

Computer에 의한 Antenna Controller의 동작

이병선, 강 진, 서갑석

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. 서 론 | 5. 전파 연구소의 HP-1000, HP-9836 |
| 2. Scientific Atlanta의 Model 3842 | Computer에 의한 3842 ACU의 동작 |
| Auto-track Control Unit | |
| 3. Remote Data Access(RDA) | 6. 결 론 |
| 4. IEEE-488 Standard Bus Interface | * 참고문헌 |

1. 서 론

인공 위성을 궤도에 따라 추적하고 신호(signal)를 수신하기 위한 추적 안테나(tracking antenna)는 그것을 움직일 수 있는 controller에 연결되어 있다. Antenna controller는 안테나의 위치(방위각과 고도)에 대한 명령(command)을 안테나의 pedestal에 주어서 안테나가 그 위치에 놓여 있도록 한다.

Controller에 주는 방위각과 고도에 대한 명령은 보통 manual mode에서 손으로 조작하지만 궤도 위성과 같이 그 위치가 계속해서 변하는 경우에는 controller와 computer를 연결(interface)시켜서 컴퓨터에 의해서 계산된 방위각과 고도의 정보를 실시간(real time)으로 controller에 주어 안테나를 움직이게 할 수 있다. 이와 같이 컴퓨터로 안테나를 동작 시키기 위해서는 antenna controller가 알아들을 수 있는 형식(format)으로 data를 전송해 주어야 한다.

여기에서는 전파 연구소의 위성추적 및 신호

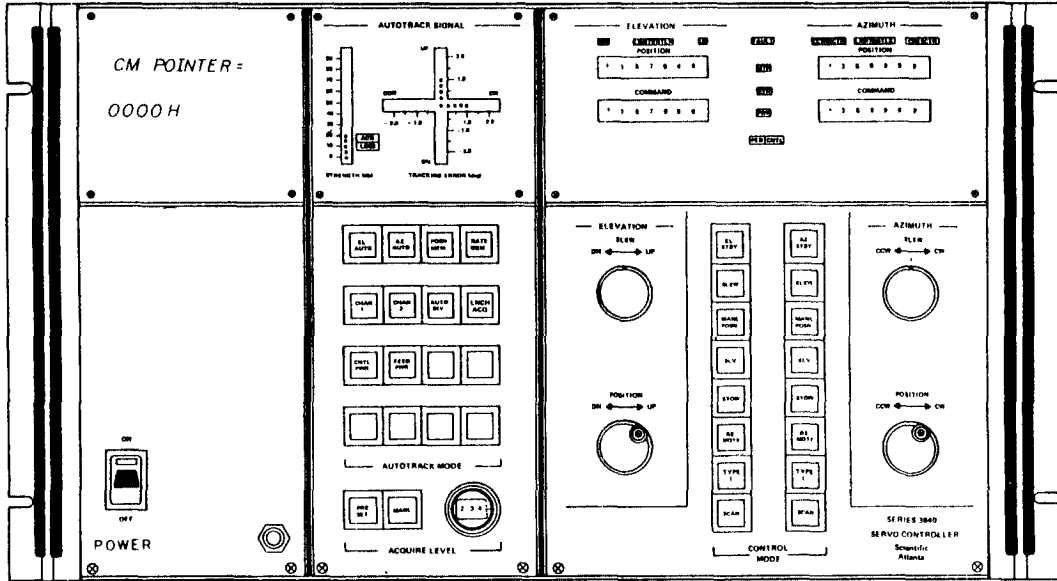
수신 시스템중에서 Scientific Atlanta의 직경 5m의 parabola antenna와 model 3842 Auto-track Control Unit(ACU)를 컴퓨터에 의해 동작시키는 방법에 대해 기술 하겠다. ACU와 computer의 interface는 HP-IB로 하고 사용한 컴퓨터는 HP-1000과 HP-9836이며 각각 FORTRAN과 BASIC 언어를 사용해서 프로그래밍 하였다.

2. Scientific Atlanta의 Model 3842 Auto-track Control Unit.

한개의 새시로 된 model 3842 ACU는 pedestal, antenna 그리고 tracking receiver를 control 하며 그속에는 Intel 8080A microprocessor가 들어 있다. 3842 ACU는 monopulse tracking feed에 있는 tracking modulator에 구동신호(drive signal)를 보내주고 tracking data receiver로 부터 Automatic Gain Control(AGC)과 tracking video를 받으며 manual이나 automatic mode selection에 의

한 control을 제공한다. Single channel monopulse feed에 의한 자동 추적은 수신되는 신호의 레벨(level)이 presetting된 값 이상으로 유지될때 실행되어 진다. 이때에 생기는 추적오차(track- ing error)는 ACU의 앞면(front panel)에 방위

각과 고도에 대해서 각각 ± 2.5 도의 범위로 표시되며 방위각과 고도의 정밀도는 0.001도 이다. Model 3842 ACU의 앞면(front panel)은 그림1과 같다.



