



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

E-Navigation 서비스를 위한  
AIS AtoN 시스템 설계 및 구현에 관한 연구

A Study on Design and Implementation of on AIS AtoN System  
for E-Navigation Service



2010년 8월

한국해양대학교 대학원

제어계측공학과

박 인 환



本 論 文 을 朴 仁 渙 의 工 學 碩 士 學 位 論 文 으 로 認 准 함.

위원장 공학박사 진 강 규 인

위 원 이학박사 이 서 정 인

위 원 공학박사 황 승 욱 인



2010년 6월 28일

한 국 해 양 대 학 교 대 학 원



# 목차

Abstract .....	i
List of Figures .....	iv
List of Tables .....	vi
제 1 장 서론 .....	1
1.1 연구 배경 .....	1
1.2 연구 내용 .....	5
제 2 장 AIS AtoN 소개 .....	7
2.1 기존 항로표지 집약관리 .....	7
2.2 항로표지용 자동식별장치(AIS AtoN) .....	9
2.3 국외 연구 개발 현황 .....	21
제 3 장 시스템 설계 및 구현 .....	28
3.1 항로표지 통신망 제안 .....	28
3.2 AIS AtoN 통신 프로토콜 분석 및 설계 .....	31
3.3 AIS AtoN 시스템 하드웨어 설계 및 구현 .....	40
3.4 항로표지 통합정보표시 소프트웨어 설계 및 구현 .....	53
제 4 장 실험 및 검토 .....	57
4.1 개발 환경 .....	57
4.2 AIS AtoN 시스템 하드웨어 실험 .....	58
4.3 항로표지 통합정보표시 소프트웨어 실험 .....	67
제 5 장 결론 .....	71
참고 문헌 .....	73

# A Study on Design and Implementation of on AIS AtoN System for E-Navigation Service

In-Hwan Park

*Department of Control and Instrumentation Engineering  
Graduate School of  
Korea Maritime University*

## Abstract

In this thesis, as the initial stage of e-Navigation which provides integrated aids to navigation management and information services, “a Korea Aids to Navigation Information Service Network (KANISNET)” based on the basic technique of AIS AtoN is designed and implemented.

KANISNET network service can be used to configure the available AIS channels information on the network. Though a complex hierarchical structure, land infrastructure, service infrastructure should be integrated in internal network with other wireless network configurations such as AIS, WCDMA, GSM, WIFI, WiBro, VSAT and etc. To do this, an embedded AIS AtoN system which consists of a very low power AIS receiver modem, a microcontroller-based control unit and power regulated system is suggested. The embedded AIS AtoN is capable of receiving weather information, being remotely commanded by defined message, transmission and reception of system status, and synchronizes the

flashing of multiple lamps using a GPS timing pulse. In addition, the embedded system is designed to support interfacing with external GPS, monitoring power consumption and sensor status, extended diagnostic and configuration of the system.

An experiment for the developed AIS AtoN is conducted to verify all the collection data, system status and the transceiver features. AIS-based vessel' s electronic chart with integrated vessel information has been developed to display and analyze vessel route.





## List of Figures

1.1	기존의 항로표지 통합관리 시스템 통신망 .....	3
1.2	AIS 기반의 항로표지 통합관리 시스템 통신망 .....	4
2.1	집약관리 대상 항로표지 시설의 예 .....	8
2.2	스웨덴 CVTS 운영 화면 .....	24
2.3	AIS and Radar 중첩 화면 .....	24
2.4	스웨덴 항로표지 집약 관리 시스템 .....	24
2.5	USCG Nation-wide AIS Project Conceptual Overview .....	25
2.6	USCG AIS Capability - 2005+ .....	25
2.7	노르웨이 AIS Online .....	25
2.8	MET/HYD data application .....	26
2.9	말라카해협 지리적 영역 .....	27
2.10	VTS 레이더 영역 .....	27
2.11	말레이시아 말라카해협 AIS AtoN 통합 서비스 .....	27
3.1	항로표지 서비스 및 통합관리를 위한 통신망 .....	28
3.2	항로표지 통합 통신망 .....	29
3.3	AIS AtoN 다이어그램 .....	41
3.4	내·외부 신호 인터페이스 구성도 .....	41
3.5	AIS AtoN H/W 블럭도 .....	43
3.6	AIS AtoN 제어부 Schematic circuit .....	43
3.7	제작된 제어 보드 .....	44
3.8	조립된 제어 보드 .....	44
3.9	정보 서비스를 위한 AIS AtoN 시스템 전체 구성도 .....	44
3.10	기상관측장치 구성도 .....	47
3.11	ATMGA Main Loop .....	51

3.12	ATMEGA Timer Interrupt	52
3.13	PIC16F877A Main Loop	53
3.14	자료수집처리 시스템 구성도	54
3.15	전자해도 기반의 통합정보표시 시스템 구성도	55
4.1	ATMEGA128 Development Tools and IDE	57
4.2	PIC16F877A Development tools and IDE	57
4.3	Proteus ISIS V7.4 Simulation	59
4.4	PIC16F877A Simulation Schematics	59
4.5	ATMEGA128 Simulation schematics	60
4.6	Simulation Test output	60
4.7	전체 시스템 실험 구성도	62
4.8	AIS AtoN 시스템 내부 결선도	63
4.9	기상 관측 시스템	64
4.10	AIS AtoN 시스템 테스트베드	64
4.11	전체 테스트 환경	65
4.12	선박용 AIS 장치	65
4.13	기지국용 AIS 장치	65
4.14	AIS 자료 수신	68
4.15	표지정보 수신	68
4.16	표지 설정 메시지 송수신 기능	68
4.17	항로표지 통합정보표시 시스템 메인 화면	69
4.18	표지정보 검색창	70

# List of Table

1.1	항로표지 집약관리시스템 구축현황 .....	3
2.1	항로표지 집약관리시스템의 구성 요소 .....	9
2.2	주요 메시지 타입과 운영 모드 .....	10
2.3	메시지 21 (항로표지 보고 메시지) .....	17
2.4	메시지 21과 함께 사용되는 항로표지 코드 .....	18
3.1	통신 프로토콜 정의 요약 .....	31
3.2	AIS 메시지 21번 포맷 .....	32
3.3	기상 메시지 포맷 .....	34
3.4	상태 보고 메시지 포맷 .....	36
3.5	Reset 메시지 포맷 .....	38
3.6	설정 변경 메시지 포맷 .....	38
3.7	안전관련 메시지 12 포맷 .....	39
3.8	안전관련 메시지 14 포맷 .....	40
3.9	제어장치로 입력되는 메시지 포맷 .....	45
3.10	제어장치에서 AIS 모뎀으로 발신되는 메시지 포맷 .....	46
3.11	NMEA-0183 XDR을 이용한 기상 데이터 포맷 정의 .....	48
4.1	AIS AtoN 시스템 개발 환경 .....	57
4.2	항로표지 통합정보표시 시스템 구축 환경 .....	58

# 제 1 장 서론

## 1.1 연구 배경

21세기 글로벌시대의 경제성장과 더불어 해상을 이용한 교역량이 급격히 증가하고 있다. 해상 물류체계의 경쟁력 확보를 위하여, 해상교통시설의 체계적인 구축 및 이러한 시설의 효율적 관리시스템이 요구되고 있다.

이러한 해상 여건의 급속한 변화와 국제적 동향에 발맞추어, 국토해양부는 이용자 중심의 새로운 안전 예방적 해양교통 환경조성을 위한 “Blue Highway 구축 실현”이라는 기본계획을 발표한 바 있다[1].

“본 개념은 바다를 항해하는 선박을 안내하는 기본시설인 항로표지(등대, 등부표, 등표 등)를 충분히 설치함은 물론 이용자의 시인능력을 감안한 새로운 배치방식의 기준 정립과 첨단시설인 신소재등부표, 기상정보서비스 제공 및 **집약 관리시스템**을 확대하고 더 나아가 최근에 항행 위험요소로 대두되고 있는 교량시설, 해상송배전선로, 양식장시설 등에 대하여 기능이 강화된 항로표지를 개발하여 위험요소를 해소하는 등 이용고객의 편의와 안전을 위하여 **통합서비스**를 제공하는데 그 목적이 있다.”고 Blue Highway를 정의하고 있다.

그러나 현재, 해상에서 가장 중요한 위치에 있으면서 가장 많은 정보를 수집, 제공, 교환이 가능한 항로표지 시설들은 단순히 등불을 밝히는 역할만을 하고 있는 실정이다. 또한 2002년 이후 구축하고 있는 항로표지 집약관리 시스템은 원격 감시 및 제어를 목적으로 하는 모니터링 시스템으로 관리 업무의 효율성을 위한 것이지, 선박의 안전 항해를 위한 직접적인 정보 제공 등의 서비스 기능은 제공 하지 못하고 있다.

국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)의 해사안전위원회

(MSC: Maritime Safety Committee) 81차 회의에서는 정보 통신 기술을 이용한 전자 항해에 대한 논의를 진행하면서 E-Navigation 개발 전략을 제안하였다. MSC 81에서는 E-Navigation의 조기 완료를 목표로 항해안전전문위원회(NAV: Navigation subcommittee)와 해상통신 및 수색 구조 전문위원회(COMSAR: Radio Communication, Search and Rescue subcommittee)의 관련 신규의제를 포함하였다[2, 3, 4].

2007년 7월 IMO NAV 53차 회의에서 대표단은 국제항로표지협회(IALA: International Association of Lighthouse)가 e-Navigation 개발 중에서도 특히 항로표지의 해안 측면에서 기여를 할 수 있음을 강조하였으며, 2006년 상하이에서 개최된 IALA 총회에서 e-Navigation 기술위원회를 조직했음을 부각시켰다[5]. IALA는 e-Navigation 개념 개발에서 국제해사기구, 국제수로기구(IHO : International Hydrographic Organization)를 비롯하여 기타 관련 국제기구와 밀접하게 작업함으로써 핵심적인 역할을 할 것으로 결론이 내려졌다[6].

이에 따라서 IALA에서는 항로표지 통신시스템으로 AIS AtoN(Automatic Identification System AtoN)의 도입 및 표준화를 추진하고 있고, 또한 World-wide IALA-Net의 구축계획을 발표한 바 있다[7, 8]. AIS와 같은 체계적인 항로표지 통신망의 확보는 항로표지 시설의 기능 및 효율의 제고뿐만 아니라, 체계적인 서비스 제공의 기반도 구축할 수 있는 계기가 되고 있다.

e-Navigation 체계를 위한 IALA의 동향에 대응하고, 성공적인 해양 고속도로의 구축을 위해서는 **항로표지의 고도화, 표지시설의 집약관리** 그리고 **관련 정보의 서비스** 등이 전제되어야 하나, 현재까지 추진되고 있는 항로표지 집약관리시스템은 항로표지의 전원관리와 등명부의 원격관리 정도의 기능뿐, 실제 항로표지의 주 사용자인 선박에는 어떠한 정보도 제공하지 못하고 있다.

항로표지 집약관리시스템은 표 1.1처럼 국토해양부 주도로 1999년부터 울산, 목포, 진도, 군산, 평택 및 제주지역에 설치하여 원격에서 항로표지의 현황을 모니터링하고 무인관리를 시행하고 있다. 이를 통하여 무인표지의 전압, 전류

및 전력 상태를 모니터링 하고, 축전지와 태양전지 등 전원공급원의 이상 유무를 원격에서 감시 및 제어하는 정도이다[9].

표 1.1 항로표지 집약관리시스템 구축현황 (해양수산부, 2006)

Table 1.1 Building AtoN Integrated Management System

구분	울산	목포	진도	군산	제주	평택
항로표지시설	37	97	79	67	110	55
종합정보센터	1	1	1	1	1	1
집중관리센터	-	4	4	2	5	-
통신방식	VHF	VHF	VHF	VHF	VHF	UHF
구축년도	'99.12	'05.3			'05.12	

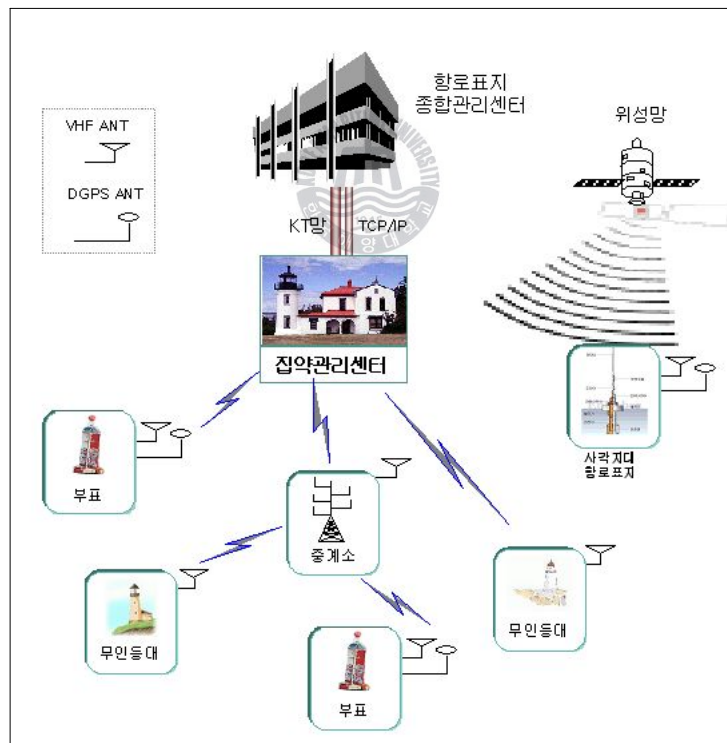


그림 1.1 기존의 항로표지 통합관리 시스템 통신망  
 Fig. 1.1 Communications Network for the existing Aids to Navigation Integrated Management System

그림 1.1에서 나타내었듯이 기존에 사용하던 1:1 방식의 집약관리 통신 시스템은 중계소 나 집약관리센터에서 각 표지나 등대 등에서 VHF, UHF 망을 통해 수신 받은 위치 및 상태 정보를 수신 받아 상태를 모니터링 함으로서, 항로 표지 관리업무 기능만을 수행하고 있다.

본 논문에서는 e-NAV에 대비한 항로표지 통합관리 및 관련정보의 서비스를 위한 첫 단계로서 “한국형 항로표지 정보 서비스 통신망”(KANISNET: Korea AtoN Information Service Network)에 대해 정의하고, 이를 기반으로 하는 AIS AtoN의 설계 및 구현에 대해 기술하고자 한다.

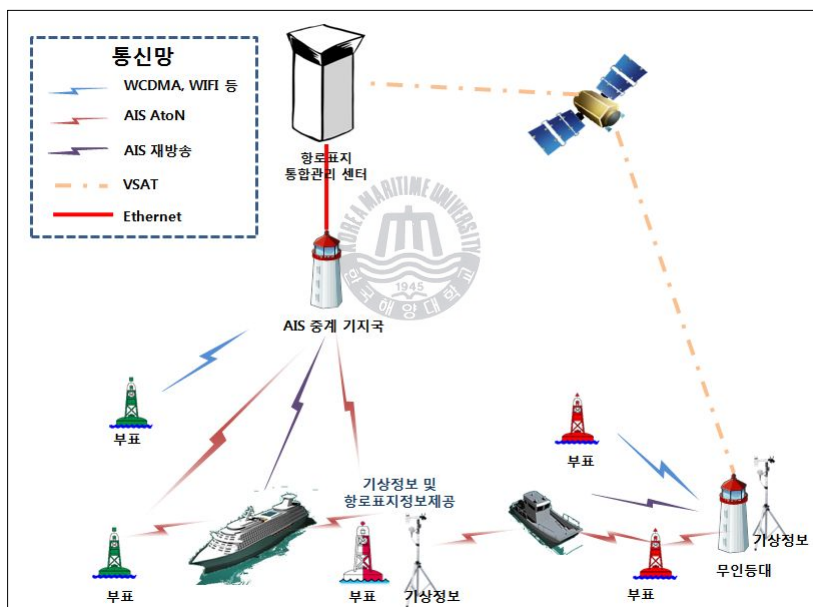


그림 1.2 AIS 기반의 항로표지 통합관리 시스템 통신망  
 Fig. 1.2 Communications Network for Aids to Navigation  
 Integrated Management System based on AIS

그림 1.2는 AIS 기반의 1:N 방식의 집약관리 통신 시스템을 나타내고 있다. 이러한 AIS 기반의 항로표지 집약 관리 시스템은 집약관리 센터에 정보 제공할뿐만 아니라, 주위를 항행하는 선박 등에 표지나 등대의 위치 및 상태, 기상,

위험경보 정보를 직접적으로 서비스함으로서 해상교통시설인 표지나 등대 등에 대한 국제 표준의 통신망 구축을 통해 효율적인 정보 제공 및 관리가 가능하고, 나아가 국제 표준에 부합하는 항로표지 통신 시스템 구축을 통해 Nation-wide IALA Net을 구축하게 될 것이다.

## 1.2 연구 내용

KANISNET의 노드는 1단계: 항로표지 및 기상표지 그리고 운항선박, 2단계: 각 표지 정보의 취합 및 관리 및 정보서비스 사이트로의 등대, 3단계: 각 등대의 정보가 취합되는 지방항만청 및 본부로 계층적으로 구성한다.

KANISNET의 통신망으로서는 외부에 정보제공을 위한 통신망은 AIS 채널로 구성하되, 내부망으로는 AIS, WCDMA, GSM, WIFI, Wibro, USN, Ethernet, VSAT 등의 무선망을 연동하는 복합적 계층구조 통신망을 구성함으로써, 육상 인프라와 표지 인프라, 서비스 인프라를 통합한다.

본 논문에서 설계한 AIS AtoN 시스템은 통신모뎀, 제어장치, 전원으로 구성하였다. 통신모뎀 중의 하나인 AIS 채널 모뎀은 IEC62320-2 AIS AtoN Stations 운영 및 성능 요건, 테스트 조건을 만족하는 L3 Communication 사의 Type 3을 사용하였다.

AIS AtoN의 제어 유닛은 각종 신호 입력 처리와 외부 장치 제어를 위한 다수의 통신 포트와 상태 감시를 위한 센서들로 구성되어 있다. 제어장치는 메인 제어부 CPU와 등명기제어부 CPU 두 개로 구성되어 있으며, 콘솔 포트를 포함하여 모두 20 채널의 UART 포트, ADC 포트, Pulse 입력 포트, 아날로그 포트, 디지털 포트 구성되어 있다. 마지막으로 전원 시스템은 태양전지, 충·방전 조절기, 축전지로 구성하였다.

IALA는 항로표지 서비스를 위한 AIS 사용에 대한 권고안 A-126을 발표하였



다. 이 권고안은 AIS 기술을 이용하여 항로표지의 위치 및 상태 정보를 제공하고 제어를 할 수 있는 각종 기능들을 정의 하고 있다. 본 논문에서 구현한 AIS AtoN 시스템은 IALA의 권고안 A-126에 준하여 제어장치의 기능을 정의, 설계하였다.

제어장치는 기본정보 및 상태정보, 기상정보, 경고 메시지 전송 기능을 기본적으로 수행하도록 설계 하였다. 이 기능들은 GPS 동기 신호를 이용한 등명기 동기 점멸 및 제어 기능, 기상신호 입력 받아 전송 기능, 외부 GPS나 각종 신호 입력 기능, 전원 제어 및 각종 센서 상태 체크 및 전송 기능을 수행한다.

그리고 전자해도 기반의 AIS 선박 및 표지 정보를 통합 전시할 수 있는 해양교통시설 통합정보표시 시스템을 설계, 구현하였으며, 그 동작 상태를 실험을 통하여 검증하였다.

본 논문은 전체 5장으로 구성되며, 각 장에서 수행한 구체적인 연구내용은 다음과 같다. 제1장은 연구의 배경 및 연구 내용을 중심으로 기술하고, 제2장에서는 먼저 항로표지 집약관리 및 AIS AtoN에 대해 분석하고, 국내외 항로표지 분야의 기술 동향에 대해 정리한다. 제3장에서는 먼저 항로표지 시설의 통신망에 대해 정의하고, AIS 기술을 이용한 AIS AtoN 시스템을 설계 및 구현하고, 해양교통시설 통합정보 표시 시스템 구현에 대해 기술하며, 제4장에서는 실험 결과를, 제5장에서 최종적인 결론을 정리한다.

