

T0025078

어선입출항 모니터링시스템 개발

Development of a Monitoring System for Navigation and Fisheries Information

2007. 3

제주대학교, (주)씨텍

해양수산부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “어선입출항 모니터링시스템 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 3 월 26 일

주관연구기관명 : 제주대학교

총괄연구책임자 : 임 종 환

연 구 원 : 김 성 근

연 구 원 : 강 승 균

연 구 원 : 장 도 영

협동연구기관명 : (주) 씨 텍

협동연구책임자 : 문 경 석

요 약 문

I. 제 목

『어선입출항 모니터링시스템 개발』

II. 연구개발의 목적 및 중요성

어선 입출항 모니터링 시스템의 개발에 의해 인터넷을 통한 각 어촌계 또는 입출항 신고 정보를 전산으로 통합 관리와 GPS송수신 시스템을 활용한 어선의 위치와 안전조업의 확보, 수산자원 보호 구역에서의 조업 통제 및 어획량 분석도 가능하며, 면세유 지급 기준이 되는 운항시간 산정이 가능해진다. 따라서 제주도 및 우리나라의 실정에 적합한 어선 입출항 모니터링 시스템 모델의 개발에 대한 연구와 시스템 개발이 시급히 요구되고 있다.

이에 따라 저가의 실시간 선박 위치 및 어획량정보 모니터링 시스템 개발하고 선박위치정보로부터 자동 입출항 정보를 획득하며 항정 거리를 산출하는 방법을 개발함으로써,

- 대형선박에만 의무적으로 장착하던 Universal AIS 시스템을 소형선박까지 확대가능
- 수작업으로 이루어지고 있어 상당한 불편과 시간낭비를 초래했던 어선 입출항신고를 자동화 하여 어민의 불편을 해소
- 안개 시 빈번하게 발생하던 연안항만에서 대형선박과 소형선박의 충돌사고 방지
- 입출항시간 및 항해 정보로부터 항정거리를 산정하여 면세유에 대한 적정한 관리 및 공급체계를 확립하여 유류 공급자와 어민과의 불신을 해소
- 각 해역별 어획량 및 변화추이에 대한 통계 자료의 확보와 이의 분석에 따른 수산자원의 효율적 관리가 가능하여 어업 활동을 신속하고 경제적으로 지원하고 관리할 수 있음
- 각 선박의 위치 모니터링을 통하여 EEZ를 침범을 사전예방

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

어선입출항 모니터링 시스템은 크게 선박과 관련된 각종 정보를 모니터링하는 입출항 정보화 구현을 통한 DB구축 시스템과 GPS와 AIS 트랜스폰더를 이용한 선박의 위치정보 및 선박과 선박간, 선박과 기지국간 정보를 송수신할 수 있는 첨단위치추적 시스템으로 나누어 개발하였다.

1. 입출항자료 정보화시스템 설계

- 입출항정보수신 Database (선박 코드, 위도/경도, 입출항 시간)
- 입출항 선박위치정보 프로그램
- 운항시간 산정 프로그램 (운항시간, 항해거리, 유류산정)
- 어획량정보수신 Database 설계(선박코드, 어종, 어획량(Kg ,Ton))
- 어장별 어획량 정보 프로그램

2. 첨단위치추적 시스템을 위한 선박관련 정보(위치 및 어획량 등) 송수신 시스템 응용 설계

- GPS 응용 선박위치정보 제공
- 선박자동인식정보
- 어획량 정보 송수신
- 선박자동입출항 정보 제공

3. 시제품제작 및 실험

- 위치 및 어획량 정보 송수신 시스템 pilot plant 제작완료
- 실 해역 실험을 통해 성능검증완료

Ⅳ. 연구개발결과

1. IT를 응용한 입출항 정보화

- 시스템 요구사항 분석을 통하여 첨단위치추적 시스템으로부터 전송 받을 정보 확립 및 전송된 정보를 Database 및 Web 시스템으로 정보처리 하는 과정까지의 업무 흐름

분석 후 시스템 구축

- 선박 측 Transponder에서 수신한 입출항 정보를 MS-Sql Database로 저장하고 Web에서 입출항 정보와 운항시간을 Display하는 시스템 구축
- 선박 측 Transponder에서 수신한 어획량 정보를 MS-Sql Database로 저장하고 Web에서 어종별 어획량 정보를 Display하는 시스템 구축

2. 첨단위치추적 시스템 응용

- AIS Transponder Class B를 이용하여 선박자동식별, 선박위치 및 어획량 정보를 송수신하는 시스템을 설계
- 키패드로 어획량 등을 입력하여 송신하는 데이터 입력시스템 설계
- 선박 위치정보의 시간적 변화를 추적하여 자동입출항을 판단하여 서버에 제공하는 방법 개발

3. 시작품제작 및 실험

- 설계된 종합데이터송수신 시스템의 시작품제작 완료
- 서귀포 항 및 도두항에서 실험 역 실험으로 성능테스트 수행

4. 시스템 시범운영 및 신뢰성 확보

- 서귀포 주변의 양식장 급이선에 시스템을 설치하여 시범운영
- 시범운영을 통하여 지속적으로 성능 및 신뢰성 테스트

V. 연구개발결과의 활용계획

1. AIS transponder를 응용한 위치 및 어획량 송수신시스템 설계기술

- 산업체 기술이전을 통하여 상품화로 활용 가능
- 해양수산부 및 지자체를 통해 현장보급 방안을 강구하여 어민들의 불편을 해소 및 자원관리에 활용 가능
- 선박 간 위치정보를 수/발신하여 충돌사고를 방지하는 항해안전에 활용

2. 인터넷을 이용한 자동어선 입출항정보 및 어획량 정보 database 구축기술

- 항해거리 및 시간에 따른 적정 면세유 공급량 산정 및 정책 자료로 활용 가능
- 각 해역별 어획량 및 변화추이 통계자료의 확보 및 정책 자료로 활용 가능

- 어획량 통계분석에 따른 수산자원의 효율적 관리 도구로 활용가능
- 어선 및 여객선 입출항을 실시간으로 보고 및 웹에서 모니터링
- 어장감시 : 위치정보를 활용하여 보호어장에 대해 침입여부 감시
- 유조선 침입금지구역 모니터링 : 환경보호를 위해 유조선이 침범해서는 아니 되는 지역에 대한 모니터링

S U M M A R Y

The objectives of the research is to develop a cheap and multi-functional monitoring system that can be applied to small ships. This system basically provides the navigation information of ships which is the fundamental information of the monitoring system. Using the location information, we developed an algorithm that the arrival of a ship in port or departure of a ship from port can be automatically acquired. The system also can provide fishing information such as a haul of fish or the kind of fish.

The system adopted AIS transponder as a wireless communication system that can cover more than 50 miles from the ship. It also possible ship to ship communication, so that the actual communication distance can be enlarged about 200 miles when there are the right ship in the right place. In addition, we developed an algorithm that can calculate the total sailing distance and time of a ship. Using the sailing distance and time information, the amount of duty free oil for each ship can be estimated.

All these information (navigation, arrival and departure, fishing, and sailing distance and time information) are stored into a database system. This database is provided through internet, so that any one who needs the information can easily approach them. The following effects are expected when it is applied to actual ships as a fisheries policy.

- It can solve the problem related to arrival and departing notice of a ship.
- It can be effectively applied for collision avoidance between two ships when a foggy day.
- It can be possible to solve the conflict between the supplier of duty-free oil and fishermen.
- The database relating to the fisheries can provide useful information on fishing grounds, and hence the income of fishermen will be increased.

CONTENTS

Chap.1 Objectives and Scopes of the Development	11
Section 1 Objectives of the R&D	11
Chap.2 Current Status of Art	14
Section 1 Current Status and Problems of Concerned Technology	14
1. Domestic Status	14
2. Foreign Status	15
3. Prospect	15
Chap.3 Contents and Results of the R&D	16
Section 1 Development of Monitoring and Database System based on IT	16
1. Contents of the R&D	16
A. Requirement of the System	16
B. Flowchart of Work	17
C. Supervision System of Ships based on Internet	18
D. Estimation of Duty-free Oil for a Ship	18
E. Development of Monitoring Technology for a Haul of Fish	18
F. Safety Fishing and Prevention of Disaster	19
2. Results of the R&D	19
A. Structure of the System	19
B. Database (MS-SQL)	20
C. Information Service via Web.	22
D. Monitoring of a Port	24
E. Results of Field Experiments	26
Section 2 Application of a High Technology Position Tracking System	29
1. Design of Receiving/Transmitting System for Position and Fisheries	29
2. Design of Position Tracking System based on GPS	30
A. Comparison Between Analogous Systems	30
B. Design of Position Tracking System based on GPS	31
(1) Automatic Identification System(AIS)	31
(A) Backgrounds	31
(B) Characteristics of AIS	32
(C) Organization of Transponder	36
(D) IEC 61162-1 Sentence	40
(2) Design of Position Tracking System based on GPS	43
3. Characteristics of GPS and Basic Experiments	50
A. GPS(Global Positioning System)	50
B. DGPS(Differential GPS)	50
C. (Dead Reckoning(DR)	52
4. Localization based on Extended Kalman Filter	53
A. System and Observation Models	53
B. Localization	55
C. Results of Localization	57

5. Design of Receiving/Transmitting System for Fisheries	62
6. Development of Automatic Detection System for Arrival/Departure of a Ship	64
7. Design of Automatic Identification System	64
8. VDM Message Parsing	64
A. Encoding/Decoding of AIS Messages	65
(1) Message Parsing	65
(2) Message Generation	67
3. Pilot Plants and Experiments	70
A. Receiving/Transmitting System for Information	70
B. Results	73
(1) Results of Field Test	73
(A) Communication Test	73
(B) Test for Receiving/Transmitting of Information	75
(C) Test for AIS	78
Chap. 4 Accomplishment of the Research Purpose and Contribution	80
1. Objectives vs. Results	80
2. Products of the Research	80
A. Patent	80
B. Others	80
3. Expected Effects	81
A. Quantitative Effects	81
B. Qualitative Effects	81
Chap.5 Application of the Research Results	82
1. Results of the Research	82
A. Know-how or Results	82
B. Patent	82
C. Pilot Plant or Others	82
2. Level of the Research and Field of Application	82
3. Plan of Application	83
Chap. 6 Suggestions of Policy for Fisheries	84
Chap. 7 References	85

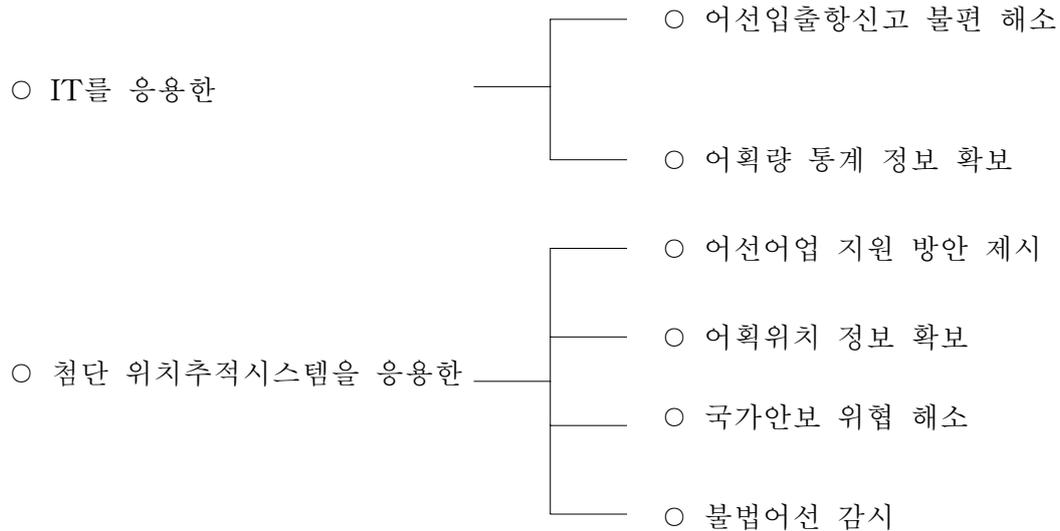
목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	11
제 1 절 연구개발의 필요성	11
제 2 장 국내외 기술개발 현황	14
제 1 절 국내·외 관련연구의 현황과 문제점	14
1. 국내의 경우	14
2. 외국의 경우	15
3. 앞으로 전망	15
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	16
제 1 절 IT를 응용한 입출항 정보화	16
1. 연구내용	16
가. 시스템 요구사항 분석	16
나. 업무흐름도	17
다. 인터넷기반 어선 입출항관리 시스템	18
라. 어선별 적정 면세유 공급량 산정	18
마. 어획량의 실시간 모니터링 기술 개발	18
바. 안전조업의 확보 및 조난방지 체계의 확립	19
2. 연구결과	19
가. 시스템구성도	19
나. Database (MS-SQL)	20
다. Web정보서비스	22
라. 포구 전경 모니터링	24
마. 실 해역 실험 결과	26
제 2 절 첨단위치추적 시스템 응용	29
1. 선박위치 및 어획량 송수신 시스템 응용 설계	29
2. GPS 응용 위치추적시스템 설계	30
가. 유사시스템과의 비교분석	30
나. GPS 응용 위치추적시스템 설계	31
(1) 선박자동인식시스템(Automatic Identification System; AIS)	31
(가) 개발배경	31
(나) 선박자동인식시스템의 기술적 특성 및 운영체계	32
(다) 선박자동인식시스템 트랜스폰더의 구성	36
(라) IEC 61162-1 Sentence	40
(2) GPS 응용 위치추적시스템 설계	43
3. GPS 및 DGPS의 특성 파악 및 위치평가 실험	50
가. GPS(Global Positioning System)	50
나. DGPS(Differential GPS)	50
다. 추측항법 (Dead Reckoning, DR)	52
4. 확장 칼만필터를 이용한 위치평가	53
가. 시스템 모델 및 측정 모델	53
나. 위치평가	55
다. 위치평가 결과	57

5. 어획량 정보 송수신 시스템 설계	61
6. 선박자동입출항 시스템 개발	63
7. 선박자동인식시스템 설계	63
8. 트랜스폰더의 VDM Message parsing	63
가. AIS 메시지 인코딩/디코딩 절차	64
(1). 메시지 파싱	64
(2) 메시지 생성	66
제 3 절 시작품제작 및 실험방법	69
가 실 해역 실험	72
(1) 통신 실험	72
(2) 정보 송수신 실험	74
(3) 선박자동인식 실험	77
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	79
1. 연구목표 및 대비 결과(요약)	79
2. 연구성과	79
가. 산업재산권	79
나. 기타	79
3. 기대효과	80
가. 정량적 효과	80
나. 정성적 효과	80
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	81
1. 연구수행결과 현황	81
가. 핵심 기술(노하우) 또는 연구결과	81
나. 산업재산권	81
다. 발생품 및 시작품 내역	81
2. 핵심기술(연구내용) 수준 및 활용유형	81
3. 각 연구결과별 구체적 활용계획	82
제 6 장 정책 제안	83
제 7 장 참고문헌	85

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성



우리나라의 항만 및 어항관리에 따른 출입항 신고는 제1종 및 제2종 어항에는 출입항을 신고하는 해양경찰파출소 및 출장소가 마련되어 있으나, 제3종 및 제4종 어항과 같은 소규모의 항.포구에서는 어촌계장이나 기타 이 업무를 관할하는 자의 자택에 입출항 신고철을 구비하여 수시로 신고하고 있는 실정이다. 따라서 첨단 IT 시대에 어민들이 직접 신고하는 번거로움과 신고에 소비되는 시간적인 낭비 등 불편함을 가중시키면서 애로사항을 낳고 있는 실정이다.

또한 허술하게 입출항 관리가 이루어짐으로 인해 때에 따라서는 기상의 악화에도 불구하고 출항 신고도 없이 운항하여 해난사고 시 책임소재에 대한 분쟁 및 많은 인력과 장비를 투입하여 수색해야 하는 경우가 빈번히 발생하고 있어 이에 대한 적절한 대책이 강구되어야 하는 실정에 있다.

그리고 1997년 9월부터 수산물의 강제 상장제에서 임의 상장제로 전환되면서 수협 위판장이 원거리에 있는 소형의 항포구 소속 어선들이 어획한 어획물에 대한 어획량 통계가 거의 잡히지 않을 뿐만 아니라, 이에 따른 수산자원의 관리에 허점을 드러내고 있는 실정에 있다. 또한 WTO 및 FTA의 발효에 따라 우리나라의 수산업은 많은 어려움에 직면해 있으며, 특히 최근의 중동사태 및 미국 내의 천재지변 등으로 국제 원유가가 천정부지 상승하고 있다. 이러한 가운데서도 정부는 어민들에게 원활한 조업과 가계 부담을 덜어주기 위하여 면세유류를 공급하고 있다. 그러나 공급받은 면세유를 개인의 사생활에 이용한다거나 부정한 방법으로 사용함

으로써 적정한 관리가 아직 이루어지고 있지 않아 혈세가 낭비되고, 유류공급 기관과 수급자간에 불신이 조장되는 등 많은 문제점을 야기 시키고 있다. 따라서 이러한 소형항만 선박 입출항 감시 및 등록 시스템을 통하여 각 선박의 운항시간을 산정하고 이를 바탕으로 각 선박의 면세유 적정 공급량 척도를 가늠할 수 있는 시스템 개발도 필요하다.

그리고 소형 항포구를 통하여 많은 수의 선박이 출입을 함으로써 국가안보에도 악영향을 미치는 결과도 초래할 수 있다. 즉 소형선박이 자유자제로 항포구를 통행함으로써, 이에 수반되는 외국과의 밀무역에 이용되거나 적대적인 세력이 자유로이 통제도 받지 않고 입항하여 피해를 입힐 수 있기 때문에 소형 항포구에 대한 입출항 감시 시스템의 개발은 국가안보와도 직결되는 중요한 과제이기도 하다.

본 과제인 어선 입출항 모니터링 시스템의 개발에 의해 인터넷을 통한 각 어촌계 또는 입출항 신고 정보를 전산으로 통합 관리할 수 있게 되어 제주도 및 우리나라 어선의 입출항을 전체적으로 관리함은 물론이고 GPS송수신 시스템을 활용한 어선의 위치와 안전조업의 확보, 수산자원 보호 구역에서의 조업 통제 및 어획량 분석도 가능해 질뿐만 아니라 면세유 지급 기준이 되는 운항시간 산정이 가능해진다. 따라서 제주도 및 우리나라의 실정에 적합한 어선 입출항 모니터링 시스템 모델의 개발에 대한 연구와 시스템 개발이 시급히 요구되고 있다.

■ 기술적 측면

- 제주도의 특성과 실정을 고려하여 수작업에 의존하던 어선 입출항 정보를 실시간으로 모니터링할 수 있는 고유 모델로 개발함으로써 효율적으로 지원이 가능한 시스템으로 지속적인 활용이 가능하다.
- 이러한 기술력을 바탕으로 우리나라 전국의 항포구로 확대 적용할 수 있다.
- 현재 정보 수집이 안되고 있는 어선 위치 정보를 획득하여 어장정보화에 필요한 기술을 확보하게 된다.
- 입출항 정보 관리, 어선 위치 정보관리 시스템을 패키지화하여 타 지역에 적용할 수 있는 시스템으로 발전

■ 경제·산업적 측면

- 어선과 어민에 대한 입출항시간을 산정하여 면세유에 대한 적정한 관리 및 공급체계를 확립할 수 있으며, 유류 공급자와 어민과의 불신을 해소함.
- 어선 입출항 정보의 수집과 관리 체계를 통신과 인터넷을 통한 정보화 체계로 전환하게 되어 각 해역별 어획량 및 변화추이에 대한 통계 자료의 확보와 이의 분석에 따른 수산자원의 효율적 관리가 가능하여 어업 활동을 신속하고 경제적으로 지원하고 관리할 수 있다.
- 어선과 어민에 대한 입출항시의 체계적인 관리 및 지원이 가능하게 되어 어업 활동의 생산성을 높일 수 있다.

■ 사회·문화적 측면

- 어민, 유류공급자, 해양경찰서, 도 등 각 기관에 면세유에 대한 사회적인 인식이 개선되고 신뢰감이 조성되어 조업분위기가 향상됨.
- 위치정보에서 나타난 자료를 근거로 어선의 조업구역 이외 해역에서의 조업실태가 파악되므로 마을어업자와 어선어업자간에 신뢰감과 동질감이 조성됨.
- 어장정보를 인터넷을 통하여 확인 가능하므로 이런 정보를 관광자원화하여 낚시어선이나 기타 관광객들이 대상으로 하는 어종의 어장으로의 유어가 가능하다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련연구의 현황과 문제점

우리나라의 IT 기술력은 세계 최고의 수준임에도 불구하고 수산해양분야에서의 정보화는 1차 산업에 차지하는 비중에 비해 연구의 활성화 및 개발에 대한 투자가 열악한 실정이다. 그리고 GPS 시스템에 대한 기술력과 위치의 정도도 최근 상당히 축적되고 향상되어 이를 바탕으로 연구개발이 이루어지고 있으나 IT를 응용한 실해역에서의 어선의 위치에 대한 육상에서의 모니터링이나 이들 어선의 위치에서 어획된 수산자원의 정보화에 대한 연구 및 정책 제시는 거의 없는 실정이다.

기존의 안전항해를 위한 선박항해장비는 고가의 장비가격으로 중·소형선박이 구입하기에는 무리가 있기에 대형선위주의 항해장비 개발이 주를 이루었다. 또한 최근에는 IMO의 SOLAS 협약으로 많은 의무장착 항해장비들이 추가되었으나 SOLAS 협약의 대상선박이 대형선박위주의 범위로 지정되어있어 중·소형선박의 안전항해를 위한 항해장비의 개발이 미약한 상황이다.

최근에 AIS가 안전항해장비로 각광을 받기시작하면서 IMO에서는 Universal AIS보다 낮은단계인 Class-B 형태의 AIS를 제안하고 있다. 국내에서 Class-B 형태의 AIS용 트랜스폰더를 시험개발 완료단계에 있는 상태이다. 또한 최근 국외에서 중·소형선박을 위한 수신전용의 AIS 수신기가 저가로 출시되기도 하였다. 국내에서는 지금까지 주로 항해장비를 수입하는 입장이었으나 최근 국내항해장비관련중소업체들이 AIS, 레이더 GMDSS 등 항해장비개발기술의 국내화를 추진하고 있는 상황이다.

1. 국내의 경우

2004년도 해양수산부의 해양수산정보화촉진 시행계획에 의하면 “수산종합정보시스템”과 “수산어업정보화 기반구축” 사업으로 구분되어 추진하고 있으나 본 연구개발과 같은 IT를 이용하고 종합적이면서 동시에 수산자원관리가 가능한 어선입출항 모니터링 시스템은 아직까지 이루어지고 있지 않은 실정에 있다. 본 연구개발을 통하여 수산해양의 큰 부류에 해당하는 연안역의 어장정보도 함께 수집됨과 동시에 국가안보적인 차원에서도 상당히 높이 평가되는 연구개발사업으로 사료된다. 반면에 외국의 경우와 같이 GPS 기술개발을 통한 정도향상이나 이를 다른 분야(예, 수중로봇의 위치 추정 등)에 응용하여 연구하는 실정임.

중·소형선박을 위한 안전항해와 관련한 장비 및 시스템개발의 국내사례로는 지향성 안테나를 이용하여 「항만 내 소형선박 위치추적시스템- 아키정보기술」을 개발한 사례가 있다. 또

한 레이더와 RF 모뎀을 이용하여 저가의 「어선자동 식별 및 감시 시스템- 이에스텍」을 개발한 사례가 있다.^[1-4]

2. 외국의 경우

세계 최대수준의 항구를 가진 싱가포르의 경우 GPRS(General Packet Radio Service) 통신을 이용하여 선박이나 항로표지 시설물의 위치서비스기술에 적용한 사례가 있다. 또한 일본의 경우도 핸드폰무선통신을 이용하여 선박의 접안이나 모니터링시스템에 이용한 사례도 있다.

그러나 GPS 시스템에 대한 연구·개발을 통한 성능향상에 주로 투자를 하고 있는 실정으로 IT와 연계하여 어선의 입출항을 관할하고 어장정보로 이용하는 단계까지는 아직 없는 것으로 파악됨.^[5-7]

3. 앞으로 전망

최근 국내에는 무선인터넷과 관련한 기술이 발달함에 따라 위치기반서비스(LBS, Location Based Service) 관련 기술개발이 활발하게 이루어지고 있는 상황이며 건설교통부의 지능형교통시스템(ITS, Intelligent Transport System) 추진계획에 따라 위치기반의 서비스개발이 육상 교통 분야에서 활발히 추진되고 있다. 이러한 위치기반의 서비스 기술은 육상 교통뿐만 아니라 해상교통에 있어서도 반드시 필요하며 선박의 안전항해와 효율적인 통항을 위해개발이 필요하다.

- 전국의 어선입출항 시스템에 대한 자동화가 가능하고 이를 토대로 연안역에서의 유류적재 선박에 대한 통제시스템으로도 활용가능
- 소모적인 면세유의 통제가 가능하고 국가예산도 절감되어 타 분야로의 자금지원도 가능할 것으로 판단됨.
- 소규모 항포구의 어선들에 의한 어획물의 종류 및 수량 파악이 가능하여 자원량 분석 및 자원보존도 가능함.
- 기술력을 바탕으로 해외로의 수출도 가능함
- 본 시스템을 통하여 해상유출 오일의 유동특성 및 Ghost Fishing의 주범이 되는 폐그물, 폐 통발 등 폐어구의 수거자료 축적이 가능.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 IT를 응용한 입출항 정보화

1. 연구내용

가. 시스템 요구사항 분석

IT를 응용한 입출항 정보화 구현을 위하여 현행업무를 조사하고 본 과제에서 요구되는 사항에 따라 기능정의를 하였다. 이에 따른 database 구축을 위한 시스템 요구사항을 분석한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1 Database 구축을 위한 시스템 요구사항 분석

항목	현행	요구 사항	기능 정의
입출항신고	제3종 및 제 4종과 같은 소규모의 항.포구에서는 어촌계장이나 기타 이 업무를 관할하는 자의 자택에 입출항 신고철을 구비하여 수시로 신고하고 있음.	Transponder를 통해 전달된 시간에 따른 선박의 위치가 항구 내로 설정된 범위 내에서 밖으로 벗어나면 출항, 그 반대로 항구 범위 외부에서 내부로 이동하면 입항한 것으로 판단하여 전산신고가 가능하도록 개선	Transponder로부터 입출항 정보를 받아 입출항 전산신고 및 입출항 조회
유류사용량	정부에서 어민들에게 원활한 조업과 가계 부담을 덜어주기 위해 면세유를 공급하고 있으나 실제 조업에 사용되고 있는지 파악이 아니 되고 있음	입출항 전산신고 자료를 활용하여 운항시간을 산정하고 유류사용량 정보 제공	운항시간 산정 조 회유류사용량은 운항시간에 적정 Factor를 주어 산정
어 획 정 보 관리	1997년 9월부터 수산물의 강제 상장제에서 임의 상장제로 전환되면서 수협 위판장이 원거리에 있는 소형 항.포구 소속 어선들의 어획량 통계가 거의 잡히지 않고 있음	GPS 송수신 모듈로부터 어획 위치, 어종별 어획량정보를 제공 받아 어획량통계 정보를 제공	어종별 어획량 조회

나. 업무흐름도

그림 1은 database 구축을 위한 업무 흐름도를 나타낸다. 정박하고 있던 선박이 항구로 설정된 일정 범위를 벗어나면 입출항 모니터링 시스템에서 출항으로 판단하여 출항정보를 서버로 전송한다. 출항한 어선이 조업을 하게 되면 조업위치, 어종 및 어획량을 입력하고 그 정보가 다시 입출항 모니터링 시스템을 거쳐 database로 입력된다. 조업을 마친 어선이 항구로 설정된 일정 범위내로 진입하면 입항정보를 서버로 보내고 출항부터 입항까지의 시간 (항해거리)에 비례하여 사용된 면세 유류량을 산정하게 된다.

