



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

항해안전과 효율적 문자통신을 위한
AIS-ECDIS 연계시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of AIS-ECDIS Related System
for Safety Navigation and Efficient Text Communication



2014년 6월

한국해양대학교 대학원

해양경찰학과

안영중

본 논문을 인영중의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장 박 영 수 (인)

위 원 윤 귀 호 (인)

위 원 이 윤 석 (인)



2014년 6월

한국해양대학교 대학원

목 차

| | |
|---|----|
| List of Tables | v |
| List of Figures | vi |
| Abstract | x |
| | |
| 1. 서 론 | |
| 1.1 연구의 배경과 목적 | 1 |
| 1.2 연구의 방법과 구성 | 3 |
| | |
| 2. AIS-ECDIS 연계기술 현황 및 e-Navigation 기술동향 | |
| 2.1 선행연구 | 6 |
| 2.1.1 다중선박 충돌위험도 식별 시스템 | 6 |
| 2.1.2 선회조기감지 시스템 | 7 |
| 2.1.3 AIS-ASM (Application-Specific Messages) | 9 |
| 2.1.4 선행연구 분석 결과 | 10 |
| 2.2 e-Navigation 기술동향 | 11 |
| 2.2.1 국외 e-Navigation 관련연구 및 대응동향 | 12 |
| 2.2.2 국내연구 및 대응동향 | 15 |
| 2.2.3 AIS-ECDIS 연계시스템과의 호환성 | 17 |
| 2.3 AIS-ECDIS 연계성능 현황 및 문제점 | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1 AIS 사용현황과 이용상의 문제점 | 18 |
| 2.3.2 ECDIS 사용현황과 이용상의 문제점 | 33 |
| 3. AIS-ECDIS 연계시스템의 개념설계 | |
| 3.1 AIS-ECDIS 연계시스템 기초 개념설계 | 44 |
| 3.2 문자통신방식 구조설계 | 46 |
| 3.3 AIS-ECDIS 연계시스템 NSS 소프트웨어 역할 설계 | 57 |
| 3.4 Message banner click interface 기능 설계 | 58 |
| 4. AIS-ECDIS 연계시스템의 구현 | |
| 4.1 AIS-ECDIS 연계시스템의 구현 | 61 |
| 4.1.1 AIS-ECDIS 연계시스템 구성 사양 | 63 |
| 4.1.2 AIS-ECDIS 연계시스템의 UI 구성 | 65 |
| 4.2 AIS-ECDIS 연계시스템 성능실험 | 73 |
| 4.2.1 메시지 송신 | 74 |
| 4.2.2 메시지 수신 | 77 |
| 5. 결론 | |
| 5.1 연구 결과의 요약 및 결론 | 80 |
| 참고 문헌 | 84 |

List of Tables

| | |
|--|----|
| Table 1 e-Navigation Project of Europe | 13 |
| Table 2 e-Navigation Project of North America | 14 |
| Table 3 Questionnaire for e-Navigation development | 17 |
| Table 4 The information provided by the AIS | 22 |
| Table 5 Class A ship-borne AIS reporting intervals | 23 |
| Table 6 Technical characteristic of 4S broadcasting | 46 |
| Table 7 Selected message for Message banner click interface | 59 |
| Table 8 Recommended Specification of NSS software(Ver. 1.0) | 63 |
| Table 9 Specification of UAIS-11 | 64 |
| Table 10 Message Data Encoding and Decoding | 76 |

List of Figures

| | | |
|-----------------|--|----|
| Fig. 1 | Flow Chart of Study | 5 |
| Fig. 2 | System of Estimation of Collision Risk among Ships based on AIS Data | 7 |
| Fig. 3 | Early Detection Method on Altering Course of a Target Ship | 8 |
| Fig. 4 | NOAA Physical oceanographic real-time system | 10 |
| Fig. 5 | Concept of e-Navigation | 12 |
| Fig. 6 | Patent of e-Navigation | 15 |
| Fig. 7 | Concept of Korean e-Navigation development | 16 |
| Fig. 8 | 4S communication of Automatic Identification System | 18 |
| Fig. 9 | Block diagram of AIS | 20 |
| Fig. 10 | Questionnaire of AIS operation (a) | 25 |
| Fig. 11 | Questionnaire of AIS operation (b) | 25 |
| Fig. 12 | Questionnaire of AIS operation (c) | 26 |
| Fig. 13 | Questionnaire of AIS operation (d) | 26 |
| Fig. 14 | Questionnaire of AIS operation (e) | 27 |
| Fig. 15 | Questionnaire of AIS operation (f) | 27 |
| Fig. 16. | SAMYUNG ENC AIS SI-30 | 28 |
| Fig. 17 | FURUNO AIS F-150 | 28 |
| Fig. 18 | JRC AIS NCM-722 | 28 |
| Fig. 19 | TRANSAS AIS T105 | 28 |

| | | |
|----------------|---|----|
| Fig. 20 | AIS RX Message (a) | 30 |
| Fig. 21 | AIS RX Message (b) | 30 |
| Fig. 22 | AIS RX Message (c) | 30 |
| Fig. 23 | AIS RX Message (d) | 30 |
| Fig. 24 | Transmit AIS Message | 31 |
| Fig. 25 | Check Received AIS Messages | 32 |
| Fig. 26 | ECDIS components | 33 |
| Fig. 27 | ECDIS system implementation schedule | 34 |
| Fig. 28 | Sensor connections of ECDIS | 35 |
| Fig. 29 | Electronic Chart Display & Information System | 36 |
| Fig. 30 | PM3D ECDIS | 38 |
| Fig. 31 | AIS Information display | 38 |
| Fig. 32 | TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS Interface of AIS Information (a) | 39 |
| Fig. 33 | TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS Interface of AIS Information (b) | 39 |
| Fig. 34 | PC Maritime Navmaster ECDIS Interface of AIS Information | 40 |
| Fig. 35 | JRC JAN - 901M / 701 ECDIS Interface of AIS Information | 41 |
| Fig. 36 | Electronic Chart Display & Information System | 42 |
| Fig. 37 | Arrangement of AIS and ECDIS on Bridge | 43 |
| Fig. 38 | Concept of Navigation support system | 44 |
| Fig. 39 | Component of Navigation support system | 45 |
| Fig. 40 | Comparison of existing system and improvement system | 45 |
| Fig. 41 | Self-Organized time division multiple access | 47 |

| | | |
|----------------|--|----|
| Fig. 42 | AIS binary message | 49 |
| Fig. 43 | Architecture of communication of Navigation Support System | 50 |
| Fig. 44 | Addressed binary Message sentence | 51 |
| Fig. 45 | Addressed and binary Broadcast acknowledgement sentence | 52 |
| Fig. 46 | Procedure of message acknowledgement | 53 |
| Fig. 47 | VHF Data-link Message sentence | 54 |
| Fig. 48 | Computer process of Encoding | 54 |
| Fig. 49 | Computer process of Decoding | 56 |
| Fig. 50 | Procedure AIS Message TX/RX and NSS software | 57 |
| Fig. 51 | Message banner click Interface | 59 |
| Fig. 52 | Navigation support system and NSS software | 62 |
| Fig. 53 | User interface of Navigation support system | 65 |
| Fig. 54 | Algorithm of Target ship UI | 67 |
| Fig. 55 | Information UI | 68 |
| Fig. 56 | Message code of Send message UI | 70 |
| Fig. 57 | Send message UI | 70 |
| Fig. 58 | Message list UI | 71 |
| Fig. 59 | Input data UI | 72 |
| Fig. 60 | Test of Navigation Support System | 73 |
| Fig. 61 | Serial connection display | 74 |
| Fig. 62 | Send message GUI procedure | 75 |
| Fig. 63 | Programme code for Encoding and Decoding | 77 |

Fig. 64 Received AIS message

78

Fig. 65 String message programme code

79



A Study on the Development of AIS-ECDIS Related System for Safety Navigation and Efficient Text Communication

Ahn, Young-Joong

Department of Coast Guard Studies

Graduate School of Korea Maritime and Ocean University



Abstract

Verbal communication using VHF is used in safety navigation mostly between vessels on the sea. Even though there are communication problems such as language barrier among multinational officers, floods of VHF and noise on dense traffic area, like harbour, no system exists to support that. In addition, as the bridge equipment are controlled independently, it is hard to gather information which is related with navigation and it is difficult to communicate between ships at the same time.

This study is to compensate the defects of VHF verbal communication, and to build user-centered navigation environment up under supporting information confirmation related with navigation and wireless communication. The AIS-ECDIS Related System is designed by improving the problem of former research which

is based on ECDIS that can display different information of navigation equipment simultaneously and AIS equipped with function of text communication. The user developed Navigation Support System software interface in order to use AIS text communication easily in ECDIS, and introduced message banner click interface in the NSS software and for more convenience and faster typing.

AIS-ECDIS Related System does not require further installation and can use function of text communication of AIS in ECDIS through user interface of NSS software. As the frequency of the text communication increases, it can ease the floods of VHF communication service in VTS control centers and ports. Moreover, the accuracy of the communication between vessels will be increased by text communication which can prevent collisions caused by intention-awareness failure. Text communication of AIS-ECDIS Related System can be applied in various fields such as ship's arrival and departure report and pilot onboard situation, research data of accident and so on.

Although the AIS-ECDIS Related System still needs to be updated and renewed for its commercialization, but it is worth using as the basic technology of navigation environment of e-navigation navigators centered. The AIS-ECDIS Related System should be developed more and needed additional research for commercialization. However, It is so valuable for navigators to use this as E-navigation as well as assistance system of VHF which collects, analyzes and provides information of vessel equipments.

KEY WORDS: Text Communication, AIS-ECDIS Related System, NSS software

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

최근 5년간 해양안전심판원 (KMST) (2013)의 해양사고 통계에 따르면 전체 해양사고 중 선박 간 충돌사고는 약 22.5%로 기관손상 사고 다음으로 많이 발생하고 있다. 선박 간 충돌사고를 줄이기 위해 AIS(Automatic Identification System, 이하 AIS라 함)와 ECDIS(Electronic Chart Display & Information System, 이하 ECDIS라 함) 같은 항해기기의 보급과 해기교육의 강화에도 불구하고 선박 간 충돌사고는 끊임없이 일어나고 있다. KMST (2013)의 통계자료에서 충돌사고가 주로 발생하는 수역은 항만과 연안수역으로, 입출항 선박들과 어선군(群)의 교통량이 많고 어장, 협수로, 저수심 등으로 인하여 통항가능한 안전수역이 제한적이다. 제한된 수로에서 선박 간 충돌관계로 마주치는 경우, 안전이격거리를 충분히 확보하기 위해서는 상호간의 협력동작이 필요하다. 협력동작은 선박 간의 안전한 항행 및 효율적인 운항에도 도움이 되지만, 의사전달이 정확하게 이루어지지 않는다면 오히려 충돌사고에 원인이 될 수 있다.

해상에서의 선박 간 무선통신은 VHF(Very High Frequency, 이하 VHF라 함)를 이용한 음성통신을 주로 사용하고 있다. VHF 음성통신은 선박 간 협력동작을 위한 교신 뿐 아니라, 입출항 보고 및 VTS(Vessel Traffic Services, 이하 VTS라 함) 해상관제, 도선사 승하선을 위한 통신 등 다양한 용도로 이용된다. 그러나 다수 선박이 VHF 통신채널 16번을 공동으로 사용하여 초기통신 및 타선호출을 시도하기 때문에, 충돌이 임박한 상황이라도 다른 사용자가 이용 중이라면 VHF 음성통신이 불가하다. 선박안전법 시행규칙에 따라 2010년 7월부터 24m 미만의 근해어업 어선도 VHF 설비대상이 되면서 통신량이 늘어나 이러한 상황은 더욱 빈번히 발생하고 있다(김병욱, 2011).

VHF 음성통신은 통신량의 폭주뿐만 아니라, 기기의 잡음과 비영어권 다국적 항해자들의 영어구사 능력의 차이로 타선의 의도를 제대로 파악하지 못하는 문제점도 존재한다. 정정묘 등(2010)의 연구에서도 과도한 통신량, 불명확한 메시

지 전달, 청수상태 불량, 기기 사용미숙, 통신 중 과다호출과 끼어들기, 잡음에 대한 VHF 음성통신의 문제점들을 지적하였다. 이러한 VHF 음성통신의 문제점은 선박 간 통신 실패의 원인이 되고, 협력동작이 불가할 뿐 아니라 잘못된 의사 전달로 충돌사고의 원인이 될 수 있다. 그러나 VHF 음성통신 실패에 대한 대안이나 이를 보조할 수 있는 통신방식이 부재하여 문제점 개선을 위한 관련 연구가 필요하다.

선박 간 통신의 VHF에 의존하는 것 외에 또 다른 문제점으로는 항해기기들의 호환성과 사용자를 고려하지 않은 인터페이스를 들 수 있다. 선교 항해기기의 정보 확인과 조작이 해당 장비에서만 가능하도록 독립적으로 개발 및 설치되어 오늘날 항해자에게 WORKLOAD를 유발하고 있는 것이다. 일례로 타선을 호출하기 위해서는 AIS로 수신되는 타선의 선명을 AIS, ECDIS 또는 RADAR 화면으로 확인 후, VHF로 호출을 하게 된다. 항해자는 음성통신을 통해 타선의 의도 및 항행정보 교환 후, 다시 ECDIS 또는 RADAR를 통해 타선의도를 반영하고 이후의 상황을 예상하여 충돌회피동작을 취하게 된다. 항해기기들의 기능이 독립적이기 때문에 선박 간 통신과 회피동작의 과정이 여러 항해기기를 오가며 이루어진다. 선교 항해기기의 배치가 근접하지 않고, 주변선박이 많은 경우에 항해기기 간의 이동과 여러 항해기기의 조작으로 인한 시간적 소모가 발생하고, 항해자의 업무 부담을 가중시켜 결과적으로 안전운항을 저해하게 된다. 따라서 항해자 중심의 선박운항환경 구축을 위한 통합적인 인터페이스의 개발이 요구된다.

본 연구는 VHF 음성통신이 실패하거나 어려운 경우 타선과의 통신을 신속하고 효과적으로 수행할 수 있는 문자통신 방식을 구현하고자 하는 기초연구로, 보다 효과적인 의사전달이 선박 간에 문자로 이루어지도록 하는 것이다. 또한 VHF 음성통신에 보조적인 역할만이 아니라 항해자 중심의 운항환경을 구축할 수 있는 편리한 사용자 인터페이스를 제공하고 궁극적으로 선박 간 통신의 효율성, 정확성을 향상시켜 해상에서의 충돌사고 예방과 해상안전 확보에 도움이 될 것이다.

1.2 연구의 방법과 구성

본 연구에서는 음성통신의 의사전달 정확도를 높이기 위한 대안으로 문자통신 구조를 선택하였고, VHF와 같이 통신기능을 담당할 장비로 AIS를 선정하였다. AIS는 선교 통신장비 중 타선과의 문자통신이 가능한 기기로 실시간 통신이 가능하고, 이용에 따른 비용이 들지 않지만 선박 간 통신용도보다 수신된 정보를 주로 사용하고 있다. 수신 정보를 RADAR, ECDIS 등에 전달은 가능하지만 AIS 상의 정보입력은 해당 기기에서만 가능해서 사용자에게 보다 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스가 필요하다. 이러한 인터페이스를 제공하는 항해기기로 AIS와 연결된 ECDIS를 선택해서 문자통신 방식은 두 기기를 기반으로 설계하였다.

AIS와 ECDIS를 기반으로 하는 문자통신 방식을 제안하는 본 논문은 제 1 장 서론을 시작으로, 총 5개의 장으로 다음과 같이 구성된다.

제 2 장에서는 AIS-ECDIS 연계시스템의 기본구상과 설계를 위해 관련 장비들의 선행연구와 성능기준 및 한계점 등을 조사 분석하였다. 선행연구 조사를 통해 기술동향과 현황을 파악하고, 관련 장비들의 성능기준 및 한계점을 분석하여 AIS-ECDIS 연계시스템 개발의 필요성과 설계방향을 구상하였다. 또한 e-Navigation과의 연계방안을 모색하기 위해 관련기술 동향을 조사하였다.

제 3 장에서는 AIS-ECDIS 연계시스템의 개념설계 후 기술적인 사항들에 대해 기술하였다. AIS의 통신기능을 ECDIS 상에 구현하는 NSS(Navigation support system, 이하 NSS라 함) 소프트웨어를 설계하고, NSS 주요 인터페이스들의 역할과 알고리즘을 설정하였다. 또한 ECDIS를 이용해 문자통신 정보를 입력 시에 보다 간편하고 신속하게 할 수 있는 Message banner click 방식을 채용한 개발결과를 제시하였다. 사용자 중심의 인터페이스와 Message banner click 방식으로 다른 소프트웨어들보다 문자통신 기능의 이용 편의성에 중심을 두어 항해사의 관점에서 단시간에 효율적으로 활용할 수 있도록 개발하였다.

제 4 장에서는 개념설계를 바탕으로 AIS-ECDIS 연계시스템과 NSS 소프트웨어를 구현하였다. 구현된 NSS의 인터페이스들의 역할을 기술하고, 문자 송·

수신 성능을 시험하였다.

제 5 장 에서는 연구의 전반을 요약하고, AIS-ECDIS 연계시스템의 문자통신 방식을 이용할 경우 기대효과와 응용 및 활용분야를 기술하고, 개선되어야 할 부분과 향후 연구과제들을 분석, 검토하였다.

연구의 전반적인 과정과 Flow chart 내용은 다음의 Fig. 1과 같다.



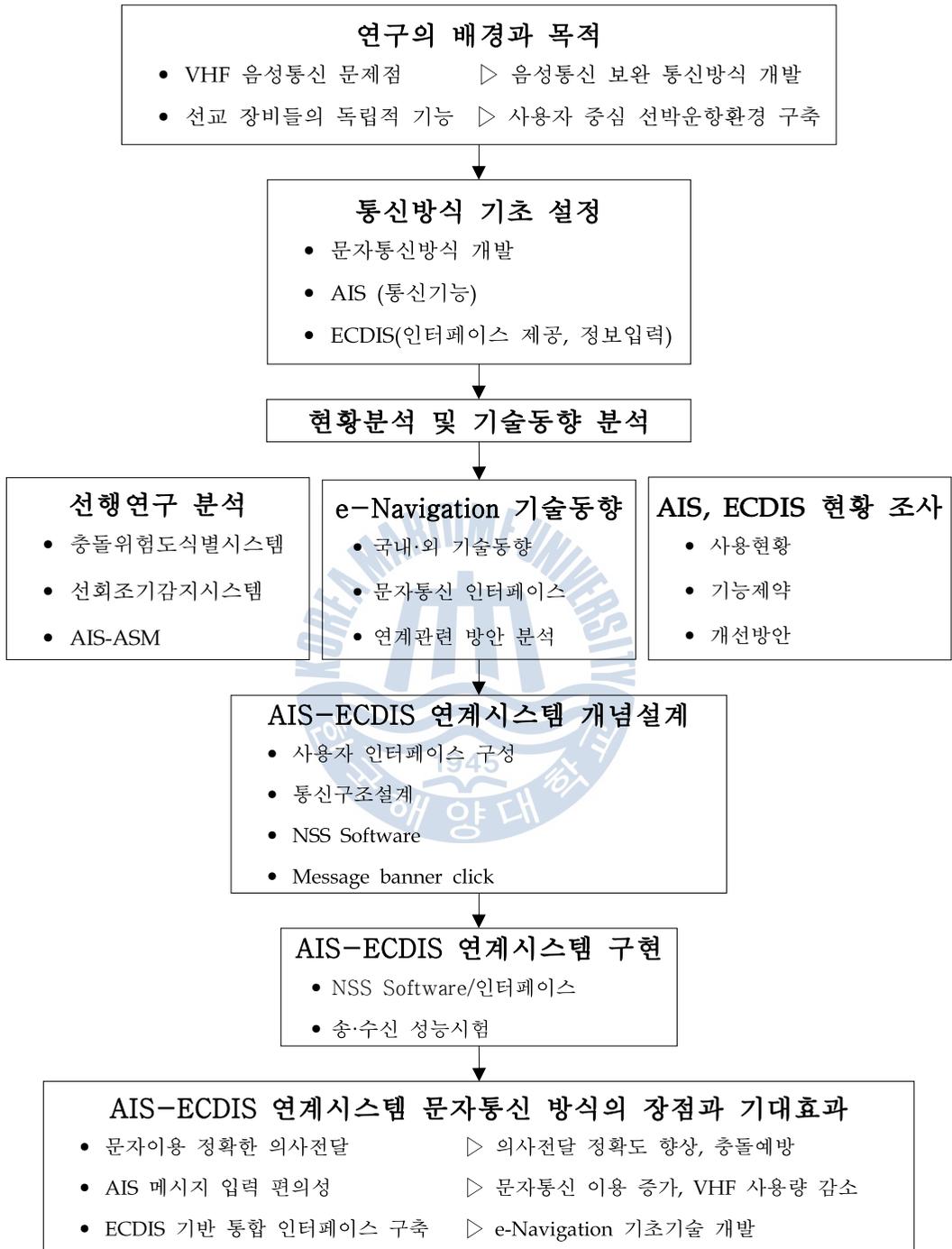


Fig. 1 Flow Chart of Study

제 2 장 AIS-ECDIS 연계기술 현황 및 e-Navigation 기술동향

2.1 선행연구

본 연구에서는 음성통신을 보완할 수 있는 통신방식으로 문자통신을 선택하였고, 그에 대한 기반 기기로 AIS와 ECDIS를 선정하였다. AIS는 기상과 해황에 큰 영향을 받지 않고 실시간으로 선박과 선박 그리고 선박과 육상 간(4S : Ship to Ship, Ship to Shore)에 선박 간의 정보를 자동 송·수신할 수 있는 통신장비이다. 선박 간 충돌회피 뿐만 아니라 해상 교통류의 분석이나 해양재난 사고관리, 항만 및 어장관리 등에도 AIS가 활용되며, 관련 연구들도 다양하게 이루어지고 있다.

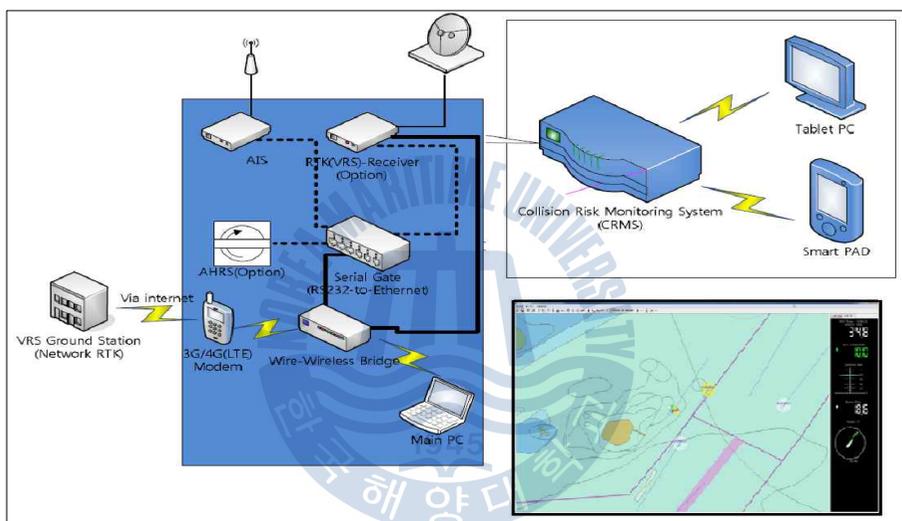
전자해도시스템(ECDIS)은 SOLAS 제5장 19규칙에 따라서 2010년 7월 1일 이후 신조되는 국제항해에 종사하는 3,000톤 이상의 모든 선박의 설치가 강제화된 만큼 관련 연구들도 활발히 진행 중이며, 특히 e-Navigation의 기반 시스템으로 주목받고 있다. 단순 종이해도의 디지털화된 화면표시 기능 뿐 아니라 선교의 AIS, RADAR, GPS(Global Positioning System, 이하 GPS라 함), DOPPLER LOG 등의 항해기기들과의 연동으로 항해사의 조선 시 의사결정에 요구되는 정보를 집약적으로 표현하고 있어 관련 연구들의 범위도 다양하다. 각각의 관련 연구들이 다양하게 이루어지고 있으나, 본 연구의 목적과 ECDIS와 AIS를 기반으로 개발된 시스템에 관한 연구들을 중심으로 조사하였다.

2.1.1 다중선박 충돌위험도 식별 시스템

AIS와 ECDIS를 기반으로 손남선(2013)의 선박간의 충돌방지를 위한 관련연구는 퍼지알고리즘과 환경스트레스에 의한 충돌위험도를 비교·연구하고, 실제 AIS 데이터 중 CPA(Closest point of approach, 이하 CPA라 함), TCPA(Time to Closest point of approach, 이하 TCPA라 함), 선속과 침로 등으로 선박 간 충돌위험을 추정하는 알고리즘을 설계하여 위험선박을 판단하는 다중선박 충돌위험도 식별 시스템을 개발하였다. Fig. 2와 같이 타선의 충돌위험도 판단과 정

보수집에는 AIS를 이용하고, 위험도 표시는 전자해도를 사용한다.

다중선박 충돌위험도 식별시스템은 항해자에게 시각적으로 위험선박을 인식하게 해서 충돌위험 판단과 회피동작 의사결정에 참고할 수 있는 효과적인 정보를 제공한다. 하지만 AIS의 기능을 이용하여 타선의 의도를 분석하기보다는 수집되는 정보들을 처리하여 현 상황에서의 충돌위험도를 평가하기 때문에 수신되는 AIS 정보 자체의 오류나 타선의 갑작스런 변침이 있을 때는 충돌위험 분석의 정확도가 떨어질 수 있다.



