

국내 AIS 서비스 실시를 위한 요구사항 분석

심우성⁽¹⁾, 서상현⁽²⁾

Analysis of requirements for Automatic Identification System

by

Woo Seong Shim⁽¹⁾ and Sang Hyun Suh⁽²⁾

요 약

선박 운항의 안전을 향상시키기 위하여 추진하고 있는 선박자동인식시스템(Automatic Identification System)은 그 기술 사양이 IMO와 ITU에 의해 제정되었고 IEC에 의한 평가 기준이 마련되고 있다. 또한 구미 선진국에서는 AIS 기술의 자국내 적용 가능성 검토와 적용 방법 등을 검증하기 위한 각종 Pilot Project를 추진하였거나 추진 중에 있다. 우리 나라에서의 AIS 서비스가 우리 실정에 맞는 시스템 구축이 되도록 하기 위해 본 연구에서는 AIS 관련 국제기구의 그간의 활동과 관련 국제 기준의 검토, 국내에서의 서비스 구축을 위해 필요한 요구사항을 분석하여 AIS 서비스 실시를 위해 고려해야할 사항들을 정리하고자 한다.

Abstract

The more larger and heavier the ship, the more accidents happen in the ocean and coastal area. The IMO, IALA and ITU finalized the technical standardization process regarding performance standard and technical characteristic of Universal Ship-borne AIS. Korean government are going to setup AIS system in the coastal area in three years. To construct AIS service efficiently in Korean water, The authority should consider requirements about several things. This paper presents the consideration of our domestic AIS in view of investigation of international standard and requirements of ours.

Keywords: AIS, VTS, GPS/DGPS, ECDIS, ENC

1. 서 론

AIS(Automatic Identification System)은 선박과 선박간, 그리고 선박과 육상의 관제소간에 선박의 명세, 위치, 침로, 속력 등의 선박 관련 정보와 항해안전 정보들을 자동으로 주고받도록 하여 선박간의 충돌 회피, 또는 지상에서의 통항관제를 원활하게 하도록 하는 시스템이다. 이를 이용하여

VTS(Vessel Traffic Service)와 같은 선박 통항관제와 해상의 사고 시에 해난 수색 및 구조활동을 지원하는 데에도 큰 활용도를 갖고 있다.

이러한 AIS를 국내에서도 정부의 주도아래 수년 내에 시행하려고 하고 있으나 국내에는 아직까지 관련 기술사양의 마련이 이루어지지 못한 상황이다. 그러므로 서비스의 실시 이전에 국내 실정에 맞는 서비스 구현을 위해 관련 환경에 대한 분

(1) 정희원, 한국해양연구소, wsshim@kriso.re.kr

(2) 정희원, 한국해양연구소

석과 기술적 이용 가능성 등의 검토가 이루어져야 한다.

이러한 배경에서 본 논문과 같은 기초연구를 시작하였으며 앞으로 수행될 AIS 서비스를 위해 무엇을 고려해야 하며 어떠한 사항들을 고려한 기술 사양서가 마련되어야 하는지를 논하고자 한다.

1.1 국제기구 활동에 의한 AIS의 역사

국제해사기구인 IMO(International Maritime Organization)는 AIS의 기능에 관련하여 국제 권고안인 "Recommendation on Performance Standard for Universal Automatic Identification"을 제정하였고 그간의 진행상황은 다음과 같다.(구자운 [1997])

- 43차 IMO NAV 소위원회(1997년 7월): 스웨덴이 제출한 案을 기초로 초안 완성
- 69차 IMO MSC 위원회(1998년 5월): 43차 회의 안을 Resolution MSC.74(69)로 승인
- ▶ 2000년 1월 이후에는 이미 장착되었거나, 또는 새로이 장착되는 AIS 장비들이 승인한 Performance Standard를 만족하도록 회원국에 권고함
- 44차 IMO NAV 소위원회(1998년 9월) : AIS장착을 의무화하는 내용을 담은 SOLAS Chapter V의 개정에 관한 초안을 마련함
- 45차 IMO NAV 소위원회(1999년 1월) : SOLAS Chapter V의 개정안에 관한 NAV 44차 회의의 보고서를 심의함
- ▶ 이 개정안에 따르면 2002년 7월 이후에는 모든 여객선과 총톤수 300톤 이상의 화물선에 AIS의 장착이 의무화됨

ITU(International Telecommunications Union)는 AIS의 기술에 관한 규정: ITU-R M.1371 "Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access in the Maritime Mobile Band"를 지난 1998년에 승인하였으며 그간의 진행상황은 다음과 같다.

