

航海 情報 모니터링 및 기록 시스템 開發에 관한 研究

宋 斗 鉉* · 李 德 秀** · 鄭 泰 權***

A Study on the Development of the Navigational Information Monitoring and Recording System

Du-hyon, Song · Deok-su, Lee** · Tae-kwon, Jeong***

〈목 차〉	
Abstract	4장 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 개발
1장 서론	참고 문헌
2장 항해정보의 종류 및 처리 방식	
3장 항법장치와의 인터페이싱	

Abstract

Recently, due to the several factors such as the advent of very large vessels and high-speed vessels, and the increase of the maritime traffic density at sea, the obligation, responsibility and burden of marine officers on duty for the safety of navigation has been highly escalated.

Under these situations, if the appropriate and correct navigational information is given to officers at real time by means of certain integrated information processing system, these obligation, burden and danger can be reduced.

This paper deals with the study on the development of the Navigational Information Monitoring and Recording System that can give and record the integrated navigational information based on the personal computer system installed on board.

To construct this system, the interface unit which changes different signal types of navigational equipments to NMEA 0183 signal format and the application software to show the visual navigational information were developed.

In this study, the navigation system of T/S HANBADA in Korea Maritime University was used in order to construct the actual system that can be utilized in other ships, and also the performance test

* 한국해양대학교 대학원 졸업
** 한국해양대학교 운항시스템공학부 부교수
*** 한국해양대학교 해사수송과학부 조교수

was carried out several times to examine the performance of the system developed.

It was proved that all functions of the system as designed worked smoothly through the performance test. Also this system could be operated easily and conveniently by every user.

제1장 서론

오늘날의 선박 운항 환경은 해상 교역의 증가로 인한 해상 교통량의 폭주, 발달된 조선 기술로 인한 선박의 대형화 및 고속화와 승선 인원의 소수화 등과 같이 변화되어 왔다. 그렇지만 이와는 달리 항해사에게 있어서 안전 운항에 대한 부담감과 해난 사고 발생의 우려는 오히려 커져만 왔다.

이와 같은 운항 환경의 변화 속에서 자선의 운항 상황과 주변 상황을 한 눈에 정확히 파악할 수 있는 정확하고 집약된 항해 정보가 항해사에게 제공된다면, 안전 운항에 대한 부담의 감소와 안전 운항의 정도(精度)를 높여 해난 사고 발생을 줄일 수 있다는 사실이 여러 연구를 통해서 입증되어 왔다. 따라서 최근에 건조되고 있는 많은 자동화 선박에는 컴퓨터를 통해 집약된 항해 정보를 제공하는 운항 지원 시스템이 장착되어 운용되고 있으며, 1980년대부터 개발과 이용이 급증하고 있다. 이에 대한 대표적인 운항 지원 시스템으로는 “종합 항법 장치(Integrated Navigation System, INS)”와 “항해 정보 기록 장치(Voyage Data Recorder, VDR)”가 있으며, 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 하루가 다르게 발전하고 있지만, 1996년도 기준 선박 건조량 세계 2위와 선복량 세계 16위¹⁾를 차지하고 있는 우리나라에서는 종합적인 운항 지원 시스템의 개발과 연구가 부족한 것이 사실이다. 이에 따라 조선 기자재 산업의 활성화와 고부가가치의 창출이라는 측면에서 위와 같은 시스템에 대한 우리의 독자적인 모델 개발의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 개인용 컴퓨터를 이용한 선박 운항 지원 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 구축을 목표로, 항해 정보를 종합적으로 처리하여 항해사에게 제공해 줄 수 있는 INS와 VDR을 연계한 시스템인 항해 정보 모니터링 및 기록 장치의

연구와 개발을 선박 자동화 설비 전문 업체인 “Korea Comtronics Co.”와 공동으로 수행하였다.

이 연구를 수행하기 위해 먼저 각종 항해 정보를 제공하는 항해 장비의 출력 신호와 항해 장비에 적합한 통신 프로토콜을 분석하고, 실선 적용을 위해 실습선 한바다호 시스템을 이용하여 각각 다른 출력 신호를 가지고 있는 항해 장비의 출력 신호를 동일한 신호로 변환해주는 인터페이스 장치를 개발하였다. 또한, 변환된 신호를 이용하여 항해 정보를 시각적으로 나타내 주는 응용 소프트웨어를 개발하고, 실습선 한바다호를 이용하여 성능 시험을 실시하여 그 성능을 검증하였다.

제2장 항해 정보의 종류 및 처리 방식

2.1 항해 정보의 정의 및 분류

항해 정보라 함은 선박의 안전과 경제적인 운항에 필요한 모든 정보, 즉 선수 방위, 속도, 선위, 풍향·풍속, 수심과 타선의 위치 및 운동 방향 등을 일컫는다.²⁾³⁾

이와 같이 선교 내에서 수집되는 항해 정보의 종류는 대양 항해, 연안 항해, 협수로 항해 및 접·이안 작업 등의 항해 형태에 따라 조금씩 차이가 있겠지만 표 2.1과 같이 크게 시각 정보와 청각 정보로 나눌 수가 있다.

시각 정보는 선교에서 근무하는 당직 사관의 시야 범위 내에 들어오는 모든 정보들로서 주로 주변 선박들의 통항 현황, 기상 상태 및 주변의 해상 상태, 주변 해안 해안선의 일부 형상, 야간시 상대 선박들의 등화, 각종 부표나 등대의 형상 및 등질과 같은 실제적인 시각 정보와 레이더, 전자 해도, 측심기, 자이로 컴퍼스 등과 같은 선교 내의 각종 계기류에서 제시하고 있는 정보들로 이루어져 있으며, 이 연구에서 주로 다루어지고 있는 항해 정보이다.

〈표 2.1〉 항해 정보의 종류

구분	항해 정보의 내용	제공 방법
시각 정보	육지 물표(등대, 부표, 해안선), 다른 선박의 모양과 등화, 기상 및 해면 상태, 신호기 및 천체 등	견시자의 눈
	해안선, 물표/CPA/TCPA, 물표의 항적, 항해 계획도	레이더, ARPA
	선속(대지 또는 대수 속력/ 전후와 좌우 이동 속력), 총항정	선속계
	수심	측심기
	진북, 선수 방위, 물표 방위, 태양과 천체의 방위각	자이로 컴퍼스
	선위(위도/경도), 마그네틱 컴퍼스의 편차, 등대와 부표의 특징, 선위 측정과 기타 항해 정보	종이 해도
	종이 해도의 모든 정보, 항해 계획, 좌표상의 현재 선위, 집약된 항해 정보	전자 해도
	현재 선위, 위성 정보	GPS
	주기관/보조 기관, 발전기, 냉각 시스템, 윤활유 공급 시스템, 경보 신호 내용 등	기관 감시 장치
	풍향/풍속, 주기관, RPM, 시계, 선회율, 신호등, 항해등, 작업등, 수밀문, 트림, 횡경사, 토크, 온도, 대기압, 습도 등	각종 지시기
	침로 이탈, 위험 물표, 화재 탐지 및 각종의 고장 시각 신호	각종 경보 패널
	연안 수로지, 등대표 또는 기타 수로 도지의 각종 관련 정보	수로 도지
청각 정보	무중 신호, 기적음	선교 외부 음향
	위험 물표/물표 상실, 물표 인지, 위험물 접근	레이더, ARPA
	천수 지역 경계선, 등화 고장, general alarm, 화재 경보, 엔진 감시 경보	각종 알람 장치
	VHF, 내부 전화/외부 전화, 선내 방송	통신 장비
	DSC, 2182 청취 수신기	GMDSS