출처 : 퍼지기반 다중선박 충돌위험도 추정에 관한 검증 연구, 2013

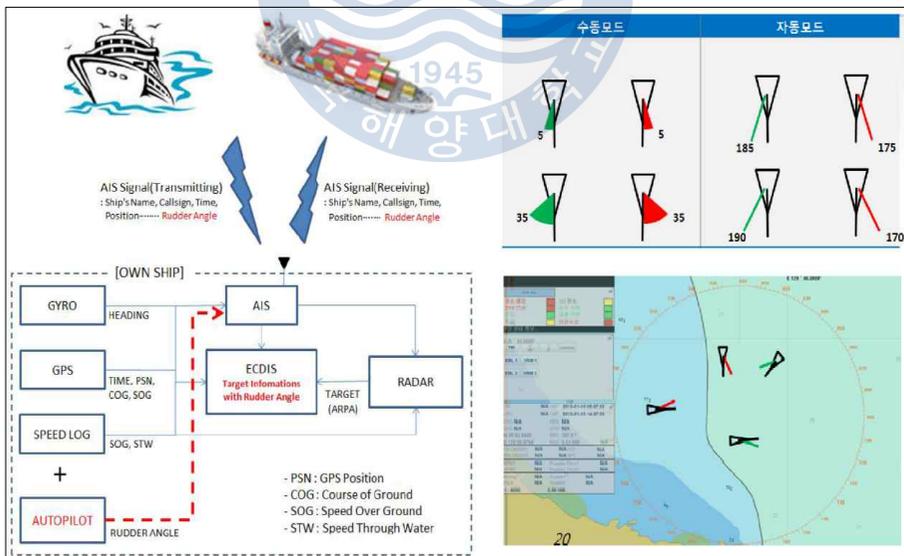
Fig. 2 System of Estimation of Collision Risk among Ships Based on AIS Data

2.1.2 선회조기감지 시스템

선박의 특성상 변침을 실시하여도 즉각적인 선회가 일어나지 않고, 선박 조종성능에 따라 시간을 두고 선회가 이루어지므로 정침이 되기 전까지는 AIS나 RADAR에 표시되는 CPA와 TCPA 값은 정확하지 못하다. 근거리에서는 이와 같은 CPA 및 TCPA 그리고 선수방위(Heading)를 활용하기보다는 실제로 상대선박을 시각적으로 확인한 후에 피항동작을 취하고 있는데, 그 이유는 RADAR 및 AIS의 선수방위가 선박이 실제로 선회하는 것보다 더 늦게 나타나기 때문

이다. 입출항이 많은 항만수역이나 연안수역에서는 선박들의 변침이 빈번하기 때문에 항해자는 타선의 의도확인이 더욱 중요해지는데, 이러한 문제점의 해결을 위해 정창현 등(2013)은 Fig. 3과 같이 AIS를 통해 실시간으로 상대선박의 조타기 신호를 표현하는 시스템을 제안하였다.

타선의 선회조기감지를 실시간으로 확인하여 자선의 피항동작을 결정할 수 있도록 ECDIS 상에 시각적으로 조타기 신호를 표현해 주는 시스템이며, 통신수단은 AIS를 이용하고 시각적 표시는 ECDIS의 화면을 이용한다. AIS를 통해 송·수신되는 조타기 작동 신호는 조타기 작동 후 상당한 시간이 경과한 이후 선박이 실질적으로 선회가 시작되어 이러한 선회를 감지한 RADAR나 선회로 인한 선수방위 정보를 수신하는 AIS보다 상대선의 변침의도를 훨씬 신속하게 판단할 수 있어서 근거리 선박 간의 충돌방지에 도움이 된다. 하지만 많은 선박들의 조타기 정보가 AIS 메시지로 전송되면 VDL(VHF Data Link)의 통신량 증가가 예상되며, ECDIS를 이용한 입력기능은 없이 조타기의 신호가 AIS를 이용하여 타선에 전송되는 시스템이다.



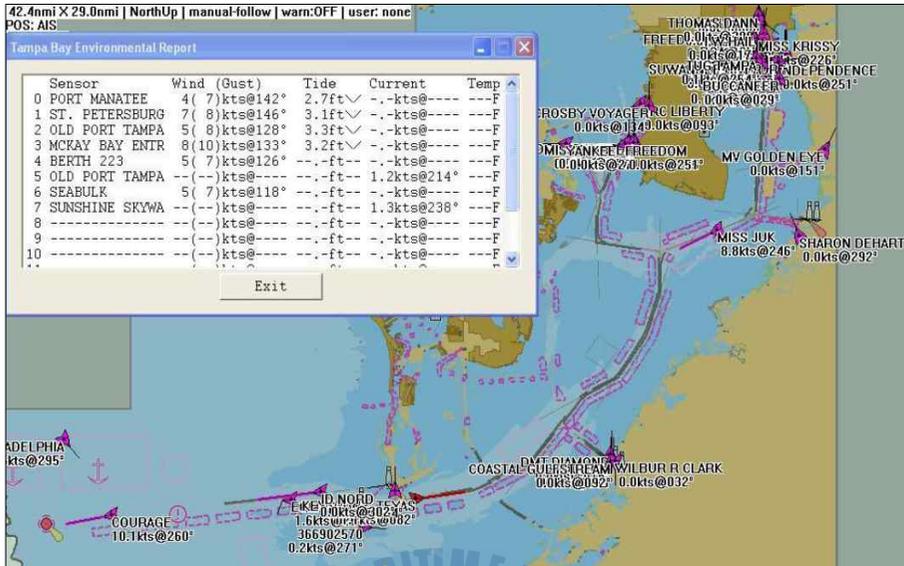
출처 : 조타기 신호를 이용한 선회조기감지 방안에 대한 연구, 2013

Fig. 3 Early Detection Method on Altering Course of a Target Ship

2.1.3 AIS-ASM (Application-Specific Messages)

AIS 메시지는 여러 종류가 있는데, 1번부터 3번 메시지는 위치 보고용으로, 4번은 기지국 보고, 6번, 8번은 어떠한 종류의 데이터도 전송할 수 있는 바이너리 메시지 전송용으로 이용한다. 현재 6번, 8번 메시지를 이용한 다양한 MSI(Maritime Safety Information, 이하 MSI라 함) 서비스가 제공되고 있는데, 국내에서도 폐기물 관리 및 위험화학물 관리 등에 이용하고 있다. MSC(Maritime Safety Committee)(2004)는 AIS 바이너리 메시지 사용에 관한 권고 SN/Circ. 236을 발표한 바 있으며, 2010년 AIS-ASM(Application-Specific Messages)의 국제적 활용에 관한 권고 SN/Circ. 289를 발표하였다. AIS-ASM 연구는 AIS의 고유기능인 선박의 위치 정보 외에 다양한 해양안전정보를 제공하기 위한 것으로, 2004년부터 관련 규정을 정비하여 진행 중이다. 발신자의 위치 정보와 평균 풍속, 최대풍속, 풍향, 지난 10분간의 최대풍향, 기온, 상대습도, 이슬점, 기압, 기압변화, 수평시계, 수위, 수위 경향, 표면 해류속도 및 방향, 해저해류속도 및 방향, 파고, 주기, 파도방향, 너울높이, 너울주기, 너울방향, 바다상태, 수온, 강수, 염도, 빙하에 대한 정보를 담고 있다. 이러한 서비스를 실제 활용하기 위해서 선박과 해안국은 AIS-ASM 송·수신 기능이 추가되어야 하며, 특히 단말에서는 MKD(Minimum Keyboard and Display, 이하 MKD라 함)의 기본탑재사양이 아니므로 추가적인 하드웨어와 전용 소프트웨어를 필요로 한다. Fig. 4는 NOAA의 AIS-ASM Application의 화면으로, 우측상단의 리스트에 각 AIS 무선국들로부터 수신된 풍향과 풍속, 조석의 높이와 조류정보가 수집되어 표시되고 있다. 수집된 정보는 다시 Broadcasting 되어 항만 내 타 선박들에 수신된다.

AIS-ASM은 송신측에는 발송하려는 정보가 AIS 문장형식에 맞게 바뀌도록 Encoding 작업이 필요하고 수신측에서도 Decoding해서 송신측의 정보를 표시해줄 수 있는 Application을 필요로 한다.



출처 : Providing navigation safety information for America's water ways

Fig. 4 NOAA Physical Oceanographic Real-time System

일부 지역에서는 이미 사용되어지고 있으며, 그 이용범위나 수요는 더욱 늘어날 것으로 전망하고 있다. 이는 e-Navigation의 중요기술로 논의되고 있고, 특히 북유럽 등에서는 Test bed를 만들어 다양한 방면의 연구가 진행 중이다.

2.1.4 선행연구 분석 결과

선행연구를 분석한 결과 AIS와 ECDIS를 결합한 다양한 기능을 통해 해상교통 안전 확보나 MSI 정보를 공유하고 실선 테스트를 실시하였다. 다중선박 충돌위험도 식별 시스템과 선회조기감지 시스템은 타선과의 관계에서 수집·처리된 AIS 정보를 바탕으로 자선의 피항동작을 결정하지만, 이 과정에서 타선의 협력동작을 요구하지는 않는다. 또한 ECDIS를 이용해 AIS의 정보를 수정한다면, 메시지 기능을 이용하지 않기 때문에 타선과의 협력동작을 유도할 수는 없다. 이는 기존의 ECDIS와 크게 다르지 않되 화면상 표시되는 사항들이 추가된 것이다. AIS와 ECDIS를 기반으로 하는 문자통신 방식의 개발 방향은 다음

과 같이 정리할 수 있다.

- 1) VDL 통신량의 부담을 최소화하여 구현할 것
- 2) 기존 AIS와 ECDIS를 기반으로 추가적인 하드웨어 설치 및 교체가 없도록 설계할 것
- 3) 문자통신 기반으로 타선의 의도파악과 협력동작 요청이 명확하도록 할 것

또한 e-Navigation 관련 기술개발 연구로 진행되고 있는 AIS-ASM은 본 AIS-ECDIS 연계시스템과 동일 기기 플랫폼을 포함하여 바이너리 메시지 및 통신체계 등을 사용하는 데 있어서 유사한 부분이 많다. 하지만 AIS-ASM의 경우 해상에서 육상으로 해양안전정보 서비스의 기반 정보를 수집하고 육상에서 해상으로 Broadcasting하여 AIS의 활용도를 높이지만, 선박 간 직접적인 충돌예방에 도움이 되지는 않는다. 즉, Ship to Ship communication보다는 Ship to shore communication으로 연구가 되고 있어, 본 시스템은 선박 충돌예방을 위한 선박 간 통신에 중점을 두어 설계한다.

2.2 e-Navigation 기술동향

선교의 다양한 항해장비들은 ECDIS나 INS(Integral Navigation System)의 개념이 있기 전까지 통합되어 운용되거나, 정보를 공유하여 집약적으로 표현하지 못하고 개별적인 성능개발을 이루어 왔다. 그 결과 항해사는 안전운항에 필요한 정보들을 해당기기로 이동하여 확인해야 하고, 다양한 알람들도 직접 해당 기기에서 점검해야 했다. 항해장비들의 독립적인 개발은 항해사의 Workload를 유발하고, 통항량이 많은 수역에서 항행안전에 필요한 정보를 확인하지 못하는 상황도 발생시킨다. e-Navigation은 사용자의 편의를 위한 통합항법장치의 국제 기준화를 시도하고, 해양전자정보기술을 새롭게 정립하고 발전시키는 일종의 전략이다. 2005년 영국 등 7개국에서 선박사고의 약 89%가 운항미숙·과실 등 인적요인에 의해 발생한다는 통계자료를 근거로 해양사고예방을 위해 선박운항 기술에 ICT를 융합한 'e-Navigation'의 개념도입의 필요성이 제기되었다. 이에

IMO는 해양안전·보안강화 및 해운물류 효율성 증진을 위하여 e-Navigation 도입의 국제적 공감대 형성을 주도하였고, 새로운 안전기준과 표준 마련 및 협약 제·개정을 통해 '18년부터(잠정) 단계적 시행을 준비하고 있다.



출처 : IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술 개발, 2013

Fig. 5 Concept of e-Navigation

e-Navigation의 주요한 기능은 선박 내 다양한 전자항해장비를 연계·표준화시켜 항해사가 안전항해에만 전념하도록 신개념 선박운항체계 구축하고, 육상에서는 해상관련 데이터의 취합·분석·제공을 통한 선박운항을 지원하는 데 있다. 시스템적인 선박 항해자 의사결정을 지원함으로써 인적과실로 인한 해양사고를 감소시키고, 첨단 해상통신망을 활용한 선박과 육상 간 자유로운 데이터 교환을 통해 해상교통관리 및 조난구조 등의 육상업무 비용절감 및 효율성 증가시키는 역할을 하게 된다.

2.2.1 국외 e-Navigation 관련연구 및 대응동향

e-Navigation이 채택되면 관련시장의 국제표준화와 함께 새로운 시장이 형

성될 것이므로, 초기산업 생성단계에서 시장선점을 위해 미국, 캐나다 등 선진국들은 최근 e-Navigation 국가전략을 수립하여 이행함으로써 새로운 시장을 국가적 차원에서 대비하고 있다. 유럽지역에서 이루어지고 있는 e-Navigation 프로젝트 및 관련연구를 살펴보면 Table 1과 같다.

Table 1 e-Navigation Project of Europe

| Project Name | 목적 및 기간 |
|--------------------|--|
| MarNIS | <ul style="list-style-type: none"> - Maritime Navigation and Information Services - 유럽 내 항해정보시스템들 간의 연계 - 2004.11 ~ 2008.10 |
| SafePort | <ul style="list-style-type: none"> - Safe Port Operations using EGNOS SoL Services - 위성 기반 상세 위치 추적을 이용한 적극 관제 - 2010 ~ 2012 |
| BLAST | <ul style="list-style-type: none"> - Bringing Land and Sea Together - 해상/육상 지리정보의 통합 및 이를 통한 연안 관리 - 2009 ~ 2012 |
| EfficienSea | <ul style="list-style-type: none"> - Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea - 발틱해에서 e-Navigation 기반 관제 체계 시험 - 2009.01 ~ 2012.01 |
| MonaLisa | <ul style="list-style-type: none"> - Motorways & Electronic Navigation by Intelligence at Sea - 발틱해에서 e-Navigation 체계를 이용한 항로 최적화와 관련 D/B 구축 - MonaLisa 1.0 : 2010.09 ~ 2013.12 - MonaLisa 2.0 : 2012 ~ 2015 |
| ACCSEAS | <ul style="list-style-type: none"> - Accessibility for Shipping, Efficiency Advantages and Sustain-ability - 북해 환경 보호 및 안전을 위한 e-Navigation Test bed 구축 및 시험 - 2012.04 ~ 2015.02 |
| MUNIN | <ul style="list-style-type: none"> - Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Network - 무인선박 개념 개발 및 검증을 위한 시험 연구 - 2012 ~ 2015 |

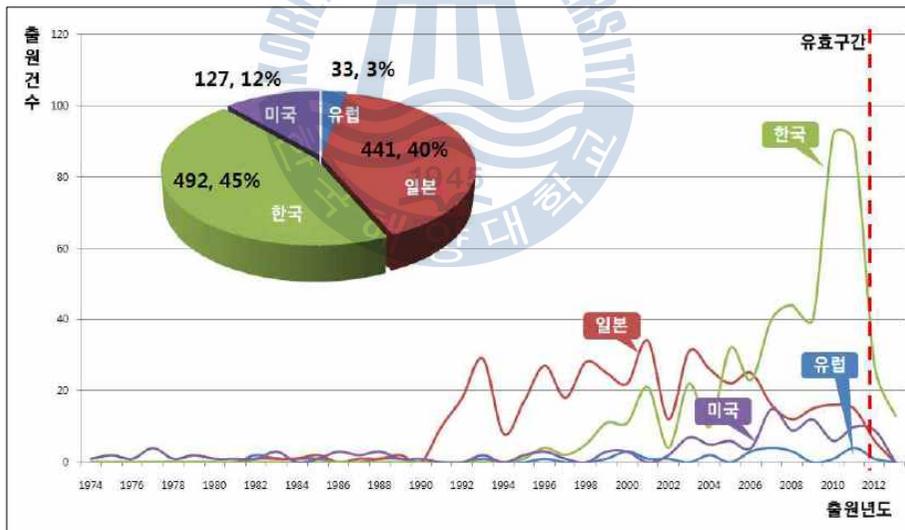
북미지역 중 미국은 2012년 항행안전과 국가안보 등을 목적으로 하는 'e-Navigation 전략 행동 강령'을 채택하고, 항해정보 통합을 개선할 체계 개발과 국제 e-Navigation 규범 개발 및 이행 노력에 적극 동참한다는 목표를 수립하였고, 캐나다는 2008년 해양안전, 안보, 환경보호 및 항행 효율성 향상을 목적으로 하는 'e-Navigation 전략'을 개발하고 사용자들의 수요조사를 통하여 중점 이행 분야를 파악하여 e-Navigation 포럼을 설립하여 정부 이행기관의 기술력 구비에 힘쓰고 있다. 북미지역의 관련 연구 및 프로젝트는 Table 2와 같다.

Table 2 e-Navigation Project of North America

| 국 가 | Project 내용 |
|------|---|
| 미 국 | <ul style="list-style-type: none"> - 모든 선박에 AIS 장착 강제화 - 전국 AIS 송·수신 네트워크 이용 내륙의 하천에서 e-Navigation 서비스 제공을 위한 하천정보서비스(RIS)센터 설립 - RIS 센터의 수문, 수리동역학, 교통 상황, 수로 별 기상 상황, 해빙 관련 정보 제공, 실시간 해도 업데이트 등의 서비스 제공 - 정보 전송방법과 별개로 정보 사용자와 공급자가 동의하는 데이터 기준 마련. 이와 관련하여 기존의 연방정부 사업(항해정보 개선사업(Federal Initiative for Navigation Data Enhancement: FINDE), 연방정부-산업계간 로지스틱스 표준화(Federal-Industry Logistics Standardization: FILS)을 확장. 기존의 국제 데이터 기준 개발(IHO S-100, e-Navigation 전세계 해상데이터 모델)과도 일치 - 초정밀 측지학 문헌 시스템 및 최신 수문학 조사에 근거한 정밀해도 작성 기존의 nowCoast(실시간 연안 관측용 웹근간 지도 포털) 및 vDatum(수직기준 변환기구)을 확장 개발 - 기존의 AToN(항로표지) 서비스와 e-Navigation 통합 |
| 캐나 다 | <ul style="list-style-type: none"> - 세인트로렌스 e-Navigation 파일럿 프로젝트 수행 - 세인트로렌스강 항행에 e-Navigation 적용 - 전자해도, 항행 계획 및 분석, AIS, Sineco 또는 SPINE (수심예측 시스템)을 e-Navigation 이행을 위해 적용 |

2.2.2 국내연구 및 대응동향

국내에서도 e-Navigation의 국제적인 동향에 따라 연구 및 관련기술 개발에 국가적인 대응을 추진하고 있다. e-Navigation의 실현이 눈앞에 있는 것은 아니나 관련연구와 사업이 이루어지지 않는다면 추후 관련 국내 기술시장이 잠식되고, 세계시장에 나설 수 없어 국가적인 손실도 우려가 된다. Fig. 6은 2012년 기준 e-Navigation 관련 특허출원 동향으로 국가별 비교가 나타나 있다. 2009년부터 e-Navigation 기술 분야와 관련된 특허가 급격히 증가하기 시작하였으며, 선박항해 분야와 전자해도 기술 및 육상교통관제 기술 분야에서 많은 특허가 출원되어 조사 국가들 중 한국특허가 가장 많은 492건(45%)을 차지하고 있다. 그러나 응용과 시스템 개발에 해당하는 상황인지 및 교통관제 관련 기술의 특허건수가 많지만, 기본 원천 기술의 특허는 적어 앞으로는 이에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.



출처 : IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술 개발, 2013

Fig. 6 Patent of e-Navigation

Fig. 7과 같이 IMO e-Navigation 대응하여 국가적인 ICT 기반 해양안전종합 관리체계를 구축하기 위한 기술개발 및 실증 사업과 관련 R&D를 통하여 시범

인프라 및 기반 마련을 위해 다음과 같은 계획들이 추진 중에 있다.

- 1) 국제적 표준과 서비스에 호환되고 해양국민 정보격차 해소를 위한 신 해상통신 기술 개발
 - : 기존 해상 데이터통신 기술개발 결과를 기반으로 2017년 발효 예정인 해상이동업무용 주파수 디지털화 및 e-NAVIGATION 통신 수요에 대응 가능한 새로운 해상 데이터 통신 기술
- 2) 해양안전의 공익목적과 상용정보서비스가 가능한 통합 해상정보서비스 기술 개발
 - : 지역적 한계를 가진 기존의 해상교통관리 및 관제의 범위를 전 영해로 확대하여 사고예방 및 대응의 해양안전 공익목적의 달성, 해양업무를 지원하는 육상 서비스의 단일 창구 제공과 정보 서비스에 필요한 해양 빅데이터처리기술 개발 및 통합 실증



출처 : IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술 개발, 2013

Fig. 7 Concept of Korean e-NAVIGATION Development

2.2.3 AIS-ECDIS 연계시스템과의 호환성

AIS-ECDIS 연계시스템의 문자통신 방식은 개별선박의 독자적인 시스템 적용이 아닌 모든 선박들에 동일 시스템이 적용될 때에 충돌예방을 위한 효과적인 기능을 수행할 수 있을 것으로 예상된다. 국제적으로도 e-Navigation의 4S 통신이 이슈화되었고, IALA에서는 최근 AIS 기술을 이용한 AIS-ASM과 VDES(VHF Data Exchange System, 이하 VDES라 함)로 기술을 통합된 하나의 시스템 패키지로 구현 가능함을 제기함으로써, 해상 VHF 대역에서의 통합 디지털 통신장치에 대한 개발과 이를 이용한 선박 대 선박, 선박 대 육상 간 서비스 개발이 중요시 되고 있다. 본 연구에서 제시된 문자통신 방식은 선박 간 정확한 의사전달과 위험회피 협력동작 요청이 가능하여 해양사고 예방은 물론 우리나라 e-Navigation 개발의 항해기기 통합 인터페이스 개발에 도움이 되는 기초기술 요소로도 충분한 가치가 있다고 판단된다. 또한 e-Navigation 관련 설문 결과 중 R&D 투자가 시급한 e-Navigation 기술분야로, Table 3과 같이 '사용자 중심 선박안전운항환경 구축 기술'이 가장 시급한 것으로 조사되었다. AIS-ECDIS 연계시스템의 개발은 사용자 중심의 선박안전운항환경 구축의 일환으로, e-Navigation 기초 기술 개발로써 관련이 있다.

Table 3 Questionnaire for e-Navigation Development

| R&D 투자가 시급한 e-Navigation 기술 분야 | | |
|--------------------------------|--------|--------|
| 항 목 | 응답수(건) | 비율(%) |
| 사용자 중심 선박안전운항환경 구축 기술 | 44 | 21.7% |
| 해상교통운영·관리 효율성 향상 기술 | 28 | 13.8% |
| 해적·해양재난 위기관리 체계 구축 기술 | 14 | 6.9% |
| 육상·선박 정보격차 해소 기술 | 21 | 10.3% |
| 선박종사자 업무 질 관리 기술 | 19 | 8.9% |
| 해양공간 효율적 활용 기술 | 5 | 2.5% |
| e-Navigation 산업 기반기술 | 37 | 18.2% |
| 해사 정보서비스 산업 활성화 | 5 | 2.5% |
| 관련 산업 진흥 및 산업화 지원 | 11 | 5.4% |
| 운항 경제성 향상 기술 | 8 | 3.9% |
| 해운항만 경쟁력 강화 | 2 | 1.0% |
| 기타 | 10 | 4.9% |
| 계 | 204 | 100.0% |

2.3 AIS-ECDIS 연계성능 현황 및 문제점

AIS-ECDIS 연계시스템의 기반 항해기기인 AIS와 ECDIS에 대해 살펴보고, 각 기기의 성능기준과 문제점을 통해 개선사항을 식별하였다.

2.3.1 AIS 사용현황과 이용상의 문제점

2.3.1.1 AIS의 개요

AIS는 해양안전 분야에서는 핵심 서비스 중의 하나이며, SOLAS(International Convention for the Safety of Life at Sea, 이하 SOLAS라 함)협약에 의해 여객선, 국제 항해를 하는 300톤 이상의 선박, 500톤 이상의 선박은 반드시 탑재하도록 되어 있다. 기상과 해황에 큰 영향을 받지 않고 실시간으로 Fig. 8과 같이 선박과 선박, 그리고 선박과 육상 간(4S : Ship to Ship, Ship to Shore)에 선박 간의 정보를 인력의 개입 없이 자동 송·수신할 수 있다. AIS의 이용은 선박 간 충돌회피 뿐만 아니라 해상 교통류의 분석이나 해양재난사고관리, 항만 및 어장관리 등 활용분야가 다양하고 광범위하다. 국내에서는 국제협약에 의거하여 2004년 7월 1일 강제 시행 되었고, AIS Base station 40여개의 소, 운영시스템 11기 및 전국 통합망 구축사업을 추진하였다. 또한 AIS는 해양안전종합정보시스템을 지원하는 중요 항해기기이다.