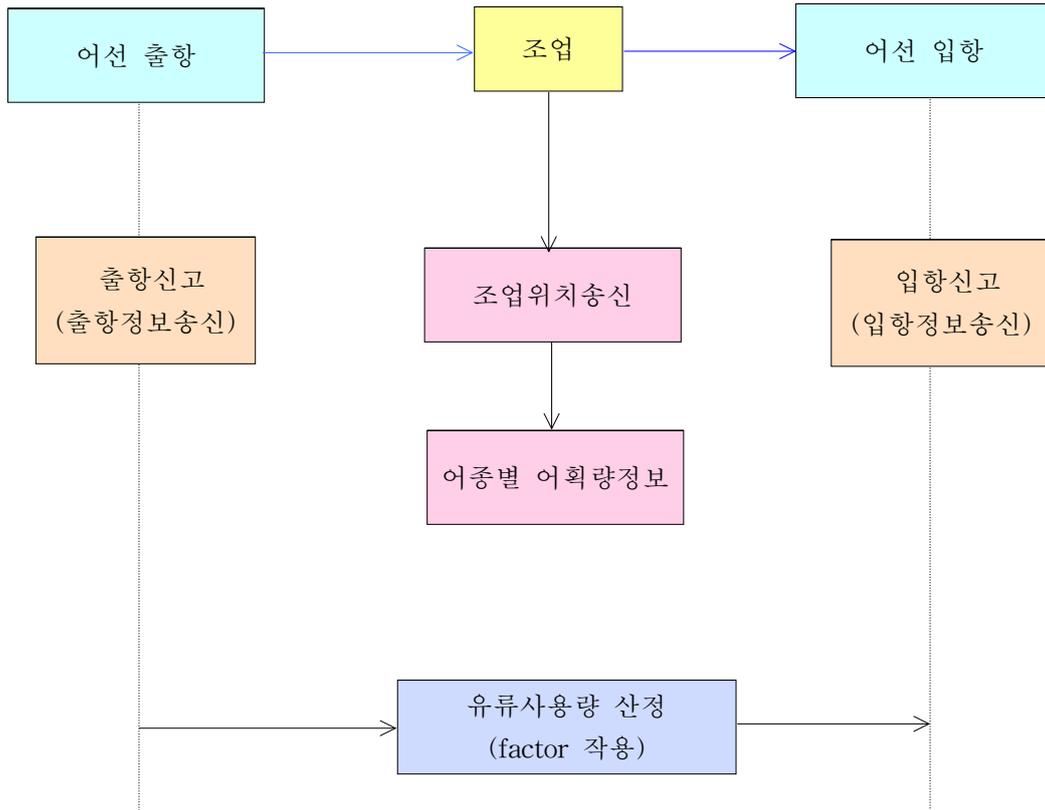


그림 1 업무흐름도

기존에는 출항 신고 및 입항 신고만 이루어지고 있는 과정을 본 연구에서는 입출항신고가 자동으로 되게 함으로써 어민의 출항 신고서를 작성하는 불편함을 축소할 수 있는 방안일 수 있다. 어선의 출항 정보가 송출되면 그 이후부터 즉시 시간 정보가 기록되게 되고 출항을 해서 조업 위치로 향하는 일련의 과정이 기록되어 진다. 또한, 조업 위치에 대한 정보는 자동으로 기록되게 되지만, 어종 및 어획량의 정보는 직접 입력하여야 하므로 어민의 자발적인 참여가 필요한 실정이다. 이어서 조업 위치에서 귀항하는 혹은 다른 항구로 이동하는 정보 또한 앞서와 마찬가지로 자동으로 기록될 것이다. 이 과정을 통하여 조업 위치의 실질적인 유류 사용량을 정량적으로 파악할 수 있을 것으로 사료된다.

다. 인터넷기반 어선 입출항관리 시스템

- 어선 입출항의 자동 인식을 위한 시스템 장치 개발로 Transponder를 통해 전달된 시간에 따른 선박의 위치가 항구로 설정된 범위 내에서 밖으로 벗어나면 출항, 그 반대로 항구 범위 외부에서 내부로 이동하면 입항한 것으로 판단하고 이 정보를 Transponder를 통해 육상 측 Database로 저장하고 인터넷을 통해 Web에서 정보 조회가 가능하도록 시스템을 구성하였다.

- 향후 정보의 전달은 해양수산부 AIS기지국을 통해 해양수산부 VTS센터의 메시지 연동장치에 의해 메시지를 전달받는 별도의 어선관리센터를 구축하여 DATABASE, ENC 차트서버, VMS에 의해 통합 관리되는 시스템으로 구축 할 수 있으며 본 과제에서는 Transponder에 의한 메시지 송수신으로 정보전달이 되는 시스템을 구축하였다.
- 어선 입출항에 대한 웹 정보를 공개할 경우 지자체는 물론 어선의 가족들도 어선의 안전 조업을 확인할 수 있음으로서 능동적인 행정 지원 정책으로 인하여 해양수산부의 대국민 홍보에도 일익을 담당할 수 있을 것이다. 이러한 경우는 어선에 IT를 접목하는 첫 번째 사례가 될 것이다.

라. 어선별 적정 면세유 공급량 산정

- 입출항시 선박식별코드에 의해 정보가 수신되면 서버 측의 시간 정보를 등록하고 출항에서 입항까지의 항정 시간을 산정하여 적정 면세유에 대한 공급량을 산정하는 기준으로 설정할 수 있다.
- 탈세를 비롯하여 많은 문제점을 안고 있는 일률적인 면세 유 지원 정책은 시스템이 도입될 경우 조업 및 운항시간에 따라 차등적이고 집중적인 지원을 가능케 함으로서 어선 어업의 경쟁력 증강에 많은 도움이 될 것으로 기대되는 시스템이라 할 수 있다.

마. 어획량의 실시간 모니터링 기술 개발

- 어획량은 수협중앙회에서 어획실적보고를 관리하고 있는 14종의 어종에 대해 선박 측에 설치되어 어획량을 키패드로 손쉽게 입력 할 수 있는 장치로부터 어획량을 입력 받아 Transponder를 통해 육상 측 Database서버에 저장하고 인터넷을 통해 Web에서 정보 조회가 가능하도록 시스템을 구성함.
- 축적된 어종별 어획량 정보 등 기초 자료를 토대로 통계분석 등 수산자원의 효율적 관리 도구로 활용이 가능하다.
- 어획량에 대한 정보는 어민의 자발적인 참여가 중요한 관건으로서 시행에 있어 많은 어려움이 예상되고 있다. 그러나 지난 한일어업협정에서 경험한 바와 같이 우리나라 어선의 조업 위치와 어획량에 대한 잘못된 정보는 국가 이익에 지대한 손해를 유발한다는 경험을 갖고 있다. 대 어민 홍보를 강화하여 제시하는 시스템이 정착될 경우 개별 어민은 물론 국가 이익에도 도움이 될 수 있는 시스템일 것이다.

바. 안전조업의 확보 및 조난방지 체계의 확립

- 입어가 불가능한 해역에 대한 경보 및 기상악화로 출어가 금지되었으나 어선이 출항하기

위해 시동을 거는 사항을 원격 모니터링 할 수 있다.

- 시동이 꺼진 상태에서 표류되는 선박의 정보를 얻을 수 있음으로서 정부가 능동적으로 어민의 안전을 지켜줄 수 있는 시스템이 될 수 있으며,
- 위험 해역으로 접근할 경우에도 사전 통보가 가능할 것으로 예상된다.
- 또한, 전술한 바와 같이 우리나라 어선이 EEZ을 월경하는 경우는 물론 외국 선박의 월경할 경우 상대적인 좌표 등을 통하여 상대 국가의 관련 부서에 불법임을 제시할 수 있는 확실한 자료가 될 것이다.

2. 연구결과

가. 시스템구성도

선박 측에 탑재된 선박위치 및 어획량 송수신 시스템으로부터 메시지를 전송받아 육상 측 입출항 정보화 시스템이 구현되는 시스템 구성도를 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 선박 A는 GPS가 장착된 AIS의 Transponder를 통하여 VHF 안테나를 이용선박식별 정보, 위치 정보, 어획량 정보 등을 송신할 것이며, 동시에 선박 B 또한 같은 방식으로 동일한 종류의 정보를 송신할 것이다. 송신된 정보는 지역별 AIS 기지국에서 실시간으로 누적될 것이며, 이와 유사한 정보는 현재에도 대형 선박을 대상으로 해양수산부 AIS센터로 선박 위치가 기록되어지고 있다.

본 연구에서는 AIS 기지국에서 송출되는 정보를 별도로 수신할 수 있는 Transponder와 서버 PC를 갖고 실험을 수행하였다. Transponder와 서버 PC는 그림 2의 중간에서처럼 RS232C 통신을 하고 있으며, 웹 서버PC에 위치 정보, 어종, 어획량의 정보를 실시간으로 누적할 수 있도록 프로그램 되어져 있다. 통상에서와 마찬가지로 웹 서버PC의 실시간 정보는 관련 기관 및 필요시 개인 PC를 통하여 공개할 수 있는 자료가 될 것이다.

IT를 응용한 입출항 정보화

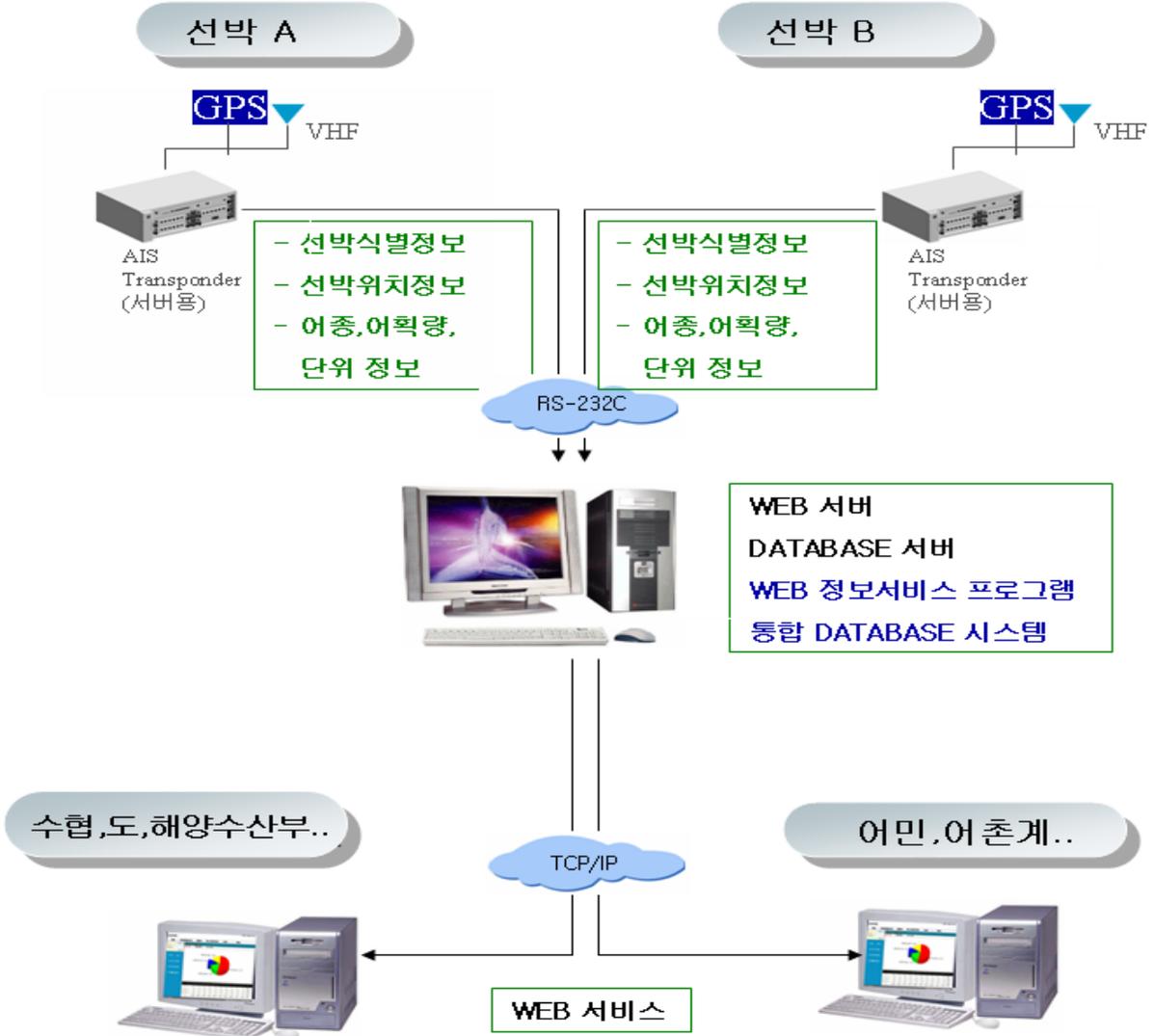


그림 2 입출항 및 어획량 정보화 시스템 구성도

나. Database (MS-SQL)

선박 측에서 전송된 위치정보 및 어획량 정보는 표 2 어선위치정보 Table과 표 3 어획량 정보 Table에서 해당 Column명에 저장되며, 표 4 선박정보 Table은 선박식별코드에 해당되는 선박의 정보 Data를 해당 Column에 입력하게 된다. 표 2에서 User ID는 개별 선박의 일반 정보가 될 것이며, Longitude와 Latitude는 경도와 위도의 정보가 될 것이다. 동시에 시간 정보가 연동되어 기록되어진다.

표 3에서는 어종과 어획량의 실시간 정보를 수신하는 것을 표로서 보여주고 있다. 표 4의 선박명, 선주명, 치수, 톤수, 진수 일자 등의 선박 일반 정보는 선박식별코드에 우선 등록하여 서버에 Database 형태로 저장될 수 있는 정보들이며, 앞서의 위치, 어획량 정보 등과 연동할 수 있는 프로그램을 구축하였다.

표 2 어선위치정보 Table

정보 설명	Column명	Column유형	비고
선박식별코드	User ID	Varchar	
경도	Longitude	Float	
위도	Latitude	Float	
받은정보	Stamp	Int	정보수신 여부 확인
서버시간	regTime	Datetime	

표 3 어획량정보 Table

정보 설명	Column명	Column유형	비고
선박식별코드	User ID	Varchar	
어종코드	f_code	Varchar	
어획량코드	kg_code1	Varchar	
단위코드	kg_code2	Varchar	
서버시간	regTime	Datetime	

표 4 선박정보 Table

정보 설명	Column명	Column유형	비고
선박식별코드	User ID	Varchar	
선박명	fb_name	Varchar	
선주명	fb_user	Varchar	
치수	fb_lbd	Varchar	
톤수	fb_ton	Varchar	
진수일자	fb_date	Varchar	

다. Web정보서비스

본 연구과제에서는 두 척의 어선을 대상으로 하여 우리나라 주변 해역에서의 조업 현황을 모니터링 할 수 있도록 구성하였다. 그림 3은 우리나라 남해안의 어선 현황을 웹을 통하여 볼 수 있도록 구성되었으며, 실제의 경우에는 모니터링 화면을 재설계할 필요가 있을 것이다. 캡처된 그림 3에서 노란색 느낌표가 조업하고 있는 어선의 위치를 나타내고 있는데, 이때 노란색 느낌표 혹은 우측의 선택 Table에서 파악하고자하는 선박의 ID를 click하면 그림 4와 같이 화면 우측에 선택된 선박의 상세 정보를 얻을 수 있도록 구성하였다.

제주연안에서의 선택된 선박의 위치를 좀더 상세히 모니터링 하기 위해서는 그림 4 화면의 우측 상단에 있는 제주 상세보기를 click하면 그림 5와 같이 새로운 창이 하나 더 화면에 표시되어 제주도 주변해역에서 선택된 어선의 조업 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 또한, 필요에 의해서 모니터링 시스템을 버전업 시킬 경우 남해안뿐만 아니라 우리나라 전 해역에 대해 조업하는 어선들의 모니터링이 가능하고, 상세보기 역시 제주상세보기 뿐만 아니라 각 지역별로 모니터가 가능하며, 어촌계의 마을 어장 주변에서 발생하는 저인망 어선의 감시에도 활용할 수 있을 것으로 예상되어 진다.

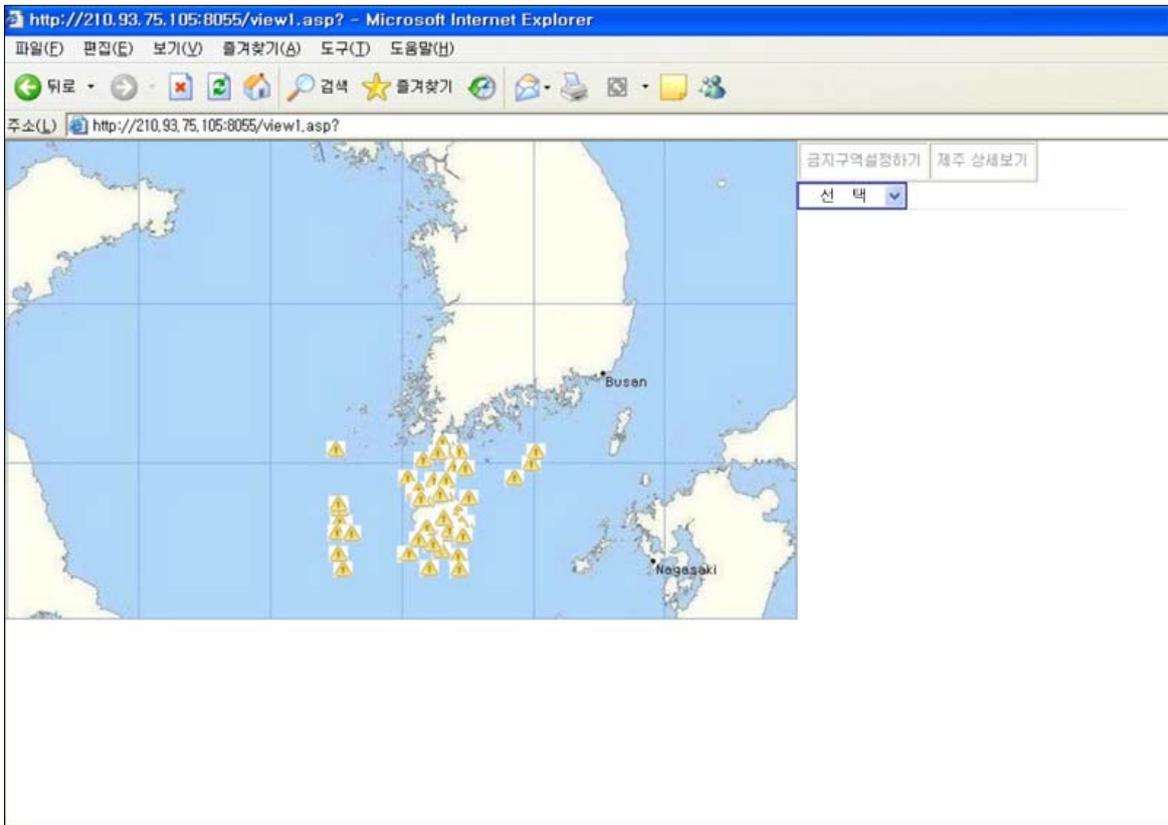


그림 3 우리나라 남해안의 어선 조합 현황 모니터링에 대한 캡처 화면

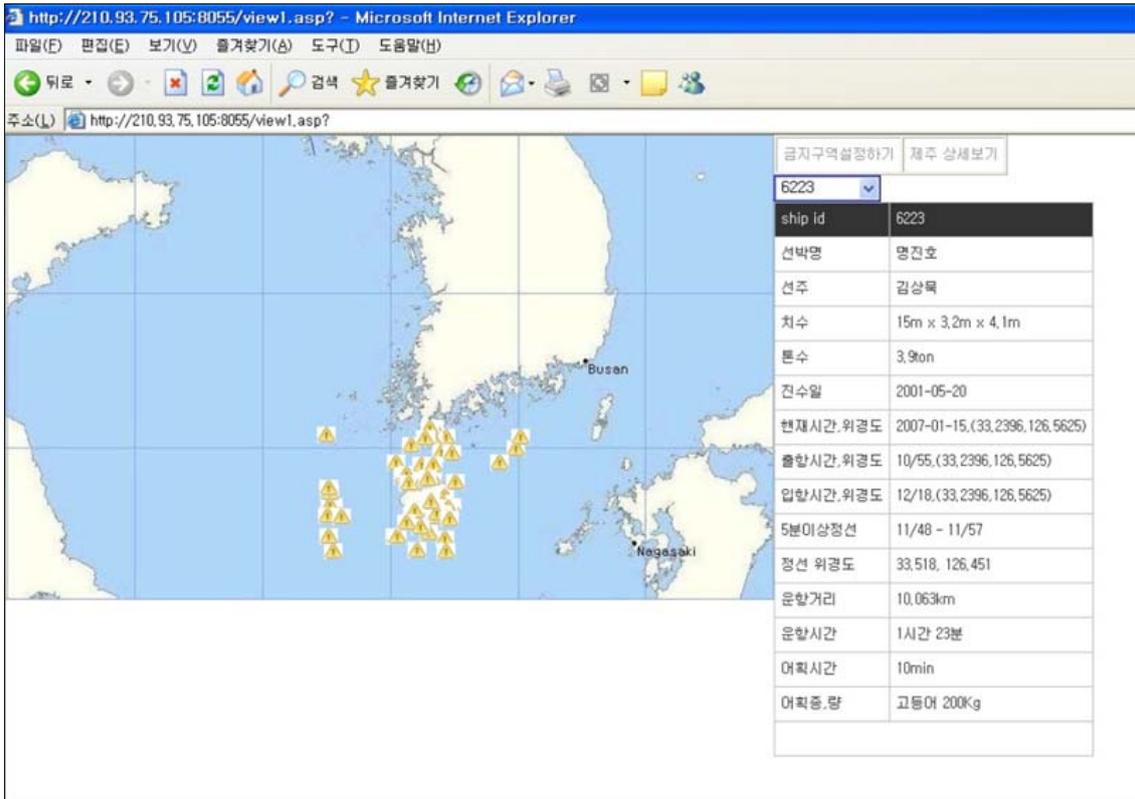


그림 4 선택된 어선의 일반 현황을 모니터링하고 있는 캡처 화면

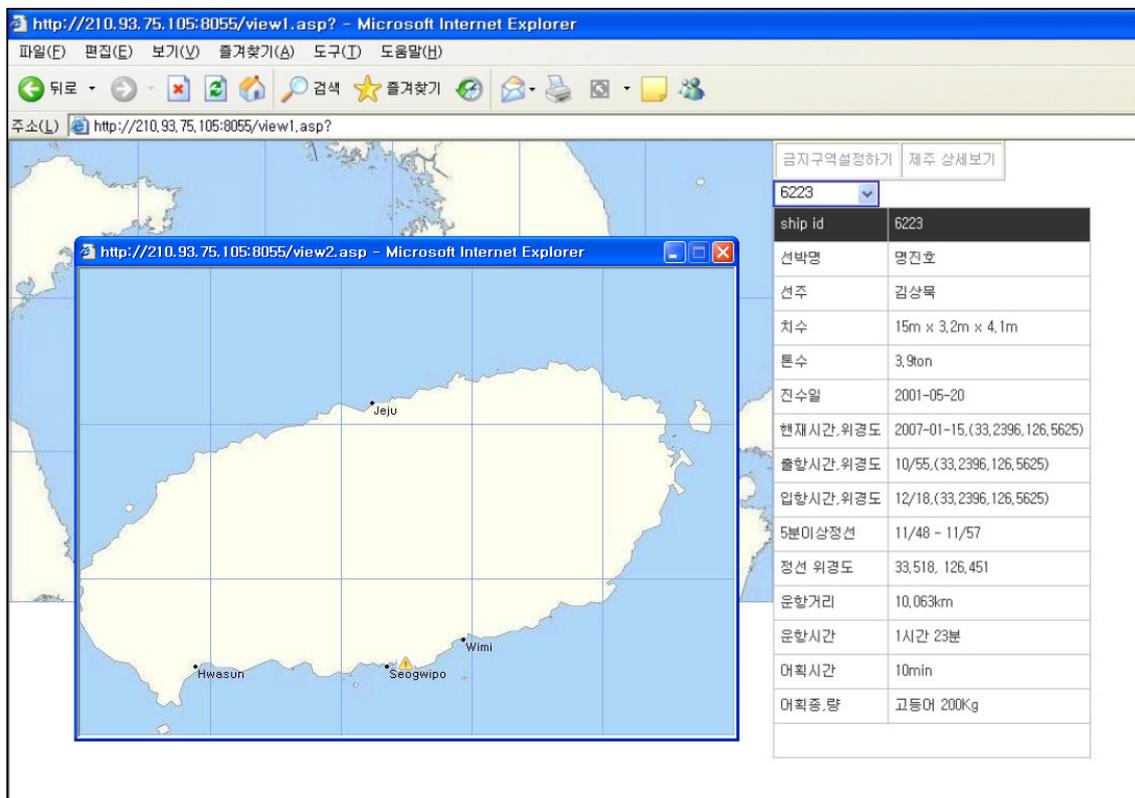


그림 5 선택된 선박의 제주연안에서 조업하고 있는 상황에 대한 캡처 화면

라. 포구 전경 모니터링

제주시 지역 도두포구에 CCTV를 설치하여 해당포구의 어선 상황을 원격 모니터링한 동영상을 화면 캡처한 사진을 그림 6에서 볼 수 있으며, 시스템을 현장에 알맞게 재구성할 경우에는 포구 내의 개별 감시로도 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 동영상을 캡처한 그림 7은 어선이 출항하는 모습이며, 현재 시중에 상용되고 있는 CCTV를 응용할 경우에는 포구 내의 개별 선박의 실제 상황을 함께 감시할 수 있을 것으로 기대된다. 그림 8은 입항 중인 어선의 동영상 모니터링 화면을 캡처한 것으로서 안전 조업의 결과 등을 영상으로 확인할 수 있음을 알 수 있다.



그림 6 포구에 정박 중인 어선의 원격 모니터링 동영상 캡처 화면



그림 7 포구에서 출항중인 어선의 원격 모니터링 동영상 캡처 화면



그림 8 포구로 입항 중인 어선의 원격 모니터링 동영상 캡처 화면

마. 실 해역 실험 결과

실 해역 실험은 제주도 서귀포 앞바다에서 양식시설용 선박에 시스템을 설치하여 2006년 12월 18일부터 2007년 1월 25일까지 자동입출항 정보 발생의 성능 테스트를 수행하였으며 2007년 1월 9일과 1월 10일의 결과를 그림 9에서 그림 11에 나타내었다. 그림 9는 선박이 이틀간 이동한 경로를 나타내고 있으며, 그림 10은 1월 9일자 이동경로만을 나타낸 것이며, 그림 11은 1월 10일자 선박의 이동 경로를 나타낸 것이다.

이 실험에서 2007년 1월 9일자 서버에 저장된 운항시간에 따른 위치정보를 가지고 운항시간 및 운항거리를 계산한 결과를 표 5에 나타내었다. 이 정보를 근거로 선박에서 소비된 유류량을 계산할 수 있을 것이다.