## 제 2 장 AIS AtoN 소개

### 2.1 항로표지 집약관리 시스템

#### 2.1.1 개요

해상운송의 발달에 따라 항로표지시설이 증가하고 있으며 새로운 전자항법체계 즉, E-navigation의 도입이 추진되고 있다. 항로표지시설인 등대, 등표, 등부표 등은 넓은 지역에 분포되어 있어, 이들을 효율적으로 관리하기 위해서는 그 동작 상태를 실시간으로 원격 감시하고 제어 할 수 있는 집약관리 시스템의 구축이 필요하며, 이러한 시스템에 집중된 항로표지 정보를 해당 지역을 운항하는 선박에게 서비스할 수 있을 것이다[10].

기존 항로표지시설을 자동화시스템으로 구현하여 인접한 권역의 항로표지시설까지 운영 상태를 신속히 집약 관리하여 항로를 항해하는 각종 선박의 안전한 운항을 지원함은 물론, 자동화 관리에 따른 업무능률의 향상, 관리의 일원화 및 인력과 운용비 절약이 기대되는 첨단 항로표지관리가 항로표지집약관리라 일컬을 수 있을 것이다.

항로표지집약관리시스템이 모두 구축되면 최신의 첨단 정보기술이 적용된 고성능의 항로표지집약관리시스템을 활용하여 이용자에게는 최상의 항로표지서비스를 제공함과 동시에 동북아 지역의 항로표지관리 선진국가로 발돋움하는 계기를 맞게 될 것이다. 즉, 항로표지를 집약 관리함으로써 관련 정보를 중앙 집중화하여 다양한 분석이 가능하고 또한 미래 정책을 예측하여 양질의 서비스 제공이 가능하다.

이런 시스템 구축을 위해 해상운송의 발달과 확장에 따른 표지시설의 증가에 대한 대비, 해양 표지시설에 대한 전체적인 정보를 실시간으로 전송하여 해양 사고를 사전에 방지하기 위한 위치데이터 정보 제공, 선박의 안전한 운항을 위한 정보제공, 새로운 표지시설의 등장으로 인한 선박에 대한 필요한 정보제공,

선박사고의 감소로 인한 해양환경파괴 및 오염피해 방지, 표지시설의 자동관리로 신속한 업무의 처리와 관리, 관리 인력 및 운용비의 절약 등 양질의 서비스 조건이 있어야 한다.

### 2.1.2 항로표지 집약관리시스템 구성

항로표지 관리의 효율성을 제고하고 보다 철저한 관리를 하기 위하여 일정 지역별(권역별)로 나누어 관리사무소별 일정기수의 항로표지 시설을 원격제어 운영함으로 고장 또는 기능 이상 발생시 즉시 출동하여 정비하는 시스템을 갖출 수 있다. 그림 2-1은 원격제어가 필요한 집약관리 대상 항로표지 시설의 예를 보이고 있다. 이 시스템의 주요부분은 등명기(Main Light)의 점등여부와 점등주기 및 시간을 모니터링 하는 광제어부(Optic drive control cubicle), 안개를 감지하여 무신호기를 작동 또는 정지하게 하는 무신호 제어부(Fog signal control cubic), 시스템에 전원 상태를 감지 태양전지에 의한 충·방전을 제어하는 전원 제어부, 시스템의 모든 기능을 원격으로 감시 제어할 수 있는 원격제어장치(Telemetry equipment)로 구성되어 있다.

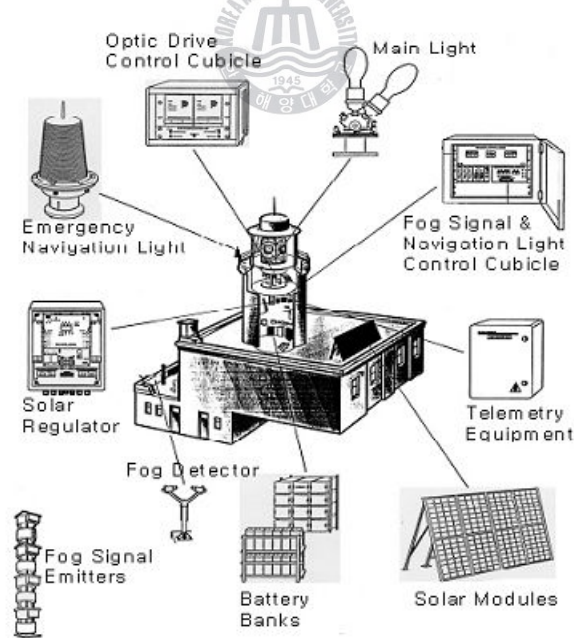


그림 2.1 집약관리 대상 항로표지 시설의 예  
 Fig. 2.1 Example of a target of Integrated Management AtoN Facilities

### 2.1.3 부대시설

등대(Lighthouse), 등부표(Lighted Buoy) 등의 항로표지를 실시간으로 감시하고 원격제어하기 위한 항로표지집약관리시스템은 이동통신사의 기지국관리, 산불감시, 홍수감시 등 원거리에 떨어져 있는 시설을 중앙의 센터에서 상태를 확인하여 적당한 조치를 취할 수 있는 관점에서 서로 비슷한 시스템으로 간주할 수 있다.

이들 시스템의 구성요소는 원격지 감시제어 대상을 제어할 수 있는 제어기, 수집된 정보를 센터에 보내거나 센터의 지령을 제어대상에 전달하는 송수신 통신장치, 센터에서 수집된 정보를 집약 관리하는 데이터베이스, 집약된 정보의 처리나 명령을 내리기 위한 운영컴퓨터 장치, 브리핑 및 보고를 위한 전시장치, 컴퓨터 간 정보 전달을 위한 네트워크 장치, 각종 운영리포트 출력 및 관리운영을 위한 응용프로그램과 각종 부대 장치로 구성된다.

표 2.1 항로표지 집약관리시스템의 구성 요소

Table 2.1 The Elements of Aids to Navigation Integrated Management System

항로표지 집약관리시스템 구성 요소	비고
원격감시제어장치	센서 등 접속기기
무선송수신통신장치	위성, 무선장치 등
운영컴퓨터장치	서버, PC 등
네트워크(Network) 장치	허브, 스위치 등
전원(Power) 장치	UPS, 태양전지 등
운영소프트웨어(Operation Software)	감시, 제어, 통계 등
기타 부대장치	냉난방기, 사무기기 등

## 2.2 항로표지용 AIS(AIS AtoN)

### 2.2.1 정의

### 가. AIS 정의

AIS는 선박에 설치된 VHF 트랜스폰더에 의해서 자동으로 자선(自船)의 위치, IMO 식별번호(MMSI) 등의 정보를 적절한 동기에 의해 송신하면, 동일한 시스템이 구비된 주변의 다른 선박에서 이를 수신하여 장착된 디스플레이에 정보를 표출함으로써 주변의 항행 선박 정보를 인식하게 되는 장치이다.

특히, AIS는 이름에서 의미하는 것처럼 기존의 선박무선장치와는 달리 항행에 관련된 정보들을 사용자의 조작 없이 자동적, 지속적으로 운용되는 점이 특징이며, 이로써 운용자에게 특별한 주의력을 요하지 않아 항시성과 정시성(Autonomous and Continuous)을 지니는 시스템이라고 할 수 있다.

AIS 장치는 선박용, 기지국용, 항공용, 항로표지용 등 크게 4가지로 구분하여 메시지를 정의하고 있으며, 주로 AIS라 하면 선박용을 의미한다. 선박용의 경우 선박의 용도나 크기에 따라 Class A, Class B로 나누어지고 장비 규격이나 메시지 포맷에 차이가 있다.



표 2.2 주요 메시지 타입과 운영 모드

Table 2.2 A Essential Message Type and Operation Mode

메시지 인식자	내용	운영모드
1,2,3	위치보고 - 계획된, 할당된 혹은 폴링에의 응답	AU, AS
4	기지국 보고- 위치, 세계표준시/일자 그리고 현재 슬롯번호	AS
5	정적, 항해관련 데이터 - Class A SME	AU, AS
6,7,8	Binary 메시지 할당된 주소, 인식 혹은 방송	AU, AS, IN
9	표준 수색구조항공기의 위치보고	AS, IN
10,11	세계표준시/일자 질의와 응답	AS, IN
12,13,14	안전관련 메시지 - 할당된 주소 인식 혹은 방송	AS, IN
15	질의 - 특정 메시지 형태 요구	AU, AS, IN
16	할당모드명령 - 관계당국에 의해	AS
17	DGNSS 방송의 Binary 메시지	AS
18,19	Class B SME 위치보고 - 표준 그리고 확장보고	AU, AS
20	자료링크 관리 - 기지국에 대해 예약된 슬롯	AS
21	항로표지보고 - 위치와상태보고	AU, AS, IN
22	채널관리	AS

## 나. AIS AtoN<sup>1)</sup> 정의

AIS AtoN이라 함은 해상교통시설물인 유·무인 등대, 부표, 등부표 등 해상 교통 시설에 설치되어 항행안전을 지원하기 위한 장치로서, 국제항로표지기술 협회(IALA)의 기능적 권고안 및 국제전기통신연합(ITU)의 기술적 표준안에 근거하여 설계, 제작 되고 운영되기 위한 장치를 말하며, 항로표지 및 주변의 항행안전정보의 제공 뿐 아니라 나아가 항로표지 관련기관의 관리적 정보를 제공하기 위한 무선송수신 장치를 말한다.

## 2.2.2 AIS 기술의 항로표지에 적용

### 가. AIS의 항로표지 활용

항로표지(AIS AtoN)에 장착되는 특수한 타입의 AIS를 통하여 분명하게 항로표지를 확인할 수 있으며 또한, 이 장비는 다음과 같은 기능을 수행할 수 있는 정보와 데이터를 제공한다.

- 실제 조위, 조류 그리고 국지기상과 같은 정보를 주변 선박 또는 관할기관에 제공하여 기존의 항로표지 보완
  - 부표의 “On Station” 상태를 감지할 수 있도록 정확한 위치정보(DGNSS 보정정보)를 송신하여 부유식 항로표지(즉, 부표) 위치 제공
  - 항로표지의 “Health” 상태를 포함하여 성능감시를 위한 실시간 정보제공
  - 항로표지의 원격변경 또는 예비 장비로의 원격 절체에 사용되는 데이터 링크에 접속하여 성능감시에 관한 정보제공
  - 모든 기상조건에서 장거리 포착 및 확인
  - 사이트의 VHF 커버리지를 통항하는 AIS 장착 선박에 대한 정보제공

ITU 에서는 선박보고 및 VTS 시스템 즉, 해상 안전 정보 서비스, 항로표지, 해상 탐색 및 구조(Search and Rescue)를 보강하는 육상 애플리케이션 분야에 AIS 활용 가능성을 인정해왔다.

---

1) AtoN(Aids to Navigation) : 항해 보조 장치

#### 나. AIS의 항로표지 적용 효과

AIS를 항로표지에 적용하여 얻는 효과는 다음과 같다.

- 항로표지 상태 감시
- 표류항로표지 추적
- 항로표지와 충돌하는 선박확인
- 상황감시를 위한 실시간 정보수집
- 항로표지 파라미터의 원격 변경

#### 다. AIS의 항로표지 적용 방법

항로표지에 대한 AIS 메시지는 항로표지 자체에서 발생된 정보를 기반으로 생성되어 그 항로표지에서 직접 방송되거나 다른 위치에 있는 AIS unit(장치)에서 발송될 수 있다.

위 사항에는 다음의 조건이 참조되어야 한다.

- Real AIS AtoN : 항로표지에 항로표지의 국지데이터(Local data) 사용하여 적절한 AIS 메시지를 생성하도록 설계된 AIS를 장착한 항로표지의 경우
- Synthetic AIS AtoN : 항로표지에 대한 AIS 메시지는 다른 장소에서 송신되고 실제로 항로표지는 AIS 메시지에 주어진 장소에 위치하는 경우
- Virtual AIS AtoN : AIS 메시지가 항로표지 메시지이나 AIS 메시지에 지시된 위치에 실제로 항로표지가 존재하지 않은 경우

#### 라. 기능에 따른 AIS AtoN Station 분류

IEC 62320-2, AIS AtoN stations에는 AIS AtoN의 최소 운영 및 성능 요건, 테스트 방법과 요구되는 테스트 결과 등과 같은 AIS AtoN Station에 대한 기술적 표준을 정의하고 있다.

기능적 차이를 통해 AIS AtoN Station을 세 가지로 분류하고 있다.

- Type 1 AIS AtoN Station : FATDMA 방식으로 운영하는 송신만이 가능한 Station이기 때문에 Type 1 AIS AtoN Station이 사용할 슬롯이 할당되어야 할 것이다. 가장 단순한 형식의 이 AIS AtoN Station은 운영비용과 전력

소비가 낮을 것이다.

- Type 2 AIS AtoN Station : Type1과 유사한 형식이지만 단일 AIS 채널에서 동작하는 제한된 능력을 가진 AIS 수신기를 추가로 가지고 있다. 이 수신기로 인하여 Type 2 AIS AtoN Station은 AIS VDL을 통해 원격으로 구성되고 조정될 수 있다.

- Type 3 AIS AtoN Station : Type 1이나 Type 2 보다 복잡한 구성으로 이루어져 있으며, AIS VDL 상에서 완전히 동작하는 것을 가능하게 하는 두 개의 AIS 수신 프로세스를 포함하고 있다. 이는 FATDMA뿐만 아니라, Type 3 Station이 RATDMA 모드에서도 동작할 수 있음을 의미한다.

### 2.2.3 AIS AtoN의 기능 확대

#### 가. 가상 항로표지 제공

실제 항로표지가 설치되지 않은 장소에 대하여 가상 항로표지를 디스플레이 상에 표시하는 것이 적절할 수도 있다. 이러한 경우, 그 장소에 항로표지가 없다 하더라도 일정장소에 디스플레이상에는 항로표지 심벌이 나타나게 된다. 이 메시지는 인접한 AIS 스테이션 또는 AIS AtoN 스테이션에 의해 전송될 수 있다. 전송된 메시지는 항로표지 메시지 21의 “가상 항로표지 플래그”로 설정하여 이 심벌을 확인된 통합 항로표지로 분명히 확인하여야 한다. 모든 그래픽 표현에는 이 “가상”상태가 반영되어야 한다.

상설 항로표지가 설치 될 때까지 임시로 항해 위험 요소를 설정하는 것과 같이 가상 항로표지가 유용하게 사용될 수 있는 몇몇의 경우가 있다.

#### 나. 해상정보 방송

항로표지용 AIS는 기상 데이터, 조수데이터와 해상상태 데이터와 같이 항로표지 사이트로 오는 정보를 방송하는데 사용될 수 있다. 이 데이터는 실시간 정보를 제공함으로써 항해 안전 강화에 활용될 수 있다.

### 2.2.4 AIS AtoN 운용에 있어서 과제



#### 가. 정보제공(21번 메시지) 주기

정보제공 주기가 짧을수록 수신확률 향상은 도움이 되나, 등부표의 경우는 전원부족 문제가 우려된다. 반면, 정보제공 주기를 늘일 경우 데이터의 실효성이 떨어지는 문제가 발생할 수 있으므로, 설치 지역 특성에 맞는 정보제공 주기 설정기준이 필요하다.

#### 나. AIS AtoN 시스템 방송(항로표지에서 직접 정보제공) 대상 표지

동일 해역을 통항하는 모든 선박에게 공통적으로 제공되지 않는 현 시점에서는 정보 차이로 인한 혼란 우려도 있다. 또한 항만 진입시 주변의 많은 선박과 항로표지의 집중으로 작은 AIS 화면의 경우 판독상의 혼돈 여지가 있다.

#### 다. 항로표지의 직접 정보제공에 따른 오류

항로표지용 AIS 시스템은 상태 및 상황 발생에 따라 그 결과를 검증 없이 정보를 제공함으로써 시스템 오류에 의한 잘못된 정보가 그대로 제공될 수 있다. 그러므로 제공된 정보에 대한 신뢰성을 검증하고 시스템에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방안이 필요할 것으로 예상된다.

#### 라. AIS AtoN 장비의 개발 및 공급

AIS AtoN 장비에 대한 구체적인 기준이 최근에 작성되고 있고 이용 기관이 한정되어있으므로 수요의 불확실에 따른 장비의 개발이 지연되어 왔다. 따라서 현재기준 현장에 설치 운영하여 검증된 장비를 공급할 수 있는 시스템이 제한적임으로 장비의 개발 활성화가 요구된다.

### 2.2.5 AIS 관련 메시지 관련 규정

AIS에서 전송되는 각종 메시지의 형식과 메시지 전송에 대한 통신 규칙은 아래의 규정에 의해 정의 되어 있다.

- ITU-R M.1371 : AIS에 대한 규격 및 정의가 명시됨.

- IMO가 정한 성능 기준을 만족하는 해양장비를 제작하기 위한 기술기준

임.

- IMO A.694 : 무선 규칙 요건
  - 해양통신장비로서 전파통신에 대한 규칙을 기술함.
- IEC 61993-2 : 선박전기설비요건
  - IEC(국제전자기술위원회)에서 기준한 선박전기설비요건에 대한 시험방법, 검사기준에 관한 내용이 있음.
- MSC Res. 74 Annex 3 : AIS의 성능 요건
  - IMO에서 AIS에 대한 성능 요건에 대한 추가 정의
- IALA Recommendation A. 126 : 항로표지 AIS 이용 기준
  - IALA에서 기준한 항로표지용 AIS 이용에 관한 기준

## 2.2.6 항로표지 관련 메시지의 정보 속성

다음의 AIS 메시지는 ITU에서 항로표지용 AIS에 적용하기 위해 제정된 것이다.

- 메시지 21(항로표지 메시지)
  - 항로표지 정보를 구성하고 이를 전송하기 위한 메시지 형식
- 메시지 17 (2진 지정 메시지)
  - 기지국에서 전송하는 DGPS 정보메시지
- 메시지 14 (안전관련 방송형 텍스트 메시지)
  - 부표가 위치를 이탈했거나 항로표지 신호에 오류를 발생시키는 것과 같은 장애가 발생할 경우 제공하기 위한 메시지 규칙
    - 이 메시지는 부표에 설치된 AIS에서 자동으로 전송되거나 혹은 부표로부터 수신된 정보를 기초로 육상국에서 운영자의 개입(확인, 검증)이 개입된 후 전송될 수도 있으며, 이 경우 메시지에 대한 신뢰도가 높을 가능성이 높다.
- 메시지 12 (안전관련 지정 텍스트 메시지)
  - 부표가 위치를 이탈했거나 항로표지 신호에 오류를 발생시키는 것과 같은 장애가 발생할 경우 제공하기 위한 메시지 규칙
- 메시지 8 (지역 또는 국제적으로 사용이 승인된 방송형 메시지)
  - 기상, 파고, 조수, 해상 데이터

- 트랙, 루트(Routes), 지역 및 제한(예를 들면 회피지역 및 통항분리제도)
- 메시지 6 (2진 지정 메시지)
  - 부이 상태 감시 및 제어용 메시지

#### 가. 항로표지용 메시지 21

항로표지에 설치된 AIS 스테이션에는 메시지 21이 사용된다. 이 메시지는 매 3분당 1회의 보고 주기 또는 VHF 데이터 링크를 통한 할당 모드 명령(메시지 16) 또는 외부명령에 의해 설정된 보고 주기로 자동 송신되어야 한다. 이러한 보고 주기는 파라미터 값 변경 후에 즉시 송신될 수 있도록 프로그램 될 수 있다. 결과적으로 항로표지 보고(메시지 21)와 관련하여 AIS에 대한 관련규정이 제정되었다. 항로표지 AIS를 이용하여 항로표지 관할기관에서는 다음과 같은 정보를 방송할 수 있다.