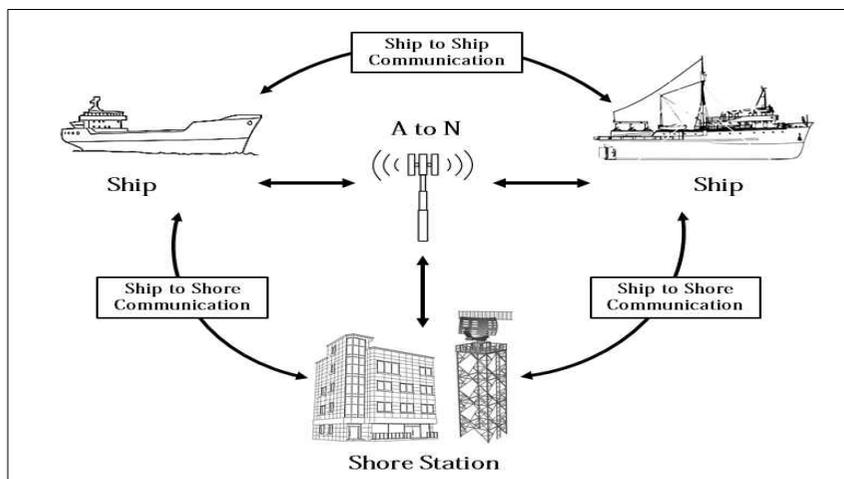


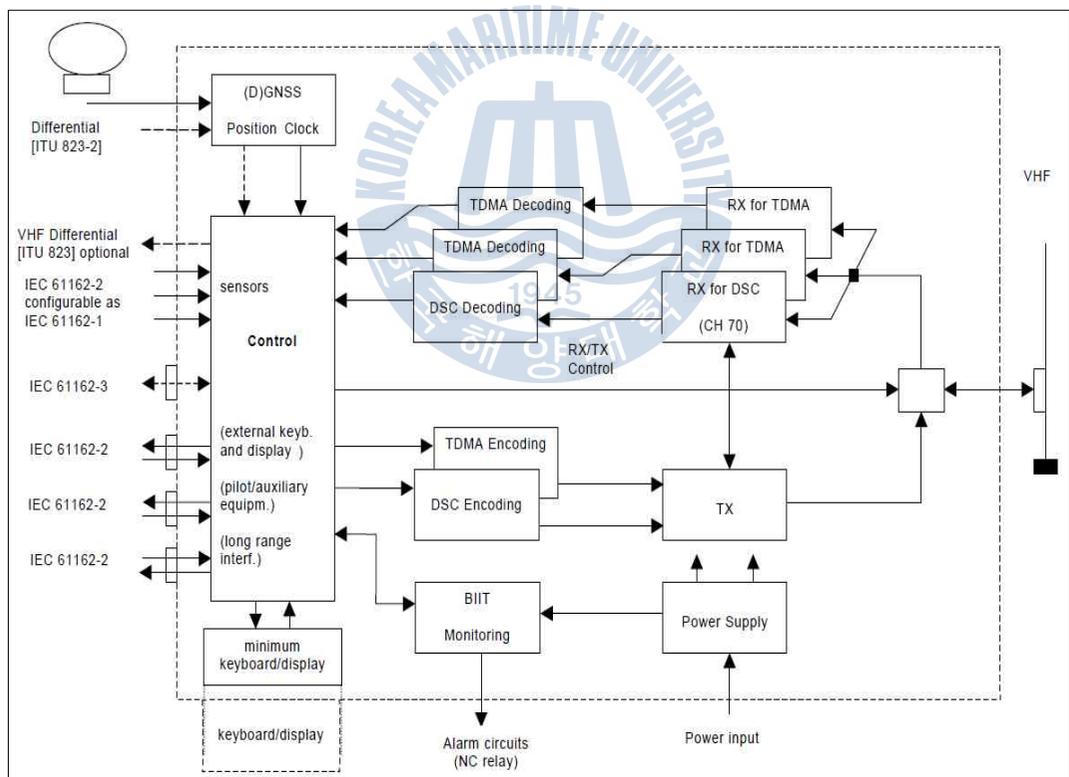
Fig. 8 4S Communication of Automatic Identification System

SOLAS에서는 AIS를 항행원조장치(Navigation Aids)로 분류하고 SOLAS 조약 제5장 19규칙에 의해 의무적으로 선박 탑재를 요구하고 있다. 해당 규칙의 AIS 국제적 표준화 작업은 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO라 함), 국제전기통신연합(International Telecommunication Union, 이하 ITU라 함), 국제전자기술위원회(International Electro-technical Commission, 이하 IEC라 함), 국제항로표지협회(International Association of Lighthouse Authorities, 이하 IALA라 함)에서 담당한다. AIS 관련 표준으로는 성능관련 기준을 명시한 IMO resolution MSC.74(69)와 VHF 해상이동대역에서 시분할다중화접속기술(TDMA)을 사용하는 AIS에 대한 기술 및 운용 특성들을 규정한 ITU-R M.1371이 있다. AIS의 운용 및 성능 요구사항 및 시험 방법, 요구되는 테스트 결과에 관한 표준은 IEC 61993이며, IEC 61993 part2에는 AIS의 암호화된 이진데이터 전송과 암호화, 복호화, 메시지 구조화에 대한 규약이 정의되어 있다. 이상 AIS 관련 표준을 정리하면 다음과 같다.

- 1) IMO - Recommendations on Performance Standards for ship-borne Universal Automatic Identification Systems(AIS), 성능기준 (Performance Standards)에 관한 내용
- 2) ITU - Technical Characteristics for a Universal Automatic Identification Systems(AIS) Using Time Division Multiple Access in Maritime Mobile Band, 기술특성(Technical Characteristics)에 관한 내용
- 3) IEC - Universal Automatic Identification Systems(AIS) Operational and Performance Standards, Methods of Testing and Required Test Results, 시험/검사(Method of Testing)에 관한 내용
- 4) IALA - Guidelines for the Operational use of Universal Automatic Identification Systems(AIS), 운영지침(Operational Guidances)에 관한 내용

2.3.1.2 AIS 성능기준

AIS는 디지털 VHF 무선 transponder 시스템으로, 탑재 선박이 어느 해역을 향해 중이던 선상의 누구에 의한 간섭 없이도 지속적인 모드로 운용된다. 선박과 선박 그리고 선박과 육상 간의 통신을 위해 해상용 이동주파수대역 내의 2개 VHF 주파수 채널(87B, 88B)이 사용된다. 각 채널은 9,600BPS의 전송률을 가지며, 대략적으로 분당 2,000(2,250)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. Fig. 9는 선박용 AIS와 transponder의 구성도를 나타낸다. AIS의 성능기준을 항목별로 살펴보면 다음과 같다.



출처 : IEC 61993-2 Operational and performance requirements, methods of test and required test results

Fig. 9 Block Diagram of AIS

1) 운용모드의 지원

- 모든 지역에서의 작동을 위한 자율 및 연속 모드(Autonomous and continuous mode)
- 통항감시책임이 있는 주관청의 관할하에 있는 지역에서의 운용을 위한 할당 모드 (Assigned mode). 이 경우 그 주관청은 자료송신간격 및 또는 시간할당(Time slot)을 원격으로 설정가능하다.
- 다른 선박 또는 주관청의 질의에 대한 응답으로 자료의 전송이 이루어지는 경우에 Polling 또는 Controlled 모드

2) 능력

- 승조원의 개입 없이 정보를 자동적이고 연속적으로 주관청 및 다른 선박에 제공할 수 있을 것
- 주관청 및 다른 선박으로부터의 정보를 포함하여 기타 정보원으로부터의 정보를 수신하고 처리할 수 있을 것
- 긴급 및 안전관련 호출에 대해서는 지체 없이(최소한의 지체로) 응답할 것
- 주관청 및 다른 선박에 의한 정밀한 추적을 용이하게 하는데 적절한 자료비율로 위치 및 조종관련 정보를 제공할 것

3) 사용자 인터페이스

- 사용자가 별도의 시스템에 자료를 접근, 선택, 표시할 수 있게 하기 위해 AIS는 해당 국제해상인터페이스기준에 적합한 인터페이스 장치를 갖출 것

4) 식별

- 선박과 정보의 식별을 위해 해당 MMSI(Maritime Mobile Service Identity, 이하 MMSI라 함) 번호를 사용할 것

5) 제공정보

- 정적(Static)정보 : IMO번호, 호출부호 및 선명, 길이 및 폭, 선종, 선위측정

장비 안테나의 선상에서의 위치 (선수후방, 중앙선 좌측 또는 우측)

- 동적(Dynamic)정보 : 정밀도와 신뢰성상태를 가진 선박위치, 국제표준시간에 따른 시각, 대지 침로, 대지 속도, 선수방위, 항행 상태 (NUC, 묘박중, 정박중 등 수동입력), 회전을 (이용 가능할 경우)
- 항해관련(Voyage related) 정보 : 선박홀수, 위험화물 종류, 목적지 및 ETA
- 안전관련 메시지(Short safety-related Message) 정보

Table 4 The Information Provided by the AIS

출처 : IEC 61982 Operational and performance requirements, methods of test and required test results

| Categories | Item of Information |
|---------------------|--|
| Static | IMO number |
| | MMSI number |
| | Call sign & Ship's name |
| | Length & Beam |
| | Type of ship |
| | Location of the in-use Position-fixing antenna on the ship |
| Dynamic | Ship's position |
| | Time in UTC |
| | COG(Course over Ground) |
| | SOG(Speed over Ground) |
| | Heading |
| | Navigational status |
| Voyage related | Rate of turn |
| | Ship's draught |
| | Hazardous cargo |
| Voyage related | Destination & ETA |
| | |
| Safety-related Msg. | Short safety-related Message |

6) 제공정보 최신화주기(자동모드)

- 정적정보 : 매 6분마다, 그리고 요청이 있을 경우
- 동적정보 : 속도 및 침로 변경율에 따라 다름
- 항해관련 정보 : 매 6분마다, 그리고 자료의 변경이 이루어지거나 요청이 있는 경우
- 안전관련 정보 : 요청이 있는 경우

Table 5 Class A Ship-borne AIS Reporting Intervals

출처 : ITU-R M.1371-5 Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band, 2014

| Ship's dynamic conditions | Nominal reporting interval |
|---|----------------------------|
| Ship at anchor or moored and not moving faster than 3 knots | 3 min |
| Ship at anchor or moored and moving faster than 3 knots | 10 sec |
| Ship 0-14 knots | 10 sec |
| Ship 0-14 knots and changing course | 3 1/3 sec |
| Ship 14-23 knots | 6 sec |
| Ship 14-23 knots and changing course | 2 sec |
| Ship > 23 knots | 2 sec |
| Ship > 23 knots and changing course | 2 sec |

7) 보안

- 어느 기능이 작동되지 않게 되었는지를 탐지해내고 입력 또는 전송된 자료의 불법적인 변경을 방지할 수 있는 보안체계를 갖추어야 함. 자료의 불법적 전파를 방지하기 위해 IMO의 지침(선박보고제도를 위한 지침 및 기준 MSC.43(64) 참조)을 따를 것

8) 초기화 필요시간

- 설비는 스위치를 켜 후 2분 이내에 작동상태가 될 것

9) 전원공급

- AIS 및 관련 센서는 선박의 주전원으로부터 동력이 공급되고, 전기에너지의 대체원으로 작동할 수 있어야 함

10) 기술적 특성

- 다양한 송신기 출력, 운용주파수(국제적으로 지정된 것 및 지역적으로 선택된 것), 모듈 및 안테나 시스템과 같은 AIS의 기술적 특성은 적절한 ITU-R 권고에 적합하여야 할 것

2.3.1.3 설문조사 분석을 통한 AIS 이용현황 파악

사용자가 생각하는 AIS 기능에 대한 문제점을 식별하여 인터페이스의 개선방안을 개념설계에 반영하기 위해 관련 설문조사의 결과를 분석하였다. AIS의 사용에 관해 최운규(2013)의 연구에서는 AIS를 사용하는 선박운항자 및 VTS 관제사 등 107명을 대상으로 설문을 실시하였다. AIS 관련 설문조사를 통해 실사용자들이 생각하는 AIS 정보의 중요도와 주로 사용하는 기능들에 대해 확인할 수 있다.

먼저 AIS 정보의 주 활용용도에 대한 설문결과인 Fig. 10을 보면, 44%의 응답자가 교신을 위한 선명확인, 선박 간 통신을 시도하기 위하여 AIS의 정보를 주로 이용하는 것으로 나타났다. 다음으로는 선박관제 정보제공이 28%, 충돌위험성 판단이 18%, 항해정보 획득 9%로 응답률을 보였다.

두 번째 설문은 AIS 송·수신정보의 구성의 이해와 수동조작으로 송신정보를 AIS에 입력한 경험을 조사하였다. 송·수신정보의 구성이란, AIS의 정보가 정적정보와 동적정보, 항해관련정보 및 안전관련 메시지정보로 구분되는 것을 말하며, Fig. 11과 같이 80%의 사용자는 정보의 분류와 구성을 이해하고 사용하고

있었다. 항해자의 개입 없이 송·수신되는 정보는 정적정보와 동적정보이며, 수동조작 입력이 필요한 정보는 항해관련정보와 안전관련 메시지정보가 해당된다.

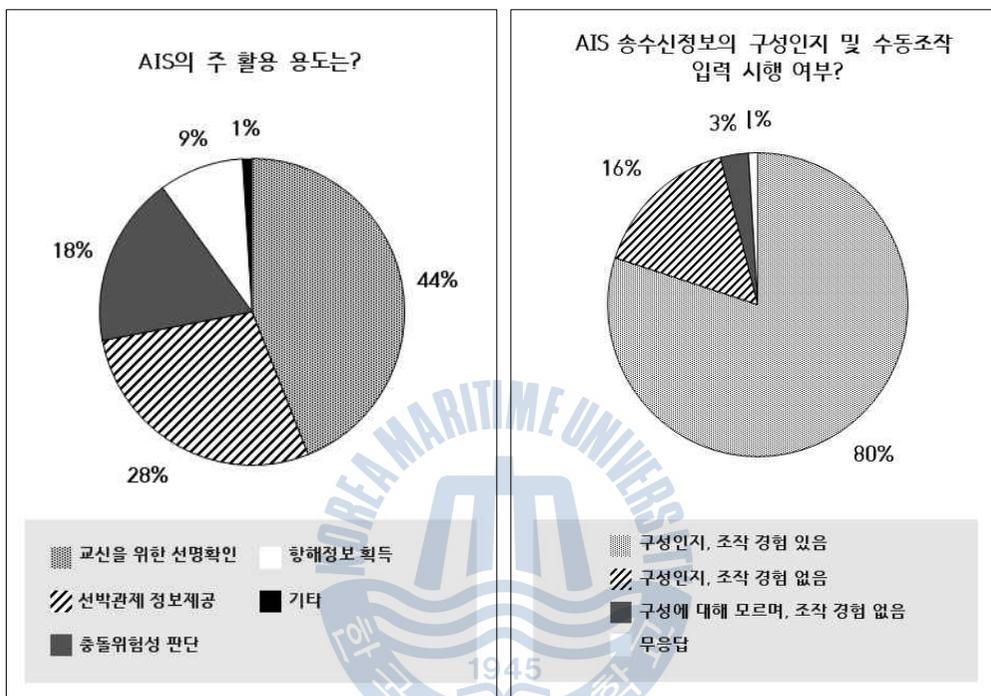


Fig. 10 Questionnaire of AIS Operation (a)

Fig. 11 Questionnaire of AIS Operation (b)

사용자들이 생각하는 송·수신 정보의 중요도의 조사 결과는 Fig. 12와 같다. 실시간으로 변하는 선박의 위치정보를 담고 있는 동적정보가 48%로 AIS의 정보 중 가장 중요하게 생각하고 있었다. 정적정보와 항해관련정보는 그 다음으로 각각 29%, 22%로 비슷한 수준을 보였다. 하지만 안전관련 메시지 정보는 1%로 다른 정보들에 비해 중요도가 매우 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 안전관련 메시지의 사용빈도가 그만큼 낮기 때문으로 분석된다. 다음 설문 항목은 AIS 송·수신 정보 중 중요도가 가장 낮은 정보는 무엇인지 조사하였다. 해당 질문은 세부항목들을 대상으로 하였는데, Fig. 13에 나타난 것과 같이 안전관련 메시지는 14%로 세 번째로 높게 조사되었다. 두 설문을 통해 안전관련 메

시지의 사용빈도 뿐 아니라 그 필요성도 많은 사용자들이 느끼지 못하고 있는 것으로 나타났다.

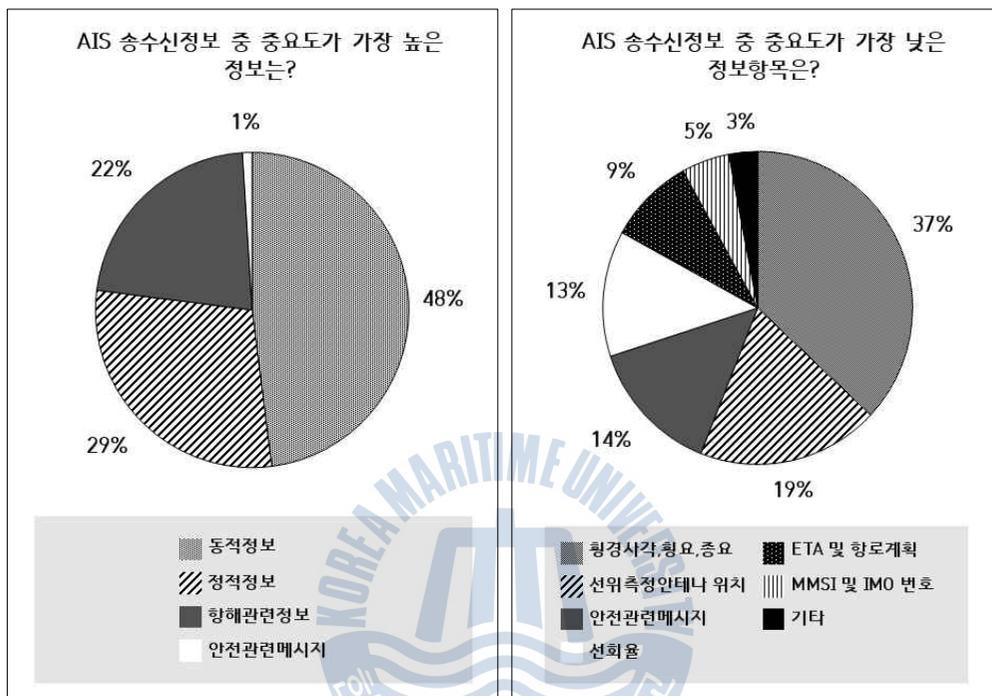


Fig. 12 Questionnaire of AIS Operation (c)

Fig. 13 Questionnaire of AIS Operation (d)

다음은 항해관련정보의 업데이트에 관한 설문이다. 항해관련정보는 목적항과 ETA, 화물의 종류 또는 위험화물 여부 및 흘수정보가 있다. 자동적으로 정보가 작성 송부되는 동적정보와는 다르게 항해관련정보는 사용자가 선박상태에 맞게 AIS의 MKD에 입력을 해주어야 한다. 이러한 정보는 누락되거나 잘못 입력되어도 자선에서는 큰 문제가 없지만, 상대 선박 및 관제 입장에선 상당한 혼란을 초래할 수 있다. Fig. 14의 설문결과에서도 33%의 사용자가 업데이트를 실시하지 않는데, 그 이유는 잊어버리는 경우가 가장 많았다. 그리고 Fig. 15의 조사결과 30%의 사용자는 장비입력이 불편하기 때문이라고 응답하였는데, 특히 AIS의 설비기준 중 화면지시기와 입력도구가 MKD로 설치가 되어 정보의 입력이 불편이라고 지적했다.

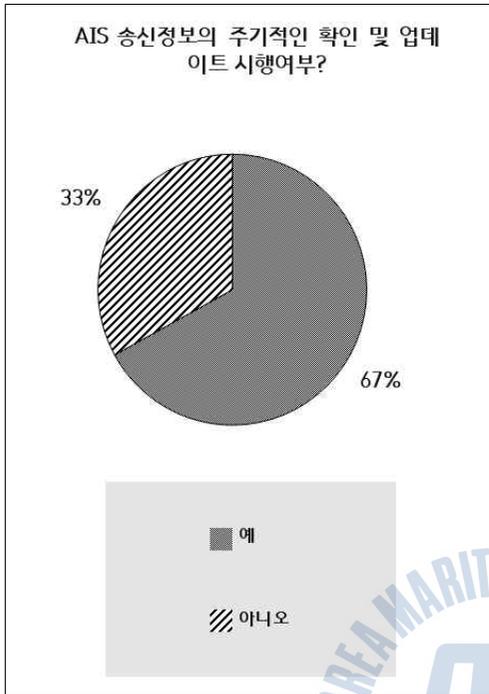


Fig. 14 Questionnaire of AIS Operation (e)

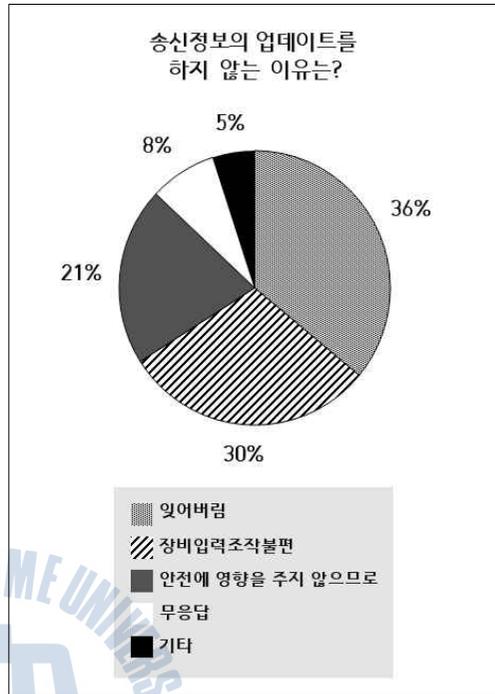


Fig. 15 Questionnaire of AIS Operation (f)

설문조사결과를 정리해보면, AIS는 선박 간 교신을 위한 선명확인 수단으로, 그리고 동적정보와 정적정보를 통해 타선의 정보를 수신하고 확인하여 충돌을 방지하는데 주로 사용되고 있었다. 반면 정보입력이 필요한 항해관련정보와 안전관련 메시지는 이용빈도가 적었다. 이는 자선에게는 영향이 없을지 모르나 타선과 관제에는 혼란을 줄 수 있다. 또한 안전관련 메시지는 이용하기에 따라 선박 안전운항에 큰 도움이 될 수 있다. 이를 통해 AIS 활용도를 높이고 안전운항을 위해 개선되어야 할 인터페이스는 항해정보의 입력과 안전관련 메시지 입력기능으로 분석하였다.

2.3.1.4 MKD(Minimum Keyboard & Display)

설문조사에서 나타난 것과 같이, AIS의 화면지시기와 입력도구는 MKD로 되

어있어서 입력과 정보조회가 불편하다. 화면지시의 경우 ECDIS와 RADAR를 이용하여 타선정보 확인은 어렵지 않으나, 정보의 입력은 대부분 AIS MKD의 키보드를 사용해서 많은 불편함을 초래한다. 또한 안전관련 메시지의 경우는 ECDIS에서 확인이 되지 않아, 이 역시 AIS MKD에서 확인하게 된다. 아래 Fig. 16 ~ Fig. 19는 다양한 AIS MKD의 외관이다.



Fig. 16 SAMYUNG ENC AIS SI-30



Fig. 17 FURUNO AIS F-150



Fig. 18 JRC AIS NCM-722



Fig. 19 TRANSAS AIS T105

예를 들어 삼영 ENC사의 SI-30 AIS MKD를 이용하여 문자정보를 입력하려면 알파벳 키보드가 없기 때문에 입력 메뉴에서 숫자 Button을 누르는 횟수에 따라 알파벳이 바뀌어 입력이 된다. 예를 들어 'ABC' 세 글자를 입력하고자 한다면, 숫자 2번 버튼을 1회 누르면 'A', 2회 누르면 'B', 3회 누르면 'C'가 입력되어 총 6회를 눌러야 하고, 각 문자 사이에 '→' 화살표를 넣어 글자간 이동도 해주어야 한다. 즉 'ABC' 세 글자를 입력하려면 키 버튼을 총 8회 눌러주어야

한다. 숙련이 되더라도 시간이 많이 소요되고 해당 메뉴를 찾아가는 것도 쉽지 않다. 다른 제품들도 Button이 많지 않아 입력이 어렵다. FURUNO 사의 AIS F-150 MKD의 경우 키 버튼이 없고 방향키로 알파벳을 바꾼다. 즉 알파벳 'A' 부터 시작하여 'Z' 및 숫자, 특수기호들까지 방향키를 누르는 횟수에 따라 변하므로, 만약 'Z'를 입력하려면 알파벳 'A'에서 방향키만 25번을 눌러주어야 한다. TRANSAS의 제품은 알파벳 키보드 대신 Knob을 돌려 원하는 알파벳을 맞추는 식이다. Knob을 돌리는 방법도 많은 시간이 소요되기 때문에, 당직항해사가 MKD를 이용해 항해 중에 정보를 입력하거나 메시지를 작성하고 송신하기는 어려워 AIS를 이용한 문자 통신을 위해서는 입력방식의 개선이 필요하다.

AIS MKD의 종류는 다양하고 제조사마다 그 모양은 다르지만, 화면이 작고 Button이 적어 입력하기가 어렵기 때문에 설문결과와 같이 정보를 입력하거나 데이터를 입력하는 기능은 잘 사용되지 않으므로 편리한 입력을 할 수 있는 인터페이스가 필요할 것이다.

2.3.1.5 AIS 안전관련 메시지 기능의 실선 사용현황 및 인터페이스 조사

실제 AIS 메시지 정보의 송·수신내역을 2014년 3월19일부터 3월 28일까지 한국해양대학교 실습선 한나라호에 설치된 AIS에서 확인하였다. 열흘간의 메시지 정보를 확인한 결과 발신 메시지는 없었고, Fig. 20 ~ Fig. 23과 같이 특정 MMSI에서 비정상적인 문자 메시지가 다수 수신되어 있었다. 정상적인 문장은 Fig. 22의 3월 24일과 Fig. 23의 3월 25일 각각 1개의 메시지만 정상적인 문장으로 수신되어 있었고, AIS TEST를 위한 내용과 어선주의에 대한 내용, 나머지는 특수기호의 반복 등 문장으로 볼 수 없었다. 대상선박의 항행지역과 조우관계 등에 따라 메시지 송·수신 내역이 달라질 수는 있지만, Broadcasting을 통한 비정상적인 메시지의 수신으로 정상적인 수신내역을 찾는 것도 어려웠다. 항해 관련정보와 메시지 입력 뿐 아니라 수신된 메시지의 조회도 어려워 사용자에게 해당정보를 표현하는 표시방식도 개선이 필요하다.



Fig. 20 AIS RX Message (a)



Fig. 21 AIS RX Message (b)



Fig. 22 AIS RX Message (c)



Fig. 23 AIS RX Message (d)

삼영 ENC 사의 AIS MKD에서 안전관련 메시지를 송신하고 수신을 확인하는 인터페이스는 Fig. 24와 같다. 기본화면에 버튼을 눌러 메뉴화면으로 이동하면 Message 카테고리가 있고, 해당 카테고리를 선택하여 이동하면 또 세부 카테고리가 있다. 메시지송신의 경우, New message를 택하고 해당사항을 입력 후 Send 버튼을 눌러준다. 메시지 송신이 성공한 경우와 실패한 경우는 MKD의 화면 표시가 다르게 되어 정상적으로 전송되었는지 확인할 수 있다.