- 1998년 3월에 제네바에서 열린 ITU의 Radio-communications 분과의 Working party 8B가 AIS에 관한 기술과 통신 프로토콜의 정의를 시작
- 1998년 7월에 제네바에서 열린 ITU의 Study Group 8의 모임에서 Working party 8B가 제

출한 안을 인증

- 1998년 11월에 정식 문서로 ITU에 의해 승인

IEC(International Electrotechnical Commission)는 AIS 장비의 시험을 위한 규정을 마련하고 있으며 AIS의 test에 관한 규정: IEC Standard 61993-2, "Performance, technical, operational and testing standard for the Universal AIS transponder"(가칭)을 준비중에 있고 약 2000년 중반 이후에 초안이 완성될 것으로 예상되고 있다.

- 1998년 7월에 ITU TC80/WG8-U.AIS 분과에서 위 규정의 개발을 시작
- 분과회의는 매년 4번정도 개최될 예정
- 약 2년, 즉 2000년 말경에 초안을 제출할 예정임

1.2 AIS 기술 동향 분석

- 4-S 방식의 AIS는 SOTDMA(Self Organized TDMA)기술을 사용
- 국제적으로는 주파수(87B[161.975MHz], 88B [162.025 MHz])가 할당됨
- VHF 주파수의 전달범위 내에 있는 모든 선박에게 자신의 정보를 전달하는 것이 4-S 방식의 기본 목표임
- 폴링방식을 이용하여 관제국이 선박에게 위치 및 관련 정보를 보고하도록 호출하는 것이 가능하나 이는 VHF 전달범위 내에서만 가능함(遠거리에 대한 AIS는 아직 국제기준이 마련되어 있지 않음)
- 4-S broadcast 방식에 맞는 AIS transponder를 개발한 것으로 파악되는 업체는 스웨덴의 GP&C와 이외 몇 개 정도이나 이 장비도 AIS로서 인정받기 위한 규정들을 완전히 만족한다고 볼 수는 없음(IEC의 Test 기준을 만족해야 하지만 IEC 규정은 미완성임)
- ITU에서 정한 AIS 전용 주파수는 각 국의 국내법과 상충되는 부분이 있음
- 1997년 ITU가 AIS를 위해 정한 87B, 88B 주파수는 미국이 국내에서 자국의 특수 목적을 위해 사용하던 주파수임. 1998년 7월에 FCC(Federal Communication Commission)는 미국 내에서의 AIS를 위해 2개의 채널을 할당하겠지만 87B와 88B의 사용은 보류하기로 결정함

2. 본론

2.1 AIS 시스템

AIS는 자신의 위치에서 전파가 도달하는 주위의 선박에게 자신의 위치와 관련 정보를 제공하고, 또한 그 영역에 있는 다른 선박의 정보를 입수하여 선박의 안전 운항에 필요한 조치들을 미리 취할 수 있도록 하는 시스템이다. 이때 전파 도달 범위에 육상기지국이 있다면 육상기지국은 관련 정보를 이용하여 해당 선박에 대한 관제를 수행할 수 있다.

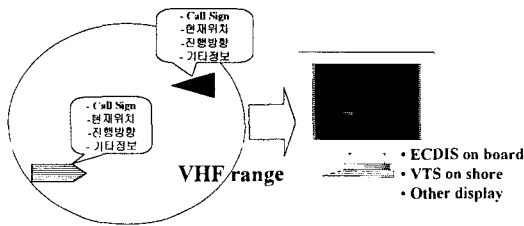


Fig. 1 AIS Concept.

