

# 선박자동식별장치(Automatic Identification System) 서비스 확대에 따른 기술적 특성 연구

장동원\*, 이영환

\*한국전자통신연구원

## A Study on the Revised International Standard for Automatic Identification Systems

Dong-won Jang, Young-hwan Lee

\*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : dwjang@etri.re.kr

### 요 약

AIS는 선박국과 선박국, 선박국과 해안국간의 선박 항행 안전을 위한 시스템으로 운용되었으나 최근에는 항행원조, 조난구조, 소형 선박 등에 탑재되어 해상 안전 확보를 위한 범위를 확대하고 있으며 차세대 해상 항행 시스템인 Electronic-Navigation을 구축하기 위한 핵심 통신 장비로 위치를 확고히 하고 있다. 또한 위성을 이용해서 기존 가시권 통신 범위를 벗어나 장거리 통신도 가능하도록 보완되고 있으며 연근해에서도 산란이나 덕팅 등 전파 현상을 활용해서 통신 범위를 확장하기 위한 연구가 진행되고 있다. 이러한 기술적인 연구 결과들이 ITU, IEC 등 관련 국제 표준에 반영되고 있다. 본 논문에서는 최근 ITU, IEC 등에서 AIS 관련 국제 표준 개정 현황을 분석하고 비교하였다. 특히 ITU-R M.1381 개정에서 변경 및 추가된 기술 항목에 대해서 분석하고 기술하였다.

### 키워드

해상통신시스템, 무선규칙, 권고, 간섭, CSTDMA, GMDSS, DSC, AIS,ITU-R, IMO, IEC

## I. 서 론

선박자동식별장치는 방송(broadcasting) 송수신 시스템으로 선박에서 ID, 위치, 항로, 속도, 등과 같은 데이터를 부근의 선박과 해안국에 동일한 VHF 무선 채널을 사용해서 송신한다. 이러한 개념은 스웨덴의 개발자인 Hekan Lans에 의해 도입되었으며 1980년경에 발명되었다. 이는 마스터 시스템 없이 순간적으로 통신할 수 있는 우수한 기술로 매우 정밀한 타이밍 표준에 의해서 데이터 전송을 동기화해서 단일 협대역 무선 채널로 버스트한 데이터를 송신하도록 많은 송신기들에게 허용한다.

2002년 7월 1일부터 국제 항행 선박부터 탑재하기 시작한 AIS는 현재까지 매우 성공적으로 전개되고 있으며 커버리지를 확장하기 위한 노력이 계속되고 있다.

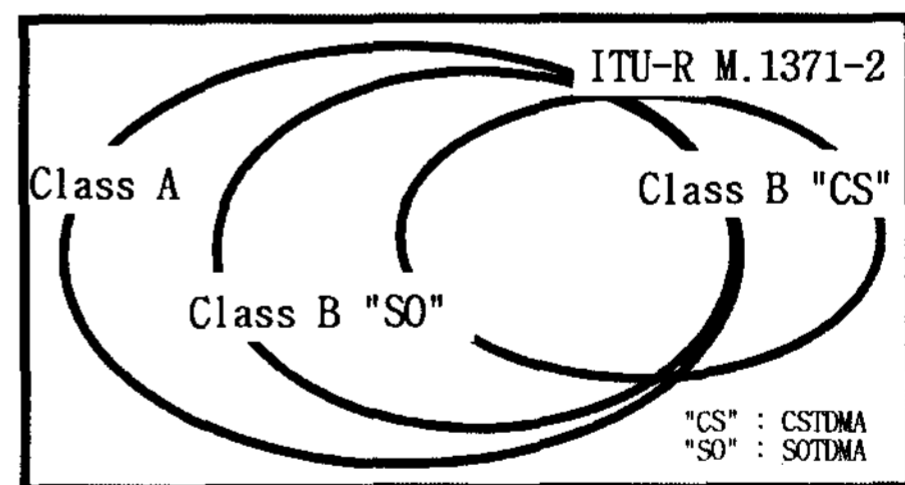
수년간 운용한 경험에 따라서 연근해에서 운항하는 소형 선박 및 어선 등에도 탑재하게 해서 해상의 안전을 높일 것을 검토하였다. 그러나 경제적인 문제로 소형 선박에서 탑재하기를 꺼려해서 필수적인 기능만 구현한 Class B AIS 표준을 개발하였다.

