

최 종
보 고 서

어선 자동식별 및 감시 시스템 개발

(최 종 보 고 서)

2002년 11월

주관연구기관 (주)이에스텍/산업기술연구소
협동연구기관 한국해양대학교
세부연구기관 (주)이에스텍

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부장관 귀하

본 보고서를 “어선 자동식별 및 감시 시스템 개발”의 최종 보고서로 제출합니다.

2002 년 11월

주관연구기관명 : (주)이에스텍
산업기술연구소

총괄연구책임자 : 김 경 찬
연 구 원 : 고 운 용
연 구 원 : 정 명 석
연 구 원 : 김 근 섭
연 구 원 : 정 창 용

협동연구기관명 : 한국해양대학교
협동연구책임자 : 송 재 욱
연 구 원 : 조 익 순
연 구 원 : 유 윤 자

세부연구기관명 : (주)이에스텍
세부연구책임자 : 김 주 영
연 구 원 : 박 용 선
연 구 원 : 백 세 환
연 구 원 : 강 구 열

요 약 문

1. 제 목

어업 자원 보호를 위한 어선 자동식별 및 감시 시스템 개발

2. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구에서는 소형어선의 위치 및 개별정보를 통한 해역관리 및 조업안전, 어장보호를 목적으로 하는 시스템의 개발을 목적으로 하고 있다. 소형어선에의 보급을 위하여 저가의 제품구성이 요구되며, 해역을 감시하는 목적을 수행하는 각종 관공선의 감시시스템은 이러한 어선 및 해역정보를 보다 효율적으로 가공하여 활용할 수 있는 시스템이 요구된다.

3. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구의 목표는 불법조업 원격 감시 및 관리 효율화를 위한 저가·소형 어선자동식별 및 감시 시스템의 개발이며, 구체적인 방안으로 어선 자동식별 정보 송수신 모듈개발, 자동식별 및 감시시스템의 개발을 목표로 하며 구체적으로 이와 관련되는 제반 환경 및 성능요건 분석, 시제품 설계 및 제작, 성능 테스트, 기타 제품화를 위한 관련사항 검토 등의 실천적인 세부 연구를 수행한다.

4. 연구개발의 결과

- (1) 어선자동식별 송수신 모듈의 개발
- (2) ECDIS 및 RADAR 기반의 감시시스템의 개발

5. 활용방안

- (1) 해역관리를 위해 조업 중인 어선을 자동으로 식별 또는 감지하는 분야에 활용
(VTS, PTMS, AIS Center, 해양경찰청, 해군)
- (2) 개발된 핵심 기술을 국내 특허출원하고, 상품화 할 예정임

6. 기대 효과

본 연구는 국내 어업 관리력을 한 단계 향상시킴으로써 어업 자원의 보호, 안전조업 지원, 해상경비력 위상제고, 해상경비 시스템화, 경제적 수익 등의 긍정적인 요소들을 발생시켜 선진해양 국가건설에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

SUMMARY

1. Title

Development of the automatic identification and monitoring system for small vessels to conserve fishery resources.

2. Objectives and Importance

The purpose of this study is to develop the automatic identification and monitoring system aims to manage the sea area, to preserve the fishery resources and for the safety of the small fishery vessels. For a large demand for the small vessels, the low price equipment should be taken into account in developing the system. And more, to provide the coast guard efficient Vessel Monitoring System, the system is in need of effective processing and usage the information of fishery vessels and sea area.

3. contents and scope

The specific scope is composed of analysis the fishery environment and the required performance of equipment, design and development of the prototype, performance test and review.

4. Results

- (1) Development of the automatic identification system of the small vessels
- (2) Development of monitoring system based on the ECDIS and RADAR.

5. Application

monitoring the sea area of the coast guard, VTS, PTMS and AIS Center

6. Effectiveness

- (1) Conserve the fishery resources
- (2) Support the safety fishery
- (3) Enhance the coast guard capacity
- (4) Economic benefit

CONTENTS

CHAPTER 1	Introduction	13
Section 1	Objectives	13
Section 2	Methodology	14
Section 3	Necessity of study	14
1.	Fishery Environment	14
2.	Status of the Coast guard	18
3.	Necessity	24
CHAPTER 2	Level of Technology	25
Section 1	The level of Tech of the outside of country	25
1.	INMARSAT-C	25
2.	AIS (Automatic Identification System)	27
Section 2	The level of Tech of the inside of country	29
Section 3	Review the Technology	30
CHAPTER 3	Development of the AI & monitoring system	31
Section 1	Contents	31
1.	Introduction	31
2.	System configuration and design	32
(1)	System configuration	32
(2)	System main component	33
1)	RADAR	33
2)	GPS	33
3)	ECDIS	39
(3)	Work flowchart of the system	43
3.	Communication	44
(1)	Configuration of the information	44

(2) communication simulation and the results-----	45
4. Design the part of comm of vessel information-----	47
(1) Configuration-----	47
(2) Flow chart-----	48
5. Design the information processing system of the coast guard---	49
(1) System configuration-----	49
(2) ECDIS-----	51
1) Introduction-----	51
2) Data Flow Diagram of the ECDIS-----	53
3) Interfacing with navigation and comm equipment-----	57
(3) RADAR Scan Converter-----	58
1) Introduction-----	58
2) Contents and scopes of development-----	59
(4) Application-----	59
1) Introduction-----	59
2) Application configuration-----	60
Section 2 Results-----	61
1. Information comm part of small vessel-----	61
(1) Communication module-----	61
(2) Performance of the components-----	62
1) GPS -----	62
2) Conrol-----	63
3) RF-----	63
(3) Methodology of comm-----	63
2. Information processing system -----	64
(1) ECDIS-----	64
1) Introduction-----	64
2) Funtions-----	65
(2) RADAR Scan Converter-----	67
1) Introduction-----	67

2) Functions-----	68
3) Specification-----	68
4) Components-----	70
(3) Application-----	72
1) Contents of the operation system-----	72
2) Other functions-----	75
3. Field test-----	77
CHAPTER 4 Performance and the usage of the results-----	79
Section 1 Performance-----	79
1. Performance of the development-----	79
2. Schedule-----	79
Section 2 Contribution on the Tech-----	80
Section 3 Expectation of the development and the Utilization-----	81
1. Expectation of the development-----	81
2. Utilization of the development-----	81
CHAPTER 5 Technology information of the outside country -----	83
1. POCC -----	83
2. Singapore ENC-----	84
Reference-----	86

목 차

제 1 장 연구 개발 과제의 개요-----	13
제 1 절 연구 목표-----	13
제 2 절 연구 방향-----	14
제 3 절 연구의 필요성-----	14
1. 어업 환경-----	14
2. 어업 지도 현황-----	18
3. 연구의 필요성-----	24
 제 2 장 국내외 기술현황-----	 25
제 1 절 해외 기술현황-----	25
1. 인공위성 기반의 어장 감시 시스템 (INMARSAT-C) -----	25
2. 선박자동식별장치 (AIS: Automatic Identification System)-----	27
제 2 절 국내 기술현황-----	29
제 3 절 조사연구개발사례에 대한 평가-----	30
 제 3 장 어선 자동식별 및 감시 시스템의 개발-----	 31
제 1 절 연구내용 -----	31
1. 시스템의 개요-----	31
2. 시스템의 구성과 설계-----	32
(1) 전체 구성도 -----	32
(2) 시스템 주요 구성 요소-----	33
1) RADAR-----	33
2) GPS-----	33
3) ECDIS-----	39
가. 하드웨어 조건-----	39
나. 기능요건(소프트웨어)-----	40
다. Chart Data 요건-----	42

(3) 시스템의 작업흐름도-----	43
3. 통신방식-----	44
(1) 송수신 정보의 구성-----	44
(2) 통신 시뮬레이션 및 그 결과-----	45
4. 어선의 정보송수신부 설계-----	47
(1) 구성도-----	47
(2) 작업흐름도-----	48
5. 감시선의 정보처리시스템 설계-----	49
(1) 시스템의 구성-----	49
(2) 전자해도시스템(ECDIS)-----	51
1) 전자해도시스템의 개요-----	51
2) 전자해도시스템의 Data Flow Diagram-----	53
3) 주요 센서 및 항해통신장비와의 인터페이스-----	57
(3) RADAR Scan Converter-----	58
1) 개요-----	58
2) 개발내용 및 개발범위-----	59
(4) Application-----	59
1) 개요-----	59
2) Application 구성도-----	60
제 2 절 연구결과-----	61
1. 어선의 정보송수신부-----	61
(1) 통신모듈의 제작 및 구성-----	61
(2) 구성요소의 성능-----	62
1) GPS -----	62
2) 제어부-----	63
3) RF부-----	63
(3) 통신 방식-----	63
2. 감시선의 정보처리시스템-----	64
(1) 전자해도시스템(ECDIS)-----	64
1) 개요-----	64

2) 주요기능-----	65
(2) RADAR Scan Converter-----	67
1) 개요-----	67
2) RSC의 주요기능-----	68
3) RSC의 주요사양-----	68
4) RSC의 세부구성요소-----	70
(3) Application-----	72
1) 운영시스템의 내용 -----	72
2) 해역감시 및 관리시스템의 기타 주요기능 -----	75
3. 현장 테스트-----	77
제 4 장 개발 목표 달성도와 연구 결과의 활용-----	79
제 1 절 목표 달성도-----	79
1. 연구개발 목표의 달성도-----	79
2. 계획대비 진도표 -----	79
제 2 절 관련 분야에의 기여도-----	80
1. 기술적 측면-----	80
2. 경제·산업적 측면-----	80
3. 정책적 측면-----	80
제 3 절 연구 결과의 기대효과와 활용계획-----	81
1. 기대 효과-----	81
2. 활용 방안 및 계획-----	81
제5장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술 정보-----	83
1. POCC -----	83
2. 싱가포르 ENC-----	84
참 고 문 헌-----	86

표 목 차

[표 1] 연도별 연안어업 생산량	15
[표 2] 연안어선 톤당 생산량	15
[표 3] 신·구 한일어업협정 비교	16
[표 4] 한·일 양국간 총 어획 할당량	17
[표 5] 기관별 불법어업 단속	18
[표 6] 톤급별 어선등록 현황	19
[표 7] 시도별 어선등록 현황	19
[표 8] 어선의 연도별·톤급별 분포	19
[표 9] 소형선박 어업지도 현황.....	20
[표 10] 전국어업지도선 현황	21
[표 11] 한·일 해양 경비력 비교	24
[표 12] INMARSAT-C 단말장치의 성능 요구사항 및 기능	26
[표 13] GPS 수신안테나의 사양	36
[표 14] GPS 수신기 사양	38
[표 15] RF 모듈의 규격	62

그림 목 차

[그림 1] 전국 해양경찰관서 위치	22
[그림 2] INMARSAT-C 의 구성	26
[그림 3] AIS 시스템 운영체계	28
[그림 4] 해안기지국용 AIS	29
[그림 5] 소형어선 자동식별 시스템 전체 구성도	32
[그림 6] 소요된 시간의 측정	35
[그림 7] 위성메시지의 구성	35
[그림 8] GPS 안테나 블록도	37
[그림 9] GPS 수신기의 구성	37
[그림 10] GPS 수신기의 블록도	39
[그림 11] 시스템 작업 흐름도	43
[그림 12] Calling 신호의 포맷	44
[그림 13] 어선 정보의 포맷	45
[그림 14] 시뮬레이션 실행화면	46
[그림 15] 어선의 정보송수신부의 구성도	47
[그림 16] 소형어선 정보 송수신부의 작업흐름도	48
[그림 17] 감시선의 정보처리시스템의 구성도	49
[그림 18] 전자해도시스템의 구성도	51
[그림 19] 전자해도시스템의 전체 운영흐름도	53
[그림 20] P1 : File Converter의 흐름도	54
[그림 21] P2 : Object Loading의 흐름도	54
[그림 22] P3 : Enc View의 흐름도	55
[그림 23] P5 : Operation의 흐름도	56
[그림 24] 각종 항해통신장비와의 인터페이스	57
[그림 25] Application의 구성도	60
[그림 26] 어선의 정보송수신단말기	61
[그림 27] 전자해도시스템 주요화면	64
[그림 28] Radar Scan Converter	67

[그림 29] RSC의 구성도	70
[그림 30] 운영시스템의 예시	72
[그림 31] 운영시스템 운영흐름도	74
[그림 32] 해역관리 및 감시시스템 메뉴	75
[그림 33] 현장테스트 화면	77
[그림 34] POCC의 내부전경	84
[그림 35] 싱가포르 ENC 화면	85

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제 1 절 연구 목표

최근 외국선박의 EEZ침범과 조업금지구역에서의 불법 조업행위의 증가로 인해 국내 어업생산량은 계속 감소하는 추세에 있다. 따라서 이런 시점에서 국내 어업자원을 적극적으로 보호하기 위해서는 인접국 선박의 자국영해 침범의 원활한 감시활동과 조업금지구역에서의 불법 조업행위를 근절시킬 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다.

이런 불법조업행위를 감시 및 관리하기 위해 정부차원에서 100여척의 어업지도선을 투입 운영하고 있으나, 이는 미국과 일본 등과 같은 선진국의 어장관리 사례에 비추어 볼 때 매우 열악한 실정이다. 따라서 국내 어장을 효과적으로 보호하고 불법 조업행위에 대한 효율적인 대처를 위한 시스템의 개발이 절실히 요구되어진다.

그러므로 본 연구의 목표는 불법조업 원격 감시 및 관리 효율화를 위한 저가의 소형어선 자동식별 및 감시 시스템의 개발이며, 구체적인 방안으로 어선 자동식별 정보송수신 모듈개발, 자동식별 및 감시시스템의 개발을 목표로 하고 있다. 구체적으로 이와 관련되는 제반 환경 및 성능요건 분석, 시제품 설계 및 제작, 성능 테스트, 기타 제품화를 위한 관련사항 검토 등의 실천적인 세부 연구를 수행한다.

제 2 절 연구 방향

기존의 어업 지도선에서의 어선 관리는 대체로 육안에 의존하여 왔지만, 본 연구는 전파와 레이더를 사용하여 원 거리에 있는 어선에 대해서도 관리가 가능하게 하고, 국내 어선 데이터베이스를 구축함으로써 손쉽게 어업 지도선 관할해역 범위내의 소형 어선에 대한 정보를 조회할 수 있도록 하여 보다 신속하고 정확한 관리·감독을 수행 할 수 있도록 하는 시스템을 제안하는데 있다.

특히, 어선 자동식별 정보송수신 모듈과 자동식별 및 감시시스템은 새로운 시스템을 도입하는 데에 수반되는 리스크를 최소화하고, 시스템 운영상에 있어서 통신비와 같은 별도의 추가 비용이 발생하지 않도록 하여 보다 효율적인 감시체계를 구축할 수 있도록 하였다.

제 3 절 연구의 필요성

1. 어업 환경

(1) 어업 생산량의 감소

연안어업의 생산량은 큰 변동 없이 1980~1990 년간 다소 증가했다가 1990년도 이후 지속적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 업종별 변동추세를 보면, 연안 조망, 연안통발어업 등은 1980년에 비해 크게 감소했으며, 연안선망, 연안안강망어업 등은 다소 감소하였다. 그러나 연안채낚기, 연안자망, 연안 통발, 연안연승어업 등은 1980년에 비해 증가추세에 있다. 2000년 업종별 어업생산량을 보면, 기타어업(연안형망, 해조채취업 및 구획어업 포함)이 129,314톤으로 37.3%를 차지하고 있고, 다음으로 연안자망 90,556톤(26.1%), 연안안강망 36,816톤(10.6%), 연안채낚기 33,817톤(9.8%) 등의 순을 보이고 있다.

<표 1> 연도별 연안어업 생산량

(단위 : 톤)

구 분	1980	1990	2000
합 계	300,270	366,233	415,796
연안조망	5,107	7,384	254
연안선망	2,413	138	1,767
연안채낚기	6,191	20,081	33,817
연안자망	52,845	62,105	90,556
연안안강망	20,454	60,814	36,816
연안들망	14,166	6,961	6,287
연안통발	5,971	15,315	55,751
연안연승	14,697	22,292	25,374
기타어업	176,696	171,143	129,314

한편, 연안어장의 생산성을 나타내는 연안어선 톤당 생산량을 보면, 그 동안 연안어선 세력은 크게 증가한 반면 생산량은 계속 감소함으로써 연안어선의 톤당 생산량은 감소추세를 보이고 있다. 2000년 기준 업종별 어선 톤당 생산량은 연안연승이 27.6톤으로 가장 많으며, 다음으로 연안안강망 16.4톤, 연안들망 9.3톤 등의 순을 보이고 있다.

<표 2> 연안어선 톤당 생산량

(단위 : 톤)

구 분	1980	1990	2000
합 계	3.46	3.07	2.76
연안조망	3.00	7.49	0.11
연안선망	18.88	3.65	0.63
연안채낚기	0.67	2.15	2.60
연안자망	2.07	1.56	1.85
연안안강망	2.10	7.46	16.37
연안들망	13.20	11.91	9.13
연안통발	1.30	1.00	1.07
연안연승	0.74	0.83	27.55
기타어업	13.95	11.03	2.36

(2) 불법 어로 행위

1) 관련 법규

불법어로행위를 근절하기 위해 “수산업법” 제7장 자원의 보호·관리 제69조 [공사와 어로의 제한 또는 금지]에서는 “② 누구든지 보호수면안에서는 어로행위를 하여서는 아니된다”라고 명시하고 있으며 “내수면어업법” 제16조에(공익을 위한 어업의 제한 등) 시장·군수·구청장은 각호의 1에 해당하는 때에는 어업의 면허·허가 또는 신고한 어업을 제한 또는 정지하거나 어업의 면허 또는 허가를 취소할 수 있다고 명시하고 있다. 또한 유엔해양법협약의 발효로 신해양질서가 태동됨에 따라 한·일간에도 새로운 어업질서가 요구되어, 이에 한국과 일본은 1998년 11월 28일 어업협정을 새로이 체결하여 1999년 1월 22일 양국간 비준서 교환을 통해 발효시켰다.

한·일 어업협정은 한국과 일본의 배타적 경제수역을 대상수역으로 하고 양국간의 배타적 경제수역의 경계확정이 이루어지지 않은 현실로 인해 동해 일부수역과 제주도 남부수역을 중간수역으로 설정하여 특별 관리를 하고 있으며 어업조건 내지 조업조건 결정과 관련하여 어종, 어획할당량, 조업구역, 기타조건 및 한·일어업공동위원회 협의결과를 바탕으로 하도록 하고, 허가증의 발급에 대해서도 규정하고 있다.

<표 3> 신·구 한일어업협정 비교

구 분	1965년 어업협정	1998년 어업협정
어업전관수역	-연안에서 12해리	-연안에서 일정거리(35해리 기준)
단속 및 재판 관할권	-어업전관수역 : 연안국주의 -공동규제수역 및 공해 : 기국주의	-어업전관수역 : 연안국주의 -중간수역 : 기국주의
조업 수역범위	-12해리 외측에서 자유롭게 조업 -우리나라 수역에만 공동규제수역설정(어획량, 척수규제)	-중간수역을 설정하여 현행조업질서유지(한·일어업공동위원회의 권고 및 결정에 의해 자원관리) -양국 EEZ수역에서는 상호입어에 의해 어획쿼터를 할당받아 조업

<표 4> 한·일 양국간 총 어획 할당량

(단위 : 톤)

구분		1999	2000	2001	2002
한국어선	어획쿼타	149,218	130,197	109,773	89,773
	어획량	27,335	31,422	23,752	30,000 전망
	(%)	(18.3%)	(24.1%)	(21.6%)	(33.4%)
일본어선	어획쿼타	93,773	93,773	93,773	89,773
	어획량	22,117	7,293	16,154	20,000 전망
	(%)	(23.6%)	(7.8%)	(17.2%)	(22.3%)

자료 : 해양수산부

2) 중국과 일본어선의 자국어장 침범

한·일 및 한·중 어업협정의 발효에 따라 우리나라가 관할하는 해역의 면적은 과거 8만6000km²에서 44만7000km²로 남한 육지면적의 4.5배로 증가하였다. 따라서 한국과 중국간의 어업협정이 발효된 이후 조업척수와 어획량 등이 제한된 우리측 배타적 경제수역(EEZ)에 들어와 불법조업을 하는 중국 어선들이 크게 늘고 있으며 2001년 6월부터 12월까지 한·중어업협정 준수사항을 지키지 않고 우리측 EEZ에서 불법조업을 하다 나포된 중국어선은 총 113척으로 집계되어 그 수가 점차적으로 증가하고 있다.