(그림1. Model 3842 Auto-tracking Control Unit(앞면))

3. Remote Data Access(RDA)

3842 ACU에는 두가지 형식의 digital interface가 제공되어 있다. Byte-serial RDA interface는 remote computer와 함께 사용할 수 있는 high-speed 8-bit parallel interface이다. RS-232-C interface는 testing을 위해서 terminal에 직접 연결 시키거나 멀리 떨어진 장소에 있는 컴퓨터에 대해서 phone line modem을 통해 연결시키는 low-speed(9600 baud 이하)의 two wire asynchronous interface이다.

3842 ACU의 memory area는 RDA를 통해서 접근할 수 있는데, 이것은 256-byte의 RAM sector로서 common memory라고 불리워 진다.

이 memory area에는 3842 unit를 operating하는데에 쓰여지는 모든 primary data와 status register가 포함되어 있다. 중요한 common memory sector의 내용과 그 address는 다음의 표1에

있다. Data가 있는 memory로의 access는 그 address를 common memory pointer register에 넣어 주면 되는데, 이것은 WRITE ADDRESS operation에 의해 수행되어 진다. 표1에 있는 address 중에서 (*)표시가 있는 부분만이 WRITE DATA operation에 의해서 modify될 수 있는데, 여기에는 mode requests인 AMDRQ로부터 AUTRQ3, remote position 그리고 rate command angle이 포함되어 있다. Common memory의 내용을 read out 하기 위해서는 pointer로 그 address를 지정한 후에 READ DATA operation에 의해서 64 data byte까지 읽어 낼 수 있다.

Byte-serial RDA interface에 의해서 user는 세가지 type의 operation을 할 수 있는데 그것은 WRITE ADDRESS, WRITE DATA 그리고 READ DATA이다. 즉, pointer를 common memory의 address에 위치 시키고 DATA를 써 넣거나 읽을 수 있다. 그런데 common memory의

내용을 modify 하기 위해서 즉, WRITE DATA
를 하기 위해서는 3842 ACU의 front panel의 m-
ode selection이 REMOTE로 되어 있어야 한다.

Address 00H와 01H에 있는 방위각과 고도의
mode에 대한 REMOTE mode selection은 다음
의 표2에 나와 있다.