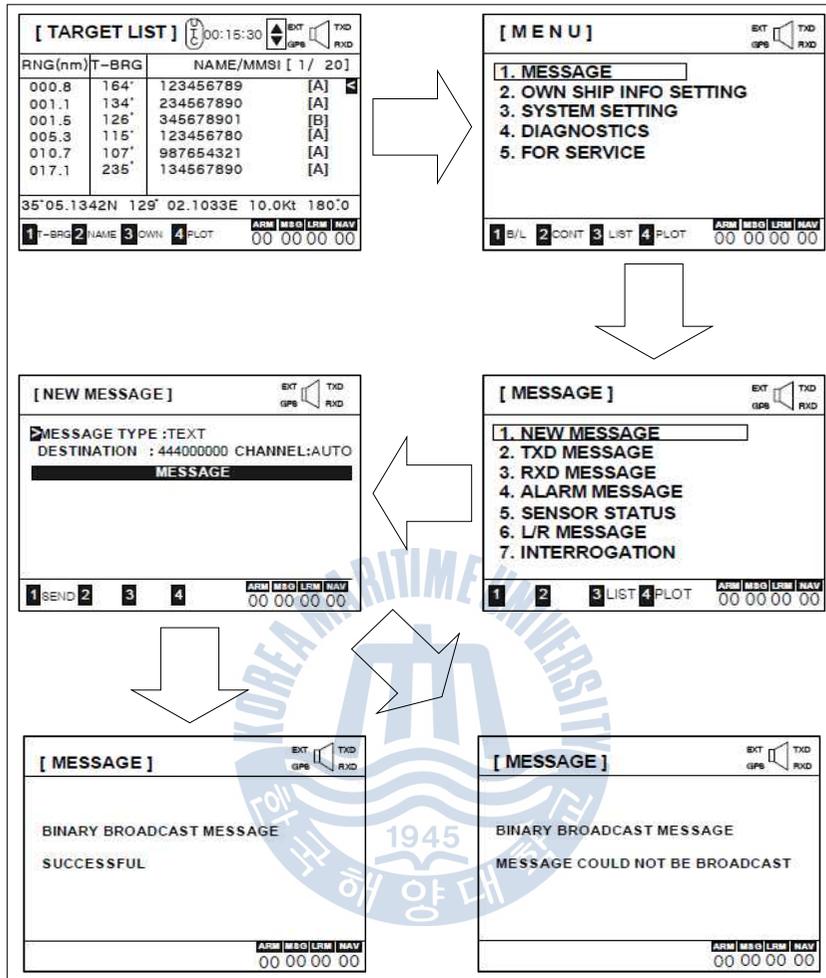


Fig. 24 Transmit AIS Message

수신된 메시지를 확인하는 과정도 간단하지 않다. 특히 다수 메시지가 수신되어 있다면 확인하고자 하는 메시지를 찾기가 더욱 어렵다. Fig. 25와 같이 메시지 작성과 마찬가지로 메뉴에서 RXD message를 선택하게 되면 가장 최근 메시지가 상위에 리스트 목록으로 보이고 상세 내용은 해당 메시지를 선택하면 된다. 메시지가 수신되었을 경우 Audible alarm을 작동시킬 수는 있으나 MKD 상에 팝업처럼 최근 메시지를 띄우는 기능은 없어서 메시지 확인을 위한 항해자의 직접적인 조작이 항상 필요하다.

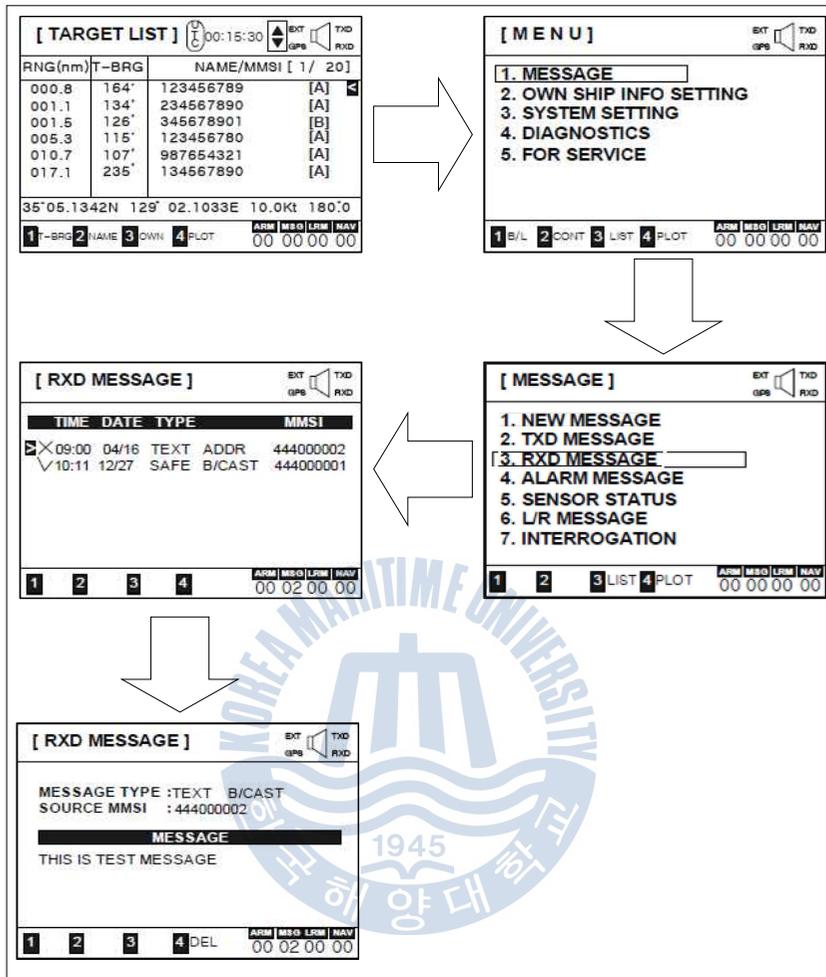


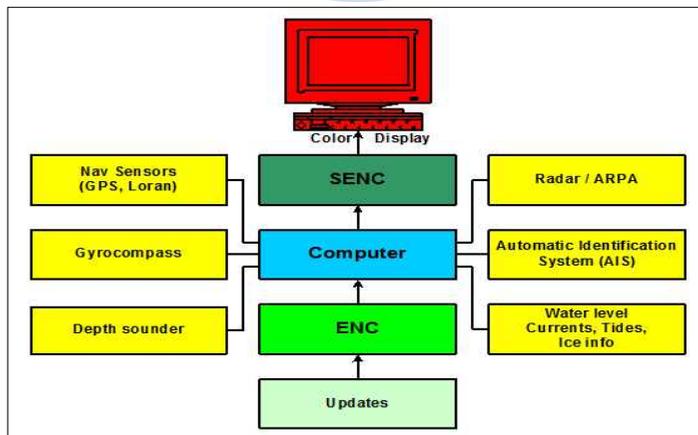
Fig. 25 Check Received AIS Messages

수동 입력이 필요한 항해관련정보의 입력도 메뉴가 각각 나뉘어 있고 영문 키보드의 부재로 많은 시간이 필요하다. 특정 AIS 뿐만이 아니라 대부분의 인터페이스가 숙련된 항해사라도 입력에 상당한 시간을 요하고 있다.

2.3.2 ECDIS 사용현황과 이용 상 문제점

2.3.2.1 ECDIS의 개요

전자해도시스템은 전자해도에 선박의 실시간 위치정보를 표시해서 항해사로 하여금 항로를 계획·감시하고, 항해와 관련한 부가 정보를 활용할 수 있도록 지원하는 항해정보시스템이다. 대표적인 성능요건과 시험기준으로는 IMO의 MSC.282(80), RES.813, RES.830, RES.890과 SOLAS 5장이 있고, IEC61174, 61162-1, 60945 및 62288 등이 있다. 또한 ECDIS는 IHO의 S-57, S-52, S-63 S-64를 준수하는 전자해도(Electronic Navigation Chart, 이하 ENC라 함)를 운용할 수 있어야 한다. ENC의 S-57 기준이 전 세계적으로 통용되기 앞서 일부 수로국에서는 전자해도를 scanning data를 사용하는 Raster format으로 만들어 이를 래스터 전자해도(Raster Navigational Chart, 이하 RNC라 함)라 칭하고, ECDIS의 전자해도로서 RNC를 사용하는 모드를 RCDS mode(Raster Chart Display System mode)라고 한다. ENC가 개발된 수역에서는 ECDIS mode를 기본적으로 사용해야 하지만, ENC가 개발되지 않은 지역에 한정하여 RCDS mode의 사용을 허용하되, 적절한 일련의 종이해도(Appropriate folio of up-to-date paper charts)를 같이 사용하는 조건에 한하여 ECDIS로 인정(종이해도와의 동등성 인정)한다.

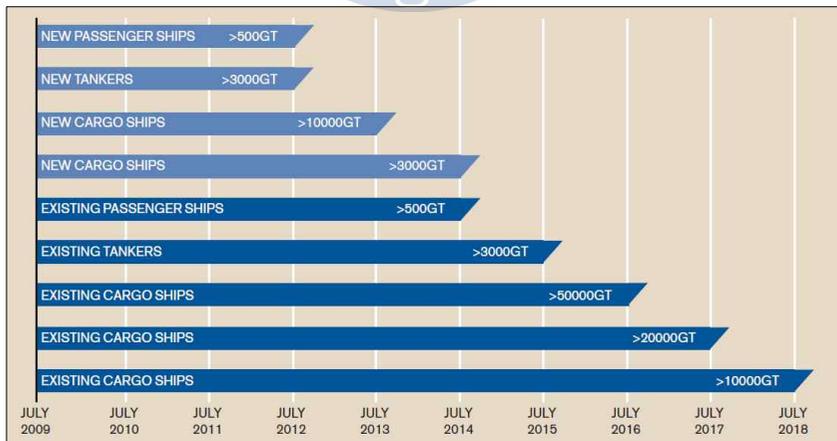


출처 : Watchkeeping with ECDIS, 2013

Fig. 26 ECDIS Components

Fig. 26은 ECDIS의 구성을 도식화한 것으로, 최신화된 ENC 정보는 선교의 각종센서들로부터 항해정보들을 수집하는 컴퓨터에 전달된다. 이후 SENC(System Electronic Navigational Chart, 이하 SENC라 함) 정보로 변환되어 전자해도 표시기(Electronic Chart Display and Information Equipment, ECDIE)에 표시된다. SENC는 ECDIS에서 ENC를 변환하거나 업데이트하고 항해사에 의해 정보가 추가됨으로써 생기는 데이터베이스를 말하며, 화면 생성과 기타 항해용 기능을 위하여 ECDIS에 의해 실질적으로 접근되는 것으로 최신의 종이해도와 동등한 것이다. SENC는 다른 Source로부터 정보도 역시 수록할 수 있다.

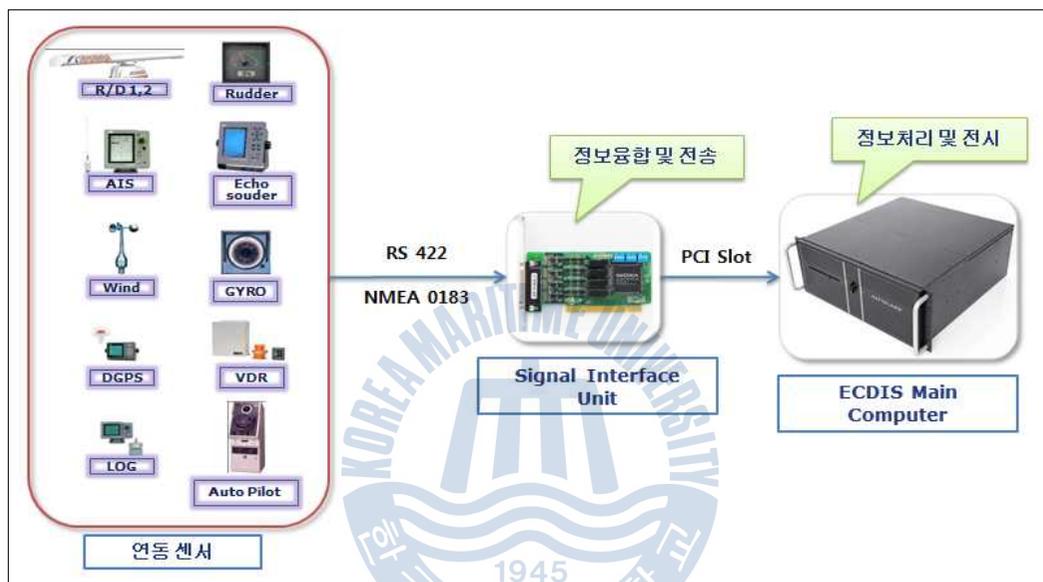
최근 IMO에서는 ECDIS를 강제탑재 장비로 SOLAS 수정안을 채택하였고, 해양수산부는 2010년에 전자해도표시시스템을 강제화하는 법령을 발표하였다. e-Navigation 전략에서는 해상교통 안전과 해양환경의 보호를 위해 ECDIS를 핵심장비로 고려하는 등 기기의 중요성이 날로 커지고 있는 추세이다. SOLAS 협약의 제5장 19규칙에 의해 국제항해에 종사하는 3,000톤 이상의 모든 선박과 500톤 이상의 국제항해 탱커와 모든 해역의 500톤 이상 여객선은 ECDIS의 탑재가 요구되고, 또한 백업장치 또는 예비의 최신화된 해도를 비치하여야 한다. Fig. 27은 ECDIS의 탑재시기 및 적용시기를 나타낸다.



출처 : New ECDIS mandatory requirements, 2011

Fig. 27 ECDIS System Implementation Schedule

Fig. 28과 같이 RADAR, AIS, Echo Sounder, VDR 및 기상 센서 등 선교에 있는 각종 항해장비와 센서를 연계해서 전자해도 위에서 통합적으로 운용되며, 선박의 입출항으로부터 항행계획과 감시, 충돌회피 등의 항해의 주요기능을 수행할 수 있음에 선교에서의 그 중요성이 날로 증대되고 있고, e-Navigation의 선박 부분인 INS(Integrated Navigation System)의 핵심장비로 자리 잡고 있다.



출처 : Watchkeeping with ECDIS, 2013

Fig. 28 Sensor Connections of ECDIS

2.3.2.2 ECDIS의 성능기준

ECDIS 관련 주요 국제협약으로는 IMO의 Resolution A.817과 국제수로기구 (International Hydrographic Organization, 이하 IHO라 함)의 S-52, S-57, 그리고 IEC의 IEC 61174가 있다. 필수기능으로는 Fig. 29의 항행계획(Route Planning), 항행감시(Route Monitoring), 항해기록(Voyage Data Logging) 그리고 전자해도 로딩 및 업데이트(Chart Management) 기능이 있고, 그 밖에 전자 해도 표시 및 정보시스템 성능기준(Res.MSC.232(82))의 주요 내용은 다음과 같다.

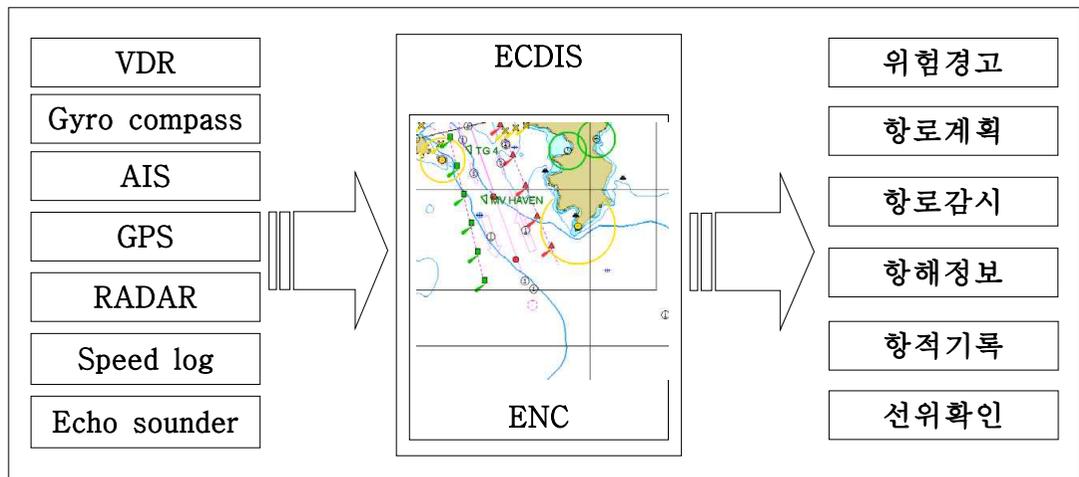


Fig. 29 Electronic Chart Display & Information System

- 1) 전자해도 표시 및 정보시스템의 범위 (Scope of ECDIS)
- 2) 기준 적용 (Application of Standards)
- 3) 정의 (Definition)
- 4) 해도정보의 공급 및 갱신/개정 (Provision and updating of Chart Information)
- 5) SENC의 정보표시 (Display of SENC Information)
- 6) 축척 (Scale)
- 7) 기타 항해정보의 표시 (Display of Other Navigational Information)
- 8) 인접해역의 표시 방식 및 생성 (Display Mode and Generation of the Neighbouring Area)
- 9) 색상 및 기호 (Colours and Symbols)
- 10) 표시 요건 (Display Requirements)
- 11) 항해 계획, 모니터링 및 항해기록 (Route Planning, Monitoring and

Voyage Recording)

- 12) 계산 및 정밀도 (Calculations and Accuracy)
- 13) 성능시험, 고장 알람 및 표시 (Performance Tests, Malfunctions Alarms and Indications)
- 14) 백업 설비 (Back-up Arrangements)
- 15) 다른 장비와의 연결 (Connections with Other Equipment)
- 16) 급전 (Power Supply)
- 17) 부록 (백업 요건/ RCDS 작동)

2.3.2.2 ECDIS AIS 정보 인터페이스

ECDIS의 AIS 정보표시 인터페이스 중 안전관련 메시지의 확인 및 작성기능 여부를 조사하였다. 대상 ECDIS는 실선 사용 중인 한국의 마린전자, 일본의 JRC, 러시아의 TRANSAS, 영국의 PC Maritime사(社)에서 개발된 제품들이다.

1) 마린전자 PM3D ECDIS

Fig. 30은 마린전자사(社)의 PM3D ECDIS의 구동화면이다. ENC 상에 AIS 타선 형상이 표시되고 있고, 해당선박을 선택하여 AIS 상세정보를 조회하면 Fig. 31과 같이 동적정보, 정적정보, 항해관련정보를 확인할 수 있다. 그러나 안전관련 메시지를 확인하거나 조회할 수 있는 기능은 없었다. PM3D ECDIS는 메시지 송·수신 인터페이스를 제공하지 않고, 자선의 항해관련정보를 입력할 수 있는 기능도 없었다.

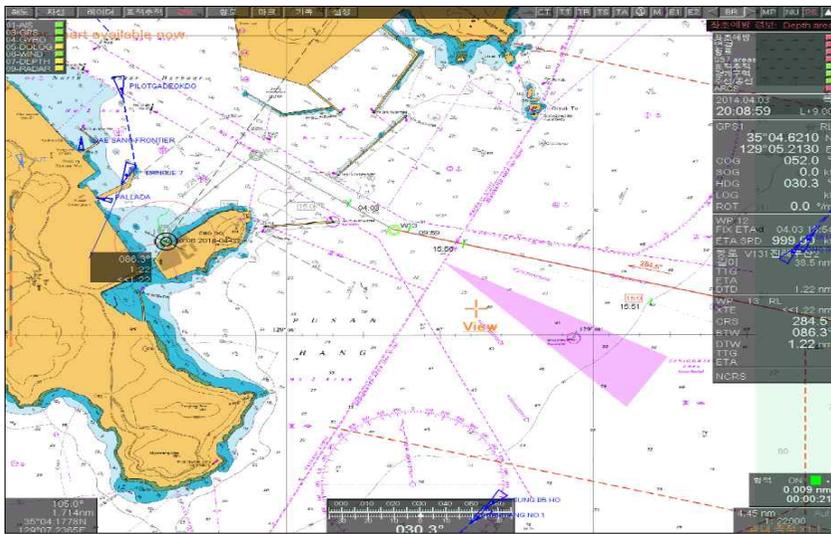


Fig. 30 PM3D ECDIS



Fig. 31 AIS Information Display

2) TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS

TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS는 AIS 정보 UI가 더욱 단순화되어 있다. Fig. 32와 같이 AIS 정보확인을 위해 타선을 선택하면, ENC 상에 정보창이 표시된다.

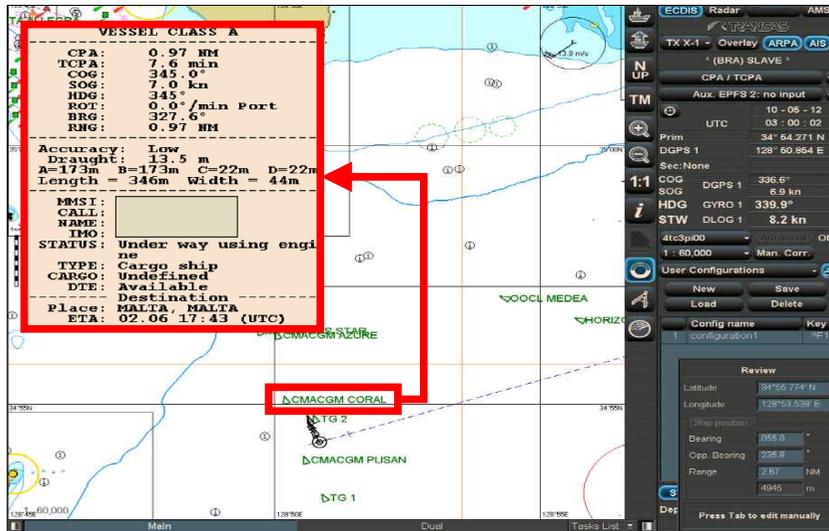


Fig 32 TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS Interface of AIS Information (a)

타선 정보나 안전관련 메시지를 확인·조회할 수 있는 기능은 없고, 별도의 인터페이스를 Fig. 33과 같이 구성하여 항해관련정보 입력과 Message 관리를 가능하게 하였다.



Fig 33 TRANSAS Navi-Sailor 4000 ECDIS Interface of AIS Information (b)

3) PC Maritime Navmaster ECDIS

PC Maritime(社)의 Navmaster ECDIS는 Windows 기반으로, 선명에 따른 타선 리스트에서 대상선박을 선택하면 Dynamic, Static, Voyage Button을 이용해

원하는 정보를 확인할 수 있다. 그러나 Fig. 34와 같이 PC Maritime Navmaster ECDIS도 메시지 확인이나 전송, 항해관련정보 입력기능은 이용할 수 없었다.

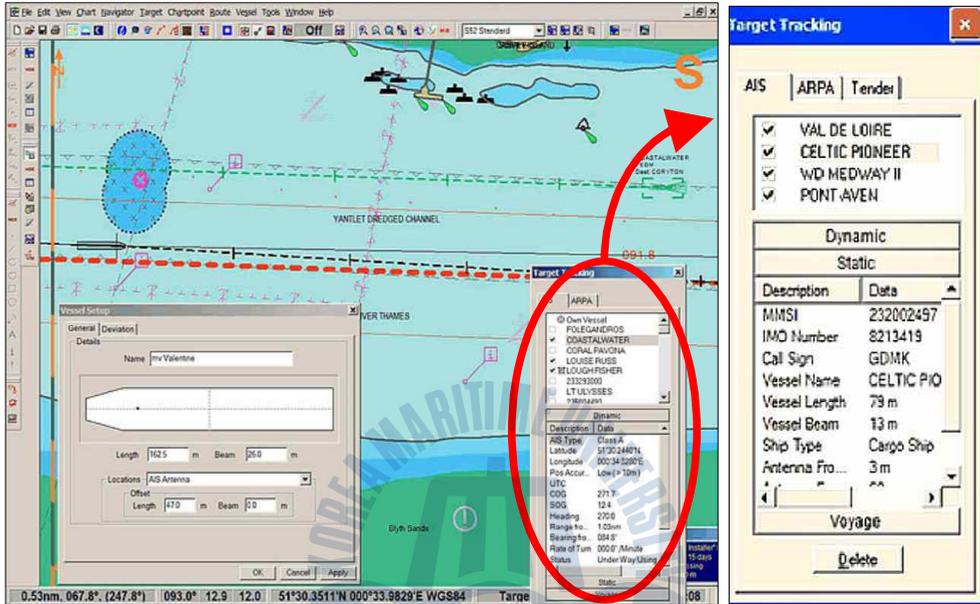


Fig. 34 PC Maritime Navmaster ECDIS Interface of AIS Information

4) JRC JAN-901M/701 ECDIS

JRC사(社)의 ECDIS는 화면 우측에 3척의 타선 AIS정보를 동시에 표시하는 인터페이스로 다수 선박과의 충돌관계 파악에 용이하다. 화면 우측에 선택되어 있는 타선 AIS정보가 Common UI에 나타나고, 더 상세한 정보가 필요한 경우 Additional UI를 선택하여 조회한다. AIS에 수신된 모든 정보를 전개하고자 하는 경우, Additional UI내의 AIS Detail Button을 클릭하여 확인할 수 있다. Fig. 35는 JRC JAN-901M/701 ECDIS의 타선정보를 확인하는 인터페이스 구성을 나타내고 있다. 상세 정보창에서 상대선의 AIS정보를 자세히 조회할 수는 있지만 JRC JAN - 901M/701 ECDIS도 메시지 송·수신을 위한 인터페이스와 자선 항해관련정보 입력을 위한 기능은 갖추어져 있지 않았다.