또한, 청각 정보에는 선교에 설치된 각종 계기들로부터 발생될 수 있는 경보음으로써 설정 침로각 이탈 경보, 항로 이탈 경보 등의 침로 관련 사항과 위험 물표 경보, 변침점 경보 등의 자동 충돌 예방 관련 사항 및 본선의 화재 침수 등을 알리는 일반 경보, 다른 선박이 교신하는 VHF 통화 내용, 타선박의 기적 신호 및 조난 신호 등이 있다.

2.2 항해 정보의 제공 및 처리 방식

2.2.1 항해 정보의 제공 방식

정보를 제공하는 목적은 인간에게 정보 처리 업무를 부여하고 그 결과로써 어떤 조작을 달성함에 있다. 인간이 그 능력을 충분히 발휘하기 위해서는 다음 사항을 고려하여 항해사의 특성에 맞는 정보를 제공해야 한다.⁴⁾

첫째, 동일한 업무에 관련된 모든 정보는 일관적

으로 표시되어야 한다.

둘째, ARPA의 타선 운동 벡터 표시와 충돌 경보와 같이 개별 정보를 단지 보여만 주기보다는 정보 처리 목적에 맞는 정보의 종류와 질을 고려하여 제공되어야 한다.

셋째, 인간이 많은 정보를 동시에 처리함에 있어 한계가 있기 때문에, 인간이 처리할 수 있는 적절한 정보량이 제공되어야 한다.

넷째, 인간이 필요로 하는 시간에 정보를 처리할 수 있도록 정보가 제공되어야 한다.

2.2.2 항해 정보의 처리 방식

당직 항해사는 앞에서 언급한 항해 정보들을 면밀히 분석하여 의사 결정을 하게 된다. 이와 같이 정보 처리의 내용은 그 작업에 따라 분류될 수도 있지만, 조선 지원(操船 支援)을 위주로 하여 정보 처리를 고려할 경우에는 다음과 같은 항목이 중심

이 된다.

첫째, 일반적인 선위 측정시의 항해 정보는 ECDIS와 위성 항법 장치(GNSS)의 병합을 이용한 선위 측정의 자동화를 통해 항해사에게 정도가 높은 선위 정보를 제공하여 항해사의 부담을 줄이면서 안전하고 경제적인 항해가 가능하도록 제공되어야 한다.

둘째, 자동 항로 추적(Auto route tracking)시의 항해 정보는 에러의 발생을 방지하면서 효율적인 조작이 이루어질 수 있도록 제공되어야 한다.

셋째, 충돌 회피 조전시의 항해 정보는 ARPA 레이다의 항해 정보와 같이 컴퓨터를 통해 시시각각 변하는 막대한 정보를 정도(精度)가 높으면서도 신속하게 처리하여 본선의 운항 현황뿐만 아니라 본선의 주변 상황을 한눈에 파악할 수 있도록 제공되어야 한다.

제3장 항법 장치와의 인터페이스

항해 정보를 제공하는 센서 즉, 항해 장비(선속계, GPS, 풍향·풍속계, 자이로 컴퍼스 등)들의 출력 신호의 양식은 각각 다르다. 따라서 서로 다른 출력 신호를 디지털 신호로 적절히 변환시켜 정보 처리가 이루어지도록 해야 한다.

3.1 항법 장치의 출력 신호 및 통신용 프로토콜

항해 정보를 제공하는 센서들의 출력 신호에 관한 국제 통신 규격에는 NMEA 표준 코드가 있다. 그러나 NMEA 표준 코드만으로는 충분한 정보를 주고받을 수 없기 때문에, 각 센서들은 직렬 통신(RS-232C, RS-422 등)을 이용하는 디지털 출력 방식 또는 아날로그 출력 방식(Synchro, Step, DC ± 10 , DC 4~20mA) 등과 같은 출력 신호 방식을 사용하고 있다.⁵⁾

본 연구에서는 항해 정보를 주 시스템에 전송하기 위한 통신 프로토콜로 NMEA 표준 코드와 직렬 통신 방식을 사용하였으며, 그 특징은 다음과

같다.

3.1.1 직렬 통신 방식

미국의 EIA(전자 산업 협회)에서 1969년 제정한 통신 규격 RS-232C는 데이터 통신용 통신 장비의 상호 호환성이라는 측면에서 가장 표준적인 통신 방식이다. 이 RS-232C는 20 kbit/s 이하의 전송 속도를 가지며 최대 전송 거리는 30m이다.

RS-232C는 출력시 +5V~+15V의 전압으로 신호선의 "On" 상태 즉, 논리 신호 "0"을 나타내고 -5V~-15V의 전압으로 신호선의 "Off" 상태 즉, 논리 신호 "1"을 나타내어 데이터를 전송한다. 또한 수신 측에서는 수신 전압이 +3V 이상인 경우 논리 신호 "0", -3V 이하인 경우 논리 신호 "1" 그리고 +3V~-3V인 경우 부정으로 인식하여 데이터를 처리한다.

본 연구에서 사용한 RS-232C의 데이터 전송 방식은 직렬 전송 방식으로 데이터 비트를 최하위로부터 1비트씩 계속하여 전송하며, 4800 bps의 전송 속도와 비동기 방식을 채택하고 있다.

3.1.2 NMEA의 표준 코드

미국의 국립박용전자공학협회(National Marine Electronics Association)에 의해 개발된 NMEA 표준 코드는 해상용 전자 장비, 항해 장비 및 통신 장비의 호환성을 용이하게 하기 위한 목적으로 개발되었다. 이 표준 코드는 1980년 Loran-C와 Auto-pilot의 인터페이스용 코드가 개발된 이래, 표준 코드 0180으로 발전하여 현재 표준 코드 0183 Ver 2.0까지 규격화가 이루어졌다.

이 표준 코드에는 전기적 신호의 조건, 데이터 전송 프로토콜 및 타이밍, 4800 bps 직렬 데이터 버스에 대한 특정한 문장 등에 관한 내용들이 규정되어 있으며, 그 내용은 다음과 같다.⁶⁾⁷⁾

3.1.2.1 데이터의 전송

데이터는 ANSI(American National Standards Institute)의 표준에 따라 표 3.1과 같은 신호 특성을 이용하여 초당 1회 이하로 전송된다.