- 항로표지 타입, 항로표지 명칭, 항로표지 위치
- 위치 정확도 지시자
- 위치 확인 장치 타입
- 시간기록(Time Stamp)
- 항로표지 용적 및 기준점
- 지역/지방 항로표지 관할 기관이 사용할 수 있도록 지정된 bit(항로표지의 기술상태사항이 포함될 수 있다.)
- 가상 항로표지 플래그(Flag)



부유식 항로표지가 위치를 이탈하거나 항로표지에 장애가 발생되었을 경우, 항해 경고가 주어져야 한다. 그러므로 부유식 항로표지의 위치이탈과 장애가 탐지됨과 동시에 메시지 21을 송신하는 항로표지 스테이션에서는 안전관련 메시지가 송신되어야 한다.

ITU에서 정의한 메시지21은 다음과 같이 구성된다.

표 2.3 메시지 21 (항로표지 보고 메시지)

Table 2.3 Message 21 (AtoN Report Message)

파라미터	비트수	설명
메시지 ID	6	메시지 21 확인자(Identifier)
반복 지시자	2	메시지 반복 주기를 나타내기 위해 반복기에 의해 사용됨 0-3; default=0 3=더 이상 반복하지 않음
ID	30	MMSI 번호
항로표지 타입	5	0=사용불가=default; IALA에서 설정한 적절한 정의 참조; 표 2-3 참조
항로표지 명칭	120	최대 20문자 6비트 ASCII, @는 사용불가 아래의 파라미터 “항로표지명칭의 확장”에 따라 확장될 수도 있다.
위치정확도	1	1 = high[10m; DGNSS 수신기의 차분(differential)모드] 0 = low
경도	28	항로표지 위치의 1/1000분의 정도
위도	27	항로표지 위치의 1/1000분의 정도
용적/위치 기준	30	보고된 위치의 기준점; 관련이 되는 경우(1)
전자 위치 확인 장치	4	0 = 미지정(default) 1 = GPS 2 = GLONASS 3 = 통합 GPS/GLONASS, 4 = Loran-C 5 = Chayka 6 = 통합 항행 시스템 7 = 측정, 고정임. 통합/가상 항로표지의 경우, 관측된 위치값을 적용함.
시간기록	6	보고서가 *EPFS(0 -59)에 의해 생성된 경우 UTC 초 *시간기록을 사용할 수 없는 경우 60, 이것은 default 위치확인 시스템이 수동모드일 경우 61 전자 위치확인 시스템이 추측(Dead Reckoning)모드일 경우 62 위치 확인시스템이 동작하지 않을 경우 63
위치이탈 지시자	1	부유식 항로표지의 경우, 0=정위치 ;1=위치이탈
권역(Regional) 또는 국내(local) 사용을 위해 지정	8	관할권역 또는 지방기관에서 지정한 범위에 대하여 지정. 어떠한 권역 또는 지역 애플리케이션에도 사용되지 않는 경우 0으로 설정
RAIM-플래그	1	전자 위치 확인 장치의 RAIM(Receiver Autonomous Integrity

		Monitoring)플래그 0 = RAIM 사용안함=default 1 = RAIM 사용
가상 항로표지 플래그	1	0 = default, 표시된 위치의 실제 항로표지 1 = no AtoN : AtoN이 존재하지 않음을 의미
할당 모드 플래그	1	0 = 자동 및 연속 모드에서 운영되는 스테이션=default 1 = 할당모드에서 운영되는 스테이션
예비	1	예비. 사용되지 않음. 0으로 설정
항로표지 명칭의 확장	0, 6, ~ 84	2-슬롯 메시지에 사용되는 14개까지의 추가 6-bit-ASCII 문자.
예비	0,2,4 또는 6	예비. “확장된 항로표지 명칭”이 사용되는 경우에만 사용된다. 0으로 설정
비트수	272-360	두개의 슬롯 점유

표 2.4 메시지 21과 함께 사용되는 항로표지 코드

Table 2.4 AtoN code using Message 21

	코드	정의	Definition
	0	Default, 명시 안 된 항로표지	Default, Type of A to N not specified
	1	기준점	Reference point
	2	RACON	RACON
	3	해상구조물	Structure off shore, such as oil platforms, wind turbines,.
	4	예비	Spare
고정 항로표지	5	등, 섹터 구분 없음	Light, without sectors
	6	등, 섹터로 구분됨	Light, with sectors
	7	도등(leading light), 전면부	Leading Light Front
	8	도등(leading light), 후면부	Leading Light Rear
	9	Beacon, 북 방위(Cardinal N)	Beacon, Cardinal N
	10	Beacon, 동 방위(Cardinal E)	Beacon, Cardinal E
	11	Beacon, 남 방위(Cardinal S)	Beacon, Cardinal S
	12	Beacon, 서 방위(Cardinal W)	Beacon, Cardinal W
	13	Beacon, 좌현(Port hand)	Beacon, Port hand
	14	Beacon, 우현(Starboard hand)	Beacon, Starboard hand
	15	Beacon, 우선채널 좌현	Beacon, Preferred Channel port hand
	16	Beacon, 우선채널 우현	Beacon, Preferred Channel

			starboard hand
	17	Beacon, 고립	Beacon, Isolated danger
	18	Beacon, 안전해역(Safe water)	Beacon, Safe water
	19	Beacon, 특수표지	Beacon, Special mark
부유식 항로표지	20	북방위 표지	Cardinal Mark N
	21	동방위 표지	Cardinal Mark E
	22	남방위 표지	Cardinal Mark S
	23	서방위 표지	Cardinal Mark W
	24	좌현 표지	Port hand Mark
	25	우현 표지	Starboard hand mark
	26	우선채널 좌현	Preferred Channel Port hand
	27	우선채널 우현	Preferred Channel Starboard hand
	28	고립	Isolated danger
	29	안전해역	Safe Water
	30	특수표지	Special Mark
	31	등선(Light Vessel)	Light Vessel / LANBY / Rigs

항로표지용 메시지 21을 도식화 하면 아래 그림과 같다.

Messae ID	MMSI No	항로표지 타입	항로표지 명칭
0 5 6	35	36 40	41 160

위치 정밀도	위치값(경위도 측위값)	항로표지 크기 기준	항로표지 명 (확장)
161	162 216	217 246	247 320

- Message ID(6) : Message 식별부호 : Message 21
- ID(30) : MMSI number
- 항로표지 타입(5) : IALA 항로표지분류 테이블
- 항로표지 명칭(120) : 최대 20문자로 항로표지 명칭을 입력
- 위치 정도도(1) : 디폴트 값은 '0'(예,0=GPS ,1=DGPS)
- 위치 값(55) : 경위도 측위값

- 표지에 대한 크기/기준(30)
- 항로표지명 확장 (0,6~84) : 최대14문자
- 부표 감시를 위한 표랑원의 반경설정 및 이탈정보(1) :
  - 반경은 미터 단위로 입력. 부유 항로표지가 지정된 원을 이탈할 경우 위치 이탈 메시지 송신함.
  - 표랑반경은 특별한규정이 없으나 수심, 평균표랑거리, 위성측위오차 등을 감안하여 설정하며 국내연안의 경우 50m로 설정
  - 별도 명기가 없는 한 기본적으로 3분 간격으로 위치 확인. 사전에 입력된 원 위치 반경 이탈시 메시지 21에 표시인자를 'off position'으로 표시.

나. Message 21 에 의한 추가 항로표지정보 제공

IALA에서는 “지역 또는 국부적인 사용에 대한 보존”인 8비트 메시지 21을 배터리 전압 및 램프 점등/소등과 같은 항로표지 상태 감시에 사용하는 것을 권고하고 있으며, 메시지21에 의해 기본적인 다음의 항로표지 관리정보를 제공 가능하다.



- 배터리 상태
- ON/OFF 상태
- 위치이탈 정보
- CDS 상태
- 동기점멸 상태
- 충·방전조절기 상태 (or SOLAR 배터리 상태)

나. Message 6 (수신지정 메시지)

- 일반적으로 지정된 AIS 스테이션 또는 항로표지 집약관리센터, 운영센터나 VTS센터와의 1:1통신용으로 독립적 포맷을 사용함.

- 추후 원격제어용으로 사용시 메시지 6의 포맷은 전자해도 혹은 항로표지관리용 시스템과 호환을 위한 기술적 지원이 가능하도록 지정됨.

다. 메시지 8 방송 메시지(IALA 표준 포맷)

- 선박에 유용하게 사용되는 파고 또는 기상 데이터를 방송하는데 사용

라. Message 12, 14 또는 기타 IALA에서 요구하는 항로표지 AIS의 기능

- 메시지 12 : 위치 이탈정보 등, 메시지 21 로부터 안전주의 정보가 있을 시 모국에서는 메시지12 또는 14를 통하여 인근통항선박에 즉시 제공함.

- 합성 또는 가상 AIS (Synthetic or Virtual AIS) : 자국의 기능보다는 모국의 기능.

## 2.3 국외 연구 개발 현황

### 2.3.1 연구 개발 배경

AIS AtoN 장비 개발에 대한 배경을 먼저 살펴보면 다음과 같다.

#### 가. AIS AtoN 기술적 배경

기술적 배경에 대해 시스템 측면과 응용 측면으로 나눌 수 있다. 시스템 측면은 주파수 할당의 문제에 있어 AIS는 IMO, IALA 등에서 채널보호에 대해 노력 하고 있고, TDMA 방식을 사용함으로써 데이터 안정의 문제를 해결하고, 전력소모 등 기구의 문제는 IALA에서 1W/Hr 로 권고하고 있다. 그리고 IALA 는 IALA Strategy 2006~2010을 추진하고 있다.

응용 측면에서 살펴보면 LRIT 등 국제적으로 신기술을 해상환경에 적용하고 있고, RADAR BEACON 등의 대체 수단으로 떠오르고 있으며 해상교통 시설 기관이 관리 업무에서 서비스로의 기관위상이 제고 되고 있다.

#### 나. AIS AtoN 환경적 배경

환경적 배경을 살펴보면 국제적으로 IALA를 중심으로 E-Navigation에 대한 많은 연구가 진행되고 있고, 해상 교통 시설에 대해 ‘Marine electronic highway’ 개념을 도입하여 해상 교통 시설을 개발, 관리하며, 각국에서 GLAs Vision 2010, IALA Strategy 2006~2010 등을 추진하고 있다. 그리고 국내 환경은 2000년 초부터 항로표지집약 관리 및 기상 신호소 프로젝트를 진행하고 있으며, Golden rose호 등의 선박 사고 급증으로 Global VTS 구축의 필요성이



한층더 대두 되고 있으며, IALA 이사국에 맞는 Global AtoN에 대한 기대와 Global Leader로서의 해상교통 시설 팀의 역할론이 대두 되고 있다.

### 2.3.2 IALA Trend

IALA는 Strategy 2010 계획아래 IALA Strategy 2006~2010, AIS In the Limelight, GLAs Vistin 2010 등의 프로젝트를 진행하고 있으면 국내는 각종 통신망을 이용한 항로표지집약 관리를 시행 및 구축 중에 있다.

### 2.3.3 각국의 Trend

각국의 Trend를 살펴보면 먼저, 일본은 IALA AIS Strategy Leader하고, 2000년부터 AIS AtoN 분야에 관심을 가지고 정부 기관인 해상보안청과 민간 기업인 ZENILITE가 AIS Trend 주도하고 있다. 다음으로 말레이시아는 아시아에서 가장 선박 통행량이 많은 말라카 해협을 중심으로 2004년부터 AIS AtoN 설치 운영 하고 있다. 영국은 ‘The Merchant Ship Order 2006’ 아래 AIS as BEACON, as AtoN GLAs를 중심으로 2005년까지 60 만 파운드를 투자 AIS AtoN 테스트를 수행하였다. 미국은 Coast Guard, L3 등을 중심으로 2005년부터 저궤도 위성인 ORBCOMM을 통한 AIS 광대역 서비스를 시행 하였다. 중국은 2005년부터 AIS AtoN 검토하였으며, 중국 남동부, 양자강 등을 중심으로 2007년부터 운영하고 있다.

장비 개발 업체로는 일본의 ZENILITE, 영국의 TIDELAND SIGNAL, PHAROS MARINE, L3 SYSTEMS, 남아공의 SIN QUA NON 등이 있다.

### 2.3.4 IALA(IMO) 주요 권고안

IALA 와 IMO의 주요 권고안을 살펴보면 다음과 같다.

가. IALA Recommendation A-126 : The use of the automatic identification system(AIS) in marine aids to navigation services

- Aids to Navigation report
- Supplementary AIS AtoN Message : Message 6, 8, 12, 14, 7, 13, 17, 21,

25, 26

- Real, Synthetic, and Virtual AIS AtoN
- Reporting intervals for AIS AtoN Messages
- Repeating AIS SART Messages
- Chaining of AIS AtoN Stations

나. IMO SN Circ.236 : Guidance on the application of AIS binary messages

- Meteorological and hydrological data
- Dangerous cargo indication
- Fairway closed
- Tidal window
- Extended ship static and voyage related data
- Number of persons on board
- Pseudo-AIS targets

다. IMO SN Circ.243 : New symbols for AIS-AtoN



### 2.3.5 선진국 구축 사례

선진국의 구축 사례에 대한 특징들을 살펴보면 IALA A.126, IEC62320-2, 60945, IEC TYPE 1,2,3 등 IALA 표준을 잘 준수하고, AIS 전국망 연계를 통해 수로국, VTS 센터, 항만공사, 해경, 기상청, 사설 운영국 등에서 해안국용 BS(Ashore Station)을 공동 활용하고, 선박국 AIS 정보(Class A, B) 와 AIS AtoN 정보를 통합 전시하고 있다. 그리고 레이더 영상 및 추적 기능 합성, 레이더 물표 접근 감시 기능을 하는 VTS와 연계 하여 AIS AtoN를 통해 수집한 정보(등부표 상태, 기상 및 조류 신호)를 VTS 운영자에게 제공하고 있다.

가. 스웨덴 CVTS

스웨덴은 연안 VTS 기반에 항로표지에 AIS를 도입 각종 정보 서비스를 제공하고 있다.

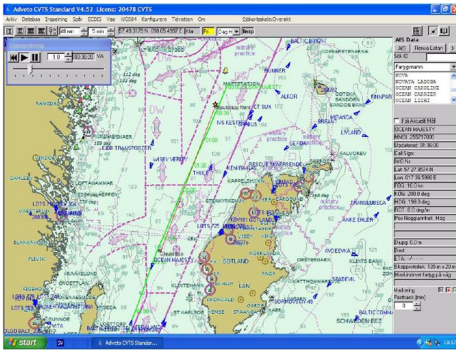


그림 2.4 스웨덴 CVTS 운영 화면  
 Fig. 2.2 Sweden CVTS Operation Screen

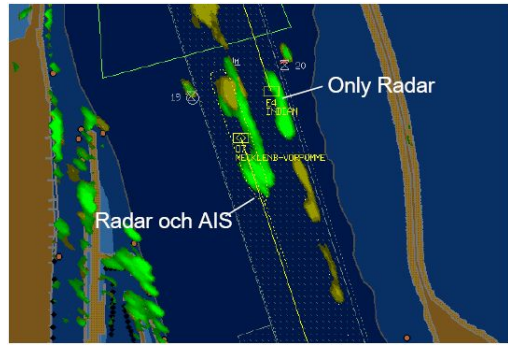


그림 2.5 AIS and Radar 중첩 화면  
 Fig. 2.3 AIS and Radar Overlay Screen

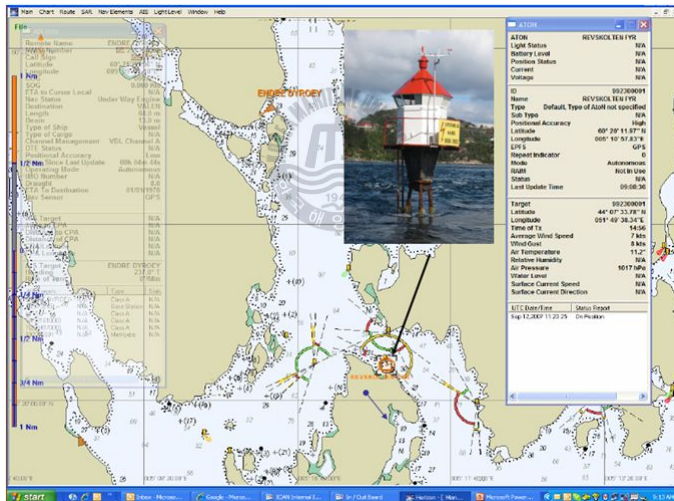


그림 2.6 스웨덴 항로표지 집약관리 시스템  
 Fig. 2.4 Sweden AtoN Integrated Management System

나. USCG, 미국

그림 2.5는 미국의 Nation-Wide AIS Project Conceptual Overview으로서 Coast Guard, L3 등을 중심으로 2005년부터 저궤도 위성인 ORBCOMM을 통한 AIS 광대역 서비스를 시행 하였다

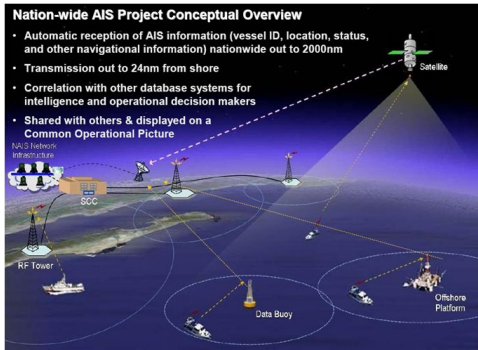


그림 2.7 USCG Nation-wide AIS Project Conceptual Overview  
 Fig. 2.5 USCG Nation-wide AIS Project Conceptual Overview

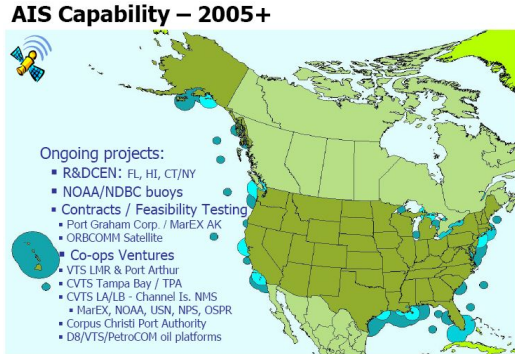


그림 2.8 USCG AIS Capability - 2005+  
 Fig. 2.6 USCG AIS Capability - 2005+

다. 노르웨이

그림 2.7은 노르웨이의 AIS Online을 나타낸 것으로 WEB Presentation Tool을 이용하여 선박 및 표지 등 AIS 정보를 웹 서비스하고 있다. 그리고 각 기지국별 VTS를 해안 기지국을 통합하여 Radar, VHF, LRIT 정보를 통합, E-NAV 서비스를 하고 있다.



그림 2.9 노르웨이 AIS Online  
 Fig. 2.7 Norway AIS Online

그림 2.8은 AIS Binary Message를 이용하여 MET/HYD data를 표시한 것이다.

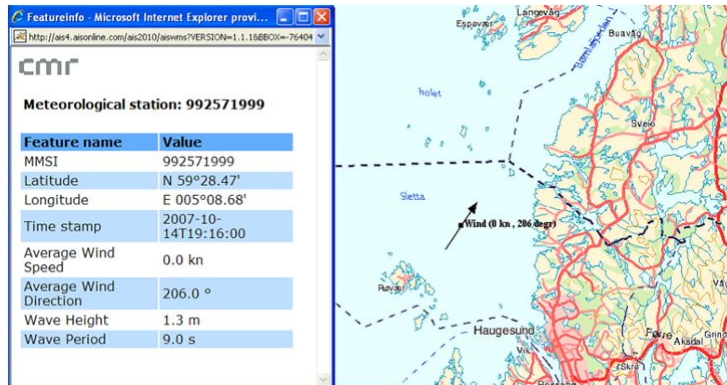


그림 2.10 MET/HYD data application

Fig. 2.8 MET/HYD data application

#### 라. 말라카 해협

아시아에서 가장 해상 교통량이 많은 말라카해협에 2004년 등대 및 등표 7기 AIS를 장착하여 운영하기 시작 했다. AIS AtoN의 주 기능은 주항로의 위치를 전파를 표시하고, 기상 정보를 서비스 하며, 관리 목적의 메시지를 사용하여 표지 상태를 모니터링 할 수 있는 기능들을 구현 및 구축하여 선박의 안전항해에 많은 도움을 주고 있다.