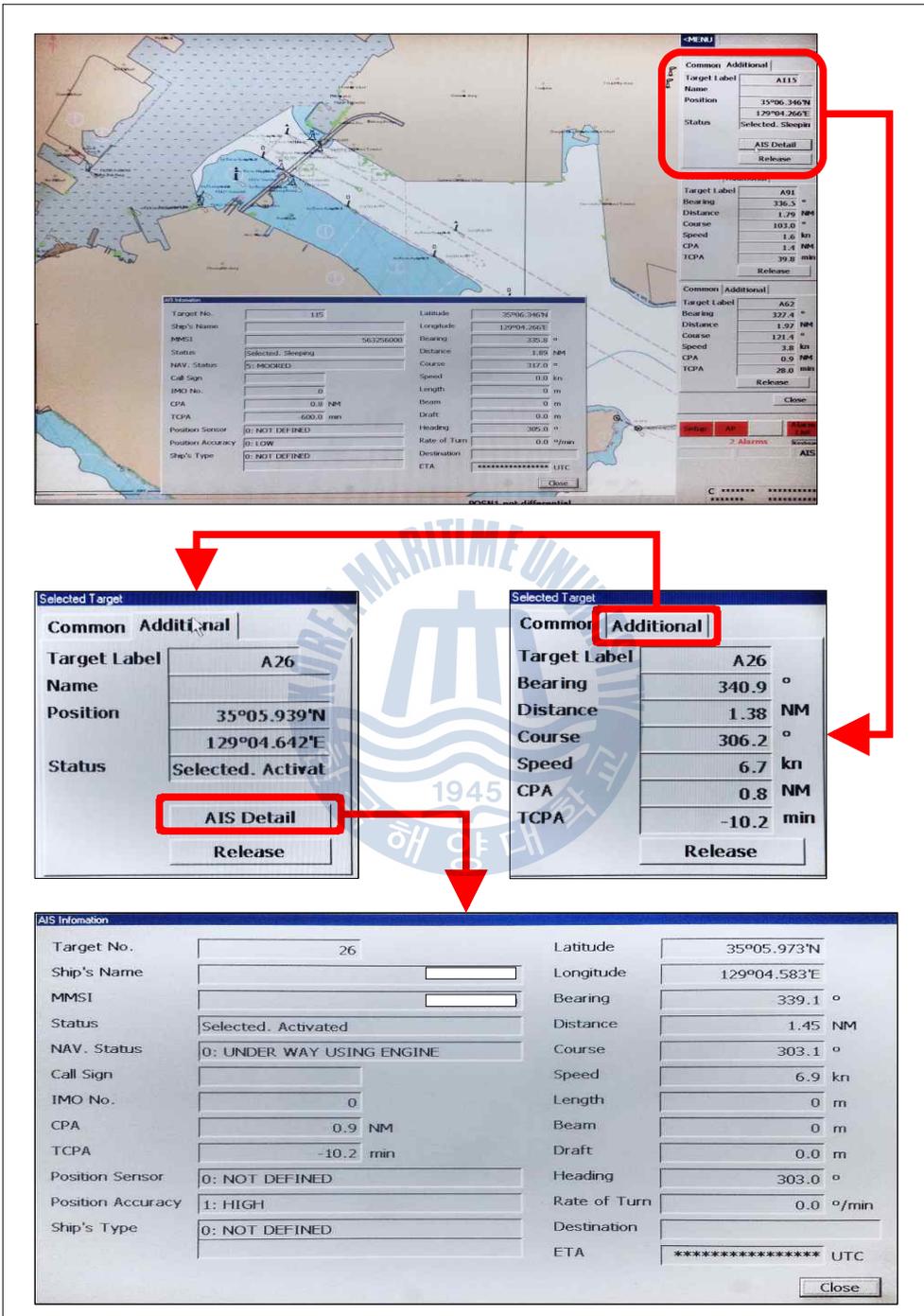


Fig. 35 JRC JAN - 901M / 701 ECDIS Interface of AIS Information

2.3.2.3 ECDIS의 AIS 정보 인터페이스의 문제점

상용화되어 있는 ECDIS들의 AIS 정보 인터페이스를 조사한 결과, 조사대상 ECDIS들은 방식의 차이는 있으나 정적정보, 동적정보, 항해관련정보를 ECDIS 상에서 확인이 가능하도록 되어 있었다. 그러나 TRANSAS사의 제품을 제외하고 Fig. 36과 같이 안전관련 메시지에 대한 조회나 송신 인터페이스는 없어서 ECDIS에서 이와 관련한 메시지 송·수신 작업이 불가하였다.

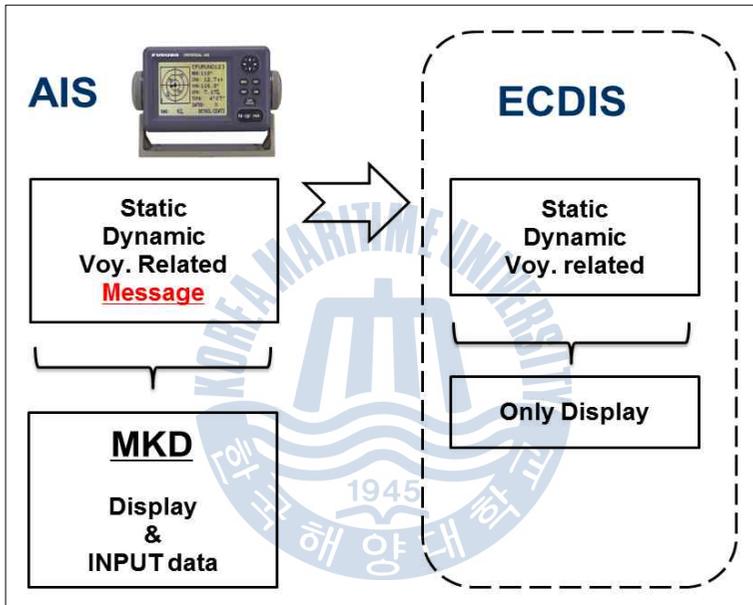


Fig. 36 Electronic Chart Display & Information System

메시지 표시와 타선 항해관련정보의 확인은 가능하지만, 본선정보를 조회하거나 입력할 수는 없었다. Fig. 37처럼 ECDIS 및 주요 항해기기들과 AIS가 떨어져 설치되어 있다면 이용자가 이동하여 정보를 업데이트를 해야하기 때문에 견시 소홀 및 Workload와 입력 누락 등의 문제가 발생한다.

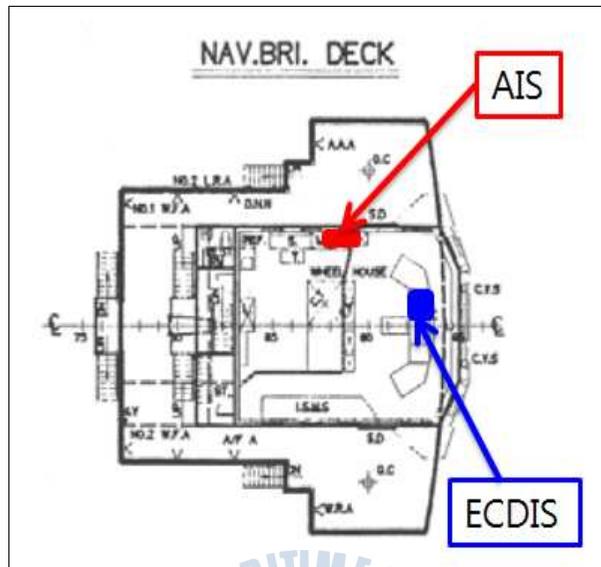


Fig. 37 Arrangement of AIS and ECDIS on Bridge

육상국으로부터 Broadcasting된 AIS 안전관련 메시지도 항행안전을 위하여 항해자가 신속히 파악할 수 있어야 하나, ECDIS를 통해 확인이 불가하여 AIS MKD를 이용할 수 밖에 없다. 이 경우 메시지의 확인이 지연되어 육상국의 Broadcasting 정보도 실효성이 떨어지게 된다.

AIS-ECDIS 정보 인터페이스를 조사한 결과, ECDIS의 기능은 수동적으로 정보를 수집하고 단순 표시하는 수준이었다. 현재 ECDIS는 여러 항해장비들의 정보를 종합 표시함으로써 사용자에게 높은 활용도와 편의성을 제공하고 있지만 향후 항해정보의 핵심 장비로 발달 가능성이 높다. 때문에 정보수집 뿐 아니라 사용자의 조작을 통해 연동되는 기기들로 정보를 전달할 수 있는 양방향 통신기능을 갖추 수 있는 기술 연구가 필요하다.

제 3 장 AIS-ECDIS 연계시스템의 개념설계

전체적인 AIS-ECDIS 연계시스템의 개발방향과 구조를 구상하고, 문자통신을 위한 성능규정에 맞는 통신방식을 설계하였다. 사용자가 보다 편리하게 AIS 기능을 확인하고 입력할 수 있도록 ECDIS 상에 사용자 인터페이스(User Interface, 이하 UI라 함)를 제공해 줄 수 있는 Software와 UI의 기능들도 설계하였다.

3.1 AIS-ECDIS 연계시스템 기초 개념설계

문자통신방식을 이용하기 위해 AIS-ECDIS 연동기술 선행연구와 각 기기의 기능을 조사한 결과를 토대로 AIS-ECDIS 연계시스템을 설계하였다. Fig. 38과 같이 문자통신방식의 AIS-ECDIS 연계시스템은 ECDIS와 AIS의 양방향 통신을 기본으로 설계하였다. 정보를 수신하여 표시만 하던 기능에서 AIS와의 양방향 통신을 통해 ECDIS는 자체 통신기능을 갖추게 된다. 각 기기의 고유의 기능을 ECDIS가 컨트롤타워 역할을 함으로서 사용자는 편의성이 향상되고, 안전항해를 위해 고안되었으나 사용빈도가 적었던 AIS의 기능들을 활용하여 해상안전 확보에 도움이 될 것이다.

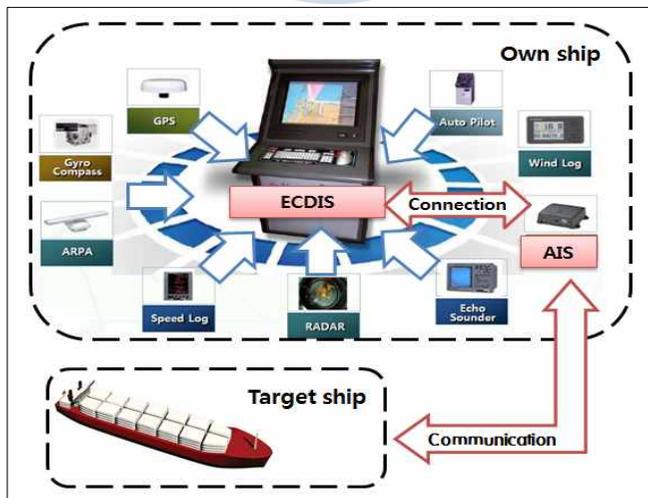


Fig. 38 Concept of Navigation Support System

Fig. 39와 같이 AIS-ECDIS 연계시스템은 AIS와 ECDIS를 하드웨어로 하며, AIS는 문자메시지의 송·수신 기능을, ECDIS는 AIS 정보입력과 정보의 화면상 표시 기능을 담당한다. 그리고 NSS(Navigation support system, 이하 NSS라 함) 소프트웨어가 두 기기를 연결하며 사용자가 편리하게 기능을 사용하도록 사용자 인터페이스를 제공하는 구조로 계획하였다.



Fig. 39 Component of Navigation Support System

기존 ECDIS는 단순표시의 역할만을 하기 때문에 사용자는 항해정보를 ECDIS에서 확인하고, 기기에 대한 조치 및 확인 타선과의 통신은 해당 기기를 오가며 이루어지게 된다. 본 연구의 AIS-ECDIS 연계시스템은 Fig. 40과 같이 기존통신 과정과 같이 여러 기기를 사용하지 않고, ECDIS에서 타선의 확인·호출·통신, 그리고 피항동작의 판단까지 모두 이루어지도록 기초 설계하였다.

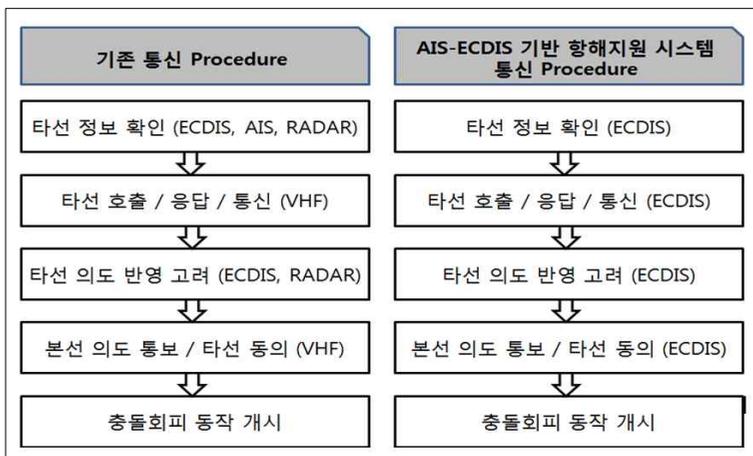


Fig. 40 Comparison of Existing System and Improvement System

3.2 문자통신방식 설계

3.2.1 AIS의 통신방식

AIS-ECDIS 연계시스템은 선박 간의 음성통신의 대안 마련과 정확한 의사전달을 통해 항행안전을 확보하기 위한 시스템이다. 본 시스템의 통신방법은 AIS Message 송·수신 기능을 기반으로 하기 때문에, 통신 시스템의 구조설계로 AIS 통신방식과 Binary message를 이용한다.

3.2.1.1 4S(Ship to shore, Ship to ship) Broadcasting

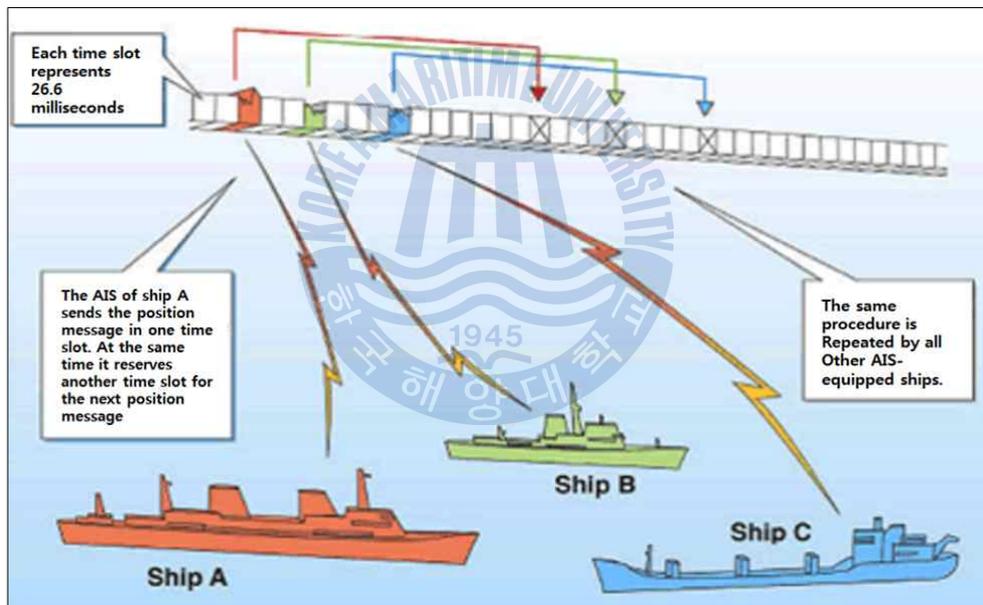
AIS는 선박통항관리를 위해 육상과 선박간의 2S(Ship to shore) 방식이 선행 개발되었다. 2S 방식은 선박 간의 통신을 고려하지 않았기 때문에 시스템 용량은 분당 약 20여척 정도의 수준이었다. 이후 국제해사기구에서는 충돌방지과 안전항행을 위한 선박 간 통신의 중요성을 감안하여 2S 방식보다 시스템용량이 크고, 전파교란이 적은 4S Broadcasting방식을 Universal AIS로 채택하였다. 4S Broadcasting 방식은 AIS 전용 주파수인 Channel 87(161.975 Mhz)과 Channel 88(162.025 Mhz)을 선택적 사용하여, 짧은 주기의 자동 데이터통신에 의해 실시간으로 AIS 정보 데이터를 Broadcasting하게 된다. 4S Broadcasting 방식의 기술적 특성은 Table 6과 같다.

Table 6 Technical Characteristic of 4S Broadcasting

| 운용범위 | 작동방식 | Radio Channel | Radio Channel 최대사용량 | 매 분당 보고 선박 척수 |
|----------------------------------|--------------|--|------------------------|---------------------|
| Ship to shore Ship to ship | Broadcasting | 1. Channel 87 (161.975 Mhz) 2. Channel 88 (162.025 Mhz) | 최소 90 % | 약 2,000척 |

3.2.1.2 SOTDMA 전송방식

AIS의 정보전송은 무선통신 방식으로 이루어지고 다중접속 방식인 SOTDMA (Self-Organized time division multiple access, 이하 SOTDMA라 함)를 사용한다. SOTDMA는 기준 시간 동안에 육상국을 비롯한 AIS 탑재선박들이 Time-slot을 할당받아 주어진 시간 간격에 정보를 송신하는 시간간격할당 (Time-slot allocation)방식이다. 분당 2,250개의 Slot으로 분할하여 각 선박에 할당되므로 1분에 각 Slot 개수 만큼의 선박이 통신을 할 수 있게 되며, Fig. 41과 같이 Slot을 분할하면 각 Slot에 할당되는 시간은 약 26.6msec 정도가 되고, 시간의 기준은 GPS 시간을 사용한다.



출처 : Guidelines for the Operational use of Universal Automatic Identification Systems

Fig. 41 Self-Organized Time Division Multiple Access

3.2.1.3 AIS Class의 분류

AIS는 Class A 및 Class B로 2종류의 등급으로 나뉘며, 우선 규정이 채택된 Class A가 AIS-ECDIS 연계시스템 구성 AIS의 등급에 해당된다. Class A는

SOTDMA를 사용하여 선박 상호간의 데이터 충돌을 최소화하여 정보를 최대한 빠른 주기로 송신하도록 설계된 시스템이지만, Class B는 CSTDMA (Carrier-Sense TDMA)를 사용하여 AIS 네트워크가 비어있을 시간에만 그 정보를 송신하게 되어있다. Class B의 통신방식은 기존 통신망에 부하를 주지 않는 범위 내에서 자신의 정보를 송신할 수 있도록 설계된 시스템으로 출력을 1.5W로 낮춤으로써 인근의 선박에만 송신정보가 표시되는 시스템이다. Class B의 경우 송·수신되는 정보가 제한적이고 소형선박 보급을 대상으로 하므로, 해당선박에서 ECDIS와 연동할 수 있는 환경을 가지지 못한다. 따라서 AIS-ECDIS 연계시스템의 설계는 Class A에 해당되는 통신기술 및 메시지 정의를 기반으로 한다.

3.2.2 AIS Binary message와 시스템 적용

현재 선박에 상용화된 모든 AIS는 메시지 송·수신 기능을 가지고 있다. 이 기능은 Short safety-related Message로 메시지의 송·수신 시 문자형식이 이진문자이기 때문에 AIS Binary message라고 하며, 안전관련정보를 선박 간에 또는 육·해상 간 공유를 위해 사용하도록 정해져 있다. AIS-ECDIS 연계시스템은 Binary message의 MMSI 번호지정 기능을 이용하여 대상선박에만 메시지 송·수신을 하도록 기능을 설계하였다. Fig. 42는 ITU-R M.1371-4에서 AIS 정보마다 할당된 Message ID와 IEC 61993-2에서 정의된 메시지 형식을 나타내고 있다.

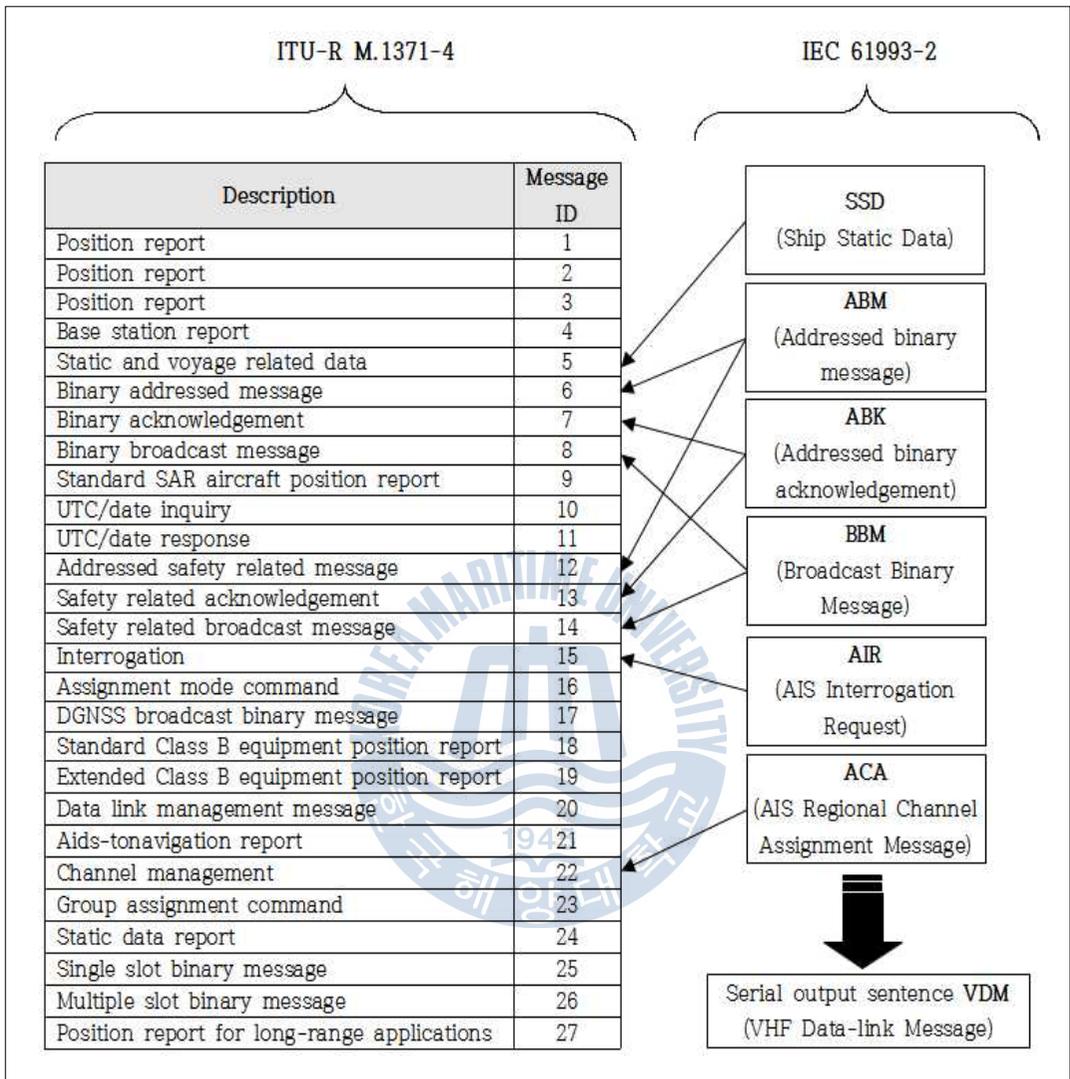


Fig. 42 AIS Binary Message

ITU-R M.1371-4의 메시지 ID 중 Binary message는 6, 7, 8, 12, 13, 14가 해당된다. Binary Message는 고정포맷 부분과 고정되지 않은 포맷으로 구성되며, 고정되지 않은 포맷에는 이진문자 형태로 정보를 담아 송·수신할 수 있다. IEC 61993-2에서는 Binary message 6번, 12번에 대한 프로토콜을 ABM(Addressed binary Message, 이하 ABM이라 함)으로, 8번과 14번을 BBM(Broadcasting binary Message, 이하 BBM이라 함), 7번과 13번 메시지는 ABK(Addressed

and binary Broadcast acknowledgement, 이하 ABK라 함)로 분류하여 지정하고 있다. ABM은 MMSI number를 기반으로 지정된 선박에만 DSC(Digital selective calling) 메시지 전송이 이루어진다. 따라서 송신하고자 하는 대상 선박의 MMSI number의 입력이 반드시 요구된다. BBM은 지정선박이 아닌 주변의 다수선박에게 방송형식으로 송신되는 메시지이다. 수신 선박이 다수이므로 MMSI number의 입력은 필요 없으나, 송신데이터에 발신국의 MMSI number는 공개된다. ABK는 ABM 메시지가 지정된 선박의 transponder에 전송되었는지 성공여부를 확인해주는 메시지이다. AIS-ECDIS 연계시스템은 선박 간 협력 동작 및 항행의도를 확인하는 것이 목적이기 때문에, ABM sentence 중 6번 Binary message를 이용하여 선박 간 문자통신 시스템을 구성한다. BBM sentence는 불특정 다수를 대상으로 하기 때문에 MSI와 같은 항행, 기상정보 등의 송신에는 적합하지만 AIS-ECDIS 연계시스템의 통신에는 부적절하다. AIS의 통신방식과 AIS Binary message 이용을 고려한 AIS-ECDIS 연계시스템의 통신기본구조는 Fig. 43과 같다.

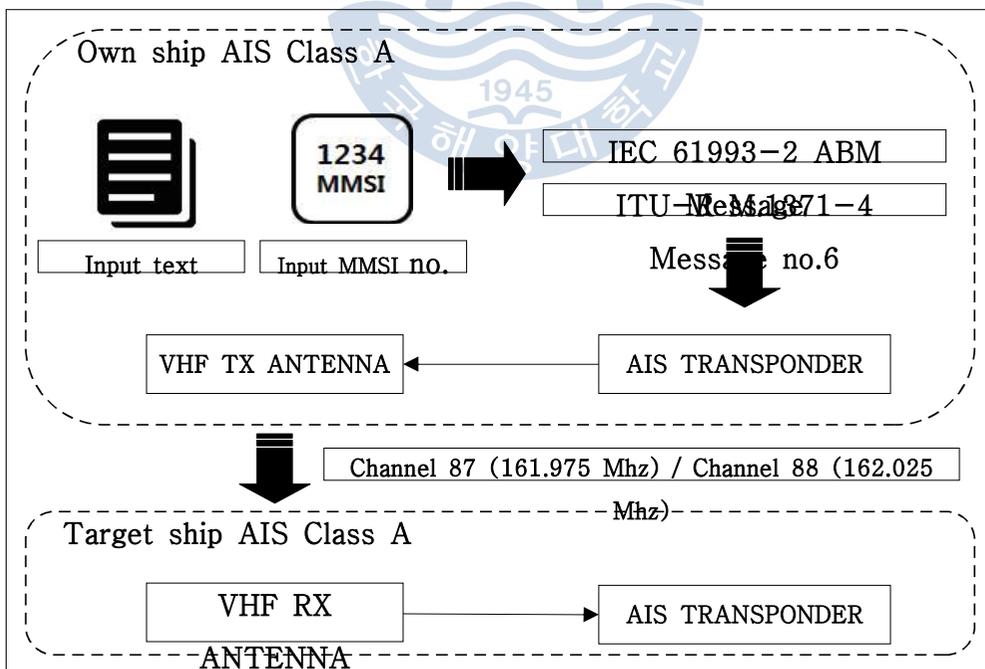


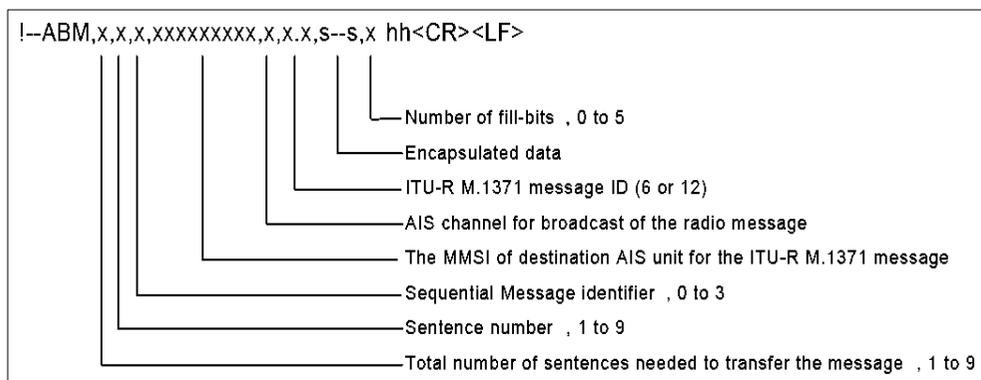
Fig. 43 Architecture of Communication of Navigation Support System

3.2.3 AIS-ECDIS 연계시스템의 문자통신 구조설계

AIS 통신방식과 Binary message를 이용하여 AIS-ECDIS 연계시스템의 기본적인 문자통신 구조를 설정하였다. 시스템의 설계를 위해 메시지 처리구조와 과정을 더욱 상세하게 살펴보고, AIS의 MKD로 인한 시스템의 메시지 입력과 화면표시 제한을 개선하기 위한 방법을 제시한다.