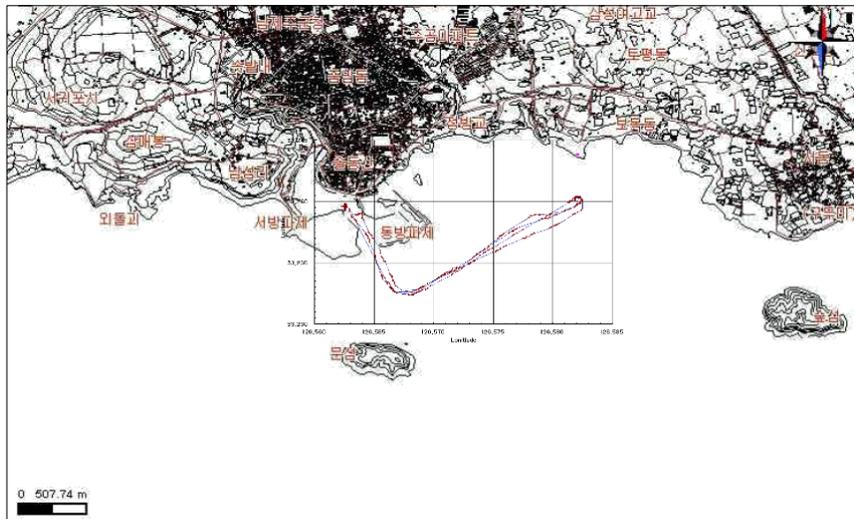


그림 9 선박의 이동 경로 전체 화면

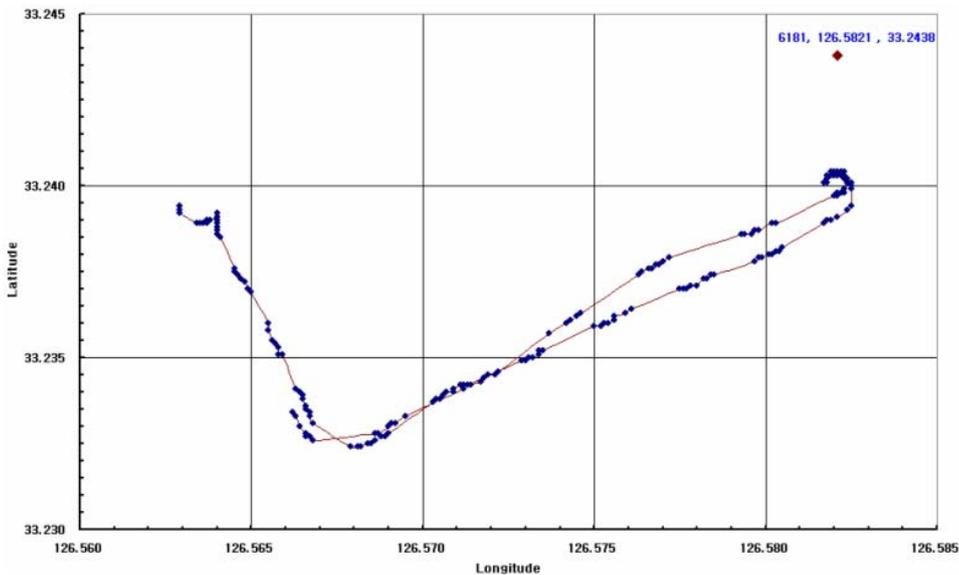


그림 10 1월 9일자 이동경로

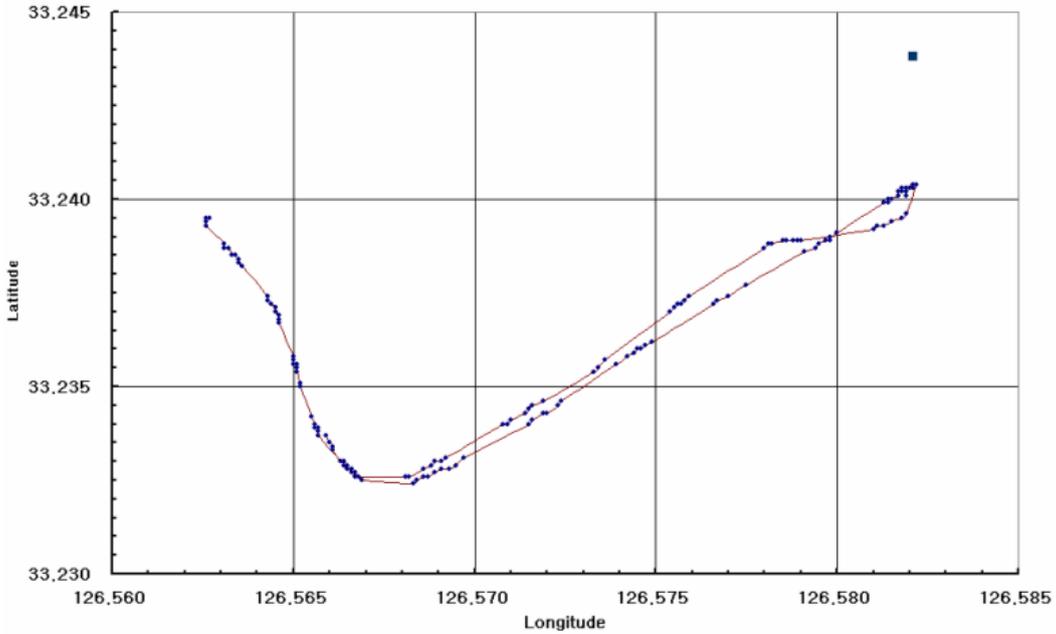


그림 11 1월 10일자 이동경로

표 5. 선박의 운항시간 및 거리(1월 9일 결과)

항목	운항거리	운항시간	비고
출항	경도 126.5628° 위도 33.2390°	12시 49분	①운항거리 : 5.514Km ②운항시간 : 2시간 41분 ③어획시간 : 2시간 16분
입항	경도 126.5662° 위도 33.2330°	15시 30분	
정선	경도 126.5824° ~126.5823° 위도 33.2402° ~33.2400°	12시 56분 ~ 15시 12분	

한편, 어선단말기(MKD, AIS Plotter 등)에서 영문, 한글 정보를 송수신할 수 있는 기능을 추가할 경우, 50마일 전후의 통신 범위에서 어선과의 문자 형태의 정보 송수신이 가능한 상황이며, 기능의 추가에 따라서는 알람 등의 신호도 가능한 상황이다. 이를 활용한다면 아래와 같은 기능을 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

- 전용 인공위성이 도입될 경우에는 EEZ을 월경하는 어선의 정보를 얻을 수 있을 것이며, 현재 AIS Class B Type의 경우에는 출력에 따라 동해의 경우 어느 정도 가능성이 있으나, 서남해인 경우에는 불가능한 것으로 판단된다.
- 정보 전송 주기가 초단위로 이루어질 경우에는 선박 자체의 충돌 가능성에 대한 계산이 가

능할 뿐 아니라 육상에서 위치 정보를 수신한 후 즉시, 충돌 정보가 가능하다.

- 대형 선박인 경우에는 위험지역의 정보를 단말기에 수록하여 자체적인 판단으로 경보가 가능할 것으로 판단하고, 일반 어선인 경우에는 경제적인 단말기이면서 극소화해야 하므로 육상기지국에서 위험지역으로 진입하는 선박에 대하여 경보를 송신으로 통보하는 것이 적합할 것으로 판단된다.
- 조업지역에 대한 위치정보에 대해서는 민감한 사항이므로 어민과 전문가의 의견 수렴을 통하여 활용에 대한 내용이 결정되어야 할 것이다.

이상의 실 해역 실험 및 현장 조사와 의견 청취를 통하여 아래의 사항을 얻을 수 있었다.

- 어선 위치정보, 안전 정보, 어선 제원 정보 등을 관리하면서 인프라 성격이 강한 GICOMS에 수산정보종합시스템(수협과 해양수산부)을 연계하여 수산조업 정보를 어민과 어선에 제공할 수 있는 체계가 필요할 것으로 생각된다. 다만, 민감한 조업위치 정보의 활용에 대해서는 현명한 정책적 판단이 필요할 것으로 생각된다.
- 해양경찰청에서 담당하는 선박입출항정보의 자동화를 위하여 GICOMS를 활용할 경우에는 어민에게는 능동적인 정책지원이 될 것으로 생각한다.

제 2 절 첨단위치추적 시스템 응용

1. 선박위치 및 어획량 송수신 시스템 응용 설계

우리나라는 국토의 면적에 비하여 비교적 긴 해안선을 가지고 있고, 해안선을 따라 형성되는 연안항로가 매우 길고 선박의 통항량이 많다. 따라서 SOLAS협약의 내용에 비규정되어 AIS 장착의무가 없는 중·소형 선박들의 해상 교통량 역시 많은 비율을 차지하고 있다. 향후에는 거의 모든 선박에 AIS가 장착될 것으로 예상하여 중·소형선의 자동인식 방안은 Universal AIS와 연계되는 것이 필요하다. 즉, 중·소형선만의 자동인식은 기존 AIS 장착 선박과의 정보교환이 이루어지지 않기 때문에 사고를 방지하는 데에 효용성이 없다. 그러므로 중·소형선의 자동인식 방안과 대형선에 사용되는 AIS와의 정보 교환이 가능해야만 비로소 중·소형선의 자동인식 방안이 그 효용성을 가질 수 있다. 이 정보교환으로 중·소형선은 자신의 주변에 항해하는 AIS 장착 선박의 움직임을 미리 알 수 있고 이를 통해 중·소형선뿐만 아니라 대형선과의 충돌사고를 예방할 수 있다[8].

또한 중소형선의 정보를 AIS 장착선박에서도 미리 파악할 필요가 있을 것이다. 즉, 통항량이 많은 곳에서 AIS를 장착하지 않은 중소형선의 통항 상황을 견지 및 레이더 관측에만 의존하지 않고 자동으로 인식할 수 있다면 대형선 항해자의 긴장도 감소와 선박사고 예방에 큰 도움이 될 것이다. 이런 기능을 위해서는 기존의 AIS기지국의 데이터를 중소형선의 선박에서도 활용될 수 있음은 물론 형식에 엄매이고 복잡한 국제기준에 탈피하고 자유로운 메시지를 전송할 수 있는 저가형의 Class B급의 트랜스폰더가 국내에서 시험개발완료단계에 있다.

본 과제에서는 국내에서 시험 개발된 Class B급의 트랜스폰더가 실용화될 경우를 가정하여 중소형선박에서 활용할 수 있는 위치추적 시스템을 개발하였다. 이를 위한 세부개발내용은 다음과 같다.

- 1) GPS 응용 위치추적시스템 설계
- 2) 어획량 정보 송수신 시스템 설계
- 3) 선박자동입출항 시스템 개발
- 4) 선박자동인식시스템 설계
- 5) 트랜스폰더의 메시지 VDM Parsing

이러한 세부과제를 진행하기에 앞서서 현재 사용되고 있는 Class A 형 AIS에 대하여 자료를 조사하고 본 과제에서 개발하고자하는 시스템이 기존의 Class A와 연계가 될 수 있도록 하는 것이 연군해 항만에서 발생하는 해상사고를 예방할 수 있고 시스템을 개발하고자 하는 방향을 결정할 수 있을 것이다.

2. GPS 응용 위치추적시스템 설계

가. 유사시스템과의 비교분석

어선입출항과 관련된 시스템은 해양수산부 GICOMS와 해양경찰청에서 Free Pass를 개발하여 운영 및 시범운영을 하고 있다. GICOMS는 AIS(Class A)와 국제위성을 활용한 선박모니터링 체계를 구성하고 있으며 선박정보는 해양수산부 상선, 어선 선박 데이터베이스 정보를 연계 및 통합하고 국제표준의 통신체계사용으로, 통신정보(MMSI, IMO, CallSign 등)와 위치정보의 정보호환성이 높다. 그러나 해양경찰청에서 RFID를 활용하여 개발하고 시범운영중인 Free Pass 시스템은 통신 거리가 짧고 대형 선박 및 여객선과의 정보교류가 어렵고 위치정보에 따른 입출항관련 정보만을 활용하고 있다.

또한 Class A급의 AIS는 300톤급이상의 선박에 의무적으로 장착이 되어 있으며, Class A형의 Transponder는 국제규격의 메시지 전송 및 각 종 규약에 정해져 있는 범위 안에서 시스템이 동작이 되도록 개발이 되었다. 가격대 또한 Transponder만의 가격도 300~500만원을 상회하고 있다. 또한 이 Transponder는 선박의 안전항해에 주안점을 두어 개발이 되어 있어서 다음과 같은 동적 및 정적정보를 제공하고 있다.

정적 정보의 갱신 주기는 매 6분 간격 또는 요구에 따라 이루어지며, 정적 정보는 IMO식 별번호(MMSI), 호출부호(Call Sign), 선박의 명칭, 선박의 길이 및 폭, 선박의 종류, 적재화물, 안테나 위치 등이 여기에 포함된다.

동적 정보는 GPS로부터의 위치정보를 자동으로 입력하여 투묘(정박 중) 중에는 매 3분마다, 항해 중에는 속력에 따라 매 2초~12초 간격으로 이루어지며, 동적 정보에는 표준시각, 위치(경·위도), 위치 정확도, 대지침로, 대지속력, 선수 방위, 회두율, 항해 상황 및 추가정보 등이 포함된다. 항행 관련 정보는 매 6분마다 또는 요구에 따라 이루어지며, 흘수, 목적지 및 도착예정시각(ETA), 항해계획, 통신문 등이 포함된다. 이외에 항해안전 관련정보로서 선박높이, 마지막 출항한 항구 등이 있으며, 트랜스폰더에 ECDIS (전자해도 디스플레이장치) 장치를 부착하여야만 선박의 입출항 정보를 제공할 수 있다^[9-11].

따라서 기존의 AIS를 이용하여 선박의 위치정보를 얻을 수는 있지만 본 과제에서 제시하는 선박의 입출항 정보, 어획량 정보를 선박과 기지국간, 선박과 선박 간에 메시지를 전송하기에는 부적합하다. 그러므로 국내의 업체에서 시험 개발 완료단계에 있는 Class B형의 AIS를 사용하여 국내의 중·소형 선박에 적용할 수 있는 위치추적이 가능한 어선입출항 시스템을 개발하였다.

기본적으로 Class B는 국제기준을 따를 필요가 없으며 즉, 국제항해를 하지 않는 선박(특히 어선)들을 위해 고가의 AIS시스템 보다는 저렴한 시스템을 구축하여 쉽게 사용할 수 있는 방식을 채용하였다. 저가형의 트랜스폰더를 구축하기 위하여 수신기가 3개인 것을 2개 이상(DSC채널 수신기 옵션), 전체 24개 메시지 중 Class B용으로 사용될 수 있는 기본메시지

와 나머지 메시지는 옵션으로 지정하여 간결화, 위치정보 메시지 송신간격 늦추어 채널용량을 확보하고 어장 및 어촌계 단위에서 어선이 정보를 송수신할 것이므로 출력을 20~12.5W에서 1.5W로 낮추어 장비를 개발함으로써 저가형의 트랜스폰더를 어민들도 쉽게 사용할 수 있는 시스템을 개발 하였다. 표 6에는 유사시스템과 본 과제에서 적용하고자 하는 Class B 급의 AIS에 대하여 비교하였다.

표 6 유사시스템과의 비교

구분 항목	Free Pass	GIMCOMS	AIS(Class B)
주파수대역	908.5~914Mhz 5.5Mhz steps	161.975 MHz과 162.025 MHz	156.025 to 162.025Hz in 25KHz steps
통신거리	500m	위성:Global Class : 50 mile	20 ~ 30 mile
통신망	해경 함정 및 통제센터 활용	AIS와 국제위성을 활용 한 선박모니터링 체계 구성, 해양수산부 기지 국 활용	-해양수산부 기지국 활 용 가능 -2S 기능을 사용한 자 체 기지국 활용 가능
호환성	자체	국제규격 대형선박과 충돌 예측가능	기존 Class A 및 GIMCOMS와 호환가능
정보이용	선박코드 위치정보	선박정보는 해양수산부 상선, 어선 선박DB정보 연계 및 통합, 국제표 준의 통신체계사용으 로, 통신정보(MMSI, IMO, CallSign등)와 위 치정보	선박코드, 위치정보, 어획정보, 선박간충돌 정보, 위험지역정보, 불법어획관련 사용자정 보 등
사용시간	48시간(충전식)	무제한	무제한
통신비용	무료	위성:고가 Class:무료	무료

나. GPS 응용 위치추적시스템 설계

Class B를 활용한 위치추적 시스템을 설계 및 제작하기 위하여 기존의 선박자동인식시스
템에 대한 자료를 수집하여 정리를 하였으며, Transponder를 활용한 선박의 위치정보 및 각종
사용자 정보 송수신, 어획량정보 수집 등을 할 수 있는 시스템에 대하여 설명하였다.

(1) 선박자동인식시스템(Automatic Identification System; AIS)

(가) 개발배경

국제해사기구인 IMO(International Maritime Organization)는 NAV소위원회와 MSC위원회 등의 논의와 결의를 통해 AIS의 성능기준과 기술사양을 규정하였으며 해상인명안전협약(SOLAS, Safety of Life at Sea)의 개정을 통해 SOLAS 적용대상 선박의 AIS탑재 의무화를 2002년 7월 1일부터 실시하고 단계적으로 시행하도록 하였다. 이에 따라 AIS를 탑재해야 하는 대상선박은 "국제항해에 종사하는 순톤수300톤 이상의 모든 선박, 비 국제선이면서 500톤 이상의 화물선과 여객선으로 규정된다. 이와 같은 AIS 탑재 의무화 실시에 따라 선박의 자동식별에 의한 충돌방지 기능과 자국에 출입하는 거의 모든 선박의 항적 적하물 운항목적 등을 파악할 수 있다. 그런데 현실적으로 많은 해상사고들이 SOLAS 협약의 적용을 받지 않는 소형선에서 일어나고 있는 점을 간과할 수 없는 사실이다. 실제로 우리나라의 해상사고 통계를 봐도 선박사고의 상당수가 500톤 미만의 소형선에서 일어남을 알 수 있다. 또한 이런 소형선들의 운항영역이 주로 해상교통량이 많은 항만과 양식장과 같은 연안어업이 많이 성행하는 연안지역으로 국한되므로 사고가 발생할 시에는 엄청난 피해가 예상된다.

그러나 IMO의 입장은, 물론 연안역 통합관리는 각 연안국의 주권에 속하는 문제이지만, 각 연안국이 서로 다른 장비의 탑재를 요구한다면 선박에게 부담과 혼선을 초래하게 됨으로, 장비의 규격은 국제해사기구(IMO)에서 통일하겠다는 입장을 취하게 되었다. 이러한 목적으로 국제해사기구(IMO)에서는 AIS라는 이름 아래 INMARSAT 트랜스폰더의 사용, VHF/DSC 트랜스폰더의 탑재, 4S Broadcasting 트랜스폰더의 사용 등을 검토하여 오다, 4S Broadcasting 트랜스폰더를 Universal Shipborne AIS로 채택하였고, WRC-97 회의에서는 IMO의 요구를 받아들여 Channel 87(161.975 MHz)과 Channel 88(162.025 MHz)을 AIS전용 주파수로 할당하였다.

따라서 AIS를 이용한 광역 해상교통관리의 개념은 항해선박에 대한 운항정보를 실시간으로 획득하여 제공하는 기능을 부가하였다. 따라서 정보이용자도 해상교통관리 뿐만 아니라, 예인선, 여객선, 도선선, 기타 해양작업선 등의 위치파악 및 항행제어 등에 이용하고, 또한 부표 등 항로표지에 부착된 센서로부터의 해상상태, 조류 등에 관한 정보를 수집, AIS를 통해 항해사에게 제공할 수 있게 되었다.

(나) 선박자동인식시스템의 기술적 특성 및 운영체계

① 선박자동인식시스템의 기술적 특성

선박과 육상간의 선박통항관리(Vessel Traffic Service, VTS)의 목적을 위하여 2S (Ship to Shore)방식을 이용한 선박자동인식시스템에 대한 기술이 먼저 개발된 이후, 국제해사기구에서는 육상과 선박뿐만 아니라 선박과 선박 상호간 정보교환의 중요성을 감안하여 기술 검토 후 시스템의 용량이 크고, 교통 혼잡 시 교란 가능성이 적은 4S (Ship to Shore, Ship to Ship) AIS(방송) 방식을 Universal AIS로 채택하였다.

4S AIS방식은 선박의 항행정보, 육상 기지국의 교통정보 등과 같은 데이터를 전용주파수를 통하여 짧은 주기(2~12초 또는 수분)로 자동적인 데이터통신에 의해 4S간에 실시간으로 전송

하여 이를 컴퓨터 화면(전자해도)에 구현하는 시스템이다. 1분간 통신 가능한 선박 척수는 약 2,000척으로 2S 방식에 비하여 약 100배 가량 시스템 용량을 향상시킬 수 있다^[12,13].

표 7 선박자동인식시스템 방식의 특성 비교

시스템 특성	2S(DSC/VHF)방식	4S 방식
1. 개발목적	선박↔육상간 VTS 목적	항공용, 물체 식별용
2. 작동방식	쌍방간의 호출↔응답방식	Broadcasting방식 (모든 수신인에게 송신)
3. 교통량 혼잡시 데이터 교란 가능성	높음	낮음
4. 요구되는 Radio Channel	VHF Ch.70(DSC)	VHF Ch. 87, 88
5. Radio Channel의 최대 사용량	30% 미만	최소한 90%
6. Redundancy 확보 등의 시스템 신뢰도	아주 높음	높음
7. 시스템 용량, 매 분당 보고 선박 척수	낮음, 약 20척	높음, 약 2,000척

② 선박자동인식시스템의 운영체제

육상에 설치된 기지국(중앙 및 지방)과 개별 선박에 탑재된 항행시스템으로 구성되어 있으며, 중앙과 지방 기지국간의 통신은 데이터 통신을 통하여 각 지방의 해역 관리 내용을 송신하여 컴퓨터(전자해도)상에 실시간 정보를 제공한다. 그러나 서비스구역이 넓은 경우에는 해역별로 지방 기지국 단위로 관리를 행하고, 중앙기지국은 생략 또는 모니터 기능만 부여하는 것도 가능하다. 육상기지국은 주위여건에 따라 무인중계 기지국으로 활용할 수 있다. 지방기지국에서는 각 선박으로부터의 무선 데이터 통신으로 보고되는 선박정보를 수신하여 저장하고, 필요시 개별 선박 심볼을 선택하여 해당 선박에 대한 정보를 열람하는 것도 가능하다.

선박에서는 GPS 위성 위치 센서를 이용한 자선위치 및 기타 항행 관련 정보를, 무선데이터 송신 방식으로 주위선박 및 육상기지국에 보고하고, 타 선박 및 육상기지국으로부터의 정보를 수신하여 컴퓨터(전자해도)상에 실시간으로 제공할 수 있다^[14-16].

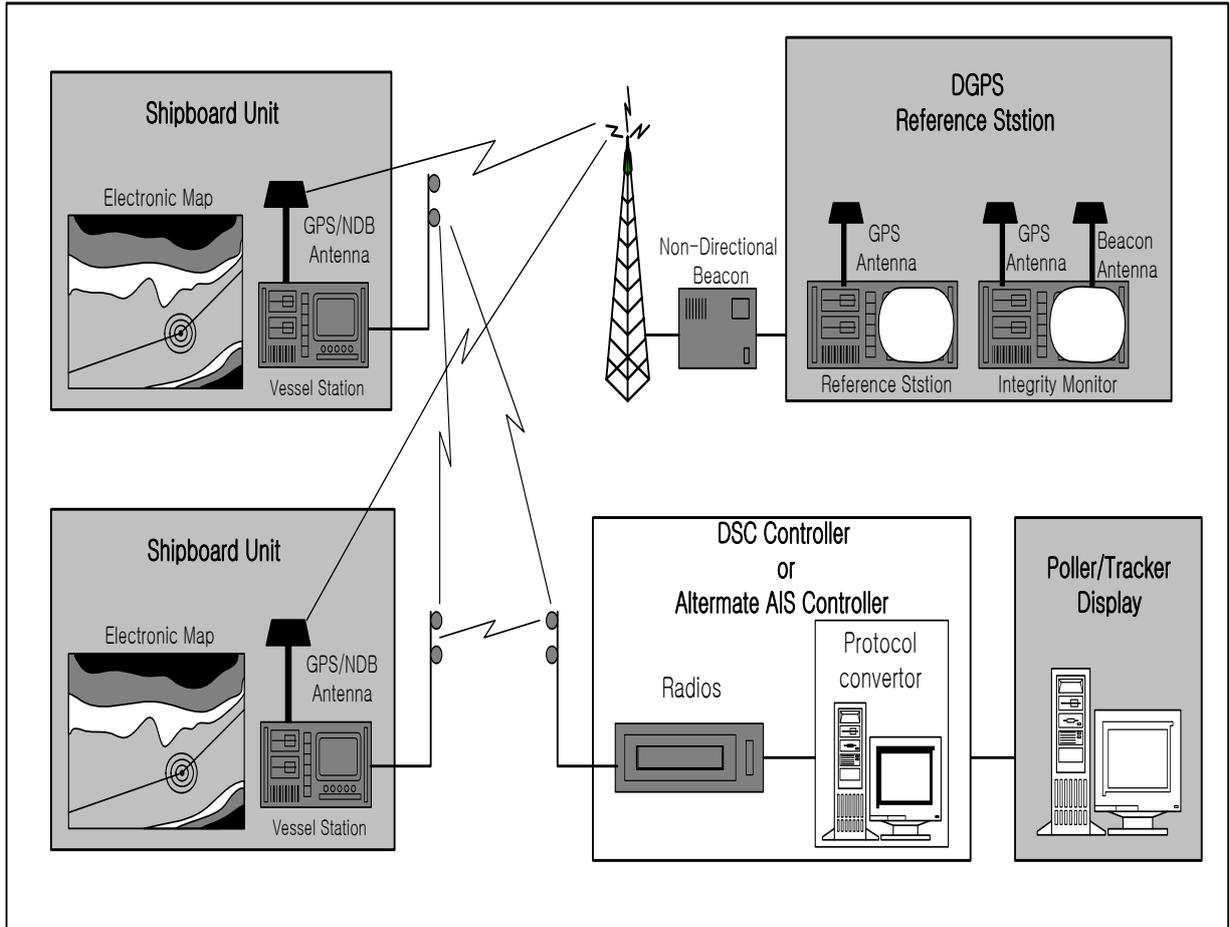


그림 12 AIS 운영체계도

③ 선박자동인식시스템의 정보 교환 내용

AIS는 각각의 다른 정보 갱신율로 여러 종류의 정보들을 전송할 수 있다.

정적 정보의 갱신 주기는 매 6분 간격 또는 요구에 따라 이루어지며, 정적 정보는 IMO식별번호(MMSI), 호출부호(Call Sign), 선박의 명칭, 선박의 길이 및 폭, 선박의 종류, 적재화물, 안테나 위치 등이 여기에 포함된다.

동적 정보는 GPS로부터의 위치정보를 자동으로 입력하여 투묘 중에는 매 3분마다, 항해 중에는 속력에 따라 매 2초~12초 간격으로 이루어지며 (표 8 참조), 동적 정보에는 표준시각, 위치(경·위도), 위치 정확도, 대지침로, 대지속력, 선수 방위, 회두율, 항해 상황 및 추가정보 등이 포함된다. 항행 관련 정보는 매 6분마다 또는 요구에 따라 이루어지며, 흘수, 목적지 및 도착예정시각(ETA), 항해계획, 통신문 등이 포함된다. 이외에 항해안전 관련정보로서 선박높이, 마지막 출항한 항구 등이 있으며, 이는 선택 보고사항이다.

표 8 메시지 갱신율 (Reporting Rate)

Speed over ground	Update interval	Increased rate
Ship at anchor	180 sec	
Ship 0-14 knots	12 sec	
Ship 0-14 knots and changing course		4 sec
Ship 14-23 knots	6 sec	
Ship 14-23 knots and changing course		2 sec
Ship > 23 knots	3 sec	
Ship > 23 knots and changing course		2 sec

주) 이 기준은 IMO의 “UAIS 성능기준”에 의한 자료임

④ ITU-R M.1371의 개요

이 규정은 SOTDMA를 사용하는 AIS의 기술적 특성을 권고하는 문서로서 IMO의 요구에 의해 제정되었으며, IMO, ICAO, IALA, IEC, CIRM에 배포되었으며, 이동 및 고정 AIS국에 모두 적용된다^[17].

- a) IMO가 universal shipborne AIS에 대해 한 요구사항을 갖고 있다.
- b) 이 시스템의 사용은 선박간, 선박과 해안기지국간의 항해 데이터를 효과적으로 교환하도록 하여 항해의 안전도를 높이는 시스템이다.
- c) SOTDMA를 사용하는 시스템은 모든 사용자를 수용할 것이고 이 스펙트럼의 효과적인 사용을 위한 미래의 요구사항을 만족할 것으로 보인다.
- d) 이런 시스템은 선박과 선박간, 선박보고, VTS에 사용하는 등의 다른 해상 안전과 관련된 통항 감시의 목적에 우선적으로 사용해야 한다.
- e) 이러한 시스템은 autonomous, automatic, continuous 모드에서 동작해야하고 우선적으로 방송(broadcast)으로 사용된다. 그러나 assigned, interrogation 모드에서도 TDMA 기술을 이용하여 사용할 수 있어야 한다.
- f) 이 시스템은 사용자 수와 응용분야의 다양성에 대한 미래의 확장을 수용할 수 있는 확장성을 IMO의 AIS에 대한 적용 선박 및 항해와 수색 구조에 도움되는 것을 포함하여 갖고 있다.
- g) IALA는 AIS 제조사와 다른 관계기관을 위한 국제적응용에 대한 기록 및 유지를 한다.