그림 2.9~11까지는 말라카해협에 대한 지리적 영역과 VTS Radar 영역 및 AIS AtoN 통합 서비스 현황을 보여 주고 있다.

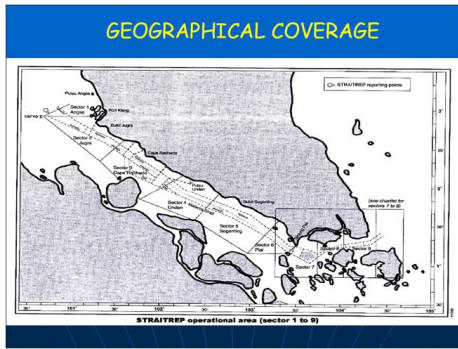


그림 2.11 말라카해협 지리적 영역  
Fig. 2.9 The Strait of Malacca Geographical Coverage

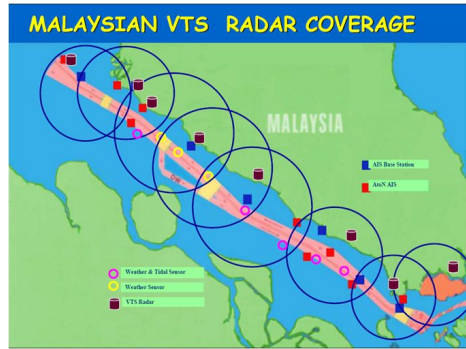


그림 2.12 말레이시아 VTS 레이더 영역  
Fig. 2.10 Malaysian VTS Radar Area

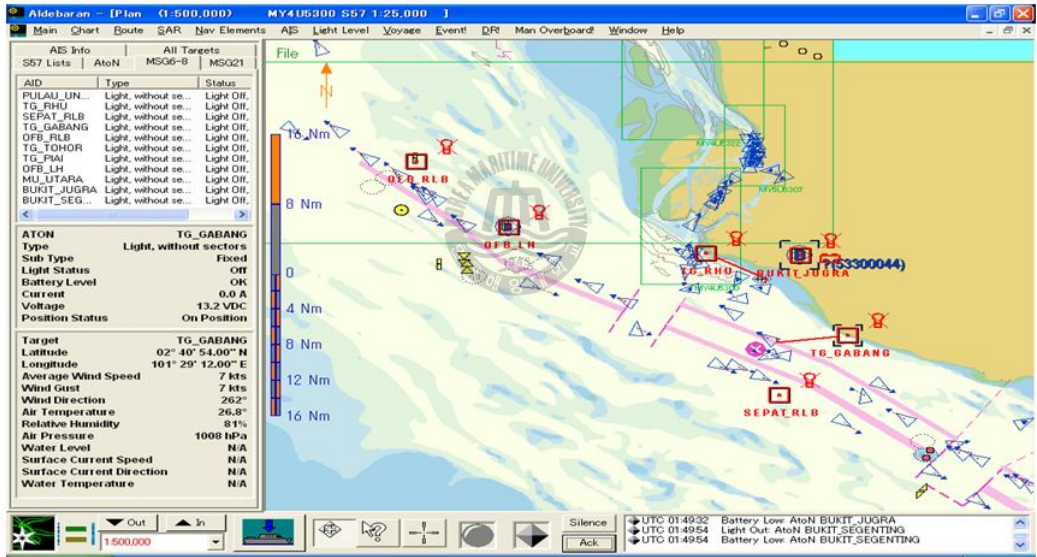


그림 2.13 말라카해협 AIS AtoN 통합 서비스  
Fig. 2.11 The Strait of Malacca combined AIS AtoN service

# 제 3 장 시스템 설계 및 구현

## 3.1 항로표지 통신망 제안

본 장에서는 해양교통시설을 효율적으로 관리하고, 운항중인 선박이나 해상 업무에 종사하는 국민들에게 정확하고 신뢰성 있는 해상정보 서비스를 제공하기 위한 항로표지 통신망을 제안한다.

항로표지 통신망은 항로표지 시설을 효율적 통합관리하고, 관련 정보를 체계적으로 서비스하기 위한 정보망으로 정의 할 수 있을 것이다. 그림 3.1은 항로표지 통신망을 제안한 것이다.



그림 3.14 항로표지 서비스 및 통합관리를 위한 통신망

Fig. 3.1 Communications Network for Aids to Navigation Service and Integrated Management

그림 3.2에 나와 있는 것과 같이 항로표지 통신망은 AIS, WCDMA, GSM, WIFI, Wibro, USN, Ethernet, VSAT 등이 연동되는 유무선 통합 망으로써, 항로표지의 기능과 위치, 특성, 환경적인 요소에 따라서 각각 항로표지는 다양한 통신방식을 통하여 통신망에 접속된다. 본 정보들은 각 통신망을 통해 해안의 기지국에 직접적으로 정보를 제공하고, AIS 망을 이용하여 선박에 각종 정보를 제공한다. 표지들 중 Real AIS가 설치된 표지에서는 선박이나 해안 기지국 등에 표지 정보를 AIS 통신망을 이용하여 직접적으로 정보를 제공한다. 그리고 Real AIS가 설치되지 않은 표지들은 다른 통신망을 이용하여 해안 기지국이나 AIS 중계소를 통해 Synthetic AIS, Virtual AIS 정보를 제공한다.

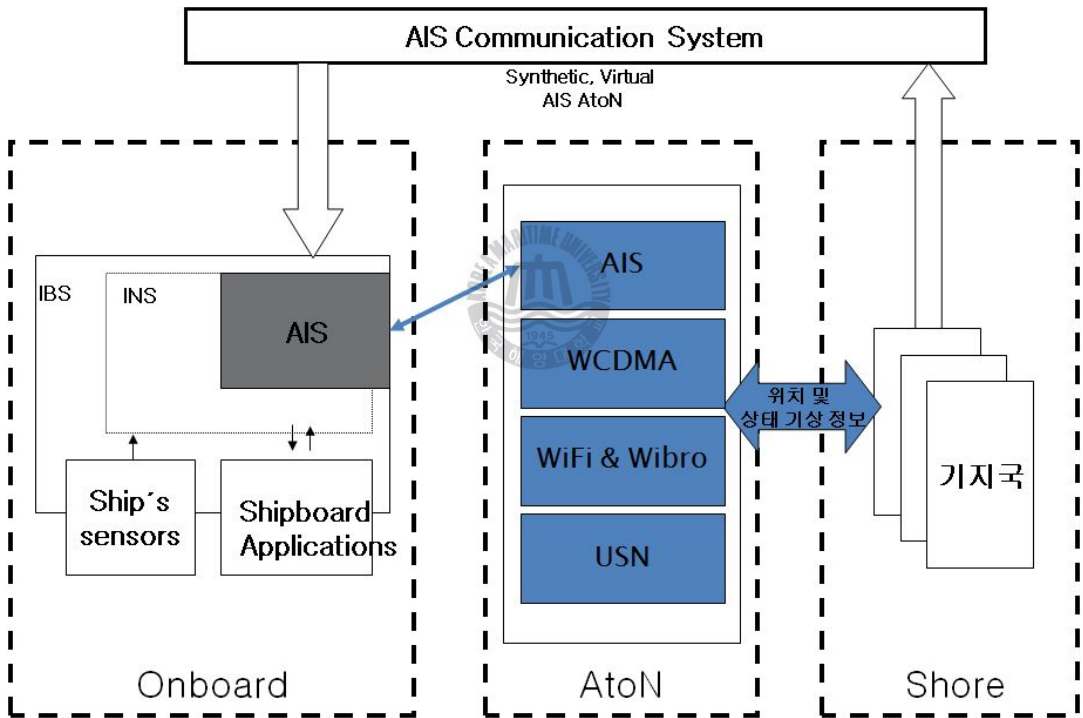


그림 3.15 항로표지 통합 통신망

Fig. 3.2 Aids to Navigation Combined Communications Network

주로 AIS AtoN의 경우, 교통량이 많은 항만이나 항구의 입구에 위치하는 등대, 램비 등에 적용하여 부이 위치 정보 및 기상정보를 실시간으로 수집하고 서비스할 수 있도록 한다. 또한 항로의 주요 변침점이나 교통량이 빈번한 곳,



침선이나 공사장 등에 AIS AtoN을 설치하여 실시간으로 부이의 위치 정보를 제공 할 수 있도록 한다.

그리고 부이, 교량 등의 소형 표지 정보는 WCDMA, WIFI, Wibro, USN 등 무선망을 이용하여, 각 지역의 AIS AtoN 중계 기지국에 전송되며, 수신된 데이터는 AIS 메시지로 변환되어 전송되도록 한다. 이러한 메시지를 복합(Synthetic) AIS AtoN 메시지로 정의한다.

또한 가상(Virtual) AIS AtoN 메시지는 공사 현장이나 침선위치 등의 직접 항로 표지를 설치 할 수 없는 곳이나, 굴곡항로 등의 위치를 선박에 서비스 할 수 있다. 이렇게 함으로써 설치비용 절감과, 표지 부이의 특성상 전원 공급이 원활하지 않은 곳의 표지도 통합 관리 및 정보 서비스를 할 수 있을 것이다.

이렇게 취합된 정보는 가까운 중계 기지국이나 해안 기지국을 통해 표지관리 통합센터로 Ethernet, VSAT 망 등을 통해 전송된다.

복합 통신망을 이용하여 수집한 정보들을 AIS를 탑재하지 않은 어선이나 소형선, 레저 보트, 수상 레저 여가를 즐기는 국민들에게 기상 및 표지 정보를 서비스하기 위해 SMS를 통해 제공하거나 해상의 출입문 역할을 하는 여객선 터미널, 마리나, 어선 출입항 신고소 등에 해상 정보나 기상 정보를 제공할 수 있는 시스템을 구축하여 서비스 할 수 있도록 한다.

본 시스템이 구축되면 항로표지 시설들은, 선박이 입출항하는 항로에 대해 광원과 전파를 이용한 항로 안내자 역할 수행뿐만 아니라, 일반 시민이나 어선, 소형 선박 등에도 각종 정보를 서비스 할 수 있는 정보제공자로서의 항로 표지의 역할이 증대되고, 나아가 해상 교통의 핵심 역할 수행을 통해 선박의 안전 항해에 도움이 될 것이다.

나아가 본 통신망을 이용하여 항로표지 통합관리시스템 구축이 용이해 질 것이다. 또한, 각 지역별 항로표지 통합관리 사이트를 네트워크를 통해 전국망으

로 통합함으로써 Nation-wide IALA Net을 구축 하게 될 것이다.

통합 통신망 구축을 위해 먼저 통신 프로토콜을 정의하고 통신망 독립적인 시스템을 설계해야 한다. 본 논문에서는 먼저 통신 프로토콜을 정의하고, 다음으로 통신망 제어 및 자료 처리를 위한 제어 유닛을 설계, 구현하였다. 통신 프로토콜은 AIS 통신 프로토콜을 기반으로 하여 상태 정보 제공용 기본 메시지, 기상정보 제공용 메시지, 관리 제어용 메시지를 정의, 구현하였다.

### 3.2 AIS AtoN 통신 프로토콜 분석 및 설계

통신 프로토콜은 AIS VDL 메시지를 이용하여 정의하고자 한다. AIS 메시지는 NMEA-0183 프로토콜을 이용하여 만들어져 있다. 본 정의에 사용할 메시지는 AIS AtoN의 기본 정보 제공용 메시지 21번, 기상정보 제공용 메시지 8번, 상태 보고 및 제어용 메시지 6번과 그리고, 표지의 고장이나 이탈을 보고하기 위한 안전관리용 메시지 12, 14번을 이용하여 정의하였다.

각 통신 프로토콜에 대해 정리 하면 표 3.1과 같다.

표 3.8 통신 프로토콜 정의 요약

Table 3.1 Summary of Communication Protocol Define

분류	AIS MSG	내용	비고
표지 기본 정보	21	부이의 이름 및 위치 상태 정보 제공	ITU-R M.1371
기상 정보	8	기상 정보 제공	IMO SN Circ.236
상태 보고 및 제어 설정 정보	6	상태 보고	재정의
	6	시스템 Reset	재정의
	6	전송 주기 및 등질 변경	재정의
안전 관련 정보	12	특정 위치에 이탈 및 고장 알림	재정의
	14	방송형 이탈 및 고장 알림	재정의

가. AIS AtoN 기본 정보 메시지 21

본 메시지는 ITU-R M.1371에 나와 있는 정의로서 부이의 위치 정보, 이름 및 크기, 종류, 이탈 상태, 부이 상태 등의 내용을 포함하고 있으며 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

표 3.2 AIS 메시지 21번 포맷

Table 3.2 AIS Message 21 Format

항목	Bits	내용
Message ID	6	Identifier for Message 21
Repeat Indicator	2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated. See § 4.6.1, Annex 2; 0-3; 0 = default; 3 = do not repeat any more
ID	30	MMSI number, (see Article 19 of the RR and Recommendation ITU-R M.585)
Type of Aids-to-navigation	5	0 = not available = default; refer to appropriate definition set up by IALA; see Table 71
Name of Aids-to-Navigation	120	Maximum 20 characters 6-bit ASCII, as defined in Table 44 “@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@” = not available = default. The name of the AtoN may be extended by the parameter “Name of Aid-to-Navigation Extension” below
Position Accuracy	1	1 = high (> 10 m) 0 = low (< 10 m) 0 = default. The PA flag should be determined in accordance with Table 47
Longitude	28	Longitude in 1/10 000 min of position of an AtoN ( $\pm 180^\circ$ , East = positive, West = negative 181 = (6791AC0h) = not available = default)
Latitude	27	Latitude in 1/10 000 min of an AtoN ( $\pm 90^\circ$ , North = positive, South = negative 91 = (3412140h) = not available = default)
Dimension/reference for position	30	Reference point for reported position; also indicates the dimension of an AtoN (m) (see Fig. 42 and § 4.1), if relevant(1)
Type of electronic position fixing device	4	0 = Undefined (default) 1 = GPS 2 = GLONASS 3 = Combined GPS/GLONASS 4 = Loran-C 5 = Chayka

		6 = Integrated Navigation System 7 = surveyed. For fixed AtoN and virtual AtoN, the charted position should be used. The accurate position enhances i		
Time stamp	6	UTC second when the report was generated by the EPFS (0-59 or 60) if time stamp is not available, which should also be the default value or 61 if positioning system is in manual input mode or 62 if electronic position fixing system operates in estimated		
Off-position Indicator	1	For floating AtoN, only: 0 = on position; 1 = off position. NOTE 1 - This flag should only be considered valid by receiving station, if the AtoN is a floating aid, and if time stamp is equal to or below 59. For floating AtoN the guard zone parameters		
AtoN status	8	3	Page id =111(7)	
		2	R a c o n Status 00 = No RACON installed 01 = RACON installed but not monitored 10 = RACON operational 11 = RACON Error	
		2	L i g h t Status 00 = No light or no monitoring 01 = Light ON 10 = Light OFF 11 = Light Error	
		1	0 = Good Health 1 = Alarm	
RAIM-flag	1	RAIM (Receiver autonomous integrity monitoring) flag of electronic position fixing device; 0 = RAIM not in use = default; 1 = RAIM in use see Table 47		
Virtual AtoN flag	1	0 = default = real AtoN at indicated position; 1 = virtual AtoN, does not physically exist(2) .		
Assigned mode flag	1	0 = Station operating in autonomous and continuous mode = default 1 = Station operating in assigned mode		
Spare	1	Spare. Not used. Should be set to zero. Reserved for future use		
Name of Aid-to-Navigation Extension	1,6,12,18,24,30,36,...84	This parameter of up to 14 additional 6-bit-ASCII characters for a 2-slot message may be combined with the parameter "Name of Aid-to-Navigation" at		

		the end of that parameter, when more than 20 characters are needed for the name of the AtoN. This parameter should be omitted when no more than 20 characters for the name of the AtoN are needed in total.
Spare	1,2,4, or 6	Spare. Used only when parameter "Name of Aid-to-Navigation Extension" is used. Should be set to zero. The number of spare bits should be adjusted in order to observe byte boundaries
Number of bits	272-360	Occupies two slots

#### 나. 기상 정보 메시지

본 메시지는 기상 정보 제공용 메시지로 IMO SN Circ.236 에 나와 있는 포맷을 그대로 사용하였으며 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

표 3.3 기상 메시지 포맷

Table 3.3 Metro & Hydro Message Format

항목	Bits	내용		
Message ID		Identifier for Message 8		
Repeat Indicator		Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.		
SourceID		MMSI number of source station		
Spare		Not used Should be set to zero		
Binary Data	IAI	16	DAC = 001; FI == 11	
	Application Data	24	Latitude	Measuring position, 0 to + /- 90 degrees, 1/1000th minute
		25	Longitude	Measuring position, 0 to + /- 180 degrees, 1/1000th minute
		16	Date & Time	Time of transmission, Day, hour, minute, (ddhhmm in UTC)
		7	Average wind speed	Average of wind speed values for the last 10 minutes. 0-120 kts, 1 kt
		7	Wind gust	Wind gust is the maximum wind speed value reading during the last 10

		minutes, 0 - 120 kts, 1 kt
9	Wind direction	0 - 359 degrees ,1 degree
9	Wind gust direction	0 . 359 degrees, 1 degree
11	Air temperature	Dry bulb temperature - 60.0 to + 60.0 degrees Celsius 0.1 of a degree
7	Relative humidity	0 . 100%, 1%
10	Dew point	- 20.0 - + 50.0 degrees, 0.1 degree
9	Air pressure	800 . 1200 hPa, 1 hPa
2	Air pressure tendency	0 = steady, 1 = decreasing, 2 = increasing
8	Horizontal Visibility	0.0 . 25.0 NM, 0.1 NM
9	Water Level(incl, tide)	Deviation from local chart datum, .10.0 to + 30.0 m 0.1 m
2	Water level trend	0 = steady, 1 = decreasing, 2 = increasing
8	Surface current speed	0.0 . 25.0 kts 0.1 kt
9	Surface current direction	0 . 359 degrees, 1 degree
8	Current speed #2	Current measured at a chosen level below the sea surface, 0.0 . 25.0 kts, 0.1 kt
9	Current direction #2	0 . 359 degrees, 1 degree
5	Current measuring level #2	Measuring level in m below sea surface . 0 .30 m 1 m
8	Current speed #3	0.0 . 25.0 knots, 0.1 knot
9	Current speed #3	0 . 359 degrees, 1 degree
5	Current measuring level #3	Measuring level in m below sea surface, 0 . 30 m 1 m
8	Significant wave height	0.0 . 25.0 m, 0.1 m
6	Wave period	Period in seconds, 0 . 60 s, 1 s
9	Wave direction	0 . 359 degrees, 1 degree
8	Swell height	0.0 . 25.0 m, 0.1 m
6	Swell period	Period in seconds, 0 . 60 s, 1 s
9	Swell direction	0 . 359 degrees, 1 degree
4	Sea state	According to Beaufort scale (manual input?), 0 to 12, 1

		10	Water temperature	-10.0 - + 50.0 degrees, 0.1 degree
		3	Precipitation(type)	According to WMO
		9	Salinity	0.0 . 50.0 ., 0.1.
		2	Ice	Yes/No
		6	Spare	
T o t a l Number of bits		352	Occupies 2 slots	

