

## PLCC를 이용한 航海情報 表示 裝置의 開發에 관한 研究

신지훈\*, 유영호\*\*

### (A Study on the Development of Information Display Equipment for Ship's Navigation using Power Line Carrier Communication)

*Jihun Shin\**, *Yungho Yu\*\**

#### Abstract

In this paper, we describe the design and implementation for information display equipment of ship's navigation using the PLCC(Power Line Carrier Communication). In order to display various kinds of data such as latitude, longitude, time, speed and course of ship at various kinds of place such as wheel house, chart room, radio room, cabin and engine room with GPS(Global Positioning System), authors have developed master and slave system using Intel 80c196KC embedded microprocessor. We analyze NMEA-0183 protocol to use GPS data. To reduce the cost of data line installation we use PLC in this system. PLC technology use DC power line for data communication with modulation and demodulation FSK(Frequency Shift Keying) of PCM(Pulse Coded Modulation) baseband signals. Received signals at the power connection are demodulated by PLL(Phase Locked Loop) demodulation. These results can be applied to present and newly built ships with reliable data communication.

#### 1. 서론

최근 선박의 항해 시스템은 다양한 정보를 효율적으로 관리하고, 적절히 운용될 수 있도록 다른 항해 장비와의 상호 통신을 기본으로 하고 있다. 각종의 데이터를 상호 교환하는 방법 중 가장 많이 사용되고 있는 것이 NMEA (National Marine Electronics Association) - 0183 포맷이다. 이 데이터 포맷에는 선박의 위치, 그리니치 천문대를 기준으로 하는 세계 표준 날짜 및 시간, 속도, 진북을 기준으로 하는 heading(Heading), 웨이포인트(Waypoint) 대한 베어링(Bearing) 등을 포함하고 있다.

\* 한국해양대학교 해사산업대학원

\*\* 한국해양대학교 자동화 정보공학부 조교수

본 연구에서는 GPS(Global Positioning System)에서 NMEA-0183 신호를 받아 필요로 하는 데이터를 표시하고 전력선 반송 통신을 이용하여 해도실, 통신실, 기관실, 각 선실에 위도, 경도, 시간, 선박의 속도 및 코스 등의 자료를 표시할 수 있는 시스템을 개발한다. 다만 전력선을 이용한 데이터 전송 시 많은 선박내 잡음(엔진, 통신 장비, 각종 전기 장치의 스위치 조작) 및 부하에 의한 선로 임피던스 레벨의 특성 변화 등도 잡음으로 작용할 수 있지만, 전력선 반송 통신을 이용하면 이러한 잡음을 완전히 제거하고 신뢰성 있는 통신을 구현하는 시스템을 개발할 수 있다. 전력선을 이용하여 통신을 수행할 경우 시스템 설치 비용의 절감은 물론 통신 선로의 잘못으로 인한 시스템의 신뢰성 저하를 방지할 수 있으므로 많은 이점을 예상할 수 있다.

## 2. 전력선 반송 통신(PLCC)을 이용한 데이터 전송

전원선에 통신 신호를 포함시켜 전송하는 방식이 전력선 반송 통신이다. CPU에서 전송되는 데이터는 '0'과 '1'로 연속되는 신호로서 구형파 주기 함수 정의식에 대입시켜 표현하면 다음과 같다.

$$E(t) = \frac{\tau A}{T} \sum_{n=0}^{\infty} \sin(n \omega_0 \tau / 2) e^{jn \omega_0 t} \quad \text{-----} \quad (2.1)$$

단  $A$ 는 크기,  $\tau$ 는 펄스폭,  $T$ 는 주기,  $\omega_0$ 는 기본 주파수

구형파 주기 함수의 이산 정도는 펄스 데이터 비트  $\tau$ 에 의해 정해지게 된다. 시리얼 신호의 주파수 분포는 프레임 구성 비트의 값에 의해 결정된다. 그림 2.1은 데이터가 4CH(01001100B)일 때 마크(Mark)를 144KHz로 변조시킨 파형이다. 수신부는 입력 신호의 위상차를 검출하고 검출 신호를 직류 신호로 복조한다. 이를 위해 연산 증폭기를 거쳐 동작 중심 주파수 및 대역폭의 설정이 용이하고, 높은 주파수 안정도의 대역 통과 여파기 특성을 지니고 있는 PLL(Phase Locked Loop)을 본 시스템에