뿐만 아니라 AtoN, AIS-SART 등 다양한 시스템에서 AIS 기술을 채택했을 뿐만 아니라 덕팅(ducting), 산란(scattering) 현상 등을 활용해서 전파 도달 거리를 늘리는 방법 및 위성을 통한 장거리 통신 등 여러 분야에서 기능적인 보완이 연구되고 있다. 또한 IMO에서는 추후 해상통신시스템의 발전 단계인 e-NAVIGATION 과제를 추진하고 있으며 이 과제의 핵심 통신망 일부도 AIS로 구성된다.

본고에서는 최근에 AIS 기능을 향상시키기 위한 국제 표준화 기관들의 결과 표준들을 기술적이고 전파 관련 법규 측면에서 분석, 기술하였으며, 최근 응용 확대 및 해상 통신의 인프라로 자리를 굳히게 될 AIS의 기술 동향을 분석하였다.

## II. 본 론

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



(그림 2) AIS 분류(ITU-R M.1371-2)

그러나 AIS는 선박이 대양을 항해 중인 경우 뿐만 아니라 항구나 연근해에서 AIS를 탑재하지 않은 선박과의 안전 문제가 대두되어 IMO에서는 각국은 소형 선박에도 AIS를 탑재할 것을 권고하였다. 그러므로 소형선박을 위한 보다 경제적인 Class B AIS를 개발하였다((그림 1) 참조).

Class B AIS는 Class A와 상호운용성을 가지면서 선박의 안전을 우선해서 구현하도록 하고 있다.

AIS와 같은 전자적인 자동보고시스템이 선박에 장착되면 운항의 안전 그리고 해상 트래픽의 식별 및 감시에 많은 이득이 있을 것이라는 것은 오래전부터 예측되어 왔으나, 위성항행장치(GNSS(Global Navigation Satellite System)),

DGNSS(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.

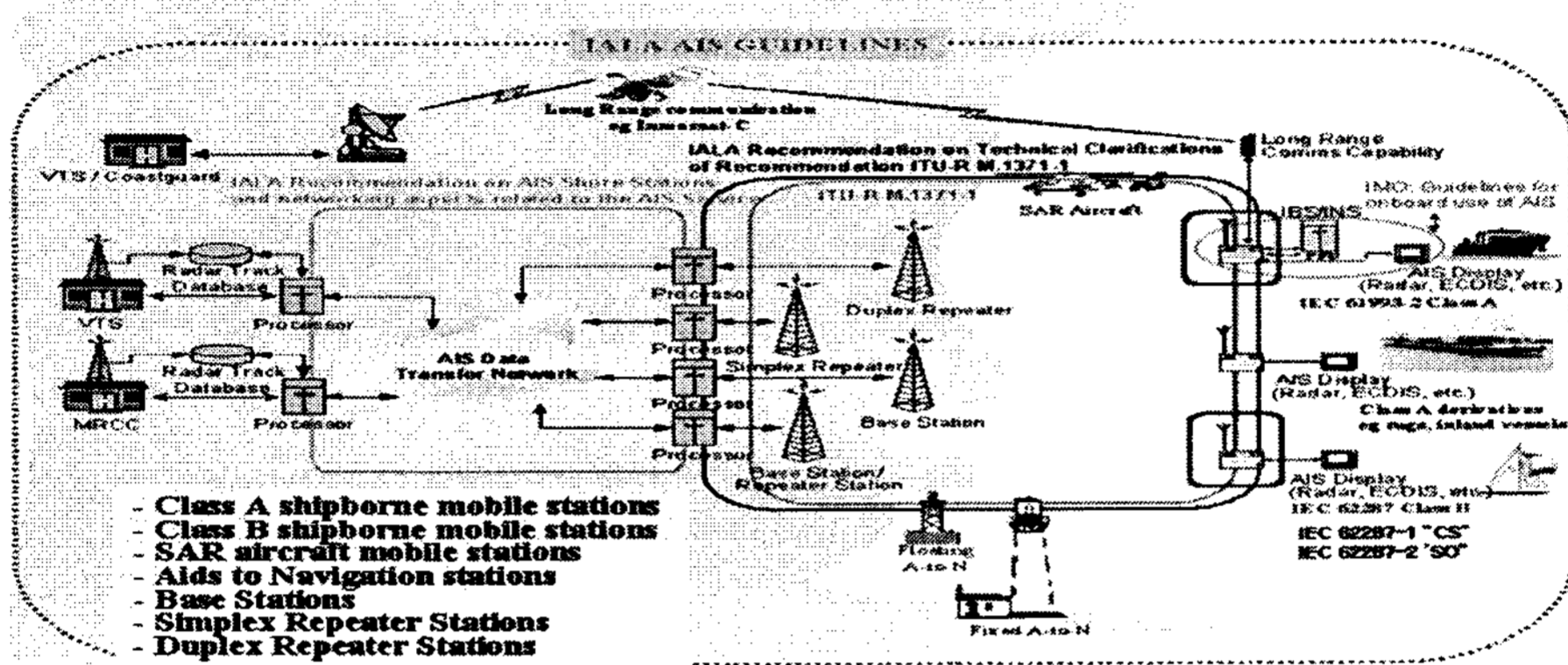
- IMO : Resolution MSC.74(69)
- ITU : Recommendation M.1371-2(진행중)
- IEC : Test Standard IEC 61993-2(Class A)  
Test Standard IEC 62287-1(Class B)