AIS의 기본 목적을 달성하기 위해서 AIS는 Transponder를 선박과 육상 기지국에 장착하게 되는데 이 Transponder는 세 개의 주요 구성 모듈로 구분된다.

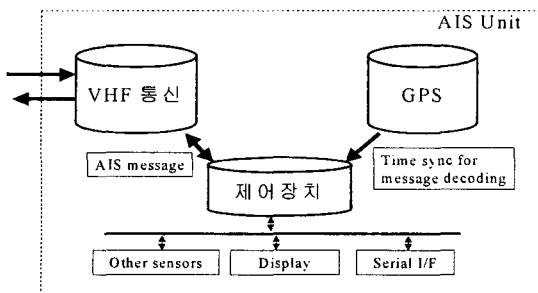


Fig. 2 AIS Transponder structure.

먼저 선박의 위치, 침로, 속력 등의 정보를 제공해 주는 센서부가 있는데 가장 많이 사용되는 것은 GPS이며 기타 선박에 장착된 다른 센서의 연결을 통해 보다 정확한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 그리고 AIS가 사용하도록 할당된 VHF를 이용하기 위해 VHF Transceiver 모듈이 필요하다. 또한 센서의 정보를 AIS 메시지로 코딩하고 VHF 모듈을 제어하며 화면 표시 및 기타 장비와

통신하기 위한 중앙제어부가 필요하다. 이러한 구성으로 AIS Transponder는 그 기능을 수행할 수 있게 된다.

2.2 AIS 구성 모듈

2.2.1 GPS 모듈

센서로 사용되는 GPS는 위치, 침로, 속력 등의 정보를 제공하기 위해 사용되지만 더욱 중요한 것은 Time Sync source로 사용되는 것이다. AIS는 시스템간에 메시지를 교환하여 정보를 공유하는데 그 메시지를 시분할 방식으로 전송하는 시스템이다. 그러므로 자신의 메시지를 언제 전송하고 다른 시스템의 정보를 어느 시각에 읽을 지를 아는 것이 매우 중요하게 된다. 그림 3과 같이 각 선박은 1분에 2250개로 나뉘어진 각 slot 중에서 자신의 slot을 지정하고 그 slot의 차례에서 자신의 메시지를 지정된 주파수로 전송한다.

이러한 시분할 방식에서 가장 중요한 것은 하나의 주파수를 사용하는 여러 개의 시스템이 동일한 시각 동기를 갖는 것이다. AIS는 이러한 시각 동기를 위해 GPS를 이용한다. 현재 나와 있는 GPS 수신기는 대부분이 1PPS라는 신호를 제공하는데 그 의미는 1초에 하나의 펄스를 제공하는 것이다. UTC에 동기된 GPS가 1초마다 제공하는 한 펄스의 resolution은 보통 100 nano second 이하로 알려져 있다

각 slot 간에 전환이 최소 1mili second 내에서 이루어져야 함을 감안할 때 GPS를 시각동기로 사용하는 것이 가능함을 알 수 있다. 또한 AIS는 GPS를 시각 동기로 사용하지 못할 경우를 대비하여 한 station을 semaphore로 지정하여 여러 시스템을 동기 시키는 등의 다양한 방법을 갖고 있다.

AIS의 시각동기로 사용되는 GPS는 현재 국내 기술로 개발이 완료되어 (주)네비콤에서 GPS 수신기와 시각동기용 GPS Time synchronizer를 생산 및 판매하고 있다.

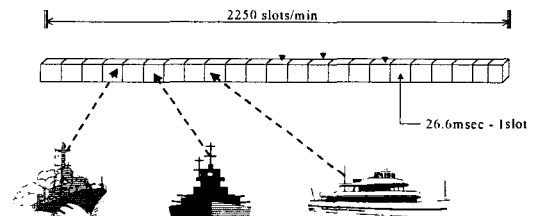


Fig. 3 Message transmission of SOTDMA.