다. 상태 보고 및 제어 메시지 6번

- 상태 보고 메시지

본 메시지는 부이 정보 관리용 메시지로 부이의 위치는 물론이고, 램프, 배터리, 레이콘, 충·방전조절기, 솔라 상태 및 메인전원, 솔라 전원 충·방전조절기 전원뿐만 아니라, 메인 전류 및 램프 소비 전류를 본 메시지를 통해 관리센터로 전송할 수 있도록 설계하였으며 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

표 3.4 상태 보고 메시지 포맷

Table 3.4 Status Report Message Format



항목		Bits	내용			
Message ID		6	Identifier for Message 6			
Repeat Indicator		2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.			
SourceID		30	MMSI number of source station			
Sequence Number		2	0-3			
Destination ID		30	MMSI number of destination station			
Retransmit Flag		1	Retransmit Flag should be Set upon retransmission: 0 = no retransmission : default; 1 = retransmitted.			
Spare		1	Not used Should be set to zero			
B i n a r y Data	IAI	16	DAC = 440; FI == 51, 상태 보고			
	Applicatio n Data	1	Ack	0 : No Ack, 1 : Ack		
		40	Date Time	&	14	Year : 1900~2999
					4	Month : 1~12
					5	Day : 1~31
5	Hour : 0~23					

			6	Minute : 0~59
			6	Second : 0~59
		24	Latitude	Measuring position, 0 to + /- 90 degrees, 1/1000th minute
		25	Longitude	Measuring position, 0 to + /- 180 degrees, 1/1000th minute
		2	Lantern state	00 : Not Install 01 : On 10 : Off 11 : Error
		2	Battery state	00 : Not Install 01 : Ok 10 : Hi (14.4 V 이상) 11 : Low(10.5 V 이하)
		2	Racon state	00 : Not Install 01 : Off 10 : On 11 : Error
		2	Charger state	00 : Not Install 01 : Ok 10 : Hi (15.0 V 이상) 11 : Low(9.0 V 이하)
		2	Solar state	00 : Not Install 01 : Ok 10 : Hi (20 V 이상) 11 : Low(9V 이하)
		9	Main Power Voltage	0.0 ~ 30.0V
		9	Solar Voltage	0.0 ~ 30.0V
		9	Charger Voltage	0.0 ~ 30.0V
		6	Main Current	0.0 ~ 4.0A
		6	Lantern Current	0.0 ~ 4.0A
		6	Spar	
Total Number of bits	222	Occupies 2 slots		

- Reset 메시지

본 메시지는 부이의 메인 전원과 램프 전원을 초기화 하는 메시지로 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

- 설정 변경 메시지



표 3.5 Reset 메시지 포맷

Table 3.5 Reset Message Format

항목	Bits	내용			
Message ID	6	Identifier for Message 6			
Repeat Indicator	2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.			
SourceID	30	MMSI number of source station			
Sequence Number	2	0-3			
Destination ID	30	MMSI number of destination station			
Retransmit Flag	1	Retransmit Flag should be Set upon retransmission: 0 = no retransmission = default; 1 = retransmitted.			
Spare	1	Not used Should be set to zero			
Binary Data	IAI	16	DAC = 440; FI == 52, Reset 프로토콜		
	Application Data	1	Ack	0 : No Ack, 1 : Ack	
		40	Date Time &	14	Year : 1900~2999
				4	Month : 1~12
				5	Day : 1~31
				5	Hour : 0~23
				6	Minute : 0~59
				6	Second : 0~59
1	Reset	0 : Main Power reset 1 : Lantern reset			
4	Spare				
Total Number of bits	134	Occupies 1 slots			

본 메시지는 기상정보, 상태정보 전송 주기를 변경하거나 램프의 등질을 변경하는 메시지로 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

표 3.6 설정 변경 메시지 포맷

Table 3.6 Configuration Message Format

항목	Bits	내용
Message ID	6	Identifier for Message 6
Repeat Indicator	2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.
SourceID	30	MMSI number of source station
Sequence Number	2	0-3
Destination ID	30	MMSI number of destination station
Retransmit Flag	1	Retransmit Flag should be Set upon

			retransmission: 0 = no retransmission = default; 1 = retransmitted.		
Spare		1	Not used Should be set to zero		
Binary Data	IAI	16	DAC = 440; FI == 53, Change 프로토콜		
	Application Data	1	Ack	0 : No Ack, 1 : Ack	
		40	Date & Time	14	Year : 1900~2999
				4	Month : 1~12
				5	Day : 1~31
				5	Hour : 0~23
				6	Minute : 0~59
				6	Second : 0~59
		6	기상정보 전송 주기	1~60 minutes (1 minute)	
		6	상태정보 전송 주기	1~60 minutes (1 minute)	
5	램프 등질 변경	1~16			
6	Spare				
Total Number of bits	152	Occupies 1 slots			

라. 안전관련 메시지 12, 14

본 메시지는 부이가 이탈하거나 고장이 낮을 경우 메시지 12를 통해 텍스트 메시지를 정해진 곳으로 전송하고, 부이가 이탈할 경우 방송형 메시지 14번을 이용하여 이탈 경고 메시지를 전송하도록 설계하였으며 상세한 메시지 포맷은 다음과 같다.

- 안전관련 메시지 12

표 3.7 안전관련 메시지 12 포맷

Table 3.7 Safety Related Message 12 Format

항목	Bits	내용
Message ID	6	Identifier for Message 12
Repeat Indicator	2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.
SourceID	30	MMSI number of source station
Sequence Number	2	0-3
Destination ID	30	MMSI number of destination station
Retransmit Flag	1	Retransmit Flag should be Set upon retransmission: 0 = no retransmission : default; 1 = retransmitted.

Spare	1	Not used Should be set to zero
Safety related text	Max 936	6-bit ASCII as defined in Table 4 (코장 메시지 삽입)
Total Number of bits	Max 1008	Occupies 1 to 5 slots subject to the length of text

- 메시지 14

표 3.8 안전관련 메시지 14 포맷

Table 3.8 Safety Related Message 14 Format

항목	Bits	내용
Message ID	6	Identifier for Message 14
Repeat Indicator	2	Used by the repeater to indicate how many times a message has been repeated.
SourceID	30	MMSI number of source station
Spare	1	Not used Should be set to zero
Safety related text	Max 936	6-bit ASCII as defined in Table 4 (이탈 메시지 삽입)
Total Number of bits	Max 1008	Occupies 1 to 5 slots subject to the length of text



### 3.3 AIS AtoN 시스템 하드웨어 설계 및 구현

AIS AtoN의 기능에는 기본적인 AIS기능 이외에 복합(Synthetic) 및 가상(Virtual) AIS AtoN 메시지를 지원하기 위한 기능과 부이의 상태 정보 및 각종 기상 센서 정보를 입력 받기 위해 제어 유닛의 설계가 필요하다. 이 제어장치는 다양한 통신 모뎀 및 외부 장비와의 연동을 위하여 다양한 입출력 포트가 설계시 고려되어야 한다.

본 논문에서 설계한 AIS AtoN 시스템은 그림 3.3과 같이 AIS, WCDMA, GSM, WIFI, Wibro, USN, Ethernet, VSAT 등의 망 접속을 위한 Modem 인터페이스부, 제어부, 9-40 V까지 전원 사용이 가능한 전원부 그리고 VHF/GPS 안테나부 등으로 구성되도록 설계 하였다.

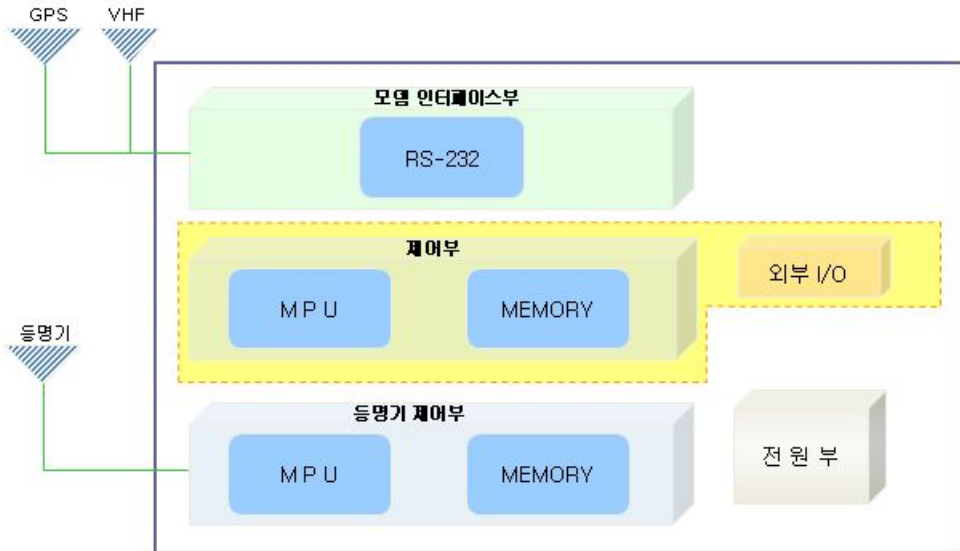


그림 3.16 AIS AtoN 구성도  
 Fig. 3.3 AIS AtoN Diagram

그림 3.4는 내·외부 신호 인터페이스 구성도를 나타내고 있다. 제어장치와 외부 장치들과의 신호 처리는 RS-232C 통신 규격에 맞추어 설계하였다.

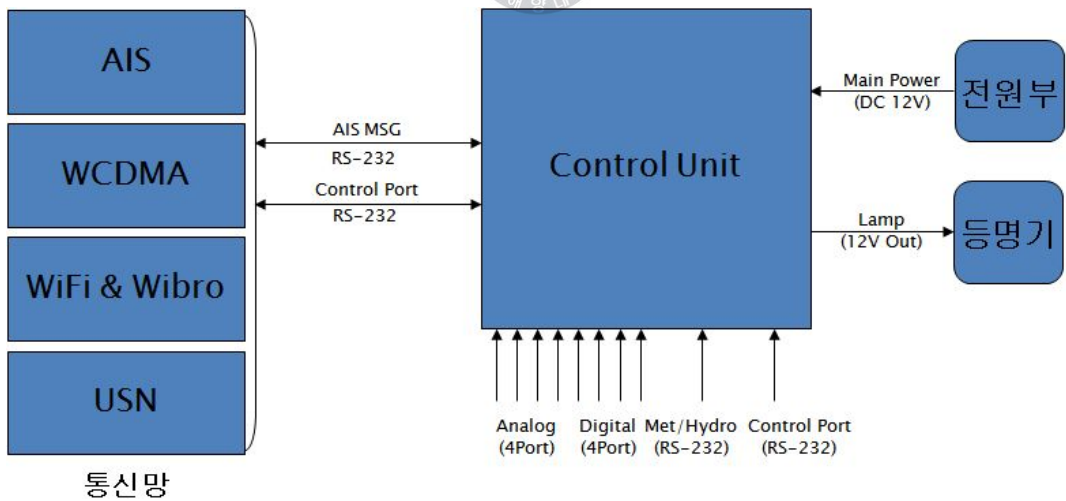


그림 3.17 내·외부 신호 인터페이스 구성도  
 Fig. 3.4 Signal Interface Diagram

본 논문에서 설계한 AIS AtoN 시스템의 제어장치는 2개의 CPU로 구성하였다. 하나는 ATMEGA128로 메인 제어를 위한 CPU이고, 다른 하나는 등명기를 제어하기 위한 CPU로 PIC16F877를 사용하였다. 2개의 CPU를 사용한 이유는 메인 처리부와 별도로 등명기를 비동기로 제어해야 하고, 많은 외부 I/O를 처리해야 하는 메인 처리부의 부하를 줄이기 위해 2개의 CPU를 사용하도록 설계하였다. 2개의 CPU를 사용할 경우 많은 전원을 소모해야 하는 약점을 가지고 있었으나 시스템 구현 후, 전원 사용량을 테스트 한 결과 0.01 A 이하로 저전력을 소모하였다.

먼저 전원부는 보조 배터리 장치를 포함하여 전원 필터 및 DC/DC 컨버터를 통해 9~40 V까지 입력 받아 12V 5A를 출력하도록 설계하였으며, 메인 제어부는 ATMEGA128을 사용하였으며, I/O는 4 Channel UART NMEA0183 입/출력부, 3 Channel ADC 입력부, 4개의 Analog 입력부, 4개의 Digital 입력부로 구성 하였다. 그리고 등명기제어부는 PIC16F877을 사용하였으며, I/O는 등명기의 동기점멸과 등질을 제어 하는 부로서 등명기 전원 출력부, 레이콘 전원 출력부, 2 Channel UART NMEA-0183 입/출력부, 1 개의 Pulse(PPS) 입력부, 1 channel ADC 입력부로 구성 하였다. 여기서 구현상 메인 제어부와 등명기 제어부는 하나의 모듈로 제작하였다.

그림 3.5는 AIS AtoN의 H/W 블록도이다.

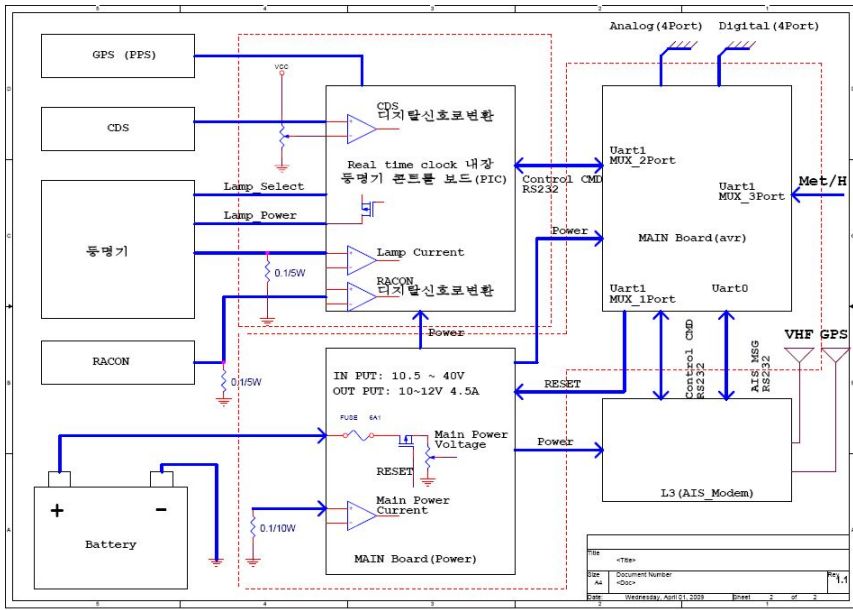


그림 3.18 AIS AtoN H/W 블록도  
 Fig. 3.5 AIS AtoN H/W Block Diagram

그림 3.6은 AIS AtoN 제어부 Schematic circuit를 나타내고 있다.

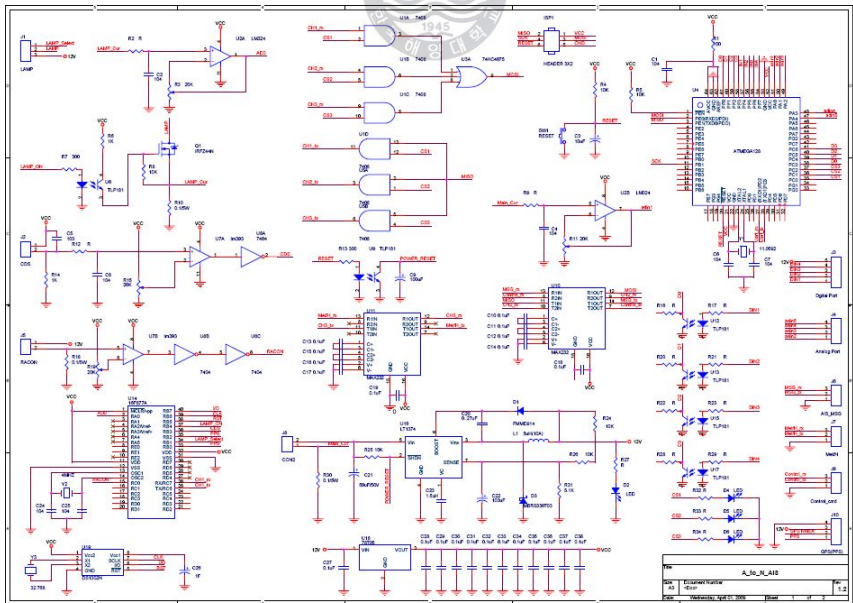


그림 3.19 AIS AtoN 제어부 Schematic circuit  
 Fig. 3.6 AIS AtoN Control Part Schematic circuit

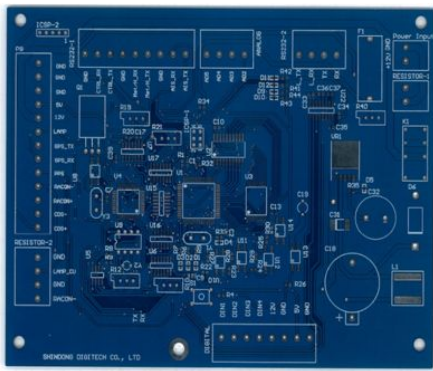


그림 3.20 제작된 제어 보드  
Fig. 3.7 Control Board PCB

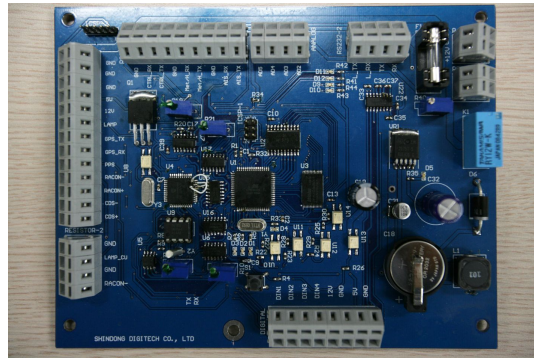


그림 3.21 조립된 제어 보드  
Fig. 3.8 Control Board

위에서 설계 한 AIS AtoN 시스템 하드웨어를 통합하여 그림 3.9와 같이 항로표지 정보 서비스를 위한 AIS AtoN 시스템의 전체 구성도를 작성하였다. 본 구성도는 AIS 시스템부, 등명기부, 전원부, 기상 센서부로 구성되어 있으며, 항로표지 정보 서비스를 위해 AIS AtoN 시스템을 설계 구현 하였으며, 실험시 본 시스템과 같이 구성, 실험하였다.

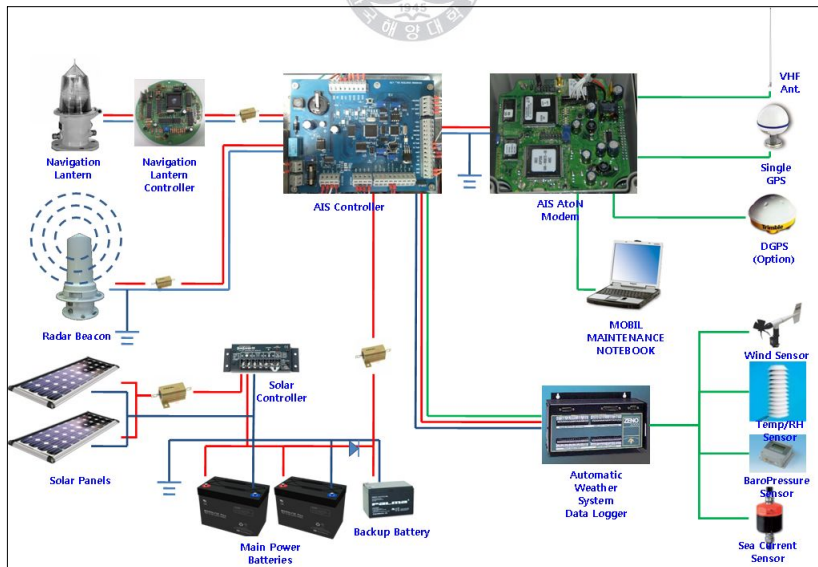


그림 3.22 정보 서비스를 위한 AIS AtoN 시스템 전체 구성도  
Fig. 3.9 AIS AtoN System Diagram for Information Service

### 3.3.1 처리 메시지 설계

처리 메시지는 IEC61162 문서를 기반으로 AIS VDL 메시지 6, 8, 12, 14를 활용하여 설계 하였다. 먼저 제어 및 설정 메시지는 AIS VDL 메시지 6을 이용하여 보고 주기 설정, 램프 등질 변경, 시스템 Reset 기능을 수행하도록 설계 하였으며, AIS VDL 메시지 8 번을 이용하여 기상 정보를 서비스 할 수 있도록 설계하였다. 그리고 AIS VDL 메시지 12번을 이용하여 표지에 이상이 발생 시 이상 정보를 발송하도록 설계 하였으며, AIS 메시지 14번을 이용하여 표지의 위치 이탈 메시지를 발송 할 수 있도록 설계 하였다.

