

# SOLAS AIS의 기술적 특성 분석 연구

장동원<sup>\*</sup> 조평동

<sup>\*</sup>한국전자통신연구원

## A Study on Technical Characteristics of SOLAS AIS

Dong-won, Jang, Pyong-dong, Cho

<sup>\*</sup>Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : dwjang@etri.re.kr

### 요 약

본 고에서는 2000년 12월에 개최된 국제해사기구(IMO) 제73회 해상안전위원회(MSC)에서 개정 채택된 해상인명안전조약(SOLAS)이 2002년 7월 1일부터 발효되는 일정 선박에서 탑재 의무화된 선박 자동식별장치(AIS)의 기술적 특성에 대해서 기술하였다. AIS는 선박의 위치, 속도, 진행 방향 등의 정보를 자동적으로 송수신하는 무선설비로, 선박 상호간과 선박과 육상국간에 정보를 교환해서 선박의 충돌을 방지하고 운행 관리 효율성을 높인다. AIS는 국내외 전파관련법규 등에 규제를 받기 때문에 AIS 구현 및 운용을 위해서 관련된 기술적 특성을 파악해야 한다.

### ABSTRACT

In this paper, we analysed the technical characteristics of a universal shipborne automatic identification system using self-organizing time division multiple access in the VHF marine mobile band. IMO's Marine Safety Committee approved revision of chapter V of the Safety of Life at Sea(SOLAS) Convention in 73rd meeting. According to this revision, AIS will become a mandatory carriage requirement by 01 July 2002. AIS is a broadcast system, operating in the VHF marine band. It is capable of sending information such as identification, position, course, speed and more, to other ships and to shore. The system fitted to a ship would be beneficial to the safety of navigation and the identification and monitoring of maritime traffic. It is absolutely necessary to analyse the related international and domestic specifications for the AIS implementation and installation.

### 키워드

선박자동식별장치, 국제해사기구, 해상인명안전조약, 무선설비

## 1. 서 론

전파의 이용은 기술 발전이나 시대 흐름과 함께 공공업무나 안전을 확보하기 위한 것으로부터 휴대전화와 같이 일상에 긴밀해지고 다양화되어 가고 있다.

육상에서의 디지털화, 멀티미디어화에 따른 각종 서비스가 통합화되고 있는 것과 같이 해상과 항공에서의 통신 시스템도 동일한 추세로 급속히 발전해 나갈 것이다.

해상에 있어서 조난과 안전을 위한 통신으로 모스 전신이 1999년 2월까지 오랜동안 사용되어 왔다. 이러한 기술은 디지털이나 위성통신을 이용한 보다 새로운 기술인 GMDSS(Global

Maritime Distress and Safety System)로 대체되어 전세계적으로 완전 실시되고 있다.

AIS는 선박 상호간 그리고 선박과 육상과의 사이에 선박의 위치, 속도, 진행 방향 등에 대한 정보를 자동으로 주고 받는 무선설비로, 선박의 충돌 방지나 항행 관리의 효율성을 높여준다.

본 고에서는 AIS에 관련된 여러 표준들을 기술적이고 전파 관련 법규 측면에서 분석, 기술하였다.

## II. 본 론

AIS는 초기에 스웨덴이나 핀란드 개발자들에 의해 4S(Ship-Ship, Ship-Shore) broadcast transponder로 불려왔다. 이 시스템은 디지털 선택호출장치(Digital Selective Calling)를 대신하게 되었으며 IMO와 ITU-R(International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector)에서 AIS 표준으로 채택되었다.

AIS는 VHF해상이동대역에서 사용하는 broadcast 시스템으로, 선박의 식별, 위치, 항로, 속도 등의 정보를 다른 선박이나 해안국에 송신한다. 또한 빠르게 갱신되는 선박간의 여러 보고서를 신뢰성있고 신속하게 처리하기 위해서 SOTDMA(Self-Organising Time Division Multiple Access) 기술을 사용한다.