2.2.2 VHF 모듈

AIS는 Maritime Mobile Band, 즉 VHF 대역을 사용하여 메시지를 주고받도록 되어 있다. 앞에서 설명한 바와 같이 시분할 방식의 전송방식을 채택하고 있기 때문에 VHF를 사용함에 있어 가장 중요한 것은 RF-power가 얼마나 빠른 시간 내에 On-Off 되는가 이다.

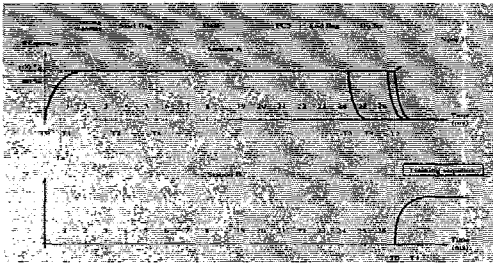


Fig. 4 Transmission timing.

그림 4는 ITU에서 제정한 Technical Characteristic에 나와 있는 것으로 AIS Transponder의 VHF RF-power는 1ms 내에 주파수와 power가 안정되어야 한다. 또한 Off 시에도 On 때와 마찬가지로 1ms 내에 off 되어야 한다. 이 규정을 만족시킨다면 station간의 전송 패킷이 시작과 끝에서 약간씩 겹치더라도 데이터의 전송에 문제를 일으키지 않는 것이다.

VHF에 대한 기술 사양은 기존 음성 통신에 사용하던 장비로서는 만족시키기 어려우며 새로운 하드웨어의 개발에 있어 국내에는 VHF 관련 기술과 제품을 개발한 다수의 업체가 있기 때문에 위 사양을 만족시키는 것은 그리 어려운 것은 아니라고 판단된다. 또한 해상 통신 분야에 있어 VHF관련기술은 우리나라도 세계적인 수준이라 할 수 있으므로 AIS의 VHF 모듈도 이미 국내 기술의 확보가 이루어졌다고 판단된다.

2.2.3 중앙제어 모듈

AIS Transponder는 각종 센서로부터의 정보들을 수집하고 이를 정해진 메시지로 가공하며 GPS로부터 얻은 시각동기를 이용하여 VHF 주파수로 전송한다. 또한 VHF 모듈을 통해 수집한 다른 선박의 정보를 해석하여 이를 디스플레이 장치로 표시하도록 데이터를 출력한다. 이러한 모든 동작의 제어를 중앙제어 모듈이 담당하게 된다.

중앙제어 모듈의 개발은 수행해야할 S/W의 요구사항, 하드웨어적인 요구사항 등 많은 고려사항

이 있어야 하겠지만 국외의 사례에서 보면 GNSS-Transponder를 개발하면서 HD64180 microprocessor board를 이용한 경우가 있다. VHF 링크를 통해 수신한 데이터를 해석하고 VHF 모듈과의 통신을 수행하며, 데이터의 코딩과 인코딩, 다양한 시분할 알고리즘에 따른 처리절차 등을 수행하기 위해서는 16bit 이상의 CPU와 멀티태스킹, 또는 많은 수의 Interrupt 처리가 가능한 One-chip controller 등을 사용하는 것이 바람직하다.

2.3 AIS 서비스 요구사항 검토

AIS의 기본 목적은 앞서서도 서술한 바와 같이 선박과 선박간, 선박과 육상기지국 간의 정보교환과 이를 통한 선박의 충돌 방지, 그리고 VTS와 같은 육상기지국의 선박관제를 더욱 편리하고 안전하게 하도록 하기 위한 것이다. 이러한 목적을 달성하면서 국내 실정에 맞는 AIS 서비스의 구축을 위해 다음과 같은 서비스 요구사항들을 생각해 볼 수 있다.

2.3.1 육상 기지국

"The AIS should improve the safety of navigation by assisting in the efficient operation of ship-to-ship, ship reporting and VTS applications."