3) 조업금지구역에서의 불법어로행위

불법어로행위의 단속건수는 <표 5>와 같이 집계되고 있으며, 유형별로는 무허가 조업이 형태가 가장 많이 나타났으며, 입·출입 통보를 하지 않거나 조업표시기, 어창 용적도 등을 부착하지 않은 절차규칙 위반조업, 특정금지구역 침범의 순으로 나타났다.

<표 5> 기관별 불법어업 단속

(단위 : 건)

	1985	'90~'94	1995	1996	1997	1998	1999	2000
계	2,567	15,991	3,595	3,128	3,443	3,157	3,277	3,161
해양수산부	320	1,894	995	937	942	725	590	502
부 산	63	714	170	203	151	197	164	145
인 천	37	81	65	22	56	26	14	12
울 산	-	-	-	-	15	27	15	18
경 기	20	417	31	21	40	43	50	59
강 원	84	365	56	49	28	161	34	86
충 남	146	1,106	339	252	266	178	188	179
전 북	119	682	111	83	152	166	171	139
전 남	690	4,196	704	719	750	711	842	555
경 북	154	981	158	89	78	83	63	45
경 남	797	3,109	456	400	445	278	232	245
제 주	113	518	104	119	108	68	64	64
해경청	24	1,928	406	234	412	494	850	1,112

(자료 : 어업자원국 어업교섭지도과)

2. 어업 지도 현황

(1) 국내 어선 등록 현황

1) 국내 어선 등록현황

2000년 기준, 국내에 등록된 어선은 2톤 미만인 60,780척과 2~5톤이 21,556척으로 총 어선수 95,890척의 대부분을 차지하고 있다. 이와 같이 대부분의 국내 어선은 소규모 어선이므로 배타적경제수역등에서 조업 중 쉽게 나포될 수 있는 위험에 노출되어 있다.

<표 6> 톤급별 어선등록 현황

(2000. 12. 31 기준)

	계	2톤미만	2~5톤	5~10톤	10~50톤	50~100톤	100~200톤	200톤이상
척 수	95,890	60,780	21,556	7,332	3,465	1,584	518	655
	(100%)	(63.4)	(22.5)	(7.6)	(3.6)	(1.7)	(0.5)	(0.7)
톤 수	923,099	56,075	74,808	54,769	83,361	120,489	73,551	460,046
	(100%)	(6.1)	(8.1)	(5.9)	(9.0)	(13.1)	(8.0)	(49.8)

<표 7> 시도별 어선등록 현황

	계	부산	대구	인천	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
척 수	95,890	6,424	17	2,357	1,679	2,202	4,240	516	6,643	4,979	35,820	4,796	22,732	3,485
	(100%)	(6.7)	(-)	(2.5)	(1.8)	(2.3)	(4.4)	(0.5)	(6.9)	(5.2)	(37.4)	(5.0)	(23.7)	(3.6)
톤 수	923,099	522,578	6	45,399	5,870	3,440	31,046	204	19,666	27,772	115,036	36,000	94,818	21,264
	(100%)	(56.6)	(-)	(4.9)	(0.6)	(0.4)	(3.4)	(-)	(2.1)	(3.0)	(12.5)	(3.9)	(10.3)	(2.3)

2) 크기별 현황

국내 어선의 크기별 현황은 <표 8>과 같이 20톤 미만의 소형 선박의 수가 '96년 이후 점차 늘어나고 있음을 알 수 있다. 반면 이외 크기의 선박 수는 거의 일정하거나 오히려 감소한 것을 확인할 수 있다.

<표 8> 어선의 연도별·톤급별 분포

	20톤미만	30톤미만	50톤미만	100톤미만	200톤미만	200톤이상	합계
1993	81,898	1,056	1,266	1,945	670	638	87,473
1994	71,804	1,070	1,182	1,938	698	699	77,391
1995	71,189	1,140	1,178	1,904	676	714	76,801
1996	69,736	1,083	1,082	1,966	664	713	75,244
1997	75,447	1,104	1,106	2,001	642	700	81,000
1998	85,558	1,118	1,064	1,950	613	694	90,997
1999	89,549	1,112	1,026	1,872	595	698	94,852

(2) 어업지도 현황

상기에서 소형 선박은 증가하는 추세에 있으며 이들 어선의 대부분이 연안어업과 양식어업에 치중되어 있음을 알 수 있다. 이러한 소형 선박의 어업지도 현황은 다음 <표 9>와 같다.

<표 9> 소형선박 어업지도 현황

내 용	지도 내용	세부사항
접경해역 출 어 선 지도단속	월선조업 및 피랍방지	· 어로한계선 등 월선 조업 금지 · 어업별 조업 구역 및 조업기간 준수
	선박안전조업 규칙 위반어선	-
인접국 수역 위반조업 방 지	자국어선 어로보호 및 단속	· 일본, 중국, 러시아 EEZ 주변수역 경비강화
	일본 EEZ 및 중국·러시아 주변수역 출어선에 대한 지도·교육	· 일본 EEZ 조업조건 및 입어절차 교육실시 · 관계 어업인에 대한 안전조업(피랍예방) 지도 철저 · 위반자에 대한 엄중 조치 및 불이익
기관별 업무협조	해 군	· 연근해어선 및 어업지도선 안전보호 · 중국, 일본 등 외국어선 침범 조업 방지
	해양경찰청	· 외국어선의 우리수역 침범조업 단속공조체제 유지

1) 어업지도선의 지역별 분포

전국의 어업지도선은 100여척으로 지역별로 살펴보면, 전남지역에 가장 많이 배치되어 있으며, 다음으로 경남, 인천의 순으로 배치되어 있다. 그러나 이러한

규모로는 불법어로행위 및 EEZ침범에 적극적으로 대처하기에 다소 무리가 있고, 감시영역에 한계를 가지고 있다. 따라서 불법어업의 근절과 어업생산력을 보호하기 위해서는 어업지도선의 배치를 강화하거나 혹은 기존 지도선의 활동영역을 배가시킬 수 있는 시스템의 도입이 요구되고 있다.

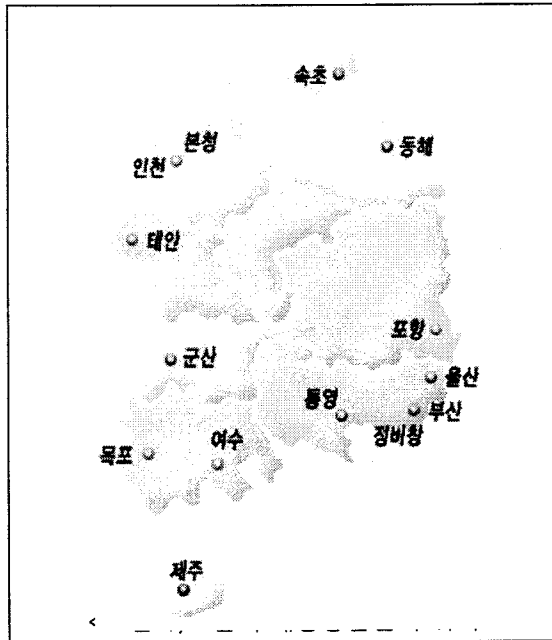
<표 10> 전국어업지도선 현황

(단위 : 척)

톤급 \ 지역	계	1000톤이상	300~500	50~300	30~50	30톤 미만
지역	94	5	14	21	15	39
해양수산부	20	5	13	7	-	-
부산	8	-	1	-	1	6
인천	9	-	-	5	3	1
울산	2	-	-	-	-	2
경기	2	-	-	1	-	1
강원	3	-	-	1	-	2
충남	5	-	-	1	1	3
전북	4	-	-	2	1	1
전남	17	-	-	2	4	11
경북	3	-	-	-	1	2
경남	11	-	-	-	1	10
제주	5	-	-	2	3	-

2) 해양경찰청 위치 및 감시범위

어업행위를 감시하기 위한 전국의 해양경찰청의 감시범위는 <그림 1>과 같다. 불법어업의 감시범위는 전국적으로 분포되어 있으나 소규모 어항까지는 그 영역을 포함시키지 못하고 있는 실정이다.



<그림 1> 전국 해양경찰관서 위치

(3) 외국의 어업지도 현황

1) 미국

미국의 배타적 경제수역은 340만평방마일이고, 이 수역의 수산업은 270억달러이며 레크레이션 수산업은 250억달러로 추정하고 있다. 또한 미국의 관할해역을 통한 해상물동량은 20억톤을 상회하고 이의 경제적 가치는 1조달러가 넘는 것으로 추산하고 있으며, 미국의 철저한 해양경비에도 불구하고 국제범죄는 증가추세에 있는 실정이다.

미국은 세계에서 가장 효과적인 해양안전정책에도 불구하고 연간 11억달러에

해당하는 해난사고가 발생하고, 연간 11,000건의 해양오염사고에 대처하고 있으며, 2000년도 실제지출 예산은 48억달러, 2001년도 입법예산은 46억달러, 2002년도의 요구예산은 51억달러이다.

연안경비대가 보유하고 있는 경비세력은 고정익 항공기 70여기, 헬리콥터 130여기, 대·중·소형함대 130여척, 특수함정 1,300여척을 보유하고 있으며 자국의 경비함정이 광역해역을 경비하는 세계 39개 국가 중 37번째로 노후한 것으로 분석하고, 10년 전부터 이를 최신화하는 프로그램을 수행하고 있다. 광역해역 경비체제는 93척의 함정과 206기의 항공기를 대체해 해상, 항공, 해안과 C4ISR장비 및 로지스틱 지원시스템을 통합 운영하는 시스템을 구축하고 있다.

2) 일본

일본해상보안청이 해상국방 이외의 모든 해양경비를 담당하고 있으며, 배타적 경제수역의 선포 전부터 자국해양경비를 위해 경비세력을 확보해 왔다. 최근에는 배타적경제수역 선포 및 한·일 어업협정의 발효에 따른 광역해양자원의 보호 및 각종 해상치안에 강력히 대처하고 있는 바, 직원 12,000여명, 고정익항공기 29대, 헬리콥터 44대, 대·중·소형함대 300여척 및 특수함정 50척을 보유하여 항공기 및 함정을 이용한 입체적 경비체제를 수행하고 있다.

3. 연구의 필요성

한·중·일 3국간의 어업협정으로 확정된 각 수역에서의 어업질서 확립이 중대한 현안으로 떠오르면서 어업지도선의 역할이 매우 중요해지고 있다. 더욱이 한일 양국 어선이 상대방 수역을 침범해 나포되는 사례가 빈번하고, 서해 공해상에서 중국 어선들의 횡포가 더욱 심화되고 있어 이를 단속하고 우리 어선을 보호할 어업지도선의 광범위한 역할이 더욱 요구되어지는 실정이다.

또한 1999년 일본은 한·일 어업협정이 발효된 뒤부터 초계기와 경비함을 연계한 입체적인 경비망을 구축해 우리 어선을 나포하고 있으며, 일본에 나포된 국내 어선은 99년 23척, 2000년 25척으로 증가 추세에 있다.

그러나 해양부가 현재 보유하고 있는 어업지도선은 소규모 일 뿐만 아니라, 적절한 감시장비가 부재함으로 인해 배타적 경제수역 내에서의 어선보호와 불법어업감시, 어업분쟁 해결 등의 업무를 담당하기에는 턱없이 모자라는 수준이다.

<표 11> 한·일 해양 경비력 비교

항 목		한국	일본
1천t급 이상 대형 함정		11척	50척
항공기	헬기	9대	44대
	비행기	없음	29대
EEZ 대응능력	함정	15시간	6시간
	항공기	없음	1시간
국제법상 책임구조 수역(SAR)대응능력	함정	29시간	12시간
	항공기	없음	2시간
해경총수 직급		1급	장관
교육기관		없음	4곳

위와 같은 이유로 국내 어선들을 보호하고 특히 인접국에 의한 불법적인 나포를 조기에 차단하며 외국선박의 국내 어장 침범을 조기·발견함과 동시에 조업금지 구역에서의 불법조업을 근절하기 위해 열악한 어업 감시선의 기능을 강화하여 그 활동영역을 확대하며 또한 효과적 운용을 위해 본 연구를 진행하였다.

제 2 장 국내외 기술현황

제 1 절 해외 기술현황

1. 인공위성 기반의 어장 감시시스템 (INMARSAT-C)

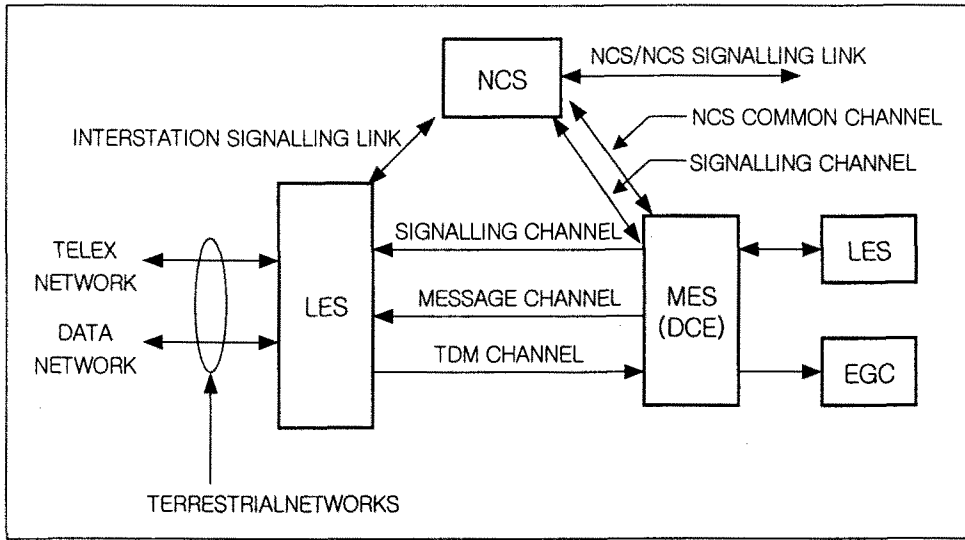
러시아 수역 또는 남태평양에서 입어하는 외국 조업선에 대한 당해 주권국의 인공위성 기반(INMARSAT-C)의 어장자원보호 및 감시시스템이 운영되고 있는데, 해상 또는 육상 감시국에서 위성통신으로 TELEX를 조업선에 Broadcasting 하여 각 선박의 위치를 전송받아 전자해도상에 기점하여 감시하고 있다.

(1) 정의

INMARSAT는 국제적 기구인 IMO(International Maritime Organization)에 의해 설립된 국제해사위성통신시스템으로 1996년에 선박의 조난 및 안전에 관한 통신, 해사공중통신, 항해정보제공서비스들에 대한 종래의 단파통신의 품질, 신뢰성 및 서비스 지역의 개선을 목적으로 제안되어 해상, 육상, 공중에서의 이동체에 통신 서비스를 제공한다.

(2) INMARSAT-C형 시스템의 구성

INMARSAT-C형 시스템은 이동체와 이동체, 이동체와 지상가입자간의 저속 데이터 및 텔렉스등의 양방향 통신서비스의 EGC(Enhanced Group Call) 서비스를 제공한다. 대양지역내에서의 INMARSAT-C 통신망의 주요구성요소로는 NCC(Network Control Center)를 포함하여 4개의 위성으로 구성되는 우주부분과 LES(Land Earth Station), NCS(Network Coordination Station)로 구성되는 지구 부분과 그리고 실제로 선박에서 사용되는 MES(Mobile Earth Station)으로 구성 된다.



<그림 2> INMARSAT-C 의 구성

(3) INMARSAT-C 단말장치의 성능 요구사항 및 기능

<표 12> INMARSAT-C 단말장치의 성능 요구사항 및 기능

항 목	내 용	목 표 수 준
전송특성	전송속도	1200 Symbols/SEC
	메시지 전송방식	TDMA
	채널 액세스 방식	Slotted ALOHA
	채널 간격	5Khz
	변,복조 방식	Unfiltered BPSK
	코딩방식	Convolutional Coding R=1/2, K=7

2. 선박자동식별장치 (AIS : Automatic Identification System)

육상 기지국에서 연안을 항해하는 선박의 통항상태 및 특정 선박의 준법 여부를 실시간으로 감시하고, 선박 상호간에도 주변의 다른 선박의 통항 상태를 실시간으로 파악할 수 있도록 하는 선박자동식별장치(AIS : Automation Identification System)를 2002년 7월부터 해당 선박에 탑재할 것을 강제 규정하고 있다.

모든 여객선, 국제항해에 종사하는 300톤 이상의 모든 선박, 국제항해에 종사하지 않는 500톤 이상의 화물선은 다음과 같이 단계적으로 AIS를 탑재하여야 한다.

- 2002년 7월 1일 이후 건조되는 신조선
- 2002년 7월 1일 이전에 건조된 국제항해에 종사하는 선박
 - ① 모든 여객선 : 2003년 7월 1일
모든 유조선 : 2003년 7월 1일 이후 첫 안전검사 시
 - ② 50,000톤급 이상 화물선 : 2004년 7월 1일
 - ③ 10,000~50,000톤 화물선 : 2005년 7월 1일
 - ④ 3,000~10,000톤 화물선 : 2006년 7월 1일
 - ⑤ 300~3,000톤 화물선 : 2007년 7월 1일
- 2002년 7월 1일 이전 비 국제항해선박

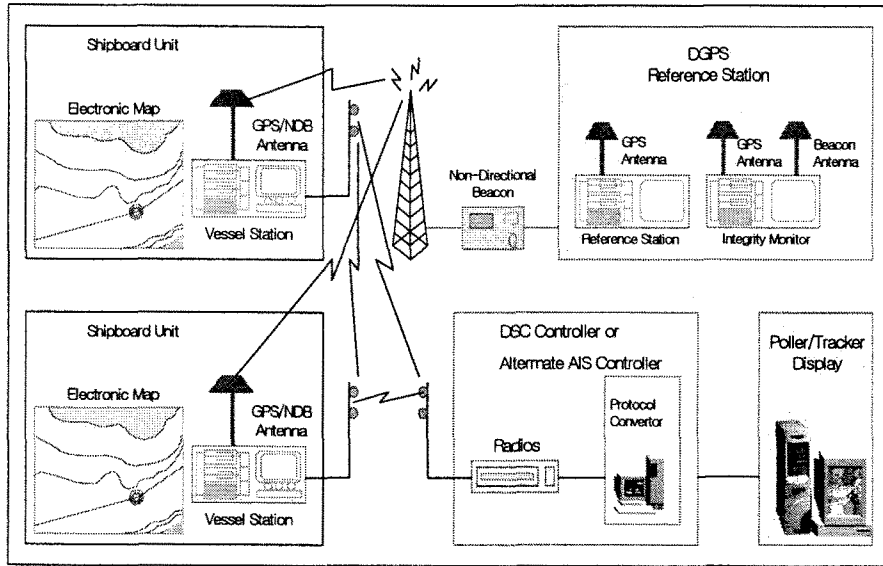
(1) AIS의 정의

선박의 해상사고 및 해양환경에 대한 막대한 피해 등의 예방을 목적으로 4S방식을 채택하여 선박의 항행정보, 육상기지국의 교통정보 등과 같은 데이터를 전용주파수를 통하여 짧은 주기로 자동적인 데이터통신에 의해 실시간으로 전송하여 이를 컴퓨터화면(전자해도)에 구현하는 VTS 종합관제 및 운항시스템이다.