AIS와 같은 전자적인 자동보고시스템이 선박에 장착되면 운행의 안전 그리고 해상 트래픽의 식별 및 감시에 많은 이득이 있을 것이라는 것은 오래전부터 예측되어 왔으나, 위성항행장치(GNSS(Global Navigation Satellite System), DGNS(Differential GNSS) 등)나 데이터 통신기술의 급속한 발전으로 이를 현실화하였다.

국제해상인명안전(SOLAS)조약에서는 AIS를 나침반이나 레이더와 같이 항행원조(navigation aids)장치로 분류하고 의무적으로 탑재할 것을 요구하고 있다. 이러한 SOLAS 요구사항은 다음과 같이 국제적 표준으로 승인되었다.

- IMO : Resolution MSC.74(69)
- ITU : Recommendation M.1371-1
- IEC : Test Standard IEC 61993-2

SOLAS 조약 제5장의 규칙 19에는 2002년 7월 1일부터 AIS의 탑재 의무화를 규정하였다. 그러므로 2002년 7월 1일 이후부터 건조되는 국제 항행에 종사하게 될 300톤급 이상의 여객선이나 500톤급 이상의 화물선은 반드시 AIS를 탑재해야만 한다. 또한 2002년 7월 1일 이전에 건조된 국제 항행에 종사하지 않는 선박도 2008년 7월 1일 이전까지는 AIS를 반드시 탑재해야 한다.

## III. AIS 요구사항

AIS에 관련된 요구사항은 여러 표준화기구에서 규정하고 있다. IMO에서는 성능 표준, ITU-R에서는 기술적 규격, 그리고 IEC(International Electrotechnical Commission)에서는 시험 규격에 대해서 각각 규정하고 있다. 그림 1은 AIS의 구성도를 나타낸다.

### 3.1 IMO 성능 표준

IMO의 성능 표준(IMO Resolution MSC.74(69))은 사용자나 운용자가 알아야 할 선박간의 동작, 선박과 해안국간의 동작, 자동적인

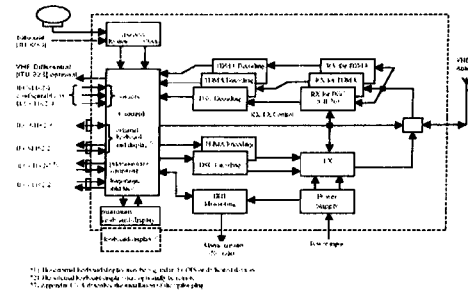


그림 1 AIS 구성도

고 연속적인 운용, 정보 메시지 제공, 해상 VHF 채널 사용 등과 같은 운용 관련 요구사항을 규정하고 있다.

이 표준은 IALA(International Association of Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)에서 관련 산업체 및 전문가들과 함께 작성했으며, 1998년에 IMO에서 승인되었다. 이와 함께 ITU에 기술적 특성에 대한 권고를 만들어 줄 것과 해상이동VHF대역에서 국제적으로 사용하기 위한 두 개의 채널을 할당해 줄 것을 요청하였다.

이 IMO 표준에서는 AIS가 선박간의 충돌을 피하고, 선박이나 탑재된 화물의 정보를 제공하며, 해안국과 선박간의 트래픽 관리를 위한 목적을 이루기 위해서 아래와 같이 세부적으로 AIS에 반드시 필요한 요구사항을 규정하고 있다.

- 운용모드(자동, 할당, 폴링)
- 자동적이며 연속적인 정보 제공
- 해안국이나 선박으로부터 정보 수신 및 처리
- 최소의 지연으로 최우선이며 안전에 관련된 호출 응대
- 해안국이나 다른 선박이 추적할 수 있는 위치 및 항행 관련 정보 제공

또한 AIS는 다른 선박이나 해안국으로 식별, 위치, 침로, 속도, 선폭, 선박의 홀수, 선종 및 화물에 대한 선박의 정보를 보내야 한다.

