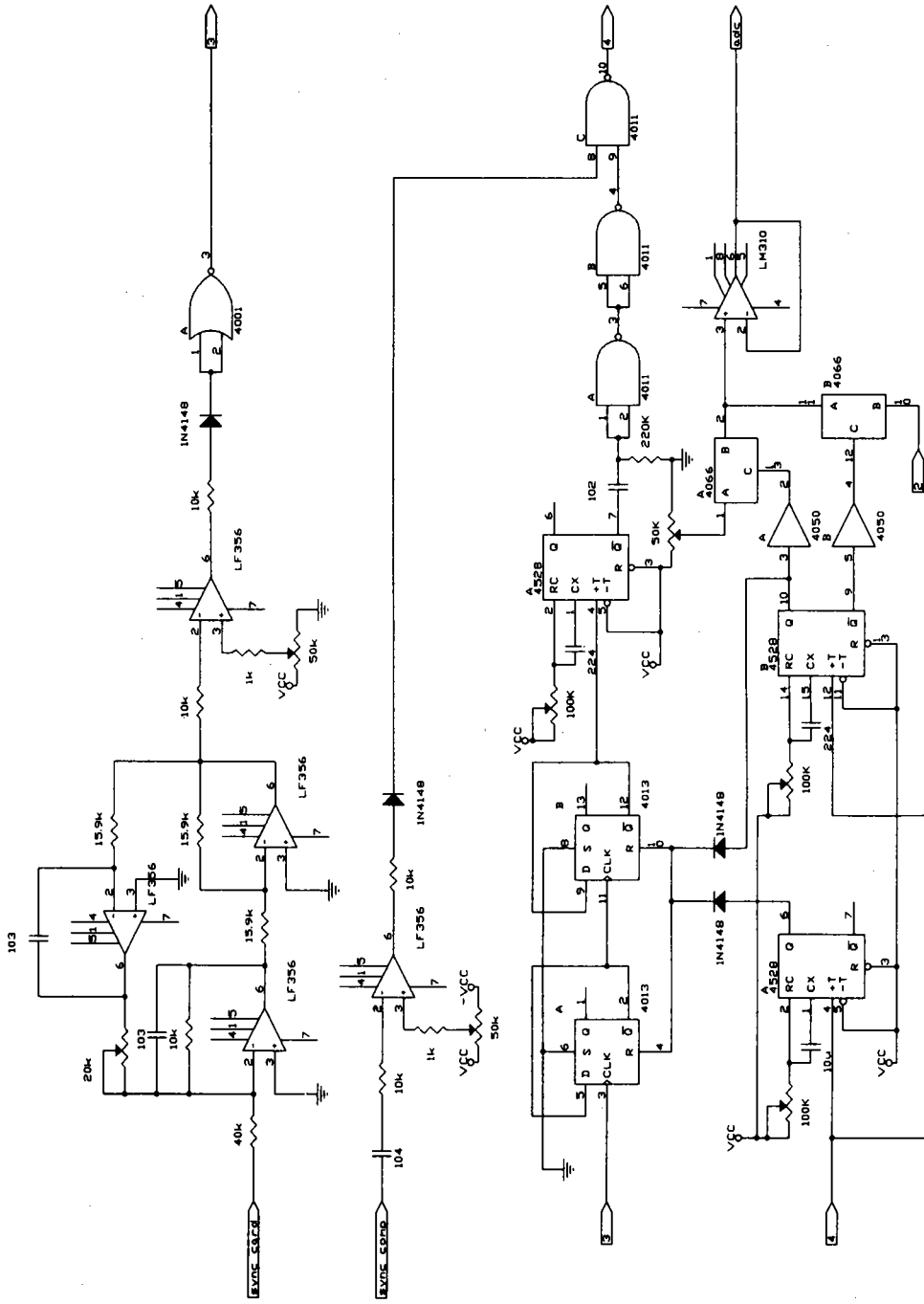
초기의 영상처리시에는 16 Pseudo Color를 사용하였지만, 현재로서는 칼라로 구름사진을 재현하는 것이 큰 의미가 있지 않아서 64 gray level로 표시하였다.

다음은 본 영상처리에 사용된 하드웨어의 기본적인 구성을 나타내고 있다.