3.2.3.1 ABM(Addressed binary Message)

AIS-ECDIS 연계시스템의 통신은 Binary message를 이용하고 상대선을 지정하여 메시지를 전송하기 때문에 ABM sentence를 이용한다. Fig. 44는 ABM sentence의 송신 프로토콜 구성을 나타내고 있다. 송신할 문장의 수, 번호, 메시지 순서, 그리고 상대선박의 MMSI 번호, 송신채널(A:Channel 87, B:Channel 88), ITU 메시지 번호가 오고, 그 뒤에 송신문장이 Coding 되어 삽입되게 된다. AIS-ECDIS 연계시스템에서 타선에 송신하고자 하는 문장이 여기에 담기게 되고, ITU 메시지 번호는 6번 메시지 Binary addressed message를 이용한다. 문장의 정상적인 송신을 위해 프로토콜의 정해진 문장규격을 맞추어야 하고, 그렇지 않은 경우 무시하여 송신이 이루어지지 않는다. ABM 문장이 정상 송신되면 수신 측에서는 VDM sentence로 수신된다.

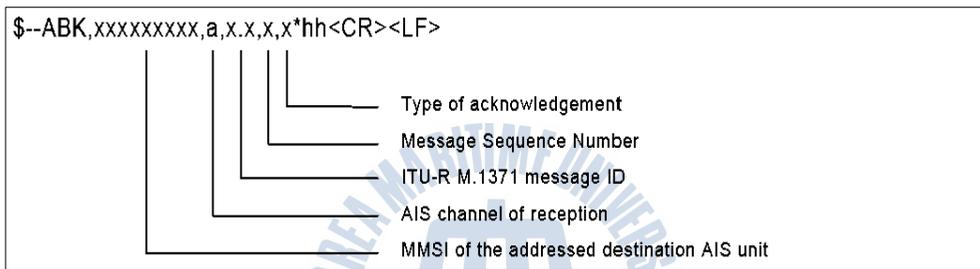


출처 : IEC 61993-2

Fig. 44 Addressed Binary Message Sentence

3.2.3.2 ABK(Addressed and binary Broadcast acknowledgement)

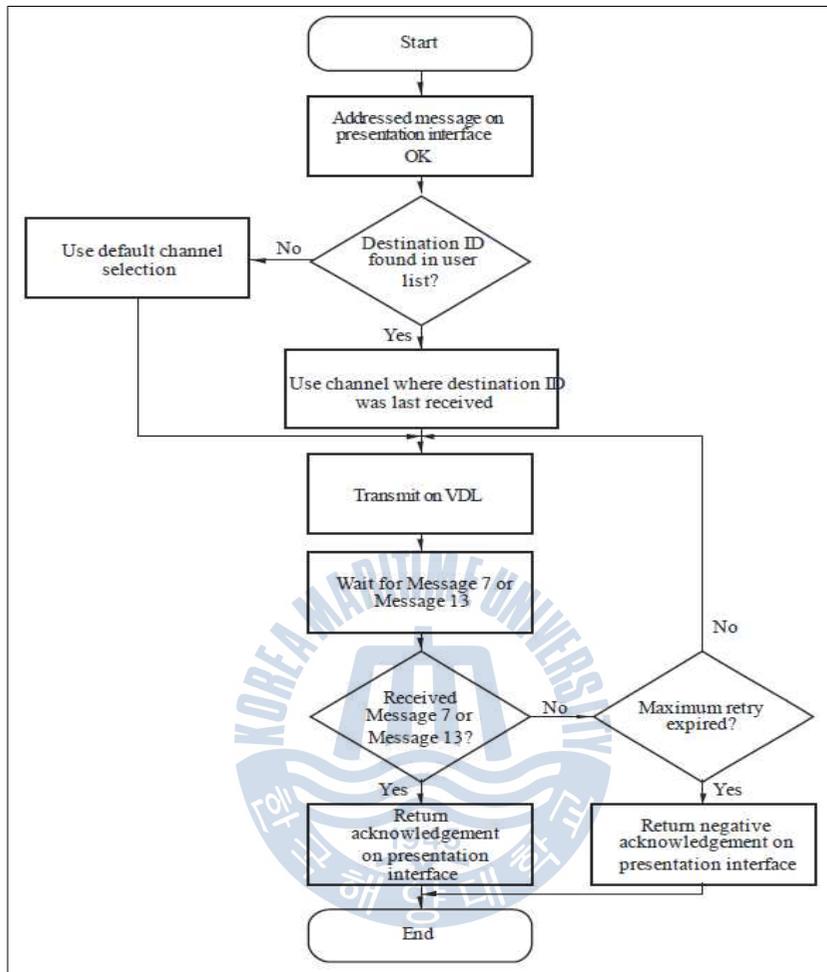
ABK Sentence는 ABM 문장이 성공적으로 상대선박에 수신되었는지를 알려 준다. Fig. 45에 ABK sentence의 프로토콜 구조가 나타나 있는데, 이 중 Type of acknowledgement를 통해 송신문장의 전송여부를 확인할 수 있다. 해당 Field에 숫자 '0'으로 표시되면 ITU 메시지 6번 또는 12번 문장송신의 성공이며, 숫자 '1'이면 Broadcast 되었지만 지정된 AIS unit으로부터 응답이 없을 때, 그리고 숫자 '2'이면 Broadcast의 실패를 나타낸다.



출처 : IEC 61993-2

Fig. 45 Addressed and Binary Broadcast Acknowledgement Sentence

ABK Sentence는 7번 또는 13번 메시지에 해당한다. 따라서 문장을 송신 후에 7번 또는 13번 메시지 수신이 되지 않는다면, 전송에 실패한 것으로 AIS에 나타나는데 Fig. 46의 순서도에 과정이 나타나 있다.



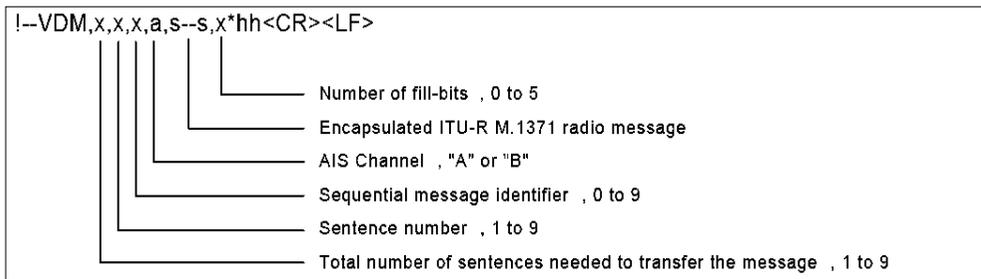
출처 : ITU-R M. 1371-4

Fig. 46 Procedure of Message Acknowledgement

3.2.3.3 VDM(VHF Data-link Message)

Fig. 47은 VDM Sentence의 프로토콜 구조이다. AIS Transponder에 의해 수신된 메시지는 송신자의 ABM 형식이 아닌 VDM sentence의 구조를 가지게 된다. 송신자 측에서 ABM 문장으로 송신에 실패하게 되면 VDO(VHF Data-link Own-vessel message)로 나타나고, 성공적으로 송신되었다면 타선에 VDM sentence가 수신되는 것이다. 수신된 VDM sentence가 메시지로 표현되기 위해

서는 데이터의 변환과정이 필요하다.

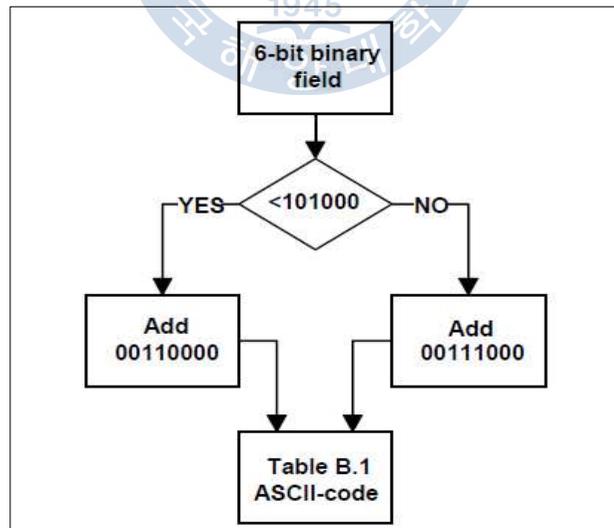


출처 : IEC 61993-2

Fig. 47 VHF Data-link Message Sentence

3.2.3.4 Binary Message의 데이터 변환

메시지 데이터는 6-bit binary ASCII character를 사용하기 때문에 VDL(VHF Data-link)로 데이터를 전송하고자 한다면, 8-bit로의 데이터 변환이 필요하다. 해당과정을 Encoding이라 하며, 수신측도 8-bit로 수신 후 6-bit로 데이터 변환, 즉 Decoding 작업을 거치게 되어있다. Fig. 48은 6-bit에서 8-bit 이진문자로 변환하는 순서도이며, 오류체크를 통해 데이터의 길이를 검열하게 된다.

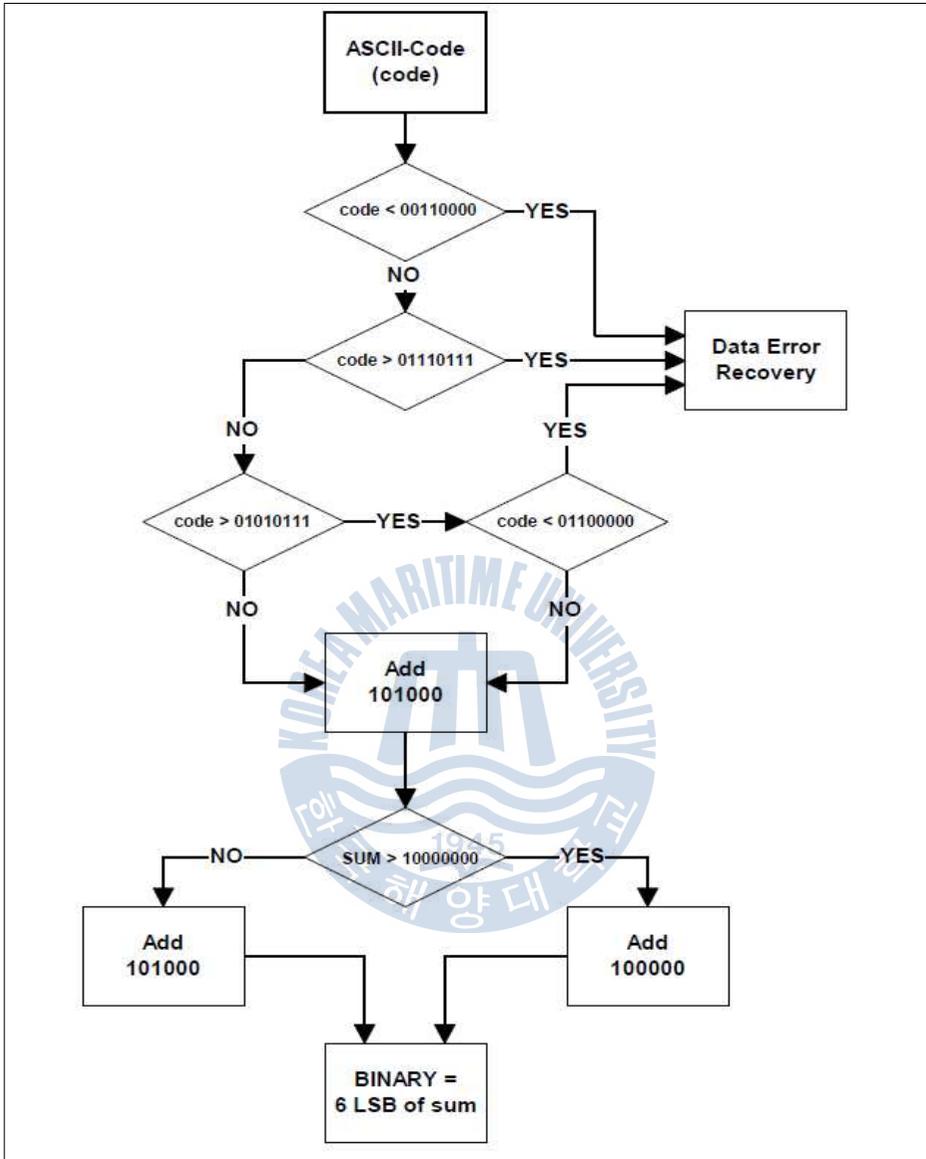


출처 : IEC 61993-2

Fig. 48 Computer Process of Encoding

6-bit binary field를 101000과 비교하였을 때 큰 값인 경우 00110000을 더해 주어 ASCII 코드 값을 구하는데, 예를 들어 111101이라는 6-bit binary field는 101000보다 큰 수이므로 00110000을 더해준다. $111101 + 00111000 = 01110101$ 이 되고, IEC 61162-1 ASCII character codes Table B.1에서 01110101을 찾으면 {u}를 구하게 된다. 반대로 101000과 비교하였을 때 작은 값을 가진다면, 00111000을 더하여 위와 같은 방법으로 ASCII character codes Table B.1에서 해당되는 ASCII 코드를 찾아내게 된다. Fig. 49는 메시지 수신 시 오류체크를 수행하고, 오류데이터는 삭제하고, 오류가 없는 데이터를 변환하여 8-bit에서 6-bit 이진문자로 변환하는 순서도이며, Decoding 후 운용화면에 표시하게 된다. AIS-ECDIS 연계시스템에서 NSS software가 해당 작업을 수행하고, 송신 시에는 문장 규격을 지킬 수 있도록 설계한다.





출처 : IEC 61993-2

Fig. 49 Computer Process of Decoding

3.3 AIS-ECDIS 연계시스템 NSS 소프트웨어 역할 설계

AIS-ECDIS 연계시스템에서 NSS software는 ECDIS와 AIS를 사용자 인터페이스를 통해 연결하는 역할을 한다. 사용자들이 불편했던 입력부분을 개선하고, 타선박과의 메시지 확인이 원활하게 표현하는 것이 NSS 소프트웨어의 역할이다. Fig. 50과 같이 본 연구에서 NSS는 ECDIS가 설치된 컴퓨터에 함께 설치되어 다양한 인터페이스를 제공하게 된다.

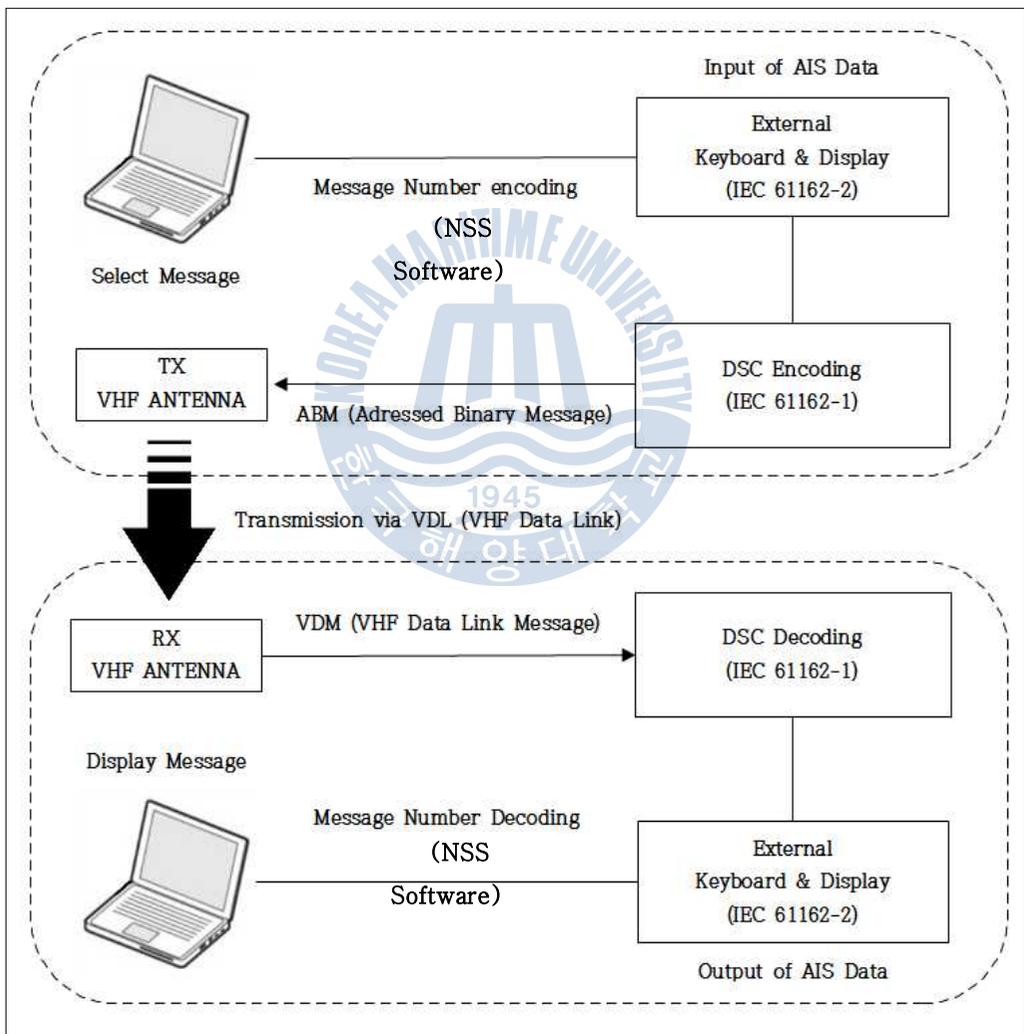


Fig. 50 Procedure AIS Message TX/RX and NSS Software

NSS 소프트웨어는 ECDIS 컴퓨터 내에서 인터페이스 제공 뿐 아니라 문장의 암호화·복호화 역할도 담당한다. ECDIS 상에 입력된 정보를 지정코드로 암호화한 후 AIS Transponder에 전달하고, 암호화되어 수신된 정보를 지정코드로 복호화 시키는 기능으로 통신량 증가를 줄일 수 있다.

3.4 Message banner click interface 기능 설계

사용자가 AIS의 기능을 보다 쉽게 이용할 수 있도록 NSS 소프트웨어에 반영될 4가지의 인터페이스를 설계하였다. ECDIS의 AIS정보 인터페이스 조사에서 메시지관리가 ECDIS에서 가능한 경우도 있었다. 그러나 입력방식의 개선과 메시지 정보를 사용자가 인지하고, ECDIS에서의 정보입력은 타 시스템들과 구분되는 NSS 소프트웨어가 제공하는 인터페이스의 특징이다. 특히 Message banner click interface는 안전관련 메시지에 한정된 AIS 문자기능을 선박 간 충돌회피 기술에 이용하고, 신속하고 편리하게 문장입력을 가능하게 해주는 본 시스템의 가장 큰 특징이다.

3.4.1 Message banner click Interface

Message banner click interface는 AIS-ECDIS 연계시스템의 활용도를 높일 수 있는 UI라고 할 수 있다. 음성통신구조에서 문자통신으로 전환하게 되면 사용자의 메시지 입력이 요구되는데, 메시지 입력에 많은 시간이 소요된다면, 선박 운항자의 Workload를 가중시켜 오히려 충돌위험을 높일 수 있다. 때문에 선박 운항자들이 AIS-ECDIS 연계시스템을 활용하기 위해서는 메시지 입력의 편의성이 요구된다. 음성을 메시지로 바꾸어 전달하는 기능들도 연구되고 있지만, 아직까지 기능의 정확성이 뛰어나지 않고 다양한 발음의 음성을 문자화하기 위해서는 시스템이 더욱 복잡해지고 고도의 기술을 필요로 하게 된다. AIS-ECDIS 연계시스템에서는 MKD의 불편함을 해소하고, 키보드 입력보다 간편하고 빠른 Message banner click interface를 적용하였다.

문장완성기능의 Concept interface로 원하는 문장을 Fig. 51과 같이 사용자가

선택, 즉 클릭하면 해당문장이 자동으로 입력되는 기능이다. 해상에서 선박 간의 충돌회피 및 협력동작 요청, 타선 의도파악에는 주로 사용되어지는 문장이 있어 적용이 가능하다. IMO SMCP(Standard Marine Communication Phrases) 와 실무상황을 고려하여 Table 7과 같이 20개의 문장을 선정하여 인터페이스 설계에 반영하였다.

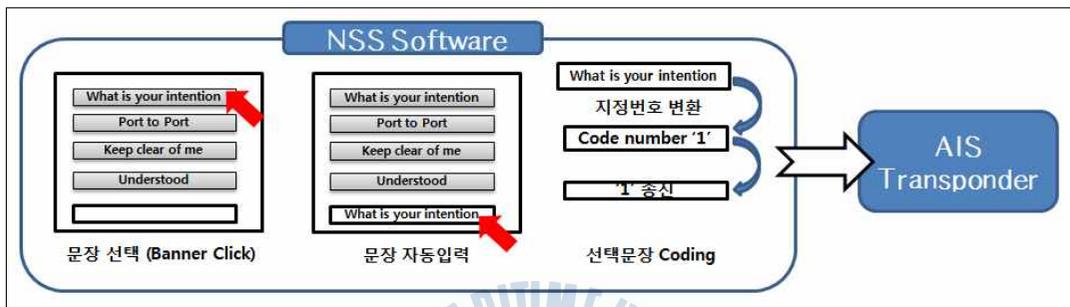


Fig. 51 Message Banner Click Interface

Table 7 Selected Message for Message Banner Click Interface

| Code | Section | Message |
|------|----------------|--|
| 1 | Question | What is your intention? |
| 2 | | What is your destination? |
| 3 | | What is your ETA at Pilot station? |
| 4 | | Which side must I rig the pilot ladder? |
| 5 | Intention | I intend to pass Port to Port |
| 6 | | I intend to pass Starboard to Starboard |
| 7 | | I will overtake you on your Port side |
| 8 | | I will overtake you on your Starboard side |
| 9 | | I will pass stern of you |
| 10 | | I will pass ahead of you |
| 11 | | I proceed Pilot station |
| 12 | Response | Yes. I agree (Confirmative) |
| 13 | | Understood. |
| 14 | | No. I does not agree. (Negative) |
| 15 | | Stand by |
| 16 | | Port side |
| 17 | | Starboard side |
| 18 | Recommendation | Keep clear of me |
| 19 | | Do not overtake me |
| 20 | | Keep your course and speed |

Message banner click interface는 편리한 문장 입력 뿐 아니라 야간에도 사용가능하다는 장점이 있다. 키보드를 보지 않아도 되기 때문에 ECDIS 화면의 확인만 가능하다면 언제든지 사용할 수 있다. 20개의 문장은 한정적이고, 해상의 환경이나 상황이 다양하므로 키보드 입력도 가능하도록 설계하였다. Message banner click interface의 또다른 장점은 사용자의 편의성 뿐 아니라 통신량의 부담을 줄이는 역할이다. 예를 들어 Fig.51에서 선택한 'What is your intention'의 경우 띄어쓰기를 제외하여도 19개의 문자를 이진문자로 암호화, 복호화 하는 과정이 필요하고 송신문장도 길어질 수 밖에 없다. 하지만 해당문장에 대해 미리 지정된 숫자 '1'로 한문자만 송신하여 문장도 짧고 이진문자로의 변경도 간단하기 때문에 많은 글자 정보가 송·수신되는 경우보다 통신량의 부담이 적다. 대신 수신한 숫자를 화면상에 표현할 때 문장으로 변환해주는 NSS software가 송신측과 수신측에 설치되어야 한다는 조건에서 구현이 가능하다.

3.4.2 Message log Interface

Message log interface는 사고 발생 시에 사고 선박 간의 통신 내용을 조사 데이터화 할 수 있게 하는 인터페이스로서, 사용자가 마음대로 지우지 못하고 교신 이후에도 열람할 수 있도록 설계하였다. 대상선박과의 송·수신을 시간과 함께 순서대로 배열하여 대화의 내용순서를 쉽게 확인할 수 있다.

3.4.3 항해정보 입력 Interface

항해정보 입력 인터페이스는 NSS 소프트웨어가 ECDIS에서 메시지 정보 뿐 아니라 항해관련정보도 AIS와 양방통신, 즉 송신하여 자선항해정보에 반영할 수 있도록 해준다. 자주 변경되는 정보들임에도 입력이 불편하여 누락하거나 잘못 입력했던 부분들을 개선하기 위하여 설계하였다.

제 4 장 AIS-ECDIS 연계시스템의 구현

4.1 AIS-ECDIS 연계시스템의 구현

문자통신설계를 바탕으로 AIS-ECDIS 연계시스템과 NSS software를 구현하였다. AIS-ECDIS 연계시스템은 Class A AIS Transponder, VHF Antenna, GPS Receiver, RS-232 Converter, Computer, NSS software(Ver.1.0)으로 구성되며 전반적인 시스템의 구조는 Fig. 52와 같다.

NSS 소프트웨어가 설치된 Computer에서 문자정보가 입력되면, 코딩작업을 거친 DB가 AIS Transponder로 전달 후 선박의 동적정보, 정적정보 등과 함께 문자정보가 송신된다. AIS Transponder는 선박의 정보 및 메시지 정보를 송·수신하는 역할을 하며, Saracom사의 UAIS SI-11을 사용하였다. NSS가 설치된 Computer는 ECDIS와 동일한 역할로 전자해도를 표시하고 문자정보의 입력과 화면표시 기능을 담당한다.

타선 AIS Transponder 수신된 정보는 송신과정의 반대로 RS Converter를 통해 NSS에 전달되고 NSS는 디코딩 작업 후 Computer 화면상에 문자정보를 표시하게 된다. NSS 소프트웨어를 기반으로 Laptop computer와 AIS Transponder로 구현된 AIS-ECDIS 연계시스템의 구성사양과 NSS UI 및 화면 구성을 알아본다.