(2) 시스템의 운영체계

육상에 설치된 기지국과 개별 선박에 탑재된 항행시스템으로 구성되어 있으며, 중앙과 지방 기지국간의 통신은 데이터 통신을 통하여 각 지방의 해역 관리내용을 송신하며 전자해도상에 실시간 정보를 제공한다. 그러나 서비스구역이 넓은 경우에는 해역별 지방 기지국 단위로 관리하고, 중앙기지국은 생략 또는 모니터

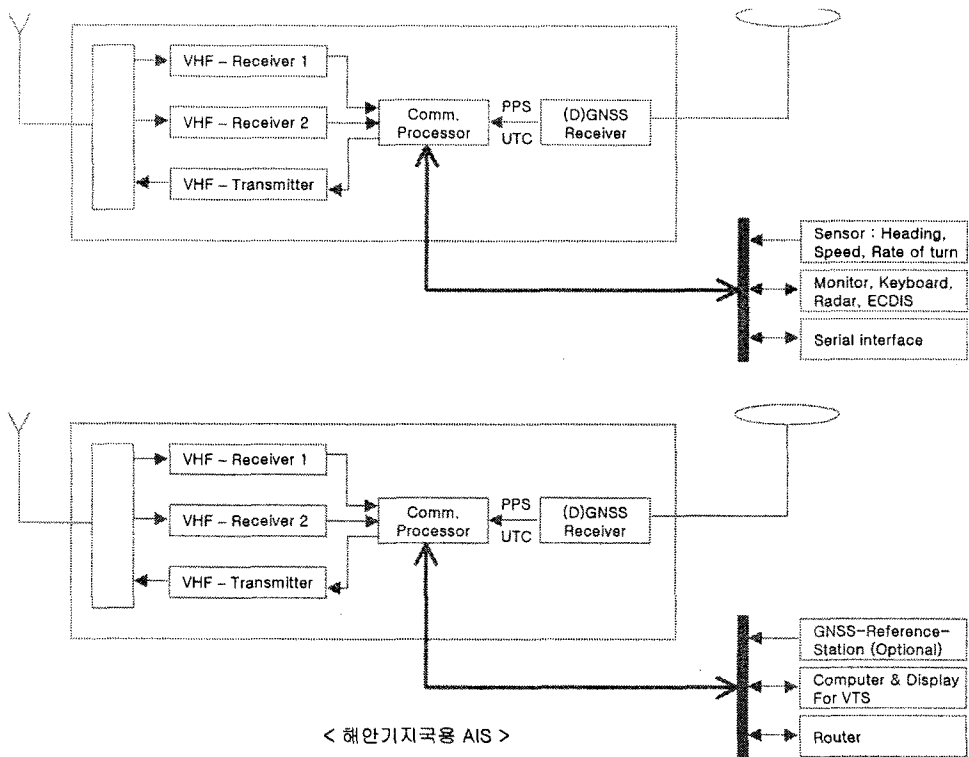
링 기능만 부여하는 것도 가능하다. 육상기지국은 주위여건에 따라 무인중계기국으로 활용할 수 있다.



<그림 3> AIS 시스템 운영체계

(3) 무선트랜스폰더 시스템의 구성요소

선박자동식별장치는 디지털 VHF 무선트랜스폰더 시스템으로, 탑재된 선박이 어느 해역을 향해 중이든지 선상의 누구에 의한 간섭 없이도 지속적인 모드로 운용된다. 선박간, 선박과 해양기지국간의 통신을 위해 해상용 이동주파수대역 내의 2개 VHF 주파수 채널이 사용된다. 각 채널은 9,600BPS의 전송속도를 가지며, 대략적으로 분당 2,000개의 정보전송이 가능하다. AIS는 2개의 독립된 수신기와 1개의 송신기로 구성되어 있으며, 수신기는 2개의 채널에서 동시에 정보를 수신할 수 있으며, 송신기는 2개의 채널을 번갈아 송신한다.



< 해안기지국용 AIS >

<그림 4 > 해안기지국용 AIS

제 2 절 국내 기술현황

국내에서는 2001. 3 해양수산부와 한국해양대학교에서 “선박자동식별장치(AIS) 도입을 위한 기초연구평가”를 수행하였으며, 이에 따르면 해양선진국인 스웨덴, 캐나다, 싱가포르, 미국, 네덜란드, 홍콩 및 독일 등지에서 이미 AIS를 도입 운영하고 있는 실정이다. 주요한 개발업체로 SAAB Celcius Transponder Tech(Sweden), Marine Data System(South Africa, USA), Meteor Communications Corporation(USA), Ross Engineering(USA), JJM system(UK), JRC(Japan) 등이 확인되었다. 국내의 경우, 일부 업체에서 개발중인 단계로 아직 국산화가 이루어지지 않은 상태로 파악되고 있다.

제 3 절 조사연구 개발사례에 대한 평가

해외에서 기술적인 도입을 시도하고 있는 위성통신 기반의 감시 시스템은 위성통신 장비인 INMARSAT-C의 설치비가 매우 과다하며 어선간의 자동식별이 불가하여 국내 연근해 어선에는 부적절할 것으로 사료된다. 아울러, 일부 규정한 선박에 탑재되는 자동식별시스템인 AIS의 경우 어선에의 탑재 규정이 마련되어 있지 않으며, 장비 및 설치비 또한 과다하여 연근해 어선에 설치하는 것은 현실적이지 못한 것으로 평가된다.

따라서 어선 특성에 적합하면서도 저렴하고 통신비의 구애를 받지 않는 자동식별장치의 국산화가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

제 3 장 어선 자동식별 및 감시 시스템의 개발

제 1 절 연구내용

1. 시스템의 개요

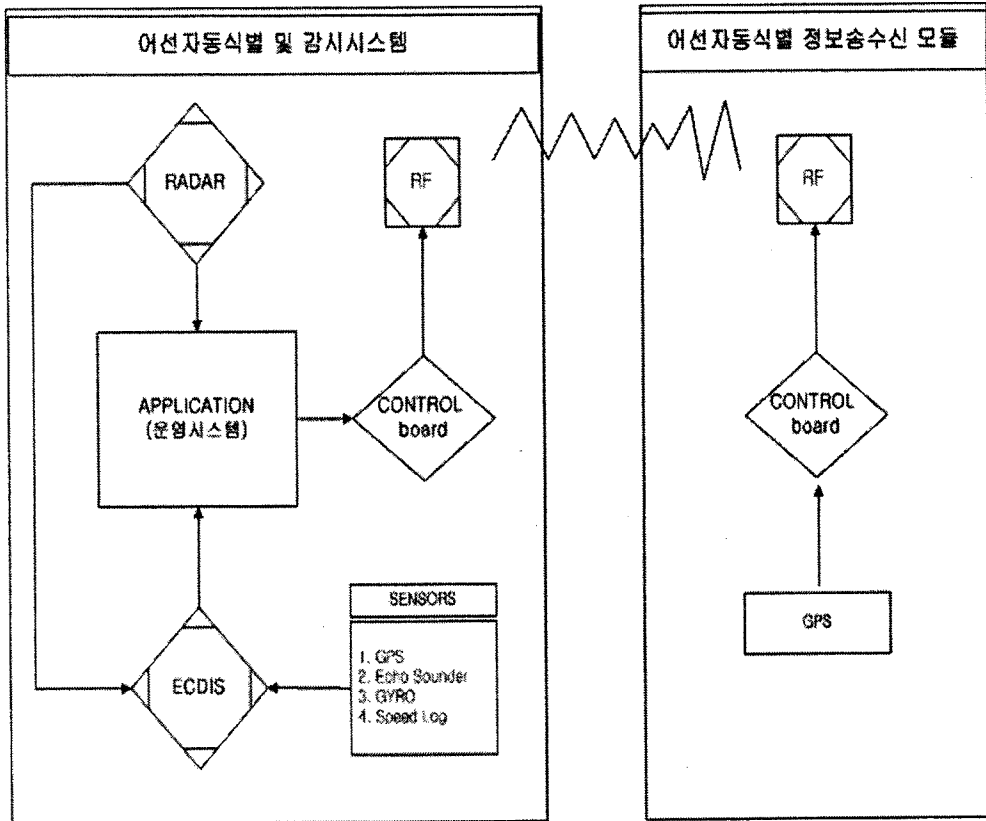
해상 ITS(Intelligent Traffic System)는 해상교통수단 및 교통시설에 전자·제어 및 통신등 첨단기술을 활용하여 교통체계의 운영 및 관리를 과학화·자동화하고 교통정보를 수집·처리·보관·가공 제공함으로써 교통의 효율성과 안전성을 향상시키는 지능형 교통시스템을 말한다.

이와 같은 개념을 도입하여 2002년 7월부터 해상교통에 적용되는 시스템이 선박자동식별시스템이며, 이는 RADAR에만 의지하여 발생하는 여러 한계점을 극복하기 위해 IMO에서 마련한 안전통항을 위한 강제규정이다. AIS는 VHF를 통한 4S(Ship to Ship, Ship to Shore) 통신방식을 이용하여 선박의 항행정보, 육상기지국의 교통정보 등과 같은 데이터를 전용주파수를 통하여 짧은 주기(2~12초)로 자동적인 데이터통신에 의해 4S간에 실시간으로 전송하여 이를 컴퓨터 화면에 구현할 수 있는 시스템이다. 하지만, 이는 특정선박에만 적용되는 것으로서 연안에서 발생하는 대다수의 소형어선사고를 예방하고 자국의 어장을 관리할 수 있는 시스템은 현재 전무한 상태이다.

이에 본 연구에서는 소형어선의 위치 및 개별정보를 통한 해역관리 및 안전, 어장보호를 목적으로 하는 시스템의 개발을 목적으로 하고 있다. 소형어선에의 보급을 위하여 저가의 제품구성이 요구되며, 해역을 감시하는 목적을 수행하는 각종 관공선의 감시시스템은 이러한 어선 및 해역정보를 보다 효율적으로 가공하여 활용할 수 있는 시스템이 요구된다.

2. 시스템의 구성과 설계

(1) 전체 구성도



<그림 5> 소형어선 자동식별 시스템 전체 구성도

소형 어선 자동식별 시스템은 크게 감시선부와 소형어선부로 나뉘어 진다. 감시선부는 소형어선들로 부터 보내져오는 데이터를 취합 및 처리하여 전자해도시스템 위에 표시하고, 레이더 신호를 받아서 수신된 어선정보와 매칭시켜서 식별 및 미식별 선박을 구분하고 범위내의 표시된 선박을 추적하는 역할을 수행하며, 소형어선부는 감시선의 calling에 대한 응답으로 위치 정보와 ID 등 자신의 데이터를 송신함으로써 감시선이 어선을 식별할 수 있도록 하는 역할을 수행한다.

(2) 시스템 주요 구성 요소

1) RADAR

레이더의 주요부분은 스캐너(Scanner), 송수신장치(Transceiver), 지시장치(Indicator)등으로 구성되어 있다.

현재 선박용 레이더에 할당된 주파수로는 9,375MHz대와 3000MHz대의 두 가지가 주로 사용되고 있으며, 흔히 전자를 X-Band레이더, 후자를 S-Band레이더로 구분하고 있다.

전파의 주파수가 낮으면 비나 안개 등으로 인한 감쇠가 심한 때에도 비교적 멀리까지 전파되지만, 같은 방위분해능을 얻기 위해서는 보다 큰 치수의 안테나를 필요로 하므로, 흔히 X-Band레이더는 고분해용으로, S-Band 레이더는 원거리 탐지용으로 이용된다. 한 선박에 두 개의 레이더를 장치하는 경우는 X-Band와 S-Band레이더를 각 1대씩 장치하는 것이 보통이고, 한 대만 장치하는 경우에는 X-Band레이더를 장치하는 경우가 많다.

2) GPS

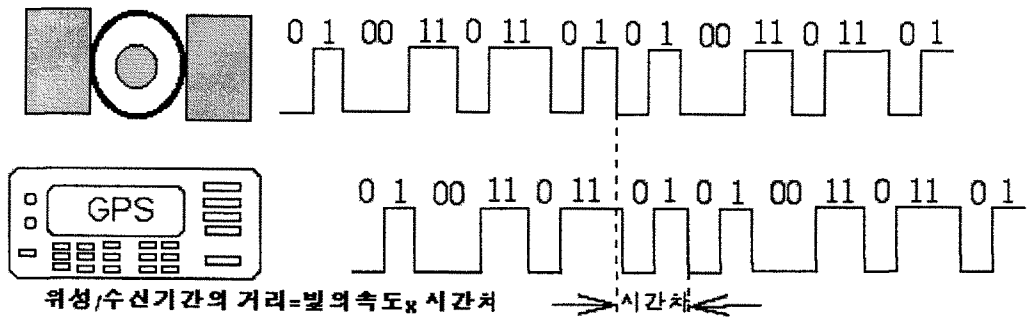
GPS는 3개의 부문, 즉 위성부분, 지상관제 부문, 사용자 부문으로 구성되어 있다. 위성부분은 6개의 궤도면에 24개의 위성으로 구성, 고도 20,200km, 경사각이 55도이며, 주기가 12시간이다. 위성은 사용자가 최소한 5개의 위성으로부터 신호를 수신할 수 있도록 배치되어 있다. 각각의 위성은 2개의 L밴드 주파수, 즉 L1(1,575.42MHz) 및 L2(1,227.6MHz)를 송신한다. L1은 P 코드(Precise code) 및 C/A 코드(Coarse/Acquisition)를 반송하며, L2는 P 코드를 반송한다. 이들 코드에 항법 데이터가 중첩되며, L1과 L2에 의해 반송된다.

지상관제 부분의 구성은 5개의 감시국으로 이루어져 있으며, 이들 중에서 3개는 상향 링크(Up-Link)로 전송하는 기능이다. 감시국은 GPS 수신기를 이용하여 보이는 모든 위성을 수정적으로 추적하며 거리 측정 데이터를 축적한다. 감시국에서 수집된 정보는 주관제소에서 처리되어 GPS 위성의 궤도 결정 및 제어에 사용된다.

사용자 부분은 안테나와 수신기로 구성되어 있으며, 위성신호를 수신하여 위치, 속도 및 시간을 계산한다.

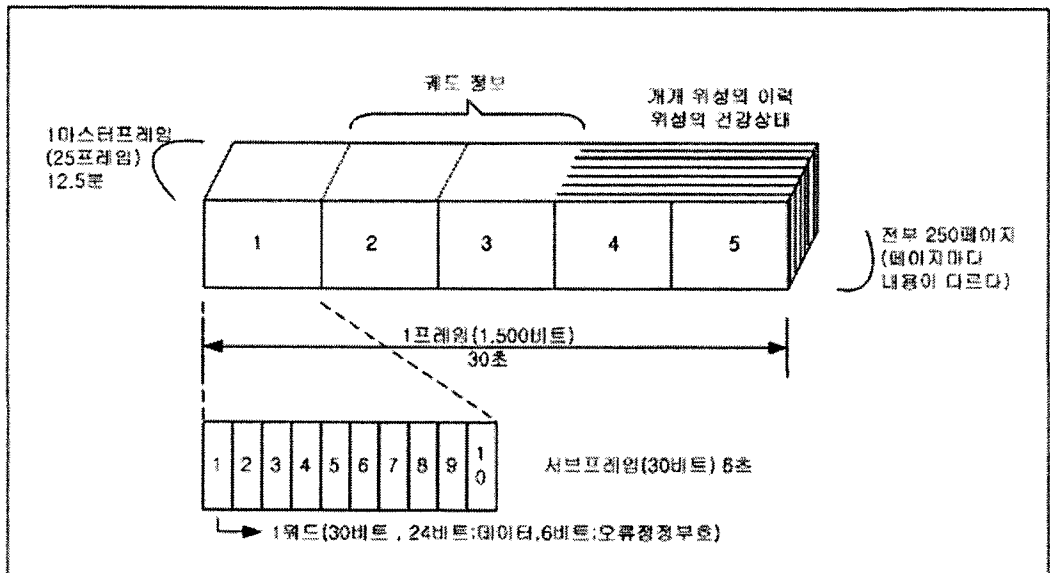
위성은 자신의 ID코드와 궤도위치, 시간정보를 송출한다. GPS수신기는 위성에서 발사하는 이들 정보들을 수신하여 자신의 위치를 계산한다. 2개의 위성정보를 받으면 자신이 위치한 궤적을 유추할 수 있고, 3개의 위성정보를 받으면 평면상의 한 점으로 자신의 위치가 파악되며, 4개의 위성정보를 받으면 입체면상의 한 지점으로 위치식별이 가능하게 된다.

GPS의 측위는 거리측정방식에 의한 삼각법(Triangulation)을 이용하는데, C/A 코드를 이용하여 위성과 수신기 안테나간의 거리를 구한다. 위성은 항상 1575.42MHz의 L1주파에 C/A코드를 실어서 방송하고 있고, 수신기에서도 똑같은 코드를 발생시켜 수신된 위성의 코드와 비교하여 위성의 신호가 위성을 떠나 수신기까지 도착하는데 소요된 시간을 측정한다. 따라서, 광속(위성신호의 속도) × 소요시간 으로 위성과 수신기간의 거리를 측정하게 된다.



<그림 6> 소요된 시간의 측정

GPS 위성은 일종의 방송위성으로, 메시지를 반복해서 송신하고 있다. 수신기에서는 이 정보로부터 각 위성의 상황이나 정확한 위성의 위치를 알고 전파가 도달하는데 요하는 시간에서 현재 위치를 구하는 계산을 한다.



<그림 7> 위성메시지의 구성

항법 메시지는 <그림 7>에 나타낸 바와 같이 하나의 프레임이 1,500피트의 크

기이며, 이것을 50비트/초의 속도로 송신하고 있다. 1프레임은 5개의 서브 프레임으로 구성되며, 최초 3개의 서브 프레임의 내용은 같지만 4번째와 5번째는 위성의 개별정보로 되어 있으며, 프레임마다 내용이 바뀐다. 이것을 페이지라 부르며, 1부터 25 페이지까지 있다. 이 모두를 마스터 프레임이라 부르고 있는데, 시스템 전체의 정보를 수집하는데 12.5분의 시간이 걸린다.

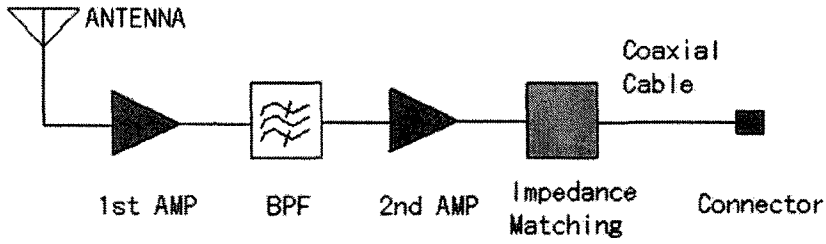
가. GPS 수신 안테나

일반적인 GPS 수신안테나의 사양은 표와 같다.

<표 13> GPS 수신안테나의 사양

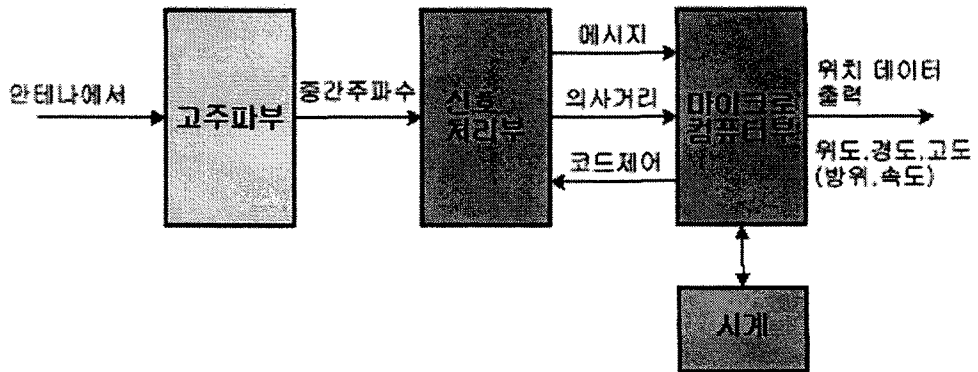
항 목	사 양	비 고
안테나		
주파수	1575.42MHz±1MHz	
편파	우선원편파	
이득	-5.0dBi 이상	양각 5 ~ 90°
축비	3.0dB 이상	양각 90°
출력VSWR	1.5 이하	
프리앰프		
주파수	1575.42MHz±1MHz	
이득	26dB	
잡음지수(NF)	1.5dB 이하	
입출력 VSWR	2.0 이하	
출력임피던스	50Ω	
전원전압	DC+5V	
소비전류	10mA~25mA	
감쇠특성	18dB 이상	1575.42MHz±50MHz
동축케이블	1.5DS-QEHV,1.5DS-EXL	
커넥터	GT5-1S-HU	

일반적인 GPS 안테나 블록도는 그림과 같다.