였으며 AIS 이진 메시지 유지 및 관리 그리고 AIS 메시지의 위성 검출에 관해서도 검토하였다.

2006년 3월 회의에서는 ITU-R M.1371-2 개정안을 작성하였으며 AIS 이진 메시지 유지 및 관리, IMO AIS-SART 성능 표준 검토, AIS의 지상 및 위성 검출 등에 대해서 논의하였다.

2006년 9월 회의에서는 M.1371 개정안에 대해서 IEC, IMO, IALA 등이 협력하여 작업한 결과를 검토하였다. 이 이외에도 아래와 같은 내용들이 논의되었다.

- AIS 이진 메시지 유지 및 관리(M.1371에 반



(그림 5) AIS통신망 구성도

### 2.1 AIS의 최근 기술 동향

해상이동서비스는 SOLAS 및 Radio Regulation 등 국제 조약 규정에 적합해야 하며 또한 시스템이 특정 국가나 지역 이외에 국제적으로 상호 운용되어야 하므로 이를 확인하기 위한 국제기구(IEC 등)에 의해 제정된 시험 표준에 적합해야 한다. 그러므로 이러한 국제기구들은 최근 해상 통신서비스의 현대화를 위해서 매우 긴밀히 협조하고 있다.

2006년 9월에 개최되었던 ITU-R WP8B회의에서는 해상통신서비스의 현대화를 위한 Radio Regulation 제, 개정 및 AIS 관련 기고서를 검토하였으며 2007년에 WRC(World Radiocommunications Conference)에서 관련 제, 개정안이 통과되면 해상통신서비스 현대화는 가속화될 것이다.

이 회의에서는 AIS와 관련하여 ITU-R M.1371 권고 개정 작업이 완료되었으며 위성이나 지상망을 이용한 장거리 통신 기능에 대한 검토가 진행되었다. 또한 AIS의 응용 확대에 따라서 사용 대역을 늘리기 위한 연구를 지속하기로 결정했으며 AIS를 SART에 적용하기 위한 기술적 조건 제정에 대한 논의가 있었다.

IMO는 IALA를 통해서 AIS 운용 지침서를 일부 개정하였다((그림 2) 참조).

이 개정에 따라서 ITU-R WP8B와 IALA는 joint group을 통해서 서로 의견을 조정하였다.

ITU-R WP8B에서는 joint group을 통해서 조정된 의견을 정기 회의를 통해서 반영하였다.