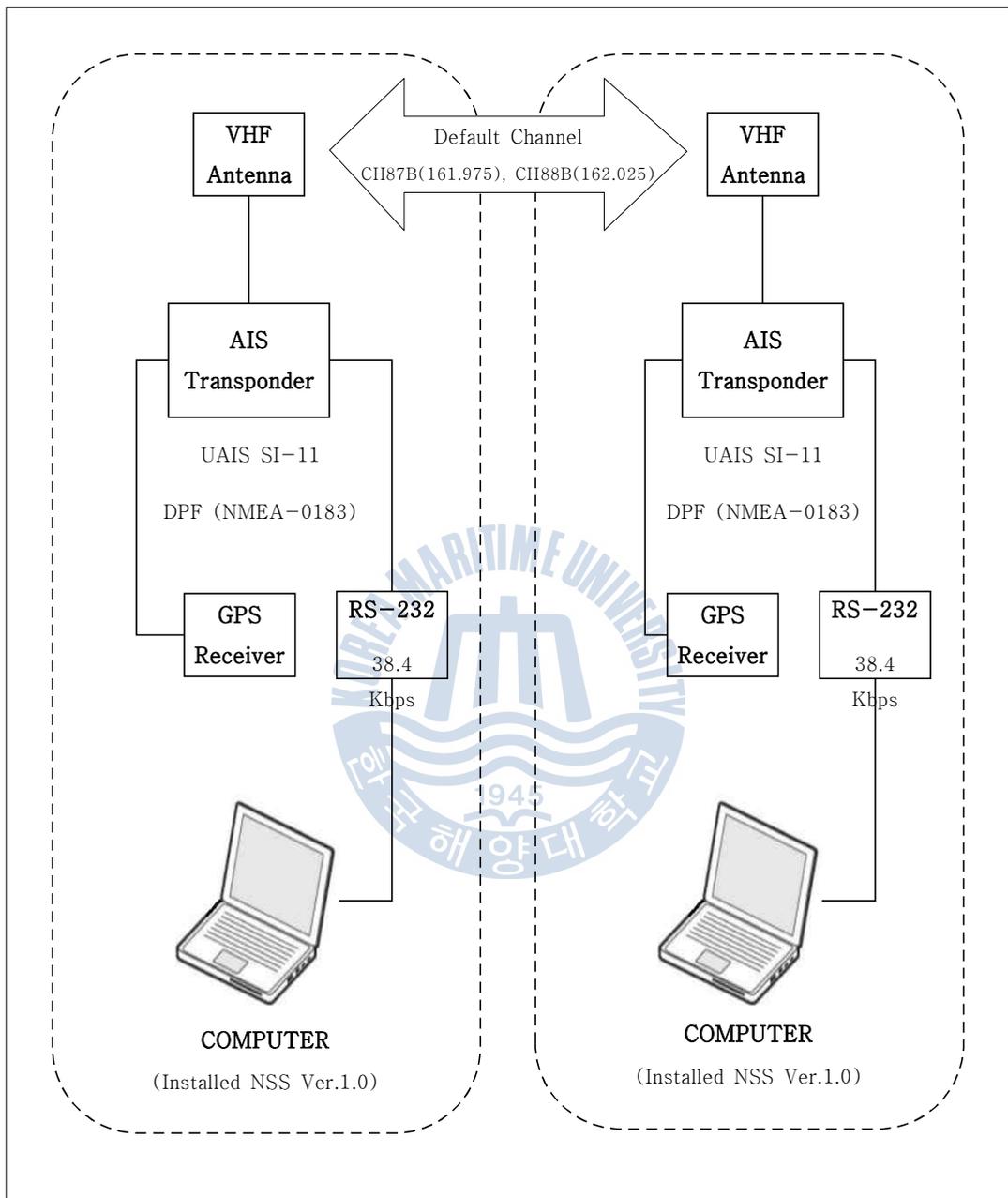


Fig. 52 Navigation Support System and NSS Software

4.1.1 AIS-ECDIS 연계시스템 구성 사양

AIS-ECDIS 연계시스템의 구현을 위해 NSS software(Ver.1.0)를 Visual C++ 언어 기반으로 Visual Studio 2010 Professional을 이용하여 개발하였다. NSS software는 실선의 ECDIS 역할을 구현하기 위해 개발되었기 때문에 ENC(S-57)의 기능과 GPS, AIS와 연동되어 화면상에 정보들을 표시하고 Data의 입력은 Computer의 Mouse와 Keyboard를 이용하여 이루어진다. AIS-ECDIS 연계시스템의 구현과 작동성능 실험을 위한 Software이므로 Doppler Log, Gyro등의 다른 항해기기 정보표시기능은 제한되어 있다. NSS Ver.1.0의 구동사양은 Table 8과 같다.

Table 8 Recommended Specification of NSS software(Ver. 1.0)

| Items | Recommended Specification |
|--|--|
| O/S | Microsoft Windows 7 |
| System requirements | CPU : Pentium4 2 Ghz RAM : 4 Gb HDD : 2 Gb CD-ROM Drive for installation Display : 1024×768 or higher-resolution monitor |
|  | |

AIS-ECDIS 연계시스템의 문자정보를 송·수신하는 AIS Transponder인 UAIS-11의 사양은 Table 9에 나타내었다.

Table 9 Specification of UAIS-11

| Items | Specification |
|--|---|
| Components | Transmitter, 2TDMA Receivers, DSC Receiver |
| Frequency Range | 156.025 ~ 162.025 Mhz |
| Default Channels | CH87B(161.975 Mhz), CH88B(162.025 Mhz) |
| DSC Channel | CH70(156.525 Mhz) |
| Bandwidth | 12.5 Khz / 25 Khz |
| Output power | 12.5W(High) / 2W(Low) |
| Modulation Method | GMSK(Gaussian Minimum Shift Keying), Frequency Modulation with a Pre-Emphasis |
| Bit Rates | 9,600 bps (GMSK) |
| Electrical Interfaces | RS-232 |
| Data Port format | NMEA 0183 |
| Power supply | 13.5 VDC(±20%) |
| Dimension | 90(H) x 185(W) x 297(D) mm |
| Weight | abt. 3Kg |
| IMO A.694, MSC Resolution 74(69) Annex 3, IEC 61993-2, ITU-R M.825(DSC),IEC-60945 | |
|  | |

4.1.2 AIS-ECDIS 연계시스템의 UI 구성

UI의 사전적 의미는 사용자 접촉, 컴퓨터 또는 컴퓨터 단말기와 사용자가 대화를 하기 위한 접촉이며, 키보드나 마우스, 디스플레이 등의 입출력을 통해서 하는 소프트웨어적 접촉을 말하는 경우가 많다. AIS-ECDIS 연계시스템의 운용 Software인 NSS의 UI는 문자정보 송·수신과 확인에 사용자의 편의성 향상을 목표로 설계되고 구현하였다. NSS의 전체적인 프로그램의 UI 구성은 Fig. 53과 같다.

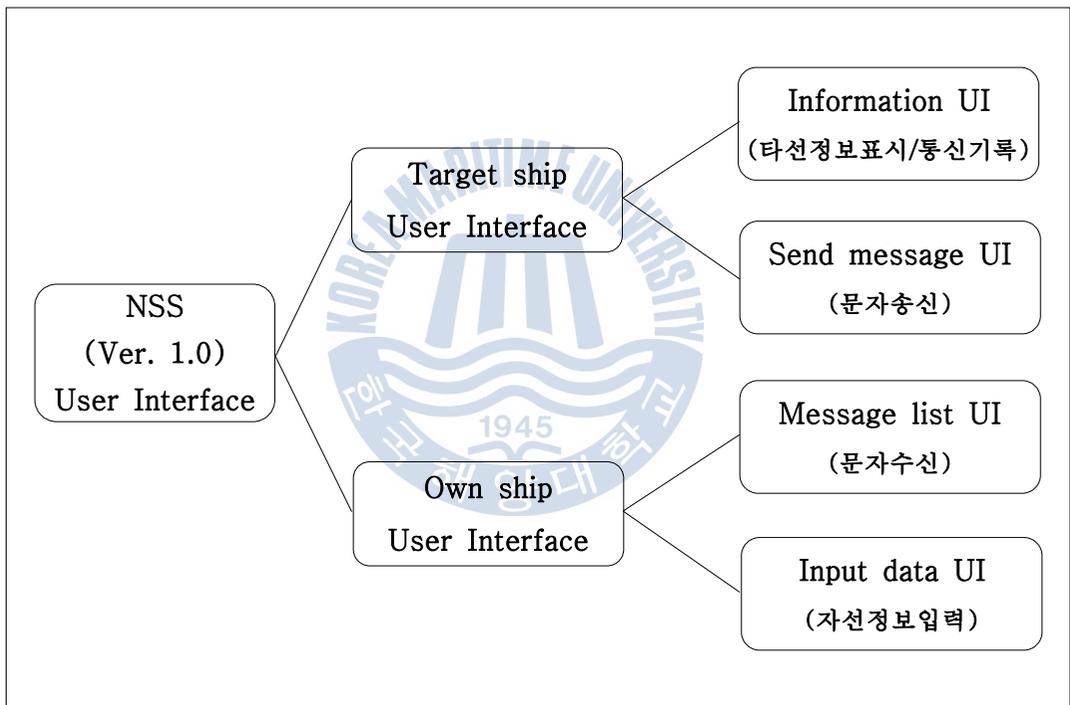


Fig. 53 User interface of Navigation support system

NSS UI는 타선의 정보를 표현하고, 문장을 송신하는 Target ship UI와 Own ship UI로 구성된다. Target ship UI는 다시 Information UI와 Send message UI로 구성되며, Information UI는 기존 ECDIS와 유사한 형태로 타선정보의 취득을 위해 대상선박을 클릭하게 되면 타선의 정보 뿐 아니라 송·수신한 메시지

를 모두 저장하고 보여준다. Send message UI는 총 20개의 문장을 배너형식으로 구성하여, 사용자가 클릭만으로 문장을 완성 후 ‘메시지 송신’ 버튼을 누르면 전송되도록 구성하였다. Target ship UI의 전체적인 작동 알고리즘은 Fig. 54와 같다. Own ship UI는 타선의 선택이나 별도의 조작 없이 화면의 오른쪽에 항상 표시되며, Input data UI와 Message list UI로 나누어진다. 두 UI는 Sheet 이동과 같이 하단의 탭을 선택하는 것으로 변경이 가능하여 Target ship UI와 같은 작동알고리즘 없이 작동한다. 홀수, 목적지, 화물종류, 선종 등과 같이 항해에 관련된 자선정보를 손쉽게 입력하도록 Input data UI를 만들었다. Message list UI는 많은 선박들의 메시지 수신으로 항해자가 확인 및 응답누락을 방지하기 위한 것으로, 타선으로부터 메시지 수신된 순서대로 리스트에 나타나고, 항해자가 확인을 하거나 응답을 한 경우 리스트에서 사라지게 된다. NSS software로 구현된 각 UI들의 화면구성과 기능들을 알아본다.



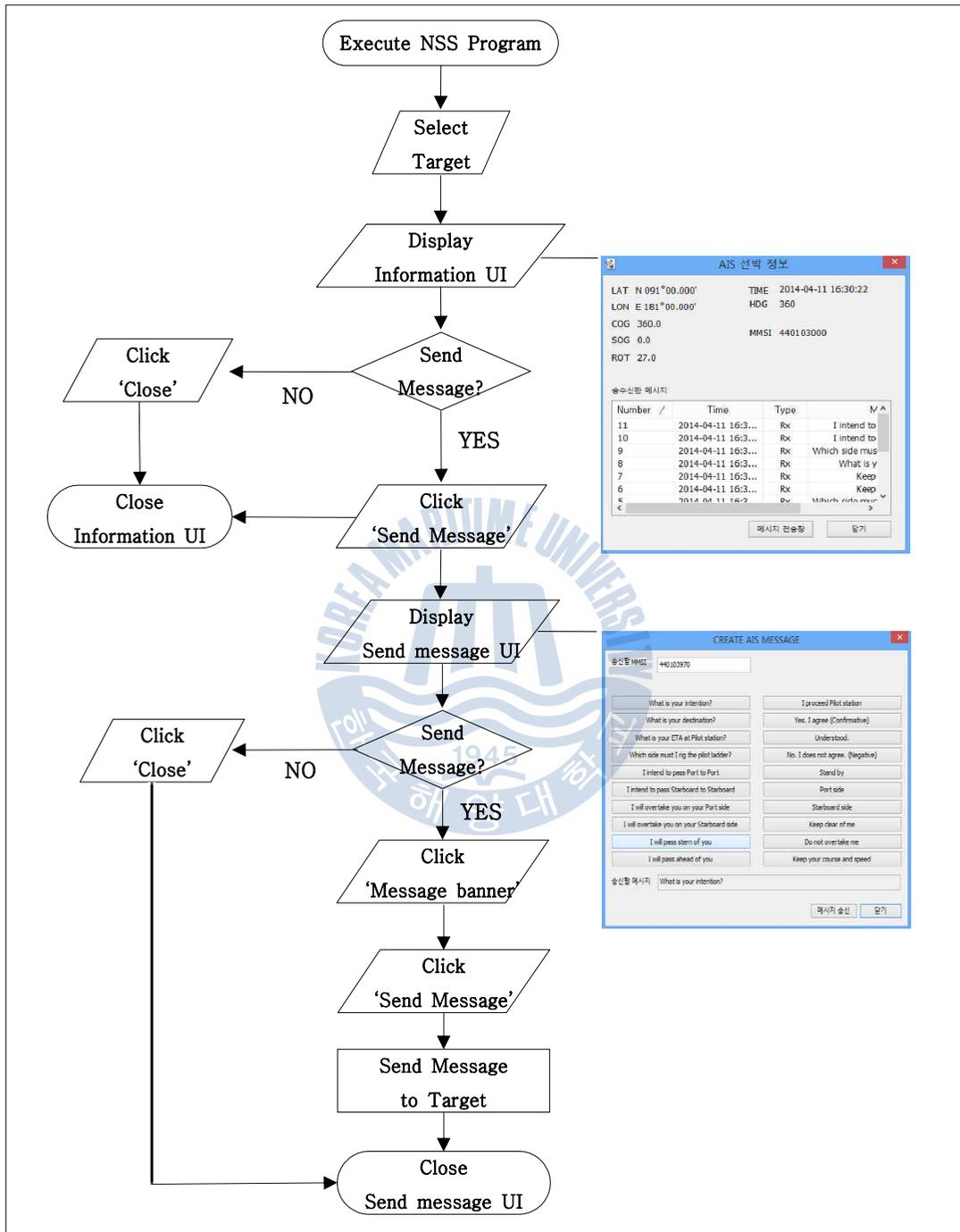


Fig. 54 Algorithm of Target ship UI

4.1.2.1 Information UI

Information UI는 ECDIS 화면상 타선을 선택하게 되면 Fig. 55와 같이 선택된 선박의 AIS 정보를 표현하고, 문장을 송신하는 Send message UI로 이동할 수 있다. Information UI를 표시하는 조건은 위에 설명과 같이 상대선박을 사용자가 선택한 경우와 타선으로부터 본선에 문자정보가 수신되었을 경우 팝업으로 나타나는 문자알림창의 '보기' 버튼을 클릭한 경우이다.

메시지 기록은 선택된 해당 선박과 본선 간 송·수신한 문장들을 저장하고 보여주며, 임의로 삭제하거나 숨길 수 없게 설정하여 사고조사 등에 이용될 수 있도록 하였다. 문장내용과 TX/RX 표시, 그리고 각각 번호와 시간을 함께 나타내어 주고받은 통신의 순서를 확인할 수 있다.

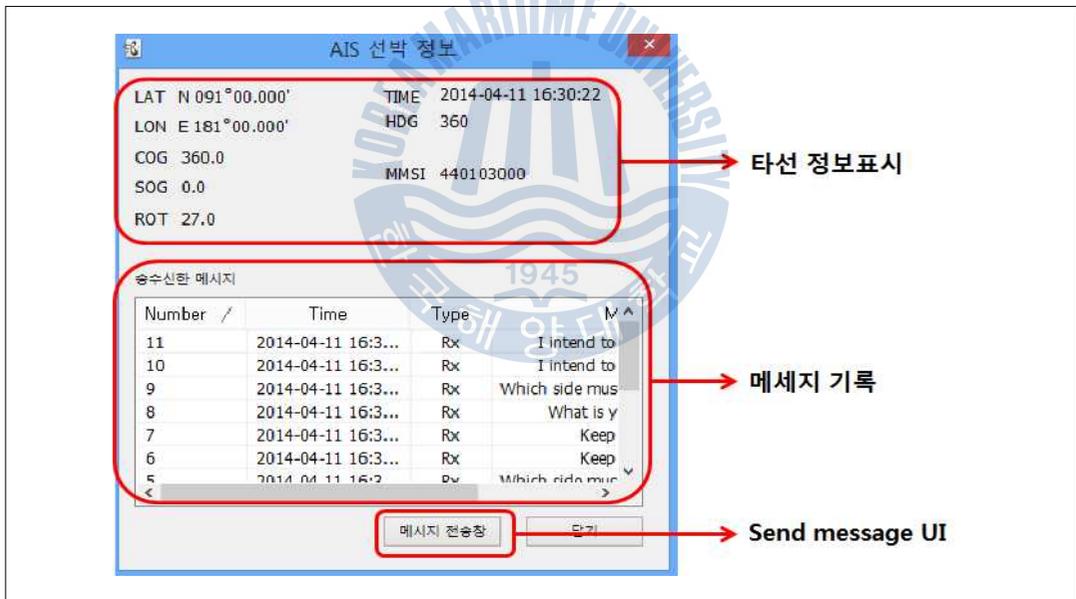


Fig. 55 Information UI

4.1.2.2 Send message UI

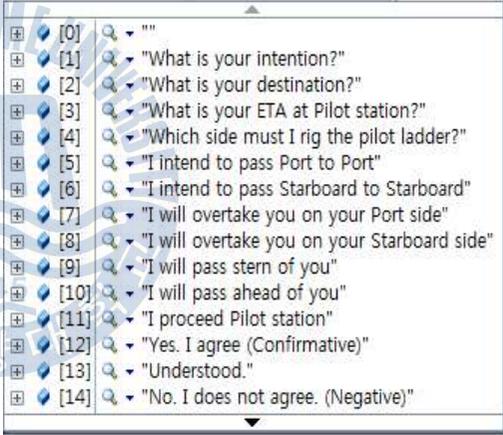
Send message UI는 총 20개의 문장을 배너형식으로 표시하여 사용자가 클릭만으로 문장을 완성 후 '메시지 송신' 버튼을 누르면 전송되도록 구성하였다. Send message UI는 사용자의 문장작성 시간을 단축시켜줄 뿐만 아니라 키보드

가 없이도 문장을 구성할 수 있다. 선택된 문장은 그대로 AIS Transponder로 전송되는 것이 아니라 해당 숫자로 NSS software가 변환 후 전송된다. 또한 20개의 설정된 배너문장 이외에 문장을 송신하고자 하면 직접 키보드로 입력하여 송신할 수도 있다. 단, 이 경우는 각 글자마다의 코딩 및 디코딩 작업이 이루어진다. Fig. 56은 배너로 표시되는 문장들의 문자코드이고, Fig. 57은 이 코드를 통해 구현된 Send message UI이다.

```

/*****/
/* AIS MESSAGE 문자 코드
1      What is your intention?
2      What is your destination?
3      What is your ETA at Pilot station?
4      Which side must I rig the pilot ladder?
5      I intend to pass Port to Port
6      I intend to pass Starboard to Starboard
7      I will overtake you on your Port side
8      I will overtake you on your Starboard side
9      I will pass stern of you
10     I will pass ahead of you
11     I proceed Pilot station
12     Yes. I agree (Confirmative)
13     Understood.
14     No. I does not agree. (Negative)
15     Stand by
16     Port side
17     Starboard side
18     Keep clear of me
19     Do not overtake me

```



| Code | Message |
|------|--|
| [0] | "" |
| [1] | "What is your intention?" |
| [2] | "What is your destination?" |
| [3] | "What is your ETA at Pilot station?" |
| [4] | "Which side must I rig the pilot ladder?" |
| [5] | "I intend to pass Port to Port" |
| [6] | "I intend to pass Starboard to Starboard" |
| [7] | "I will overtake you on your Port side" |
| [8] | "I will overtake you on your Starboard side" |
| [9] | "I will pass stern of you" |
| [10] | "I will pass ahead of you" |
| [11] | "I proceed Pilot station" |
| [12] | "Yes. I agree (Confirmative)" |
| [13] | "Understood." |
| [14] | "No. I does not agree. (Negative)" |

```

20      Keep your course and speed

*/

/*****/

CString strAisMessageCode[21] = { "",

    "What is your intention?", "What is your destination?",

    "What is your ETA at Pilot station?", "Which side must I rig the pilot ladder?",

    "I intend to pass Port to Port", "I intend to pass Starboard to Starboard",

    "I will overtake you on your Port side", "I will overtake you on your Starboard side",

    "I will pass stern of you", "I will pass ahead of you",

    "I proceed Pilot station", "Yes. I agree (Confirmative)",

    "Understood.", "No. I does not agree. (Negative)",

    "Stand by", "Port side", "Starboard side", "Keep clear of me", "Do not overtake me", "Keep your course and speed" }

```

Fig. 56 Message code of Send message UI

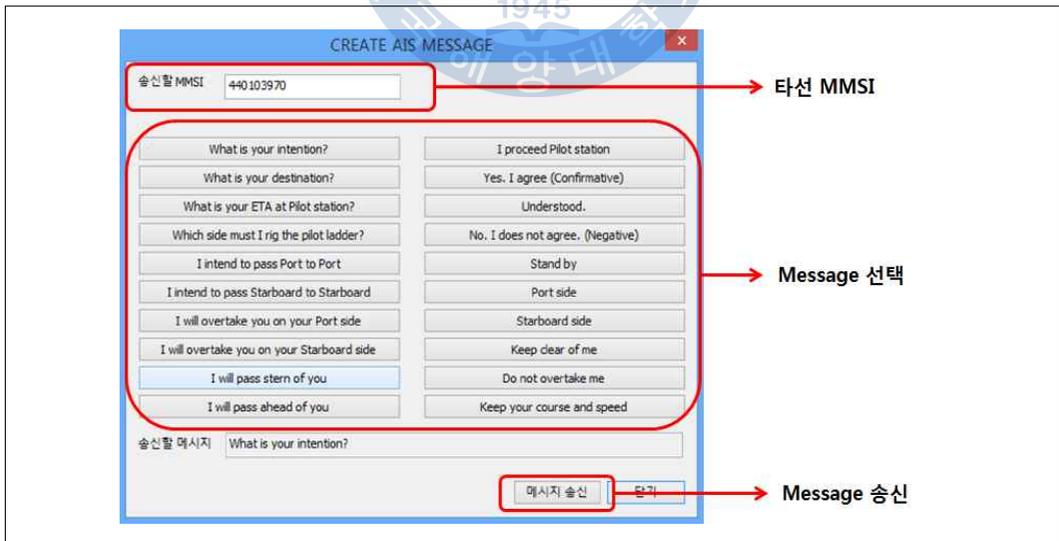


Fig. 57 Send message UI

4.1.2.3 Message list UI

Message list UI는 항해 중 사용자가 팝업으로 나타나는 메시지 수신창을 확인하지 못한 경우를 대비하여 화면 우측에 Sheet 전환으로 표시한다. Fig. 58에서 Message list UI와 Message 수신창이 나타나 있다. 메시지가 수신되면, 가장 최신의 메시지가 왼쪽 아래 Message 수신창에 팝업으로 표시되고 우측 Message list UI에는 해당 메시지가 기록된다. 메시지를 받지 않거나 메시지들에 대해 확인이 모두 이루어지면, Message list UI에는 아무런 내용이 표시되지 않는다. 메시지확인에 대한 인식은 Message 수신창의 '보기'또는 '닫기'버튼을 누름으로써 리스트에서 삭제가 된다. 메시지가 수신되었는데 확인을 하지 않을 경우 Message list UI에 계속 누적되게 된다.

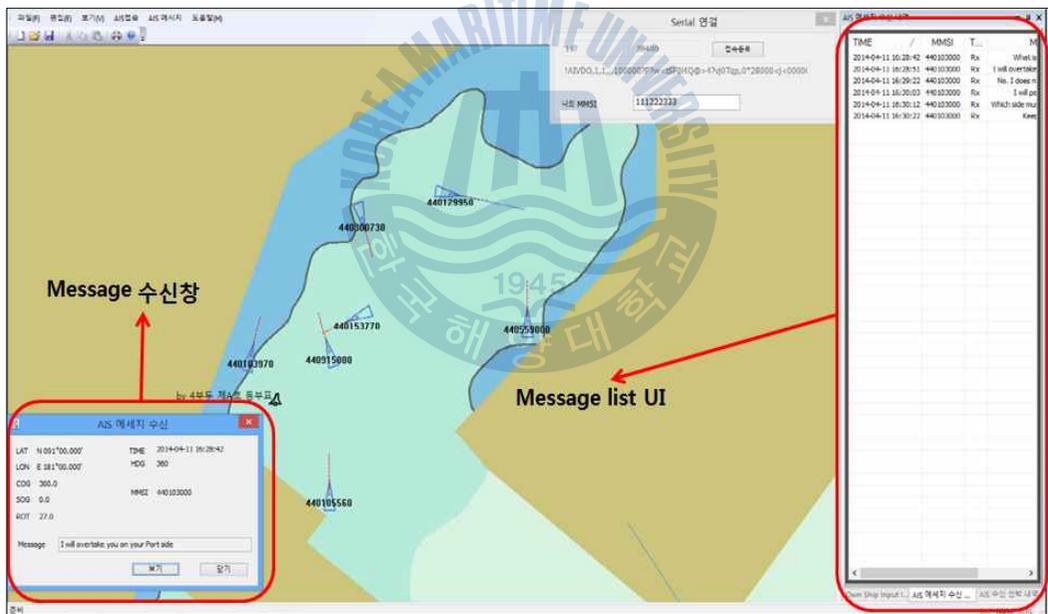


Fig. 58 Message list UI

Fig. 58의 Message list UI에는 현재 여러 메시지가 수신되어 있고, 송신한 선박을 확인 및 조회하려면 해당 메시지를 클릭하면 Message 수신창이 나타난다. 또한 메시지를 클릭하여 수신창이 팝업 되었을 때 해당 메시지를 송신한 선박의 가장자리 색을 바꾸고 깜박거리게 하여 식별을 용이하게 하였다. Message

수신 창은 가장 최근 수신된 메시지만 표시하여 항해정보를 가리는 현상이 발생하지 않도록 하였다.