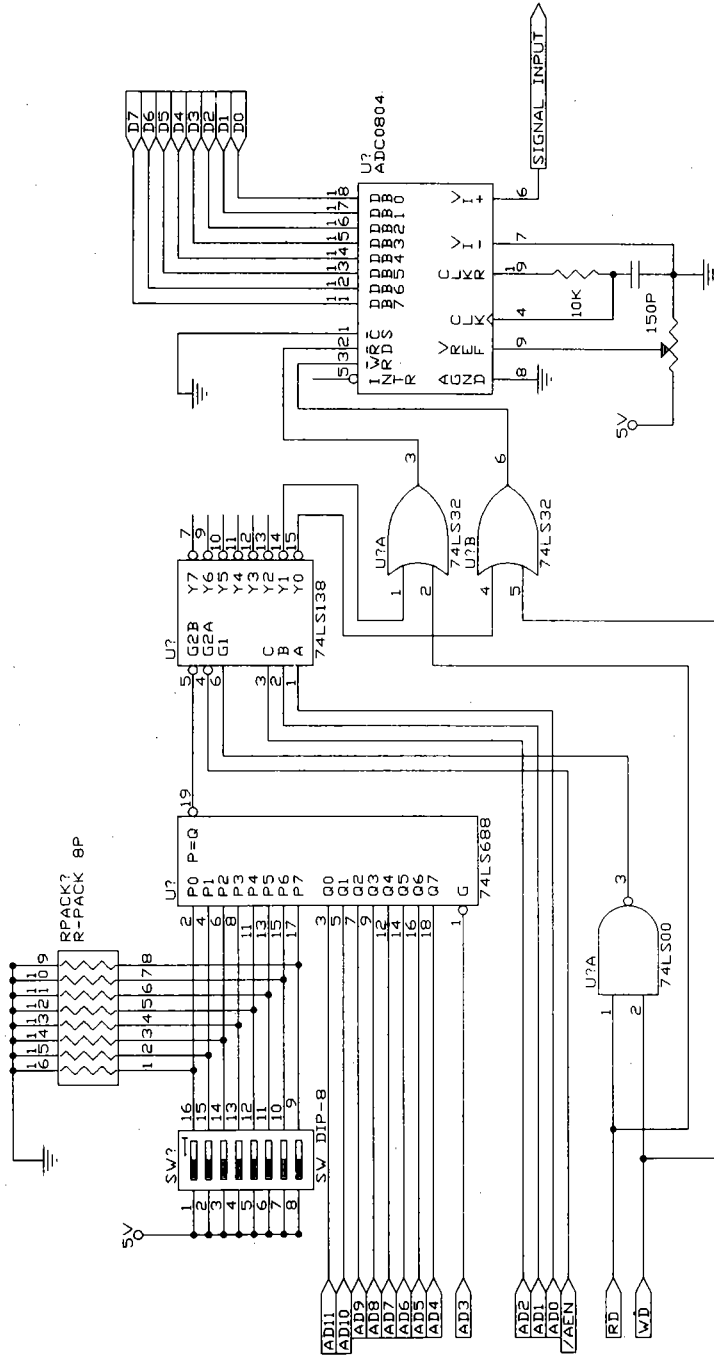
- IBM PC XT/AT, 386
- VGA 그래픽 Card 및 Color monitor(해상도 : 640×480)
- 하드디스크(20 Mbytes 이상)
- Dot printer

그리고 영상처리에 사용된 프로그램은 Turbo-C를 사용하여 작성되었으며, 다음은 본 영상





[그림 7] APT 수신기 회로도(SYNC Detect Card)



(그림 8) APT 수신기 회로도(PC Interface Card)

처리 시스템에서 처리하고 있는 항목들을 나타내고 있다.

- APT 신호의 수신 및 저장
- 수신한 신호의 display기능
- IR band 및 Visible band의 영상처리
- 신호의 Digital Filtering 및 영상처리