위의 정의는 IMO의 AIS 성능기준 권고안의 일부를 발췌한 것이다. 이 문구에서 알 수 있듯이 AIS는 선박간의 안전과 더불어 선박의 위치보고와 VTS 동작을 향상시키기 위한 목적도 포함하고 있다. 이런 의미에서 이미 각 국은 VTS 센터에 AIS 육상기지국을 설치하고 시험선박에 AIS transponder를 장착하여 기술적인 검토를 수행하는 Pilot project를 실시하고 있다. 캐나다는 이미 1994년에 지금의 기술사양이 확정되기 이전의 DSC(Digital Selective Calling)방식의 AIS와 현재의 4S방식의 AIS를 비교하는 프로젝트를 수행한 바 있고 현재 미국의 해안경비대는 AIS transponder를 구매하여 VTS 센터에 설치하고 그 가용성을 검토하는 프로젝트를 PAWSS(Port And Waterway Safety System)프로젝트의 일부로 수행하고 있다.

그러므로 국내의 AIS 서비스도 육상기지국을 선정하는 과정에 전 연안을 대상으로 하는 기지국의 선정보다는 우선 VTS가 설치되어 있는 항만을 중심으로 한 AIS 서비스를 시범적으로 실시하

고 이를 통해 기술적인 검토와 우리 실정에 맞는 서비스 질을 향상시킨 다음에 전 연안 관제의 가용성을 검토하는 과정이 필요하다. 이러한 시범 서비스의 필요성은 VTS와의 연계 문제에서도 발생한다. 현재 국내에 설치된 모든 VTS는 국외의 제품이다. 여기에 AIS를 연계하기 위해서는 추가적인 비용부담이 발생한다. 그러므로 AIS를 VTS 센터에 설치하면서 VTS와 AIS 정보가 연계되도록 하는 요소기술의 개발도 반드시 고려해야 할 분야인 것이다. 위의 사항들을 포함하여 육상기지국의 선정 시 고려해야 할 주요 사항들을 다음과 같이 정리해 보았다.

- ▶ VTS와의 연계를 위한 VTS 요소기술 개발
- ▶ 기지국 선정을 위한 전파음영지역 분석, 선박의 통항량 분석, 전파도달거리 분석
- ▶ AIS 운영요원의 교육과정 개발과 VTS 교육과정과의 연계 문제
- ▶ AIS 적용을 받지 않는 소형선에 대한 관제 문제
- ▶ 항공용 VDL-mode4 기술과의 연계 문제

2.3.2 선박 이동 기지국

선박에 장착되는 AIS transponder의 기술적인 문제는 앞에서 세 개의 주요 구성 모듈로 나누어 이미 설명하였다. 그러나 선박용 AIS station에서 기술적으로 검토해야 할 또 다른 부분은 바로 정보의 디스플레이 문제이다. AIS는 기술적으로 무순 정보를 만들고 수신하며 어떻게 데이터 링크에 접속하는지만을 규정하고 있다. 그러나 실 사용자들은 그 정보를 눈으로 볼 수 있어야만 AIS의 진정한 효과를 체감할 것이다. 그러므로 AIS는 ECS, ECDIS와 같은 해도정보 표시시스템과 연계되어야 할 것이다. 이 문제는 선박 기지국에 국한된 문제가 아니라 육상 기지국에도 적용된다. VTS에 AIS를 연계시키기 위해서 VTS에 사용하고 있는 항만의 해도와 AIS 정보를 적절히 다룰 수 있는 기술이 필요함은 당연하기 때문이다.

그러므로 선박에 장착된 AIS transponder로부터 정보를 받아 화면상에 나타내고 이를 이용하여 선박의 충돌 회피, 알람, 조종 방법 등을 추천해주는 시스템의 개발이 동시에 수반되어야 함을 알 수 있다. 이 분야에 있어 우리나라는 한국해양연구소 선박해양공학분소가 ECDIS의 개발을 수행한바 있으므로 ECDIS에 AIS 모듈을 추가하는 것을 검토할 수 있을 것이다. 국제적으로도 ECDIS에 사용하는 데이터 오브젝트에 AIS 오브젝트를

추가하는 것을 연구하고 있는 실정이다.