표1. Model 3842 Common Memory Map chart

Common Memory Address	Data Symbol	Data Description	MSB 7	6	5	4	3	2	1	LSB 0
Mode Request Switches:										
00H	AMDRQ	AZ Mode Req	S ₀₇	S ₀₆	S ₀₅	S ₀₄	S ₀₃	S ₀₂	S ₀₁	S ₀₀
01H	EMDRQ	EL Mode Req	S ₁₇	S ₁₆	S ₁₅	S ₁₄	S ₁₃	S ₁₂	S ₁₁	S ₁₀
02H	AUTRQ1	Autotrack 1 Mode Req	S ₂₇	S ₂₆	S ₂₅	S ₂₄	S ₂₃	S ₂₂	S ₂₁	S ₂₀
03H	AUTRQ2	Autotrack 2 Mode Req	S ₃₇	S ₃₆	S ₃₅	S ₃₄	S ₃₃	S ₃₂	S ₃₁	S ₃₀
04H	AUTRQ3	Autotrack 3 Mode Req	S ₄₇	S ₄₆	-	-	-	-	-	-
Mode Acknowledge Bits:										
05H	AMDAK	AZ Mode ACK	L ₀₇	L ₀₆	L ₀₅	L ₀₄	L ₀₃	L ₀₂	L ₀₁	L ₀₀
06H	EMDAK	EL Mode ACK	L ₁₇	L ₁₆	L ₁₅	L ₁₄	L ₁₃	L ₁₂	L ₁₁	L ₁₀
07H	AUTAK1	Autotrack 1 Mode ACK	L ₂₇	L ₂₆	L ₂₅	L ₂₄	L ₂₃	L ₂₂	L ₂₁	L ₂₀
08H	AUTAK2	Autotrack 2 Mode ACK	L ₃₇	L ₃₆	L ₃₅	L ₃₄	L ₃₃	L ₃₂	L ₃₁	L ₃₀
09H	AUTAK3	Autotrack 3 Mode ACK	L ₄₇	L ₄₆	-	-	-	-	-	-
Pending Mode (Flash) Bits:										
0AH	AMDFL	AZ Mode Flash	F ₀₇	F ₀₆	F ₀₅	F ₀₄	F ₀₃	F ₀₂	F ₀₁	F ₀₀
0BH	EMDFL	EL Mode Flash	F ₁₇	F ₁₆	F ₁₅	F ₁₄	F ₁₃	F ₁₂	F ₁₁	F ₁₀
0CH	AUTFL1	Autotrack 1 Mode Flash	F ₂₇	F ₂₆	F ₂₅	F ₂₄	F ₂₃	F ₂₂	F ₂₁	F ₂₀
0DH	AUTFL2	Autotrack 2 Mode Flash	F ₃₇	F ₃₆	F ₃₅	F ₃₄	F ₃₃	F ₃₂	F ₃₁	F ₃₀
0EH	AUTFL3	Autotrack 3 Mode Flash	F ₄₇	F ₄₆	-	-	-	-	-	-
Axis Position Data, Bin:										
0FH	APOSLL	AZ Position Bin LLSB	360°/	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
10H	APOSLL	LSB	See Note 3	2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
11H	APOSLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
12H	EPOSLL	EL Position Bin LLSB		2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
13H	EPOSLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
14H	EPOSLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
Axis Position Data, BCD:										
15H	ABCDLL	AZ Position BCD LLSB		.08	.04	.02	.01	.008	.004	.002
16H	ABCDLL	LSB		8	4	2	1	.8	.4	.2
17H	ABCDLL	MSB		-/+	200	100	80	40	20	10
18H	EBCDLL	EL Position BCD LLSB		.08	.04	.02	.01	.008	.004	.002
19H	EBCDLL	LSB		8	4	2	1	.8	.4	.2
1AH	EBCDLL	MSB		-/+	200	100	80	40	20	10
Current Axis CMD Angles:										
1BH	ACMDLL	AZ Command Bin LLSB	360°/	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
1CH	ACMDLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
1DH	ACMDLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
1EH	ECMDLL	EL Command Bin LLSB		2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
1FH	ECMDLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
20H	ECMDLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
Slave Command Angles:										
21H	ASLVLL	AZ SLV CMD Bin LLSB	360°/	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
22H	ASLVLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
23H	ASLVLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
24H	ESLVLL	EL SLV CMD Bin LLSB		2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
25H	ESLVLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
26H	ESLVLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
Remote Position Commands:										
60H	AREHLL	Az Rem Position Bin LLSB	360°/	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
61H	AREHLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
62H	AREHLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
63H	EREHLL	El Rem Position Bin LLSB		2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
64H	EREHLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
65H	EREHLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
Remote Rate Commands:										
66H	AROTLL	Az Rem Rate Cmd LLSB	360°/sec SEE NOTE 4	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
67H	AROTLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
68H	AROTLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
69H	EROTLL	El Rem Rate Cmd LLSB		2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁹	2 ²⁰	2 ²¹	2 ²²	2 ²³
6AH	EROTLL	LSB		2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵
6BH	EROTLL	MSB		2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷
Keyboard Control Registers:										
6CH	KYCNT	Front Panel Key Counter								
6DH	KEY	Front Panel Keycode Buffer								

표2. Remote Mode Selection.

Mode of Operation	BIT Identification								Hexadecimal Code
	7	6	5	4	3	2	1	0	
STANDBY*	0	0	0	0	0	0	0	1	01H
SLEW*	0	0	0	0	0	0	1	0	02H
POSITION*	0	0	0	0	0	1	0	0	04H
SLAVE*	0	0	0	0	1	0	0	0	08H
STOW*	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
REMOTE	0	0	1	0	0	0	0	0	20H
TYPE I	0	1	0	0	0	0	0	0	40H
SECTOR SCAN	1	0	0	0	0	0	0	0	80H

* Indicates Primary Mode.

위의 표2에 나와 있는 각 mode에 대한 operation을 예를 들어서 설명하면 다음과 같다.

먼저, 방위각과 고도의 각 mode를 stand-by 상태로 놓기 위해서는 'P00W0101'해 주면 되는데, pointer로 방위각 mode의 address인 00번지를 지적하고 WRITE command인 W로 00번지 '01'을 그리고 그다음 번지인 01번지에 '01'을 써준 것이다.