(다) 선박자동인식시스템 트랜스폰더의 구성

선박자동인식시스템(Automatic Identification System; AIS)의 트랜스폰더는 세 개의 주요 구성 모듈로 구분된다. 먼저 선박의 위치, 침로, 속도 등의 정보를 제공해 주는 센서부가 있는데 가장 많이 사용되는 것은 GPS이며 기타 선박에 장착된 다른 센서의 연결을 통해 보다 정확한 정보를 제공할 수 있다. 그리고 AIS가 사용하도록 할당된 VHF를 이용하기 위해 VHF Transceiver 모듈이 필요하다. 또한 센서의 정보를 AIS메세지로 코딩하고 VHF 모듈을 제어하며 화면표시 및 기타 장비와 통신하기 위한 중앙제어부가 필요하다.

이 시스템은 디지털 VHF 무선 트랜스폰더 시스템으로, 탑재된 선박이 어느 해역을 향해 중이던 선상의 누구에 의한 간섭 없이도 지속적인 모드로 운용된다. 선박간, 선박과 해안기지국간의 통신을 위해 해상용 이동주파수대역 내의 2개 VHF 주파수 채널(87B, 88B)이 사용된다. 각 채널은 9,600BPS의 전송률을 가지며, 대략적으로 분당 2,000(2250)개의 정보 전송이 가능하다. AIS는 2개의 독립된 수신기와 1개의 송신기로 구성되어 있으며, 수신기는 2개의 채널에서 동시에 정보를 수신할 수 있으며, 송신기는 2개의 채널을 번갈아 송신한다. 그림 13은 AIS 트랜스폰더 구성도를 나타낸다.

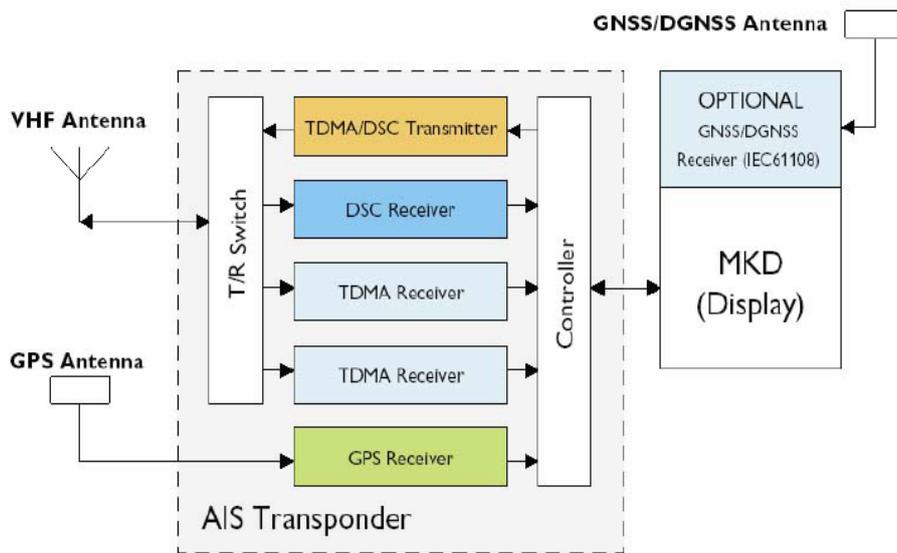


그림 13 AIS 트랜스폰더 구성도

① 위치센서모듈(GPS)

GPS 수신기는 정확한 시간, 선박위치, 항해데이터를 제공하고, 선박용 AIS의 통신프로세서는 이들 정보를 방위계, 선속계 등 선박센서로부터의 데이터 및 선명, 호출부호 등의 정적자료, 항해관련자료 등을 함께 송신하고, 타 선박 및 육상기지국으로부터의 정보를 수신하여 모니터에 표시한다. 해안기지국용 AIS는 각 선박으로부터의 정보를 수신하여 모니터에 표시하고,

또한, 항해관련정보를 각 선박에 전송한다. 필요시 네트워크를 통해 타 기관에 전송한다.

항공용으로 개발된 AIS는, 채널의 활용을 극대화하기 위하여 self-organized Time Division Multiple Access (self-organized TDMA 또는 STDMA) 방식을 채택한다. 즉, 하나의 기준 시간 동안 육상국 및 모든 AIS 탑재 선박들이 time-slot allocation(시간간격 할당)을 하도록 하는 방식이며 주로 GPS시간을 사용한다. 동일한 하나의 무선주파수 채널을 통하여 여러 가입자간에 상호위치보고 등의 데이터 통신이 가능하다.

그림 14와 같이 동일채널을 2250개의 time slot으로 나누어 각 선박에 할당하고, 각기 주어진 시간간격으로 정보를 송신하면 다른 가입자들이 동시에 이를 수신한다. AIS 송·수신 방식은, 선박의 속도, 선수 회두 각속도 비율 등의 항행조건에 따라 위치보고 주기가 정하여지는데, 송신을 위한 적절한 time slot을 상호간 송신 충돌을 피하면서 가입자마다 자율적으로 정할 수 있는 STDMA방식을 지원한다.

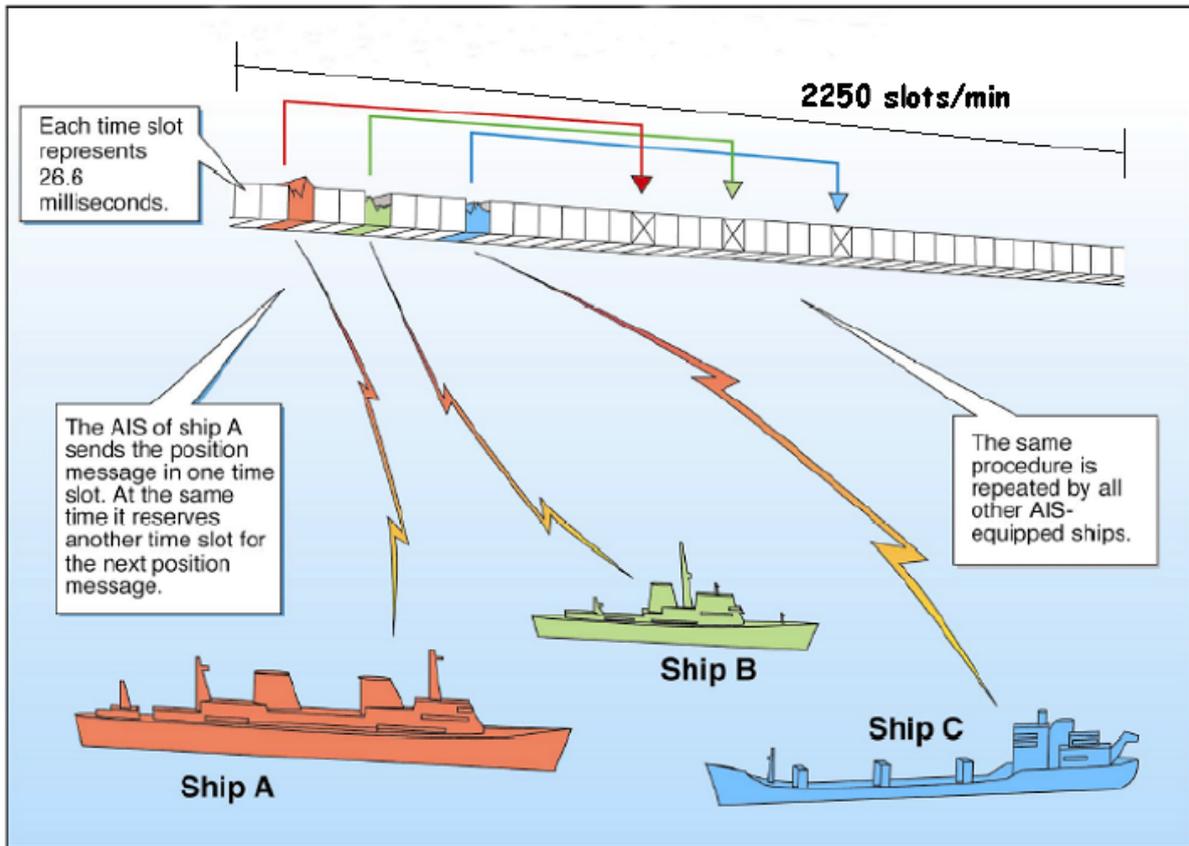


그림 14 STDMA 방식

AIS는 선박과 선박간, 선박과 육상관제국과의 보고시스템, VTS 시스템과의 연계운용을 도모하여, 항해 안전은 물론 통항관제의 효율성을 향상시켜야 한다. 사용자는 이 시스템으로부터 자동으로 정보를 얻을 수 있어야 하고, 이 과정에 항해자의 업무는 최소로 요구해야 하며, 충분한 가용성을 가져야 한다. 이 시스템은 Search and Rescue (SAR) 운용에 사용될 수 있다.

㉑ 선박용 AIS 장비

- 구성

선박용 AIS 장비는 GPS 또는 IALA Correction 신호를 사용하는 DGPS를 바탕으로 하여 고 정도의 위치를 측정하고 방송 메시지 내에 이러한 위치정보를 포함하여 다른 트랜스폰더 및 육상국으로 송신할 수 있어야 한다. 또한 무선의 도달범위 내에 트랜스폰더로부터의 위치정보를 수신하고 전자해도 상에 송신중인 트랜스폰더의 위치를 나타내어야 한다. 따라서 이러한 기본적인 성능을 위해서 가져야 하는 기능을 살펴보면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 본선의 위치 및 속도정보 뿐만 아니라 타선의 정보도 해상교통관리센터에 계속해서 보내주는 기능
- 해상교통관리센터나 타선의 정보를 항상 받을 수 있는 기능
- 이들 데이터를 표시하는 기능

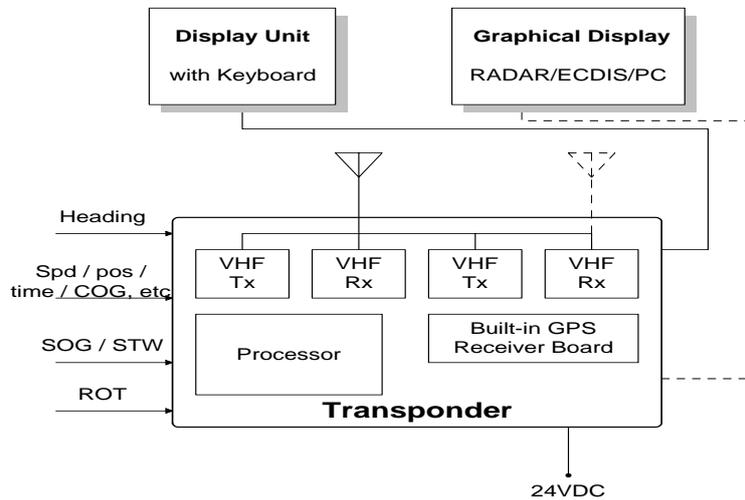


그림 15 선박용 AIS 단말기 구성도

- 기본사양

- VHF 송수신기 성능
 - 주파수 : 161.975 / 162.025 MHz 및 156.525 MHz
 - 밴드폭 : 9600bps에서 25kHz
 - 채널간 간격 : 12.5kHz
 - 출력 : 1/10/25W 가변가능
 - 변조방식 : GMSK/FM/F2B
- 내장 GPS사양
 - 12채널 수신기로서 L1/CA코드 사용, 갱신주기 매초당 연속적일 것.
- Interface
 - RS-232C를 통한 외부 유닛트와 연결

㉔ 해안기지국용 AIS 장비

- 구 성

해안기지국용 AIS 장비는 선박 AIS 장비와 같이 GPS 또는 Beacon 신호를 사용하여 고정도의 위치를 측정하고 방송 메시지 내에 이러한 위치정보를 포함하여 트랜스폰더가 탑재된 선박으로 송신할 수 있어야 한다. 또한 무선의 도달범위 내에 있는 트랜스폰더로부터 위치정보를 수신하고 이를 네트워크를 통해 운영센터로 보내져야 한다.

따라서 이러한 기본적인 성능을 위해서 가져야 하는 기능을 살펴보면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 해안기지국의 위치 정보뿐만 아니라 무선 주파수의 통달 거리 내에 있는 트랜스폰더의 정보도 운영센터에 계속해서 보내주는 기능
- 선박의 트랜스폰더로부터의 정보를 항상 받을 수 있는 기능
- 이들 운영센터로 전달하는 기능

장비는 일반적으로 크게 트랜스폰더, 외부장치, 안테나부, 네트워크 연결장치로 구성된다.

• 트랜스폰더

안테나로부터 수신된 AIS 정보와 외부장치로부터의 장비 (DGPS, Beacon 등)계 등의 정보를 결합하고, ITU-R. M 1371를 만족하는 프로토콜을 구성 및 분석하여 표시기와 데이터 형태가 호환되도록 신호 변환을 해 주는 부분이다. 또한 트랜스폰더로부터의 신호를 161.975 MHz 또는 162.025 MHz의 초단파 주파수로 변환하여 적정 파형으로 송신하거나 트랜스폰더가 탑재된 선박으로부터의 초단파대 신호를 수신하는 기능을 가진다.

• 안테나부

VHF를 통해서 AIS정보를 송수신하는 부분이다.

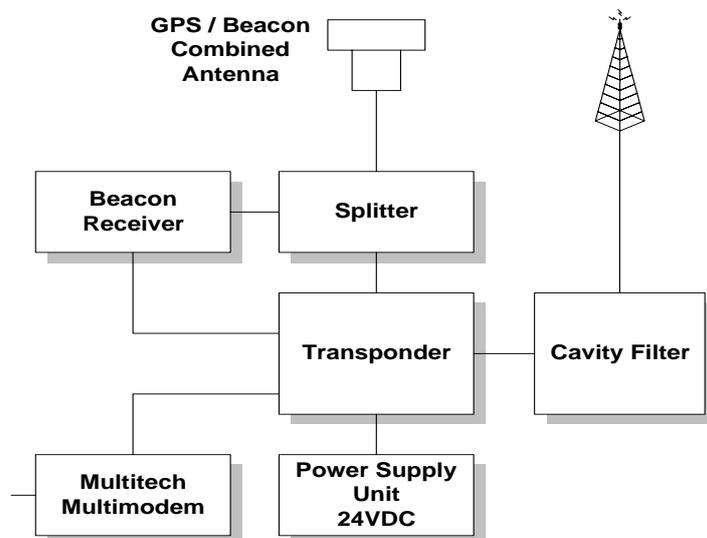


그림 16 기지국용 AIS 단말기 구성도

- 기본사양

해안기지국 AIS 장비의 기본적인 성능은 선박 AIS 장비와 동일

- VHF 송수신기 성능
 - 주파수 : 161.975 / 162.025 MHz 및 156.525 MHz
 - 밴드폭 : 9600bps에서 25kHz
 - 채널간 간격 : 12.5kHz
 - 출력 : 1/10/25W 가변가능
 - 변조방식 : GMSK/FM/F2B
- 내장 GPS사양
 - 12채널 수신기로서 L1/CA코드 사용, 갱신주기 매초당 연속적일 것.
- Interface
 - 외부 유닛트와의 연결을 위하여 RS-232C, NMEA-0183 등의 단자 포함.

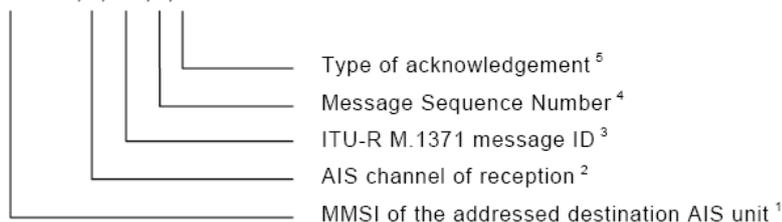
(라) IEC 61162-1 Sentence

AIS 트랜스폰더에서의 메시지를 전송하는 sentence는 IEC 61162-1 Edition 3의 개정안에 포함될 이진수 형태의 AIS용 sentence로, AIS 트랜스폰더가 수신한 주변의 타겟 정보를 출력하는 메시지이다. 트랜스폰더의 메시지는 6bit 형태의 데이터로서 64개의 문자만 송수신이 가능하다. 메시지의 종류로는 Addressed Message와 Broadcast Message로 나누어 질 수 있으며, 트랜스폰더를 통해 메시지를 수신시에는 VDO, VDM sentence로 수신하며, VDO(VHF Data-link Own-vessel message)는 자기 자신의 메시지, VDM(VHF Data-link Message)은 다른 트랜스폰더를 통해 들어온 메시지를 의미한다.

다음에 제시하는 sentence 형식은 송수신한 AIS 정보를 ITU-R M1371의 형식으로 패킷화한 것으로 이들의 메시지 중 VDM sentence를 해석하여 사용자 또는 서버로 정보를 제공하면 된다. ITU-R M1371은 SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Acces) 방식을 사용하는 AIS의 기술적 특성을 권고하는 문서로서 국제해사기구의 요구에 의해 제정되었으며, 육상기지국 및 선박용 AIS에 모두 적용 된다.

① ABK - Addressed and binary broadcast acknowledgement

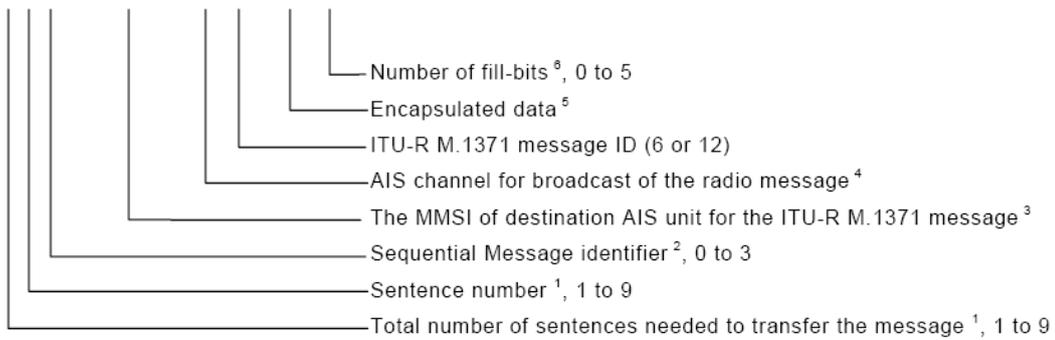
\$--ABK,xxxxxxxx,a,x,x,x,x*hh<CR><LF>



ITU-R M.1371 Message ID	Message Sequence Number source
6	sequential message identifier from ABM-sentence, IEC 61162-1
7	addressed AIS unit's message 7, sequence number, ITU-R M.1371
8	sequential message identifier from BBM-sentence, IEC 61162-1
12	sequential message identifier from ABM-sentence, IEC 61162-1
13	addressed AIS unit's message 13, sequence number, ITU-R M.1371
14	sequential message identifier from BBM-sentence, IEC 61162-1
15	no source, field shall be null

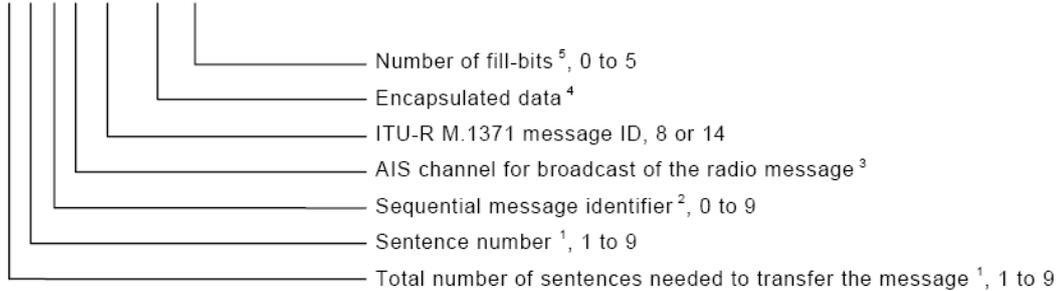
② ABM - Addressed Binary and safety related Message

!--ABM,x,x,x,xxxxxxxx,x,x.x,s--s,x*hh<CR><LF>



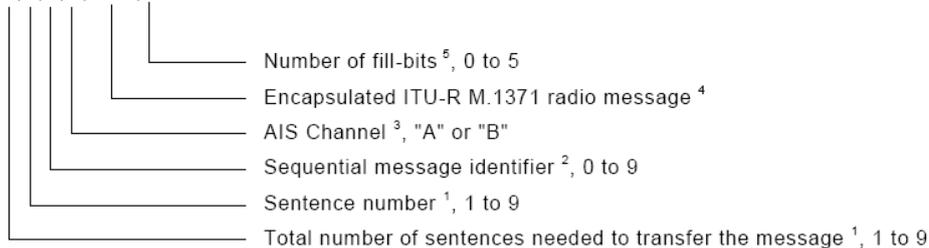
③ BBM - - Broadcast Binary Message

!--BBM,x,x,x,x,x.x,s--s,x*hh<CR><LF>

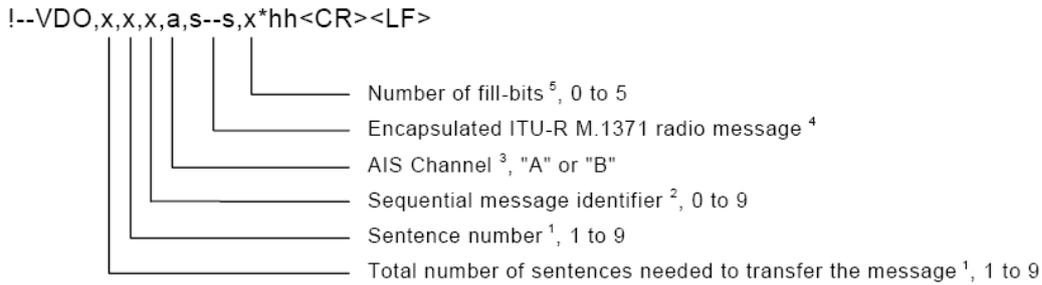


④ VDM - - VHF Data-link Message

!--VDM,x,x,x,a,s--s,x*hh<CR><LF>



⑤ VDO -- VHF Data-link Own-vessel message



⑥ 트랜스폰더를 통해 데이터 수신시 AIS 메시지

```
!--ABM,2,1,1,440350000,0,6,041@PU>0IE=<4LF0U>1@E=Br10ib18E=0tq<F1@v0l,0*19
!--ABM,2,2,1,440350000,0,6,D,0*3B
!--BBM,1,1,1,440350000,0,8, =<4LF0U>1@E=Br10ib18E*1B
!AIABK, 440350000,A,6,1,0*26
```

⑦ 트랜스폰더를 통해 데이터 송신시 AIS 메시지

```
!AIVDM,2,1,0,B,<6Sql>9`vLu@D89CP9CP;?B51P=?=16PC16DIP9>6?B=1D9?>P35>D5BPf@<,0*08
!AIVDM,2,2,0,B,JP3853;PI?EBP19CP85149>7PC5>C?B0,0*7D
!AIVDM,2,1,2,B,86Sql>00@80E22Dp2Dp2klQ@H3Ck@A`4hAU6H2CQSiS@E2Ck`0iCU1D`;T36,0*76
!AIVDM,2,2,2,B,`0j1@jp6CmD`0BDp5CRE80TQ;P0,2*09
!AIVDM,1,1,,B,86Sql>00@80E22Dp2Dp2klQ@@@0,4*34
!AIVDM,1,1,,B,66Sql>9`vLu@D89CP=5CC175P9CPD5CDfP@<J0,4*56
!AIVDM,1,1,,A,<6Sql>9`vLu@D89CP=5CC175P9CPD5CDfP@<J0,4*5F
```

⑧ 트랜스폰더를 통해 데이터 송수신 성공한 경우

```
!--ABM,2,1,1,440350000,0,6,041@PU>0IE=<4LF0U>1@E=Br10ib18E=0tq<F1@v0l,0*19
!AIVDM,1,1,,B,86Sql>00@80E22Dp2Dp2klQ@@@0,4*34
!AIABK, 440350000,A,6,1,0*26
```

AIS를 통해 ABM 또는 BBM으로 메시지 전송 시 상대편 트랜스 폰더에서 메시지를 정상적으로 수신하게 되면 ABK로 전송 성공 Ack 신호가 나오게 됩니다.

⑨ 트랜스폰더를 통해 데이터 송수신 실패한 경우

```

!--ABM,2,1,1,440350000,0,6,041@PU>0IE=<<4LF0U>1@E=Br10ib18E=0tq<F1@v0l,0*19
<No Ack>
!AIABK, 440350000,A,6,1,3*26
!AIVDO,1,1,,A,6000HCnCGMB0040LmB0>0N0V,4*69
!--ABM,2,1,1,440350000,0,6,041@PU>0IE=<<4LF0U>1@E=Br10ib18E=0tq<F1@v0l,0*19
<No Ack>
!AIABK, 440350000,A,6,1,3*26
!AIVDO,1,1,,A,6000HCnCGMB0040LmB0>0N0V,4*69

```

AIS를 통해 ABM 또는 BBM으로 메시지 전송 시 상대방 트랜스폰더에서 메시지를 수신하지 못하는 경우에는 Ack신호를 내어 전송 실패를 알려 주며 VDO신호로 메시지를 나타냅니다. 재차 ABM 또는 BBM으로 메시지 전송 시도를 하며 수차례 반복 적으로 메시지 송신을 시도 합니다.

(2) GPS 응용 위치추적시스템 설계

Class B AIS Transponder를 사용한 어선입출항 모니터링 시스템의 위치추적에 대한 시스템의 전체적인 구성도는 아래의 그림 17과 같다. 기존의 AIS 기지국을 활용하고 각 어촌계 별로 입출항 및 선박의 관리를 위하여 어촌계사무실이나 해양경찰서에서 관리를 할 수 있는 서버에도 트랜스폰더를 설치하여 각 종 선박의 정보를 수집하여 DB화 할 수 있도록 시스템을 구성하며, 선박에도 트랜스폰더를 설치하여 선박의 위치정보 및 각종 정보를 수집할 수 있도록 아래의 그림과 같이 시스템을 구성하였으며 Class B에 대한 사양을 표 9에 나타내었다.

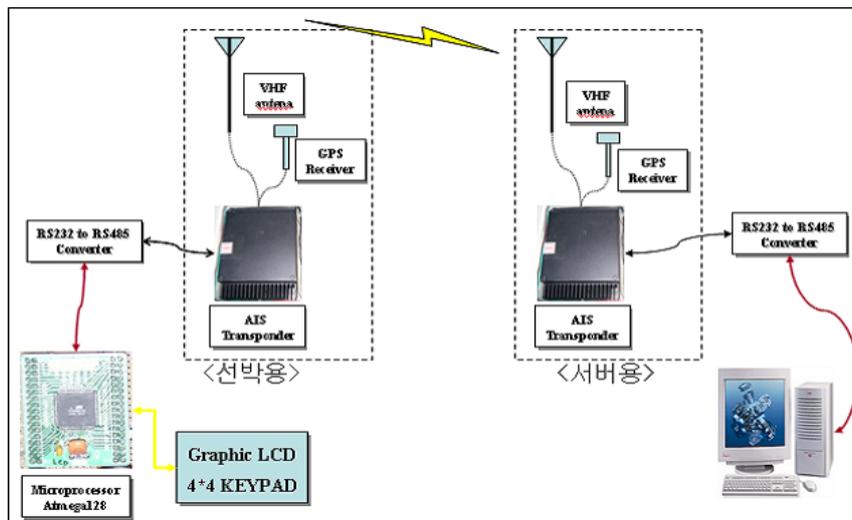


그림 17 위치추적을 위한 시스템 구성도

표 9 Specification of Class B AIS

Item	Specification
Physical	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baseband PCB: 160 x 100mm ■ RF PCB: 160 x 100mm
Power	<ul style="list-style-type: none"> ■ 12V dc (isolated) ■ Average power consumption 6W ■ Power Consumption 0.5A continuous
GPS Receiver	<ul style="list-style-type: none"> ■ IEC 61108 compliant ■ RTCM, SBAS corrections
Electrical Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 RS232 - 115.2kbaud/38.4kbaud ■ RS422 NMEA bi-directional
VHF Transceiver	<ul style="list-style-type: none"> ■ Frequency : 156.025 to 162.025 MHz in 25KHz steps ■ Output power: 1W to 4W ± 1.5 dB ■ Channel Bandwidth: 25KHz
Connectors	<ul style="list-style-type: none"> ■ VHF Antenna connector: BNC ■ GPS Antenna connector: TNC ■ NMEA bi-directional port: D type

위치추적을 위한 시스템은 선박용과 서버용으로 크게 나눌 수 있으며, 선박용에는 Class B AIS transponder, VHF안테나, GPS Receiver, Microprocessor, RS422/RS232 Converter, Graphic LCD, Keypad, Power module로 구성이 되어 있다. VHF안테나를 통하여서는 해상용 이동주파수대역 내의 2개주파수 채널(87B, 88B)를 사용하여 분당 2,000개의 정보가 전송이 되며, GPS수신기는 시간, 선박위치의 정보가 제공, Keypad는 입력장치로서 어획량(어종, 어획량, 단위 등)정보를 입력할 수 있도록 설계가 되어 있다. 또한 서버용에는 Class B AIS transponder, VHF안테나, GPS Receiver, RS422/RS232 Converter, 서버용 PC로 구성이 되어 있다. 각 구성품의 특징은 다음과 같다.