<그림 8> GPS 안테나 블록도

나. GPS 수신장치의 구성



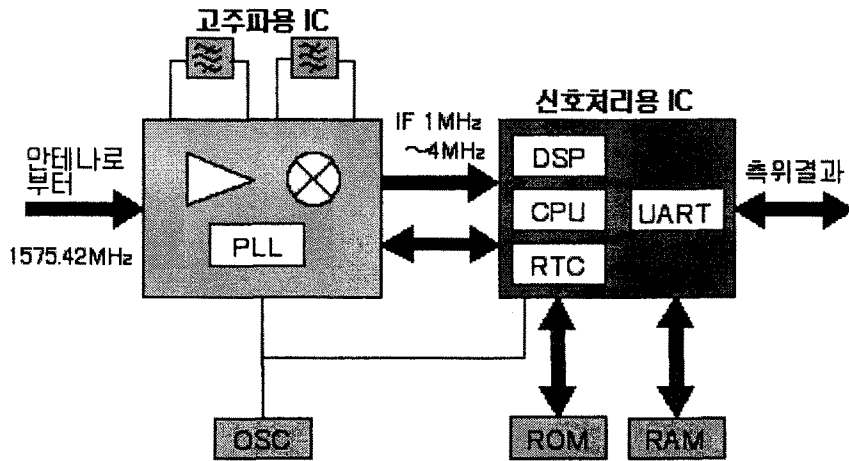
<그림 9> GPS 수신기의 구성

일반적인 GPS 수신기 사양은 표와 같다.

<표 14> GPS 수신기 사양

항목	사양	비고
수신주파수	1575.42MHz	L1주파수,C/A코드
수신방식	연속포착	8 채널
수신감도	-130dBm 이하	안테나 입력
위치 확도	SA없이 25m CEP	50%
속도 확도	SA없이 0.1m/s	
시간 확도	±500 나노초	정격
콜드 스타트	2 분 이내	90%
웜 스타트	45초 이내	90%
핫 스타트	20초 이내	90%
중단 재포착시간	평균 8초	10초이내 중단
	평균 11초	5분이내 중단
	평균 30초	2시간 이내 중단
고도	-1000~+18000m	
속도	최고 515m/sec	
가속도	4g	
급이동	20m/sec	
전원	+5VDC±5%	
안테나 공급전원	+4~+5V	
소비전류	200mA 이하	안테나 포함

일반적인 GPS 수신기의 블록도는 그림과 같다.



<그림 10> GPS 수신기의 블록도

3) ECDIS

전자해도시스템(ECDIS)은 선장이나 항해사가 종래 종이해도상에서 수행하던 모든 항로계획, 항로감시 및 선위확인을 브리지의 모니터를 통해 편리하게 수행한다. GPS를 통한 지속적인 본선위치를 화면상에 자동으로 표시하고, 레이더 및 자동레이더플로팅장치(Automatic Radar Plotting Aids; ARPA) 등을 연결하여 화면상에 중첩(overlay)시킴으로써 주변의 타 선박에 대한 움직임에 관한 정보도 나타낼 수 있다. 동시에 위험물의 사전 경고 기능도 가지며, 다음의 사항을 만족하여야 한다.

가. 하드웨어 조건

① 지시기

해도표시의 효율적 크기는 최소한 270 × 270 mm이어야 한다. 지시기는 IHO 부록 2의 Special Publication 52에 규정된 색상과 해상도 요건인 16 색상 능력과 1,000×1,000 pixels을 만족해야 한다. 모든 지시된 정보는 "주간 및 야간에", "선교에서 통상 경험되는 밝기 상태에서 한 사람보다 많은 사람이 명확하게 볼 수 있도록" 되어야 한다.

② Interfaces

ECDIS는 선수방위 지시기 및 속력 지시기와 더불어 두개의 독립된 연속 선 위측정장치에 연결되어야 한다.

③ 전원공급

ECDIS와 그 "통상적인 사용"을 위한 모든 장비는 SOLAS 1974의 II-1장에 따라 비상전원에 작동할 수 있어야 한다. 장비는 재설정(re-initialization) 작업없이 45초간의 전원차단을 처리할 수 있어야 한다.

④ 백업(Back-up) 장치

ECDIS 고장시 안전한 항해를 위한 수단을 용이하게 하는 백업(back-up) 장치가 설치되어야 한다. 즉, ECDIS 고장이 극한 상태로 초래되지 않도록 ECDIS 기능을 안전하게 인계받을 수 있도록 하는 설비로서, ECDIS가 고장시 남은 항정을 안전하게 항해할 수단으로 제공되어야 하며, 전원공급은 ECDIS와 별도로 제공되어야 한다.

나. 기능요건(소프트웨어)

① 지시기

North-up 및 True motion 지시모드가 지원되어야 하며, 다른 모드도 허용된다. ECDIS 지시기에 레이더 정보의 지시도 허용된다.

② 조정기

ECDIS는 운용자가 지시기로부터 특성을 더하고 제거할 수 있게 하지만, display base에 포함된 특성은 어느 것도 제거할 수는 없다. 표준 지시는 한번의 운용자 조치에 복귀되어야 한다. 유사하게, ECDIS 지시기의 레이더 정보도 한번의 운용자 조치에 의해 제거되어야 하며, 운용자는 한번의 조치에 의하여 본선 위치를 나타내는 기능이 포함된 항로감시 지시기로 되돌아갈 수 있어야 한다.

③ 항로 계획(Route Planning)

ECDIS는 route segments, waypoints 및 대체 항로를 정의할 수 있어야 하며, 계획된 항로에 의해 가로질러지는 위험 구간과 안전 등심선을 체크할 수 있어야 하며, 계획된 항로를 따라 off-track alarms을 기록할 수 있어야 한다.

④ 항로 감시(Route Monitoring)

ECDIS는 "지속적인" 선위 감시와 선위 갱신, 안전상황이 파괴된다면 경보발령 및 방위선, 거리환 및 지시기상의 기타 항해도구를 제공할 수 있어야 한다. 선위측정 시스템들간에 불일치를 식별할 수 있어야 하며, 본선의 지리적 위치를 수동조정할 수 있어야 한다.

⑤ Alarms 및 Indicators

성능기준에는 스케일을 벗어난 지시기로부터 ECDIS의 오동작까지 15가지 상

황에서 ECDIS가 발하는 Alarms(가청 및/또는 가시) 또는 Indicators(가시)를 요구한다.

⑥ 항해 기록

ECDIS는 1분간의 간격으로 과거 12시간동안 시간, 위치, 선수방위, 속력, chart data source, edition, date, cell 및 update history 등의 사항을 기록할 수 있어야 한다. 이에 추가하여, 4시간보다 크지 않는 시간 간격으로 완전한 항적을 기록하여야 한다. 항해기록은 운항자에 의하여 조작이 불가능하여야 한다.

다. Chart Data 요건

① Source data

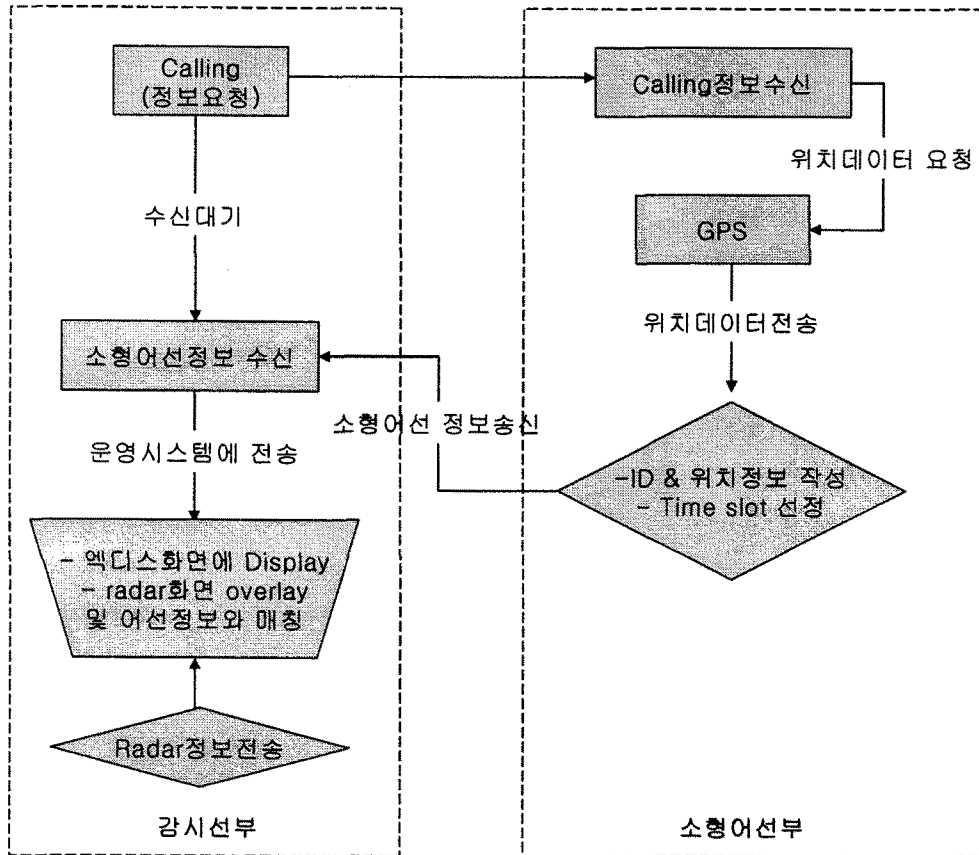
ECDIS에 사용된 해도 데이터는 정부가 인정한 수로국으로부터 발행되어야 하고, IHO 표준을 따라야 한다.

② 갱신(Updates)

ECDIS는 공식적 갱신 및 수동 갱신을 할 수 있어야 하며, 그들을 지시기에 적용할 수 있어야 한다. 갱신은 chart data로부터 별개로 저장되어야 하고, 원래의 chart data 내용을 변경시켜서는 안된다.

(3) 시스템의 작업흐름도

전체적인 시스템 운영 흐름은 다음과 같다.



<그림 11> 시스템 작업 흐름도

- ① 감시선 부에서 소형어선부로 무선으로 Calling 신호를 전달한다.
- ② Calling 신호를 받은 소형어선부는 GPS에게로 자신의 현재 위치 데이터를 요구한다.
- ③ GPS는 자신의 현재 위치를 1초 단위로 갱신하고 있다가 데이터 요구가 있으

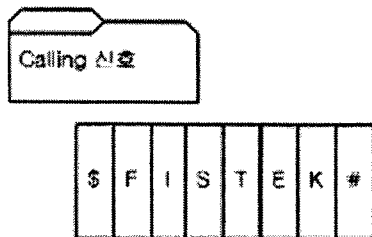
면, 위치 정보를 제어부로 전달한다.

- ④ 전달받은 위치정보와 자신의 ID 및 기타 정보를 취합하여 감시선 부에게 무선으로 전송하게 되는데, 다른 소형어선과의 데이터 충돌을 회피하기 위해 30초내의 임의의 타임슬롯을 할당, 선정된 후 정보를 전송한다.
- ⑤ 감시선 부에서는 calling 신호 송신 후 30초 동안 대기하면서 주위의 소형어선들에게서 받은 데이터를 취합하여 운영시스템에게로 전달한다.
- ⑥ 운영시스템은 수신한 소형어선들의 정보와 레이더로 수신한 레이더 정보를 바탕으로 가공하여 운용자에게 표시한다.

3. 통신방식

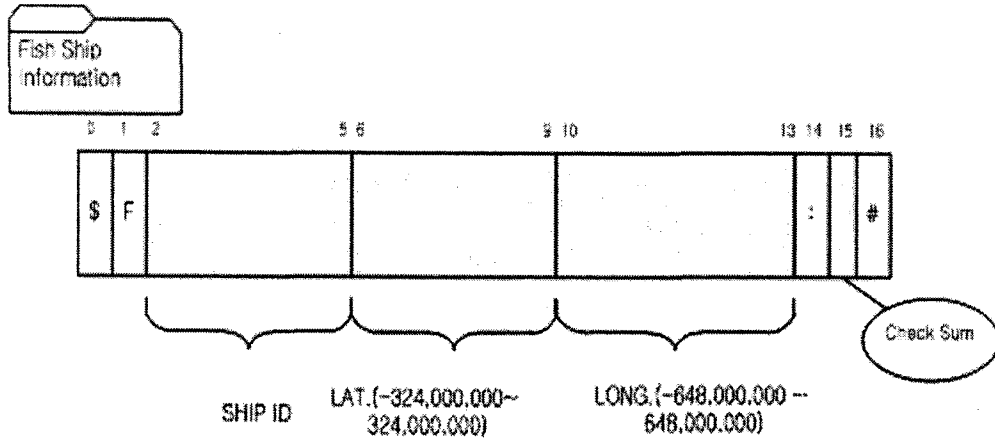
(1) 송수신 정보의 구성

감시선부에서는 calling 신호로서 그림과 같이 '\$FISTEK#' 형태의 신호를 송신한다. 통신범위내에 위치한 어선들은 이와 같은 정보를 수신하게 되면 수신모드에서 전송모드로 전환되고 그림과 같은 포맷의 정보의 전송을 준비한다.



<그림 12> calling 신호의 포맷

어선정보는 총 16Bytes로 구성되어 있으며, 크게 어선의 ID와 위경도값을 나타낸다. 프리앰블에 이어 start bit로서 '\$F'를 사용하며, 4Bytes의 선박 ID, 4Bytes의 위도값, 4Bytes의 경도값, 데이터의 끝을 나타내는 ':', 데이터의 유효성을 계산하는 check sum이 1Bytes, stop bit로 '#'를 사용한다.



<그림 13> 어선정보의 포맷

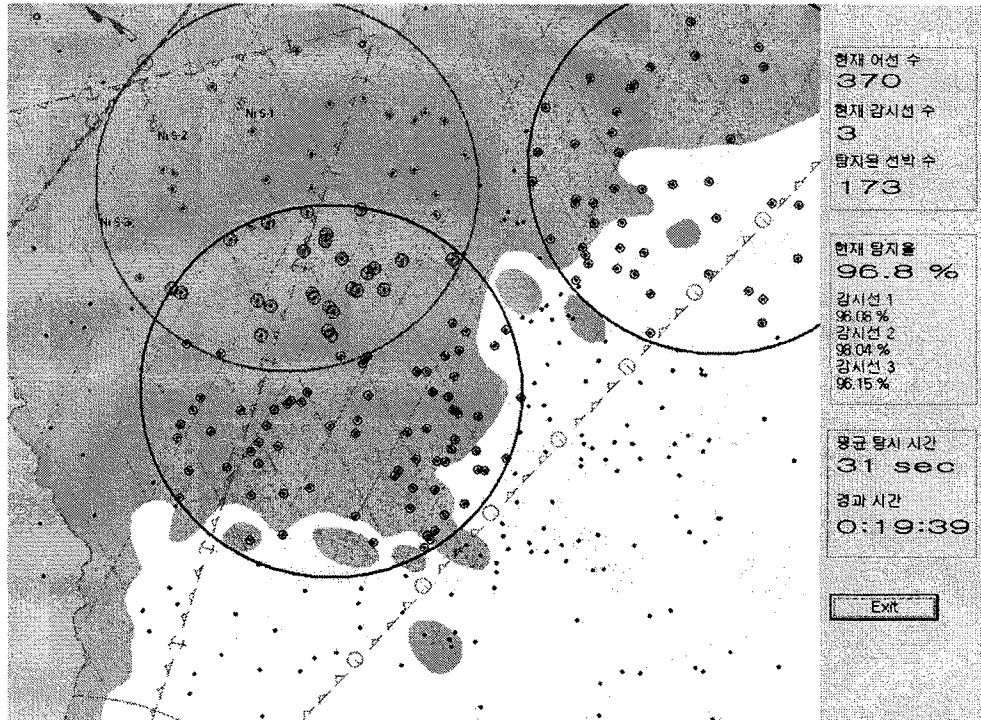
(2) 통신 시뮬레이션 및 그 결과

본 연구에서 채택한 통신방식은 calling수신 후 30초 이내에 임의의 타임슬롯을 선정하여 어선정보를 송수신하는 방식으로서, 동일한 타임슬롯에 복수의 선박이 정보를 송신할 경우, 전파간섭으로 인해 올바른 정보의 송수신이 방해될 수 있다. 따라서 아래와 같은 방법을 통해 시뮬레이션을 실행하여 본 연구에서 채택한 통신방식의 효율성을 검토하였다.

시뮬레이션의 조건은 다음과 같다.

- 감시선의 탐지 범위 : 반경10km
- 감시선 평균 속도 : 17노트
- 감시선의 수 : 3척
- 범위내 평균 어선수 : 약 400척

상기와 같은 조건을 통해 시뮬레이션을 실행하였을 때, 평균탐지율은 97%였으며, 평균탐사 소요시간은 31초로 나타났다.

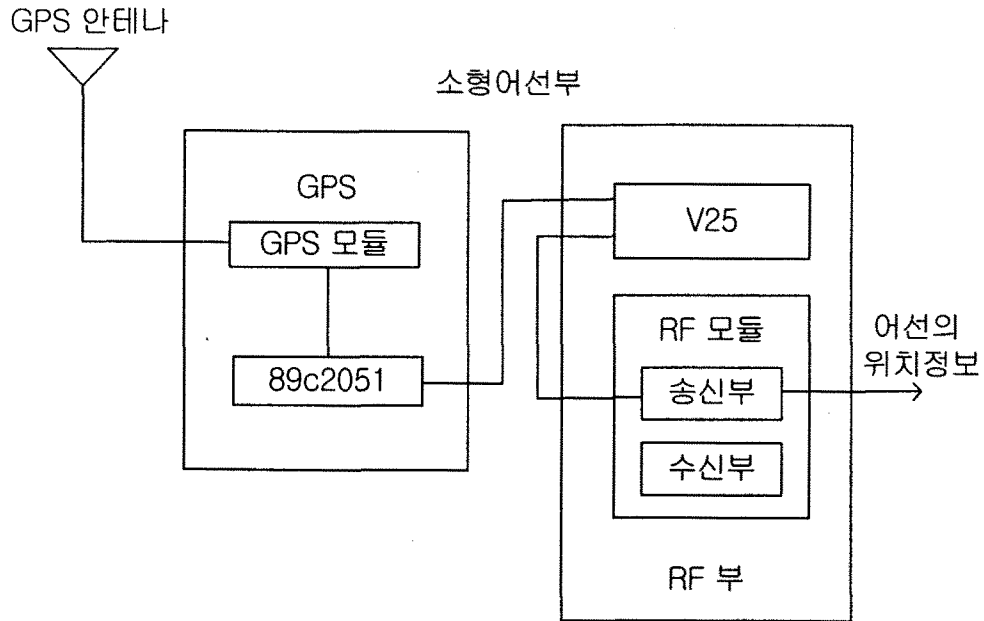


<그림 14> 시뮬레이션 실행화면

다소 많은 수의 어선을 대상으로 실험하였으나, 결과적으로 매우 양호한 통신 상태를 확인할 수 있어서 본 연구에서 채택한 통신시스템이 무난한 것으로 판단되었다.