2005년 4월 회의에서 ITU-R M.1371-1에 대한 특허 및 성능에 대한 내용 수정 필요성으로 2005년 9월 회의에 이를 논의하기 위해 AIS 개정과 관련된 기고서를 제출해 줄 것을 요구하였다. 또한 새로운 분야에서 응용을 확대하기 위한 방안 에 대해서도 의견을 제출해 줄 것을 요청하였다. 2005년 9월 회의에서 Class B AIS에 대한 CSTDMA 방식을 채택(Annex 7)하였으며 덕팅현상, 산란현상 등을 이용한 장거리 통신, Class A AIS와 Class B AIS와 상호 운용성 시험 결과를 검토하

영)

- 위성 검출 ITU-R 보고서 초안 작성(보고서 M.SAT\_DET\_AIS)
- 지상 검출 ITU-R 보고서 초안 작성(보고서 M.TER\_DET\_AIS)
- AIS-SART 성능 표준 검토

2007년 6월 회의에서는 AIS 관련 보고서(M.LRD\_AIS, M.EMC2AIS) 및 권고를 작성하였다.

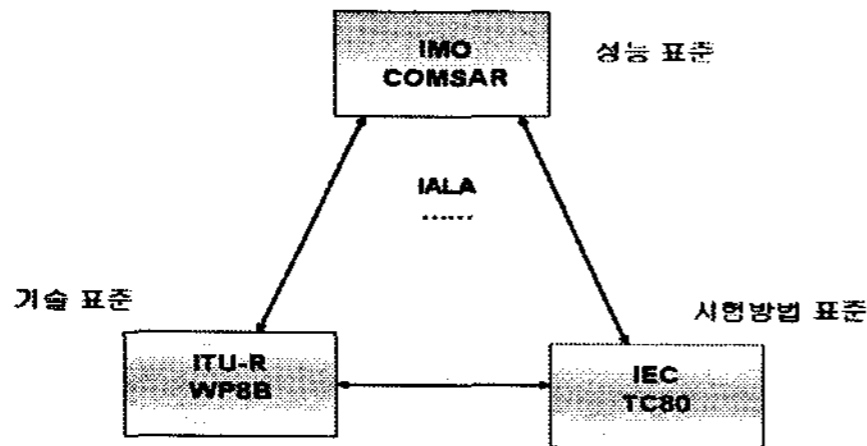
IEC TC80에서도 IMO와 ITU-R의 AIS 관련 표준이 개정됨에 따라서 시험 표준(IEC 61993-2)을 개정하려고 시도하였다. 그러나 IEC TC80회의는 2년에 1회 개최되므로 개정을 위한 시기 조절에 실패하여 현재까지 개정된 사항을 차기 회의인 2009년도에 반영하기로 결정하였다. 그러나 Class B AIS 시험 표준 및 AtoN 시험 표준(IEC 62320-2), 해안국 시험 표준(IEC 62320-1) 등은 이미 개정되었다.

### 2.2 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 2)는 AIS의 구성도를 나타낸다.

일반적으로 Class B의 경우는 연근해에서 소형 선박에 탑재해서 해상 안전을 높이기 위한 것으로 Class A와의 상호운용을 위해서 성능 표준을 기본적으로 준수해야 한다. 그러나 경제성을 위한 기술 채택 및 일부 기능을 채택했으므로 기술적 조건에 새롭게 추가되거나 수정이 필요하며 이에 따른 IEC의 시험 표준이 새로이 제정되어야 한다. 그러므로 IMO의 성능 표준(Resolution MSC.74(69))은 동일하며 ITU-R M.1371-1에는 CSTDMA 등 새로운 기술이 추가되었으며 Class B에 적합한 기능으로 파라미터 등이 개정되었다(ITU-R M.1371-2). 시험 표준은 대부분의 기능은 동일하지만 새로운 시스템이므로 새로운 표준이 제정(IEC 62287-1)되었다.

#### 2.2.1 IMO 성능 표준



(그림 6) 해상통신 표준관련 기구간의 협력  
IMO의 성능 표준(IMO Resolution MSC.74(69))은 사용자나 운용자가 알아야 할 선박간의 동작, 선박과 해안국간의 동작, 자동적이고 연속적인 운용, 정보 메시지 제공, 해상 VHF 채널 사용 등과 같은 운용 관련 요구사항을 규정하고 있다.