〈표 3.1〉 NMEA 0183 코드의 신호 특성

동기 방식	비동기 ASCII code
전송 속도	4800 baud rate
데이터 비트	8 data bits (d7 = 0)
패리티 체크	no parity
통신 방식	Standard RS-422, secondary choice RS-232C

3.1.2.2 데이터 포맷 프로토콜

모든 전송 데이터는 인쇄 가능한 ASCII 코드 형태의 데이터로 구성되며, 8 비트로 구성된 문자의 가장 중요한 비트는 항상 "0 (d7 0)"으로 전송된다. 전형적인 NMEA 표준 코드의 데이터 포맷은 최대 82자의 문자로 구성되며, 문장 시작 구분자 \$와 종료를 나타내는 <CR><LF> 사이는 최대 79 개의 문자로 나타낼 수 있다. 또한 문장 내의 필드 수는 최소 1개 이상으로 구성된다.

표 3.2와 같이 NMEA 표준 코드 0183은 부호화된 문장 형태로 데이터를 전송하며 각각의 의미는 다음과 같다.

〈표 3.2〉 NMEA 0183 코드의 문장 구조

Start	Address field	Data fields	Checksum field	Termination
\$	aacc	,c-----c	*hh	<CR><LF>
(예)				
\$GPVTG,97.0,T,103.7,M,8.6,N,15.8,K*47<CR><LF>				

(1) Start

문장은 항상 문장 구분자(delimiter) \$와 함께 시작되며 \$는 16진수 24에 해당된다.

(2) Address field

송신측의 식별자(identifier)와 문장의 구성자(formatter)를 나타내는 부분으로 처음 2개의 문자는 송신 측을 식별하기 위한 문자이다. 그리고 나머지 3개의 문자는 데이터의 형태를 이용자가 쉽게 이해할 수 있도록 기억하기 쉬운 코드 형태의 구성자를 의미한다. 예에서 알 수 있듯이 송신 측

식별자 "GP"는 GPS를 의미하고 문장 구성자 "VTG"는 Track Made Good and Ground Speed를 의미하는 것으로 GPS에서 측정된 대지 속력을 나타낸다.

(3) Data fields

데이터 필드는 어드레스 필드 다음에 오며 데이터 항목들이 기술되는 영역이다. 이 데이터 필드는 필드 구분자(field delimiter) ",",로 시작하며 각 데이터 항목 역시 필드 구분자에 의해 구분된다. 이 영역에서 표현되는 각 데이터들은 영문자, 숫자 및 영문자·숫자 형태로 표현되며, 각각의 데이터 항목들의 길이는 고정, 가변 형태 또는 조건에 따라 고정/가변의 형태로 표현된다. 또한 데이터의 값이 신뢰성이 없거나 이용할 수 없을 때에는 필드 구분자에 의해 ",",의 형태로 표현하고 해당 데이터 항목을 공란으로 처리하여 전송한다. 이와 같은 영역을 "null field"라고 하며 데이터의 값이 0을 나타내는 "0,"과는 의미가 다르다.

(4) Checksum Field

Checksum은 전송 데이터의 수신 오류 검사 사항으로 어드레스 필드와 데이터 필드의 모든 문자에 관한 8 비트의 배타적 논리합(exclusive OR, start or stop bit가 없음)이다. 이 가운데서 가장 중요한 4 비트와 중요하지 않은 4비트의 16진수 값을 전송을 위한 2개의 ASCII 문자(0-9, A-F)로 변환하여 가장 중요한 문자를 먼저 전송한다. 이와 같은 과정에 의해 표현되는 Checksum field는 선택적 사항이며 checksum 구분자인 "*"와 checksum의 16진수 값을 의미하는 "hh"로 나타낸다.

(5) Termination

문장을 종료하는 영역으로 <CR>과 <LF>는 각각 "carriage return"과 "line feed"를 의미한다.

제4장 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 개발

4.1 시스템의 국제적 동향 및 기준

4.1.1 항해 자동화 시스템

1980년대부터 몇몇 선진국들(미국, 독일, 일본

등)은 항해 자동화 시스템의 개발을 시작하여 관련 제품들을 선보여 왔다. 이러한 노력에 따라 1990년대 초반부터는 완벽한 시스템은 아니지만 종합 항법 장치라 불리는 제품들이 선박에 탑재되기 시작하였으며, 그 후 항해 자동화 시스템에 대한 지속적인 개발이 이루어져 현재는 상당한 수준에 이르게 되었다. 그리고 1인 항해 당직제도의 등장으로 많은 관련 제품들이 상용화되어 있다.

본 연구를 통해 개발된 항해 정보 모니터링 및 기록 장치는 이러한 INS의 한 구성품인 항해 정보 표시 장치(Navigational Information Display System)와 유사한 장비이다. 따라서 INS에 관한 국제 규정에 적합한 시스템을 구축하기 위한 국제 규정을 살펴보면 다음과 같다.

1997년 7월에 개최된 제43차 항해 안전 소위원회 관련 문서(NAV 43/7/2)에서 IEC는 INS가 수행하는 기능의 범위를 선속/선위 감시, (전자) 해도 기능, 물표 탐지, 선수 방위 조절, 측심 등으로 규정하고, INS 기능에 하역 작업, 선박 운항 관리 작업 및 기기 조작의 기능을 포함하고 있는 IBS와 의미를 구분하였다.

또한, 1998년 4월에 개최된 제44차 항해 안전 소위원회의 관련 문서(NAV 44/7/3)에서 IEC는 INS에 관한 성능 기준의 초안을 소위원회에 제출하기도 하였다.

4.1.2 항해 정보 기록 장치(Voyage Data Recorder, VDR)

VDR이라 함은 선박의 운항 중 발생하는 각종의 항해 정보를 실시간으로 기록하고 이를 유지 및 관리하기 위한 장치이다. 이 기록 장치의 용도는 선박의 운항 정보를 자동으로 기록함으로써 수 작업에 의한 Log Book 작성의 수고를 덜 수가 있어 효율적으로 운항 관리를 실행할 수가 있다. 또한, 해난 사고 발생 시에는 항공기의 "Black Box"와 같이 사고 전·후의 선위, 선박의 움직임, 물리적 상태, 지령 및 제어에 관한 정보를 분석하여 해난 사고의 원인을 밝힐 수 있는 용도로도 사용될 수가 있다.

이러한 항해 정보 기록 장치의 개발과 이용은

1980년대에 들어서 컴퓨터 기술의 놀라운 발전을 토대로 일본과 유럽에서 많이 이루어져 왔다. 일본의 경우 해·수양계 교육 기관, 연구소와 조선소 등에서 연구용 및 운항 지원용으로 종합 항법 장치와 연계된 항해 정보와 선체 응력을 모니터하고 기록하기 위해 이 장치를 개발하여 선박에 탑재하여 사용하여 왔다.⁸⁾ 또한 영국에서는 1988년부터 영국의 P&O사가 효율적인 선박의 운항 관리 및 사고 분석용으로 항해 정보 기록 장치를 개발하여 자사 선대에 탑재하여 사용하고 있기도 하다.