### 3.2 ITU-R 기술적 특성

ITU-R 권고 M.1371에서는 AIS에 대한 기술적 특성과 성능 표준의 운용 요구사항을 맞추기 위한 송수신기의 특성, 변조 방식, 데이터 포맷, 메시지 및 패킷화, TDMA, 채널 관리방법 등에 관하여 규정하고 있다.

이러한 내용은 IALA에서 제출한 기술적 특성에 근거하며 1998년 11월에 ITU-R에서 승인되었다.

IMO에서 AIS를 위한 해상이동VHF대역 채널 요구는 1997년 ITU WRC(World Radiocommunication Conference)에 제출되어 승인되었다. 할당된 채널은 ITU 무선규칙 부속서

(Radio Regulation Appendix) S18에 명시되어 있으며 해상이동VHF대역의 AIS1(161.975 MHz)과 AIS2(162.025MHz)이다.

**3.3 IEC 시험 표준**

IEC의 시험 표준인 61993-1은 AIS에 관한 전기, 전자적인 관련 기술 시험 표준을 규정하고 있으며 이는 SOLAS 조약에서 요구하고 있는 선박 의무 탑재 장비에 대한 시험 규격, 데이터 입출력 표준, 커넥터 표준, BIIT(Built-In Integrity Test)에 대한 상세 등과 같은 기술형식 승인 시험 규격을 포함하고 있다.

**IV. 시스템 기술적 특성**

AIS의 기술적인 특성은 ITU-R 권고 M.1371과 IEC 61993-2에서 규정하고 있다.

그림 2에서와 같이 M.1371에서는 OSI 7계층 모델에서 1에서 4계층까지의 기술적 특성에 대해서 기술하고 있다.

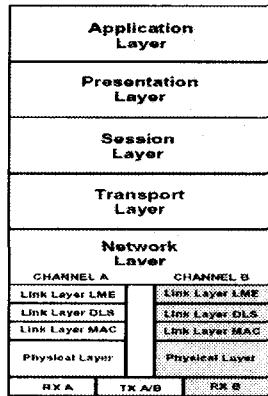


그림 2 AIS의 프로토콜 계층 모델

**4.1 물리 계층**

제1계층인 물리계층은 제2계층인 데이터링크계층으로 비트 스트림을 전달해야 한다. 이를 위한 물리계층의 성능 요구사항은 아래와 같다.

- 사용 주파수 범위 : 156.025 - 162.025MHz
- 채널 간격 : 12.5/25kHz
- 사용 채널 : AIS1(161.975MHz)/ AIS2(162.025MHz)
- 채널대역폭 : 12.5/25kHz
- 전송 속도 : 9,600bps
- 트레이닝 시퀀스 : 24비트
- 송신기 settling시간 : 1msec 이내
- 송신기 출력 전력 : 2/12.5W
- 변조 방식 : GMSK/FM
- 데이터 엔코딩 : NRZI

**4.2 데이터링크 계층**

제2계층인 데이터링크 계층은 데이터 전달시 오류의 검출 및 정정을 위한 패킷화에 대한 역할을 한다. 데이터링크계층은 MAC(Medium Access Control), DLS(Data Link Service), LME(Link Management Entity)계층으로 세분화된다.

MAC계층은 데이터 전송매체로 액세스를 넘기는 방법을 제공한다. 이를 위해 AIS에서 사용하는 방식은 공통시간표준에 따른 TDMA(Time Division Multiple Access)이다. 동기를 위해서 사용하는 공통시간표준(common time reference)은 위성을 통해 얻는 UTC(Universal Time Coordinated)이다. AIS에서 1 프레임은 1분의 길이를 가지며 이는 UTC의 분(minute)에 동기화된다. 이 프레임은 2250개의 슬롯으로 세분화된다.