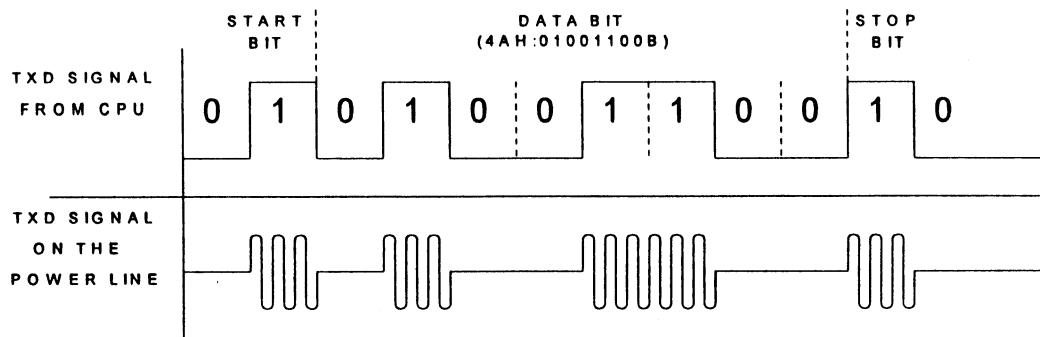


그림 2.1 전력선 전송시 마크와 스페이스

Figure 2.1 Mark & space of power line carrier communication

이용하였다. 또한 노이즈를 효율적으로 차단하기 위해 로직 게이트를 사용하였다. 전단에 연산 증폭기를 사용한 이유는 임피던스의 변화에 따른 선로 변화를 최소화하고 안정된 고주파 필터링이 가능하도록 하기 위해 통과 대역이 비교적 넓고 동작 특성이 뛰어난 연산 증폭기를 사용했다. 선로에 직접 연결되는 트랜스의 경우에는 고주파 펄스 트랜스를 사용하였는데 주파수 통과 대역이 약 1KHz ~ 500KHz 정도의 것을 사용하였다.

### 3. PLCC를 이용한 항해정보 표시장치

#### 3.1 시스템의 구성

본 연구에서는 Intel Embedded Microprocessor i80196KC를 이용하여 시스템을 제작하였다. GPS에서 수신된 각종 항해 정보를 마스터 표시 장치에 입력시키고 1차 처리된 데이터를 슬레이브 표시 장치에 전송한다. 슬레이브 표시 장치는 마스터에서 가공된 데이터를 이용하여 필요한 정보를 표시한다. 전력선 반송 통신을 이용하여 전원선만으로 각종 정보를 교환한다. 그림 3.1은 전체 시스템의 구성도이다.