2.4 국내 AIS 서비스를 위한 제안

국내에서 AIS 서비스를 빠른 시간 내에 실시하는데 가장 걸림돌이 되는 것은 아직까지 국내 기술로 개발된 Transponder가 없고 AIS와 연계하여 설치해야 할 VTS가 모두 국외 제품이라는 것이다. 또한 기지국의 선정을 위해 필요한 각 항만에 대한 시간대별 통항량 분석, 전파 음영지역 분석, 국내법 및 규정의 정비 등이 해결해야 할 과제들이다. 이러한 문제들을 단계적으로 해결하고 나아가 국내 환경을 고려한 우리나라 고유의 기술 사양서를 갖는 것이 향후 도입 및 개발될 항해안전 시스템과의 연계를 위해 반드시 필요하다. 이에 본 논문에서는 개략적이거나 국내 AIS 서비스의 실시 이전에 필요한 사항을 제안하고자 한다.

2.4.1 AIS서비스시범실시(Pilot project)

시범적인 AIS 서비스는 대부분의 기술 사업과 마찬가지로 해당 기술의 가용성을 검증하는 데에 큰 목적이 있다. 이에 더하여 AIS가 갖고 있는 기술적인 사양들이 실제로 우리나라의 전파 환경과 선박 통항 환경에 적합한지를 검증하는 것도 중요한 목적이다.

더하여 이러한 시범 서비스는 국내 기술의 개발과 제품 생산을 자극하는 계기를 제공할 수 있다. 실제로 미국 해안경비대가 공고를 통해 AIS transponder를 구입하여 VTS 센터에서 시험하겠다는 발표를 하자 관련기술을 갖고 있던 다수의 업체가 몇 개월 내에 transponder를 개발했다고 발표하고 있다. AIS의 기술은 개발이 어려운 분야가 아니라 기존에 개발된 기술을 결합한 것이고 국내에서도 관련 기술의 확보는 개별적이긴 하지만 이미 이루어져 있는 상황이다. 이러한 상황에서 AIS 서비스를 국외 기술 도입으로 시작한다면 커다란 국부의 낭비가 아닐 수 없다. 그러므로 제한된 지역에서의 시범 서비스를 수행하여 국내 업체의 기술 및 제품 생산을 진흥하는 것이 필요하다. 시범 서비스를 통해 얻어야 할 결과를 다음과 같이 정리하였다.

- ▶ AIS에 관련된 국제기준 및 시험기준의 분석
- ▶ VTS 센터와 AIS 육상기지국의 연계 기술 개발
- ▶ AIS based VTS의 운영 방안 개발 및 운영요원 교육

- ▶ AIS based VTS 간의 네트워크 방안 개발
- ▶ 선박용 AIS transponder의 국내 개발 진흥
- ▶ 선박용 transponder의 실선 장착 및 시험
- ▶ 음영지역 분석, 전파환경 분석을 통한 중계기 지국 선정 기술 축적
- ▶ 항만별로 선박 통항량의 분석과 AIS 기술 사양의 적용
- ▶ 국내 AIS 서비스를 위한 국내 기술 사양서 작성

2.4.2 관련 기술의 개발

◆ Long Range AIS

현재 IMO에서는 INMARSAT과 같은 위성통신을 이용한 원거리의 AIS 기술을 논의하고 있다. 즉 VHF 대신에 위성과 같은 수단을 이용하여 메시지를 먼 거리까지 보내는 것이다. 이 기술은 우리나라 전 연안에 대한 선박의 관제가 가능해지고 나아가 전 지구에 대한 관제가 가능하도록 하는 것으로 현재 국내를 대상으로 본다면 우리나라가 보유하고 있는 무궁화 위성을 이용한 전 연안의 선박 관제가 가능할 것이다. 이를 위해 무궁화 위성을 이용하여 메시지를 전송할 수 있으면서, 또 다른 통신 수단을 사용해야 하기 때문에 발생하는 비용 부담을 최소화할 수 있는 기술과 정책의 개발이 필요하다.(한국해양대학교 무궁화 위성을 이용한 Transponder 개발과제 보고서[1997])