그리고 현재 선박에서 많이 사용되고 있는 항해 장비 중에서 이와 유사한 기능을 가지고 있는 장비로는 전자 해도 시스템(ECDIS)이 있다. 이 시스템의 성능 기준은 1995년 11월 23일 IMO 제19차 총회에서 결의안 A.817로서 채택되었으며, 이 성능 기준에는 시각, 위치, 선수 방위 및 속력 등의 과거 항적과 전자 해도의 Source, Edition, Date, Cell 및 갱신 기록 등의 사용된 공식 데이터와 같은 항해 기록을 1분 간격으로 과거 12시간 동안의 기록과 재생이 가능하도록 규정하고 있으므로 VDR에 준하는 기능을 가지고 있기도 하다.⁹⁾

4.1.2.1 IMO의 동향

IMO(국제 해사 기구)에서 VDR에 대해 처음 거론되기 시작한 것은 1989년이였다. 독일에 의해 처음으로 IMO의 MSC(해사 안전 위원회)에 제출된 VDR의 선박 탑재에 관한 제안은 그 후 각국에서 많은 의견들이 제출되어 검토되어 오고 있으며, 지난 1994년 9월 발틱해에서 수많은 인명을 앗아간 로로 여객선 "Estonia호"의 전복 사고 후 IMO에서 구성된 전문가 그룹은 모든 로로 여객선에 VDR을 강제 탑재할 것을 1995년 SOLAS 당사국 회의에 권고하였다. 또한, SOLAS 협약 제5장의 개정 작업을 진행 중에 있는 NAV 소위원회와 DE(Design and Equipment, 선박 설계 의장 소위원회)가 서로 협력하여 탑재 요건 및 성능 기준을 검토하도록 하였다.

한편, 이미 VDR을 상용화하고 있었던 북유럽 등의 국가들은 "안전 제일"이라는 성능 기준에 대한 난공 불락의 원칙으로 VDR의 탑재를 모든 선박에까지 확대 적용하고자 주장하고 있으나, VDR

미개발국 및 개도국들은 VDR이 선박 및 해상 안전에 직접 기여하지 아니한다는 방어 논리로 맞서고 있는 상태이다.

4.1.2.2 VDR의 탑재 요건

현재 전면 개정 작업에 들어간 SOLAS 협약 제5장 제22규칙에 VDR의 탑재에 관해 규정될 내용은 다음과 같다.¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾

“국제 항해에 종사하는 다음 종류의 선박들은 해난 조사시 항해 정보를 제공할 목적으로 항해 정보 기록 장치(VDR)를 탑재해야 한다:

- (1) 로로 여객선
- (2) 산적 화물 운반선
- (3) G/T 2,000톤 이상의 여객선
- (4) G/T 20,000톤 이상의 oil, gas, chemical tanker
- (5) [모든 선박]
- (6) G/T 3,000 미만 선박 및 국제 항해에 종사하지 않는 선박은 해당 정부가 적용 기준을 정한다.”

그러나 이와 같은 요건에 해당되는 선박의 종류와 적용 시기에 대해서는 각국의 주장이 달라 아직까지 완전한 합의가 이루어지지 않고 있다.

4.1.2.3 VDR의 성능 기준

VDR의 기술적 성능 기준은 1997년 제20차 IMO 총회에서 결의문 A.861(20)로 채택되었으며, 개정 예정인 SOLAS 협약에도 “VDR은 IMO의 성능 기준을 만족하면서 제5장 제19규칙에 따라 인정된 형태이어야 한다”라고 규정될 예정으로 있다.

4.3 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 구성

4.3.1 시스템의 구성

본 연구에서 개발한 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템은 사진 4.1과 같으며, 기본 구성은 그림 4.1과 같이 이루어져 있다. 또한 주 시스템의 하드웨어에 대한 사양은 표 4.1과 같다

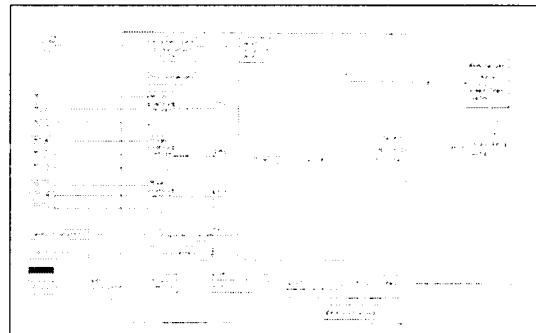


사진 4.1 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템

<표 4.1> 주 시스템의 하드웨어 사양

내용	사양
CPU	586 Pentium Pro / MMX 200Mhz
RAM	32MB
HDD	3.4GB
Graphic Card	SVGA 64bit/2MB
O/S	Window 95
Monitor	19"
기타	키보드, 각종 드라이브, 마우스 및 모뎀 등

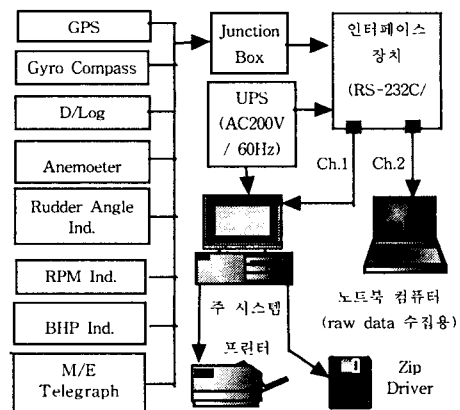


그림 4.1 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 구성

4.3.2 인터페이스 장치의 개발

항해 정보 모니터링 및 기록 시스템을 구축하기 위해서는 무엇보다도 먼저 필요한 항해 장비의 종류와 제조 회사에 따라 서로 다른 출력 신호의 종류를 분석한 후 필요에 따라서는 출력 신호를 디지털 신호로 적절히 변환시켜 주 시스템에 전송해 주어야 한다.

이와 같은 목적으로 본 연구에서는 사진 4.2와 같이 항해 장비의 출력 신호를 개별적으로 RS-232C 신호로 변환하여 데이터를 주 시스템으로 전송할 수 있도록 설계되어 있는 “인터페이스 장치”를 개발하여 출력 신호를 처리하였다.

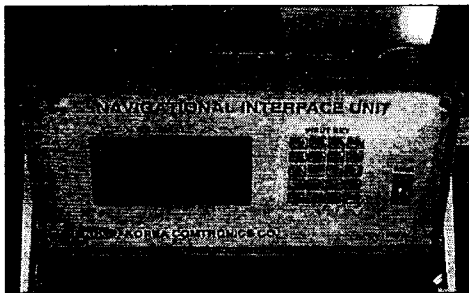


사진 4.2 인터페이스 장치

4.3.2.1 접속 항해 장비 및 입력 신호의 종류

본 연구에서 실제적으로 적용한 “실습선 한바다호”의 항해 장비별 출력 신호의 종류는 표 4.2와 같다.

