

AtoN AIS 제어감시용 인터페이스 모듈과 통신프로토콜 구현

정희원 차영문*, 정영철*, 최조천*

A Implementation on Interface Module and Communication Protocol for Control Monitoring of the AtoN AIS

Yeong-cheol Jeong*, Yeong-mun Cha*, Jo-cheon Choi* *Regular Members*

요 약

선박의 교통을 관리하는 관할구역이 항계내에서 연안해역으로 확대되는 개념으로 변해가고 있는 추세로 연안해역의 교통량과 해운, 수산 및 해양산업의 발전에 따른 해난사고로 인한 인명 및 환경피해의 심각성이 증대되고 있다. 따라서 선박의 안전항해와 항만 입출입 선박의 안전확보를 위한 원조시설로 AIS를 육상국, 무인등대, 부표, 해상시설물 등의 항로표지에 설치하는 AIS를 도입하여 관리·운영 및 유지보수에 있어서 보다 효율적인 방법으로 운용하고 있으며, EU, 미국, 일본 등에서는 관련 장비로 AtoN AIS(Aids to Navigation AIS : 항로표지 AIS) 설비를 개발하여 항로표지시설에 적용하였다. 무인화에 따른 운용, 유지·관리 및 확인 등이 어려운 항로표지 및 항해안전 시설에 적용하여 실시간으로 해양환경 및 해상의 교통상황 정보를 육상국에 제공하며, 항로표지 시설의 원격관리는 물론 주변의 항해 선박들에게 해상안전정보를 제공하는 AtoN AIS에 추가되는 인터페이스와 데이터교환을 위한 메시지전송 프로토콜에 대하여 연구하였다.

Key Words : AIS, AtoN, Monitoring, Interface, Protocol

ABSTRACT

Current is change to concept that management traffic of ship os magnified gradually to near shore waters from harbor. Therefore, introducing the technology of AIS in the ground station, lighthouse, bouy, sea facilities etc.. that is support equipment for safety sailing of ship and safety security of harbor and ship administration. The operation and maintenance of AIS for aids to navigation are required to efficient method. With this actuality, sea advanced nation of EU, USA, Japan that has been apply for developing AtoN AIS equipment that is connected equipment of technology standard in IALA. Because of it is expected to depend equipment in income, that is required to domestic technology of the AtoN AIS. This paper is targeted to development that is suitable automation AtoN AIS equipment in environmental peculiarity for constructor AtoN operating administration center. It has been realization send protocol for information interchange.

I. 서 론

(International Convention for the Safety Of Life At Sea: 국제해상인명안전협약)을 수정하여 2002년 7월 Recommendation ITU-R M.1371에 의하여 해상이동 업무용 VHF대역 161.975MHz와 162.025 MHz의 87,

IMO(International Maritime Organization: 국제해사기구)는 연근해에서의 사고방지 대책으로 SOLAS

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다(NIPA-2009-C1090- 0902-0010)

* 목포해양대학교 해양전자통신공학부(choijjo@mmu.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-02-103, 접수일자 : 2011년 2월 7일, 최종논문접수일자 : 2011년 5월 23일

88채널을 사용하여 SOTDMA(Self Organized TDMA) 방식으로 선박의 위치, 항로, 속력 등 항해정보를 실시간으로 제공하여 해상충돌 사고를 예방하는 선박용 AIS(Automatic Identification System, 선박자동식별장치) 장비를 탑재를 의무화하였으며, 이에 따라 국내에서도 AIS 장비관련 법령 및 규제를 강화시켰다^[1]. AIS는 기존 레이더와는 다르게 주위에 전파장애물이 있는 경우에도 굴절, 회절 등 전파특성에 의해서 타선의 존재와 항해상황의 판단이 가능하고, 시계가 좋지 않은 경우에도 선명·항로·속력 등의 식별이 가능하여 선박충돌방지, 광역관제, 조난선박의 수색 및 구조활동 등 안전관리를 더욱 효과적으로 수행할 수 있다. 따라서 AtoN AIS의 구현을 위해서는 현재 설치되어 있는 무인시설의 관리항목 및 항해안전에 필요한 각종 정보들의 충분한 분석과 이를 토대로 선박의 안전항해를 지원하는 부가적 성능을 발휘할 수 있도록 제어감시, 정보전송 및 관리프로그램 등에 대한 기술개발이 요구되고 있다^[2]. 본 연구는 항로표지 종합관리 시스템의 구축에 있어서 AtoN AIS의 해양환경과 선박통항 모니터링 및 항해안전정보의 제공을 위한 인터페이스 및 통신프로토콜의 개발을 목표로 하였다.

II. AtoN AIS의 운용과 기술요건

2.1 AtoN AIS의 운용

AIS 탑재선박의 증가와 함께 근래에는 AIS를 연안의 AIS 육상국, 무인등대, 부표, 해상시설물 등의 시설에 적용하여 주변을 항해하는 선박에게 안전항로 및 항해안전 정보를 제공하는 방안이 최상의 방법으로 평가되어 여러 나라에서 AtoN AIS의 항로표지시스템을 구축하고 있다. AtoN AIS는 선박에 탑재된 AIS 장비와 같이 GPS를 사용하여 고정도의 위치를 측정하고 메시지 내에 위치정보를 포함하여 AIS가 탑재된 선박으로 송신할 수 있어야 하며, 전파통달 범위 내에 있는 AtoN AIS로부터 해상정보를 수신하고 네트워크를 통하여 운용관리센터로 전송되어야 한다^[3].