4. 어선의 정보송수신부 설계

(1) 구성도



<그림 15> 어선의 정보송수신부의 구성도

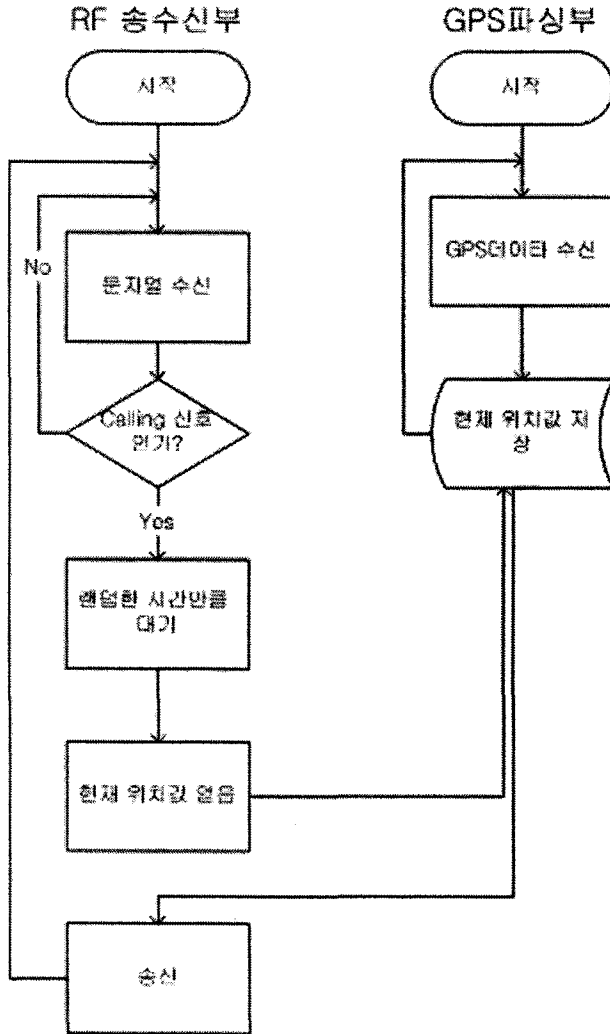
소형어선부는 RF부와 GPS부, 그리고 제어부로 나눌 수 있다. GPS부는 GPS 안테나로부터 수신된 정보를 토대로 자신의 위치 정보를 산출 및 저장하며 RF 부로부터 요구가 있을 때 위치정보를 전달하는 역할을 한다. GPS부는 GPS모듈과 89c2051 MPU로 구성되며, 89c2051 MPU는 위치정보를 저장하고 전달하는 역할을 수행한다.

RF부는 감시선부로부터 송신되는 calling신호를 수신하고 자신의 식별 및 위치 데이터를 송신하는 역할을 한다.

제어부는 V25 MPU로 구성된다. RF모듈의 calling신호전달에 반응하여 V25 MPU는 GPS부로부터 위치정보를 전달받고 어선 정보와 취합한 뒤에 30초 내의 임의의 타임슬롯을 구성하고 RF모듈을 통해 정보를 송신토록 제어하는 역할을 담당한다.

(2) 작업흐름도

소형어선의 정보송수신부의 작업흐름도는 아래 그림과 같다.

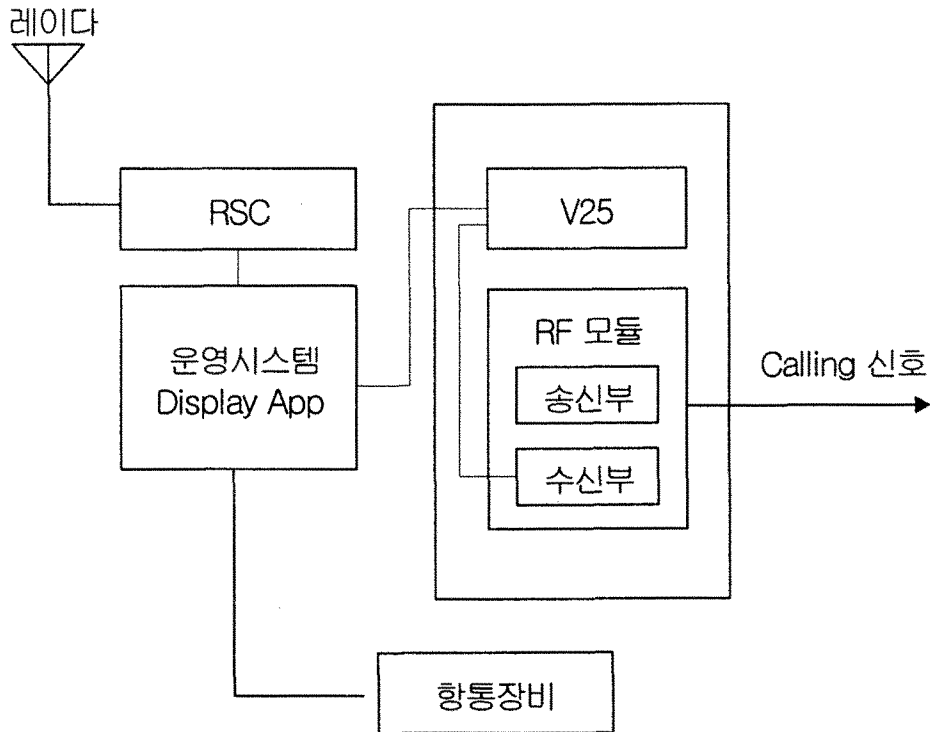


<그림 16> 소형어선 정보송수신부의 작업흐름도

calling신호를 수신후 신호의 적정성을 평가한 후 임의의 슬롯을 구성하고 GPS 파싱부에서 얻어지는 현재의 위치값을 수신하여 어선정보와 결합한 후 임의의 슬롯에 정보를 송신하게 된다.

5. 감시선의 정보처리시스템 설계

(1) 시스템의 구성



<그림 17> 감시선의 정보처리시스템의 구성도

감시선부는 레이더 정보 수신보드(RSC), 운영시스템 Application, 제어부 그리고 RF부로 구성되어 있다. RSC는 레이더정보를 마스터 레이더로부터 수신하여 운영시스템에 정보를 전송하고, RF부는 주위의 소형어선들과 정보를 송수신하여 해당정보를 운영시스템으로 전달하며, 운영시스템은 이들 데이터를 취합 및 가공하여 디스플레이하고 운영자에게 필요한 제반 기능을 수행한다. 운영시스템의 동

작을 위해 각종 항해통신장비가 인터페이스 되며, 제어부는 RF모듈을 컨트롤하는 역할을 수행한다.

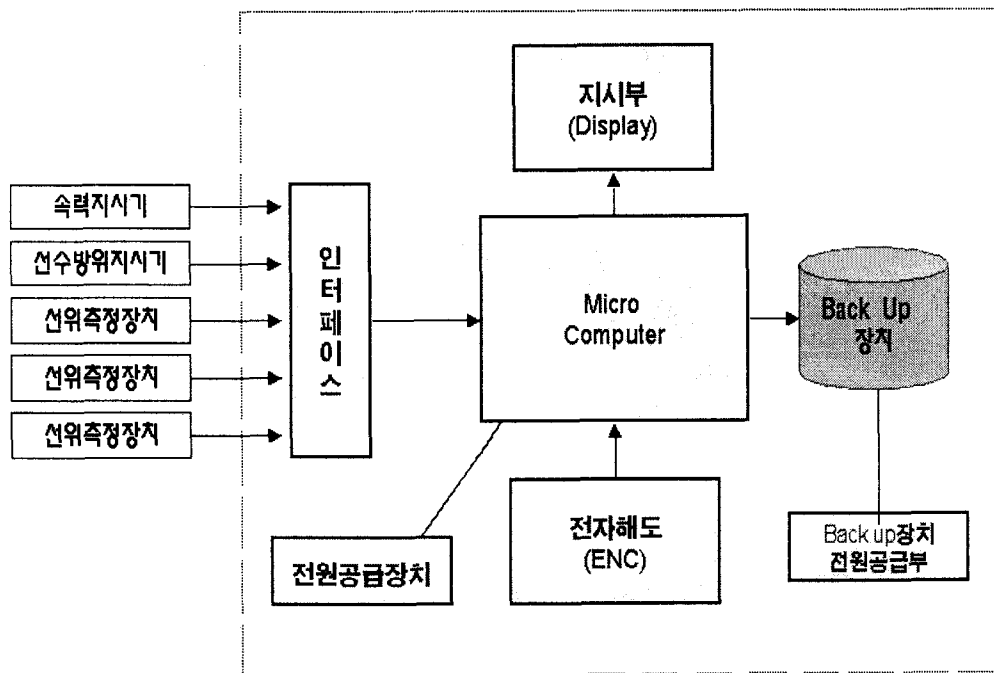
본 연구에서의 운영시스템은 전자해도시스템을 기반으로 하고 있으며 이는 레이더의 시각적인 해도표시의 한계를 극복하게 하고, 항로설정 및 감시등의 업무에 있어서 다양한 어플리케이션을 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

(2) 전자해도시스템(ECDIS)

1) 전자해도시스템의 개요

전자해도 시스템(Electronic Chart Display & Information System)이란, 컴퓨터 스크린 상에 종이해도와 동등하게 설계된 해도정보의 표시와 시시각각으로 변화하는 선박위치를 통합하여 항해자들에게 제공함으로써 최적의 항로를 선정하고 좌초 및 충돌을 예방하도록 하는 항행 시스템이다. 이는 선박의 대형화, 고속화 추세에 따라 발생하는 해난사고의 피해 증가 및 막대한 재산상의 손실 등을 예방하고, 선박의 정보화로 인한 보다 편하고, 안전한 항해 환경의 요구 등이 주요 개발배경이라 할 수 있다.

전자해도시스템의 구성은 다음과 같다.



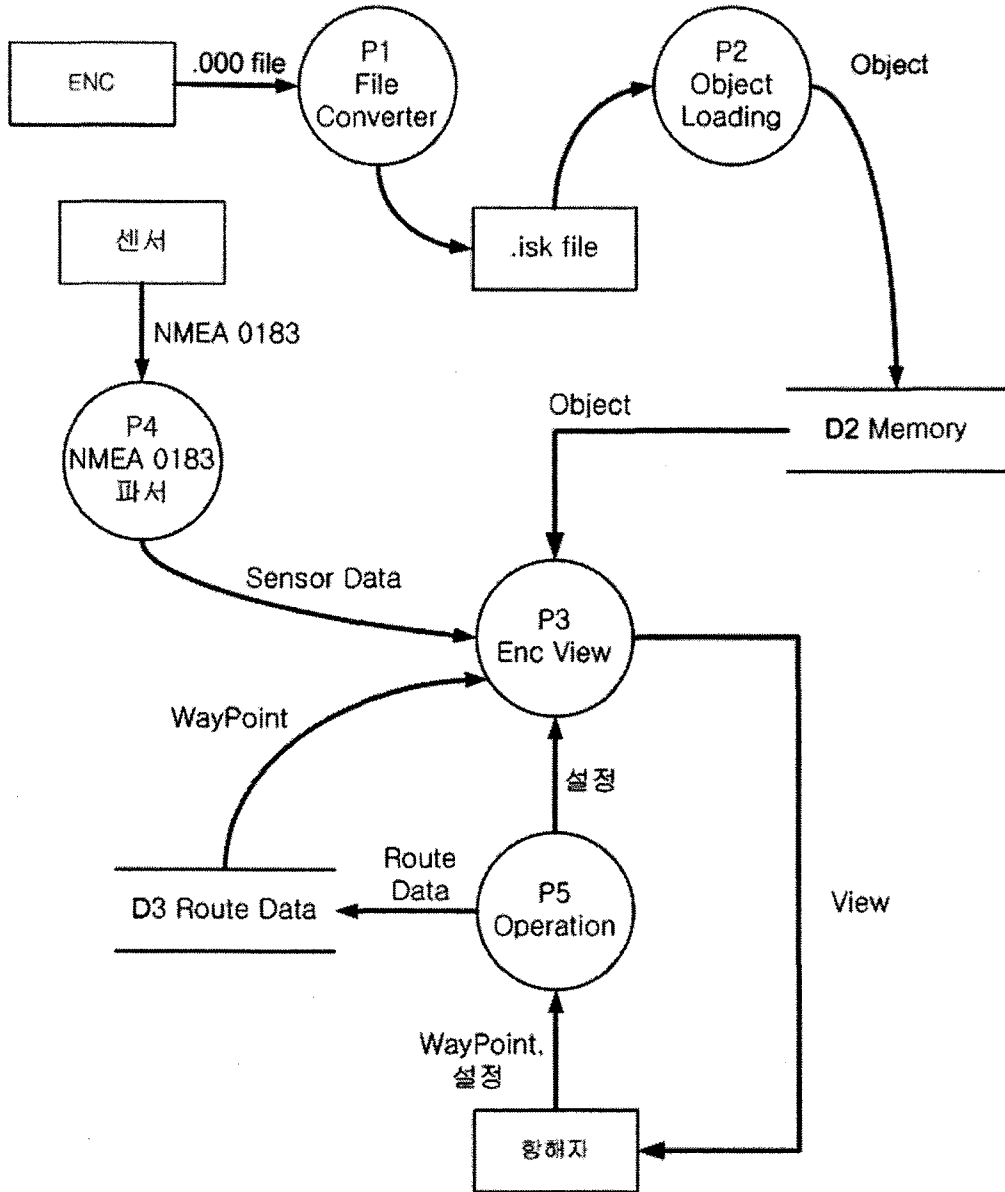
<그림 18> 전자해도시스템의 구성도

주요 기능은 크게 항로 계획(Route Planning), 항로 감시(Route Monitoring), 자동 항적 기록(Logbook & Route Recording), 위험 경고(Alarm & Indication), 항해 정보 통합 모니터링(Integrated Navigation Monitoring)의 기능을 수행하며,

주요적용 규격은 다음과 같다.

- 국제해사기구(IMO)가 정한 전자해도 표시시스템의 성능기준안(A.817(19))
- 국제수로기구(IHO)가 정한 전자해도 변환기준안(S-57)과 전자해도 표시기준안(S-52)
- 국제전기표준회의(IEC)가 정한 ECDIS 운영과 성능요건의 시험 방법(IEC 61174)
- SOLAS V/Reg.20에서 정한 ECIDS의 성능기준과 법적 지위
- 항법 장치 인터페이스 국제 표준 만족 (IEC 61162-1)

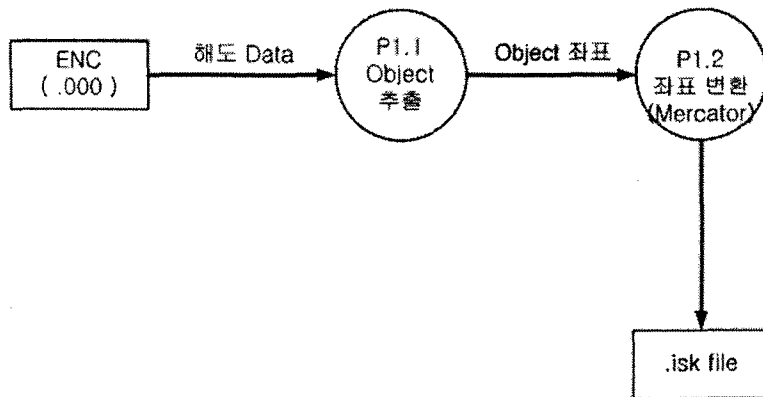
2) 전자해도시스템의 Data Flow Diagram



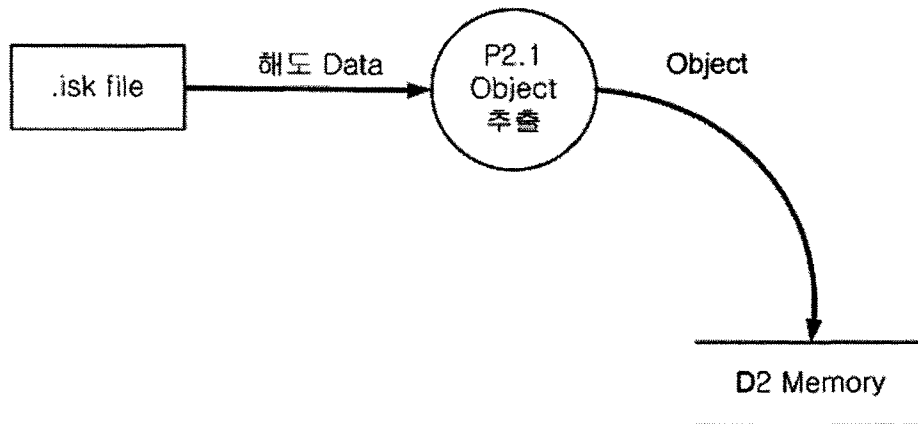
<그림 19> 전자해도시스템의 전체 운영흐름도

<그림 19>는 전자해도시스템의 전반적인 구성을 나타내고 있다. P1모듈은 ENC를 kernel에 적용 가능한 isk파일로 변환하는 처리루틴이며, P2는 isk파일을 화면에 표시하기 위해서 필요한 isk파일을 메모리에 적재하는 루틴이다. P3는 적재된 파일을 분석하고 입력된 센서값과 사용자의 조작을 화면에 표시하는 루틴이며, P4는 각종 인터페이스 되는 센서들로부터의 NMEA신호를 파싱하는 모듈이며, P5는 운영자의 조작을 위한 모듈이다.

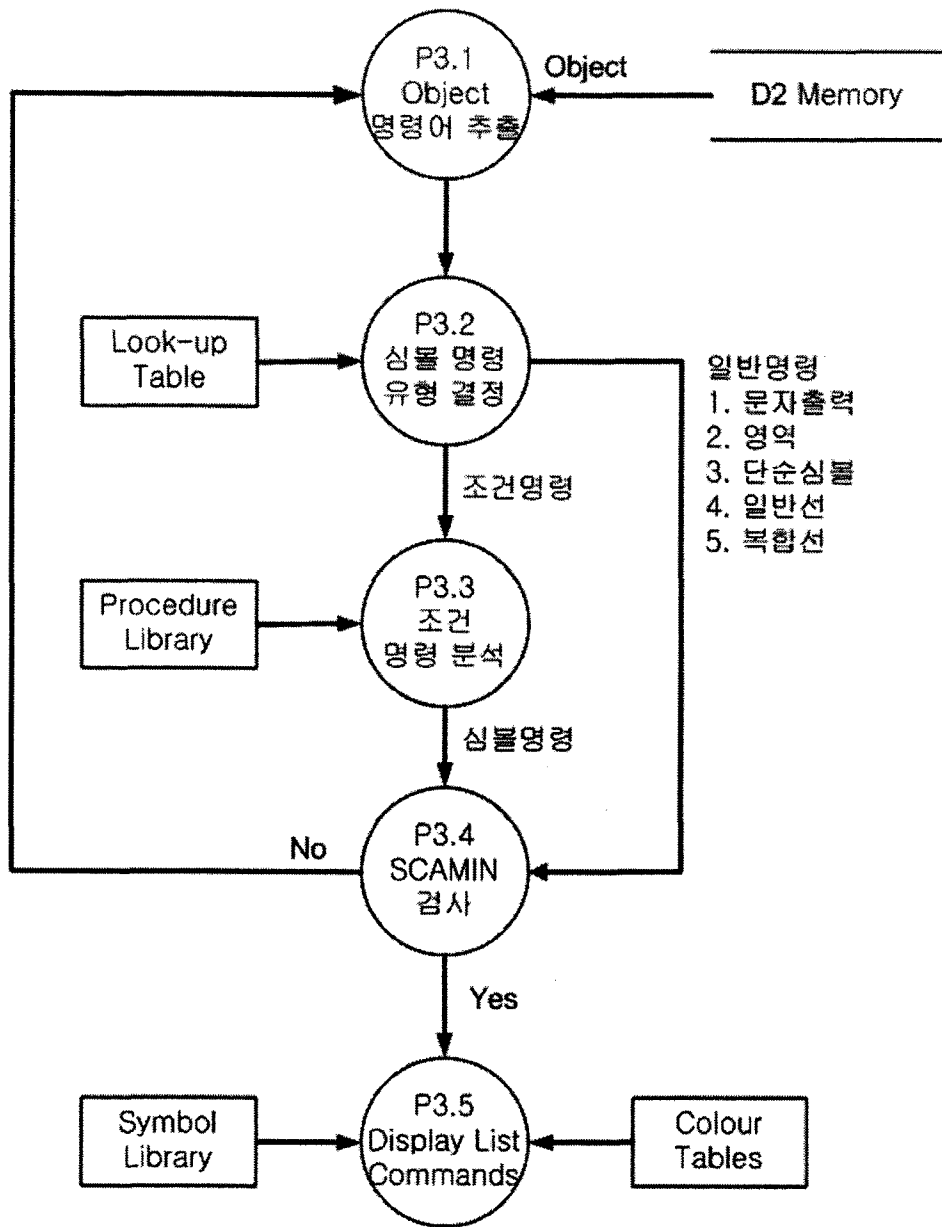
세부적인 각 모듈에 대한 작업흐름도는 그림과 같다.