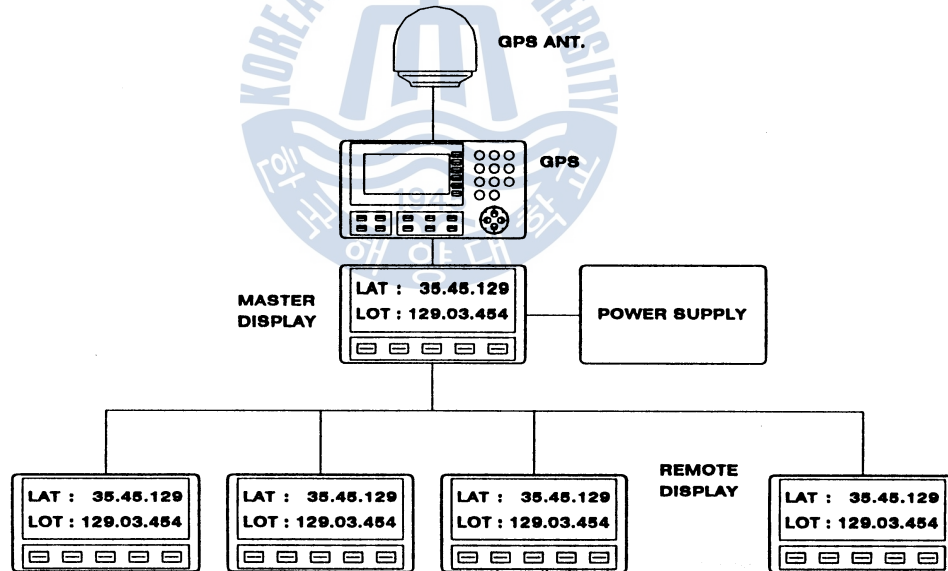


그림 3.1 전체 시스템 구성도

Figure 3.1 Schematic diagram of system

#### 3.2 시스템의 하드웨어 구성

##### 3.2.1 MPU 보드의 구성

인텔사의 i80c196KC 프로세서는 CHMOS형으로 고성능의 16비트 마이크로 컨트롤러로 저전력형이며, 기존의 MCS-96계열들 보다 두배의 메모리를 갖고 있고 동작 속도 면에서 30%이상 향상되었다. 또한 타이머와 다양한 I/O를 내장하고 있다.

개발된 본 시스템의 마스터와 슬레이브의 H/W는 동일하며, 스택의 영역은 0000H~7FFFH까지 32k byte를 마이크로 컨트롤러의 레지스터 파일과 ROM 영역으로, 8000H~FFFFH까지 32kbyte를 RAM 영역으로 사용한다. 나머지 필요한 입출력 장치는 80196KC에 내장된 입출력 포트를 사용하였다. 표시 장치는 CPU의 포트 1을 VFD(Visible Fluorescent Device)에 이용하였으며, 이를 제어하기 위하여 CPU 포트1를 이용하였다. 그림 3.2는 마스터 표시 장치의 블록도이며, 사진 3.1은 제작된 보드이고 사진 3.2는 마스터 표시 장치의 VFD 표시 장치이다.

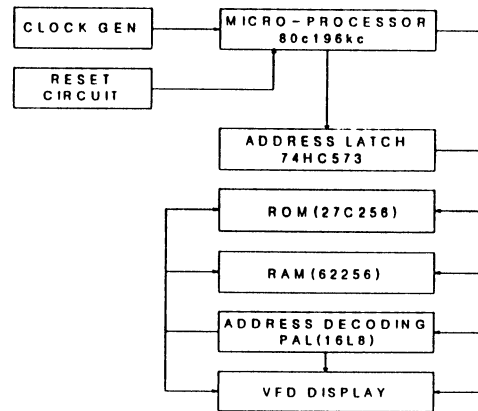


그림 3.2 마이크로 프로세서 블록도  
Figure 3.2 Block diagram of micro-processor

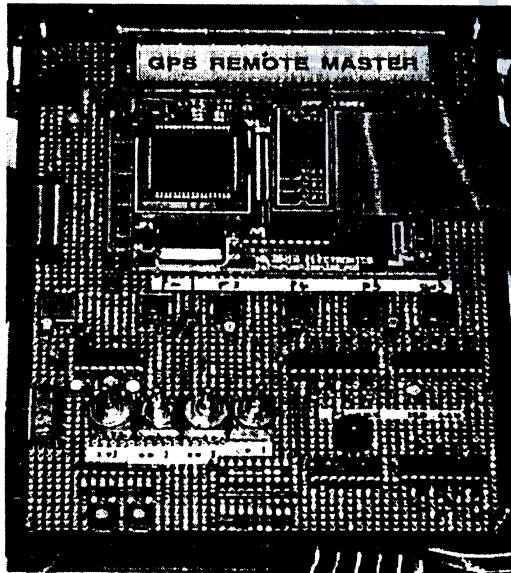


사진 3.1 마이크로 프로세서 보드  
Photo 3.1 MPU(microprocessor unit) board



사진 3.2 VFD 표시 장치  
Photo 3.2 VFD display device

### 3.2.2 모뎀 보드의 구성

그림 3.3은 모뎀 보드의 블록도이고, 사진 3.3은 제작된 모뎀 보드이다. 회로도 3.1은 송신부는 모뎀 보드의 회로도이다. PCM 형의 시리얼 신호를 각각 다른 주파수로 변조시키는 FSK(Frequency Shift