4.3.2.2 인터페이스 장치의 출력 신호

인터페이스 장치의 구성은 선수 방위, 선속, 풍향 및 풍속, 타각, 엔진 마력, 축 회전수, GPS 위치와 수심 등의 신호를 각각의 신호 처리 회로 기판에서 디지털 신호(RS-232C, NMEA-0183 Ver. 2.0)로 변환 처리한 후, 디지털 신호로 변환된 각각의 신호를 Main CPU Board에서 처리하여 주 시스템으로 송신할 수 있도록 설계되어 있다.

그림 4.2는 인터페이스 장치 내의 각 신호 처리 회로 기판의 설계에 관한 한 예로 선속(Doppler Log) 신호를 처리해 주는 기판의 회로도이다.

인터페이스 장치의 출력 단자는 2개로 구성되어 있으며 주 시스템 및 보조 데이터 수집용 노트북 컴퓨터에 각각 동시에 물려 사용이 가능하도록 하였다. 그리고 주 시스템과의 통신 방법은 주 시스템의 시리얼 포트에 신호 전송 단자(TXD)를 9핀 커넥터의 2번에 접지 단자를 9핀 커넥터의 7번에

〈표 4.2〉 항해 장비별 출력 신호의 종류

입력 신호	접속 장비	제조사/모델명	신호 형태	신호 규격	표시 범위
선위/시간	GPS	KCC/GP-1	Digital	RS-232(NMEA-0183)	
선속	Doppler Log	JRC/JLN-420	Pulse	200PPN/Contact	
	GPS	KCC/GP-1	Digital	RS-232(NMEA-0183)	
선수 방위	Gyro Compass	TOKIMEC/TG-100	Stepping	70VDVC/180x	
수심	Doppler Log	JRC/JLN-420	Pulse	200PPN/Contact	400m
타각	Rudder Angle Ind.	Nunotani Keki/SD-200	AC Synchro	AC110V/60Hz/	Ratio 4:1, ±40°
풍향	Anemoscope	Koshin Denki/KB-101	Torque Synchro	AC100V/60Hz	±180°
풍속	Anemometer	Koshin Denki/KB-101	Magnetic	AC Generator/30V/2,500RPM	0~75m/s
주기관	M/E RPM Indicator	Nunotani Keki/SD-200	DC Voltage	±10VDC	0~300rpm
	M/E BHP Indicator	Shoyo Eng./SE300L/G	DC Current	4-20mA	0~4,500ps
	M/E Telegraph	Nunotani Keki/SD-200	Digital	RS-232C	

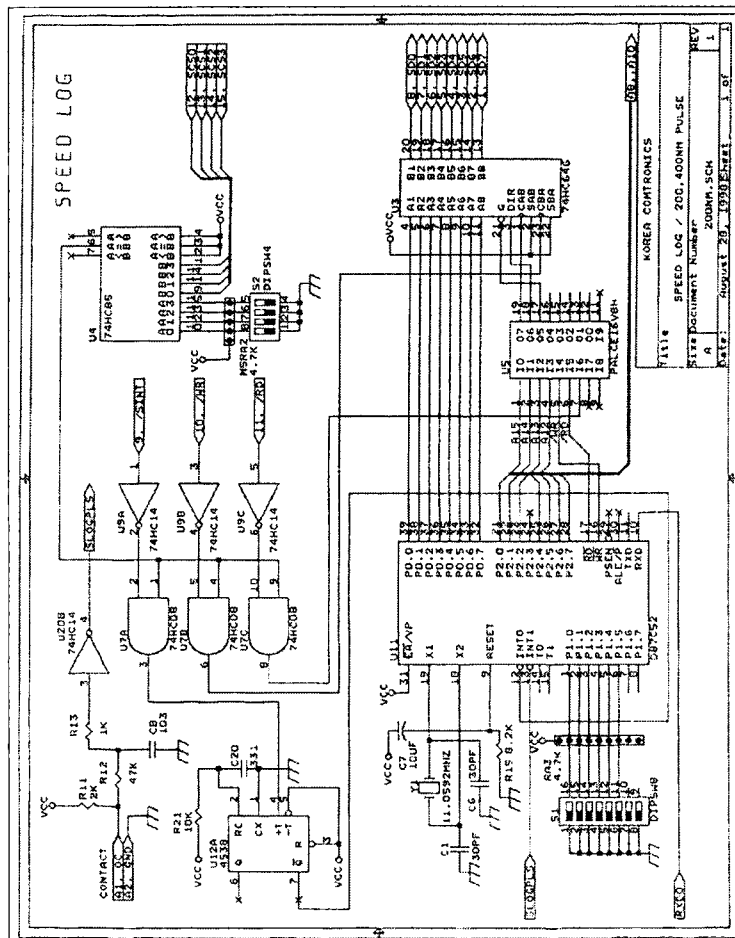


그림 4.2 도플러 로그의 신호 처리 회로도

각각 연결한 다음 시리얼 통신용 에뮬레이터(MS Window 상의 터미널)를 사용하여 각 데이터에 대한 Full Text Format을 송신하도록 설계하였다.

또한, 연결 포트 COM1 또는 COM2 입력 및 출력 신호는 피접속 장비와의 상호 간섭에 의한 오동작을 방지하기 위해 Isolation Transformer 또는 Photo-Coupler에 의해 절연되도록 설계하였다.

4.3.2.3 통신 프로토콜

음은 인터페이스 접속 장비의 출력 신호 RS-232C(NMEA-0183)의 종류와 포맷이다. 인터페이스 장치의 통신 프로토콜 제작은 모니터링 시스템으로써 충분한 기능을 발휘할 수 있도록

NMEA 표준 코드 0183 Ver. 2.0을 근간으로 하여 자체 프로토콜을 사용하였으며, 다른 제품과도 Full Interface가 가능하도록 하였다. 다음의 표 4.3은 인터페이스 장치에서 실제로 출력되는 데이터 포맷이다.

4.3.3 프로그래밍 방법 및 시스템 내 정보 처리
4.3.3.1 프로그래밍 방법

항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 응용 프로그램 설계 도구는 윈도우 프로그램 구성시 코딩이 용이하고 시각적으로 구현되는 그래픽이 우수한 "Visual Basic 5.0"을 사용하였다.¹³⁾ 이 응용 프로그램은 인터페이스 장치로부터 전송된 NMEA 표

〈표 4.3〉 인터페이스 장치의 출력 데이터 포맷

```

$GPGGA,170703.00,3426.7037,N,12843.5969,E,1,07,1.7,60.4,M,-23.6,M,,*78
$GPVTG,97.0,T,103.7,M,8.6,N,15.8,K*47
$METGD,A,A*5F
$HEHDT,58.0,T*12
$IIMWV,356.4,R,13.2,M,A*0A
$VDVTG,,T,,M,8.6,N,,K*6B
$ERRPM,S,0,54.7,,A*4E
$ERBHP,E,0,4058.8,A*66
$SDDBT,,f,088,M,,F,*34
$IIRSA,+2.2,A,,*04
    
```

준 코드 0183을 처리하여 사용자에게 그래픽이나 문자의 형태로 항해 정보를 제공해 주는 프로그램으로, 사용자가 사용하기 쉽고 사용 목적에 따라 변경과 추가가 용이하도록 설계하였다.