#### 가. 제어 유닛으로 입력되는 신호

각 장치로부터 제어 유닛으로 입력되는 데이터 포맷을 살펴보면 다음과 같다.

표 3.16 제어장치로 입력되는 메시지 포맷

Table 3.9 Message Format entered as Control unit

기능	설명	메시지 포맷	예시	발신처
자신 정보	자신의 위치, 이름, MMSI 정보를 수신함	!AIVDO,x,x,x,a,s--s,x*hh<CR><LF>	!AIVDO,1,1,,16Sf?oTP009=QSLD4eA7<?wf04'L,0*10	AIS 모뎀
타선 정보	타선의 위치정보 및 항해 정보	!AIVDM,x,x,x,a,s--s,x*hh<CR><LF>	!AIVDM,1,1,,A,16Sf:?UP3aa<om@D3Ra7q?wh0T'L,0*33	AIS 모뎀
각종 메시지	안전 관련 메시지 등	!AIVDM,x,x,x,a,s--s,x*hh<CR><LF>	!AIVDM,1,1,,A,400048QuI95809=M:ND45rQ000S:,0*45	AIS 모뎀
기상 정보	기상 신호	#00022105<1><2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,<12>,<13><14>	#0002210570/04/09,16:23:00,1,3,218,1,5,217,24.4,40,1020.20,0,12.2,83	ZINO 3200 데이터로거
기상 정보	기상 신호	\$\$SQXDR,a,x,x,a,c--c,,,,,,,,a,x.	\$\$SQXDR,C,-60.0,C,AT*6C	NMEA-0183 기상 센서



		x,a,c--c*hh<CR><LF>		
표지 제어 정보	표지의 리셋, 전송 주기, 등질 변경 등 설정	!AIABM,x,x,x,xxxxxxxxx,x,x,.x,s--s,x*hh<CR><LF>	!AIABM,1,1,2,004401002,3,6,KSF?dcQpSH00,0*1E	기지국-> AIS 모뎀

나. 제어 유닛에서 AIS 모뎀으로 발신되는 신호

각종 정보 발신을 위해 제어 유닛에서 인코딩하여 AIS 모뎀으로 보내는 메시지 포맷은 다음과 같다.

표 3.17 제어장치에서 AIS 모뎀으로 발신되는 메시지 포맷

Table 3.10 Message Format sent from Control unit to AIS Modem

기능	설명	메시지 포맷	예시
표지 상태 정보	표지의 전원 상태, 램프 상태, 솔라 상태 등을 보고	!ANABM,x,x,x,xxxxxxxxx,x,x,.x,s--s,x*hh<CR><LF>	!ANABM,1,1,2,000000000,3,6,KS<000000000000001h@0O00T00,1*61
	표지의 램프 제어, 메시지 전송주기 등 설정	!ANABM,x,x,x,xxxxxxxxx,x,x,.x,s--s,x*hh<CR><LF>	
기상 정보	기상 정보 발신용 메시지	!ANBBM,x,x,x,x,x,x,s--s,x*hh<CR><LF>	!ANBBM,1,1,2,3,8,04d000000000000000O@01VF7mJ?blNvcAsrte7mqJ<O@O@0,0*6F
안전 관련 정보	위치 이탈, 고장 등의 메시지 전송	!ANBBM,x,x,x,x,x,x,s--s,x*hh<CR><LF>	!ANABM,1,1,2,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*63 !ANBBM,1,1,2,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*79
21번 메시지 상태 정보	표지의 상태 정보 설정	\$AIACE,x,x,x,x,x,x,x,x,x,x,x*hh<CR><LF>	\$AIACE,994401002,FF,,1,1,1,,00000000,C*22

### 3.3.2 기상 신호 처리 설계

기상신호관측을 위한 시스템은 풍향/풍속, 온도/습도 및 기압 등의 센서들로부터 입력 받은 아날로그 신호를 데이터로거를 통해 전기적인 신호로 변환하여 실시간으로 데이터를 수집 및 가공 처리하여 모니터링하는 시스템으로서, 기상관측장비는 기상관측표준화법에 따른 기상측기규격 자동기상관측장비의 표

준규격을 만족하는 장비를 사용하도록 설계하였다.

기상관측장치는 각 센서에서 들어오는 아날로그, 디지털 신호를 데이터 로거에서 입력 받아 1분 단위로 수신 데이터를 정해진 포맷으로 AIS AtoN 장치로 RS-232 케이블을 이용하여 전송하도록 설계하였다.

그림 3.9는 기상관측장치에 대한 구성도이다.



그림 3.23 기상관측장치 구성도  
Fig. 3.10 Weather Station Diagram

기상관측장치 구성 요소는 다음과 같다.

- 풍향 및 풍속계
- 기온 및 습도
- 기압계
- 데이터로거(Data Logger)

기상 정보를 서비스하기 위해 IMO 권고안으로 되어 있는 IMO SN/Circ.236 Guidance On the Application of AIS Binary Messages 문서에 정의 되어 있는 Application 1 Message "Meteorological and Hydrological Data" 포맷을 그대로 사용하였다.

기상 신호를 입력 받는 방법은 2가지 방법을 사용 하였다. 하나는 NMEA-0183 포맷 중 XDR을 이용하는 방법과 다른 하나는 ZINO 3200 데이터 로거를 이용하여 자체 기상 데이터 포맷을 정의하여 입력 받는 방법으로 기상 신호를 입력 받을 수 있도록 설계 하였다.

- NMEA-0183 표준인 XDR 데이터 포맷 정의

표 3.18 NMEA-0183 XDR을 이용한 기상 데이터 포맷 정의

Table 3.11 Weather Data Format Define using NMEA-0183 XDR

기상명	Format	비고
Average Wind Speed	\$\$SQXDR,D,0,N,AWS*hh	
Wind Gust	\$\$SQXDR,D,0,N,WGT*hh	
Wind Direction	\$\$SQXDR,A,0,D,WND*hh	
Wind Gust Direction	\$\$SQXDR,A,0,D,WGD*hh	
Air Temperature	\$\$SQXDR,C,-60.0,C,AT*hh	
Relative Humidity	\$\$SQXDR,H,0,P,RH*hh	
Dew Point	\$\$SQXDR,C,-20.0,C,DP*hh	
Air Pressure	\$\$SQXDR,P,800,B,AP*hh	
Air Press Tend	\$\$SQXDR,P,0,B,APT*hh	
Horizontal Visibility	\$\$SQXDR,D,0.0,N,HV*hh	
Wind Level Inc Tide	\$\$SQXDR,D,10.0,M,WLIT*hh	
Wind Level Trend	\$\$SQXDR,D,0,G,WLT*hh	
Surface Current Speed	\$\$SQXDR,D,0.0,N,SCS*hh	
Surface Current Direct	\$\$SQXDR,A,0,D,SCD*hh	
Current Speed 2	\$\$SQXDR,D,0.0,N,CS2*hh	
Current Direct 2	\$\$SQXDR,A,0,D,CD2*hh	
Current Measuring level 2	\$\$SQXDR,D,00.0,M,CML2*hh	
Current Speed 3	\$\$SQXDR,D,0.0,N,CS3*hh	
Current Direct 3	\$\$SQXDR,A,0,D,CD3*hh	
Current Measuring level 3	\$\$SQXDR,D,0,M,CML3*hh	
Significant Wave Height	\$\$SQXDR,D,0.0,M,SWH*hh	
Wave period	\$\$SQXDR,D,0,S,WP*hh	
Wave Direction	\$\$SQXDR,A,0,D,WVD*hh	
Swell Height	\$\$SQXDR,D,0.0,M,SH*hh	
Swell Period	\$\$SQXDR,D,60,S,SP*5E	
Swell Direction	\$\$SQXDR,A,0,D,SD*hh	
Sea State	\$\$SQXDR,D,0,G,SS*hh	
Water Temperature	\$\$SQXDR,C,-10.0,C,WT*hh	
Precipitation	\$\$SQXDR,D,0,G,PT*hh	
Salinity	\$\$SQXDR,D,0.0,G,SAL*hh	
ICE	\$\$SQXDR,D,0,G,ICE*hh	

- 자체 포맷인 ZENO 3200 출력 데이터 포맷 정의

**\* Zeno Protocol:**

#0002210570/04/09,16:23:00,1.3,218,1.5,217,24.4,40,1020.20,0,12.2,83

**\* Syntax:**

#00022105<1><2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,<12>,<13><14>

**\* Fields:**

<1>	Start of Text = 0x02
<2>	Date = yy/mm/dd
<3>	Time = hh/mm/ss
<4>	Wind Speed
<5>	Wind Direction
<6>	Wind Gust
<7>	Wind Gust Direction
<8>	Air Temperature
<9>	Relative Humidity
<10>	Air Pressure
<11>	Air Pressure Tend
<12>	Battery Voltage
<13>	Check Sum
<14>	End of Text = 0x03

### 3.3.3 등명기 제어 설계

등명기 제어부의 주요 기능은 2가지이다. 먼저 GPS에서 들어오는 PPS (Pulse Per Second) 디지털 신호를 이용하여 같은 등질의 램프를 동시에 On/Off 하는 동기 점멸 기능과 등질을 제어하는 등명기 제어 기능이다.

#### 가. 동기 점멸

동기 점멸은 GPS에서 들어오는 PPS 신호를 이용하여 Timer를 가동 시켜

일정한 시간 단위로 등명기를 켜고 끄고 하는 기능이다.

PPS는 Pulse Per Second로 1초에 한 번씩 펄스 신호를 외부로 출력해 준다. 초당 한 번씩 출력 되는 디지털 펄스 신호를 카운터 하는 Timer를 제작 하여, 이 타이머에 따라 램프를 점멸하는 것이다. 기존에는 GPS를 통해 들어오는 NMEA 신호 중 RMC, GGA 등 시간 정보가 들어오는 시간을 메인 컨트롤 유닛에 있는 RTC 타이머를 이용하여 타이머를 설정하여 타이머를 동기화 하려는 움직임이 있었다. 그러나 이것을 사용 할 경우 NMEA 데이터 수신에 따른 시간 딜레이와 자료 처리에 따른 시간 딜레이로 인하여 시간을 정확히 동기 시킬 수가 없었다. 그러나 요즘 나오는 GPS의 경우 위성을 수신 할 경우 일정한 간격으로 디지털 신호를 출력한다. 이점에 착안하여 디지털 신호를 초당 1번씩 출력하도록 조절하여 이 신호 이용, 자체 타이머를 만들어 동기 점멸에 사용하도록 설계하였다.

#### 나. 등명기 제어

등명기 제어는 등명기의 등질을 제어 하는 것과 램프 상태 체크, 사용 중인 전류 측정, 등명기 리셋 기능으로 나눌 수 있다.

램프 상태는 전구식 램프나 LED 방식의 램프를 사용하는 등명기에 전류 사용 여부에 따라 램프의 고장 여부를 식별하도록 설계 하였고, 이 상태는 AIS VDL 메시지 6번을 통해 관리국으로 보고 되도록 하였다. 항로표지의 주요 기능 중 하나인 장비 리셋 기능으로서 등명기 리셋 기능을 넣었다. 이 기능은 관리국의 AIS Base station을 통해 미리 정의 되어 있는 AIS VDL 메시지 6번을 사용 하여 특정 표지에 메시지를 보냄으로서, 표지의 등명기를 리셋 시킬 수 있도록 설계 하였다.

### 3.3.4 프로세서별 처리 루틴

#### 가. ATMGA 처리 루틴

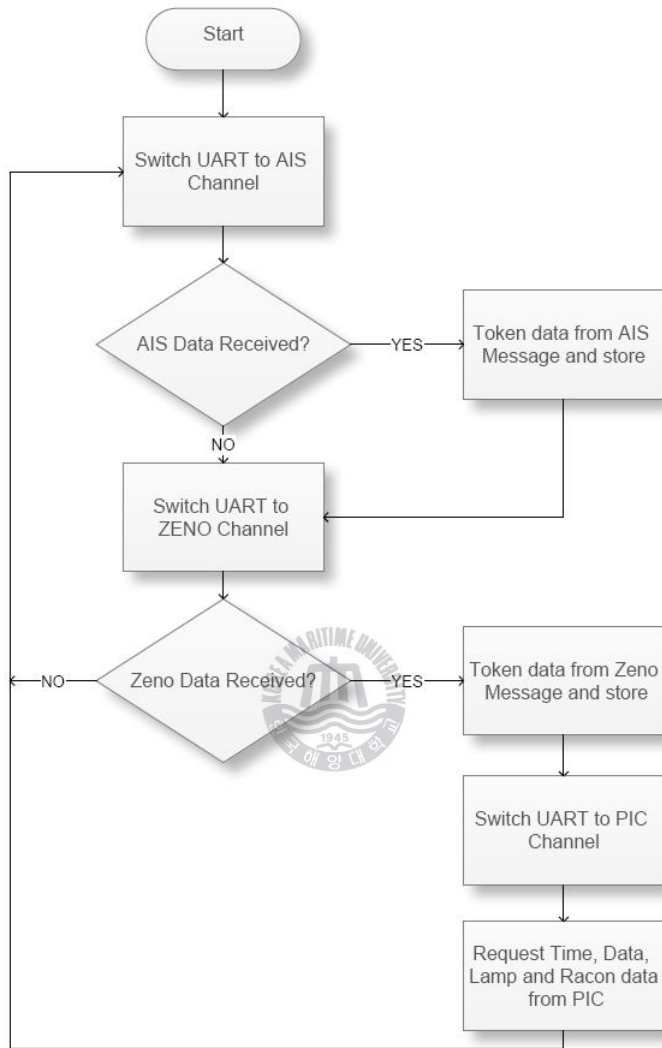


그림 3.24 ATMEGA Main Loop

Fig. 3.11 ATMEGA Main Loop

나. ATMGA Timer Interrupt 루틴

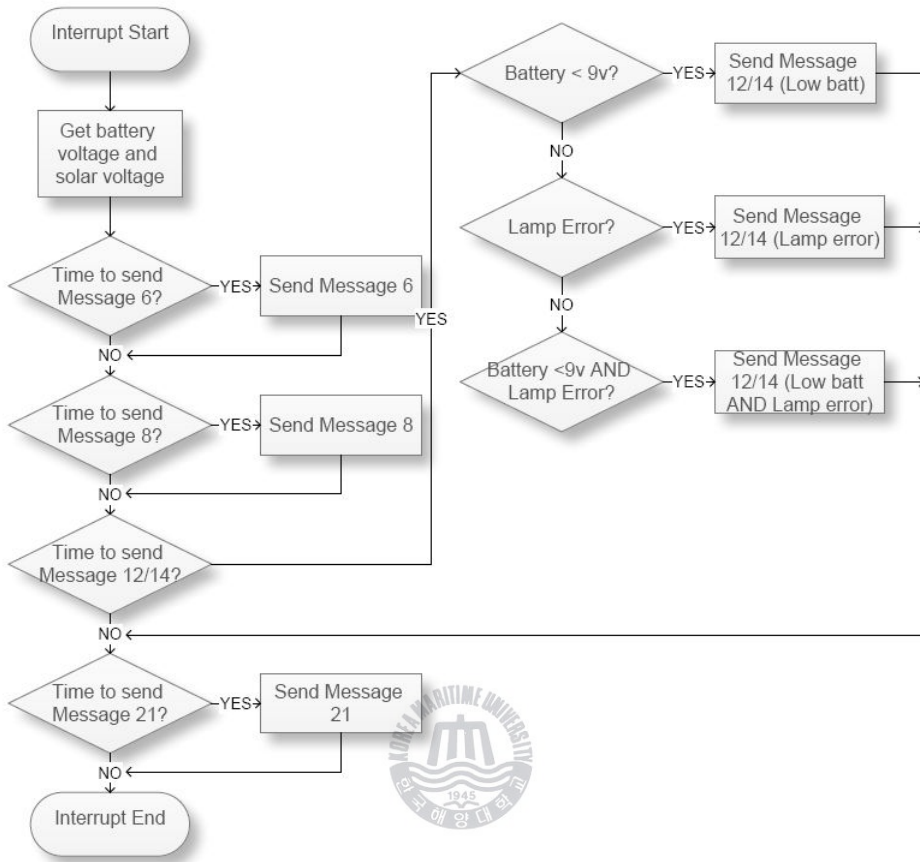


그림 3.25 ATMEGA Timer Interrupt  
Fig. 3.12 ATMEGA Timer Interrupt

다. PIC16F877A 처리 루틴

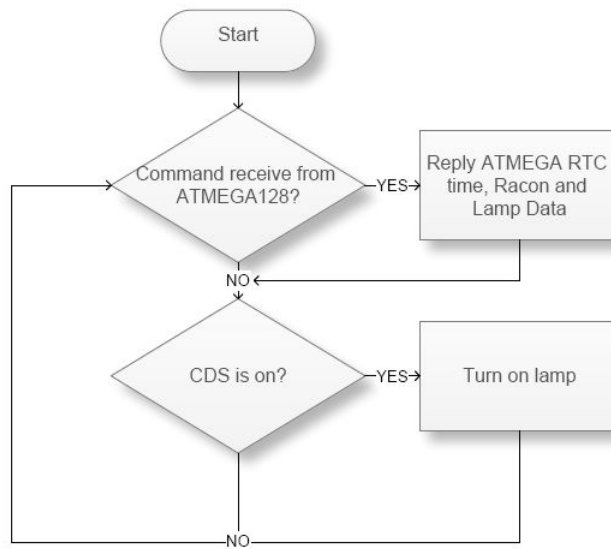


그림 3.26 PIC16F877A Main Loop  
Fig. 3.13 PIC16F877A Main Loop



### 3.4 항로표지 통합정보표시 소프트웨어 설계 및 구현

본 논문에서는 AIS 정보 수신 처리 표현을 위해 자료수집처리 시스템과 전자해도 기반의 항로표지 통합정보표시 시스템에 대해 설계 및 구현, 실험 하였다.

#### 3.4.1 자료수집처리 시스템

AIS 자료수집처리 시스템은 각 AIS 기지국에서 보내오는 AIS 정보를 TCP/IP 기반의 네트워크로 원격지의 자료와 시리얼 포트를 이용하여 로컬의 AIS 선박 정보 및 항로표지 정보, 기타 송수신 메시지를 처리하여 데이터베이스에 저장하는 시스템으로서, 각종 메시지 수신 처리 저장 기능과, 메시지 전송 기능, 표지 설정 변경, 제어 기능을 수행하도록 설계하였다.



가. 시스템 구성도

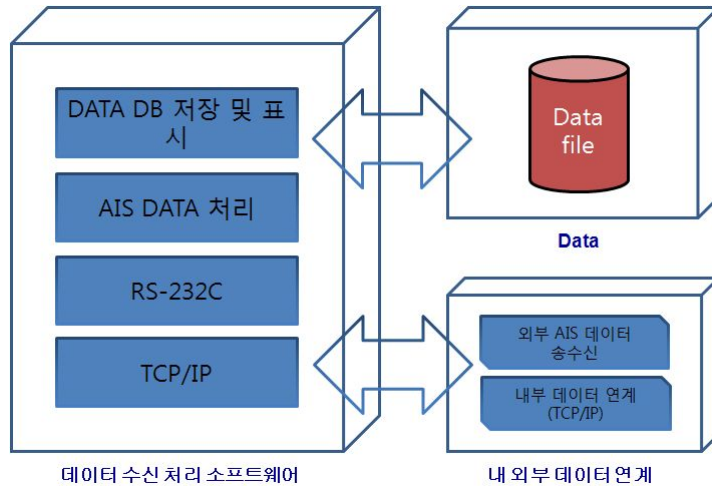


그림 3.27 자료수집처리 시스템 구성도

Fig 3.14 Data collection and Processing System Diagram

나. 주요 기능

① AIS 정보 처리

AIS 기지국에서 수집한 AIS 정보를 수집하는 기능을 수행한다.