4.1.2.4 Input data UI

Input data UI는 Message list UI와 같이 화면 우측에 Sheet 전환으로 표시된다. 항해자가 AIS를 이용해 항해정보를 입력하기는 매우 불편하고 항해 중 AIS의 정보가 RADAR 또는 ECDIS로 표시되기 때문에 AIS를 직접 조작하는 경우가 드물다. NSS software는 사용자가 보다 편리하게 선박의 항행상태, 화물종류, 흘수, 목적항, 목적항의 ETA 등의 항해정보를 입력하고, 변경할 수 있게 Fig. 59와 같이 Input data UI를 구성하였다.

| | |
|-------------------|-----------------|
| Ship's Name | T/S HANNARA |
| MMSI No. | 440121010 |
| Call Sign | DS4S |
| Ship's Type | [Dropdown] |
| Status | [Dropdown] |
| Cargo Type | [Dropdown] |
| Length | [Input] M |
| Beam | [Input] M |
| Draft | [Input] M |
| Last port of call | [Input] |
| Next port of call | [Input] |
| ETA Destination | [Input] |
| Cre member | [Input] Persons |

Close

Fig. 59 Input data UI

4.2 AIS-ECDIS 연계시스템 성능실험

시스템의 전반적인 동작과 통신프로토콜에 의한 통신상태 및 NSS Software(Ver.1.0)의 통신문장들의 표시와 기록상태 점검 등 전체적인 AIS-ECDIS 연계시스템의 성능시험을 위하여 Class A AIS Transponder, VHF Antenna, GPS Receiver, RS-232 Converter, Computer로 구성되는 송신측, 수신측에 해당하는 2개의 선박 기지국을 Fig. 60과 같이 설치하였다.



Fig. 60 Test of Navigation Support System

실선 실험이 아닌 관계로 전파의 송·수신과 해상환경에서의 성능측정은 불가하나, 문장 송·수신 절차에 따라 시스템에서 처리되는 과정과 성능을 실험하였다. AIS 문장 형식의 변환과 정상적인 송·수신 상황을 확인하기 위해 Fig. 61의 Serial 연결창을 활성화 하여 성능실험을 진행하였다. 성능실험은 송신측에서 메시지를 선택 송신하고, 수신측 AIS-ECDIS 연계시스템의 화면상에 해당 메시지가 정상적으로 수신되는지 확인하는 과정으로 진행하였다.

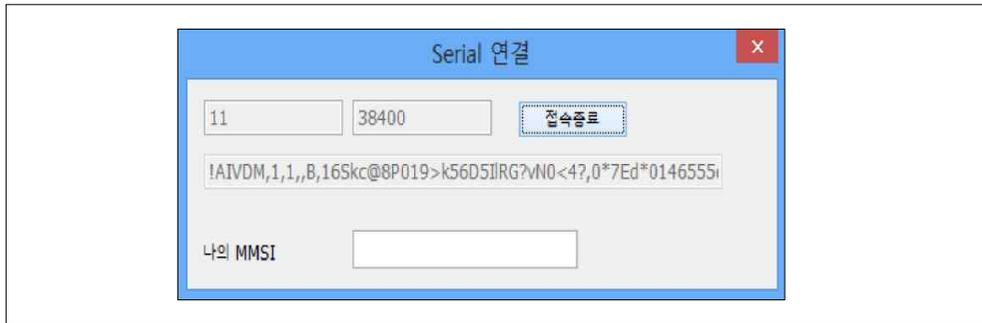


Fig. 61 Serial connection display

4.2.1 메시지 송신

송신측 AIS-ECDIS 연계시스템에서 NSS를 Laptop computer로 실행 후, Fig. 62의 메시지 송신 UI와 같이 임의의 문장 “What is your intention?”을 선택하여 송신하였다. 송신 메시지는 “What is your intention?”이 아닌 숫자코드 1로 입력되고, AIS의 대상선박의 MMSI Number와 함께 6-bit Binary data로 변환된다. 각 메시지의 변환을 Visual Studio 2010 Professional에서 추출하는 방법으로 메시지 송신 절차의 수행을 확인하였다.

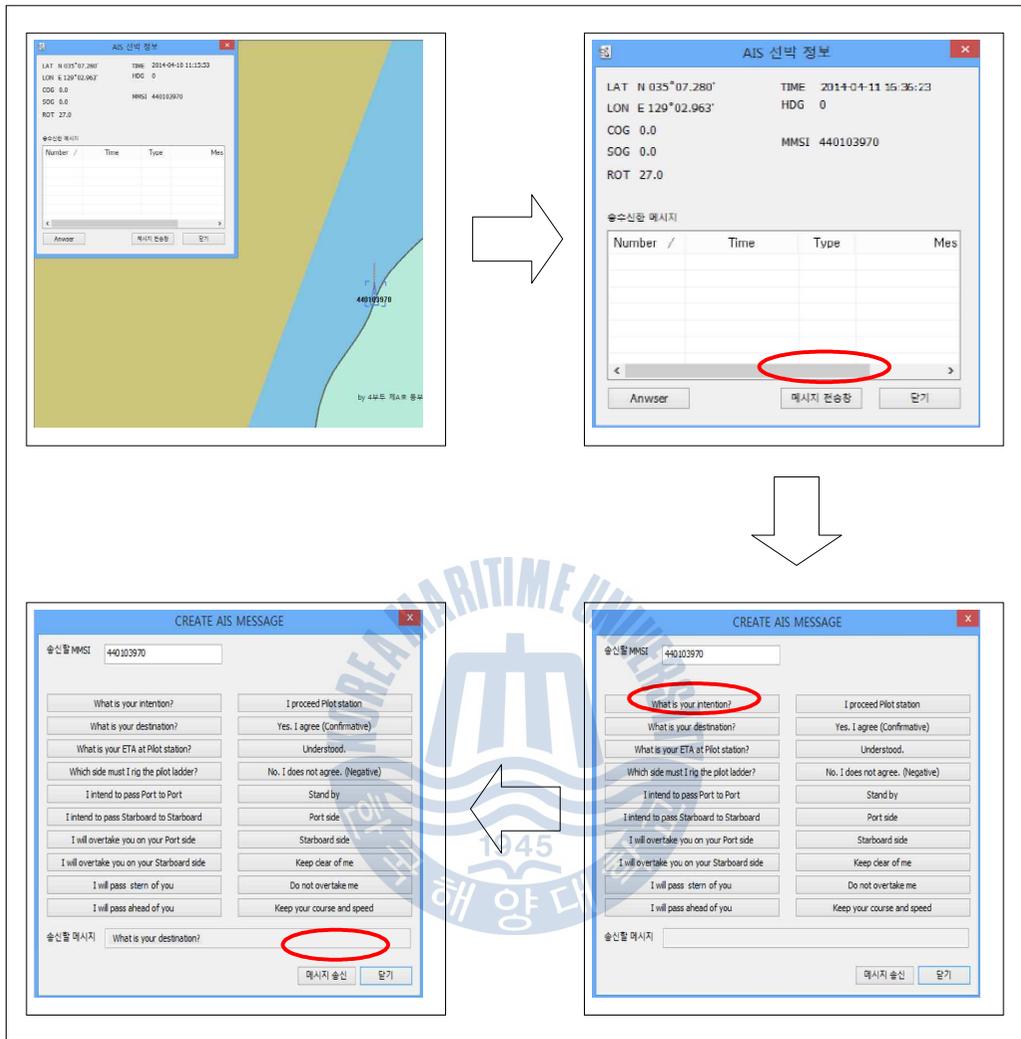


Fig. 62 Send message GUI procedure

선택된 선박의 MMSI No.'440103970'과 문장코드 '1'은 ','를 사이에 두고 6-bit Binary data로 아래와 같이 변환된다.

| | | |
|--|-------|---------|
| 1101001101001100001100011100001110011111001111011111000010111001110001 | | |
| MMSI Number | Comma | Message |

변환된 Binary Data는 다시 IEC 61162-1 Conversion table에 따라 8-bit Valid character로 바뀌어 AIS ABM 프로토콜을 구성하였다. 구성된 프로토콜은 Message 6번으로 송신되었고, 각 과정에서 추출된 정보들은 Table 10과 같다.

Table 10 Message Data Encoding and Decoding

| | |
|--|-----------------------------------|
| Send Choice Message | What is your intention? |
| Send Number Message | 1 |
| Send MMSI And Message Code Binary | |
| 110100110100110000110001110000110011111001110111110000101100110001 | |
| Send ASCII Message | llhikhqohdi |
| Send Package Message | !AIABM,1,1,0,440103970,A,6,i,0*76 |

AIS ABM 메시지 전송의 경우, 상대 AIS에서 송신한 메시지를 수신하지 못하면 전송실패를 알려주기 위해 VDO 메시지 형식 신호가 나타나게 되는데, 해당실험 중 VDO 신호 메시지 수신 없이 정상적으로 송신되었다. Fig. 63은 AIS 메시지 생성을 위해 입력된 정보를 6-bit Binary data로 변환하는 과정과 Binary data를 ASCII 코드로 변환하는 과정이다.

```

inline CString Make_Char2Bin(CString strMsg, int nLimit)
{
    CString strSum = "";
    strMsg = strMsg.MakeUpper();
    //각 char 7bit 데이터 분할
    for(int i = 0; i < strMsg.GetLength(); i++)
    {
        char unit = strMsg.GetAt(i); //TRACE("Unit=%c\n",unit);
        for(int j = 0; j < 64; j++)
        {
            if(unit == sz6bit[j])
            {
                strSum += szBinary[j];
                break;
            }
        }
    }
    if(strSum.GetLength() != nLimit)
    {
        int nLen = strSum.GetLength();
        for(int i = 0; strSum.GetLength() < nLimit; i++)
            strSum += "000000";
    }
    return strSum;
}

inline BYTE* Make_Bin2Byte(CString strBin, int& nBinLegth)
{
    int nSum = 0;
    int length = strBin.GetLength()/6;
    if(length <= 0) return NULL;
    nBinLegth = length;
    BYTE *pByte = new BYTE[length];
    for(int i = 0; i < length; i++)
    {
        CString sSub = "10";
        sSub += strBin.Mid(nSum, 6);
        TRACE("HEX: [%s]-> %s\n",sSub, Make_Bin2Hex(sSub));
        unsigned int i16 = _ttoi(Make_Bin2Hex(sSub));

        i16 -= 0x28;
        i16 < 0x80 ? i16 -= 0x28 : i16 -= 0x20;

        pByte[i] = i16;

        nSum += 6;
    }
    return pByte;
}
return strSum;
}

```

Fig. 63 Programme code for Encoding and Decoding

4.2.2 메시지 수신

ABM으로 송신되었던 문장은 다음과 같이 송신 시의 문장과 형태가 바뀌어 수신측에 VDM sentence로 수신되었음을 확인하였다.

"!AIVDM,1,1,,A,35BH045000a>tjJD5=>HV;t000,0*65000=0H000004000000000000,0*2C,0*2377"

VDM sentence는 타선으로부터 자선 transponder에 접수된 정보를 의미하며, 이를 디코딩한 후 화면에 해당 정보를 표시하며, Fig. 64와 같이 수신측 AIS-ECDIS 연계시스템 상 화면에 메시지 "What is your intention?"가 AIS 메시지 수신 팝업창에 성공적으로 표시되었다. 또한 메시지를 송신한 선박이 빨간색으로 색이 변경되고 깜박이는 기능도 정상적으로 작동하였다. Message list UI에도 해당 문장이 함께 표시되어 UI 설계 시 의도한 사항들 모두 이상없이 구현되었다.

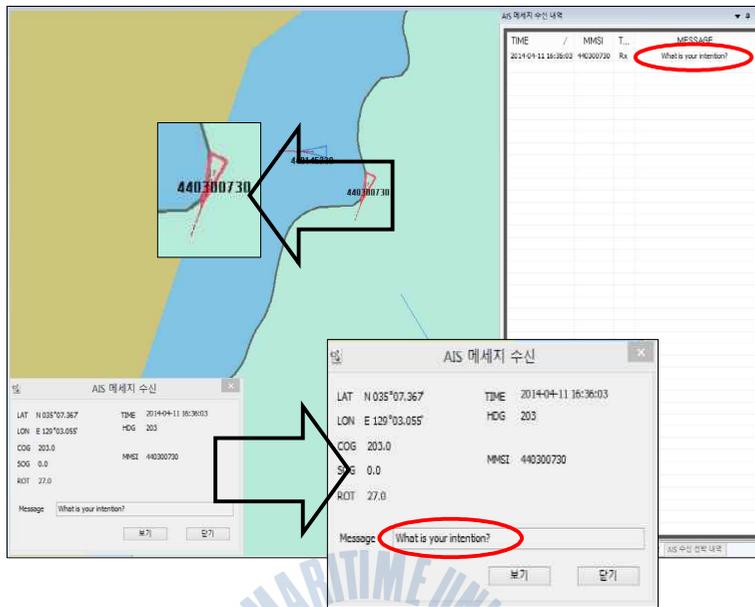


Fig. 64 Received AIS message

Fig. 65는 AIS 패킷 데이터의 수신, Binary data 변경 후 ASCII 코드로 변환하는 과정과 최종적으로 NSS Software에서 문자코드를 통해 스트링 문자로 변환하는 과정이다.

```

inline CString BIN2ASC(char *pData)
{
    CString cs;

    int sum=0;

    for(int i=0; i< (int)strlen(pData); i++)
    {
        sum <<= 1;
        sum |= (pData[i]-'0');
    }

    cs.Format("%d", sum);
    return cs;
}

inline CString VDO_VDM_BinaryBroadcastMSG(CString pBinary, IDf8& tidf)
{
    CString sVal;
    int nVal = 0;
    double fVal = 0.0;
    CString tVal = "";

    sVal = "";

    sVal += "*"; /*User ID: MMSI+*/
    sVal += BIN2ASC((char*)(LPCTSTR)pBinary.Mid(8,30));
    tidf.nMMSI = _ttoi(BIN2ASC((char*)(LPCTSTR)pBinary.Mid(8,30)));

    sVal += "*"; /*binary data+*/
    tVal = BIN2CHAR((char*)(LPCTSTR)pBinary.Mid(40,60));

    AfxExtractSubString(sVal,tVal,0,' '); /*MMSI+*/
    tidf.nMMSIReceive = _ttoi(sVal);
    AfxExtractSubString(sVal,tVal,1,' '); /*Message Code+*/
    tidf.nMessageCode = _ttoi(sVal);
    sVal += tVal;

    return sVal;
}

```

Fig. 65 String message programme code

제 5 장 결 론

5.1 연구 결과의 요약 및 결론

충돌회피를 위한 의사전달과 협력동작 요청을 위한 선박 간 무선통신은 주로 VHF를 이용하여 이루어진다. VHF 음성통신에는 여러 문제점이 있어 선박 간 통신을 포기하거나 실패하는 경우가 있음에도 보완할 수 있는 효과적인 통신방식이 부재하여 음성통신을 대신할 수 있는 문자통신방식을 설계하고 구현하였다.

다양한 항해기기들의 정보를 통합하여 표시하는 ECDIS와 실시간으로 타선과 메시지 정보를 주고받을 수 있는 AIS를 기반기기로 설정하고, 선행연구와 사용현황 및 문제점에 대한 개선방안을 토대로 AIS-ECDIS 연계시스템을 개념설계하였다. 다양한 인터페이스를 제공하기 위해 NSS software를 개발하여 문자통신방식을 구현하였다. AIS-ECDIS 연계시스템이 AIS와 ECDIS를 이용하는 타시스템들과 구분되는 특징은 다음과 같다.

- (1) 기존 AIS에서 ECDIS로 정보를 전송하는 단방향 통신이 아닌 상호간에 정보를 주고받아 AIS는 MKD의 한계를 ECDIS의 화면과 입력장치를 통해 개선하고, ECDIS는 단순 화면지시의 역할 뿐 아니라 타선과 문자통신이 가능하게 된다.
- (2) 음성통신의 정보전달의 부정확성을 개선하기 위해 AIS의 문자통신을 이용하여 정확한 정보의 전달이 가능하다.
- (3) Message banner click 방식을 적용하여 신속하게 문장을 입력 송신할 수 있고, 키보드 없이도 항행에 필요한 통신이 가능하다. 또한 문장을 코드 번호로 암호화 송신하여 VDL 통신량의 부담을 줄일 수 있다.

- (4) Message 저장기능을 이용해 타선과의 교신내용을 재확인할 수 있고, 사고발생 시 조사 자료로 활용할 수 있다.
- (5) 기존의 장비 ECDIS와 AIS를 하드웨어로 이용하기 때문에 추가적인 기기의 설치나 추가가 없이 구현된다.

연구를 통해 설계하고 구현된 AIS-ECDIS 연계시스템은 NSS software를 기반으로 AIS와 ECDIS 사이의 정보를 인터페이스로 사용자에게 전달해주고 표현하게 된다. NSS software가 설치된 선박이라면 AIS의 메시지 송·수신이 원활하지만, 그렇지 않다면 현재와 같이 사용자들이 AIS 문자기능을 이용하기는 쉽지 않으므로 효과적인 문자통신방식의 이용을 위해서는 선박들 간의 인터페이스 표준화가 필요하다. e-Navigation 선교장비 표준화 기술과 연계되어, 선박들이 본 연구의 AIS-ECDIS 연계시스템을 공통으로 사용하게 된다면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- (1) 충돌위험이 있는 상대선박과 VHF 음성통신이 기기고장과 사용량 폭주 등으로 불가하더라도 문자통신을 이용하여 의사전달 및 협력동작을 요청할 수 있다.
- (2) 문자통신의 사용으로 VHF 음성통신량의 감소를 기대할 수 있고, 선박교통량이 증가하더라도 VHF를 이용하는 연안 및 항만 VTS 관제가 원활하게 이루어질 수 있다.
- (3) 입력의 편의성을 통해 사용자들의 AIS 기능 활용도가 높아져 항해입력정보의 최신화, 정확성 향상을 기대할 수 있다.

AIS-ECDIS 연계시스템은 AIS를 탑재한 선박 간의 문자통신 용도로 설계하고

구현하여 인터페이스가 해상에서의 선박 간 안전항행에 중심을 두고 있다. 그러나 문자통신방식을 육상국과의 통신에도 이용할 수 있도록 인터페이스를 개발하고 개선한다면, 육상국과 선박 간의 정보교환 업무에 활용이 가능하다. 선박은 ETA를 항만에 보고하고, 육상국은 정확한 정보 전달이 필요한 정박지 지정, 입항예정시간 통보, Pilot Operation 등의 다양한 항만 업무에 활용할 수 있다.

본 연구에서 구현한 AIS-ECDIS 연계시스템은 문장의 송·수신 성능실험까지 실시하였으나, 실선테스트 및 항해사들의 의견수렴 등 개선되고 연구해야 할 부분들이 많다. AIS-ECDIS 연계시스템이 표준화되기 위한 추가적인 연구과제는 다음과 같다.

- (1) 문자통신방식 이용에 따른 VDL 통신망 사용량 변화와 영향에 관한 연구
- (2) 문자통신방식의 사용자 편의성에 대한 설문 및 의견수렴
- (3) e-Navigation 연계개발 방안 및 실효성 분석
- (4) 해상환경에서의 구동확인을 위한 실선 테스트

개발된 AIS-ECDIS 연계시스템의 적용에는 많은 개선과 연구들이 필요하지만, 음성통신 제약에 대한 대안을 제시하고 국내외에서 논의되고 있는 e-Navigation 선박 안전운항 환경구축 기초기술의 일환으로서 의미가 있다. 그 밖에도 본 시스템은 타선정보를 수집, 계산하여 충돌회피에 필요한 정보를 화면에 지시하는 기존 연구들과는 다르게 선박운항자 간의 통신을 중심으로 충돌을 예방하고자 하였다. 또한 ECDIS가 항해기기들로부터 수신한 항해정보를 단순히 표시하는 기능 뿐 아니라 원격으로 연결된 장비들을 조작할 수 있도록 인터페이스를 구성하여, ECDIS가 선교장비들의 컨트롤 타워 역할을 하였다. 이는 선교 내 ECDIS와 항해기기들 간의 단방향 통신에서 상호 정보를 주고받는 양

방향 통신을 구현한 한 것이다.

AIS의 초기 기술개발이 Ship to shore communication에서 Ship to ship communication으로 확장된 것처럼, 선박 간 통신은 충돌사고를 예방하기 위한 선박 운항자의 상황판단과 의사결정에 중요한 역할을 한다. 최근 관련연구들이 Ship to shore의 정보수집과 Broadcasting 기술개발에 역점을 두고 있어서 AIS-ECDIS 연계시스템과 같은 선박 간 통신 기술개발 분야에 대한 관심과 지속적인 연구가 필요하다.



< 참 고 문 헌 >

- [1] 해양안전심판원 해양사고 통계
<http://www.kmst.go.kr/statistics/yearsStatisticsList.jsp>
- [2] 어선 VHF 통신망 구축 및 운영 방안, 김병욱, 2011
- [3] 항해자 대상 VHF Communication 교육 및 훈련의 필요성에 관한 연구,
정정묘, 박상준, 정기남, 2010
- [4] Validation on the Algorithm of Estimation of Collision Risk among
Ships based on AIS Data of Actual Ships Collision Accident, Son, N. S.
and S. Y. Kim, 2010
- [5] A Study for an Early Detection Method on Altering Course of a Target
Ship using the Steering Wheel Signal, Chang-Hyun Jung, Tae-Ho
Hong, Gyei-Kark Park, Young-Soo Park, 2013
- [6] 원거리 선박추적을 위한 AIS에 대한 연구, 송종호, 2006
- [7] AIS-ASM 기반 신규 서비스 도입을 위한 선행 연구, 김건웅 박계각, 2013
- [8] Providing Meteorological and Hydrographic Information via AIS
Application - Specific Messages: Challenges and Opportunities, Dr. Lee
Alexander, 2011
- [9] Providing navigation safety information for America's waterways,
United States Coast Guard Office of Navigation Systems
- [10] 선박자동식별장치(AIS) 기반 해상교통량 조사·분석 시스템개발에 관한
연구 논문, 김창민, 정재용, 김철승, 2008
- [11] SOLAS AIS의 기술적 특성 분석 연구, 장동원 외, 2002
- [12] ITU, Technical characteristics for an automatic identification system

using time division multiple access in the VHF maritime mobile band, ITU-R M.1371, 2007.

- [13] IALA, IALA Recommendation A-126, 2008.
- [14] IEC, Universal Ship-borne Automatic Identification System Operational and Performance Requirements, Methods of testing and required test Results, IEC Standard 61993 Part 2.
- [15] Watchkeeping with ECDIS, Marine Edutech, 2013
- [16] IMO Resolution MSC.74(69), annex 3, Recommendation on performance standards for an universal shipborne AIS
- [17] 설문조사를 통한 AIS 정보의 활용도에 관한 연구, 최운규, 2013
- [18] 전파전자향해학, 이은방 외, 2013
- [19] 전자해도의 KML 변환기술 개발, 오세웅 외, 2011
- [20] ECDIS 개요 설명 <http://jollyjim.blog.me>, 김웅규, 2013
- [21] IMO 차세대 해양안전종합관리체계기술 개발 기획연구보고서, 해양수산부, 2014
- [22] e-Navigation 협력 MOU, 해양수산부, 2014
- [23] Sub-Committee on Safety of Navigation (NAV), 57th, 58th session, IMO, 2013
- [24] e-Navigation 신규과제 발굴을 위한 수요설문조사, 해양수산부, 2014
- [25] 어선입출항 모니터링 시스템 개발, 제주대학교, 2007
- [26] 항로표지 AIS의 제어모듈 및 통신프로토콜 구현, 진형두, 2009
- [27] IEC 61162-1
- [28] New ECDIS mandatory requirements, 2011

감사의 글

미진하지만 소중한 본 논문이 완성되도록 도움을 주신 많은 분들께 머리 숙여 감사드립니다.

먼저 바쁘신 중에도 학문에 대한 지도 뿐 아니라 석사학위의 과정이 결실을 맺을 수 있도록 격려와 지원을 아끼지 않으신 이윤석 지도 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 부족한 저를 이끌어주신 은혜에 보답하기 위해서라도 항상 최선을 다하고 더욱 열심히 하는 모습 보여드리겠습니다. 논문은 마무리 되었으나, 학문의 길은 이제 시작이라 생각하며 배울 것과 해야 할 일들이 더욱 많기에 앞으로도 소중한 가르침을 부탁드립니다.

재학시절 뿐 아니라, 대학원의 시작부터 본 논문의 심사까지 수고를 아끼지 않으신 박영수 교수님, 실습선 한나라호의 운영과 관리로 바쁘심에도 논문을 살펴주시고, 배려해주신 윤귀호 선생님, 자료가 부족해 걱정이 많을 때마다 최신의 자료와 조언을 해주신 조익순 교수님, 흔들리고 의지가 약해질 때마다 격려해 주신 박상익 교수님 정말 감사드립니다.

그리고 연구실 후배라는 이유만으로 아낌없는 도움을 주신 정창현 교수님과 김대해 선배에게도 감사의 인사를 드리고 싶습니다.

2년여 기간 동안 가까이에서 연구에 대한 도움과 설명을 아끼지 않은 본교 실습선 한나라호의 박준모 일항사님, 장우람 이항사, 그리고 함께 수업을 들으며 추억을 함께한 윤익순, 구본철, 박상원, Nguyen Xuan Thanh 대학원 원우들과 이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다. 또한 논문 편집에 도움을 준 전승현 후배에게 감사의 인사를 전합니다.

갑작스럽게 대학원 공부를 시작할 때도 한결 같은 마음으로 보살펴 주신 어

머니, 승선할 때보다 얼굴보기가 더 힘들어도 자주 통화할 수 있다며 따뜻한 말로 응원해준 가족들, 마지막으로 일과 학업에 매달리느라 많은 시간 함께하지 못했음에도 변함없는 마음으로 기다리고 격려해준 윤서희에게 사랑의 마음을 담아 이 기쁨과 영광을 돌립니다.

많은 교수님들께 받은 도움들을 언젠가는 모교인 한국해양대학교 후배들을 위해 다시 베풀고 싶고, 부족하지만 해기교육에 기여할 수 있는 사람이 되도록 더욱 열심히 노력하겠습니다. 모든 분들께 진심으로 감사합니다.