이 응용 프로그램의 구성을 위한 프로그래밍은 크게 2가지의 모듈로 나누어 실시하였다. 즉, 간이 전자 해도와 함께 항해 정보를 문자와 그래픽의 형태로 나타내면서 저장하는 “주화면”, 저장된 항해 정보를 주화면 형태 또는 각 항해 정보를 그래프 형태로 재생하여 분석할 수 있는 “다시 보기”로 나누어 응용 프로그램을 개발하였다.

4.3.3.2 시스템 내 정보의 흐름

본 시스템 내 정보의 흐름은 각각 다음 2가지 형태의 흐름도로 파악될 수가 있다.

(1) 주화면

주 시스템의 통신 드라이브를 통해 수신된 RS-232C 입력 신호는 주화면에서 필요한 정보만이 NMEA 프로세서에서 처리된 후 계기 선택 등과 같은 사용자의 선택 입력 사항에 따라 화면에서 정보가 시각적으로 구현된다. 시각적으로 구현된 정보는 저장 형태로 바뀌고 1시간 단위로 저장이 이루어진다. 위와 같은 흐름은 프로그램의 종료가 이루어질 때까지 계속 반복된다. 이에 대한 개략적인 흐름도는 그림 4.3과 같다.

(2) 다시 보기

주시스템의 파일 관리자로부터 1시간 단위로 저장된 데이터 파일 중 원하는 데이터 파일을 열어 실시간 또는 일괄 처리 방식을 선택하여 주화면 모

드나 그래프 모드로 항해 정보를 재생한다. 이에 대한 개략적인 흐름도는 그림 4.4와 같다.

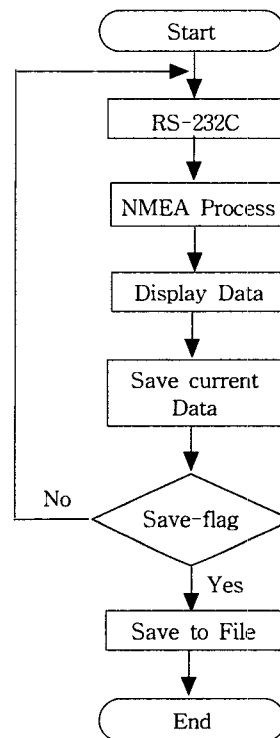


그림 4.3 주화면의 흐름도

4.3.4 주화면의 구성

주화면은 그림 4.5와 같이 항해 정보를 실시간으로 모니터링하는 부분으로 이 시스템의 핵심 부분이며, 화면은 다음 내용과 같이 설계하였다.

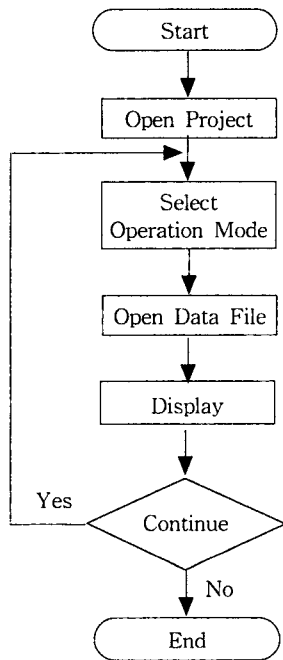


그림 4.4 다시 보기의 흐름도

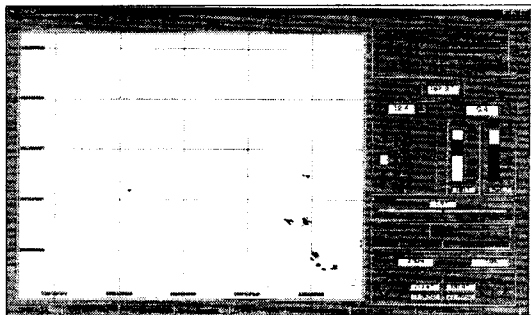


그림 4.5 주화면의 구성

4.3.4.1 전자 해도 표시부

전자 해도 표시부는 GPS 수신기로부터 수신된 선위 정보와 항해 계획에 의한 예정 항로를 전자 해도 상에 표시하여, 자신이 예정된 항로를 따라 정확히 항해하고 있는지를 종이 해도에 작도하지 않고 시각적으로 확인할 수 있도록 설계된 부분이다. 이 전자 해도는 (주) 삼양 무선에서 상용화한 지 피에스 플롯터의 해도 정보를 바탕으로 설계된 간이 전자 해도로, 지형에 대한 그래픽 표시 범위는

한국, 일본 및 중국이고 그 외의 지역은 위도·경도선으로 나타내었다. 또한, 이 전자 해도는 축소, 확대 및 상하·좌우 이동이 가능하고 해도 상에 표시되는 항적의 색상을 필요에 따라 바꿀 수도 있도록 설계되어 있다.

4.3.4.2 항해 정보 표시부

항해 정보 표시부는 그림 4.5에서와 같이 각 항해 계기로부터 전송되는 모든 항해 정보를 문자나 그래픽으로 처리하여 실시간으로 나타낼 수 있도록 설계된 부분이다.

이 항해 정보 표시부는 사용자가 각종 항해 정보 즉, 시간, 선위, 선수 방위, 선속, 선회 각속도 (ROT), 엔진 텔레그라프의 상태, RPM, BHP, 타각, 항해 계획에 의한 항로 정보, 수심, 진풍향·풍속과 상대 풍향·풍속 등을 손쉽게 파악할 수 있도록 해준다.

4.3.4.3 메뉴부(Menu)

메뉴의 항목은 “파일”, “선택”, “항해 계획”, “항해 일지”와 “주요 제한”으로 구성되어 있으며, 주요 기능은 다음과 같다.

(1) 파일(File Menu)

파일 메뉴는 “새프로젝트”, “프로젝트 열기”, “프로젝트 닫기”, “통신”과 “종료”로 구성되어 있다.

파일은 항차에 해당되는 “프로젝트” 단위로 관리되며, 먼저 “새프로젝트”를 선택하여 항차 번호에 해당되는 파일을 생성시킨 다음 “통신”의 시작을 클릭하면 항해 정보의 수신과 처리가 이루어지도록 설계하였다. 또한, 기존의 파일을 불러들여 기존 파일에 연속적으로 정보가 처리될 수도 있다.