② 수신 데이터 처리

AIS 메시지를 Parsing 처리하여 데이터베이스에 표지 정보 및 선박 정보를 저장하고 운영 시스템과 전시 시스템 쪽에 Socket 통신을 이용하여 전송한다.

③ 송신 데이터 처리

운영 시스템에서 네트워크로 전송해주는 신호를 외부 연동 장비로 전송한다.

④ 설정

각 통신별 신호 송수신 포트를 설정한다.

⑤ 화면 운영

자료 수신 상태와 송신 상태 및 각 메시지 상태를 표시 한다. 그리고 각 통신 상태를 표시한다.

⑥ 시스템 연계



외부 연계 기관에 데이터를 전송하는 기능을 수행한다.

### 3.4.2 전자해도 기반의 통합정보표시 시스템 구현

#### 가. 시스템 구성도

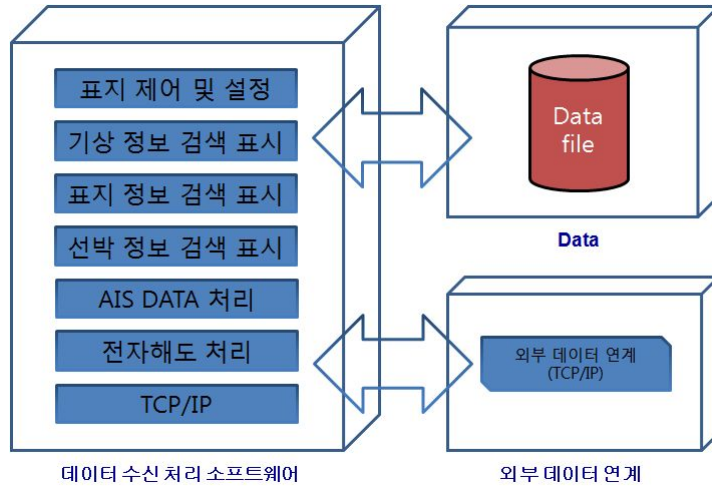


그림 3.28 전자해도 기반의 통합정보표시 시스템 구성도

Fig 3.15 A Combined Information Display System based ENC

#### 나. 주요 기능

##### ① 화면 정보

- 전자해도를 기반으로 한다.
- 전자해도는 확대, 축소, 이동 등 조작 기능이 가능하다.
- 각종 오류에 대해 경고 확인 및 설정이 가능하다.
- 전자해도 상에 선박 및 표지 위치와 기본 정보가 표시된다.
- 선박이나 표지를 선택 시 상세 정보를 표시한다.
- 커서의 위치 정보 및 해도의 축적 등 상세 정보를 화면상에 표시하다.

##### ② 표지 정보

- 화면상에 표시된 표지의 심볼을 선택 시 상세 정보를 볼 수 있으며 제어 및 설정 메시지를 보내는 기능이 있다.

- 선택 시 표지에 대해 과거 상세 정보(위치, 기상)를 기간별로 검색할 수 있다.

- 표지의 현재 상태를 표시 하고 점검을 통하여 정상, 비정상 여부를 보여 준다.

- 표지가 비정상인 경우 명령을 통해 시스템을 초기화 할 수 있다.

### ③ 기상 정보

- 각 기상 관측소에서 들어오는 기상 정보를 표시한다.

- 기상 데이터들을 일별, 월별 조회가 가능하고 통계 처리를 할 수 있다.

### ④ 선박 정보

- 전자해도 상에 AIS 선박의 위치를 표시한다.

- 수신 선박에 대해 선택을 통해 상세 정보 검색이 가능하다.

- 선박 검색 및 선택 선박에 대해 기간별 항적 검색이 가능하다.

- 검색된 항적에 대해 Excel 저장이 가능하고 전자해도 상에 시간별 항적 표시가 가능하다.

- 특정 지역별, 시간별 항적 검색이 가능하다.

### ⑤ 표지 제어 및 설정, AIS 메시지 전송

- 표지에 대한 제어 명령이 가능하고 명령에 대해 송, 수신 정보가 데이터 파일에 저장된다.

- 일반 AIS 안전 관련 메시지 전송이 가능하고 이 명령에 대해 송, 수신 정보가 데이터 파일에 저장된다.

# 제 4 장 실험 및 검토

## 4.1 개발 환경

### 4.1.1 AIS AtoN 시스템 개발 환경

가. 개발 환경

표 4.1은 각 CPU 별 AIS AtoN 시스템 개발에 필요한 환경을 정리한 내용이다.

표 4.22 AIS AtoN 시스템 개발 환경

Table 4.1 AIS AtoN System Development Environment

CPU	Editor	Compiler
ATMEGA128	Ultra Edit v14.20.1.1000	ICCAVR v7.20
PIC16F877	Microchip MPLAB v8.20	CCSC v4.065

그림 4.1은 ATMEGA128 프로세스를 개발하기 위한 도구의 메인 화면이고, 그림 4.2는 PIC16F877A를 개발하기 위한 개발 툴이다.

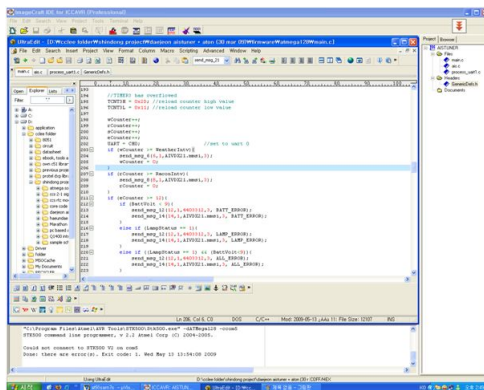


그림 4.29 ATMEGA128 Development Tools and IDE  
Fig. 4.1 ATMEGA128 Development Tools and IDE

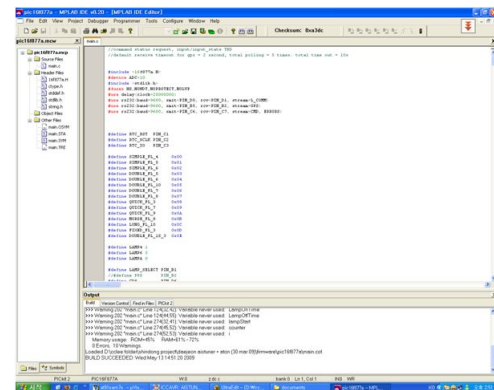


그림 4.30 PIC16F877A Development Tools and IDE  
Fig. 4.2 PIC16F877A Development Tools and IDE

## 나. 개발 Tool

- 시뮬레이션 테스트 도구 : Proteus ISIS V7.4

### 4.1.2 전자해도 기반의 항로표지 통합정보표시 시스템 구축 환경

전자해도 기반의 항로표지 통합정보표시 시스템 구축을 위해 자료 수신 처리 시스템과 자료 저장 Data File, 전자해도 기반의 통합정보표시 시스템으로 구성하였으며, 개발 도구는 Visual C++ 6.0을 이용하여 자료수집처리 소프트웨어와 통합정보표시 소프트웨어를 구현하였다.

표 4.2 은 본 통합정보표시 시스템 구축 환경을 정리한 것이다.

표 4.2 항로표지 통합정보표시 시스템 구축 환경

Table 4.2 Aids to Navigation Integration Information Display System Building Environment

구분	설명	비고
자료수집처리 시스템	Windows XP Professional 통신 : RS-232C, TCP/IP	Data File 연계
통합표시 시스템	Windows XP Professional 통신 : TCP/IP	Data File 연계
개발 TOOL	Visual studio 6.0 응용프로그램 : Visual C++ 6.0	
프로토콜	통신 : RS-232C, TCP/IP	

## 4.2 AIS AtoN 시스템 하드웨어 실험

### 4.2.1 메인 제어장치 시뮬레이션 실험

가. 시뮬레이션 테스트 도구 : Proteus ISIS V7.4

그림 4.3은 제어 장치 설계시 소프트웨어적으로 작동 상태를 검사하기 위한

시뮬레이션 틀이다.

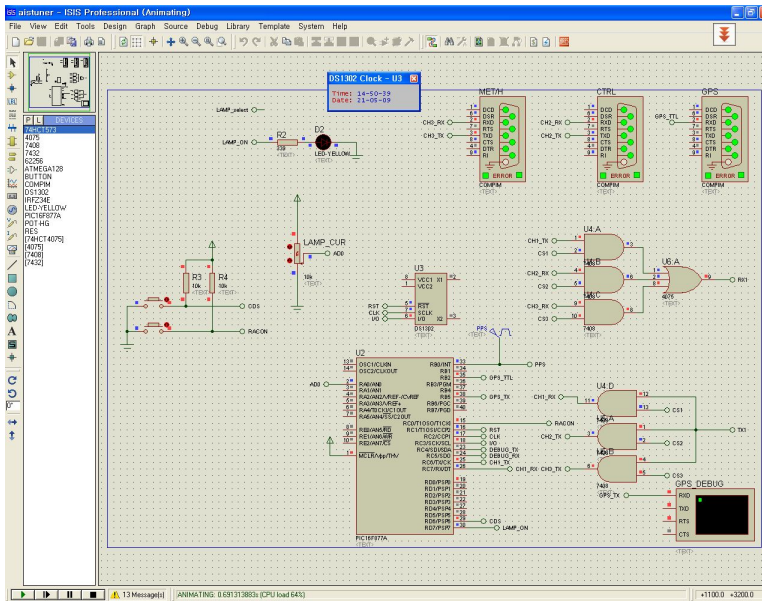


그림 4.31 Proteus ISIS V7.4 Simulation  
Fig. 4.3 Proteus ISIS V7.4 Simulation

나. PIC16F877A Simulation schematics

그림 4.4는 PIC으로 제작한 PCB에 대한 시뮬레이션하기 위한 환경을 나타내고 있다.

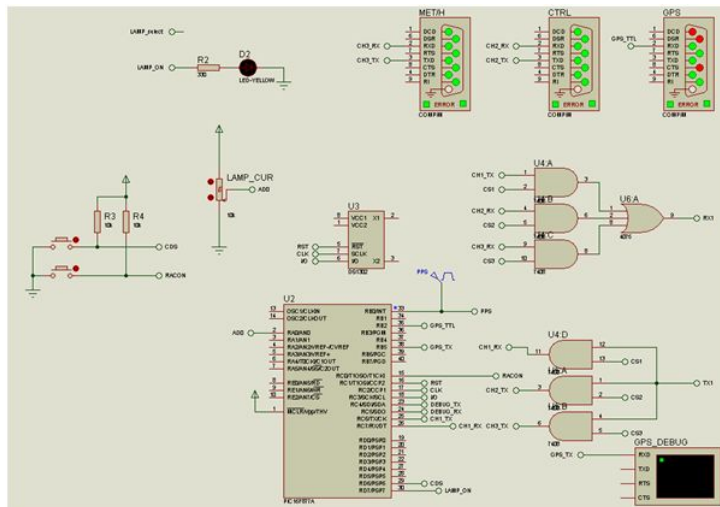


그림 4.32 PIC16F877A Simulation Schematics  
Fig. 4.4 PIC16F877A Simulation Schematics

다. ATMEGA128 Simulation schematics

그림 4.5는 ATMEGA를 이용하여 제작할 PCB에 대한 시뮬레이션하기위한 환경을 나타내고 있다.

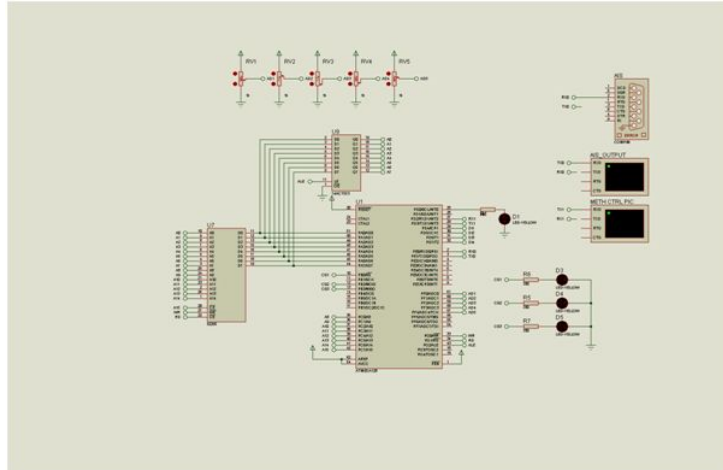


그림 4.33 ATMEGA128 Simulation Schematics  
 Fig. 4.5 ATMEGA128 Simulation Schematics



라. 시뮬레이션 결과

```

Virtual Terminal - AIS_OUTPUT
!ANBBM,1,1,2,3,8,04d0000000000000000000000000000001VF7mJ?b1Nvc&srte7mqJ<O@O@0,0*6F
!ANABM,1,1,2,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*63
!ANBBM,1,1,2,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*79
$AIACE,000000000,E1,,1,1,1,,0000000000,C*55
!ANABM,1,1,3,000000000,3,6,KS<000000000000000000001h@0000T00,1*60
!ANBBM,1,1,3,8,04d0000000000000000000000000000001VF7mJ?b1Nvc&srte7mqJ<O@O@0,0*6E
!ANABM,1,1,3,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*62
!ANBBM,1,1,3,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*78
$AIACE,000000000,E1,,1,1,1,,0000000000,C*55
!ANABM,1,1,0,000000000,3,6,KS<000000000000000000001h@0000T00,1*63
!ANBBM,1,1,0,3,8,04d0000000000000000000000000000001VF7mJ?b1Nvc&srte7mqJ<O@O@0,0*6D
!ANABM,1,1,0,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*61
!ANBBM,1,1,0,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*7B
$AIACE,000000000,E1,,1,1,1,,0000000000,C*55
!ANABM,1,1,1,000000000,3,6,KS<000000000000000000001h@0000T00,1*62
!ANBBM,1,1,1,3,8,04d0000000000000000000000000000001VF7mJ?b1Nvc&srte7mqJ<O@O@0,0*6C
!ANABM,1,1,1,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*60
!ANBBM,1,1,1,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*7A
$AIACE,000000000,E1,,1,1,1,,0000000000,C*55
    
```

그림 4.34 Simulation Test output  
 Fig. 4.6 Simulation Test output

그림 4.6은 그림 4.4~5에 대한 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 각 메시지를 통하여 AIS 정보를 전송 할 수 있다.

1) 입력 데이터(AIS VDL Data) : 본 메시지는 AIS 수신 장치로부터 수신한 타 장비에 대한 메시지이다.

```
!AIVDM,1,1,,B,13A7bd002T9?I1'Cqu8j4Qgl00Rs,0*75
```

2) 출력 데이터(AIS VDL Data) : 본 메시지는 AIS 모뎀을 통해 전송하기 위한 VDL 메시지들이다.

- 메시지 6번 : 부이 상태 모니터링용 주소형 바이너리 데이터

```
!ANABM,1,1,0,000000000,3,6,KS<000000000000001h@0000T00,1*63
```

- 메시지 8번 : 해상, 기상 정보에 대한 방송형 바이너리 데이터

```
!ANBBM,1,1,0,3,8,04d0000000000000000000000000@01VF7mJ?blNvcAsrte7mqJ<O@O@0,0*6D
```

- 메시지 12번 : 표지 상태 이상에 대한 경고용 주소형 텍스트 메시지

```
!ANABM,1,1,0,004403312,3,12,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*61
```

- 메시지 14번 : 표지 위치 이탈에 대한 경고용 방송형 텍스트 메시지

```
!ANBBM,1,1,0,3,14,P1D?>P@?G5BP5BB?B,0*7B
```

- VDL 설정 메시지 : 21번의 부이 상태에 대한 설정 메시지



\$AIACE,000000000,E1,,1,1,1,,0000000000,C\*55

4.2.2 실외 실험 구성도

그림 4.7은 본 실험을 위한 구성도이다. 본 구성도는 2개의 AIS AtoN 시스템과 하나의 선박용 AIS(Class A) 시스템, 하나의 기상 관측 장비, 그리고 기지국 장비 및 수신 서버, 운영관리 서버로 구성 하였다. AIS AtoN 시스템은 통합 제어기, AIS 모뎀, 기상관측 장비, GPS, VHF, 등명기, 태양전지, 충·방전 조절기, 축전지로 구성 되어 있다.

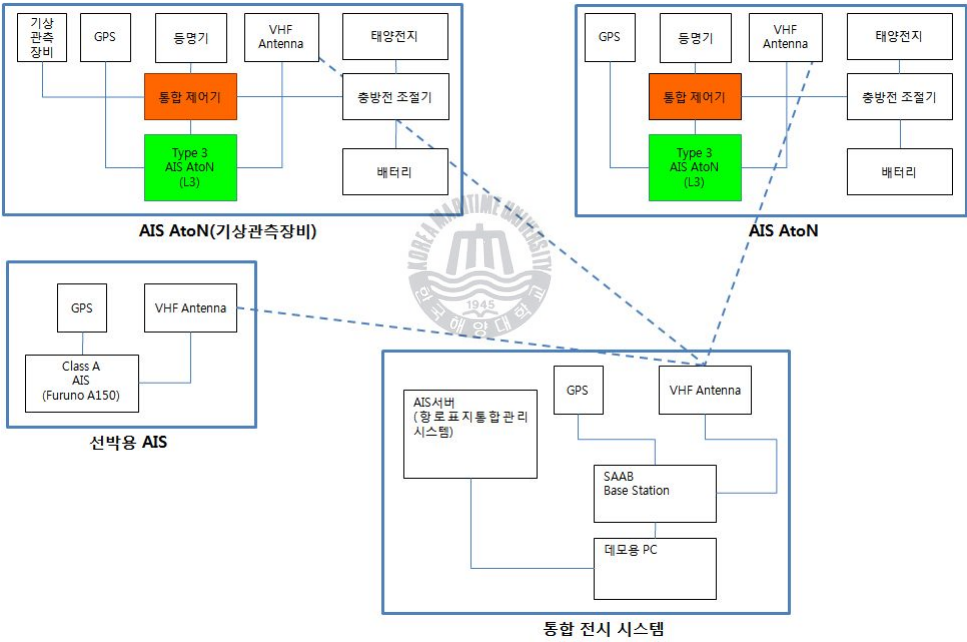


그림 4.35 전체 시스템 실험 구성도  
Fig. 4.7 System Test Diagram

각 장비에 대한 상세 내역은 다음과 같다.

- AIS AtoN
  - 통합제어기
  - AIS 모뎀 : L3 Communications

- 충·방전조절기 : SUN-SAVER 20
- 태양전지 : GMG 01800
- 기상 센서
  - 풍향 풍속계 : RM YOUNG 05106
  - 온도및 습도계 : HMP45A
  - 기압계 : VAISALA
- 데이터 로거 : ZENO-3200
- 선박용 AIS : Furuno A150
- 기지국 장비 : SAAB R40 AIS Base Station

### 4.2.3 실험 화면

#### 가. 완성된 AIS AtoN 시스템

그림 4.8은 AIS AtoN 시스템에 대한 내부 결선도를 나타내고 있다. 본 시스템은 전원부와 제어 유닛, AIS 모듈로 구성 되어 있다.