위치추적 시스템의 제어장치는 AVR 시리즈 마이크로컨트롤러 중 Atmega128로서 프로그램메모리와 데이터 메모리를 액세스하기 위한 버스를 독립적으로 사용하는 하버드 구조와 파이프라인 처리방식을 기반으로 하는 RISC 기술을 적용하여 매우 빠른 명령처리 속도를 가지고 있다. 뿐만 아니라 AVR은 플래시 메모리 기술과 접목시켜 칩 내에 프로그램 코드용으로 플래시 메모리를 내장하고 여기에 사용자 프로그램을 쉽게 다운로드할 수 있는 ISP방식을 사용한다.

그림 18은 AVR계열의 Atmega128 마이크로프로세서의 사양을 나타내며, 제어장치 설계를 위한 주요사양은 아래와 같다.

- 고성능, 저전압의 AVR 8비트 마이크로 컨트롤러.

○ 향상된 RISC 구조.

- 대부분 단일 클럭으로 실행되는 133개의 강력한 명령어.
- 32*8 범용 동작 레지스터 + 주변 컨트롤 레지스터로 구성.

○ 비휘발성 프로그램과 데이터 메모리

- 128K Byte In-System 프로그램 플래시 메모리.
- 칩에 내장된 부트 프로그램으로 In-System 프로그래밍이 가능.
- 읽고 쓰는 동작을 동시에 수행가능.

○ 4K Byte 내장형 SRAM

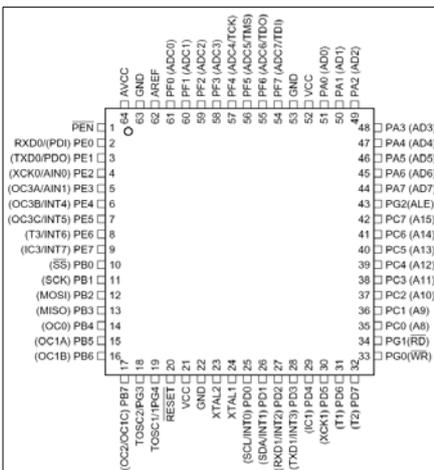
- 최대 64K Byte의 외부 메모리 영역.

○ 주변 사양

- 두 개의 8-bit/ Timer/Counters와 독립된 프리스케일러, 비교모드 제공.
- 두 개의 확장된 16bit Timer/Counter와 독립된 프리스케일러, 비교모드
- 8 채널, 10bit ADC.

○ 동작 전원

- 4.5V에서 5.5V 사이의 전압 지원.



VCC	5V 전원을 공급한다.
GND	그라운드 핀이다.
PORT A ~ PORT E	포트는 반이중 I/O 포트로 내부 풀업저항. 입력포트로써 내부 풀업이 동작할 경우 외부적으로 풀다운. 클럭이 동작하지 않더라도 리셋 상태이면 HIGH나 LOW가 아닌 Tri-stated 상태.
PORT F	포트 F는 A/D 컨버터의 입력포트. 또한 A, B, C, D, E 포트와 같은 범용포트로도 사용가능하다.
PORT G	포트 G는 반이중 I/O 포트로 내부 풀업저항. 입력포트로써 포트G는 내부 풀업이 동작할 경우 외부적으로 풀다운. 포트G는 클럭이 동작하지 않더라도 리셋 상태이면 HIGH나 LOW가 아닌 Tri-stated 상태.
RESET	리셋 입력 핀이다.
XTAL1	반전 발진 증폭기로 연결된 입력핀. 내부클럭 동작연결 회로.
XTAL2	반전 발진 증폭기로부터의 출력 핀.
AVCC	포트 F와 A/D 컨버터로의 전원 입력핀. ADC를 사용하지 않더라도 외부적으로는 Vcc와 연결. 만일 ADC가 사용된다면 LOW-PASS 필터를 경유하여 Vcc와 연결.
AREF	A/D 컨버터의 레퍼런스 전압핀.

그림 18 마이크로프로세서

그림 19는 위치추적 시스템 제어장치의 전체 회로도이다. CPU는 Atmega128로서 2개의

통신포트를 가지고 있다. COM0는 RS232C 방식을 채택하고 있으며 Class B AIS 트랜스폰더는 RS422통신을 사용하고 있어서 트랜스폰더와 CPU의 COM0사이에 컨버터를 사용하여 메시지 및 위치정보를 송수신하고 있다. 통신속도는 19200BPS를 사용한다. 또한 COM1에는 사용자에 정보를 제공할 수 있는 디스플레이 장치인 Graphic LCD와 시리얼통신을 통하여 위치 및 메시지를 사용자에게 보여줄 수 있도록 출력 해준다.

그림 20은 각종 정보를 입력할 수 있는 KEYPAD 회로도이며 어종, 어획량 등의 정보를 입력할 수 있다. 그림 21은 위치추적 시스템 제어장치에 공급하는 전원회로이다. 전원을 DC-DC 컨버터를 이용하여 24VDC를 5VDC로 변환하여 각 부품에 안정적인 전원을 공급할 수 있도록 설계를 하였으며 시간 및 날짜를 표시하기 위하여 RTC칩을 사용하여 전원이 꺼져 있어도 시간 및 날짜 데이터를 유지해주는 기능을 가지고 있다.

그림 22는 설계된 제어회로도내의 CPU에서 구동될 프로그램의 순서도를 보여주고 있다. 이 시스템은 3가지 모드로 구성이 되어 있다. 모드1은 위치, 시간/날짜, 송수신 메시지를 보여주는 기능을 가지고 있고 모드2는 위치와 시간/날짜만을 표시한다. 마지막으로 모드 3은 어종 및 어획량을 입력하고 코드화 하여 서버에 어획량 메시지를 자동으로 전송해주는 기능을 가지고 있다.

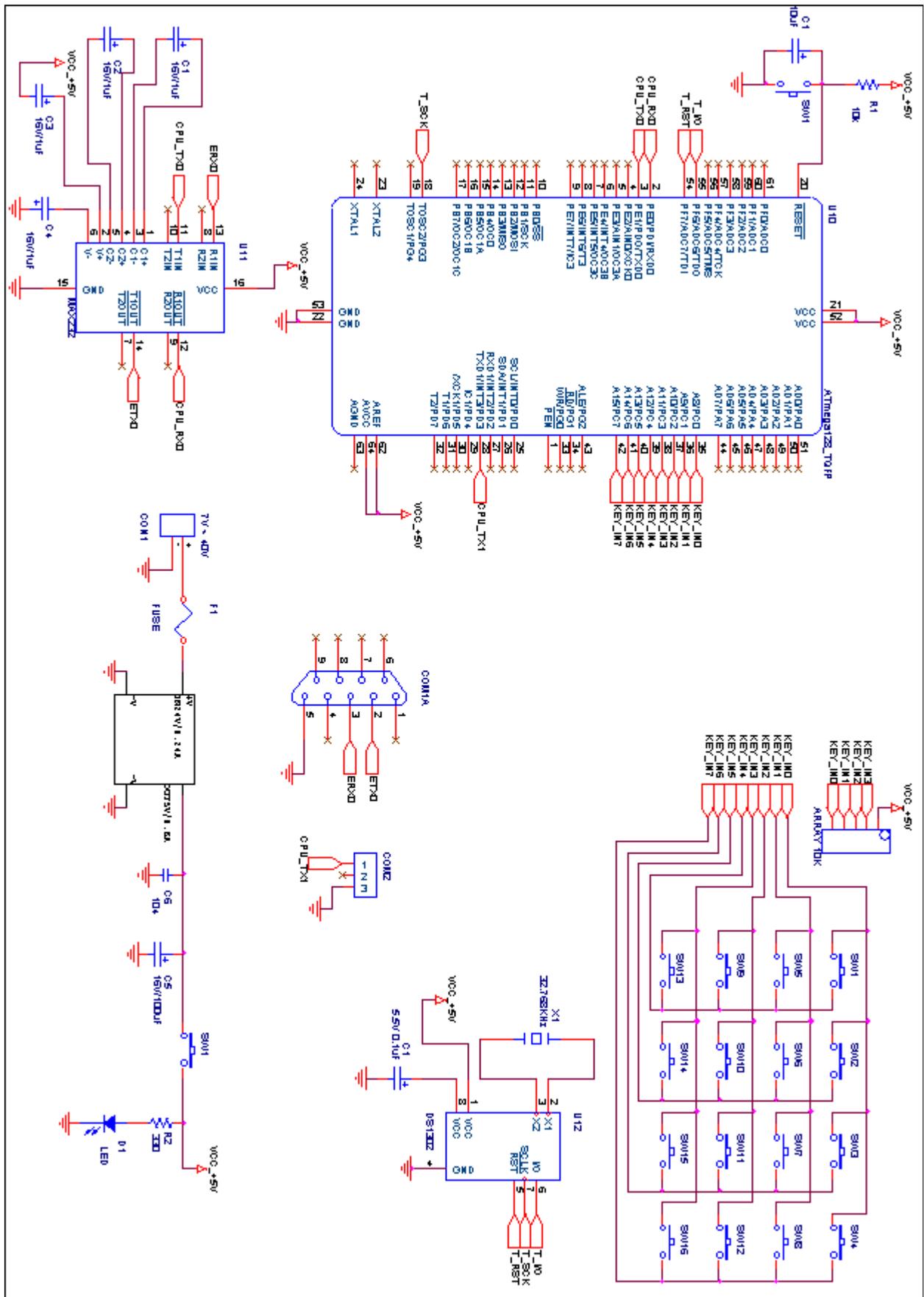


그림 19 위치추적 시스템 제어장치 전체회로도

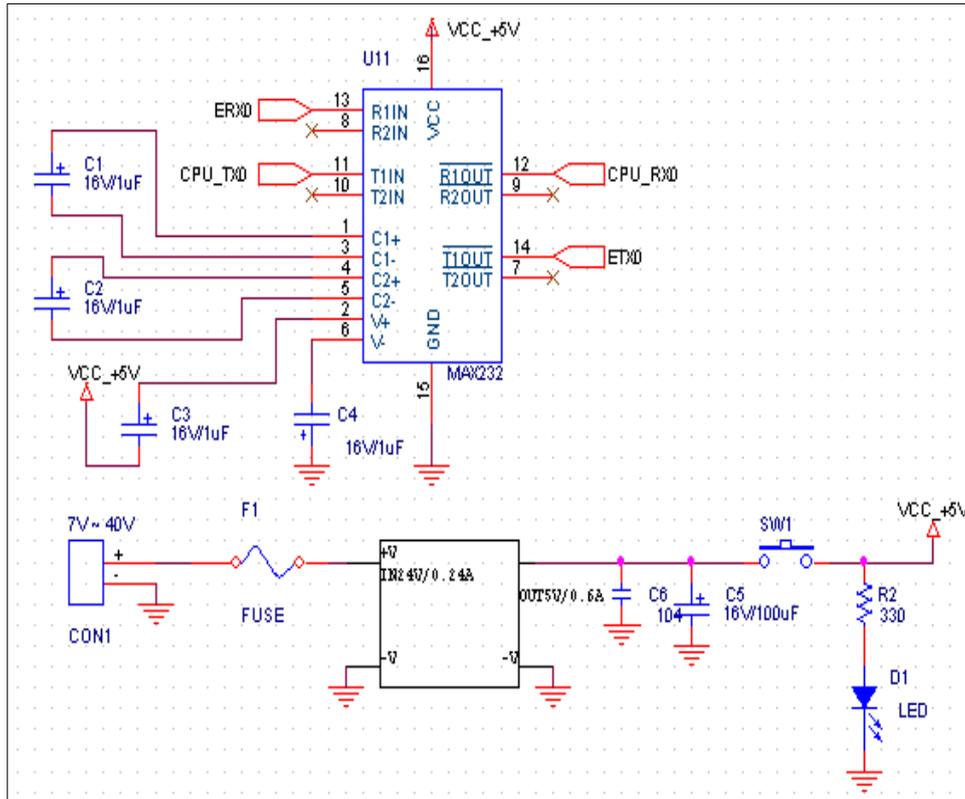


그림 20 통신 및 전원부분 회로도

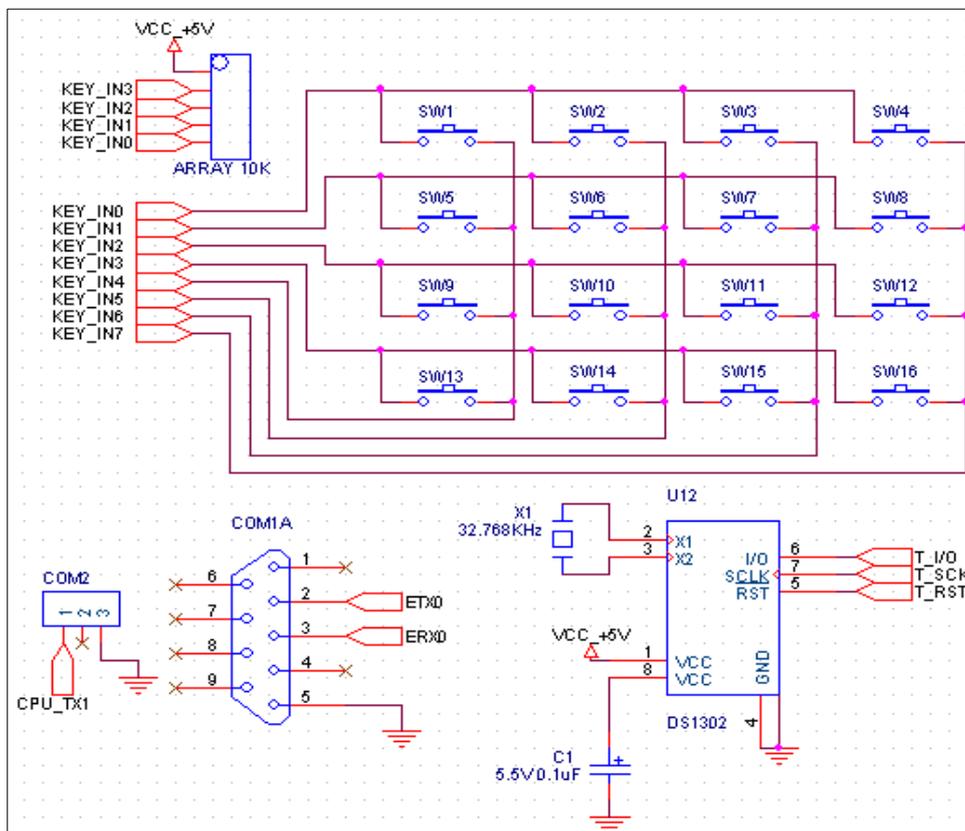


그림 21 입력장치 및 RTC회로도

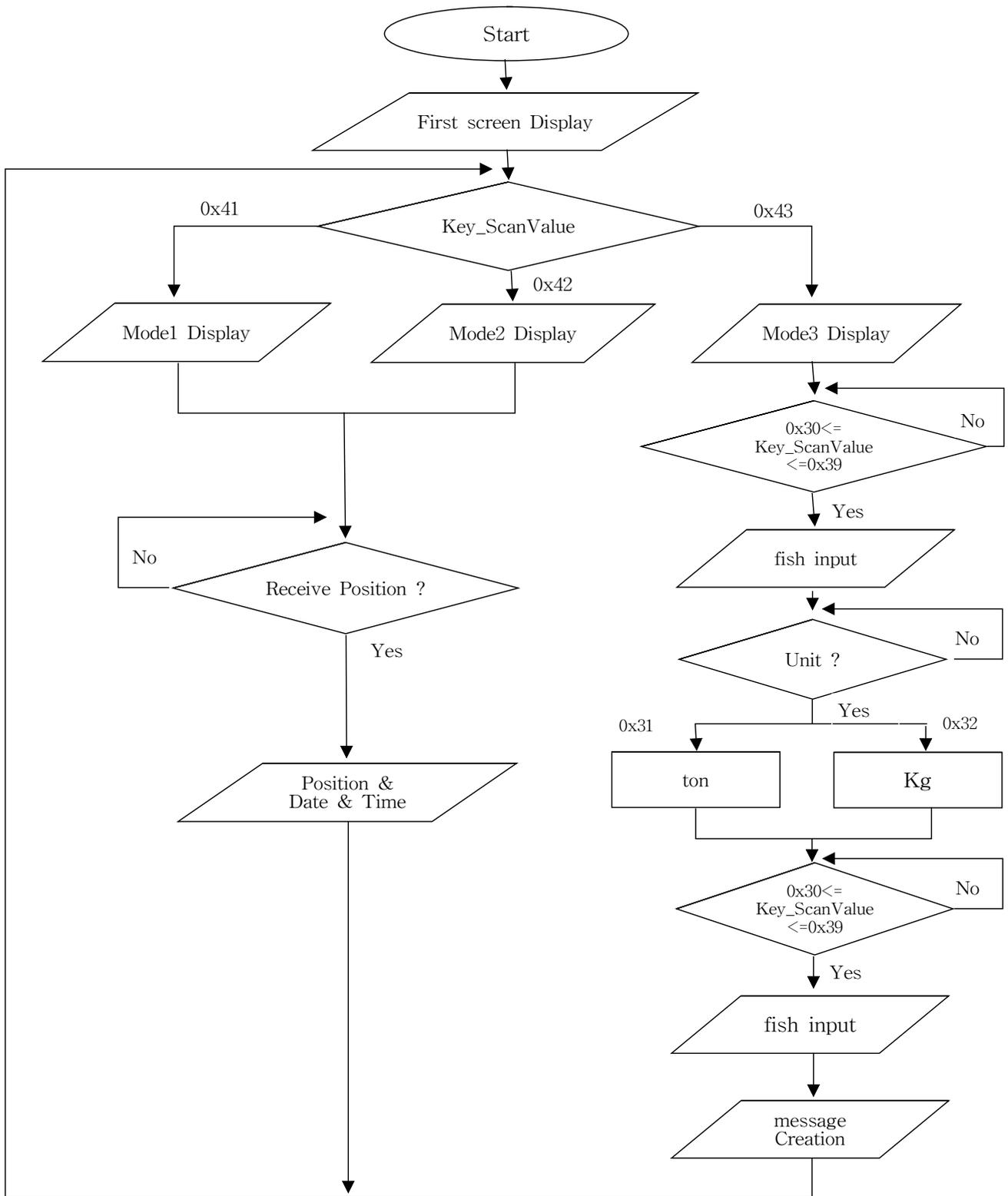


그림 22 제어시스템의 순서도

3. GPS 및 DGPS의 특성 파악 및 위치평가 실험

가. GPS(Global Positioning System)

GPS는 우주부분(Space Segment), 제어부분 및 이용자 부분으로 나누어져 있다. 우주부분은 6개의 궤도면에 각각 4개의 위성이 할당되어 있고 이중 3개는 예비 위성이다. 위성의 지상고도는 약 20,183km이고 공전주기는 약 12시간, 궤도 경사각은 55°, 같은 궤도면의 위성간 각거리는 120°로 구성된 궤도를 돌기 때문에 지구상의 어느 장소에서도 지평선 5° 이상에서는 최소 4개의 위성을 24시간 내내 볼 수 있게 된다.

GPS 위성으로부터 전송된 전파의 속도는 빛의 속도와 같기 때문에 위성과 GPS 수신기간의 거리는 전파가 발사되어 수신기에 도달할 때까지의 시간을 알면 구할 수 있다. c 는 빛의 속도이고, Δt 가 도달 시간의 관측 값, E 가 시계 오차이고, GPS 항법을 이용한 거리 측정 방법을 수식으로 표현하면 다음 식과 같다.

$$\sqrt{(X-X_i)^2+(Y-Y_i)^2+(Z-Z_i)^2} = (\Delta t - E)c \quad (i=1,2,3,4)$$

여기서 X,Y,Z : GPS 수신기의 위치,

X_i, Y_i, Z_i : i번째 위성의 위치

나. DGPS(Differential GPS)

DGPS는 이미 위치를 알고 있는 기준점에 기준국용 GPS수신기를 설치하여 정밀하게 측정된 자신의 위치값과 GPS위성 신호를 받아 수신기로 계산된 위치를 비교하여 오차를 계산함으로써 GPS보다 위치정밀도가 높다. 우리나라 DGPS는 1개소 통제국의 대전 중앙사무소와, 11개소의 기준국(Reference Station) 및 8개소의 감시국(Integrity monitor)로 구성되어 운영되고 있다. 중앙사무소는 기준국과 감시국의 DGPS 운영상태를 PSDN망을 이용하여 실시간 원격 감시 및 제어함과 동시에 측위 정보에 대한 감시, 위성상태 Integrity 감시, 기준국 및 감시국 측위오차 분석을 통한 GPS가용 상태 확인과 함께 측위 보정데이터, RINEX, SSF등의 정보제공을 하고 있다.

기준국은 정확한 기준점에 GPS안테나를 설치하여 각각의 GPS위성 신호를 수신하여 측정된 거리(의사거리)와 이미 알고 있는 거리를 비교 후 위성 오차값을 보정하여 RTCM SC-104(Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104)의 포맷형식에 따라 중파(283.5-325KHz)을 이용하여 이용자에게 실시간으로 방송하고 있다. 감시국은 기준국으로부터 약 100NM(180Km)떨어진 지점에 GPS안테나를 이용 위성오차 보정신호가 한계치를 벗어날 경우와 위성 신호 이상시 경보메시지를 중앙사무소에 전달로 위성상태 및 측위 정보 정확성 파악과 측위 기준점으로 활용하고 있다^[18-20].

본 과제에서 어선입출항시스템에 이용된 GPS수신기의 정확도를 평가하기 위하여 기초 실

험을 시행하였다. 그림 23은 GPS 수신기의 출력 데이터 형식을 나타내며, a는 UTC 시간, b는 북위값, c는 동경값, d는 기준국 ID를 나타낸다. 그림 2는 07시24분 58초부터 07시 43분 13초 까지 18분 15초간 제주기상청 GPS기준점(건교부 측량점)에서 GPS 수신기를 통해 수신된 WGS경위도 데이터이다. 가로축은 경도를 세로축은 위도를 나타내며, 절대값은 GPS 기준점에 대한 건설교통부의 측량 값이다. 그림 24와 표 11에서는 건설교통부 측량점과 비교하기 위하여 도분초(dms)형태로 변환하여 비교하였다. 실험결과 GPS의 데이터는 최대 5m정도의 오차를 나타내며 표준편차는 경도가 2.418m 위도가 1.236m이었다.

표 10 Specifications of GPS

Power	8-35 VDC using supplied power/data cable. surge and revers polarity protected for up to 80VDC. current drain-95mA@12VDC
Frequency Range	283.5 - 325.0 kHz @0.5kHz
Data Rates	200/100/50/25 bps
Input	RS-232 or NMEA0183, 4800 baud
Input sentences	Binary(Magnavox), \$PSLIB(Starlink)
Output	RS-232 4800 baud
Output Sentences	RTCM SC-104(6 of 8bit format) NMEA0183 version2.0
Pulse Per Second	One-Pulse-Per-Second accuracy ; ±1 microsecond at rising edge of PPS pulse

```
$GPGGA,072458,3330.8361,N,12631.7882,E,2,07,1,3,31,7,M,19.5,M,0,0724+4C
      a         b         c
$GPGGA,072459,3330.8361,N,12631.7882,E,2,07,1,3,31,8,M,19.5,M,0,0724+42
$GPGGA,072500,3330.8360,N,12631.7882,E,2,07,1,3,32,0,M,19.5,M,0,0724+45
```

그림 23 GPS data format

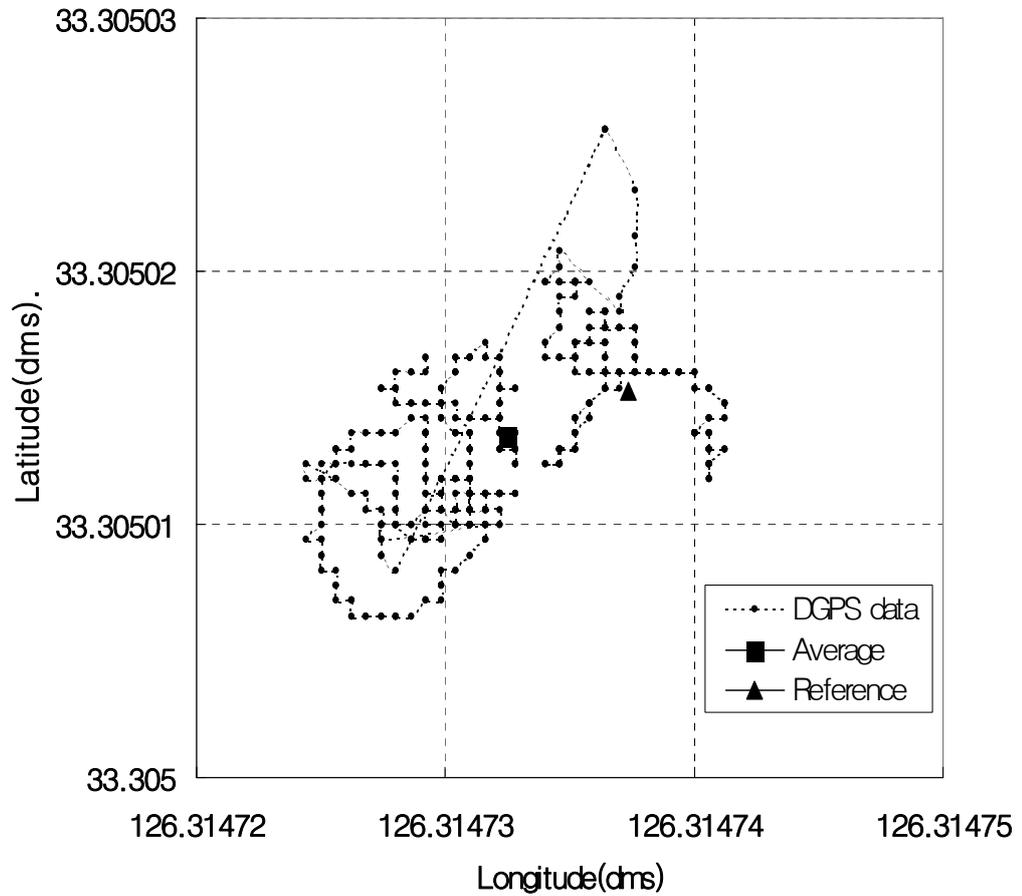


그림 24 Characteristics of the DGPS-53 position data

Table 11 Stochastic parameter of the GPS (unit : dms)

	Average	Reference	Standard deviation
Longitude	126.3147325	126.3147373	9.36588E-06
Latitude	33.30501348	33.30501526	4.01217E-06

다. 추측항법 (Dead Reckoning, DR)

추측 항법의 원리는 선박의 초기 위치를 설정한 후 장착된 센서만으로 선박의 이동 거리와 방향을 검출하여 주행 궤적을 계산하고 현재 위치를 추정하는 방법이다. 추측 항법은 외부의 지원 시설이

필요하지 않을 뿐 아니라 선박의 위치를 연속적으로 검출할 수 있다. 이 항법은 이미 알고 있는 위치에서 진행방향 속도 및 자세각 정보로부터 새로운 탐사선의 위치를 계산하는 항법 시스템으로서 시간 t 에서의 위치를 알고 있는 경우에 시간 $t+\Delta t$ 에서의 위치는 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda} &= \frac{V \sin \Theta}{(R_e + h) \cos \Phi} \\ \dot{\phi} &= \frac{V \cos \Theta}{R_e + h} \\ \lambda(t + \Delta t) &= \lambda(t) + \dot{\lambda} \Delta t \\ \phi(t + \Delta t) &= \phi(t) + \dot{\phi} \Delta t\end{aligned}\tag{3-1}$$

여기서,

- λ : 경도, ϕ : 위도, h : 고도
- V : 시간 $[t, t + \Delta t]$ 동안의 평균속도
- Θ : 시간 t 에서의 자세각
- R_e : 지구반경

이다. 식(3-1)에서 V 는 속도 명령 값이며 Θ 는 디지털 컴퍼스의 출력 값을 의미한다. 이와 같이 추측 항법은 계산 주기 탐사선의 진행 궤적을 직선으로 간주하여 위치 변화를 계산하고 그 이전 값에 누적시켜 새로운 위치를 평가하는 것으로서 시간이 경과함에 따라 위치오차가 연속적으로 누적되는 단점이 있다^[21-27].