#### 4.1 신호수신

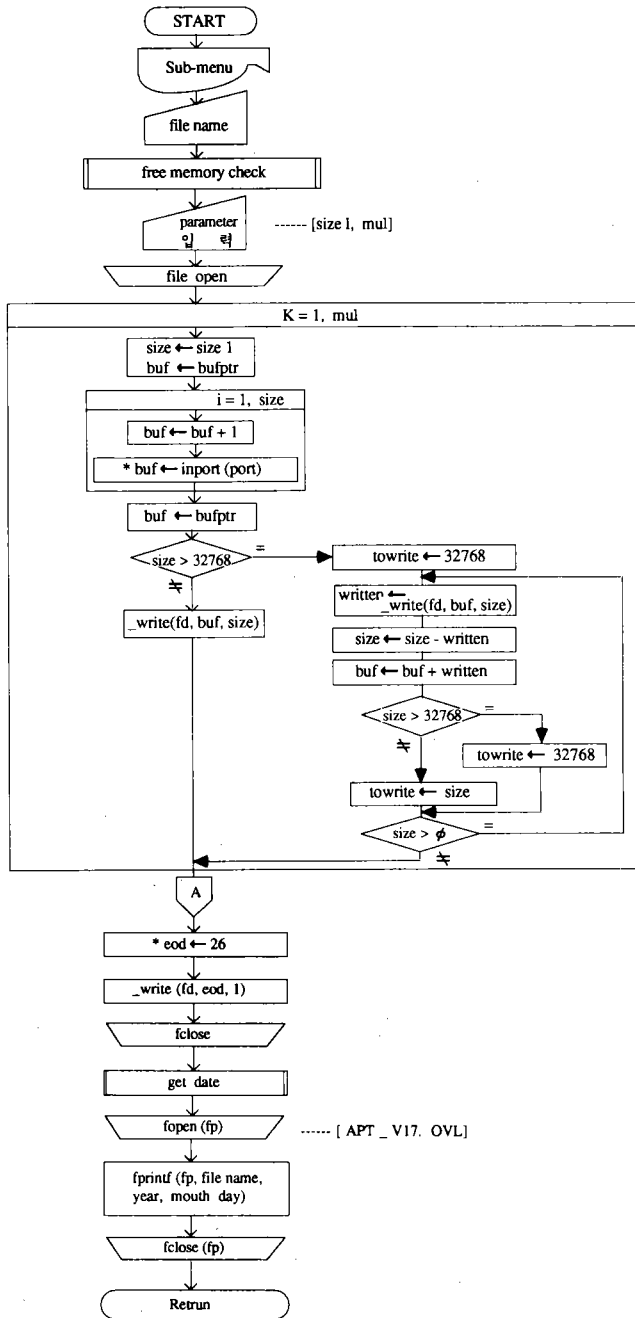
NOAA위성은 극궤도 위성이기 때문에 항상 data를 송신하는 시간이 일정하지 못하고 수시로 변하기 때문에 위성의 궤도를 계산하여 한반도 상공을 통과하는 시간을 알아내야만 한다.

위성이 지평선 위로 떠오르면 이 때부터 신호의 수신이 가능하나 Elevation Angle이 25° 이상 되었을 때부터 신호를 수신하여야만 800~900Kbytes의 data 수신이 한반도를 중심으로 이루어지고, 잡음이 최소화된 영상신호를 얻을 수가 있다. 메인 메뉴상에서 신호 수신 메뉴를 선택하면 [그림 9]와 같은 Parameter 입력 메뉴들이 display되며, 그림의 예와 같이 file name(7자 이내), 1회 처리되는 buffer의 크기(free memory의 크기보다 작아야 하며 보통 450Kbytes를 입력한다), Step 수(그림의 예와 같이 2를 입력하면 450Kbytes×2=900Kbytes의 수신이 가능하다) 등을 입력한 후 신호를 수신하면 된다. A/D변환기를 통하여 입력된 Analog data의 Sampling값은 0~255에 해당하는 ASC II 값으로 바뀌어 위에서 설정한 buffer memory에 저장된 후, buffer가 가득 차게 되면 Hard disk에 저장하게 된다.

<p><b>**[APT Signal Receiving]**</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*. File name : ap042514</li> <li>*. Free memory : 508136bytes</li> <li>*. Allocation memory : 450000</li> <li>*. Step size : 2[Total] 900000bytes</li> <li>*. [Manual-1, Subscription-2] : 1</li> </ul>
<p>[Enter]...Run [Esc]...Exit to menu</p>

[그림 9] APT 신호 수신 메뉴

이 때 수신한 신호의 file name, 수신한 날짜 등의 각종 data는 “APT\_V17.OVL” file에 저장되어 다른 메뉴상에서 공동으로 이용할 수가 있게 되어 있다. [그림 10]은 APT신호수신