또한, 각 mode를 Remote-Standby로 놓기 위해서는 'P00W2121'을 써 넣는데 이는 Remote인 '20H'와 standby인 '01H' 더해준 값이다. 같은 방법으로 Remote-Position 하기 위해서는 'P00W2424'라고 써 주면 된다.

4. IEEE-488 Standard Bus Interface

IEEE-488 bus interface board는 3842ACU를 IEEE-488 standard bus를 통해서 원격 조정할 수 있게 해준다. Bus address selection은 on-board DIP switch를 가지고 setting 해 주는데 이 address는 interface할 computer의 I/O table이나 device table을 참고해서 맞추어 주어야 한다. Switch section의 A1에서 A5까지가 unit의 bus address를 결정하는데 사용된다.

A1에서 A5까지의 switch는 0에서 30(decimal)까지의 address를 만들어 낼 수 있다. 예를 들

어 address23=10111은 A4를 ON position에 나머지 A1, A2, A3, A5를 OFF position에 놓는다.

3842 IEEE interface를 통한 모든 transaction은 ASCII-encoded hexadecimal format를 사용한다. 각 DATA byte는 two ASCII-encoded hexadecimal(A-H) character로 전송된다.

3842 serial interface가 인식할 수 있는 ASCII character는 다음과 같다.

—Hexadecimal Numerics:

0,1,2,3,4,5,6,7,8, 9, A,B,C,D,E,F,

—Alphabetic Command Characters:

P, R, W

—Control Characters:

(ENQ)='ENQUIRE'=RESET command character

(CR)='CARRIAGE RETURN'=command terminator initiates execution

—Optional Characters:

H=Hexadecimal specifiers

(SP)='SPACE'

(.)='COMMA'

(LF)='LINEFEED'

(NUL)='NULL'

Model 3842 ACU의 common memory를 읽거나 바꾸기 위해서 사용되는 명령어 'P', 'R' 그리고 'W'에 대해서 알아보자.

Pointer command는 3842 common memory address pointer register에 새로운 hexadecimal quantity를 지정해 준다. 이 address는 적어도 2개의 A-H numeral로 되어 있다.

FORMAT:(P) (ADDRESS) (CR)

Write command는 3842 common memory에 현재 pointer가 가리키고 있는 address로 부터 새로운 data를 각각 채워 나간다.

여기에서 각 address에는 두 A-H numeral이 채워 진다. Command buffer에 최고 120byte까지 채워질 수 있다.

FORMAT:(W) (DATA).....(DATA) (CR)

Read command는 현재의 pointer 위치에서 15byte까지의 common memory의 data를 읽어 낼 수 있다. Count operand는 single A-H numeral로 1-F까지 이다.

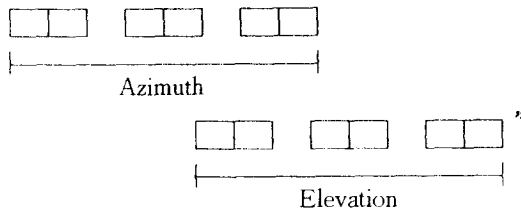
FORMAT : (R) (COUNT) (CR)

5. 전파 연구소의 HP-1000, HP-9836 computer에 의한 3842 ACU의 동작

전파 연구소에 있는 HP-1000 computer system의 I/O table에 의해서 Logical Unit(LU) number 43과 그에 해당하는 address 13을 가지고 IEEE-488 bus DIP switch를 조정했다. 이렇게 해서 HP-1000 system에서는 LU 43으로 3842 ACU에 접근하고 HP-9836에서는 address 13으로 접근한다.

HP-1000 computer system에 의해서 계산된 위성의 방위각(azimuth)과 고도(elevation)를 3842 ACU에 실시간(real time)으로 보내는 방법은 다음과 같다.

```
WRITE(43,*)'ENQ' !ENQUIRE
WRITE(43,*)'P00W2020'!REMOTE STAND BY
WRITE(43,*)'P00W2424'!REMOTE POSITION
IF(program에서의 시각과 실제의 시각 비교)
WRITE(43,*)'P60W'
```



방위각과 고도는 각각 3byte 씩으로 표시되며 이것은 표1의 address 60-65에 나와 있다. Address 60번지는 방위각의 LLSB, 61번지는 LSB,

62번지는 MSB인데 각각 계산된 방위각을 그 번지의 뒷부분에 나와 있는 $360^\circ / (2^7 - 2^0)$, $360^\circ / (2^6 - 2^0)$, $360^\circ / (2^5 - 2^0)$ 으로 빼주어서 나온 값들(decimal)을 각각 16진수(hexadecimal)로 고쳐서 환개의 address에 1byte씩 써넣어준다. 예를 들어 360° 는 LLSB, LSB 그리고 MSB의 십진수 값이 255씩이 되고 이것은 16진수로 고치면 각각 FF, FF, FF가 된다. 그래서 방위각의 값을 360° 로 하기 위해서는 'P60WFFFFFF'로 3842 ACU에 보내 주어야 한다. 고도의 경우도 address 63, 64, 65에 같은 방법으로 표시할 수 있다.