Keying) 변조 방식을 이용하여 송신하고, 수신측에서는 입력 신호의 위상차를 검출하여 직류 신호로 변환한다. 이를 위해 동작 중심 주파수 설정이 용이하고 높은 주파수 안정도를 가지는 MC14046 C-MOS IC PLL(Phase Locked Loop)로 복조한다. 노이즈를 효과적으로 필터링하기 위해 1.8432MHz 크리스탈을 MC14040 C-MOS IC를 이용하여 분주하고, 마크시 144KHz 스페이스시 0Hz가 발생하도록 구성하였다. CPU의 시리얼 데이터 전송 속도는 GPS와 동일한 4800BPS로 통신한다.

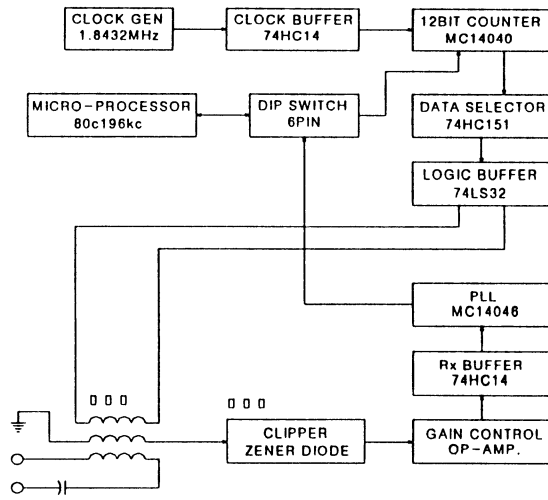


그림 3.3 송수신 모뎀부의 블럭도  
Figure 3.3 Block diagram of modem unit

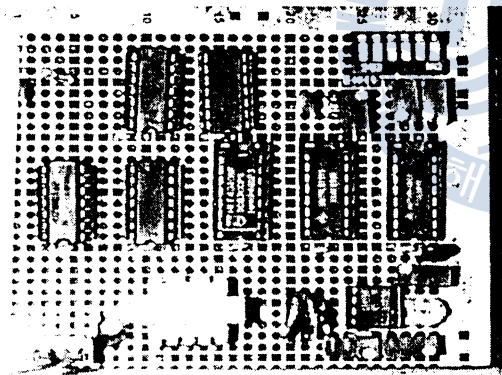
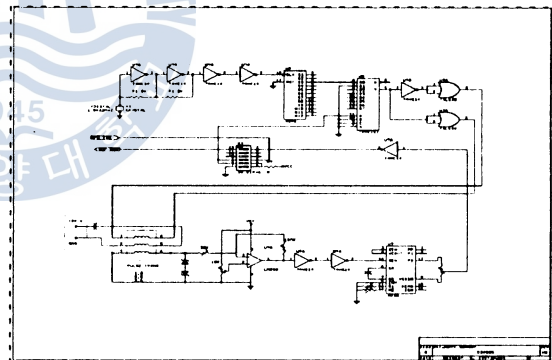


사진 3.3 모뎀 보드  
Photo 3.3 Modem board



회로도 3.1 송수신 모뎀부  
Circuit 3.1 Tx & Rx unit of modem part

### 3.2 시스템의 소프트웨어 구성

그림 3.4에 시스템의 소프트웨어 순서도를 나타내었다. 마스터와 슬레이브 표시 장치의 프로그램은 동작 속도를 향상시키기 위하여 모두 i96 어셈블러로 제작하였다. 초기에 시스템 로고가 출력되면서 초기화를 실시한다.

이후 마스터에서는 GPS의 출력을 확인하여 스택에 보관한다. 어드레스 8600번지부터 데이터를 적재하기 시작하여 9FFF번지까지 적재한다. 그 데이터 중 일부를 처리하여 VFD에 출력한 뒤 슬레이브로 송신한다. 이때 송신하는 데이터는 i80c196KC의 모드2와 3을 이용하여 마스터 표시 장치와 슬레이브 표시 장치간의 다중 통신을 행하고, 고유 ID(개별 인식 문자)를 함께 송신하여 슬레이브와 RS-485

멀티드롭(Multi-Drop)을 수행한다. 슬레이브는 표시 장치는 ID를 인식하여 마스터와 정보를 교환함으로써 슬레이브 표시 장치의 수에 제한 받지 않도록 하였다.