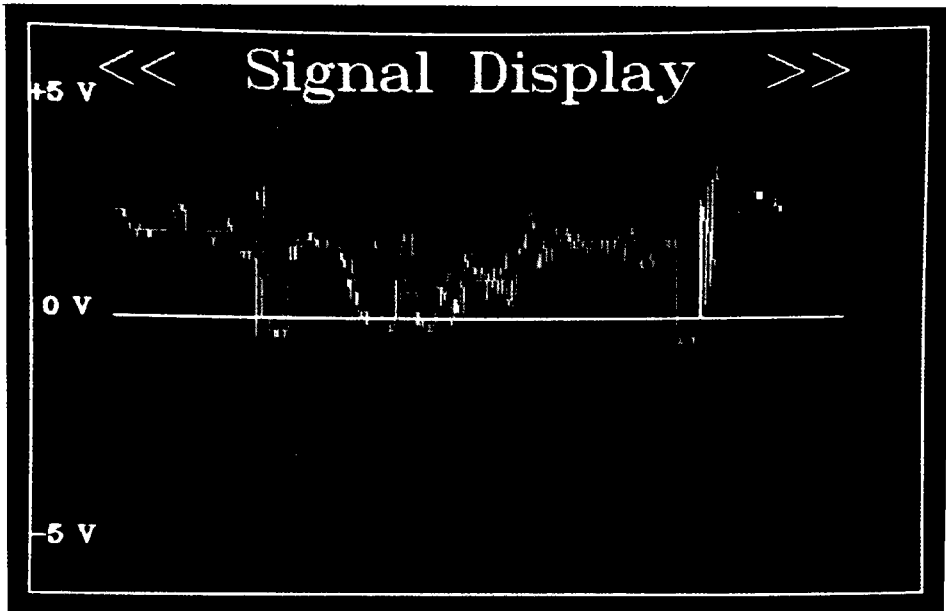
[그림 10] APT 신호수신부의 Flow Chart

Routine의 flow chart를 나타낸다.

#### 4.2 APT 영상처리

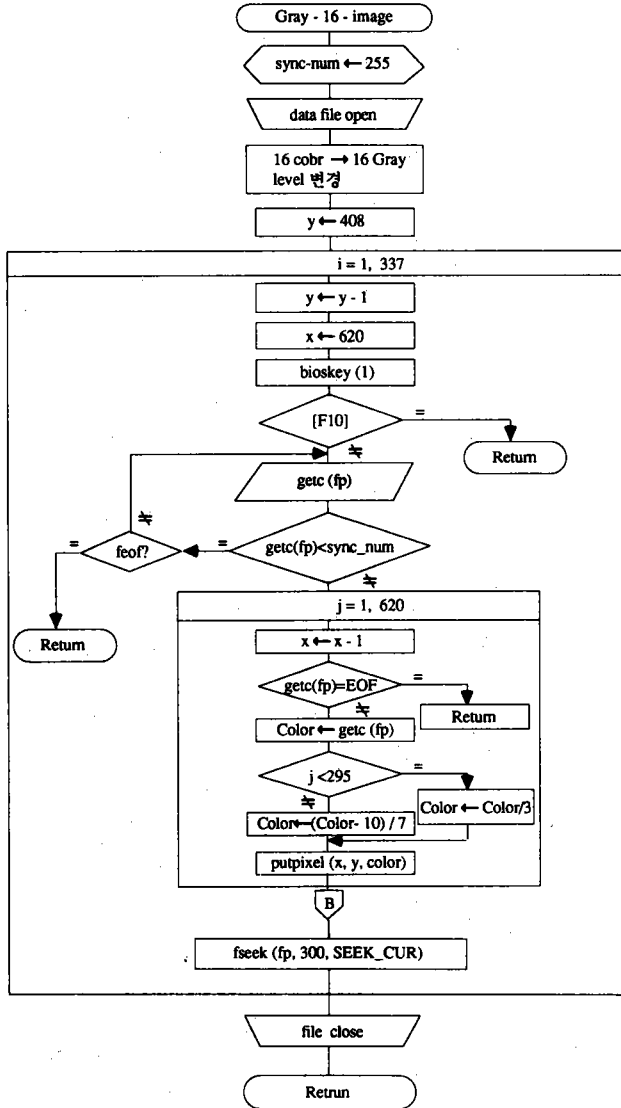
수신된 신호의 data는 Hard Disk에 저장되어 있으므로, 이 data를 읽어내어 적당한 처리를 한 후 display하면 한반도 주변의 구름 영상을 얻을 수가 있다. 각각의 data는 0에서 255에 상당하는 Code값으로 되어 있으며, Gray Level로 변환할 경우 0에 가까울수록 흑색(black)을 가지고, 255로 접근할수록 백색(white)을 가지게 된다. [그림 12]는 APT 영상처리 부분의 Flow Chart를 나타내고 있다.

APT 신호의 송신 Format은 [그림 1]에서 본 것과 같으나 실제로 수신하면서는 동기신호를 검출하여 신호 data상의 입력값을 high voltage로 만들어 주었기 때문에 동기신호는 [그림 11]과 같이 255값을 가지고, 나머지 영상신호는 255 이하의 값을 갖도록 Level을 맞추어 놓았다. 따라서, 영상처리시에는 data를 읽어나가면서 동기신호를 체크하게 된다. 동기신호의 값인 255를 체크한 이후의 data부터 Level을 체크하여 영상을 display하는 과정을 되풀이하게 되면 [그림 13]과 같은 구름사진을 얻을 수가 있다.