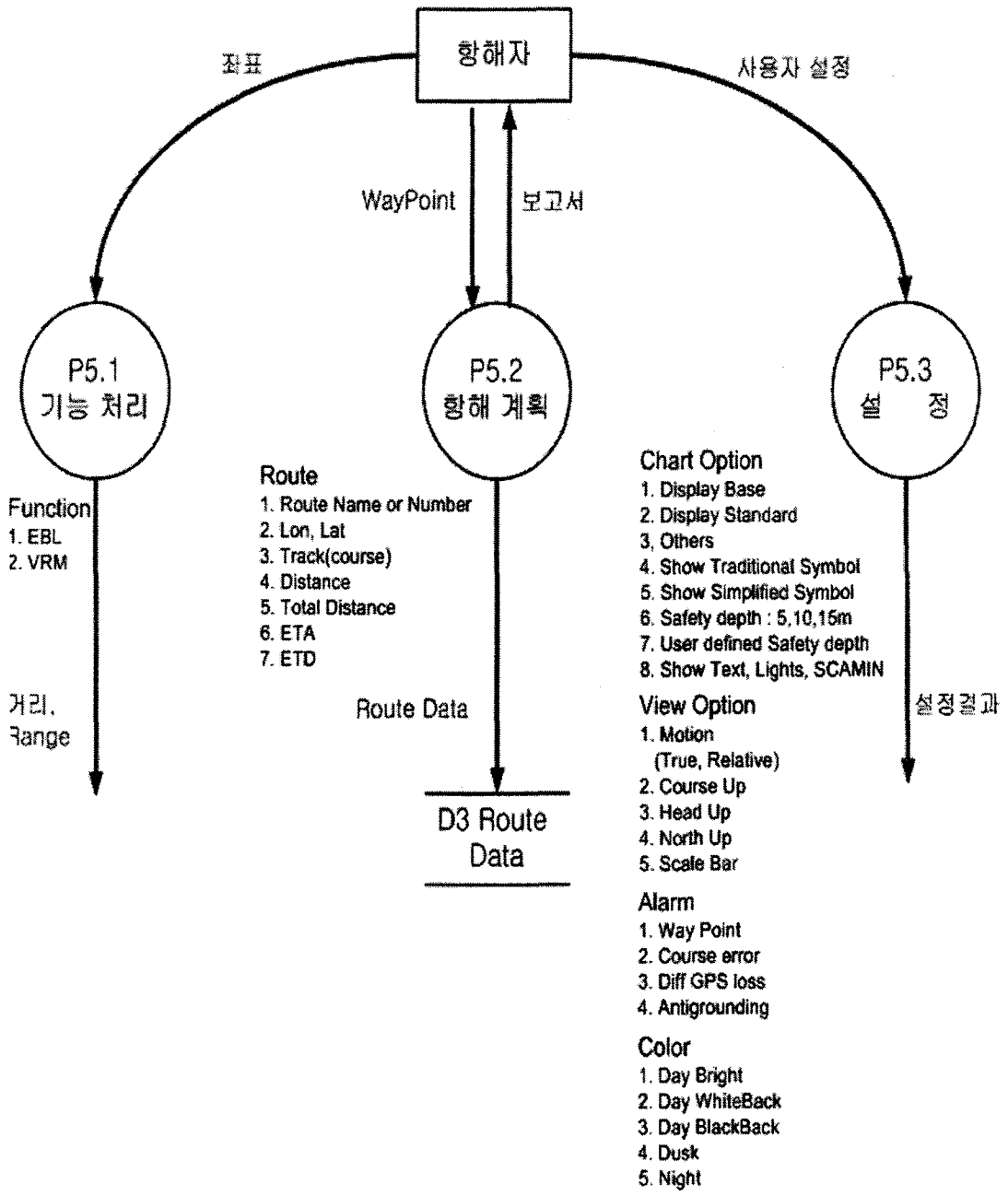
<그림 20> P1 : File Converter의 흐름도



<그림 21> P2 : Object Loading의 흐름도



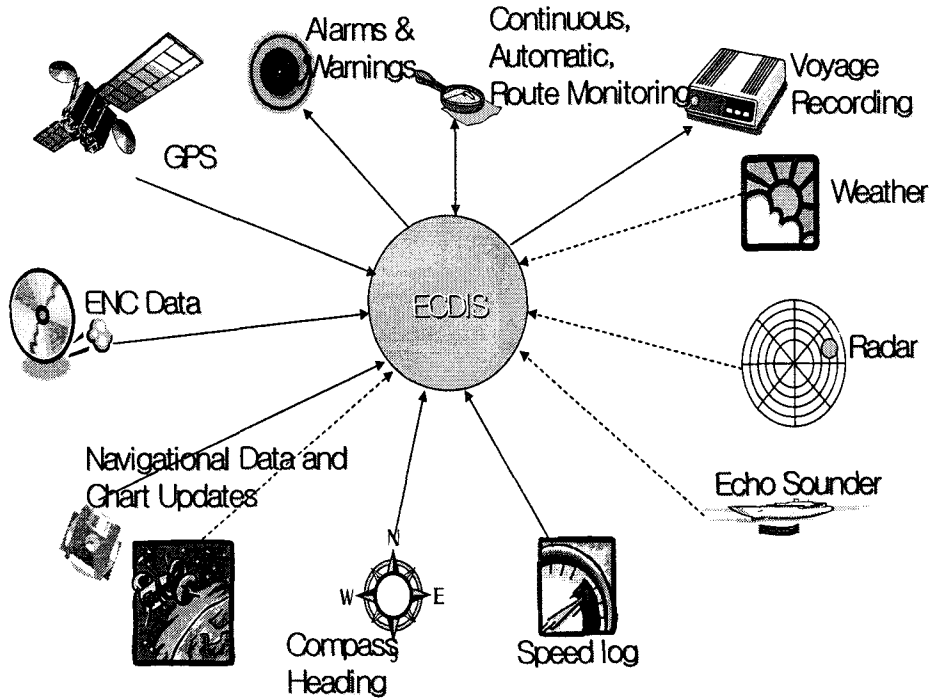
<그림 22> P3 : Enc View의 흐름도



<그림 23> P5 : Operation의 흐름도

3) 주요 센서 및 항해통신 장비와의 인터페이스

전자해도시스템을 구축하기 위해서는 선박의 다양한 항해통신장비와의 인터페이스가 요구되며, 그 종류는 그림과 같은 같다.



<그림 24> 각종 항해통신장비와의 인터페이스

선박의 위치정보를 획득하기 위해서는 GPS장치가 필요하며, 기상정보 등의 수신을 위한 장비, 레이더정보를 위한 RADAR, 선박의 방위정보를 위해서는 Gyro compass, 수심 및 속도정보를 제공받기 위한 Echo Sounder와 Speed Log 등의 항해통신 장비가 요구된다. 아울러 해도정보를 정기적으로 갱신하기 위한 장치와 항해기록을 저장하기 위한 VDR 등의 부가 장비도 필요시 인터페이스 될 수 있다.

본 연구에서는 최소의 전자해도시스템을 운영하는데 필요한, RADAR, Echo Sounder, Speed log, GPS 및 Gyro Compass 등을 인터페이싱한다. RADAR 정보의 경우 전용 RSC에 의해 정보를 취득하며, 기타 항통장비의 경우 NMEA 포맷에 의거하여 인터페이스 된다.

(3) RADAR Scan Converter

1) 개요

조선기술의 발달로 인한 선박의 대형화, 고속화, 자동화 등과 아울러 국제 교역량 증가에 따른 교통량 증가로 해상에서의 안전에 대한 관심이 높아져 가고 있으며, 선박의 안전운항을 위한 가장 기본적인 요소가 바로 RADAR이다.

본 연구에서 RADAR화면은 어선정보 송수신장치를 장착하지 않은 선박을 찾아내기 위해 필수적인 항목으로서, RADAR 화면과 수신된 어선을 표시하여 비교함으로써 송수신장치를 장착하지 않은 선박들은 일차적으로 관찰대상이 될 수 있도록 한다.

이를 위해서는 RADAR 신호를 운영시스템으로 전달할 수 있는 레이더 스캔 컨버터가 필요하며 전달된 레이더 신호를 분석하여 해면 반사파, 비나 구름 등에 의한 반사파, 거짓상 등의 잡음을 제거하는 과정을 거쳐 화면을 생성하고, 레이더에 표시된 어선 중에서 식별 신호가 수신된 어선은 초기 식별시 부터 감시 범위를 벗어날 때 까지 추적하는 트래킹 알고리즘이 요구된다.

2) 개발내용 및 개발범위

주요 연구개발의 내용을 요약하면 다음과 같다.

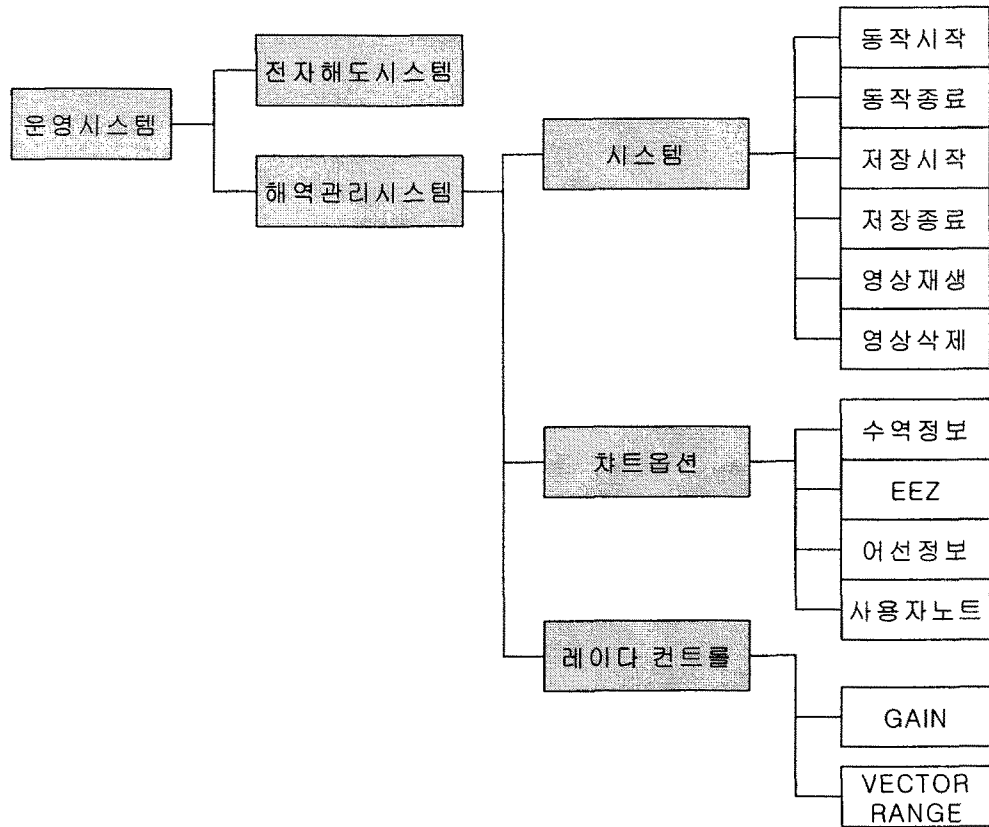
- 레이더 영상 신호(Radar Digital signal) 분석
- 레이더 영상 신호 Display Controller 개발
- Function Processing Controller 개발
- Target Tracking 및 Tracing 기술 개발
- ARPA Controlling 기술 개발
- 레이더 영상 Noise 제거 기술 개발

(4) Application

1) 개요

운영시스템의 주요기능은 전자해도시스템에서 구현하고 있는 대다수의 기능이 핵심이며 기타의 해역감시 및 관리를 위한 기능이 추가로 요구된다. 크게 해역감시 및 관리업무의 시작과 종료, 어선의 움직임과 분포형태 등에 관련된 화면의 저장과 재생, 영상종료 및 삭제 등의 기능이 요구되고, 해도정보를 관련업무에 적절하게 표현할 수 있는 차트옵션으로 구성된다. 이와 아울러 레이더화면 overlay와 관련하여 레이더 gain의 조정, vector range의 조정 등의 기능이 추가로 요구된다.

2) Application 구성도

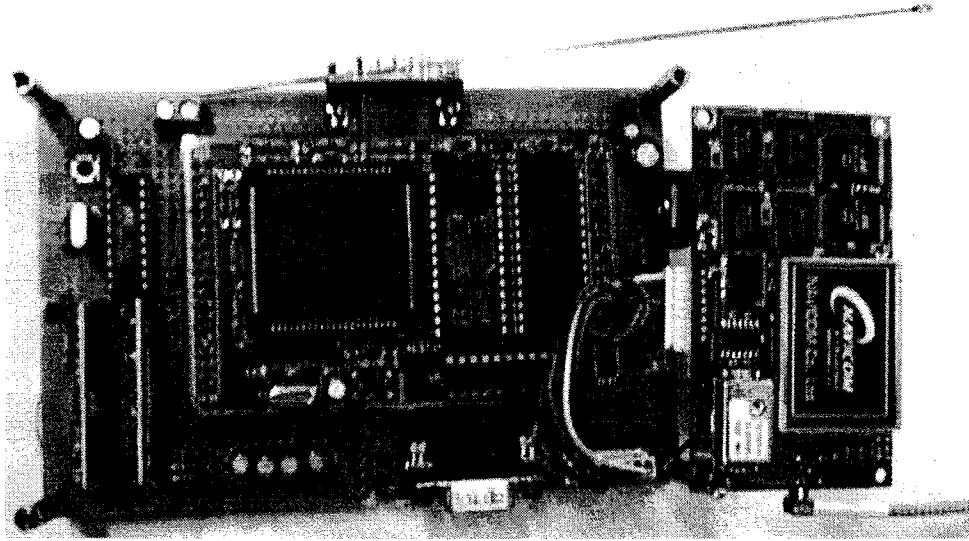


<그림 25> Application의 구성도

제 2 절 연구결과

1. 어선의 정보송수신부

(1) 통신모듈의 제작 및 구성



<그림 26> 어선의 정보송수신단말기

<그림 26>과 같이 어선의 정보송수신단말기가 제작되었다. 우측의 별도의 모듈은 GPS모듈이며, 좌측하단이 시험용 RF모듈이고, 가운데 부분은 제어부이다. RF모듈은 현장용으로 대체하기 위해 <표 15>와 같은 규격의 RF로 대체된다.

<표 15> RF 모듈의 규격

Transmitter Specification	
Frequency	146.5125MHz
Channel Spacing	12.5kHz
Frequency Stability(-30℃ to 60℃)	±0.00025%
Power	4.8W
Modulation Limit	±2.5@12.5kHz
FM Hum & Noise	-40dB
Conducted/Radiated Emission	-66dBw
Receiver Specification	
Frequency	146.5125MHz
Frequency Stability(-30℃ to 60℃)	±0.00025%
Sensitivity	0.25μV
Intermodulation	70dB
Spurious Rejection	70dB
Hum & Noise	-45dB
Conducted Spurious Emission	-57dBm

(2) 구성요소의 성능

1) GPS

GPS부는 전원이 인가된 이후에 약 2분간 준비동작 후에 1초에 한번씩 현재 위치정보를 출력한다. 출력 속도는 19,200bps이고 경·위도 외에도 현재시간, 현재날짜, 현재 속도 등의 정보도 같이 제공하고 있다. 그러나 본 시스템에서는 현재 경·위도 정보만 이용한다. 89c2051은 이러한 경·위도 정보를 1초에 한번씩 저장 및 경신하며 제어부의 요구가 있을 때 제어부쪽으로 전송한다.

또한 실험적으로 GPS모듈의 정확도를 측정한 결과 최대 5m이내의 오차가 발생하여 소형 선박에 사용하기에 적합할 것으로 판단되었다.

2) 제어부

제어부에 사용되는 MPU로는 V25가 이용되었다. V25에 장착된 X-tal은 16MHz이며 MPU내부적으로 8MHz로 동작하게 되어 정보송수신부의 모든 제어를 처리하기에 충분한 처리속도를 낼 수 있다. 또한 보드에 장착된 ROM과 RAM은 각각 32KByte이고 제어부가 동작하는데 필요한 소프트웨어는 ROM영역에 들어가게 된다.

3) RF부

RF부는 실제로 무선 통신을 담당하는 역할을 한다. 주파수는 146.5125MHz이며 실험상 20Km이상 전파가 도달하는 것을 확인하였다. 이러한 전파 도달범위는 RF Power와 수신감도를 조절하여 도달 범위를 조정할 수 있다.

또한 본 시스템에 적용하기 위해 RF 모듈의 시간 분해능을 측정해 본 결과 송신용 데이터를 보내기 위해 걸리는 시간은 최소 30ms이하로 측정되어 30초내에 최대 1,000대의 소형 어선들의 정보를 송수신할 수 있음을 확인하였다.

(3) 통신 방식

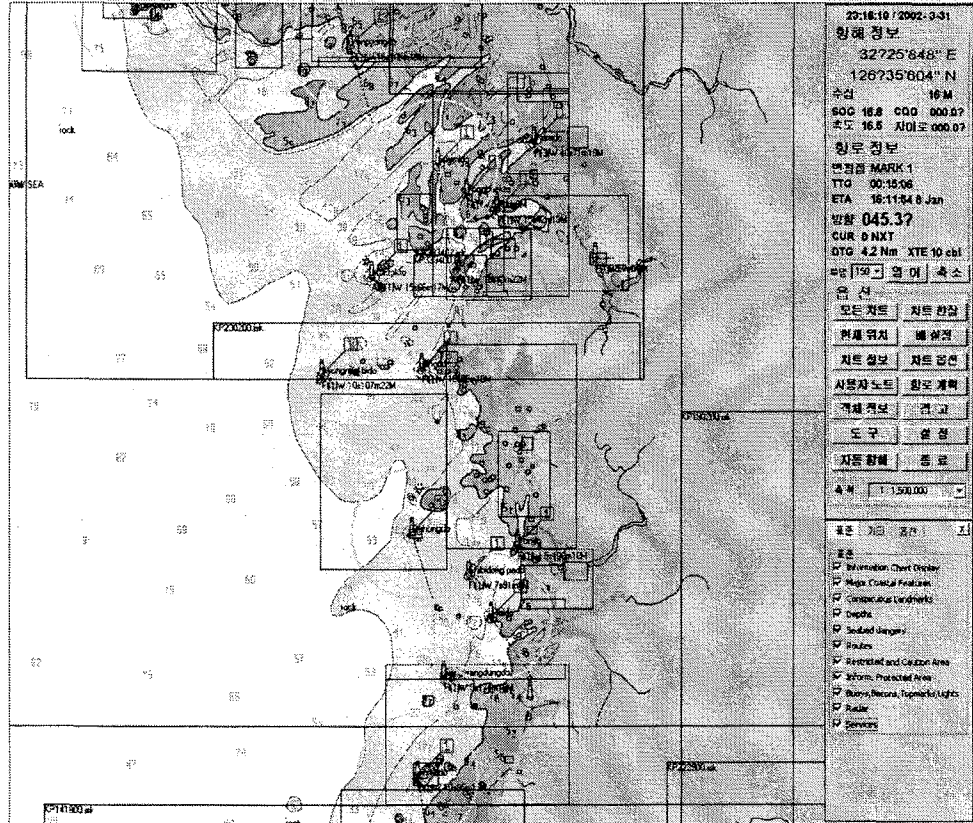
통신 알고리즘은 기본적으로 TDMA를 이용하였다. TDMA이란 단위 시간을 주기적으로 일정한 시간간격으로 나누어서 각 사용자가 차례대로 자기에게 할당된 시간동안 자기 정보를 전송하는 것이다. 이렇게 하면 단위 시간이 경과한 후에는 모든 사용자가 자기 정보를 전송할 수 있게 된다.

이와 같은 방법으로 감시선 주위의 모든 소형 어선에서 임의로 자신의 정보를 전송할 시간타임(슬롯)을 설정하고 그 슬롯에 자신의 ID와 위치정보를 송신한다는 것이 본 시스템의 통신 알고리즘이다.