이 표준은 IALA(International Association of Marine 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.

2.2.2 IEC 시험 표준

IEC의 시험 표준인 61993-1은 Class A AIS, 62287-1에는 Class B에 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.

2.2.3 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.

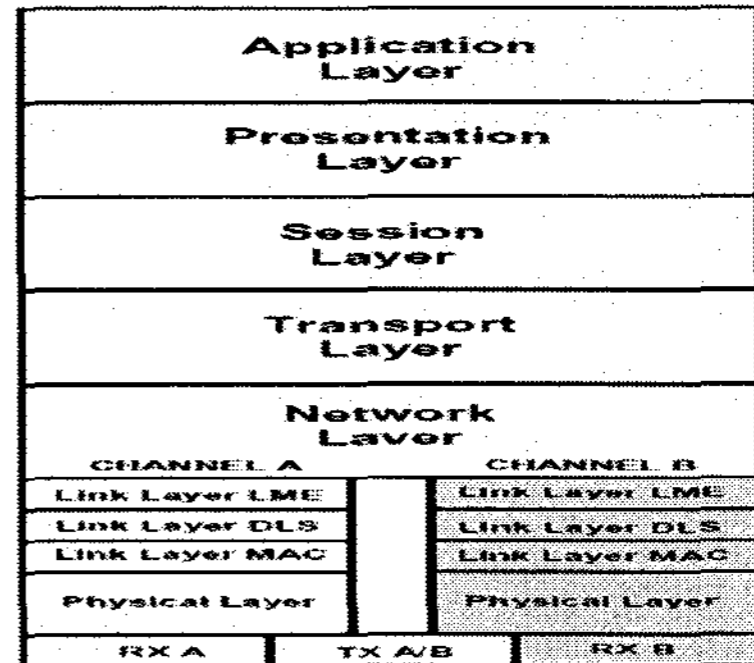
2.2.4 Class A와 Class B 비교

Class A와 Class B는 대부분의 기능은 동일하며 아래와 같은 기능이 없거나 일부만 구현해도 되도록 하고 있다.

[표 1] AIS 기능 비교

	Class A	Class B
전송방식	SOTDMA	CSTDMA
보고율	10초	30초
IMO번호/호출번호	○	×
ETA/목적지	○	×
항행상태	○	×
문자안전메시지	○	×(수신)
응용식별	○	×(수신)
회전률	○	×
최대정지출수	○	×

2.3 AIS 기술적 특성



(그림 4) AIS의 프로토콜 계층 모델

AIS의 기술적인 특성은 ITU-R 권고 M.1371과 IEC 61993-2, IEC 62287-1에서 규정하고 있다.

(그림 4)에서와 같이 M.1371에서는 OSI 7계층 모델에서 1에서 4계층까지의 기술적 특성을 기술하고 있으나 본고에서는 개정된 부분에 대해서 기술하였다.

2.3.1 물리 계층

제1계층인 물리계층은 제2계층인 데이터링크계층으로 비트 스트림을 전달해야 한다. 이를 위한 물리계층의 성능 요구사항은 [표 2]와 같다.

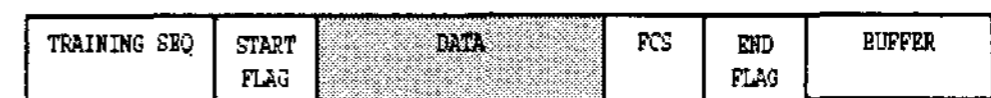
[표 2] Class A/B 파라미터 비교

파라미터	Class A		Class B
	저출력	고출력	
사용주파수범위(MHz)	156.025	162.025	161.5 ~ 162.025
채널 간격(kHz)	25	25	25
AIS 채널 1(MHz)	161.975	161.975	161.975
AIS 채널 2(MHz)	162.025	162.025	162.025
전송속도(bit/s)	9600	9600	9600
트레이닝 시퀀스(bits)	24	24	24
변조방식	GMSK	GMSK	GMSK
변조지수	0.5	0.5	0.5
송신출력전력(W)	1	12.5	1

2.3.2 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



(그림 5) 전송 패킷 포맷

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 유닛에 있을 때 power-off된다. 이러한 이벤트는 자신의 슬롯 내에서 이루어져야 한다. 데이터의 전달은 비트 오리엔티드 프로토콜인 HDLC(High-level Data Link Control)포맷에 따른다.