DLS계층에서는 데이터링크 활성화와 해제, 데이터 전달, 그리고 오류 검출 및 제어에 대한 역할을 분담한다. 송신기는 슬롯 시작점에서 RF를 power-on하고 전송을 시작해야 한다. 또한 송신 패킷의 마지막 비트가 송신 유니트에 있을 때 power-off한다. 이러한 이벤트는 자신의 슬롯 내에서 이루어져야 한다. 데이터의 전달은 비트 오리엔티드 프로토콜인 HDLC(High-level Data Link Control)포맷에 따른다.



그림 3 전송 패킷 포맷

LME계층은 DLS, MAC, 그리고 물리 계층을 제어한다. 데이터 전달 매체에 대한 액세스를 제어하는 방법은 4가지(SOTDMA, ITDMA(Incremental TDMA), RATDMA(Random Access TDMA), FATDMA(Fixed Access TDMA))가 있으며 응용과 운용 모드는 사용될 액세스 방식을 결정한다.

SOTDMA는 자동국으로부터 예정된 반복 전송을 사용하기 위한 기본 방식이다. 예를 들면 갱신 주기를 변경해야 하거나 비반복적 메시지를 전송해야 할 때 다른 액세스 방식이 사용될 수 있다.

액세스 방식들은 동일한 물리적 데이터 링크에서 연속적으로 동시에 동작한다.

**4.3 네트워크 계층**

제3계층인 네트워크 계층은 채널 접속을 성립시키고 유지시키며, 메시지의 우선순위 할당을 관리하며, 채널간에 전송 패킷을 분배하고, 데이터 링크 폭주 문제를 해결해야 한다.

AIS는 두 개의 채널을 동시에 운용할 수 있어야 한다. 즉 동시 채널 동작을 해야 한다. 그러므로 두 개의 각 주파수 채널로 수신된 정보를 동시에 처리하기 위해서는 두 개의 TDMA 수신기를 가져야 한다. 그러나 한 대의 TDMA 송신기가 교대로 각 주파수 채널로 전송할 수 있어야 한다.

**4.4 트랜스포트 계층**

제4계층인 트랜스포트 계층은 데이터를 정확한 크기의 전송 패킷으로 변환시키고, 데이터 패킷을 순서화하며, 상위 계층에 대한 인터페이스를 제공한다.

트랜스포트 계층은 상위 계층인 프리젠테이션 계층으로부터 수신된 데이터를 전송 패킷으로 변환시킨다.

AIS 장치에 의해서 송신되는 데이터는 프리젠테이션 인터페이스를 통해서 입력되어야 하고 AIS 장치에 의해서 수신된 데이터는 프리젠테이션 인터페이스를 통해서 출력되어야 한다. 이 데이터에 대한 포맷과 프로토콜은 IEC 61162계열에 정의되어 있다.

**4.5 디지털선택호출장치(DSC)**

AIS는 ITU-R 권고 M.493, M.541, 그리고 M.825에 적합한 제한된 AIS 관련 DSC 동작을 수행할 수 있어야 한다.

DSC가 장착된 해안국은 채널 70(156.525MHz)을 통해서 모든 선박으로 DSC호를 송신하거나 특정국으로 호를 송신할 수 있다. 이는 특정 지역에서 AIS에 의해 사용될 지역 경계나 지역 주파수 채널과 송신 전력 레벨을 명시하기 위한 것이다.

**4.6 장거리통신용용**

ITU-R 권고 M.1371에서는 위에 기술된 기술적 특성 이외에 AIS와 같은 A급 선박이동장치는 장거리 통신을 제공하는 장비의 양방향 인터페이스를 제공할 것을 규정하고 있다.

**4.7 GNSS 수신기**

AIS에서 UTC가 동기화 하기 위해 요구되므로 UTC를 결정하기 위해서 GNSS 수신기가 필요하다. 외부 위치를 알지 못할 때 AIS의 위치 보고를 위해 GNSS 수신기가 이용된다.