GPS에서 수신되는 정보의 종류는 표 3.2와 같다. 이 정보 중 GLL, GSS, VHW, VTG, ZDA를 마스터 표시 장치의 VFD에 표시하고 슬레이브 표시 장치에 전송한다. 본 시스템의 전송에 필요한 데이터는 GPS에서 출력되는 데이터와 동일한 NMEA-0183 통신 방식으로 전송되는데 통신 방식은 표 3.1와 같다. 이러한 통신 방식을 정확히 맞추기 위해, CPU에 메인 클럭을 12MHz로 입력하고 보오 레이트를 high 80H, low 9BH로 하였다.

표 3.2에 GPS의 출력 데이터를 나타내었으며, 표 3.1은 그중 GLL의 데이터 포맷이다.

GPS 데이터 포맷 중 GLL의 값을 예로 들면 다음과 같다.

예) \$GPGLL,3615.83,N,13006.52,E,000000,A\*23,<CR><LF>

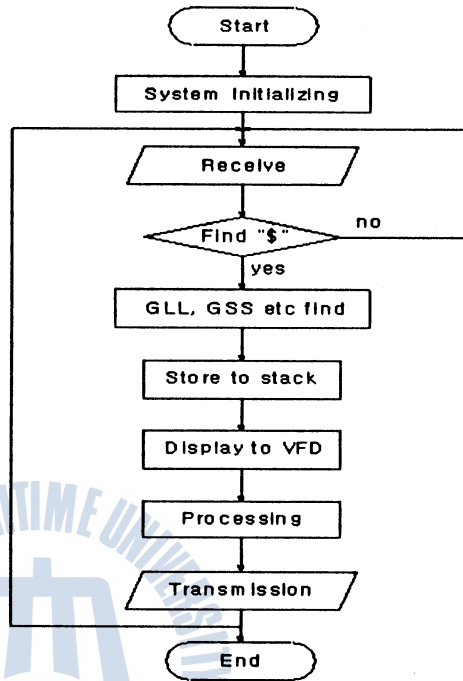


그림 3.4 메인 시스템 소프트웨어 흐름도

Figure 3.4 Flow chart for soft ware of main system

Data Field	Description
1	Latitude in Degrees, Minutes, and Decimal Minutes
2	N=North, S=South Latitude
3	Longitude in Degrees, Minutes, and Decimal Minutes
4	E=East, W=West Longitude
5	UTC of Position Fix
6	Status: A=Valid Data, V=Invalid Data

표 3.1 GLL의 데이터 형태  
Table 3.1 Data format of GLL



PLCC를 이용한 航海情報 表示 裝置의 開發에 관한 研究

APA	Autopilot Format A	IOM	Present I/O Mode
APB	Autopilot Format B	VDR	Set and Drift
BOD	Bearing to Destination Waypoint from Origin Waypoint	VHW	Heading and Water Speed
BWC	Bearing and Distance to Destination - Great Circle	VTG	Actual Track and Ground Speed
BWR	Bearing and Distance to Destination - Rhumb Line	VTI	Intended Track, SMG and DMG
DCN	Decca Navigation Status	WCV	Waypoint Closure Velocity
GGA	GPS Position	WPL	Waypoint Location
GLL	Latitude and Longitude	XTE	Cross-track Error
GSS	GPS Position Status	ZDA	Present Time and Date(UTC)
GXP	Present Position	ZLZ	UTC and Arrival at Waypoint
HSC	Heading-to-Steer Command	ZTA	Estimate of Arrival at Waypoint
HVD	Magnetic Variation-Derived	ZTG	Time to Go to Destination
HVM	Magnetic Variation-Manually Set		

표 3.2 NMEA-0183 문장 형식  
Table 3.2 Form of NMEA-0183

Baud Rate	4800
Data Bits	8(d7=0)
Parity	None(Disabled)
Stop Bits	1(or more)

표 3.3 NMEA-0183 통신 방식  
Table 3.3 Communication method of NMEA-0183

이때 \$ 문자는 데이터의 첫 번째 프레임의 시작을 알리는 문자이며, GP의 경우는 GPS의 약자로 수신 장치를 나타내는 문자이다. 로란씨(Loran-C)의 경우에는 LC로 표시된다. 한 프레임의 끝에서는 반드시 CR(Carrige Return), LF(Line Feed)가 포함되어 송신된다.