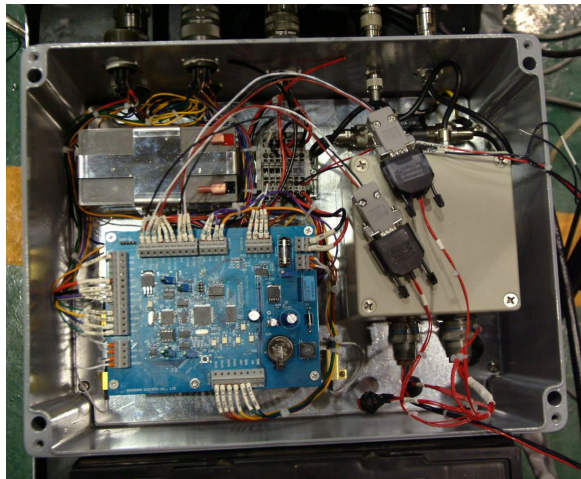


그림 4.36 AIS AtoN 시스템 내부 결선도  
Fig. 4.8 AIS AtoN System Internal Connection Diagram

#### 나. 기상 관측 시스템

그림 4.9는 기상 관측 시스템 전체 구성으로서 풍향풍속계, 온도계, 습도계,

기압계, 데이터로거 등으로 구성 되어 있다.



그림 4.37 기상 관측  
시스템

Fig. 4.9 Weather Station

다. 항로표지용 AIS 테스트 환경 구축 화면

그림 4.10은 AIS AtoN 시스템 테스트베드이다. 본 시스템은 본체와 축전지, 등명기, 각종 안테나, 연결부로 구성되어 있다.

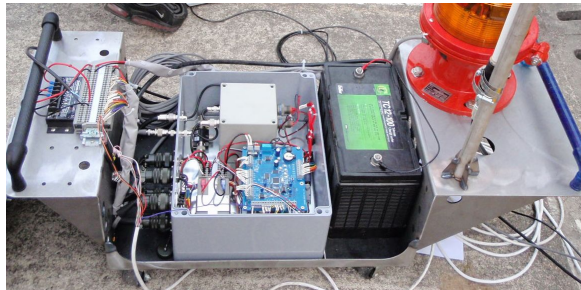


그림 4.38 AIS AtoN 시스템 테스트베드

Fig. 4.10 AIS AtoN System Test-bed

그림 4.11은 AIS AtoN 시스템을 테스트하기 위해 전체 시스템을 구성한 것이다.



그림 4.39 전체 테스트 환경  
Fig. 4.11 The Whole Test Environment

라. 선박용 AIS 시스템 (Class A) 및 기지국 AIS 시스템

그림 4.12는 선박용 AIS 시스템이고, 그림 4.13은 기지국 AIS 시스템의 구성을 나타내고 있다.



그림 4.40 선박용 AIS 장치  
Fig. 4.12 Ship-born AIS



그림 4.41 기지국용 AIS 장치  
Fig. 4.13 Base Station AIS

#### 4.2.4 실험 내용

##### 가. 전원 입력 테스트

본 테스트를 위해 9 볼트에서 40볼트까지 변환이 가능한 멀티 파워를 준비하여 전원을 변경하면서 입력하였다.

##### 나. 등명기 동기 점멸 테스트

등명기 동기 점멸 테스트를 위해 2개의 AIS AtoN 시스템을 준비 하여 검증하였다. 각각의 시스템에 장착되어 있는 CDS를 가리고 동기점멸 상태를 검증하였다.

##### 다. 메시지 21번 전송 테스트

본 메시지는 AIS AtoN 시스템에서 3분 단위로 발신하는 메시지를 자료수신 처리 시스템을 걸쳐 나오는 메시지를 통합표시 시스템에 표출되는 항로표지 위치를 통해 검증 하였으며, 또한 선박용 AIS에 표출되는 항로표지 정보를 확인 하였다.



##### 라. 메시지 8번 전송 테스트

기상 시스템의 데이터 로거에서 데이터를 수신 받아 3분 단위로 BBM 메시지를 이용하여 발신하였다. 그 결과는 통합표시 시스템에서 수신 받아 표출되는 것을 확인하였다.

##### 마. 메시지 6번 전송 테스트

표지의 전원, 전류, 램프 상태에 대한 내용을 ABM 메시지를 이용하여 3분 단위로 발신하였다. 그 결과는 통합표시 시스템에서 수신 받아 표출되는 것을 확인하였다.

##### 바. 안전관련 메시지 전송 테스트

표지의 설치 위치를 변경하여 임의로 설치 위치를 이탈시킴으로서 이탈 메시지를 BBM 메시지를 이용하여 10초 단위로 발신하도록 하였다. 그리고 램프

고장에 대한 메시지 검증을 위해 외부 램프 연결선을 제거 하여 메시지 발신 여부를 테스트 하였다. 램프 고장에 대한 메시지도 ABM 메시지를 이용하여 10초 단위로 발신하도록 하였다. 본 결과도 역시 통합표시 시스템에서 수신 받아 표출되는 것을 확인하였으며, 또한 선박용 AIS에 표출되는 내용을 확인하였다.

#### 사. 리셋 테스트

본 내용에 대한 검증은 자료수집처리 소프트웨어에 구현 되어 있는 리셋 명령을 이용, 목표 표지에 AIS Base station을 통해 ABM 메시지를 전송함으로써 램프와 전체 시스템의 초기화 상태를 확인하였다.

#### 아. 주기 변경 테스트

본 내용에 대한 검증은 자료수집처리 소프트웨어에 구현되어 있는 주기변경 명령을 이용하여 목표 표지에 AIS Base station을 통해 ABM 메시지를 전송하였다. 그리고 각 메시지에 대하여 다음 수신 주기를 확인함으로써 변경 여부를 확인하였다.



#### 자. 등명기 등질 변경 테스트

등명기 등질 변경 역시 자료수집처리 소프트웨어에 구현 되어 있는 등질 변경 명령을 이용하여 목표 표지에 AIS Base station을 통해 ABM 메시지를 전송하였다. 그에 대한 결과는 항로표지에 있는 등명기의 램프 작동 여부로 확인하였다.

### 4.3 항로표지 통합정보표시 소프트웨어 실험

#### 4.3.1 AIS 자료 수집 처리 소프트웨어

AIS 자료 수집 처리 소프트웨어를 이용하여 표지에서 발신 하는 AIS 기본 정보 및 상태 정보, 기상 정보의 수신 상황을 테스트 하였으며, 표지의 제어 및

설정 기능을 테스트하였다. 그리고 본 소프트웨어에서 수신한 AIS 정보를 항로 표지 통합 관리 및 서비스를 위해 데이터베이스에 저장하였다. 각 실험 내용에 대해 그림 4.14 ~ 4.16에 있는 그림 상에 잘 나타나 있다.

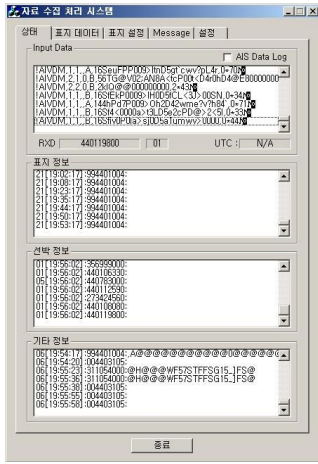


그림 4.42 AIS 자료 수신  
Fig. 4.14 Receive AIS Data

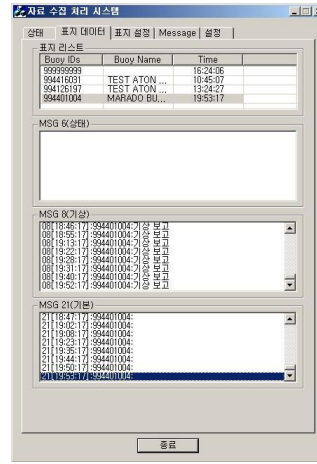


그림 4.43 표지정보 수신  
Fig. 4.15 Receive AtoN Information

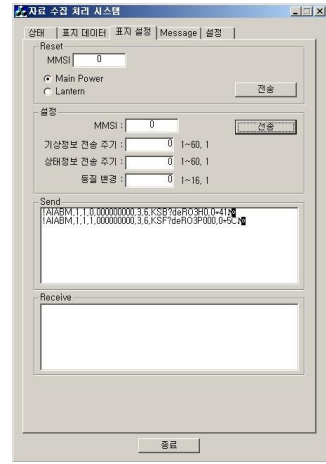


그림 4.44 표지 설정 메시지 송수신 기능  
Fig. 4.16 Send and Receive AtoN Configuration Message



그림 4.14는 AIS 메시지를 수신 받아 출력하고, 각 메시지에 대해서 MMSI를 기준으로 표지 정보, 선박 정보, 기타 정보를 구분하여 출력하고 있다. 그림 4.15는 표지 정보에 대한 메시지들 중 수신 받은 표지 리스트를 추려하고, 각 표지별 기본 메시지(MSG 21), 상태 정보(MSG 6), 기상 정보(MSG 8)를 출력한다. 그리고 그림 4.21은 표지에 대해 제어 및 설정을 하기 위한 기능들로서 Main Power, Lantern 등을 제어하기 위한 리셋 기능과, 기상정보, 상태정보 전송주기 변경과, 등질변경 기능을 정의 하여 AIS 메시지 6번을 이용하여 표지를 제어한다. 본 그림은 각 기능에 대한 메시지 생성 및 송수신 기능을 나타내고 있다.

### 4.3.2 전자해도 기반의 통합정보표시 소프트웨어

본 소프트웨어는 전자해도 기반의 항로표지 통합정보표시 시스템으로서 AIS

자료 수신 처리 시스템으로부터 AIS 신호를 TCP/IP 기반의 네트워크로 수신 받아, 전자해도 상에 선박 및 항로표지의 위치정보 및 상태정보, 기상정보 등을 통합 표시 한다. 그리고 AIS 자료 수신 처리 소프트웨어에서 데이터 파일에 저장한 선박 항적 검색이 가능하며, 표지의 위치 상태 및 표지 상태를 시각적으로 바로 검색이 가능하다. 또한 기상 정보 및 표지 전원 및 램프 등의 상태 정보를 모니터링 할 수 있도록 구현 하였으며, 시간별 검색 및 프린터 및 엑셀 파일로 저장 가능하도록 구현하였다.

그림 4.17은 전자해도 기반의 항로표지 통합정보표시 시스템의 메인 화면 구성이다.

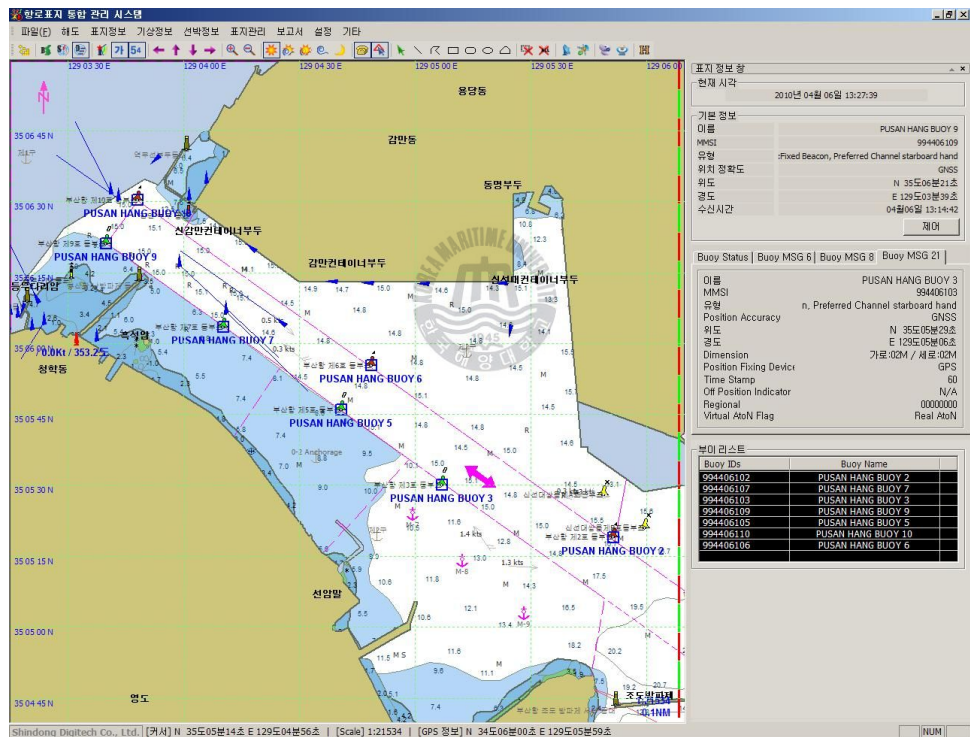


그림 4.45 항로표지 통합정보표시 시스템 메인 화면

Fig 4.17 Aids to Navigation Integration Information Display System Main Screen

그림 4.18은 표지 정보를 검색하는 화면으로서, 기본정보, 상태정보, 기상정보 등을 각 표지별 검색 기간을 입력함으로써 검색 가능하고, 검색된 결과는



Excel 파일로 저장 가능하다.

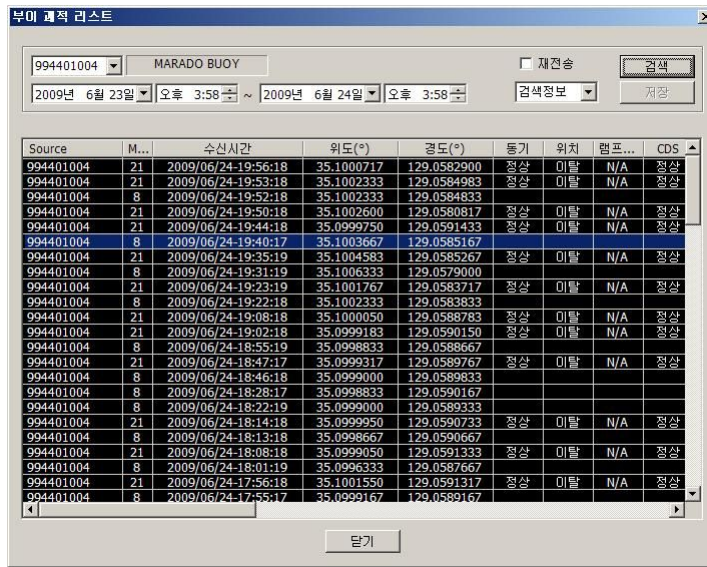


그림 4.46 표지정보 검색창

Fig 4.18 AtoN Information search Windows



## 제 5 장 결론

본 논문은 해안측 관점에서 본 e-Navigation 아키텍처에 관한 IALA 권고서를 바탕으로 해상교통의 중요 인프라인 항로표지시설의 효율적 관리와 표지 및 기상 정보의 체계적 서비스를 위한 AIS AtoN 기반의 항로표지 통합관리 및 서비스 시스템 구현에 관한 연구로써, 그 구성요소인 AIS AtoN 시스템의 설계 및 구현에 관한 내용이다.

해양교통시설 통합관리를 위한 통신망으로서는 AIS를 주통신망으로 사용하고 AIS를 운영할 수 없는 곳이나 등대 및 교량에 설치되는 표지 등, 고정 표지들에는 WCDMA, GSM, WIFI, Wibro, USN, Ethernet, VSAT 등 유무선 통신망을 사용하여 상태나 위치 정보 등을 중계 기지국에서 수집하여 각 지역에 설치된 AIS 기지국을 통해 가상 AIS AtoN 신호를 생성, 재전송할 수 있는 복합 통신망을 제안하였다.

기존의 선박용 AIS를 AIS AtoN 기술 문서에 맞게 개발된 AIS 모델을 이용하여 기상 정보와 항로표지 상태정보를 AIS Binary 메시지를 이용하여 해안 기지국과 주변을 향해 중인 선박에 제공하였다, 항로 표지에 이상이 발생할 경우 AIS Binary 메시지를 이용하여 통합 기지국에 보고하고, 주변을 항행 중인 선박에 직접 경고 메시지를 전송하도록 AIS AtoN 시스템을 설계, 구현하였다.

구현된 AIS AtoN 시스템에 기상 센서를 부착하여 기상 신호 및 상태 정보를 AIS 메시지를 통해 발신하고 해안 기지국 장치에서 이 정보를 수신 받아 자료 수신 처리 시스템을 통해 전자해도 기반의 해양교통시설 통합정보표시 시

시스템을 통해 항로표지 및 선박, 기상 정보를 통합 표시하였다.

실험 결과, GPS를 이용한 등명기 동기 점멸과 제어 기능을 안정적으로 수행하였다. 그리고 표지의 상태 모니터링 및 제어 기능을 수행 하였으며 AIS 메시지를 이용하여 안정적으로 보고 및 제어 할 수 있었다. 또한, 표지의 위치 정보 및 상태 정보를 매 3분 단위로 안정적으로 제공하였으며, 그 정보는 전자해도 기반의 통합정보표시 시스템을 통해 확인하였다. 기상정보 또한 매 3분 단위로 수신 받아 표시하였다. 기존의 각종 통신 장비를 통해 항로표지를 관리 하던 것을 AIS AtoN 시스템을 이용함으로써 실시간으로 선박 및 해안 기지국에서 표지의 위치 및 상태 정보를 확인 가능하였으며, 추가적으로 기상 정보를 실시간 서비스함으로써 주변의 항행하는 선박에서는 별도의 장비 없이 실시간 기상 정보 확인을 통해 안전항해에 많은 도움이 되고, 해안에서 생활하는 어부나 여가를 즐기는 낚시, 레저 활동을 하는 국민에게 기상 정보를 실시간 서비스함으로써 국민의 권익 신장과 재산 보호에 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

본 시스템이 이 논문에서 의도한대로 사용될 경우 선박의 안전항해에 많은 도움이 될 뿐만 아니라 효율적인 항로표지 통합 관리가 가능할 것이며, 취득한 기상 정보를 바탕으로 더욱 향상된 대국민 기상 서비스도 가능해 질 것이다. 또한 국제 표준을 준수하는 해상교통 시설 체계 마련을 통한 국제 항로표지의 새로운 역할을 선도하게 될 것이다.

향후 연구 과제로는 항로표지에서 서비스하는 기상 신호를 선박국에서 수신하여 표시 할 수 있는 선박 표시 시스템 개발이 시급하고 기상 신호의 신뢰성 검증 방법 도입 및 GNSS를 사용시 발생하는 위치 오차에 따른 문제점도 해결해야 할 과제이다.

## 참고 문헌

- [1] 국토해양부, "바다의 Blue-Highway 구축", 2008
- [2] An approach to e-Navigation, Gdynia maritime University, A Weintrit, et al, pp.66-67.
- [3] Report of the COMSAR subcommittee, IMO COMAR Subcommittee, COMSAR 10th, 2006, pp.78-82.
- [4] Report of the NAV subcommittee, IMO NAV Subcommittee, NAV 52nd, 2006, pp.88-93
- [5] Report of the 16th IALA Conference, May 22-27, 2006, Shanghai, PRC
- [6] IALA Recommendation A-126, The use of the automatic identification system(AIS) in marine aids to navigation services, 2007
- [7] Report of the 16th IALA Conference - Training Workshop - Dalian, PRC, May 29-30, 2006
- [8] Report of the 11th International VTS Symposium, Norway, 2008
- [9] 해양수산부 항로표지담당관실, "항로표지집약관리시스템 운영개선 전문가 포럼", 2006.
- [10] 정영철, 해상조난방재통신과 항로표지관리 시스템의 연계방안 연구, 2004.
- [11] The IALA Vision for e-Navigation, 2007, Nordic Navigation Conference
- [12] Bergen, Nordic Institute of Navigation, e-Navigation Architecture, The present status and work ahead, 2009.
- [13] IEC 61174 Electronic chart display and information system (ECDIS) - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results
- [14] IEC 61162-1 Maritime navigation and radiocommunication equipment

and systems Digital interfaces

- [15] IEC 61993-2 Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Automatic identification systems(AIS)
- [16] ITU-R M.1371 Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access In the VHF Maritime Mobile Band
- [17] IEC 62620-2 AIS AtoN Stations-Minimum operational and performance requirements, methods of testing and required test results
- [18] IALA Rec A-126 The use of the automatic identification system(AIS) in marine aids to navigation services
- [19] IMO SN Circ.236 Guidance on the application of AIS binary messages
- [20] IMO SN Circ.243 : New Symbols for AIS-AtoN, 2009
- [21] IALA e-Navigation 5th Committee, 2009