(2) 선택(Selection Menu)

선택 메뉴는 “계기 선택 메뉴”, “정보 기능 메뉴”와 “시각대 메뉴”로 구성되어 있다. 계기 선택 메뉴는 선위, 선속, 선수 방향, 수심 및 선회율을 나타내는 항해 계기가 복수 개 이상일 때 원하는 항해 계기를 선택하여 해당 항해 정보를 나타내거나 저장하기 위한 메뉴이다. 선위, 선속 및 선수 방위는 항해 계기로부터 정보가 입력되지 않을 경우 임의의 값을 지정하여 입력할 수 있도록 하였으며, 이렇게 선택된 항해 계기의 종류는 화면 하단부에 나타날 수 있도록 설계하였다.

경보 기능 메뉴에서는 미리 설정된 경고 수심 내에 도달하거나, 예정된 변침점 도착과 항로 이탈 시에 그림 4.5와 같이 문자나 소리 형태로 경보가 발하도록 설계하였다. 또한 항해 정보의 저장 간격과 항해 일지의 저장 간격을 설정할 수 있으며 항적 색상을 원하는 색상으로도 선택이 가능하다. 시각대는 GMT와의 시간차를 입력함으로써 항해 정보 표시 부분의 지방시를 본선이 사용하는 시간을 나타내기 위한 메뉴이다.

(3) 항해 계획(Sailing Plan Menu)

항해 계획 메뉴는 계획표, 대권 항법과 거리표로 구성되어 있으며, 계획표에서는 항로 번호, 항해 구간, 항해 기간, 예정 항로의 변침점과 항로 이탈을 표시할 수 있는 항로폭의 입력이 가능하다. 또한, 입력된 내용에 따라 전자 해도 상에 예정 항로를 나타내는 선이 작도되어 항로 이탈의 정도를 시각적으로 확인할 수 있도록 설계하였다.

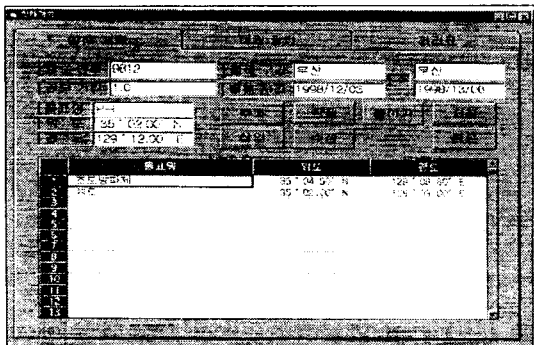


그림 4.6 항해 계획

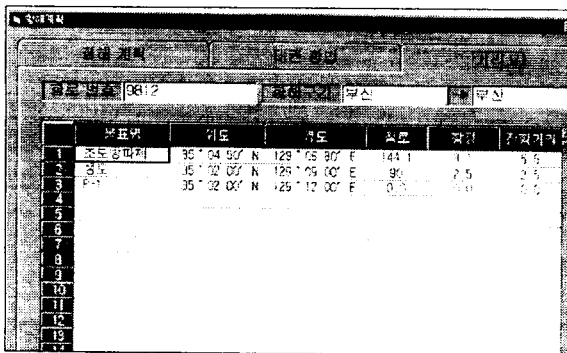


그림 4.7 거리표

거리표는 계획표에서 입력된 각 변침점에 따른 침로와 항정이 표시되며, 대권 항법은 항해 계획의 보조 기능으로 대권 항해시 필요한 대권 변침점을 계산할 수 있다.

(4) 항해 일지(Log-Book Menu)

일반적으로 항해 일지는 당직 항해사에 의해 4시간마다 작성되지만, 기재 간격이 길기 때문에 기재 사항에 대한 도중의 변화를 알 수가 없다. 이러한 단점을 보완하기 위한 기능이 항해 일지이며, 항해 정보 모니터링 시스템을 통해 수집되는 항해 정보를 항해 일지의 기재 사항 형태로 자동적으로 기록 관리하여 도중의 변화를 확인할 수가 있다.

항해 일지의 메뉴는 수동 입력 항목, 항해 일지 및 기사란으로 구성되어 있으며, 데이터의 저장 간격은 경보 기능에서 선택하여 관리할 수 있다. 또한, 기록 항목은 날짜, 시간, 선위, 수심, 선속, RPM, 선수 방위, 진풍향·풍속과 상대 풍향·풍속 등의 자동 기록 항목과 천후, 기압, 대기 온도와 해수 온도 등의 수동 기록 항목이 있다.

그리고 기사란의 기록 항목은 다음과 같이 코드별로 관리되며, 코드별 내용 이외에 날짜, 시간과 선위가 동시에 기록된다.

- (1) Code 1 : 엔진 Telegraph 사용 내용 - 종류, RPM, BHP
- (2) Code 2 : 풍력 계급이 7이상 되거나 7이하로 감소한 내용 - 선수 방위, 선속, 진풍향/풍속
- (3) Code 3 : 변침점 도착 경보 내용
- (4) Code 4 : 항로 이탈 경보 내용 - 경보 설정 범위, 실제 이탈 거리
- (5) Code 5 : 수심 경보 내용 - 설정 범위, 실제 수심
- (6) Code 6 : 시각대 변경 내용 - 변경 전 시각대, 변경 후 시각대

4.3.4.4 선택 사항 표시부

선택 사항 표시부는 그림 4.5에서와 같이 주화면의 하단부에 항해 정보 및 항해 일지의 저장 간격, 현재 사용 중인 항해 계기의 선택 사항과 각종 경보에 관한 정보를 제공할 수 있도록 구성된 부분이다.