Table 3.3의 GPS의 데이터 중 실제의 형태를 보면 다음과 같다.

\$GPGLL,3615.83,N,13006.52,E,000000,A*23	: 위도, 경도 정보의
\$GPGSS,,,,,,*7C	: 위도, 경도 정보의
\$GPVHW,038,T,044,M,17.50,N,32.41,K*4E	: 진북에 대한 Heading, Water Speed
\$GPVTG,038,T,044,M,17.5,N,32.4,K*43	: 실제 Heading, Ground Speed
\$GPZDA,150000,06,01,1987,-009,-0540*73	: 세계 표준시

표 3.4 시스템에 적용된 포맷  
Table 3.4 Applied format in the system

## 4. 시스템의 동작 및 실험

### 4.1 GPS 시뮬레이터

본 연구에서 제작된 시스템이 한 위치에 고정되어 있을 경우에는 GPS로부터 일정한 데이터만이 계속하여 수신되므로 개발된 표시 장치가 원활하게 동작하고 있는지를 판단하기가 어렵다. 따라서 위치가 이동되는 GPS의 정보를 얻기 위하여, GPS와 컴퓨터를 차량에 탑재하여 이동하는 GPS의 정보를 컴퓨터에 기록하였다. GPS와 동일한 조건으로 데이터를 송신할 수 있는 GPS 시뮬레이터를 제작하고 컴퓨터에 기록된 데이터를 시뮬레이터의 ROM에 적재하였다.

GPS 시뮬레이터와 개발된 표시 장치를 연결하여 GPS 정보가 마스터 표시 장치와 슬레이브 표시 장치에 원활하게 표시되는 것을 확인하였다.

그림 4.1은 제작된 시뮬레이터 보드의 블록도이고, 회로도 4.1을 시뮬레이터 보드의 회로도이며, 사진 4.1은 제작된 시뮬레이터 보드의 사진이다.

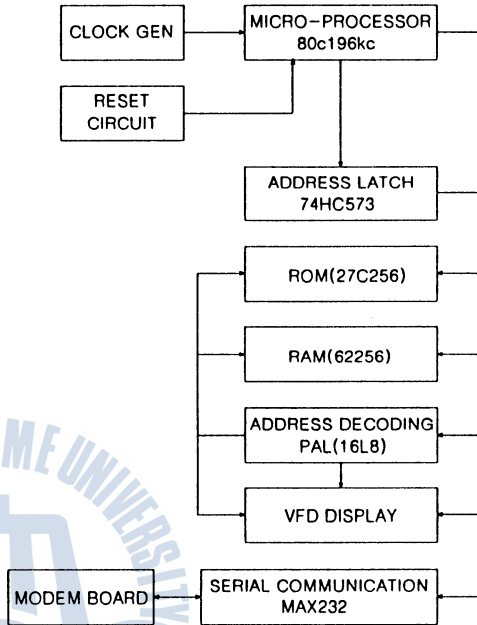
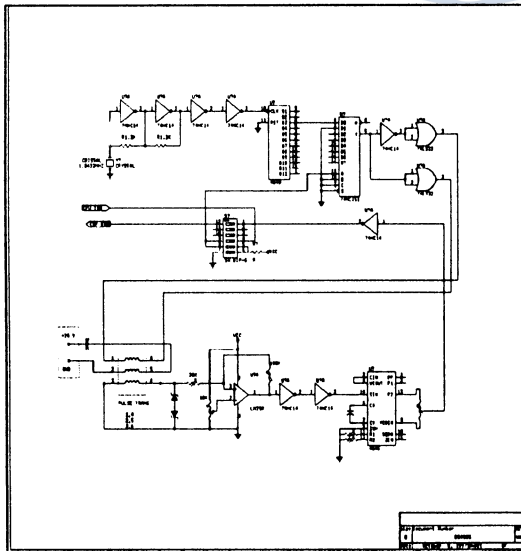