HP-9836 컴퓨터에서는 BASIC 명령어들(OUTPUT, ENTER)을 사용해서 3842 ACU를 움직인다.

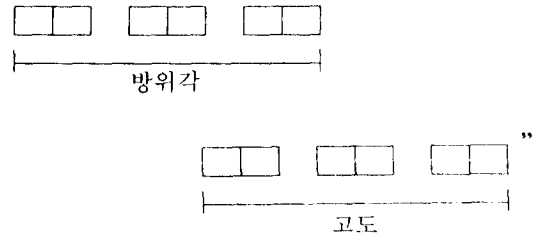
OUTPUT 713;"ENQ"

OUTPUT 713;"P00W2020"

OUTPUT 713;"P00W2424"

IF(program에서의 시각과 실제의 시각 비교)

OUTPUT 713;"P60W"



3842 ACU의 common memory를 읽어 낼 때에는 pointer가 위치한 address로 부터 몇 byte를 읽어 낼 것인가를 결정해서 'P(address)R(byte수)'의 형식으로 WRITE 해준 뒤에 3842 ACU로 부터 나오는 DATA를 임의의 변수 명으로 읽어 들이면 된다. 3842 ACU에 표시되는 방위각과 고도는 common memory의 OF-14번지 또는 15-1A에 기록되어 지는데, OF-14번지에서는 16진수의 형태로, 15-1A번지에서는 십진수의 형태로 나타난다.

HP-1000컴퓨터 시스템으로 3842 ACU의 방위각과 고도를 읽어 들이는 방법은 다음과 같다.

```
WRITE(43,*)'P15R6' !address 15, 6byte  
READ(43,1)AZIMELEV !character name  
FORMAT(A20)
```

HP-9836 computer에서는 ENTER 명령을 사용하여 다음과 같이 읽어 들인다.

```
OUTPUT 713 : 'POFR6' !address15, 6byte  
OUTPUT 713 : AZIMELEV$ !string variable
```

이와 같은 방법으로 각 address에 있는 방위각과 고도에 대한 정보를 읽은 후에는 그 address의 표현방식에 따라 OF-14번지의 정보는 16진수의 형태를 십진수로 바꾸어 주고 LLSB, LSB, MSB를 조합해서 방위각과 고도를 표시하고, 15-1A 번지의 정보는 십진수로된 LLSB, LSB, MSB를 배열하고 소숫점을 첨가해서 방위각과 고도를 만들어 낸다.

6. 결 론

지금까지 전파 연구소의 위성추적 및 신호수신 시스템 중에서 ScientificAtlanta의 직경 5m인 parabola antenna와 model 3842 Auto-track Control Unit(ACU)를 HP-1000 또는 HP-9836 computer로 동작시키는 일련의 방법등에 대해서 기술

하였다. 현재 컴퓨터로 궤도 위성의 방위각과 고도를 계산 하면서 그것을 ACU에 실시간(real time)으로 보내어 주는 프로그램 추적방식은 0.5초 단위로 실행시킬 수 있으며 궤도를 미리 계산해서 file로 만들어 놓은 다음에 그것을 읽어서 실시간 실행시키는 것은 0.2초 단위까지 가능하다. 전체적인 위성추적 및 신호수신 시스템의 controller로서 컴퓨터는 local oscillator를 비롯한 다른 기기들을 동작시킬 수 있도록 해야 하고 program scheduling등을 통해서 원활한 시스템 운영을 할 수 있도록 hard ware와 soft ware적으로 보완 되어야 하겠다.

참고문헌

- Hewlett-Packard, 1985, HP-1000 FORTRAN 77(Hewlett Packard:Cupertino)
Pollack, S.V., 1983, Structured FORTRAN 77 Programming(Boyd & Fraser:Boston)
Scientific Atlanta, 1985, Technical Manual model 3842 AUTOTRACK CONTROLLER (Scientific Atlanta:Atlanta)