2. 감시선의 정보처리시스템

(1) 전자해도시스템(ECDIS)

1) 개요



<그림 27> 전자해도시스템 주요화면

상기에서 설계된 전자해도시스템에 대한 예시는 <그림 27>과 같다. 디스플레이된 전자해도정보는 S-57에 의거한 전자해도(ENC)를 커널(Kernel)을 통해 import 하고 compiling하여 나타나며, 국제표준규격에 의거 제작되었다. 좌측에는 일반 종이해도와 동일한 정보를 나타내 보여주고, 우측에는 전자해도시스템의 운영에 관련된 각종 기능들이 열거되어 있다.

2) 주요기능

운영시스템의 기반을 이루고 있는 전자해도시스템의 주요기능을 요약하면 다음과 같이 정리된다.

가. 전자해도 표시 : ENC(S-57)

S-57은 국제수로국(IHO)이 전자해도 (ENC)제작에 관한 국제기준을 정하여 간행한 서지로서 Transfer Standard for Digital Hydrographic Data라 이름이 붙어 있는 특수서지를 말한다.

나. Display Mode

- North-up 및 True motion 지시모드
- 레이더 정보 Overlay
- 운용자의 편집 및 추가, 삭제 가능(Symbol, Icon)
- AIS 정보 표시(식별, 미식별 Symbol 표시)

화면에 표시하는 방법의 설정에 대한 것으로서 북방을 기준으로 해도를 볼 수 있으며, 선박의 방위변화에 따라 화면을 자동으로 회전시킬 수 있는 기능을 제공한다. 또한 레이더 정보 및 AIS정보를 화면에 나타낼 것인가, 나타내지 않을 것인가를 결정할 수 있다. 또한 운영자가 각종 심벌 및 아이콘을 전자해도상에 편집하거나 추가, 삭제할 수 있는 기능을 제공한다.

다. 항로 계획

- Route segments, waypoints 및 대체 항로를 정의
- 계획된 항로에 의해 가로질러지는 위험 구간과 안전 등심선을 체크
- 계획된 항로를 따라 off-track alarms를 기록

전자해도시스템의 주요기능으로서 항로를 설정하고 계획을 작성할 수 있는 기능을 제공한다. 설정된 항로를 이탈할 경우 혹은 위험구역, 금지구역 등으로 선박이 진입시 자동으로 경보기능을 제공한다.

라. 항로 감시

- "지속적인" 선위 감시와 선위 갱신
- 안전상황이 파괴시 경보발령
- 방위선, 거리환산 및 제반 항해도구를 제공
- 선위측정 시스템들 간에 불일치를 식별
- 본선 지리적 위치의 수동조정 가능

GPS 등의 외부센서와 연동하여 선박의 계획된 항로를 감시하며 계속적으로 갱신하고, 항해 전 과정에 필요한 각종 항해관련 업무를 지원한다.

마. Alarms 및 Indicators

Over Scale, ECDIS의 오동작 등 15가지 상황에서 Alarms(가청 및/또는 가시) 또는 Indicators(가시)

바. 항해 기록

- 1분간의 간격으로 과거 12시간동안 시간, 위치, 선수방위, 속력, chart data source, edition, date, cell, 및 update history 등의 사항을 기록
- 4시간 이하 간격으로 완전한 항적을 자동으로 기록

사. 항해 정보 통합 모니터링

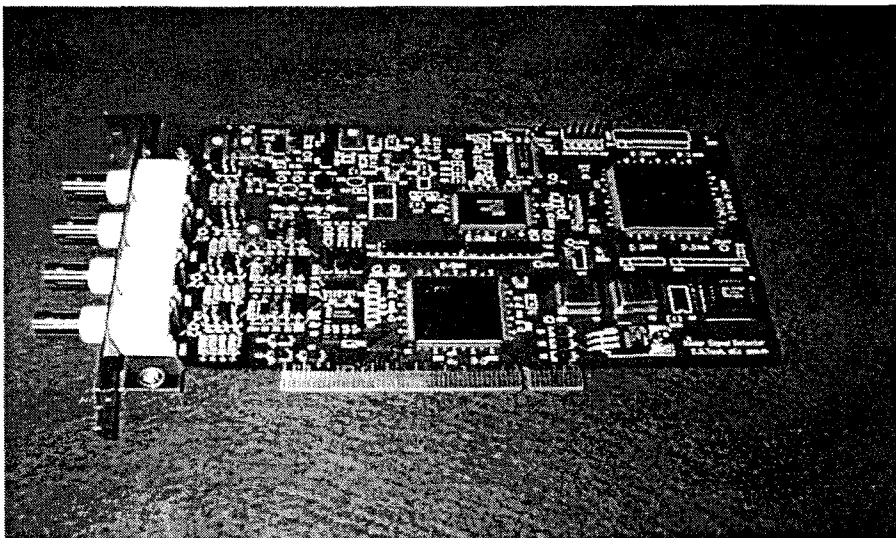
GPS, DGPS, Gyro Compass, RADAR, Speed Log 및 기상정보 통합 표시 및 감시

(2) RADAR Scan Converter

1) 개요

RADAR Scan Converter는 선박의 레이더 신호를 처리하는 보드로서 PC의 PCI 인터페이스를 통해서 획득한 RADAR 데이터를 모니터에 표시하여 관측할 수 있는 시스템이다. 즉, RSC는 선박의 레이더 신호(Video signal)를 디지털 화하여 PC에 전송하는 PCI board(radar signal grabber)로서 보드 외에 개발의 주요항목으로 PCI board 관련 장치 드라이버, 윈도우 응용 프로그램 개발 등으로 구분할 수 있다.

RSC는 레이더에서 수신되는 비디오 신호와 각 제어 신호를 radar signal grabber의 digitizer와 synchronizer를 통해 각 펄스별로 디지털화 한 후, PCI 인터페이스를 통해서 PC에 전달하고 윈도우의 장치 드라이버 (device driver)를 이용하여 응용 프로그램에서 디지털화 된 레이더의 수신신호를 받아 각 방위각 (azimuth)별로 화면에 표시할 수 있도록 한다.



<그림 28> Radar Scan Converter

2) RSC의 주요기능

RSC의 주요기능은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 레이더 디스플레이 및 ARPA Application은 정규적인 레이더 영상 디스플레이와 물표 자동추적 및 탐지기능을 지원한다.
- ② RSDP 보드로부터 받은 레이더 데이터를 이용하여 EBL, VRM 등의 레이더 디스플레이 기능을 지원한다.
- ③ ARPA Application은 동시에 수백 개의 물표를 추적, 탐지가 가능하며, 가드링 & 존, 경고 알람, 물표 정보 출력 기능 등을 지원한다.

3) RSC의 주요사양

제작한 RSC의 주요사양은 다음과 같이 요약할 수 있다.

가. Bus

- PCI Rev 2.1 5V/3.3V , 33MHz , 32-bit
- PCI Bus Master with chained DMA

나. Analog Radar Video Input

- 0 to 5 Volts, positive or negative
- Termination 1.5K , 75 or 50Ohms
- 50 ns minimum pulse width
- Programmable Gain and Bias controls

다. Radar Trigger

- Analog Pulse Single-ended
- 3 to 50 Volts , positive going
- Termination 10K , 75 or 50 Ohms
- Power Factor 75 Watt Max

라. ACP/ARP

- Analog Pulse Singled-ended
- 1 to 30 Volts , positive going
- Termination 10K , 75 or 50 Ohms
- Power Factor 75 Watt Max

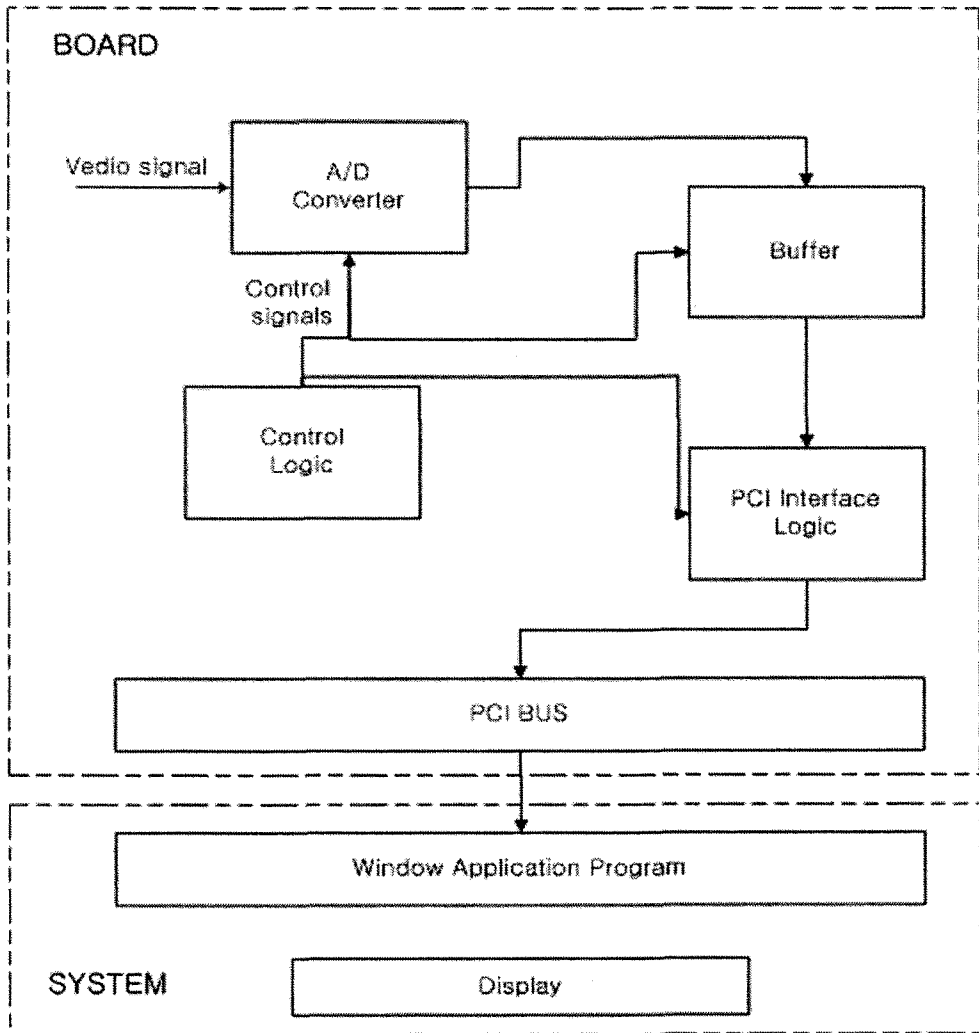
마. Radar Digitization

- Programmable Sample rate at 20, 60MHz
- <10ns Sample latency
- Full 8 bit video

바. Host environment

- Pentium III
- Window 98 or NT 4.0

4) RSC의 세부구성요소



<그림 29> RSC의 구성도

RSC는 A/D Converter, Control Logic, PCI Interface, Window Application Program, Window Driver 등으로 크게 구성되어 있으며 각각의 기능은 아래와 같다.

가. A/D Converter Block

아날로그 데이터를 적당한 입력값으로 변화시킨 비디오 신호를 디지털로 변환시키는 동작을 한다.

나. Control Logic Block

모든 블록들을 제어하는 부분으로 변환된 디지털 데이터를 받아 입력 받은 트리거 신호와 동기를 맞춰 데이터를 조정하여 FIFO 메모리에 저장하고, 각 상태신호와 프로그램에서의 명령신호를 받아 제어신호를 만들어 각 블록을 제어하는 부분이다.

다. PCI Interface Block

PC와의 인터페이스를 수행한다.

라. 윈도우 장치 드라이버

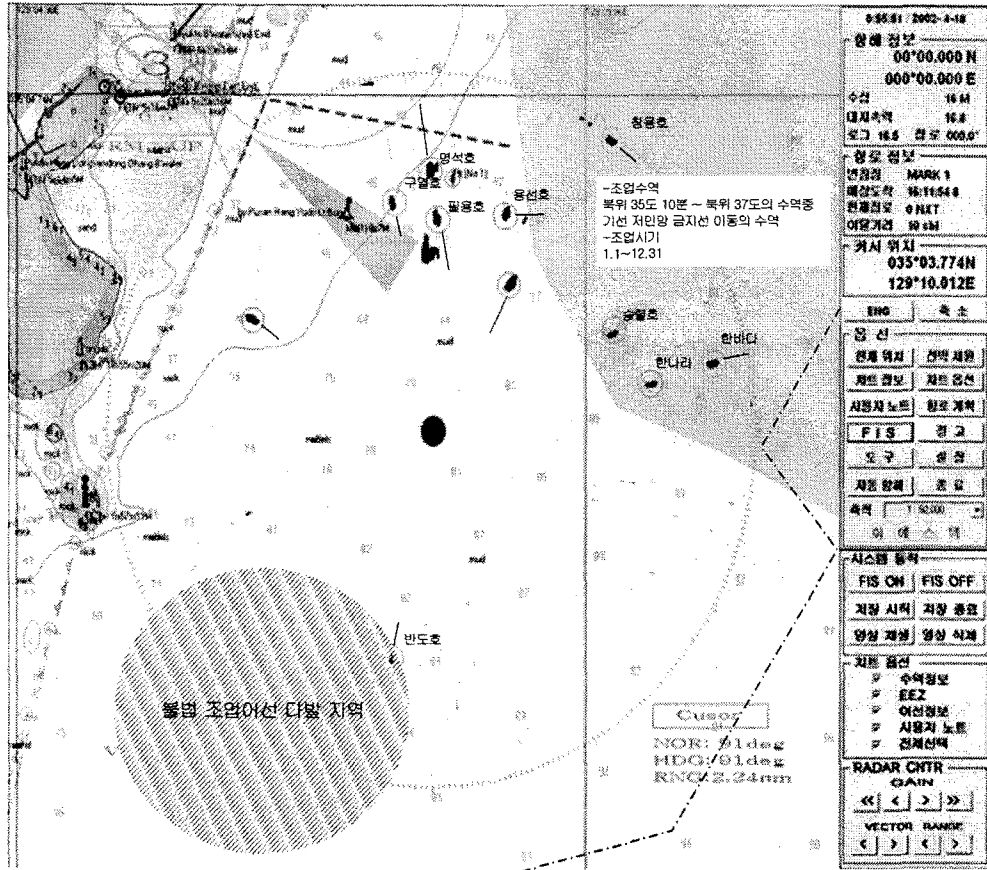
레이더 신호 검출기 보드를 윈도우 98 혹은 NT OS에서 인식하기 위해 개발하는 장치 드라이버이다. 장치 드라이버는 윈도우 응용 프로그램에서 레이더 신호 검출기 보드를 제어하기 위한 다양한 로레벨 함수를 포함하고 있다. 이러한 로레벨 함수들은 레이더 신호 검출기 보드에 장착된 PCI 전용 마스터 칩을 제어하여 보드에서 데이터를 처리하기 위한 명령을 보내거나 처리된 데이터를 받아 윈도우 응용 프로그램에 넘겨주는 역할을 한다.

마. 윈도우 응용 프로그램

레이더 신호 검출기 보드를 제어하기 위한 하이레벨 함수들과 GUI 화면으로 구성된다. 윈도우 응용 프로그램은 장치 드라이버를 호출하여 보드에서 처리하기 위한 데이터에 대한 정보를 보내거나 처리된 데이터를 받아 모니터 화면상에 보여주기 위한 함수들을 포함하고 있다. 화면 구성은 레이더 화면과 다양한 제어 버튼들로 구성된다.

(3) Application

1) 운영시스템의 내용



<그림 30> 운영시스템의 예시

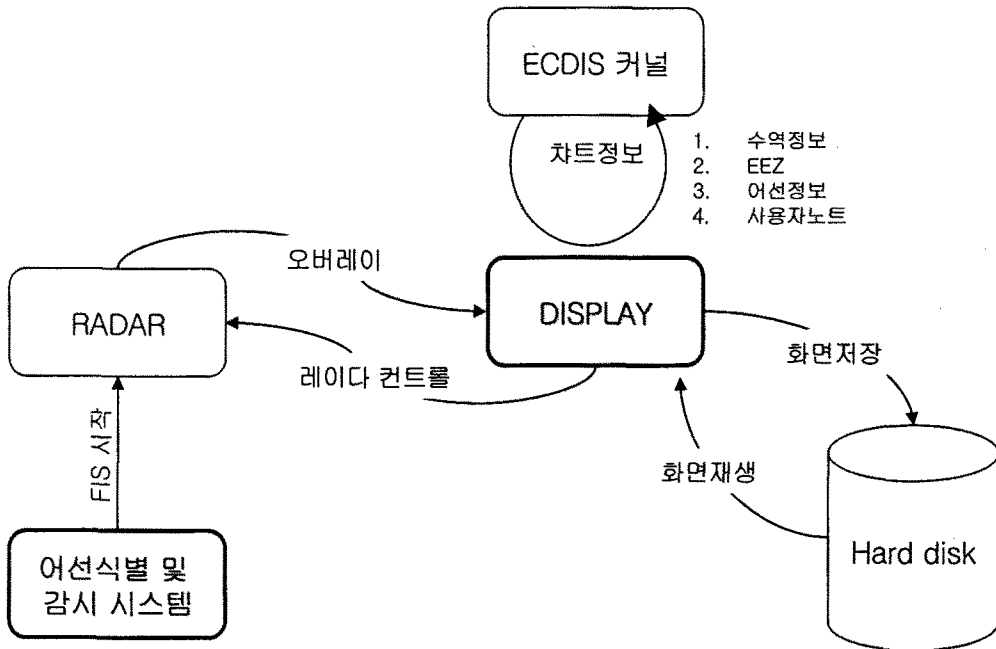
<그림 30>은 운영시스템의 예시를 보여주고 있다. 전자해도시스템상에 RSC를 통해 받은 레이더정보를 이용하여 타겟정보를 overlay하였으며, 어선정보송수신 단말기에서 보내진 어선정보를 이용하여 전자해도상의 좌표값에 레이더정보와 매칭시켜서 디스플레이한다.

또한 식별된 선박은 파란색으로 표현하였고, 어선정보를 함께 표시하도록 하였다. 빨간색으로 표시된 선박은 레이더화면에 나타난 선박으로서, 해당정보를 송신하지 않는 선박을 나타낸다. 해당정보를 송신하지 않는 빨간색으로 표시되는 선박은 주요어장 및 EEZ인근에 위치할 경우, 일차적인 감시대상선박으로 쉽게 식별될 수 있다. 우측해도상에는 EEZ가 표시되고, 좌측하단에는 운영자가 임의로 정의해 놓은 별도의 사용자노트의 한 예를 보여준다. 우측상단의 해도상에 나타나 있는 조업수역에 대한 정보 또한 운영자가 필요에 의해 기입해 둔 사용자노트이다. 육상지역의 레이더화면의 화면의 질을 보전하고 사용자의 원활한 시각확보를 위해 오버레이시키지 않았으며, 단지 선박으로 예상되는 타겟정보만을 오버레이 시켜두었다.

우측 메뉴바에는 크게 전자해도시스템에 관련된 기능과 해역관리 및 감시시스템에 필요한 기능을 배열하였다. 전자해도시스템에 관련된 기능으로는 자신의 위치, 수심, 속력 등의 선박의 항해정보 항목, 변침점, 예상도착시간, 현재침로 등의 계획된 항로관련정보항목, 그리고 조작자의 커서 위치, 각종 옵션을 선택할 수 있는 옵션들로 구성되어 있으며, 해역관리 및 감시시스템 관련항목으로는 시스템의 시작과 종료, 영상의 저장 및 종료, 재생 등의 항목과 차트의 뷰잉옵션, 레이더 컨트롤 등의 메뉴를 배열하였다.