그림 4.1 시뮬레이터 보드 블록도

Figure 4.1 Block diagram of simulator



회로도 4.1 시뮬레이터  
Circuit 4.1 Simulator

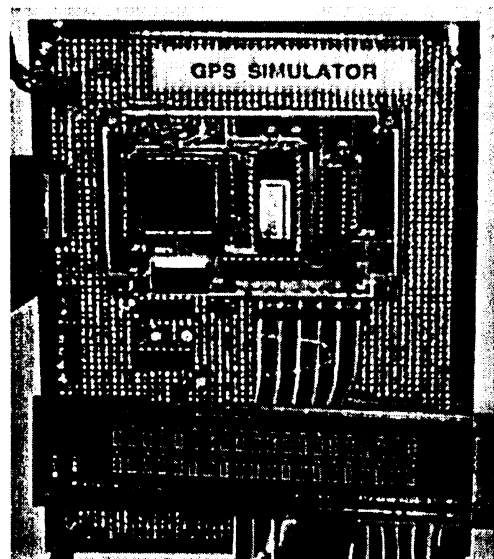


사진 4.1 시뮬레이터 보드  
Photo 4.1 Simulator board



4.2 시스템 동작

시스템에 전원을 투입에 시스템 초기화가 표시되면서 GPS 신호가 입력되고 있는지, VFD, ROM, RAM, 각종 주변 장치가 정상인지 점검한다. 만약 비정상 동작 부분이 있으면 그 부분에 대한 예러 메시지를 지시한다. 정상이면 마스터일 경우 GPS로부터 데이터를 먼저 수신하게 되며, 슬레이브의 경우에는 RS-485 통신 선로 상에 자신의 ID가 수신되는지를 확인한다. 전원 투입후 약 5초 이후에 아무런 버튼의 입력이 없으면 현재 GPS의 위성 신호 중 현재의 위치 및 시간이 표시된다. 만약 메뉴 버튼의 입력이 있으면 모드 1의 상태로 들어가게 되는데 HSI.0 인터럽터에 의해 시스템 셋업(setup) 모드로 들어가게 된다.