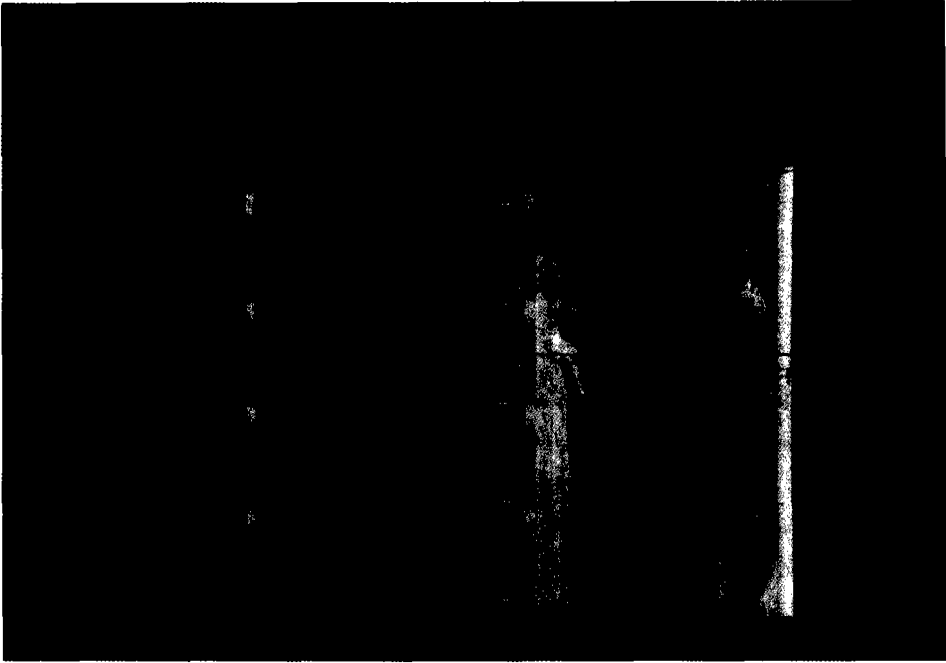
[그림 11] 수신된 APT 영상 신호

[그림 12]에서 보인 Flow Chart는 16 Gray level에 대한 영상처리의 경우를 나타낸 것이며, 64 Gray level에서도 중심적인 처리는 똑같으며, 다른 점은 그래픽 모드의 초기화에 있어서 16 Gray level의 영상처리는 TURBO-C에서 제공하는 기본적인 함수만을 이용하여 처리하였고, 64 Gray level의 경우는 ROM BIOS를 직접 불러내어 그래픽 모드를 사용하기 때문에 64 level로 Pixel은 찍을 수 있으나, 그 외의 TURBO-C 그래픽 함수들은 사용할 수 없다는 단점을 가지고 있다.



[그림 12] APT 영상처리 Flow Chart(16 Gray level)





[그림 13] 영상 처리된 APT 화상 사진

## 제5장 결 론

기상위성은 고공에서 인간의 시각으로는 감지하기 어려운 기상현상이나 대기권 근처에서의 현상, 전리층에서의 현상들을 감지할 수 있는 장비를 가지고 유용한 데이터를 제공하고 있다. 이러한 기상위성에서 보내오는 데이터 중 기상 사진은 그 유용함과 함께 원격탐사와 화상처리의 기술을 익힐 수 있는 연구대상이다. 본 연구에서는 주어진 위성의 전송방식을 가지고 스스로 수신시스템을 설계하여 화상을 얻어내는 전반적인 과정을 수행하는 데 중점을 두었다. 그래서 이론적인 정리나 시스템의 세부에 대한 연구에서 부족한 점이 있었다. 앞으로의 계속적인 연구를 통하여 여러 다른 위성에 대한 자료수집과 시스템 각 부분에 이론적인 접근을 통해 보다 전문적인 원격탐사에 대한 접근이 수행되어야 할 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 과학기술처 특정과제와 상공부 공업기반기술과제, 그리고 과학기술원 인공위성 연구센터 연구비의 지원을 받아 수행하였습니다.

### 참고문헌

- Fleming H. E., 1978, *Principles of Passive Remote Sensing of the Atmosphere and Ocean Surface from Satellites*, Naval Postgraduate School.
- Vonder Haar T. H. and Hillger D. W., 1986, *Lecture Notes on the Applications of Meteorological Satellite Services and Data*, WHO/TO-NO. 152.
- Summers, R. J., and Gotwald, T., 1981, *Teacher's Guide for Building and Operating Weather Satellite Ground Station*, NASA EP-184.