LME계층은 DLS, MAC, 그리고 물리 계층을 제어한다. 데이터 전달 매체에 대한 액세스를 제어하

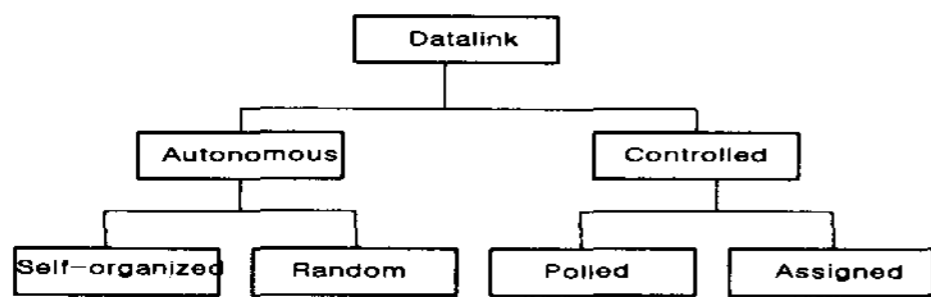
는 방법은 4가지(SOTDMA, ITDMA(Incremental TDMA), RATDMA(Random Access TDMA), FATDMA(Fixed Access TDMA))가 있으며 응용과 운용 모드는 사용될 액세스 방식을 결정한다.

SOTDMA는 자동국으로부터 예정된 반복 전송을 사용하기 위한 기본 방식이다. 예를 들면 갱신 주기를 변경해야 하거나 비반복적 메시지를 전송해야 할 때는 다른 액세스 방식이 사용될 수도 있다. 액세스 방식들은 동일한 물리적 데이터 링크에서 연속적으로 동시에 동작한다.

2.3.4 SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Access)

항공과 해상 업계에서는 차세대 트래픽 수요에 맞는 새로운 기술의 필요성을 계속 느껴왔으며, 이러한 무선장비에 대한 동작과 사용에 대한 정의를 표준화하는데 매우 많은 노력을 해왔다. ICAO에서는 이러한 표준안을 VDL Mode4라고 부르고 있으며 IMO에서는 AIS를 위해 표준화된 SOTDMA이다. 이는 모두 스웨덴의 GP&C사 시스템에서 많은 영향을 받았다.

데이터링크 통신을 위해서 조직화에 대한 특별한 정의는 무선국이 자신의 전송 스케줄을 선택하고 다른 선박과 연결되며 전송의 충돌을 피하고 해결하는 것이다. 이는 데이터링크가 여러 독자적인 무선국들에 의해서 공유됨을 의미한다.



(그림 6) 데이터링크 운영 모드

(그림 6)과 같이 세분화된 운영 모드는 한 모드는 위치 보고를 연속적으로 그리고 다른 모드는 다른 정보를 전송하기 위해 사용된다.

SOTDMA는 자동 운용모드에서 각 개별 무선국의 조직화에 책임이 있으므로 자체 전송 스케줄을 결정한다. 자동모드는 다시 self-organized모드와 random모드로 나뉘는데 self-organized모드는 약간 지능적인 알고리즘으로 사전 지식에 기초해서 자신의 전송 스케줄을 결정하고 미래 행위에 대한 전송을 정한다. 또한 전송 충돌을 피하고 전송 충돌이 일어났을 경우에 신속하게 충돌을 해결할 수 있도록 전송을 조직화한다. Random모드는 현재나 미래에 대한 데이터링크 트래픽을 고려치 않고 자체 전송 스케줄을 결정하는 알고리즘이다. 이 모드는 채널을 효율적으로 이용하기 위해서는 자제되어야 한다.

2.3.5 CSTDMA(Collision Sense Time Division Multiple Access)

Class B CS AIS 국은 VHF데이터 링크를 통해서 동작하는 모든 AIS국과 상호운용, 호환되어야 한다. 특히 Class B CS AIS국은 다른 국으로부터 수신해야 하며 AIS VHF 데이터 링크 품질에 영향을 주지 않도록 규정하고 있다.