4. 확장 칼만필터를 이용한 위치평가

가. 시스템 모델 및 측정 모델

무인탐사선의 위치에 관련된 정보는 탐사선의 속도와 DGPS의 위치정보, 그리고 디지털 컴퍼스로부터 출력되는 탐사선의 자세각이다. 앞에서 언급한 바와 같이 탐사선속도 V 와 디지털 컴퍼스의 자세각만으로 위치를 평가할 경우 오차가 계속해서 누적되어 시간에 따라 점점 위치 오차가 커진다. 또한 DGPS만을 이용할 경우에는 시간에 따라 오차가 누적되지는 않지만 최대 5m이상의 오차가 발생

할 수 있다. 그 결과 전체 이동 경로중 국부적으로 일부분의 위치는 추측항법이 오히려 효과적일 수 있으며, 장시간 이동에 대한 위치는 DGPS에 의한 항법이 더 낫다. 따라서 두 항법의 장점만을 취하여 적절히 결합함으로써 최적의 항법을 수행할 수 있다.

두 가지 이상의 정보를 적절히 결합하여 최적의 값을 평가하는 방법은 칼만 필터가 가장 효율적이다. 확장 칼만 필터는 잡음이 포함된 다수의 측정값으로부터 오차가 최소화되는 최적 측정값을 평가하는 알고리즘으로서 다음과 같이 모델링 된다. 3.2.3절과 같이 $\lambda(k)$ 는 경도, $\phi(k)$ 는 위도, 그리고 $\theta(k)$ 는 탐사선의 자세각으로 정의하면, 탐사선의 위치는 $x(k) = [\lambda(k), \phi(k), \theta(k)]^T$ 로 표현된다. 먼저 시스템 모델을 구성하면 다음과 같다.

$$x(k+1) = f(x(k), u(k)) + v(k), \quad v(k) \sim N(0, Q(k)) \quad (3-3)$$

여기서, $f(x(k), u(k))$ 는 상태전이 함수이며, $u(k)$ 는 제어입력, $v(k)$ 는 평균이 0이고 공분산이 $Q(k)$ 인 가우시안 잡음이다. 식(3-1)을 이용하여, 이산시간 $f(x(k), u(k))$ 를 구하면 다음과 같다.

$$f(x(k), u(k)) = \begin{pmatrix} \lambda(k) + \frac{d(k)\sin\theta(k)}{R\cos\phi(k)} \\ \phi(k) + \frac{d(k)\cos\theta(k)}{R} \\ \theta(k) + \Delta\theta(k) \end{pmatrix} \quad (3-4)$$

여기서 $d(k)$ 는 시간 k 에서 $k+1$ 사이의 이동거리로서 $v\Delta t$ 이며 탐사선은 항상 바다 표면에서 이동하므로 $h=0$ 으로 가정하였다. DGPS와 디지털 컴퍼스로부터 위치 정보를 측정하는 모델은 다음과 같다.

$$Z(k) = h(x(k)) + w(k), \quad w(k) \sim N(0, R(k)) \quad (3-5)$$

여기서 $w(k)$ 는 평균이 0이고 공분산이 $R(k)$ 인 가우시안 잡음이며, GPS는 정확한 위치에 단지 잡음만 개입된 것으로 가정하여 $h(x(k))$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$h(x(k)) = \begin{pmatrix} \lambda(k)_{GPS} \\ \phi(k)_{GPS} \\ \theta(k)_{DCM} \end{pmatrix} \quad (3-6)$$

이와 같이 정의된 시스템 모델과 측정모델을 확장 칼만 필터 알고리즘에 적용하여 탐사선의 위치를 평가한다^[28].

나. 위치평가

먼저 시스템 모델과 제어 입력 $u(k)$ 로부터 시간 $k+1$ 에서의 탐사선 위치를 다음과 같이 예측한다.

$$\begin{aligned} \hat{x}(k+1|k) &= f(\hat{x}(k|k), u(k)) \\ &= \begin{pmatrix} \hat{\lambda}(k|k) + \frac{d(k)\sin\Theta(k)}{R\cos\Phi(k)} \\ \hat{\Phi}(k|k) + \frac{d(k)\cos\Theta(k)}{R} \\ \hat{\Theta}(k|k) + \Delta\Theta(k) \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (3-7)$$

이 예측에 수반되는 공분산 행렬 $P(k+1|k)$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$\hat{P}(k+1|k) = \nabla f \cdot P(k|k) \cdot \nabla f^T + Q(k) \quad (3-8)$$

여기서, ∇f 는 상태 천이함수 $f(\hat{x}(k|k), u(k))$ 의 자코비안으로서 아래 식과 같이 구해진다.

$$\nabla f = \begin{bmatrix} 1 + \frac{d(k)\sin\Theta(k)\sin\Phi(k)}{\cos^2\Phi(k)} & 0 & \frac{d\cos\Theta(k)}{R\cos\Phi(k)} \\ 0 & 1 & -\frac{d(k)\sin\Theta(k)}{R} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3-9)$$

다음으로는 측정모델로부터 측정된 값과 예측 값의 차로 구성되는 innovation 행렬 $v(k)$ 를 구성한다.
즉,

$$\begin{aligned}
v(k+1) &= Z(k+1) - \widehat{Z}(k+1) \\
&= \begin{pmatrix} \lambda(k+1)_{GPS} & - \widehat{\lambda}(k+1|k) \\ \phi(k+1)_{GPS} & - \widehat{\phi}(k+1|k) \\ \theta(k+1)_{DCM} & - \widehat{\theta}(k+1|k) \end{pmatrix}
\end{aligned} \tag{3-10}$$

여기서, $\widehat{Z}(k+1)$ 은 추측항법으로 예측된 위치로서,

$$\widehat{Z}(k+1) = k\widehat{x}(k+1|k) = \begin{bmatrix} \widehat{\lambda}(k+1|k) \\ \widehat{\phi}(k+1|k) \\ \widehat{\theta}(k+1|k) \end{bmatrix} \tag{3-11}$$

로 표현된다.

식(3-10)에 수반되는 공분산 행렬 $S(k+1)$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
S(k+1) &\equiv E[v(k+1) \cdot v^T(k+1)] \\
&= \nabla h \cdot P(k+1|k) \cdot \nabla h^T + R(k+1)
\end{aligned} \tag{3-12}$$

식(3-12)에서 ∇h 는 식(3-11)로 정의된 $h(\widehat{x}(k+1|k))$ 의 자코비안으로서,

$$\nabla h = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3-13}$$

로 표현된다.

위치평가의 마지막 단계는 $\widehat{x}(k+1|k)$ 로 부터 $\widehat{x}(k+1|k+1)$ 즉, 시간 $k+1$ 에서의 최적의 위치를 평가하고 거기에 수반된 공분산 행렬 $P(k+1|k+1)$ 을 갱신하는 것이다. 먼저 잘 알려진 칼만 게인 $\mathcal{W}(k+1)$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$\mathcal{W}(k+1) = P(k+1|k) \cdot \nabla h^T \cdot S^{-1}(k+1) \tag{3-14}$$

이 게인의 의미는 추측항법으로 예상된 위치에 대해 센서로 측정된 위치를 얼마만큼 비중을 두어 수

정하느냐 하는 정도를 나타낸다. 칼만 계인을 이용하여 예상된 위치를 다음과 같이 보정한다.

$$\hat{x}(k+1|k+1) = \hat{x}(k+1|k) + W(k+1)v(k+1) \quad (3-15)$$

마지막으로 이 평가에 수반된 공분산 행렬은 다음과 같이 갱신된다.

$$P(k+1|k+1) = P(k+1|k) - W(k+1)S(k+1)W^T(k+1) \quad (3-16)$$

이와 같은 방법으로 각 샘플링 타임마다 위치보정 및 공분산 행렬을 추정함으로써 최적의 위치 평가를 수행한다^[29-31].

다. 위치평가 결과

단거리 이동시의 추측항법, 확장 칼만필터를 이용한 항법, 그리고 GPS만 이용한 항법의 성능을 비교 분석하는 실험을 수행하였다. 실험방법은 길이가 30m인 직선 경로를 설정하고 이 경로를 한번 주행하는 형태와 한 변이 10m인 정사각형 경로를 설정하고 이 경로를 1회 주행하는 방법으로 같은 실험을 반복 실시하였다. 그림 25와 그림 26은 30m 직선실험, 그림 27과 그림 28은 한 변이 10m인 정사각형 실험에서의 추측항법에 의한 결과이다. 그림에서 보여 지는 바와 같이 30m 직선 주행결과 위치오차가 시간에 따라 크게 발생할 뿐만 아니라 발산되는 경향임을 알 수 있다.

그러나 확장 칼만 필터를 이용한 결과는 비록 오차가 있긴 하지만 각각의 경로에 대해서 상당히 근접한 형태를 나타냄을 알 수 있다. 직선 실험의 경우 실제의 경로에 대한 GPS의 최대오차는 2.8m, 확장 칼만필터 방법의 최대오차는 1.15m였으며, 정사각형실험의 경우는 GPS의 최대오차 1.74m, 확장칼만필터의 최대오차는 0.77m이었다. 따라서 GPS만을 이용할 경우 5m 이내의 위치 정확도를 유지할 수 있지만 국부적인 장애물 회피 등 위치 정확도가 더욱 요구되는 경우에는 확장칼만필터 방법이 필수적이라 사료된다.

그림 27과 그림 28은 실제 바다에서 실험을 한 결과이다. 실험은 4곳의 위치(그림에서 사각점)를 미리 설정한 다음 설정된 위치를 차례대로 통과시키는 방법으로 수행하였으며 총 이동거리는 1,050m정도이다. 그림 27은 추측항법만으로 운항한 결과로서 가로 한 눈금은 37.18m, 세로 한 눈금은 44.37m 정도이다. 그림에서 알 수 있듯이 비슷한 경로를 3회 항해했음에도 불구하고 오차가 크게 발생하였음을 알 수 있다.

그림 28은 GPS와 확장칼만필터를 각각 이용한 항법의 결과를 동시에 나타낸 것이다. 그림

에서 점선은 GPS에 의한 결과이고 실선은 확장칼만필터에 의한 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 긴 경로 항해에서는 GPS나 확장칼만필터가 별차이가 없는 것처럼 보이지만 국부적으로는 확장칼만필터에 의한 결과가 GPS의 경우보다 완만한 경로를 나타내고 있다. 즉, 국부적으로는 GPS는 5m정도 무작위 오차가 발생하기 때문에 편차가 심하지만 확장칼만필터는 GPS와 추측항법을 동시에 이용하기 때문에 경로가 완만하게 나타난다.

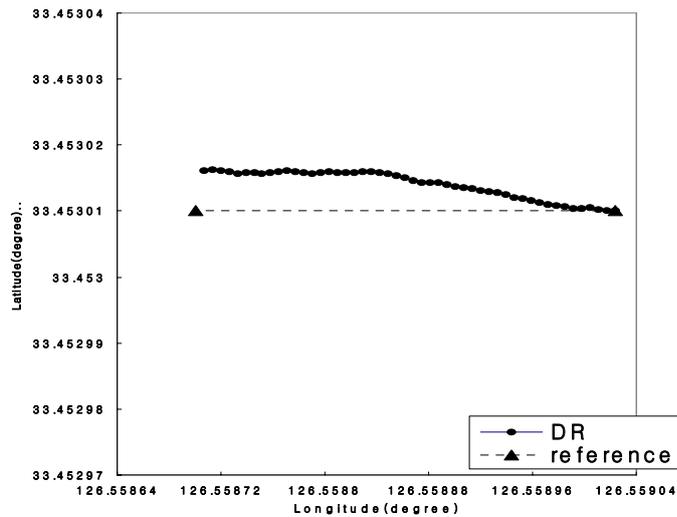


그림 25. Dead reckoning

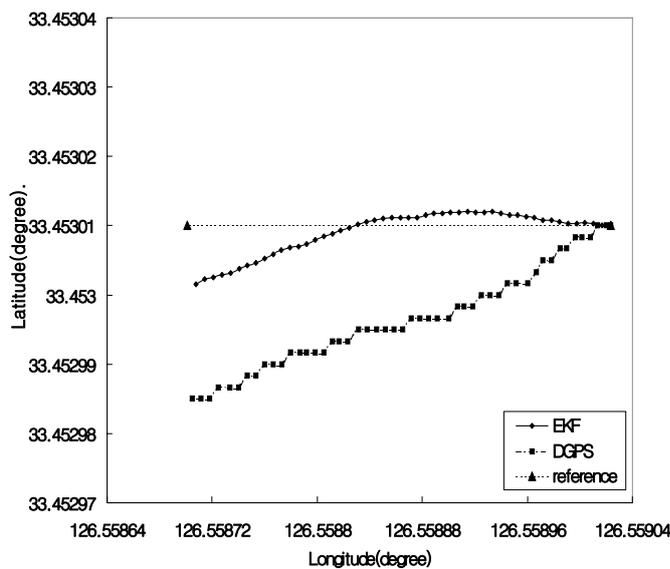


그림 26 Extended Kalman filter and DGPS

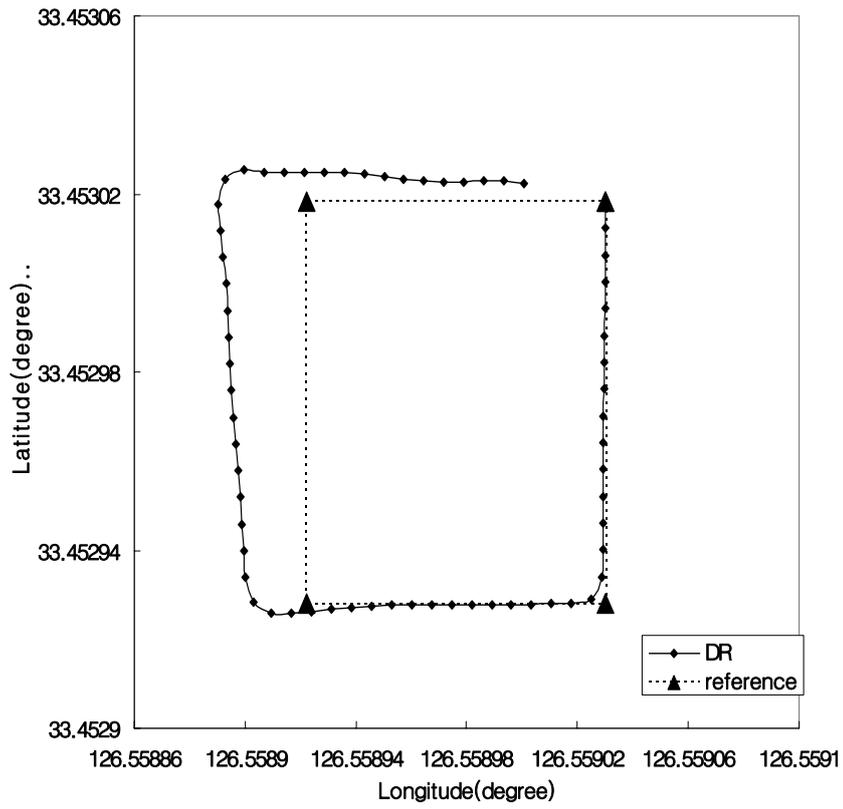


그림 27 Dead reckoning

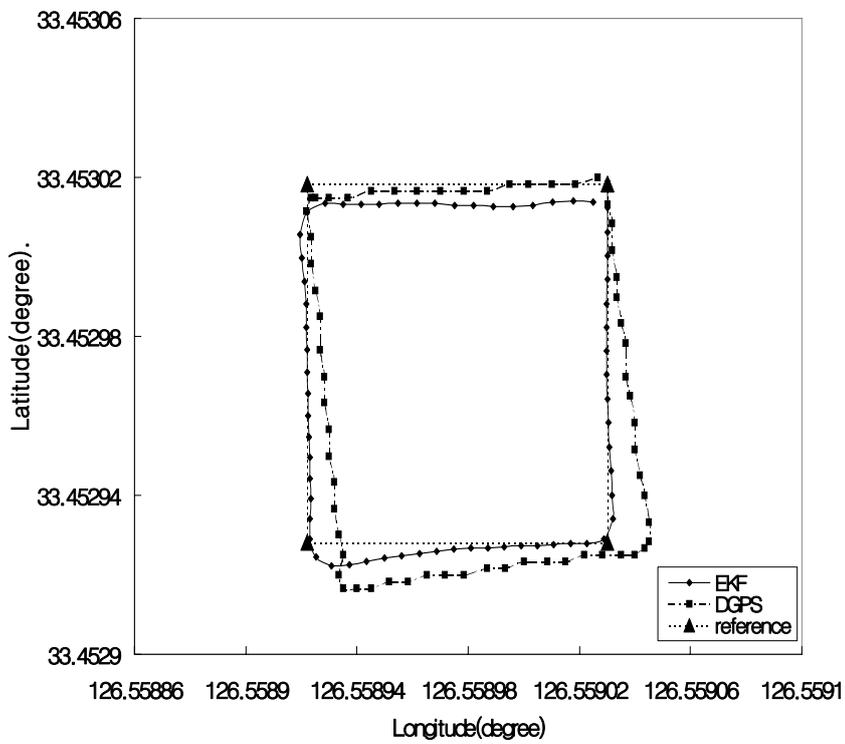


그림 28 Extended Kalman filter and DGPS

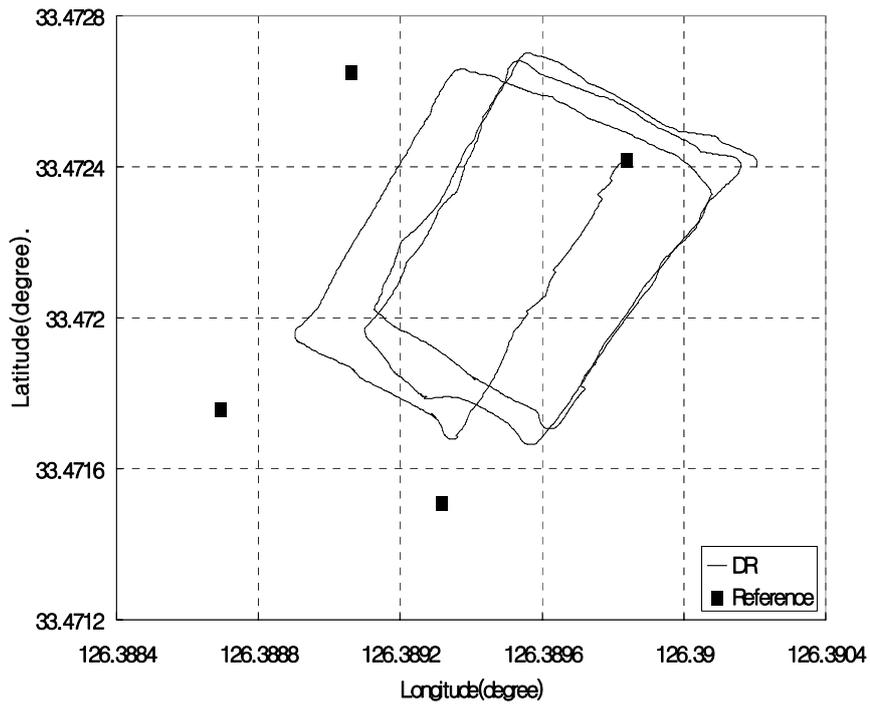


그림 29 Results of navigation using only dead reckoning

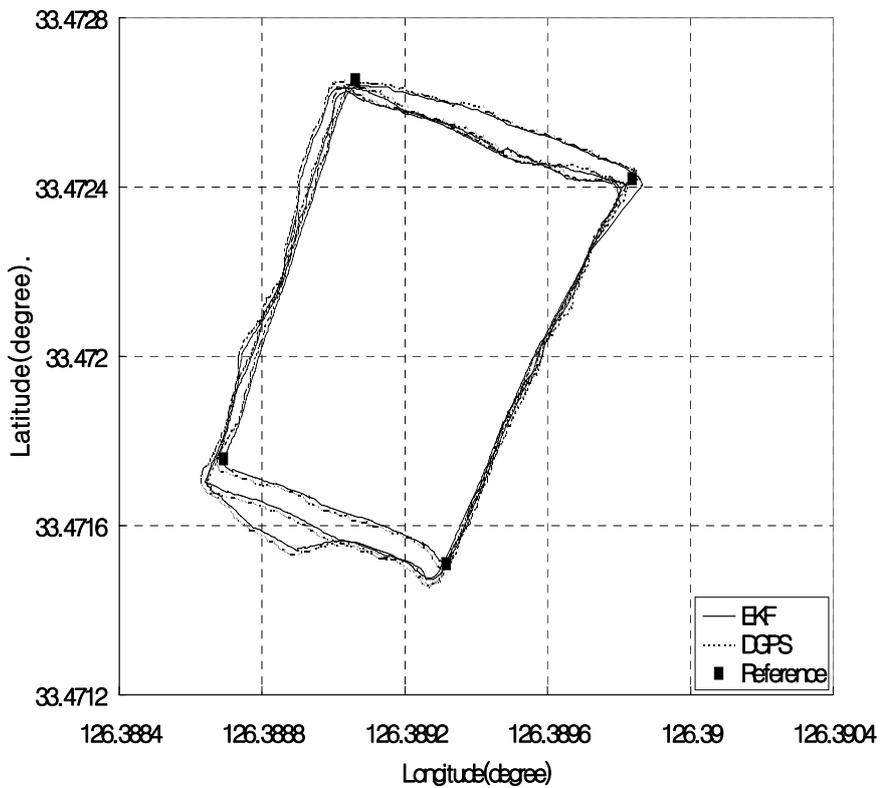


그림 30 Results of navigation using DGPS and EKF

5. 어획량 정보 송수신 시스템 설계

수산자원의 관리를 위하여 어선으로부터 어획된 어정, 어획량을 코드화하여 트랜스폰더를 통한 메시지를 전송할 수 있는 시스템을 설계하였다. 어획량은 현재 수협을 통하여 어선의 선장 및 선주가 어획된 고기를 수협공판장에서 경매를 통하여 판매되는 양으로서 판단을 하고 있으나 본 시스템을 적용하면 어획량을 정량적으로 관리를 할 수 있다. 다양한 어종을 세부적으로 코드화할 수는 없고 해양수산부에서 어종을 분류한 기준을 가지고 코드화 하여 시제품을 제작하였다. 이 코드 표는 아래와 같다. 향후에 국내의 각 지역별 어종분포도 및 어종명에 따라서 코드 표를 제시하면 어민들이 더 쉽게 어획량을 입력할 수 있을 것이다.

표 12 어종 코드표

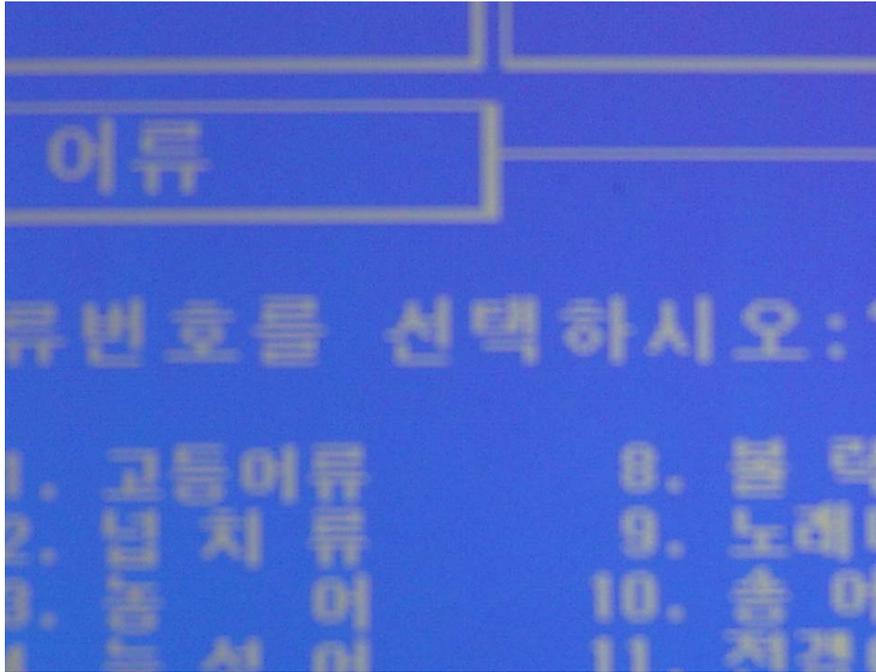
코드	어 종
01	고등어류
02	넙 치 류
03	농 어
04	능 성 어
05	돔 류
06	방 어
07	복 어 류
08	불 락 류
09	노래미류
10	송 어 류
11	진갱이류
12	전 어
13	쥐 치 류
14	기타어류

어종 및 어획량은 출력되는 화면에 제시되는 번호만을 입력하면 모든 정보가 자동으로 코드화되어 키패드를 통하여 확인키를 누르면 자동으로 전송이 되며 서버로 전송되는 메시지의 형태는 다음과 같다.

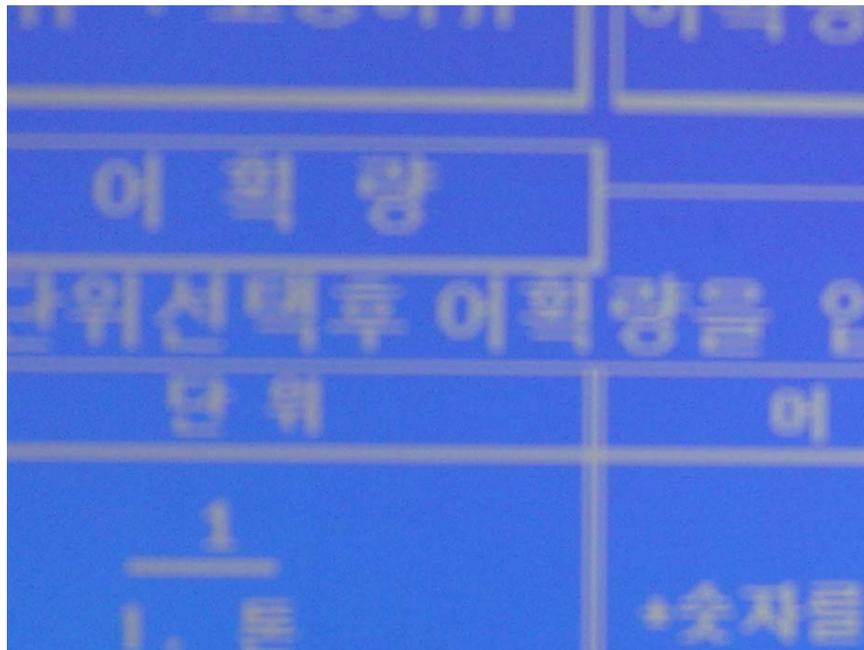
\$F, UserID, F_Code, KG_Code1, KG_Code2

- \$: Start Message
- F : 어획량 Data
- UserID : 선박식별코드(예:6223 or 6181)
- F_Code : 어종코드 두 자리수
- KG_Code1 : 어획량 코드(예 00123)
- KG_Code2 : 단위 코드(1 : ton , 2 : kg)

그림 31은 어종 및 어획량을 입력시키는 장면으로 고등어류, 단위는 톤, 어획량은 5000이라는 메시지가 형성되어 서버로 [\$F 6223 1 5000 2]라는 정보가 전송된다.