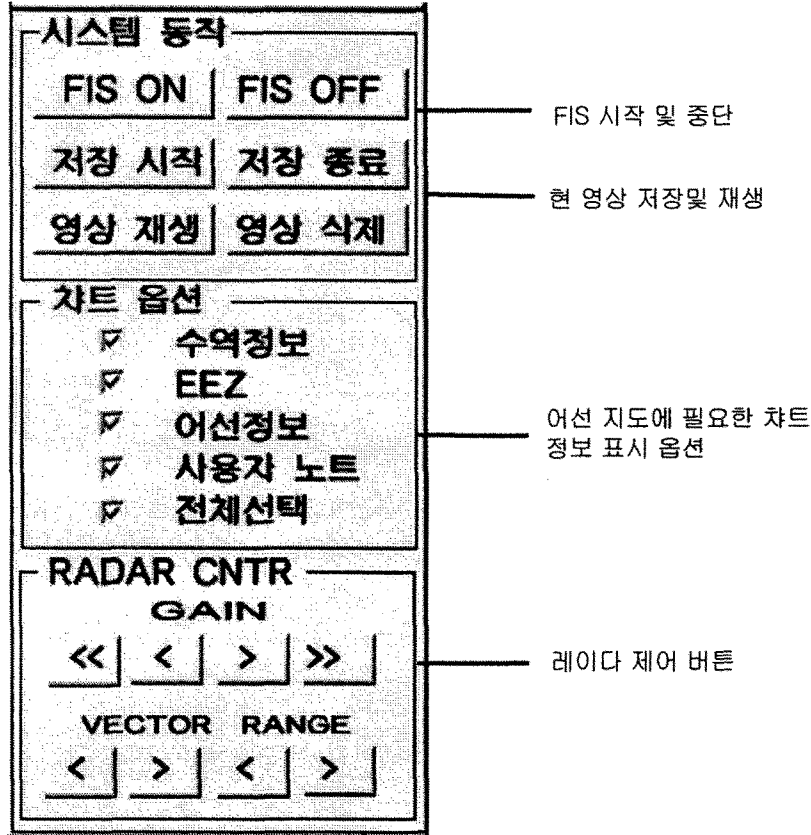
본 운영 시스템은 평소에 ECDIS의 기능을 수행하면서, 감시구역내에서 감시자주위 소형어선의 감시가 필요하다는 판단시 버튼 조작으로 FIS(어선 자동식별 및 감시 시스템)을 시작할 수 있도록 되어있다. FIS가 시작되어지면, 우선 RADAR상의 선박이라고 여겨지는 모든 물표들을 자동추적하게 되며 해당 물표들을 모두 붉은색 원으로 표시한다. 그리고 FIS 단말기에서 주위 소형어선들과의 통신 중 획득한 어선 정보를 가지고 각 물표의 자국 어선여부를 판단하게 된다. 일단 자국 어선임이 밝혀진 물표는 자동추적에 의해 레이더의 범위를 벗어나

때까지 자국 어선임을 증명하는 파란색 원으로 표시되게 되며 이 물표를 클릭하게 되면 해당 어선의 정보를 얻을 수 있게 된다. 이렇게 하여 결국 자국어선은 모두 파란색 원으로 표시되고 타국 혹은 불법 어선은 붉은색 원으로 표시되어져 1차 감시 대상으로 구별된다.



<그림 31> 운영시스템 운영흐름도

2) 해역감시 및 관리시스템의 기타 주요기능



<그림 32> 해역관리 및 감시시스템 메뉴

해역관리 및 감시시스템에 관련된 메뉴는 그림과 같다.

위의 그림에서 보는 바와 같이 감시시스템 메뉴는 크게 FIS시작 및 중단부분, 현재 영상을 일정 시간동안 저장 및 재생부분, 어선지도에 필요한 차트정보를 표시하는 옵션들, 레이더 제어부분으로 나뉜다.

가. FIS 시작 및 중단

본 시스템을 ON/OFF하는 버튼으로 구성되어 있으며, 어선 자동식별 및 감시에 관련된 시스템의 시작 및 종료를 제어한다.

나. 현재 영상 저장 및 재생

감시 대상 어선들의 이동경로 및 어업실태 정보가 표시된 화면을 저장하여 차후 문제 발생시 증거로 삼고 기록하기 위한 부분이다.

다. 차트정보 표시 옵션

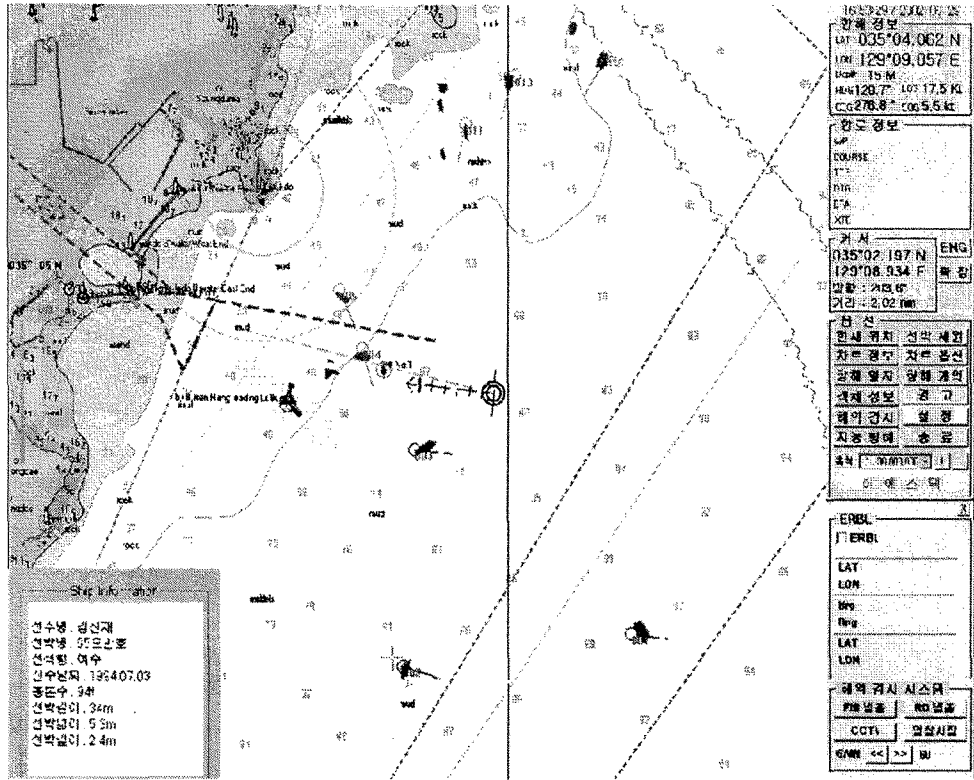
어선 지도에 필요한 여러 정보들을 표시할 수 있도록 하는 옵션들이 나열되어 있다.

라. 레이더 제어 버튼

감시선 주위 어선을 추적하고 감시하기 위해 레이더를 화면에 오버레이하여 표시하는데 이 레이더에 관한 제어를 담당하는 부분이다.

- ① GAIN : 레이더 화면 선명도로 GAIN이 올라갈수록 주위의 지형 및 선박을 더욱 확실히 표시하게 되지만, 잡음 또한 늘어나게 된다.
- ② VECTOR : 레이더 상에 움직이는 물체(선박)의 방향과 속도를 나타내는 기호의 표시 및 크기 조정
- ③ RANGE : 레이더할 수 있는 범위의 조정

3. 현장 테스트



<그림 33> 현장테스트 화면

<그림 33>은 2002년도 8월에 실시한 어선 식별 및 감시시스템의 테스트 화면이다. 이 테스트에서 총 3척의 선박에 어선 자동식별 정보 송수신 모듈을 탑재하고 실험을 실시하였는데 30초 내에 본 시스템을 설치한 모든 어선이 화면에 표시되어지는 만족할 만한 결과를 얻었다.

감시선에서 자신의 GPS로 얻은 위치데이터로 ECDIS 화면상에 자선을 표시하고 그 지점을 RADAR의 중심점으로 삼아 RADAR 화면을 ECDIS 화면상에 오버레이하고 있다. 물론 RADAR의 Range에 따라 전자 해도의 배율은 자동으로 조절된다.

또한 본 시스템을 설치한 3척의 선박을 파란색 원으로 표시하고 본 시스템을 설치하지 않은 나머지 선박은 빨간색 원으로 표시하여 식별선박과 미식별 선박이 쉽게 구분됨을 알 수 있다.

그리고 왼쪽 하단에 표시된 것과 같이 데이터베이스화 된 선박의 정보를 쉽게 열람할 수 있으며, 화면의 오른쪽에 ECDIS와 어선감시시스템에 필요한 여러 기능을 컨트롤 할 수 있는 버튼들이 나열되어 있다. 해도위에 레이더를 오버레이함으로 각각의 선박위치를 해도 위에서 정확히 가늠할 수 있도록 하여 선박을 감시 및 관리하는 입장에서 관리활동을 용이하게 할 수 있도록 설계되어져 있다.

제 4 장 개발 목표 달성도와 연구 결과의 활용

제 1 절 목표 달성도

1. 연구개발 목표의 달성도

본 과제는 불법조업 원격 감시 및 관리 효율화를 위한 저가의 소형 어선자동 식별 및 감시시스템의 개발을 목표로 하고 있으며, 크게 어선 자동식별 정보송수신 모듈개발과 자동식별 및 감시시스템의 개발로 대별된다. 과제의 구체적인 항목으로는 RADAR Interfacing, Application구현, 전자해도시스템의 제작, RF모듈 및 Control board 제작으로 구성된다.

RADAR Interfacing은 RSC보드를 자체 개발하여 RADAR ARPA정보를 수집 가능하게 되었고, ECDIS 또한 국제해사기구(IMO) 국제규정 IEC61174를 만족하는 시스템을 구축하였다. 또한 중요한 항목의 하나인 RF모듈은 저가형의 보급형 제품을 위해 최소의 데이터통신모듈을 구현하였고, 감시 및 관리시스템을 위한 Application을 코딩하였다.

2. 계획대비 진도표

본 연구개발은 제반 환경 및 성능요건분석, 자동식별 및 감시 시스템 개발, 시스템 평가의 3단계로 진행하였다. 제반 환경 및 성능요건분석단계에서 문헌 조사와 현장 조사를 통하여 실제 필드에서 필요한 성능을 갖춘 시스템을 개발하도록 자료를 수집하였으며, 자동식별 및 감시 시스템 개발단계에서는 어선 정보 송수신 모듈, RSC보드, ECDIS기능을 포함한 감시선 Application 등을 개발하였고, 시스템 평가단계에서는 현장 테스트를 통하여 실용가능성을 검증하였다.

총 1년의 개발기간 동안 비율로 보았을 때, '제반 환경 및 성능요건분석' 단계가 35%, '자동식별 및 감시 시스템개발' 단계가 55%, '시스템 평가' 단계가 10%의 개발 기간을 차지하였다.

제 2 절 관련 분야에의 기여도

1. 기술적 측면

저가형 무선자동식별장치를 순수 국산기술로 개발하였으며, 실시간 어장 감시 데이터 축적에 따른 합리적 어장보호 데이터베이스 구축의 기반을 마련하였다. 또한 어선을 대상으로 하는 AIS, ECDIS(전자해도표시정보장치) 통합연계기술의 초석을 마련하였다.

2. 경제·산업적 측면

국내에 최소 56억원(3,700척 × 1,500,000원)의 단위시스템 시장을 형성할 것으로 전망되며, 국내효과의 검증정도에 따라 해외수출도 기대된다. 또한 국내 어업자원을 보호하고 어선 입출항 자동관리에 따른 행정의 편의성 및 관리 운영비를 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 정책적 측면

본 시스템을 감시선에 설치함으로써 자국 소형어선의 분포 및 조업 상황의 조사가 용이해지고 타국 및 불법 어선의 출현 다발구역 및 다발시기 등을 파악하는 것이 간편해 질 것으로 판단된다.

따라서 불법 조업에 대한 보다 신속하고 체계적인 대응이 가능할 것으로 보이며 자국 어선을 보호 및 지도하는데 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 또한 운영시스템의 영상 저장기능을 활용하여 국가 및 어선과의 분쟁시 증거 자료로 제시할 수 있어 분쟁 조정에서 우위를 선점할 수 있을 것으로 보인다.

제 3 절 연구 결과의 기대효과와 활용계획

1. 기대 효과

현재 국내의 어업 관리력은 인접 국가의 어업 정책에 대처하고 국내 어업생산력을 보호하기 위해 한 단계 증진될 필요가 있다.

이를 위해 기존의 관리방식 보다 효과적인 전산화·자동화된 시스템이 도입되어야 한다. 더불어 1척의 감시선이 관리할 수 있는 감시범위를 넓히고 감시하는데 드는 비용을 최소화 할 수 있어야 한다.

본 연구는 전파를 이용하여 육안보다 넓은 지역을 좀더 정확하게 관리할 수 있도록 하였으며, 감시선의 정보처리시스템부에 어선 식별 및 정보 표시부를 ECDIS로 선정하여 식별된 어선의 상황을 좀 더 쉽고 일목요연하게 표시함은 물론 감시선의 운행에도 도움을 주도록 하였다. 또한 본 시스템을 기존의 어업 감시선에 쉽게 설치할 수 있고, 운영시 추가 비용이 발생하지 않아 적은 설치비용으로 보다 강력한 어업 관리 및 감시를 가능하게 한다.

이와 같은 이유로 본 시스템은 국내 어업 및 해역 관리력을 현격히 향상시킬 것으로 기대되며, 이러한 어업 관리력 향상은 어업 자원의 보호, 안전조업 지원, 해상경비력 위상제고, 해상경비 시스템화, 경제적 수익 등의 긍정적인 요소들을 발생시킴으로 선진 해양 국가 건설에 이바지 할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 활용 방안 및 계획

본 시스템의 주요 개발 내용은 앞에서 언급한 바와 같이 어선 자동식별 송수신 모듈의 개발과 ECDIS 및 RADAR 기반의 감시 소프트웨어 개발에 있다. 이

러한 기술들은 체계적으로 정리하고 제품화하여 관련 산업 발전에 이바지 할 것이다.

또한 본 시스템은 해역감시를 위해 어선의 입출항을 자동으로 탐지하고, 조업 중인 어선을 자동으로 식별 또는 감지하는 분야에 활용이 가능하며 이 시스템에 사용된 핵심 기술은 국내 특허 출원하고, 상품화 할 것이다.

특히 VHF 통신을 통한 어선감시시스템을 특허 출원할 예정이며, 더욱이 ECDIS Kernel은 이미 특허출원 중에 있다. 이는 자동항해를 위한 전자해도시스템을 만들기 위해 필요한 전자해도를 읽고 표시하는 방법의 고안에 목적이 있으며, 국제수로국에서 정한 표준형식을 특허의 방법으로 변환하여 처리함으로써 외부정보의 입력 및 운영자의 조작에 반응하여 신속한 화면전환과 정확한 해도 및 연동장비의 정보를 표현하는 기능을 갖는다. 이는 자동항해를 위한 전자해도시스템 뿐만 아니라 해상에서의 위치추적시스템의 표시장치, 자동선박식별시스템 등의 표시장치로서 확장 활용이 가능하다.

본 시스템을 확장 발전시켜 다음과 같은 추가적인 기술을 개발이 요구되어 진다.

- 가. AIS와 ECDIS간의 인터페이스 모듈을 개발하여, AIS display장치로 활용
- 나. VTS 및 AIS center와의 인터페이스를 위한 시스템 개발 및 각 center에의 보급활용을 통하여 항내의 원만한 통항을 관리하고 지원
- 다. 어선을 대상으로 하는 통합 자동식별 및 감시시스템과 기타 시스템과의 연계 방안 연구 개발
- 라. 개발 기술과 연계할 수 있는 다양한 응용 Application 개발

제5장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. POCC

싱가폴의 POCC(Port Operation Control Center)는 국내의 VTS 혹은 AIS센터와 같은 역할을 하는 곳이며, 싱가포르의 항만과 해협을 총 2개의 POCC에서 관찰하고 있다.

POCC의 내부 구조는 총 10개의 콘솔과 대형 LCD로 구성되어 있으며, 각 콘솔은 각 해역의 섹터별로 담당하고 있고 대형 LCD에는 ENC기반의 레이더 타겟 정보가 오버레이되어 디스플레이되고 있다. 각 콘솔에는 오퍼레이터 1명이 담당하고 있으며 구성은 다음과 같다.

가. Marine Communication System : VHF radio , telephone

나. Radar Screen

- ① ENC Overlay, 다양한 심별로 ENC에 표시됨
- ② Site의 레이더에서 ISDN라인을 통해 센터로 정보를 전송
- ③ Raytheon 레이더가 사용되고 있으며, Terma라는 제품이 신 기종으로 도입되고 있는 추세임

다. Computer Workstation

라. Port Traffic Management System : 선번, 호출부호 국적 등의 선박정보에 관한 데이터베이스를 제공

마. CCTY : 줌 인·아웃과 방향제어가 가능하며, 해역의 선박운항 상황을 원거리에서 위치한 센터에서 관찰 가능



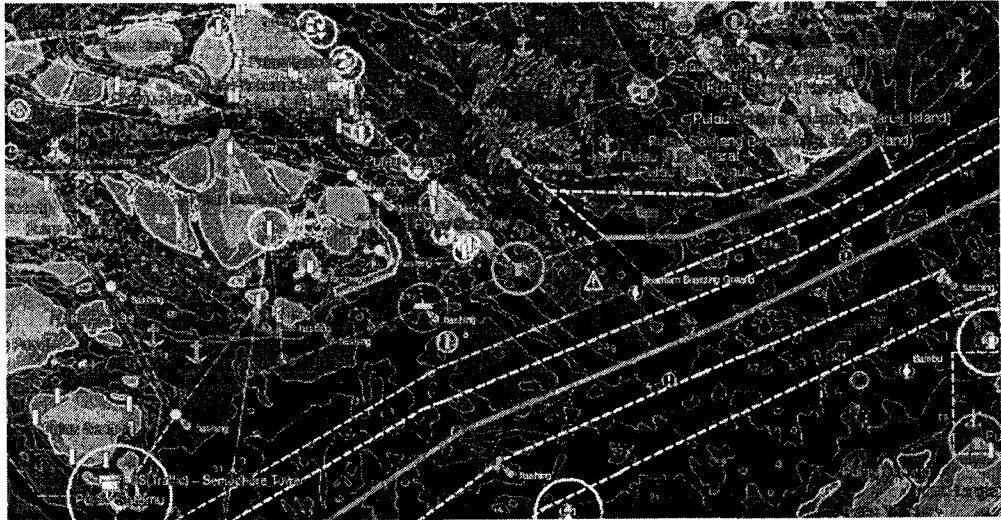
<그림 34> POCC의 내부전경

2. 싱가포르 ENC

MPA(Maritime and Port Authority of Singapore)의 수로과에서는 IHO S57 edition 3 표준에 입각한 Singapore Electronic Navigational Chart(ENC)를 제공

한다. 싱가포르 ENC는 안전항해를 위한 수로차트 정보를 포함한 디지털 데이터 베이스이며, Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)에 쓰인다.

싱가폴 ENC는 싱가포르 해역과 항로 그리고 종이 차트도 포함하고 있다.



<그림 35> 싱가포르 ENC 화면

참 고 문 헌

1. 전자해도의 구축과 활용방안 [기술정보] 김 민/멀티미디어연구소 GIS/GPS연구팀 전임연구원 정보통신연구 11권 4호 (1997.12)
2. 국제해사기구(IMO), 전자해도 표시시스템의 성능기준안(A.817(19))
3. 국제수로기구(IHO), 전자해도 변환기준안(S-57), 전자해도 표시기준안(S-52)
4. 국제전기표준회의(IEC), ECDIS 운영과 성능요건의 시험 방법(IEC 61174)
5. SOLAS V/Reg.20, ECIDS의 성능기준과 법적 지위
6. 항법 장치 인터페이스 국제 표준 만족 (IEC 61162-1)
7. 무선전송제어시스템, 동역메카트로닉스연구소 기술정보실, 박선호, 2001. 10
8. 데이터통신 및 원격처리시스템, 홍릉과학출판사, 배명진 외 공역, 1997. 6
9. AIS 관련 국제기준 규정집, 해양수산부, 2001.3
10. 선박자동식별장치 도입을 위한 기초연구평가용역, 해양수산부, 2001. 3
11. 선박자동화 개론, 효성문화사, 오진석, 1999. 9
12. 레이더 기술, 기전연구사, 길전효외 공저, 1993. 3
13. PCI System Architecture, ADDISON-WESLEY, Don Anderson외 공저, 1999
14. 디지털논리회로 설계, 복두출판사, 이승호 외 공저, 2002. 3
15. 영상통신의 신호처리, 대영사, 이문호, 2000. 1
16. Tracking and Kalman Filtering made easy, JOHN WILEY & SONS, ELI BROOKNER, 1998
17. KALMAN FILTERING Theory and Practice, PRENTICE HALL, MONINDER S. GREWAL, 1993