수신모드만으로 운용하기 위한 AIS국은 Class B 선박이동 AIS국으로 간주되지 않는다.

시스템은 주관청에서 허용하는 전송 메시지에 따라 여러 가지 모드로 운용될 수 있다. 그러나 수신된 메시지는 재전송할 수 없다.

일정에 따른 위치보고 메시지(#18)와 정적 데이터 전송을 위한 메시지(#24)를 전 지역에 전송하기 위한 자동, 연속 모드(autonomous and continues mode)에서 Class B CS AIS는 자신이 전송하는 시간 주기 이외에는 항상 메시지를 수신해서 처리할 수 있어야 한다.

트래픽 감시와 같은 주관청 요구에 따른 영역에서 동작을 위한 지정 모드(assigned mode)에서는 보고간격, 침묵모드/ 송수신 행위는 메시지(#23)에 의해 그룹 지정을 따르는 주관청에 의해

원격으로 세팅될 수 있으며 시간 주기는 메시지(#20)에 의해 예약된다.

Class B CS AIS가 Class A AIS나 기지국으로부터 메시지(#8, #24)에 의한 호출(interrogation)에 응답하는 폴링 또는 제어 모드(polling and controlled mode)에서는 전송 오프셋을 명시한 메시지(#19)에 의한 기지국 호출에 대해서 응답하여야 한다. 이 호출은 메시지(#23)에 정의된 침묵기간을 대체할 수 있다. Class B CS AIS는 다른 국을 호출(폴링)할 수 없다.

III. 결론

본고에서는 2002년 7월1일부터 국제 항행선박에 도입된 이래로 중요성과 응용 범위가 급격히 늘고 있는 AIS의 최근 기술 동향을 분석하고 기술하였다.

AIS는 항행 원조(Aids to Navigation) 시스템으로 도입되었으나 최근에는 항행통신시스템과 항행원조시스템을 모두 지원할 수 있는 시스템으로 중요한 위치를 차지하고 있으며, 해상통신시스템 현대화에 중심적인 역할을 할 것으로 예상하고 있다.

IMO, ITU-R, IEC 등 국제표준화기구에서는 이미 해상통신시스템 관련 표준을 국제적으로 조화화(harmonization)하고 있다.

특히 AIS는 해상통신시스템을 현대화하기 위한 핵심 시스템으로 인식되고 있으며 이와 관련된 국제 표준의 제, 개정 작업이 이루어지고 있고 또한 응용 범위를 확장하기 위한 관련 기술 표준들이 IMO, ITU-R, IEC를 통해서 작성되고 있다. 이러한 추세는 더욱 가속화 될 것이다. 2006년 9월에 기술 표준인 ITU-R M.1371이 개정되어 각국에서는 Class B AIS를 도입하기 위한 제도적인 준비를 진행하고 있다.

국내에도 이미 AIS망을 구성해서 운용 중에 있다. 본고에서는 국제적으로 진화되고 있는 AIS망의 최신 기술 및 제도를 분석하였으며 이를 국제적인 해상 IT 통신망을 구현하고 운용하는데 활용할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- [1] 장동원 외, 선박자동식별장치 기술 동향 연구, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, Oct. 2006.
- [2] 장동원 외, SOLAS AIS의 기술적 특성 분석 연구, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, May 2002.
- [3] 장동원 외, 해상이동통신에서 VHF 데이터링크 프로토콜을 이용한 자동감시시스템 연구, 한국해양정보통신학회 추계학술발표대회, Oct. 2002.
- [4] IMO MSC.74(69), Recommendation on Performance Standards for Universal shipborne Automatic Identification System(AIS), 1998.
- [5] ITU-R Radio Regulations Appendix S18, Table of transmitting frequencies in the VHF maritime mobile band, 1998.
- [6] 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.
- [7] IEC 61993-Part 2, Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS) - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results, 2001.
- [8] IEC 62287-Part 1, Class B shipborne equipment of the automatic identification system (AIS) - Part 1 : Carrier-sense time division multiple access(CSTDMA) techniques, Mar. 2006.