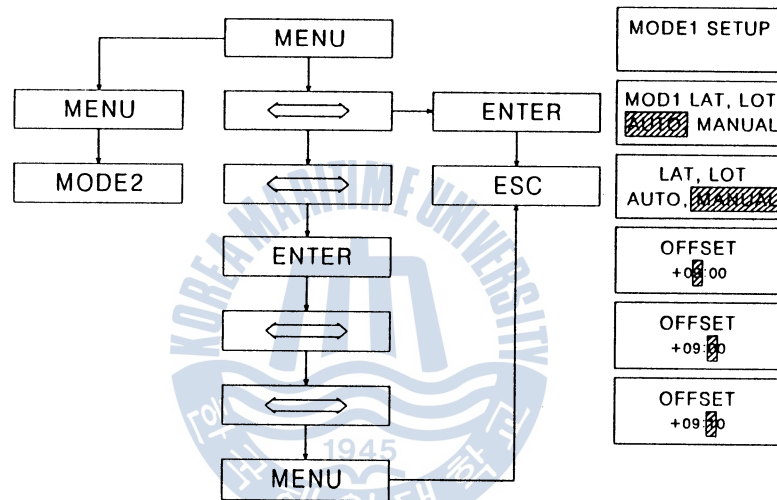


그림 4.2 모드 1 동작 흐름도  
Figure 4.2 Flow chart of mode 1

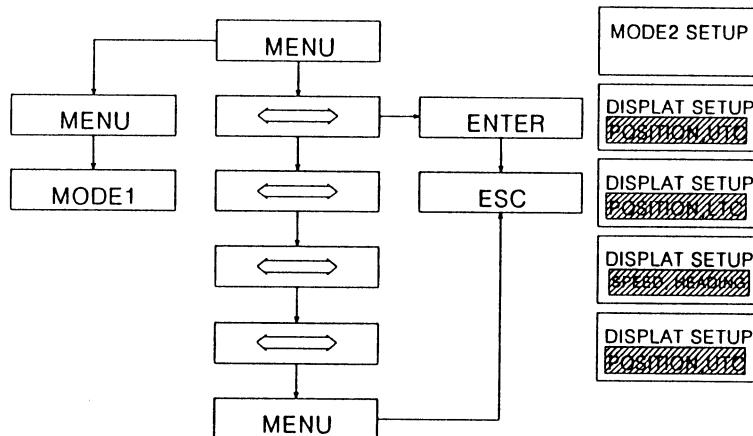


그림 4.3 모드 2 동작 흐름도  
Figure 4.3 Flow chart of mode 2

그림 4.2는 모드 1 동작 상태에 대한 순서도이다. 모드 1에서는 로컬 타임(Local Time)의 오프셋(Off-Set)을 조정하는 것으로 그리니치 천문대를 기준으로 한 현재 위치의 보정 시간 값이다. 예로서 한국의 경우 +9시간으로 맞춘다. 그림 4.3는 모드 2의 동작 순서도로서 모드 1의 상태에서 메뉴 버튼 한번 더 누름으로서 수행된다. 모드 2의 경우에는 HSI.1의 인터럽트를 사용했다. 이 모드에서는 VFD 표시 장치에서 우선 순위로 표시할 것을 선택할 수 있다. 정상 수신 모드로 빠져나가고자 할 경우에는 모드 버튼을 한번 더 누름으로서 가능하다. 만약 모드 버튼을 한번 누른 뒤 약 30초간 아무런 버튼 입력이 없을 경우에는 자동으로 수신 모드로 전환된다.

## 5. 결 론

본 시스템은 GPS를 이용하여 각 선실에 위도, 경도, UTC, Local Time, SOG(Speed Of Ground), COG(Course of Ground) 등의 정보를 표시하는 장비로서 위성에 의한 정확한 정보를 선박의 여러 장소에 표시함으로써 항해에 편의를 제공할 수 있고 안전하게 항해하는데 도움을 줄 수 있도록 개발하였다. 또한 표시 장치의 신뢰성을 향상시키고 설치 비용을 절감하기 위하여 전원선을 이용하여 통신할 수 있도록 하였다. 주 시스템과 부 시스템의 H/W를 동일하게 설계하여 생산성을 향상시키고, S/W의 변경만으로 선주의 요구에 따라 GPS가 가지고 있는 다양한 정보를 표시할 수 있도록 하였다. 부 시스템은 고유의 ID를 가지고 있어 부 시스템의 수에 제한을 받지 않도록 하였다. 본 논문의 시험시에 GPS로부터 데이터를 전송 받아, 부 시스템으로 전송하여 실험을 행한 결과 원활하게 동작하는 것을 확인하였다. 본 시스템은 전원선 통신을 활용함으로써 특히 기존의 선박에 설치가 용이하므로 많은 사용이 기대된다.

## 참고 문헌

1. Intel 16bit Embedded Controllers 1991.
2. Intel Microcontroller Handbook 1991.
3. Motorola Linear Interface ICs Device Data 1994.
4. 나종래, 유영재, 문세홍, "인텔 8096 구조와 설계", Ohm 사, 1991.
5. 나종래, 문세홍, 강민구, "인텔 I8096 A. 프로그래밍", Ohm 사, 1993.
6. 가남사, 편집부, "디지털 LS-TTL IC 데이터북", 가남사, 1991.
7. 조순복, "제어프로그래밍 ROM화 기법", 기한재, 1996.
8. 김형기, 유영호, "전력선 반송 통신을 이용한 탱크 모니터링 시스템의 개발에 관한 연구" 春季學術講演會, 韓國舶用機關學會, vol.191, pp90~96, 1996.
9. 안명호, 이제현, "V25 시작과 끝", 교학사, 1995.
10. 차영배, "Micro Controller 80186 기초부터 응용까지", 다다미디어, 1997.