(a) 어종선택 화면



(b) 어획량 단위 및 어획량 입력화면

그림 31 어종 및 어획량을 입력하기위한 화면의 설계

6. 선박자동입출항 시스템 개발

어선이 출항을 하기 위해서는 관할 어촌계 및 관할 해경에 출항신고 및 입항신고를 하거나

어선명부를 통하여 항해일지를 매번 기록하여 확인을 받는 형태를 취하고 있다. 따라서 본 과제에서는 어선이 출항할 때 유선상의 간단한 연락 후 선박이 출항을 하게 되면 출항 날짜, 시간 등 각종 정보를 자동으로 서버로 메시지가 전송되도록 개발하였다. 서버로 전송되는 메시지의 형태는 다음과 같다.

\$S, UserID, S_Code

- \$: Start Message
- S : 입출항 Data
- UserID : 선박식별코드(예:6223 or 6181)
- S_Code : IN=입항, OUT=출항

7. 선박자동인식시스템 설계

선박자동인식 시스템은 AIS 시스템의 기본 기본기능으로서 지역별 기지국을 대상으로 50 마일 이내의 AIS를 장착한 선박은 인식을 할 수 있다. 따라서 자신의 선박을 기준으로 일정 영역 내에 들어오는 선박에 대하여서는 선박식별코드와 위치정보 그리고 선박과의 거리, 서버로부터 타 선박에 대한 정보를 수신할 수 있도록 설계하였다. 그러므로 중소형선의 정보를 AIS 장착한 대형선박에서도 미리 파악할 수 있을 것이며, 통항량이 많은 곳에서 AIS를 장착하지 않은 중소형선의 통항 상황을 견지 및 레이더 관측에만 의존하지 않고 자동으로 인식할 수 있다면 대형선 항해자의 긴장도 감소와 선박사고 예방에 큰 도움이 될 것이다.

8. 트랜스폰더의 VDM Message parsing

AIS 트랜스폰더에서의 메시지 전송은 IEC 61162-1 Edition 3의 개정안에 포함될 이진수 형태의 AIS용 sentence로, 트랜스폰더의 메시지는 6bit 형태의 데이터이다. 그러므로 64개의 문자만 송수신이 가능하다. 메시지의 종류로는 Addressed Message와 Broadcast Message로 나누어 질 수가 있으며, 트랜스폰더를 통해 메시지를 수신시에는 VDO, VDM sentence로 수신하며, VDO(VHF Data-link Own-vessel message)는 자기 자신의 메시지, VDM(VHF Data-link Message)은 다른 트랜스폰더를 통해 들어온 메시지를 의미한다.

따라서 트랜스폰더에서 VDM형태의 메시지를 CPU가 전송을 받고 내부에서 이를 8bit 형태의 ASCII 코드로 변환하여 메시지의 내용을 해석, 위치정보인지 사용자 메시지인지를 판단한 후 디스플레이 장치에 표시하게 된다. 반대로 어선에서 메시지를 전송할 경우에는 ASCII 코

드형태의 메시지를 6bit 형태의 데이터로 변환하여 트랜스폰더로 송신하라는 명령을 보내면 트랜스폰더가 지정된 MMSI의 트랜스폰더로 메시지를 송신하게 된다.

가. AIS 메시지 인코딩/디코딩 절차

(1). 메시지 파싱

Transponder에서 메시지를 읽고 이를 ASCII 코드로 변환하는 절차는 다음과 같다. 우선 트랜스폰더의 RS485 통신방식을 CPU의 RS232C 방식으로 변화해주는 컨버터를 통하여 VDM 메시지만을 추출하여 AIS 메시지의 송신된 경우의 문자열의 CRC 체크를 수행하여 전송의 정확도를 점검한 후 문제가 없을 경우 다음 단계로 넘어가게 된다.

송신측에서 보내는 메시지의 길이가 길 경우(154bit 이상) 이를 분할하여 전송을 하게 되는데 이 메시지를 멀티슬롯에 보내게 되어 진다. 멀티슬롯이 아니면 메시지 변환단계로 넘어가고 멀티슬롯이면 임시버퍼에 메시지를 저장한 후 모든 메시지를 전송이 완료된 다음 그 메시지의 문자열을 하나의 공간에서 완성을 하면 된다. 완성된 메시지를 해석하여 ITU 메시지를 추출하면 되는데 AIS메시지에서 ITU메시지로 추출하는 예는 아래에 보여 진다.

AIS 메시지 : !AIVDM,1,1,,,100000AuJd?0f95ePdEO>RQ00000,0*48
↓
ITU 메시지 : 100000AuJd?0f95ePdEO>RQ00000

추출된 ITU 메시지를 바이너리 코드로 변환 한 다음 이중 최상위 6비트는 메시지 ID이고 이 메시지의 ID에 따라서 필의 비트 수가 다르기 때문에 이를 먼저 구해야 한다. 이에 대한 예제를 아래에 제시하였다.

비트단위로 해석된 예제
Ex : 100000010001010101010101010101010101010101001010101
■ 최상위 6비트는 메시지 ID => 100000 => 1
■ 메시지 1번 일 경우 다음 2비트는 Repeat Indicator => 01 => 1
■ 메시지 1번 일 경우 다음 30비트는 MMSI => 000101010101...

이러한 메시지의 유형이 정해지고 난 후 8 비트 단위인 ASCII 코드로 문자 또는 숫자로 변

환을 수행하면 메시지에 대한 변환의 절차가 마무리되며, 이 메시지의 문자열을 해석하여 위치 정보 및 전송되는 메시지의 형태를 파악하여 사용자에게 알려주거나 디스플레이를 하면 된다.

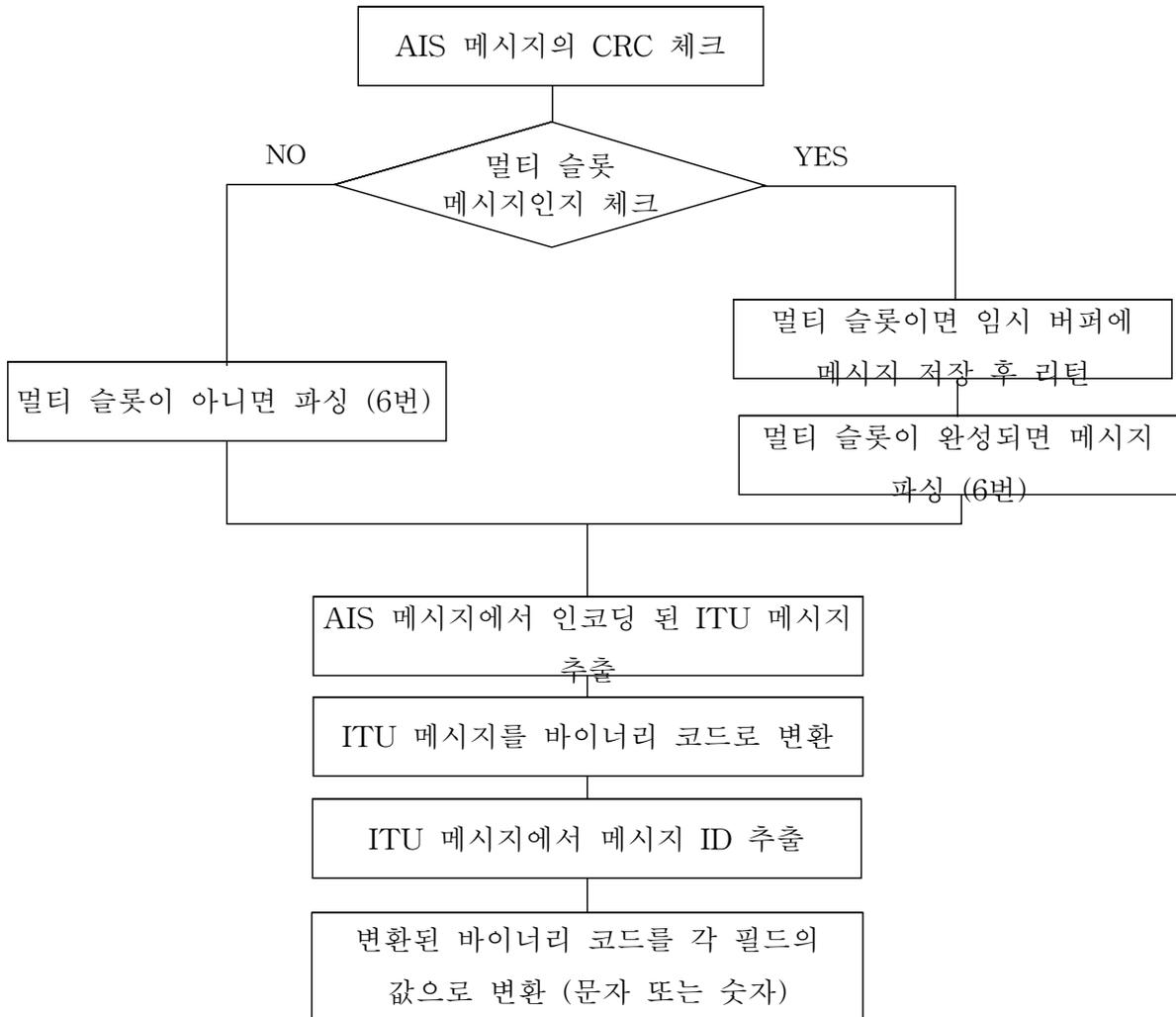


그림 32 메시지 분석 절차

(2) 메시지 생성

다음은 어선에서 위치정보, 어획량, 어종 및 기타 안전메시지를 보내기 위하여 마이크로프로세서에서 트랜스폰더로의 메시지를 변환하여야 하는데 이를 위해서는 8비트의 ASCII 코드를 6비트 형태의 데이터로 변환을 해야한다. 또한 메시지의 종류가 몇 번 메시지인지를 판단하여 ITU형태의 문자열로 변환하여 통신컨버터를 통하여 송신하면 트랜스폰더가 지정된 MMSI의 트랜스폰더 또는 기지국으로 메시지를 전송한다.

우선 사용자로부터 입력 받은 메시지의 인자를 가지고 메시지 6, 8, 12, 14번 메시지인지 판단하고 난 후 메시지 별로 전송할 문자열의 각 문자가 전송규격에서 제한한 범위를 넘지 않

는지 체크한다. 그런 다음 각 문자를 대문자로 변환한다. 이는 6 비트의 문자에서는 소문자를 인정하지 않으므로 모든 전송 문자를 대문자로 변환하여야 하는 것이다. 입력 받은 문자가 AIS에 적합한 문자열인지 체크하여 각 문자열을 바이너리 코드로 변환하고 변환된 바이너리 코드 앞부분에 국적 코드와 Application 코드를 입력(메시지 6번, 12번의 메시지 경우만 해당)한다. 그리고 국적코드와 Application 코드가 합쳐진 바이너리 코드를 ITU 메시지로 변환한다. ITU 메시지를 송신측 MMSI, 채널, 슬롯 등의 정보와 합쳐 AIS 메시지를 구성하여 트랜스폰더로 보내면 지정된 MMSI의 트랜스폰더로 전송이 되어 진다.

전송한 송신 메시지의 변환 흐름도를 그림 33에 나타내었다. 또한 규정된 문자들과 이 문자들의 2진수 형태를 그림 34에 나타내었다.

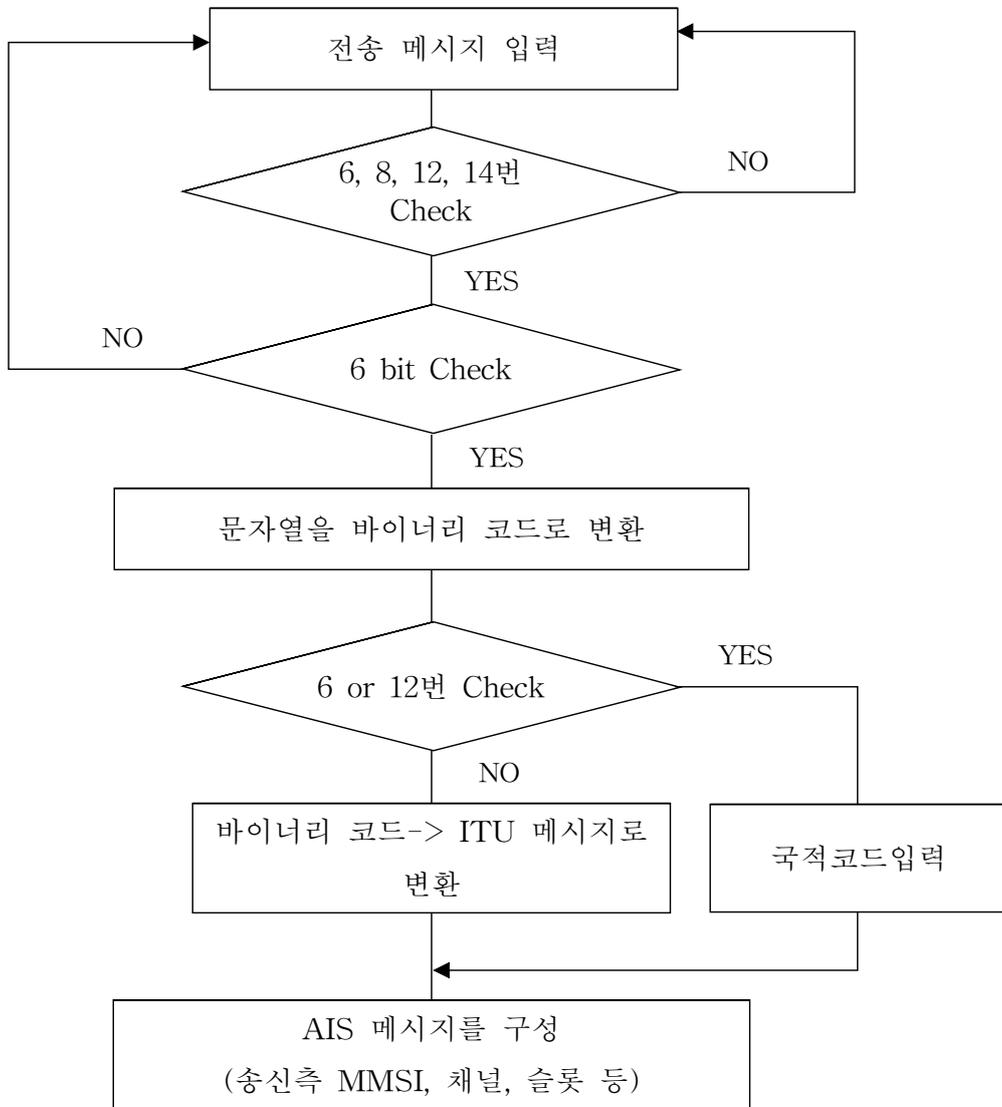


그림 33 전송메시지 생성 절차

```

// AIS 메시지 변환에 사용되는 문자열
const char ValidChar[BinaryFieldNum] =
{
    '0','1','2','3','4','5','6','7','8','9',
    ':',';','<','=','>','?','@','A','B','C','D','E','F','G','H','I',
    'J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','\','a',
    'b','c','d','e','f','g','h','i','j','k','l','m','n','o','p','q',
    'r','s','t','u','v','w'
}

const char BinaryField[BinaryFieldNum][7] =
{
    "000000", "000001", "000010", "000011", "000100", "000101", "000110", "000111",
    "001000", "001001", "001010", "001011", "001100", "001101", "001110", "001111",
    "010000", "010001", "010010", "010011", "010100", "010101", "010110", "010111",
    "011000", "011001", "011010", "011011", "011100", "011101", "011110", "011111",
    "100000", "100001", "100010", "100011", "100100", "100101", "100110", "100111",
    "101000", "101001", "101010", "101011", "101100", "101101", "101110", "101111",
    "110000", "110001", "110010", "110011", "110100", "110101", "110110", "110111",
    "111000", "111001", "111010", "111011", "111100", "111101", "111110", "111111"
}

const char ConChar[BinaryFieldNum] =
{
    '@', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K',
    'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W',
    'X', 'Y', 'Z', '[', '\\', ']', '^', '_', ' ', '!', '\\', '#',
    '$', '%', '&', '\'', '(', ')', '*', '+', ',', '-', '.', '/',
    '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', ':', ';',
    '<', '=', '>', '?'
}

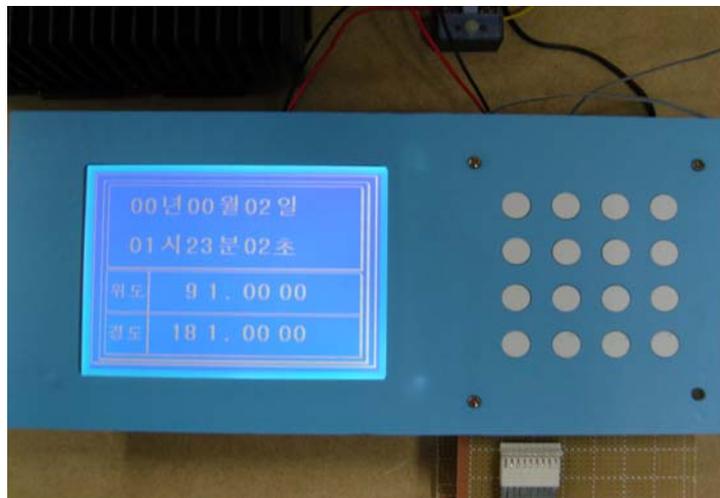
```

그림 34 규정된 문자열과 이진수와의 관계

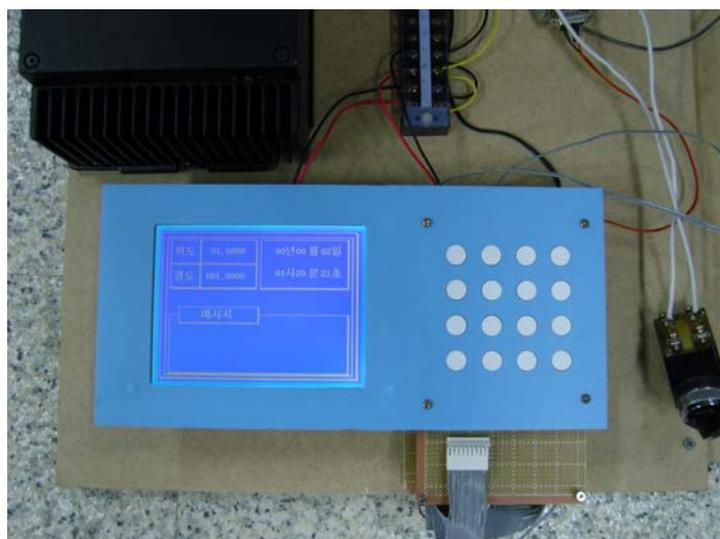
제 3 절 시작품제작 및 실험방법

1. 위치 및 어획량 정보 송수신 시스템 제작

AIS 트랜스폰더를 적용하여 선박에 장착할 수 있는 침단위치추적 시스템을 제작하기 위하여 기본적인 구성요소로서 화면표시장치(GHLCD), 입력장치로(KEYPAD), 전원변환기, RS232/485 컨버터 등을 연결하고 CPU의 통신포트에 트랜스폰더와 연결이 되어 있는 통신컨버터와 케이블을 통하여 위치 위치정보 및 시간/날짜 메시지 전송의 유무를 테스트하는 사진이 그림 35에 나타내고 있다.



(a) 위치 및 시간/날짜 정보 표시 테스트



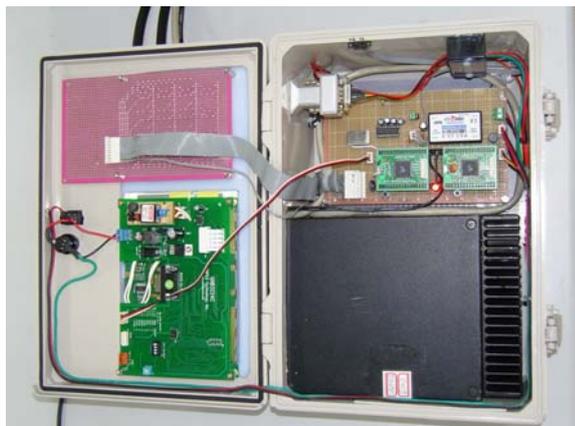
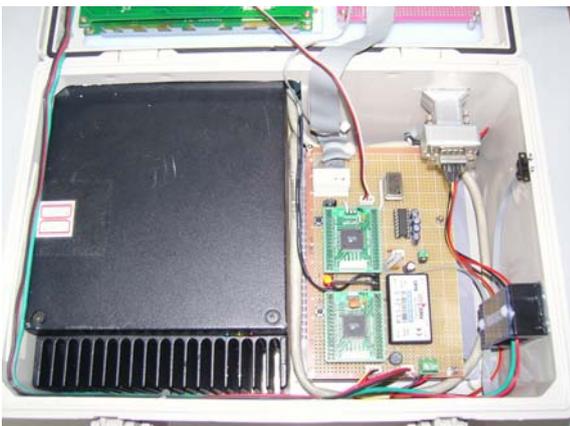
(b) 위치 및 시간/날짜, 메시지 표시 테스트

그림 35 제작된 테스트용 시스템

그림 36은 테스트를 완료한 구성요소들을 선박에 설치할 수 있도록 제어함에 장착한 사진이다. 그림 36(a)는 시제품 제작이 완료된 후 외형도 사진으로 (a)의 왼쪽은 정면사진으로 그래픽 LCD와 입력장치인 Keypad를 보여주고 있으며 (a)의 오른쪽은 측면사진으로서 트랜스폰더와 통신컨버터를 장착하고 연결한 사진이다. 트랜스폰더로부터 전원선과 GPS 수신기 연결 케이블과 BNC, 안테나 연결 동축케이블과 BNC를 통하여 연결됨을 보여주고 있다. 그림 36(b)는 시제품의 내부 장착도를 보여주고 있으며 트랜스폰더, 그래픽LCD, 통신컨버터와 주제어 장치와의 연결되어 있다.



(a) 시제품의 외형도



(b) 시제품의 내부 구성도 배치도

그림 36 시제품 제작 사진

2. 연구결과

가 실 해역 실험

(1) 통신 실험

제주지역의 AIS기지국은 한라산 세오름인 1110m에 있으며, 제주시 서북부 지역과 서귀포시 서쪽지역이 통신이 가능한 지역이며 동쪽이 음영지역으로 현재 추가로 기지국을 세우고 있다. 이 기지국이 완료되면 제주지역의 해안에서 50mile 이내의 선박은 통신이 가능할 것이다. 제작된 시스템을 서버용과 선박용으로 나누어 통신 테스트를 위하여 위치정보의 실시간 전송에 대한 실험을 실시하였다. 제주도 서귀포 항 주변의 양식시설에 투입된 급이선에 시스템을 설치하고 서버용(MMSI 6181)으로 사용될 AIS 트랜스폰더는 한라산 중산간 지역인 서귀포지역의 동홍동 전망대(위치좌표 경도 126.5560° 위도 33.2916°)에 설치하였다. 그리고 선박을 운항하면서 실시간 위치정보를 받은 결과를 그림 21에 나타내었다. 선박(MMSI 6223)이 항구 내에서 정박한 위치 좌표는 경도 126.5623° 위도 33.2395° 이고 그림 36에 원으로 표시하였다. 이 그림의 직선은 선박이 이동 경로를 보여주고 있다. 서버용 트랜스폰더가 설치된 위치에서 항구 내 선박까지의 거리는 4.85Km이고 서버로부터 선박과의 거리가 가장 멀리 있는 거리는 약 6.0Km로서 이 위치의 좌표는 경도 126.5750° 위도 33.2297° 이었다. 실험 시 해상에 풍랑주의보가 발효되어서 항구와 섬들 사이에서 통신이 가능성 여부만을 테스트 하였다. 그림 37을 보면 서버용 트랜스폰더의 MMSI는 6181이고 선박용 MMSI는 6223이다. 위치정보를 수신한 결과를 보면 MMSI 코드가 다른 것이 있으며 이는 서버용 트랜스폰더에서 통신 가능한 영역 내에 다른 선박이 인식됨을 보여주고 있다.

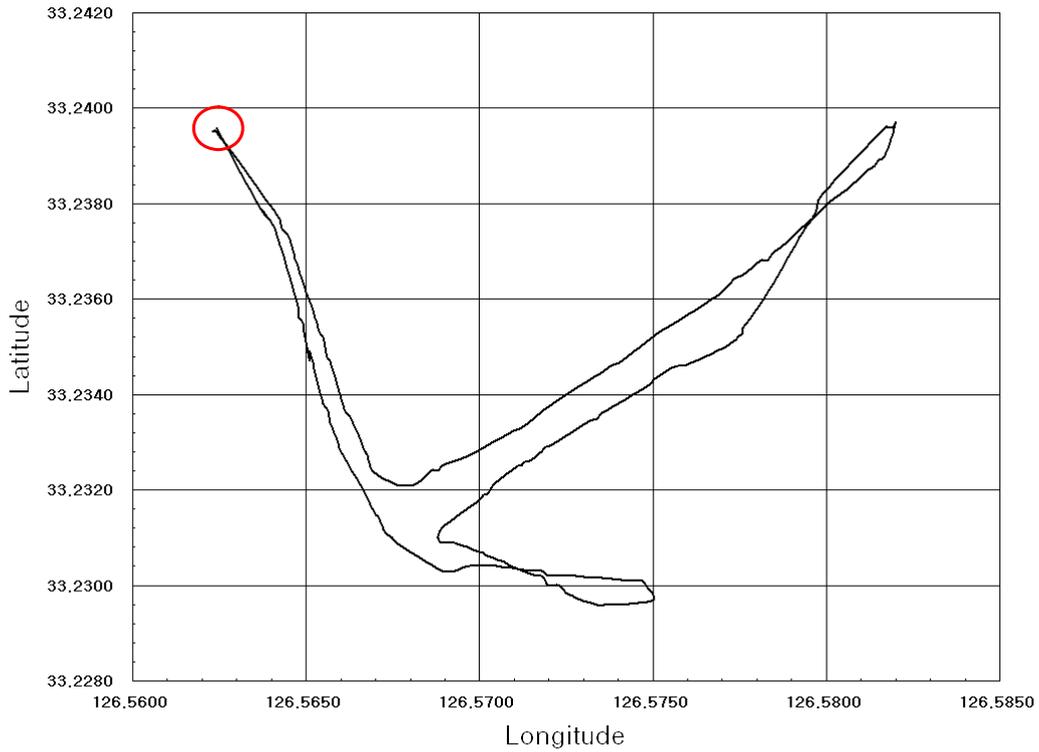


그림 36 어선을 이용한 위치정보 송신 실험

Fri Dec 08 13:57:00 2006 \$P 6223 126.5637 33.2379
Fri Dec 08 13:57:08 2006 \$P 6223 126.5639 33.2377
Fri Dec 08 13:57:09 2006 \$P 6223 126.5638 33.2378
Fri Dec 08 13:57:10 2006 \$P 6223 126.5637 33.2379
Fri Dec 08 13:57:12 2006 \$P 6223 126.5640 33.2376
Fri Dec 08 13:57:17 2006 \$P 6223 126.5640 33.2376
Fri Dec 08 13:57:22 2006 \$P 6223 126.5641 33.2375
Fri Dec 08 13:58:02 2006 \$P 440303780 126.5594 33.2393
Fri Dec 08 13:58:06 2006 \$P 6223 126.5648 33.2358
Fri Dec 08 13:58:11 2006 \$P 6223 126.5648 33.2356
Fri Dec 08 13:58:16 2006 \$P 6223 126.5649 33.2355
Fri Dec 08 13:58:20 2006 \$P 273437890 126.7493 33.1333
Fri Dec 08 13:58:23 2006 \$P 636012300 126.3597 32.8193
Fri Dec 08 13:58:28 2006 \$P 6223 126.5650 33.2351
Fri Dec 08 13:58:37 2006 \$P 6223 126.5651 33.2347
Fri Dec 08 13:59:00 2006 \$P 431300602 126.6297 33.1700
Fri Dec 08 13:59:02 2006 \$P 6223 126.5655 33.2338
Fri Dec 08 13:59:06 2006 \$P 6223 126.5656 33.2337
Fri Dec 08 13:59:10 2006 \$P 6223 126.5657 33.2335
Fri Dec 08 13:59:13 2006 \$P 6223 126.5657 33.2334
Fri Dec 08 13:59:18 2006 \$P 6223 126.5658 33.2332
Fri Dec 08 13:59:22 2006 \$P 515809000 126.4047 33.2254

그림 37 실험 데이터 코드

(2) 정보 송수신 실험

그림 40은 선박의 입출항 정보를 자동 판단하여 서버로 전송하는지와 어획량을 필요에 따라서 입력하여 전송하는 실험을 실 해역에서 수행하고 있는 전경이다. 그림 41은 실험결과 운항경로를 나타낸 것으로서 서버가 위치한 위치좌표는 경도 126.4663° 위도 33.5080° 이고 선박의 출항 전 위치좌표는 경도 126.4663° 위도 33.5068° (원 내부)이었다. 그래프는 선박의 항로를 보여주고 있다.