◆ AIS based VTS

VTS에 AIS 정보를 사용하기 위해서는 현재 VTS 시스템의 요소기술, 즉 현재 사용하고 있는 VTS 시스템이 갖고 있는 디지털 해도의 전자해도(ENC)화, 레이더와의 오버레이 기술 등을 개발해야 한다. 이러한 기술 개발은 장기적으로 VTS의 국산화, 또는 관련 요소기술의 확보와 연계하여 고려되어야 하며 향후 생겨날 차세대 항해안전 시스템을 위해서도 반드시 고려해야 할 분야라고 생각한다.

◆ 소형선에 대한 AIS의 실시

현재 AIS는 SOLAS 규정의 적용을 받는 일정 톤수 이상의 선박에만 의무적으로 장착될 것으로 보인다. 그러나 실제 해상 사고는 소형선으로 인한 것이 대부분을 차지한다. 그러므로 소형선에 대한 AIS 기술의 적용과 이를 뒷받침하기 위한 규정의 마련이 필요하다. 직접적인 AIS 기술의 적용은 어렵더라도 해상사고 및 구난에 활용하는 것은 충분히 가능하며 이미 상용시스템으로 소형화된 자기 위치 표시시스템 등은 국외에서 레저선 및 소

형 어선 등에 보급되어 있다.

4. 결론

지금까지 AIS에 대한 간략한 소개와 AIS의 구성 모듈인 GPS 모듈, VHF 모듈, 중앙제어 모듈을 분석하고 국내 AIS 서비스 실시 이전에 고려해야 할 요구사항들을 논하였다. 일단 AIS 서비스를 전면적으로 실시하기 전에 우리 나라의 특수한 환경과 지형적 사항을 고려하여 우리 실정에 맞는 서비스가 되도록 하기 위한 시범 서비스, Pilot Project의 실시가 필요하며 이러한 시범 서비스를 통해 얻을 수 있는 많은 이점들은 국내 해양산업의 초석이 될 것이다. 또한 AIS는 VTS와 연계되어 가장 큰 활용도를 보일 것이기 때문에 AIS based VTS의 개발이 큰 목표가 되어야 할 것이며 이를 위해 VTS 관련 요소기술의 개발도 동시에 이루어져야 한다. 이러한 사항들을 시범 서비스를 통해 단계적으로 밟아 나간다면 항해 안전 뿐만 아니라 국가적인 해양산업의 진흥에 큰 역할을 기대할 수 있을 것이다.

후기

본 논문은 '99 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업의 개별 과제인 AIS 기술 사양 분석의 일부 내용을 인용하였으며 향후 국내에 실시될 AIS 관련 연구개발 사업의 사전연구로 진행한 것입니다.

참고문헌

- [1] 선박자동식별장치의 세계적 동향과 성능기준, 월간해기의 해기논단, 구자윤, 1997년 3월.
- [2] 스웨덴 해양국, "AIS int the future", 1997, "PM regarding the implementation of the Universal AIS in SOLAS...", 1998.
- [3] 한국해양대학교 "광역선박교통관리를 위한 트랜스폰터 개발에 관한 연구", 중간보고(97.8.26), 연구계획서.
- [4] Operational Trials of the DSC VTS Radio Transponder System, the Capacity of the 4S Radio Transponder and Possible Effects on the Operation of Vessel T.S.Ce.
- [5] "Recommendation on Performance Standards for Universal Shipborne AIS", IMO Resolution. MSC 74(69).
- [6] "The Universal Shipborne Automatic Identifi-

fication System-system concepts, evaluation results, and outlook on future developments”, 14th IALA Conference/Session Radio Aids, GERMANY FWA.

[7] “The implication of AIS(Transponders) on Ships and shore”, Captain/Senior Pilot Benny Pettersson, FNI Sweden.

[8] “Technical Characteristic for a universal shipborne AIS using TDMA int the VHF maritime mobile band”, Recommendation ITU-R M.1371.