**4.8 BIIT(Built-In Integrity Test)**

AIS에 문제가 발생해서 동작이 정지하게 되는 고장이나 오동작이 검출되면 경보가 발생되어야 한다. 이때 경보는 화면 표시기에 나타나야 하며, 경보 중계기를 동작중으로 만들 수 있어야 한다. 또한 적당한 경보 메시지가 프리젠테이션 인터페이스를 통해서 출력되어야 하며 이는 매 30초마다 반복되어야 한다.

**4.9 표시 및 입력력**

AIS는 선박과 해안에 대한 데이터를 표시하고 수동으로 데이터를 입력할 수 있는 방법을 제공해야 한다. 이를 MKD(Minimum Keyboard and Display)라고 하며 아래와 같은 기능을 가져야 한다.

- 최소한 세척의 선박에 대한 데이터를 표시해야 하며 각 줄에는 한 대의 항속, 거리, 선명도를 표시할 수 있어야 함

- 항해 및 안전 관련 메시지, AIS 제어, 데이터 선택은 수동 입력

**4.10 AIS 수신기 특성**

AIS 수신기는 아래 표 1과 같은 특성을 가져야 한다.

표 1 수신기 특성 요구사항

수신기 파라미터	25kHz 채널	12.5kHz 채널
감도	-107dBm에서 20% PER	-98dBm에서 20% PER
동일채널 제거비	-10 - 0 dB	-18 - 0 dB
인접채널선택도	70 dB	50 dB
슈퍼리어스응답 제거비	70 dB	N/A
상호변조응답제거비 및 블로킹	20% PER	N/A

**V. 결 론**

본 고에서는 2002년 7월1일 이후에 건조되어 국제 항해에 취항하는 300톤급 이상의 여객선과 500톤급 이상의 화물선에 반드시 탑재해야 하는 AIS에 대한 관련 국제 표준을 검토 분석하였으며, 기술적 요구 사항에 대해 보다 자세히 분석하였다.

AIS는 ITU의 무선규칙 부속서 S18에 규정된 AIS1과 AIS2 채널을 사용해서 해상이동 VHF대역에서 운용되어야 한다. 이러한 RF 사용을 위해서 ITU-R 권고 M.1371에 자세히 기술된 기술적 특성에 따라서 구현되어야 한다.

또한 구현된 장비들간의 상호운용성을 위해서 IEC 61993-2 시험 표준에 만족되어야 한다.

세계 각국에서는 AIS의 구현 및 설치를 위해서 기술기준을 제정하거나 개정하고 있다. 우리나라에서도 AIS의 구현 및 설치를 위해서 관련 기술기준의 제정 및 정비가 필요하다. 또한 AIS를 국제 규격에 맞게 구현하기 위해서는 관련 기술규격에 대한 많은 연구가 수행되어야 한다.

AIS의 도입은 디지털화에 따른 현대 데이터 통신 기술의 급격한 발전에 기인한 것으로, 해상 이동통신의 현대화에 기초가 될 것이다. 이는 해상의 안전을 확보하고 급증하는 해상 트래픽을 효율적으로 처리할 수 있는 방법을 제공하기 때문이다. 또한 멀티미디어 및 위성 기술과의 접목으로 AIS는 해상에서 첨단지능교통시스템(Intelligent Transportation Systems)의 핵심 무선통신설비가 될 것이다.

**참고문헌**

[1] IMO MSC.74(69), Recommendation on Performance Standards for Universal

- shipborne Automatic Identification System(AIS), 1998
- [2] ITU-R Radio Regulations Appendix S18, Table of transmitting frequencies in the VHF maritime mobile band, 1998
  - [3] ITU-R Recommendation M.1371, Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band, 1998
  - [4] IEC 61993-Part 2, Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS) - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results, 2001