그림 40 선박내의 설치(GPS, VHF안테나, 시제품)

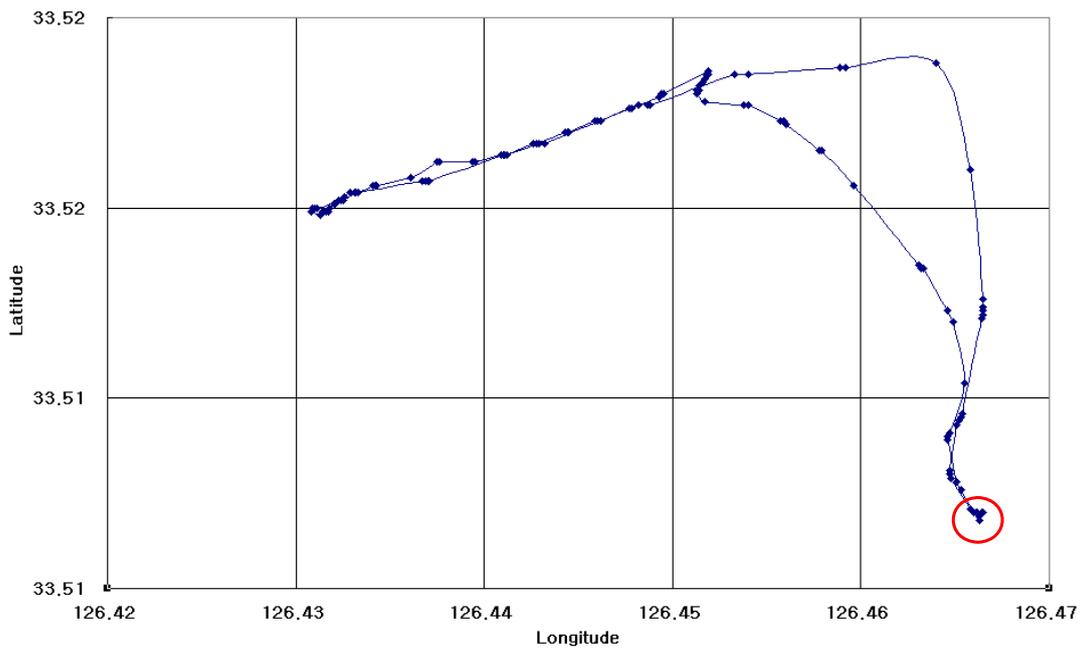


그림 41 선박의 운항 경로

그림 42은 입출항 정보를 전송하는 사진으로 선박이 출항전 위치좌표 경도 126.4663° 위도 33.5068°에 있어서 항구 내에 있다는 메시지를 송신했다는 결과를 보여주고 있다. 아래의 그림 41은 선박에서 전송하는 메시지를 서버가 받은 결과를 보여주고 있으며 MMSI가 6223인 실험 대상의 선박이 항구의 중심을 기준으로 일정영역을 벗어난 후 출항이 되었음을 알려주는 메시지가 송신된 코드를 보여주고 있다. 그림 44 선박이 약 1시간 운항 후 항구 내에 입항이 되었다는 메시지를 송신한 코드를 보여주고 있다. 또한 그림 45는 선박이 일정시간 운항하여 가상의 어획을 한 후 어획량을 전송한 코드를 보여준다. 이 코드를 보면 Tue Dec 19 11:28:07 2006 \$F 6223 1 200 2 로 2006년 12월 19일 11시 28분에 6223선박으로부터 고등어류 200 ton 을 어획하였다는 것을 알 수 있다. 어획한 위치정보는 같은 시간대의 선박의 위치정보를 보면 경도 126.4665° 위도 33.5070°임을 알 수 있다.

그림 42 입출항 정보 메시지 전송

Tue Dec 19 11:13:10 2006 \$P 6181 126.4663 33.5080
Tue Dec 19 11:13:11 2006 \$P 6223 126.4663 33.5068
Tue Dec 19 11:13:13 2006 \$P 6223 126.4663 33.5068
Tue Dec 19 11:13:15 2006 \$P 245130000 126.2321 33.6265
Tue Dec 19 11:14:00 2006 \$P 6181 126.4663 33.5080
Tue Dec 19 11:14:02 2006 \$P 6223 126.4663 33.5068
•
•
•
Tue Dec 19 11:15:10 2006 \$P 6223 126.4658 33.5071
Tue Dec 19 11:15:59 2006 \$P 6223 126.4648 33.5079
Tue Dec 19 11:15:59 2006 \$S 6223 OUT
Tue Dec 19 11:15:59 2006 \$S 6223 OUT
Tue Dec 19 11:16:03 2006 \$P 6223 126.4647 33.5080
Tue Dec 19 11:16:09 2006 \$P 6223 126.4647 33.5081
Tue Dec 19 11:17:00 2006 \$P 6223 126.4651 33.5093
Tue Dec 19 11:17:02 2006 \$P 6223 126.4652 33.5094
Tue Dec 19 11:17:05 2006 \$P 6223 126.4653 33.5095
Tue Dec 19 11:17:06 2006 \$P 440300036 126.4886 33.6495

그림 43 출항정보 전송 코드

Tue Dec 19 12:17:05 2006 \$P 6223 126.4665 33.5070
Tue Dec 19 12:17:07 2006 \$P 440109020 126.5344 33.5202
Tue Dec 19 12:17:10 2006 \$P 412441990 126.3872 33.6110
Tue Dec 19 12:17:11 2006 \$P 412326230 126.3051 33.5745
Tue Dec 19 12:17:58 2006 \$P 209075000 126.6436 33.7883
Tue Dec 19 12:18:00 2006 \$P 356524000 126.4157 33.5701
Tue Dec 19 12:18:01 2006 \$P 412441990 126.3892 33.6122
Tue Dec 19 12:18:02 2006 \$P 440300745 126.8555 33.9520 Tue
Dec 19 12:18:04 2006 \$S 6223 IN
Tue Dec 19 12:18:04 2006 \$S 6223 IN
Tue Dec 19 12:18:06 2006 \$P 6223 126.4665 33.5070
Tue Dec 19 12:18:08 2006 \$P 412458520 126.4911 33.6424
Tue Dec 19 12:18:09 2006 \$P 6223 126.4665 33.5070
Tue Dec 19 12:18:10 2006 \$P 209075000 126.6447 33.7883
Tue Dec 19 12:18:10 2006 \$P 209075000 126.6447 33.7883
Tue Dec 19 12:18:12 2006 \$P 6223 126.4665 33.5070

그림 44 입항정보 전송 코드

Tue Dec 19 11:28:04 2006 \$P 440112280 126.4396 33.5714
Tue Dec 19 11:28:05 2006 \$P 412441940 126.2691 33.4960
Tue Dec 19 11:28:06 2006 \$P 6223 126.4331 33.5154
Tue Dec 19 11:28:07 2006 \$F 6223 1 200 2
Tue Dec 19 11:28:07 2006 \$F 6223 1 200 2
Tue Dec 19 11:28:07 2006 \$P 6223 126.4331 33.5154
Tue Dec 19 11:28:09 2006 \$P 477125500 126.1819 33.5463
Tue Dec 19 11:28:58 2006 \$P 6223 126.4329 33.5154
Tue Dec 19 11:29:00 2006 \$P 6181 126.4663 33.5080
Tue Dec 19 11:29:01 2006 \$P 6223 126.4329 33.5154

그림 45 어획량 전송 코드

(3) 선박자동인식 실험

그림 46는 서버에서 인식한 주변 선박들의 위치 및 운항항로를 나타내며, 그림 47은 그때의 서버에서 인식된 코드를 나타낸다. 선박식별코드(6181)는 항구에 설치된 서버의 위치좌표(경도 126.4663° 위도 33.5080°)이며 선박식별코드(123456789)는 실험선박이 아닌 다른배의 ID로서 위치좌표는 경도 126.2918° 위도 33.9581° 이다. 서버로부터 MMSI 123456789의 선박과의 거리는 45.94Km로 현지의 날씨와 주변 환경에 따라서 50~60마일정도 까지의 거리에서 운항하는 선박을 인식할 수 있음을 보여준다. 이와 같이 다른 선박의 위치 및 운항경로를 그림으로 보여 줄 수 있어 해양안전사고 예방에 기여할 것으로 사료된다.

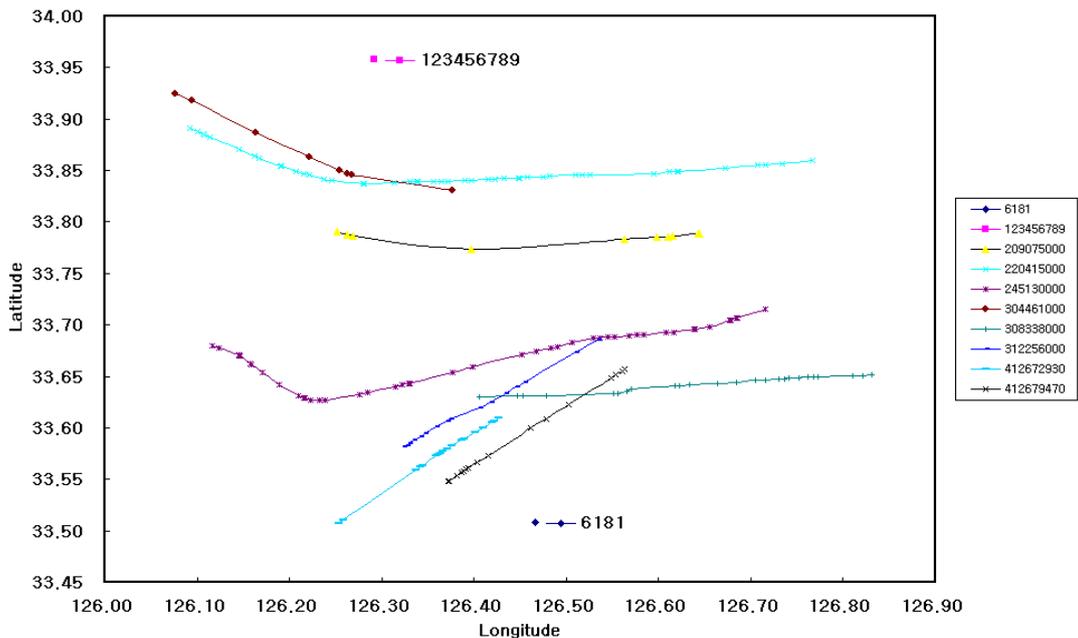


그림 46 서버에서 인식한 선박들 위치 및 운항항로

Tue Dec 19 10:57:05	2006	\$P 245130000	126.1238	33.6778
Tue Dec 19 10:57:07	2006	\$P 371315000	127.0251	33.8021
Tue Dec 19 10:57:09	2006	\$P 440113360	126.4282	33.6067
Tue Dec 19 10:57:10	2006	\$P 440001960	126.5368	33.5208
Tue Dec 19 10:57:11	2006	\$P 6223	126.4663	33.5068
Tue Dec 19 10:57:13	2006	\$P 220415000	126.1005	33.8878
Tue Dec 19 10:58:00	2006	\$P 440112280	126.3283	33.5523
Tue Dec 19 10:58:02	2006	\$P 6223	126.4663	33.5068
Tue Dec 19 10:58:04	2006	\$P 440107900	126.5948	33.5370
Tue Dec 19 10:58:05	2006	\$P 220415000	126.1072	33.8853
Tue Dec 19 10:58:08	2006	\$P 440113360	126.4279	33.6068
Tue Dec 19 10:58:09	2006	\$P 6223	126.4663	33.5068
Tue Dec 19 10:58:11	2006	\$P 220415000	126.1079	33.8850
Tue Dec 19 10:58:13	2006	\$P 6223	126.4663	33.5068
Tue Dec 19 10:58:15	2006	\$P 220415000	126.1084	33.8848
Tue Dec 19 10:59:00	2006	\$P 6223	126.4663	33.5068
Tue Dec 19 10:59:01	2006	\$P 220415000	126.1142	33.8825
Tue Dec 19 10:59:02	2006	\$P 412326230	126.0987	33.4627
Tue Dec 19 10:59:04	2006	\$P 308338000	126.8103	33.6501
Tue Dec 19 10:59:05	2006	\$P 412679470	126.3817	33.5537
Tue Dec 19 10:59:06	2006	\$P 440113780	126.5214	33.5320
Tue Dec 19 10:59:09	2006	\$P 440113360	126.4276	33.6067
Tue Dec 19 10:59:10	2006	\$P 6223	126.4663	33.5069
Tue Dec 19 10:59:11	2006	\$P 440001960	126.5367	33.5209
Tue Dec 19 10:59:12	2006	\$P 440302190	126.4653	33.5069
Tue Dec 19 11:00:00	2006	\$P 245130000	126.1449	33.6708
Tue Dec 19 11:00:01	2006	\$P 6223	126.4663	33.5069
Tue Dec 19 11:00:02	2006	\$P 477125500	126.2818	33.5656
Tue Dec 19 11:00:03	2006	\$P 6223	126.4663	33.5069
Tue Dec 19 11:00:04	2006	\$P 123456789	126.2918	33.9581
Tue Dec 19 11:00:05	2006	\$P 245130000	126.1455	33.6704
Tue Dec 19 11:00:06	2006	\$P 565044000	126.3482	34.0909
Tue Dec 19 11:00:08	2006	\$P 440108090	126.5366	33.5222
Tue Dec 19 11:00:09	2006	\$P 477997800	126.6900	33.7893
Tue Dec 19 11:00:09	2006	\$P 477997800	126.6900	33.7893
Tue Dec 19 11:00:11	2006	\$P 245130000	126.1462	33.6701
Tue Dec 19 11:01:00	2006	\$P 6181	126.4663	33.5080
Tue Dec 19 11:01:02	2006	\$P 477125500	126.2782	33.5649
Tue Dec 19 11:01:03	2006	\$P 412326230	126.1038	33.4660
Tue Dec 19 11:01:05	2006	\$P 412679470	126.3864	33.5566
Tue Dec 19 11:01:07	2006	\$P 440109020	126.5345	33.5202
Tue Dec 19 11:01:08	2006	\$P 6223	126.4663	33.5069

그림 47 선박자동인식 코드 예

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구목표 및 대비 결과(요약)

당초 연구 목표	당초 목표 대비 연구결과
입출항자료 정보화시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 입출항자료 정보화시스템 설계완료 <ul style="list-style-type: none"> - 입출항정보수신 Database (선박 코드, 위도/경도, 입출항 시간) - 입출항 선박위치정보 프로그램 - 운항시간 산정 프로그램 (운항시간, 항해거리, 유류산정)
○ 어획량 모니터링 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 어획량 모니터링 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 어획량정보수신 Database 설계(선박코드, 어종, 어획량(Kg ,Ton)) - 어장별 어획량 정보 프로그램
○ 선박위치 및 어획량 송수신 시스템 응용 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ AIS Transponder를 응용한 선박위치 및 어획량 송수신시스템 설계완료 <ul style="list-style-type: none"> - GPS 응용 선박위치정보 제공 - 선박자동인식정보 - 어획량 정보 송수신 - 선박자동입출항 정보 제공
○ 시제품제작 및 실험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위치 및 어획량 정보 송수신 시스템 pilot plant 제작완료 ○ 실 해역 실험을 통해 성능검증완료

2. 연구성과

가. 산업재산권

- 특허 1건 출원 중 : 선박정보모니터링시스템, 출원번호 : 10-2007-6095, 출원일자 : 2007.1.19

나. 기타

- 시제품 : 어선 위치 추적 및 어획량정보 송수신 시스템
- 발생품 : 입출항 및 어획량 database 시스템

3. 기대효과

가. 정량적 효과

- 선박 위치 및 어획량 송수신시스템 보급을 산업화할 경우 예상되는 경제적 효과
 - 향후 3년 이내 연간 매출액 : 50억원
 - 수출증대효과 : 50억원
 - 원감절감효과 : 0원
 - 고용창출효과 : 50명

나. 정성적 효과

- 과학기술적인 효과
 - 어선의 위치 정보에 관한 통합모니터링 기술의 100% 확보
 - 어선의 개별 위치 송신 장비의 국산화율을 90%이상 확보
 - 수작업으로 운영되던 어선 입출항 정보를 인터넷으로 전산화하여 모니터링 가능
 - 어장 정보화할 수 있는 기술 확보
- 경제 및 사회적인 효과
 - 면세유에 대한 적절한 관리 및 공급체계를 확립할 수 있어 유류 공급자와 어민과의 불신을 해소
 - 개별 위치 송신 장비를 수입 장비 대비 50%로 국산화할 수 있을 것으로 기대
 - EEZ관련 일본으로의 월경, 중국 어선의 우리 측 월경 등에 대한 방지 방안 확보
 - 어선 입출항 정보의 수집과 관리체계를 통신과 인터넷을 통한 정보화 체계로 전환하게 되어 각 해역별 어획량 및 변화추이에 대한 통계자료의 확보와 이의 분석에 따른 수산자원의 효율적 관리가 가능하여 어업 활동을 신속하고 경제적으로 지원하고 관리할 수 있음.
 - 어선과 어민에 대한 입출항시 체계적인 관리 및 지원이 가능하게 되어 어업 활동의 생산성을 높일 수 있음.
 - 항해안전 효과 : 선박 간 위치정보를 수/발신하여 충돌사고를 방지
 - 어장감시 : 위치정보를 활용하여 보호어장에 대한 침입여부 감시
 - 환경보호 : 환경보호를 위해 유조선이 침범해서는 아니 되는 지역에 대한 모니터링

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 연구수행결과 현황

가. 핵심 기술(노하우) 또는 연구결과

- 1) 선박위치 및 어획량 송수신 시스템 설계기술
- 2) 어선 입출항을 실시간으로 웹에서 모니터링 할 수 있는 방안 도출
- 3) 어선의 어획 위치는 물론 그 위치에서의 어획량을 정보화할 수 있는 방안 도출
- 4) 개별 어선의 운항 시간을 모니터링에 의하여 정보화함으로써 명확한 면세유 지원 자료를 도출할 수 있는 방안 도출

나. 산업재산권

- 특허 1건 출원 중 : 선박정보모니터링시스템, 출원번호 : 10-2007-6095, 출원일자 : 2007.1.19

다. 발생품 및 시작품 내역

- 시작품 : 어선 위치 추적 및 어획량정보 송수신 시스템
- 발생품 : 입출항 및 어획량 database 시스템

2. 핵심기술(연구내용) 수준 및 활용유형

핵심기술 (연구내용)	핵심기술(연구내용) 수준					기술(연구결과) 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
어선 입출항정보시 스템	●							●	●	
위치 및 어획량 송수신시스템		●				●		●	●	

3. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술(연구내용)	활 용 계 획(활용시기, 활용방법 등을 요약하여 기재)
<p>AIS transponder를 응용한 위치 및 어획량 송수신시스템 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 산업체 기술이전을 통하여 상품화로 활용 가능 - 해양수산부 및 지자체를 통해 현장보급 방안을 강구하여 어민들의 불편을 해소 및 자원관리에 활용 가능 - 선박 간 위치정보를 수/발신하여 충돌사고를 방지하는 항해안전에 활용
<p>인터넷을 이용한 자동어선 입출항정보 및 어획량 정보 database 구축기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 항해거리 및 시간에 따른 적정 면세유 공급량 산정 및 정책 자료로 활용 가능 - 각 해역별 어획량 및 변화추이 통계자료의 확보 및 정책 자료로 활용 가능 - 어획량 통계분석에 따른 수산자원의 효율적 관리 도구로 활용가능 - 어선 및 여객선 입출항을 실시간으로 보고 및 웹에서 모니터링 - 어장감시 : 위치정보를 활용하여 보호어장에 대한 침입여부 감시 - 유조선 침입금지구역 모니터링 : 환경보호를 위해 유조선이 침범해서는 아니 되는 지역에 대한 모니터링

제 6 장 정책 제안

본 연구에서는 소형선박에 적용 가능한 저가형의 선박위치 및 어획량 정보를 모니터링 하는 시스템을 개발하였다. 또한 모니터링 되는 각종 항해정보 및 어획량정보를 데이터베이스화하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템의 주요 특징은 선박위치 정보를 이용한 입출항 정보 자동제공, 선박별 항정거리에 따른 적정 면세유 산정, 그리고 어획한 어종 및 어획량을 입력하여 송신하는 기능 등이다. 이와 같은 시스템 및 데이터베이스화된 정보를 활용하여 시행할 수 있는 정책 및 이와 관련된 제안할 수 있는 정책들은 다음과 같다.

■향후 어업협정 관련 자료 확보 정책에 활용

과거 주변국과의 어업협정당시 우리나라는 정확한 어장별 어획량에 대한 자료가 부족하여 협상에서 많은 불이익을 당한 바 있다. 이는 현재 자발적인 신고에 의존하는 각 어선의 어장 및 어획량조사를 본 과제에서 개발된 것과 같은 기능의 시스템을 정책적으로 보급하고 자발적으로 어획량정보를 제공할 수 있도록 홍보해 나감으로서 달성가능하다.

■EEZ를 월경하는 국내외 선박 정보 확보 및 감시 정책에 활용

전용 인공위성이 도입될 경우에는 EEZ를 월경하는 어선의 정보를 얻을 수 있을 것이며, 현재 AIS Class B Type의 경우에는 출력에 따라 동해의 경우 어느 정도 가능성이 있으나, 서남해인 경우에는 불가능한 것으로 판단된다.

■선박 간 충돌방지 정책에 이용

정보 전송 주기가 초단위로 이루어질 경우에는 선박 자체의 충돌 가능성에 대한 계산이 가능할 뿐 아니라 육상에서 위치 정보를 수신한 후 즉시, 충돌 정보가 가능하다.

■위험지역 및 금지지역 접근 시 능동적 통보

대형 선박인 경우에는 위험지역의 정보를 단말기에 수록하여 자체적인 판단으로 경보가 가능할 것으로 판단하고, 일반 어선인 경우에는 경제적인 단말기이면서 극소화해야 하므로 육상기지국에서 위험지역으로 진입하는 선박에 대하여 경보를 송신으로 통보하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

■어획량 및 어장정보 실시간 정보 제공 정책

조업지역에 대한 위치정보에 대해서는 민감한 사항이므로 어민과 전문가의 의견 수렴을 통하여 활용에 대한 내용이 결정되어야 할 것이다.

■어선 위치정보, 안전 정보, 어선 제원 정보 등을 관리하면서 인프라 성격이 강한 GICOMS에 수산 정보종합시스템(수협과 해양수산부)을 연계하여 수산조업 정보를 어민과 어선에 제공할 수 있는 체계가 필요할 것으로 판단된다. 다만, 민감한 조업위치 정보의 활용에 대해서는 현명한 정책적 판단이 필요할 것으로 사료다.

■해양경찰청에서 담당하는 선박입출항정보의 자동화를 위하여 GICOMS를 활용할 경우에는 어민에게는 능동적인 정책지원이 될 것으로 사료된다.

제 7 장 참고문헌

- [1] 안유환, "해양환경관측 및 개선을 위한 기반기술 연구," KORDI 2000 Annual Report, 2000.
- [2] 한국해양연구소, 광역 표층 해류관측을 위한 TGPS Buoy 시스템 운영지침서, 1995.
- [3] Marin Tech 사, 연안 관측모형선 카탈로그, 1998.
- [4] Tom Logsdon, Understanding the NAVSTAR - GPS, GIS, and IVHS, VNR Van Nostrand Reinhold, New York, 1995.
- [5] Tamaki, U., "Development of AUV 'PTEROA'," International J. of Advanced Robotics, MBARI, pp.195-200., 1990.
- [6] Yuh, J., " Design and Control of Autonomous Underwater Robots," International J. of Autonomous Robots, Vol. 8, No. 1, pp. 7-24, 2000.
- [7] Ishida, A., Kasino, Y., Mitsudera, H. and Kadokura, T., " Mean Structure and variability of the Equatorial Pacific Subspace Countercurrent in the JAMSTEC High-resolution OGCM," JAMSTEC, No.39, pp.117-137, 1999.
- [8] 심우성, 서상현(2000), "국내 AIS서비스 실시를 위한 요구사항 분석", 한국해양환경공학회 논문집, 제 3권 제 1호, pp.183-207.
- [9] 해양수산부, "선박자동식별장치(AIS) 도입을 위한 기초연구평가", 2001년 3월.
- [10] 홍순배, "선박자동식별시스템(AIS)의 도입과 해상교통안전 관리체계의 전망", 해양안전소식지 2001년 가을호.
- [11] 박성태, "해상교통안전 서비스정보망 구축에 관한 연구", 한국해양대학교 석사학위 논문, 2001년 2월.
- [12] IALA GUIDELINES ON UNIVERSAL SHIPBORNE AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS), VERSION 1.0 DECEMBER 2001.
- [13] Recommendation on Automatic Identification System(AIS) Shore Station and networking aspects relating to the AIS Service, IALA Recommendation A-124, December 2002.
- [14] Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems-Automatic identification (AIS) - Part2 Class A shipborne.
- [15] equipment of the universal automatic identification system(AIS) - Operational and performance requirements, methods of test and required test results, IEC 61993-2, 2001,12.
- [16] Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems-Digital interfaces- Part 1 : Single talker and multiple listeners , IEC 61162-1, 2000-07.
- [17] Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system

using time division multiple access in the VHF maritime mobile band, ITU-R M.1371-1.

- [18] Siouris, G., Aerospace Avionics Systems, A Modern Synthesis, Academic Press Inc., San Diego, California, USA, 1993.
- [19] 한국해양연구소, DGPS운용을 위한 기반 구축, BSPE 98716-00-1158-2, 1998.
- [20] 유복모, 지리공간 정보론, 동명사, P.234, 1995
- [21] Cox, D. B. "Integration of GPS with Inertial Navigation Systems," Journal of the Institute of Navigation, vol. 1, pp. 144-153., 1978.
- [22] Upadhyay, T., "Autonomous GPS/INS navigation experiment for space transfer vehicle," IEEE Trans. of Aerospace & Electronic Systems, Vol. 29, No. 3, 1993.
- [23] Kao, W., "Integration of GPS and Dead Reckoning Navigation Systems," Proc. of VNIS, 1991.
- [24] 김진원, 지규인, 이장규, 이영재, "GPS와 Dead-Reckoning을 이용한 항법 시스템 설계," 제어·자동화·시스템 공학회지., Vol. 2, No. 3, pp188-193, 1996.
- [25] 박요섭, 다중 빔 음향 측심 자료 처리를 위한 해저면 맵핑 시스템, 인하대학교 자동화 공학과 석사 학위 논문, 1996.
- [26] 박대선, 실시간 OS 를 이용한 GPS/DR 결합 무인지상차량 항법시스템 개발, 건국대학교 전자·정보통신공학과 석사 학위 논문, 2001.
- [27] Derrick, R. Peyton., "Using GPS and ROVs to Map the Ocean," GPS World, PP.40-44, 1992.
- [28] Bar-shalom, Tracking and Data Association, Academic Press, 1988
- [29] 이영재, 지규인, 박찬식, 김일선, 이장규, 김춘식, "DGPS를 이용한 위치측정실험," 제2차 GPS Workshop, pp.273-280, 1995.
- [30] Roberts, G., Williams, A., David, L, J., Penning, D, P., Mark, S, R., "A Low-Power Postprocessed DGPS System for Logging the Locations of Sheep on Hill Pastures," Journal of the Institute of Navigation Vol.42, No.2 pp.327, 1995.
- [31] Lim, J, H., Kang, C, U., " Grid-based Localization of a Mobile Robot using Sonar Sensors," KSME Int. J., Vol. 6, No. 3, pp. 302-309, 2002.