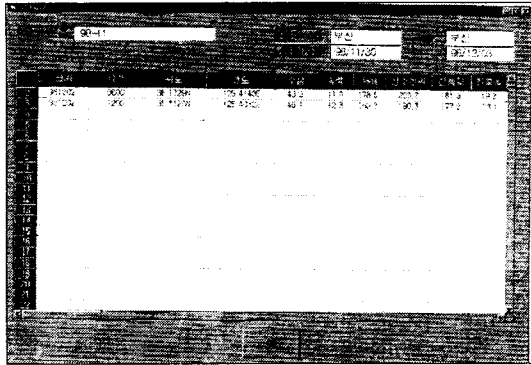


그림 4.8 항해 일지 형식

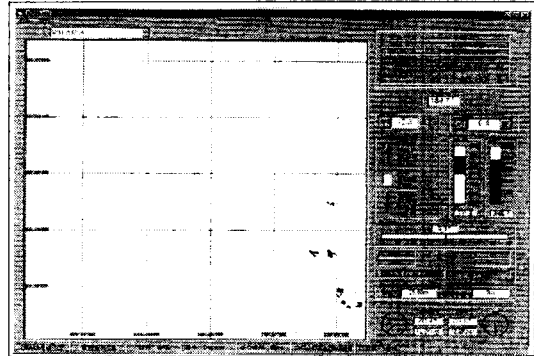


그림 4.9 항해 일지 기사란

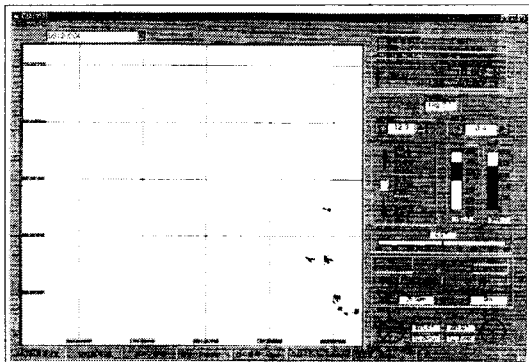


그림 4.10 다시 보기의 구성

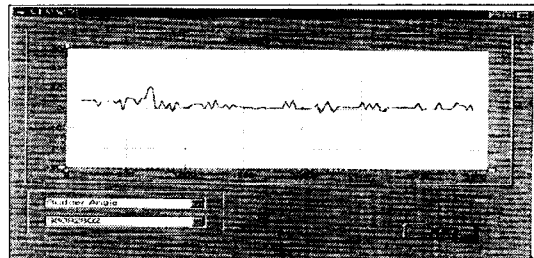


그림 4.11 선수 방위 그래프

4.35 다시 보기의 구성

다시 보기는 VDR과 같은 역할을 하는 것으로 주화면에서 실행되어 저장된 항해 정보를 재생할 수 있는 기능을 가지고 있다. 이 프로그램의 구성은 저장된 항해 정보의 파일을 관리하는 “파일”과 항해 정보를 그래프 형식으로 보여 주는 “차트” 메뉴로 이루어져 있다.

이 프로그램의 실행 방법은 주 시스템의 파일 관리자에서 저장되어 있는 해당 프로젝트를 불러온 후, 1시간 단위로 저장된 데이터 파일 중 원하는 시간대의 파일을 선택하여 그림 4.5와 같은 주화면 모드 또는 그림 4.11과 같은 그래프 방식으로 항해의 전 과정을 분석할 수 있도록 설계되어 있다.

4.36 기록 장치의 구성

항해 정보의 기록은 주 시스템의 하드디스크와 백업 장치인 Zip 드라이브에서 이루어진다. 그림 4.12는 저장된 항해 정보의 내용을 나타낸 것이며, 저장된 항해 정보는 변조의 가능성을 방지하기 위해 “읽기 전용” 속성을 부여하여 데이터를 저장할 수 있도록 설계하였다.

인터페이스 장치로부터 전송되는 항해 정보의 원시 데이터(raw data)는 1초 단위로 수신되며 그 용량은 시간당 약 1MB이다. 그러나 이 용량은 데이터를 저장 관리하기에 너무 크므로, 그림 4.12와 같이 주화면에서 구현된 데이터만을 사용자에게 의해 선택된 저장 간격에 따라 저장할 수 있다. 저장되는 데이터는 1시간 단위로 하드디스크에 저장되면서 시간 단위의 데이터 파일이 생성되도록 설계하였다. 저장 데이터의 용량은 한 번에 약 100 바

이트가 필요하다. 따라서 데이터의 저장 간격을 3초로 지정한다면 시간당 약 110KB의 저장 용량이 필요하다.

이와 같이 하드 디스크 상에 1시간 단위로 데이터를 저장하는 이유는 저장된 정보가 방대하기 때문에 필요한 부분의 데이터를 선택하여 “다시 보기”에서 쉽게 재생할 수 있도록 하기 위해서이다.

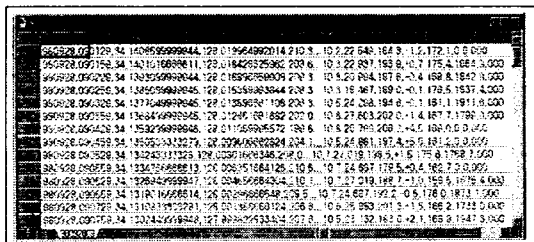


그림 4.12 저장된 데이터의 내용

제6장 결론

본 연구에서는 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템의 개발을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 실습선 한바다호의 운항 시스템을 이용한 실제적인 시스템을 개발하였고 여러 차례의 항해를 통해 성능 검증을 통해 설계된 기능들이 원활히 동작함이 검증되었다. 따라서 타 선박에도 탑재하여 이용할 수 있음을 확인하였다.
- (2) VDR과 관련된 기능들 중 데이터의 처리, 저장 및 재생 기술을 개발하였으며, 선박 운항 자동화 시스템과 관련된 데이터의 처리 및 응용 소프트웨어 구축 기술도 개발할 수 있었다.

그렇지만, 이번 연구에서는 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템에서 가장 중요한 정보인 레이더 정보와 선교 내 음성 정보에 대해서 연구가 이루어지지 못하였으며, 항해 정보용 전용 기록 장치의 개발이 또한 수행되지 못하였다.

이와 관련하여 향후 다음과 같은 내용의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

- (1) 레이더 정보와 음성 정보에 대한 처리 기술의 개발
- (2) 자유 이탈식 기록 장치를 포함한 전용 VDR의 개발
- (3) 항해 정보 모니터링 및 기록 시스템과 선박 제어 기술의 결합을 통한 완벽한 선박 운항 자동화 시스템의 구축

참고문헌

- 1) 해양수산부, “해양수산 통계 연보”, _____, 1997.
- 2) 李德秀, “自動化 船舶 船橋 레이 아웃의 人間工學的 設計에 관한 研究”, 부경대학교 대학원 박사 학위 논문, 1997. 8.
- 3) 林 祐司·若林伸和·南里崇史·和氣博嗣, “航海情報のData Base化とその檢索·表示方法についての研究”, 日本航海學會論文集, 第94号, 1996. 3.
- 4) 小林弘明, “IBS의設計と評價”, 日本航海學會誌, 第116号, 1993.
- 5) 조선·해양기자재연구센터, 통상산업부, “중합항법장치 기술 개발에 관한 연구(1차년도 중간 보고서)”, 1995. 10.
- 6) National Marine Electronics Association, “NMEA 0183, Ver. 2.0”, _____, 1992.
- 7) I. Johnston, “GPS NMEA output”, ianj@castle.ed.ac.uk
- 8) 井上 清·武田誠一·今關昭博·宮崎芳夫·佐藤 要·山口雄三, “東京水産大學神鷹丸船體應答解析システム”, 日本航海學會誌, 第94号, 1987.
- 9) IMO, “General requirements and performance standards for shipborne radiocommunications and navigational equipment”, 1997
- 10) IMO, “Revision of SOLAS Chapter V; Comments and proposals on carriage requirement for VDR”, NAV 44/5/15, 1998. 5. 22.

- 11) IMO, "Revision of SOLAS Chapter V", NAV 44/5/11, 1998. 5. 12.
- 12) IMO, "Revision of SOLAS Chapter V; The carriage of Voyage Data Recorder (VDRs)", NAV 44/5/9, 1998. 4. 24.
- 13) Nathan Gurewich · Ori Gurewich, "Teach yourself Visual BASIC 5.0 in 21 Days", 4th Ed., SAMS, 1997.