- 자국 AtoN AIS 정보는 물론, 전파통달 거리 내에 있는 타 AtoN AIS로부터 수신한 정보도 네트워크를 통하여 운용관리센터로 전송
- 항해선박의 AIS로부터 상시 정보를 수신하여 네트워크를 통하여 운용관리센터로 전송

그림 1은 AIS와 AtoN AIS의 전반적인 운용 개요를 나타낸 것으로 이 중에서 AtoN AIS는 육상국, 무인

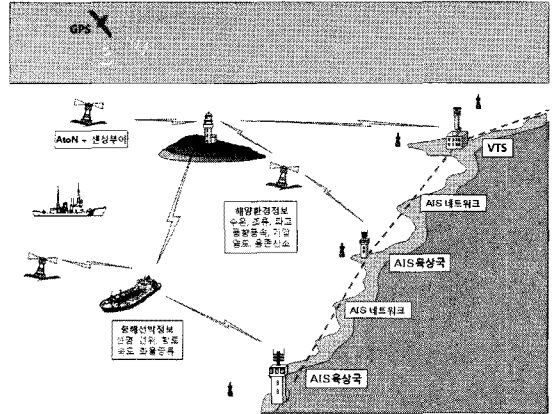


그림 1. AIS와 AtoN AIS의 운용 개요
Fig. 1. Application resume of AIS and AtoN AIS

등대, 부표, 해상시설물 등의 시설에 적용하여 주변을 항해하는 선박들에 대한 항해정보의 취득과 함께 선박들에게 안전항로 및 항해정보를 제공하는 첨단 전자식 항로표지시스템이다

여기에서 해상정보의 수집, 운용감시 및 제어를 수행하기 위하여 제어감시용 인터페이스 모듈과 AIS 채널을 이용한 통신프로토콜은 육상국-항로표지-항로표지-선박-선박 간에 정보를 교환하여 운용관리센터인 VTS(Vessel Traffic Service, 선박통항관리)를 지원하는 AtoN AIS의 항로표지시스템 구축에 필요한 필수적인 기술요소이다^[2].

2.2 AtoN AIS의 기술요건

AtoN AIS의 기술적 요건은 AIS의 기술적 요건과 거의 일치하며 다음과 같이 정리할 수 있다^[4].

- 국제기구(ITU, IALA, IMO)의 기술기준에 따라야 하며 AIS↔AtoN AIS 또는 AtoN AIS 상호간 그리고 AtoN AIS↔운용센터 간의 통신을 위하여 해상이동업무용 VHF 대역의 2개 주파수 161.975MHz (87CH), 162.025MHz(88CH)에서 SOTDMA방식을 기본으로 각 채널은 9,600bps의 전송률을 가지며, 분당 약 2,000(2,250)개의 정보전송 가능.
- 2개의 독립된 TDMA 수신기를 내장하고 독립된 주파수 채널에서 동시에 정보를 수신 가능.
- 1개의 TDMA 송신기는 2개의 독립된 주파수를 이용하여 2개의 병렬채널로 운영할 수 있도록 시스템을 구성.
- 채널활용을 극대화하기 위하여 SOTDMA를 기본으로 하며, 이 방식은 하나의 기준시간 동안 운용관리센터 및 선박탑재 AIS와 AtoN AIS에

는 time-slot allocation이 되어야 함

- 송신기 주파수 안정화 시간은 전송시작 및 해제 시간은 1ms이내에 최종값의 $\pm 1.0\text{Khz}$.
- 채널스위칭 시간은 25ms 이하가 되도록 하여 송신으로부터 수신 상태로 스위칭되는 시간과 송신개시와 해제시간을 초과하지 않도록 하므로써 자체전송 이후나 이전에 직접슬롯으로부터 메시지 수신이 가능하게 하여 AIS 채널스위칭 운용시간 동안에는 송신하지 않도록 해야 함.
- AtoN AIS에 대한 IALA 권고안 A-126^[5]
- 최소운영 및 성능요건, 시험방법, 요구되는 테스트 결과에 관한 IEC 62320-2 AtoN AIS^[6]
- AtoN AIS에 관련되는 국제기준을 만족.

III. 인터페이스 모듈과 통신프로토콜

3.1 인터페이스 설계

그림 2는 AtoN AIS의 데이터처리와 송수신을 제어하는 기능을 갖는 제어모듈의 블록도이다. 모듈은 2개의 프로세서를 사용하여 각각 데이터처리와 송수제어 기능을 수행하도록 설계하였다. 데이터처리부는 기상 및 해양환경 센서로부터 데이터를 취득하면 송신 메시지 형식에 맞도록 처리하여 송수제어부에 제공한다. 송수제어부는 AIS의 수신데이터를 분석하여 다음 단계의 송신데이터를 작성하며, 통신프로토콜의 형식에 따라 AIS에 송신메시지를 제공한다. 센서 인터페이스부는 AtoN의 필요에 따라 RF출력, 전원상태, 등명기의 동작 그리고 온도, 기압, 풍향, 풍속, 수온, 파고 등의 환경센서를 부가하게 된다^[2]. 제어모듈의 기능으로는 현재 상태의 조회명령과 기능정지명령, 기능복구명령 등의 제어 기능과 일차전원전압, 이차전원전압, 일차전원전류, 이차전원전류, 등명기의 상태 및 점등주기의 변경, 최근 작동개시/작동휴지시간 등의 원격감시기능이 포함되도록 신호처리보드를 설계하였으며,

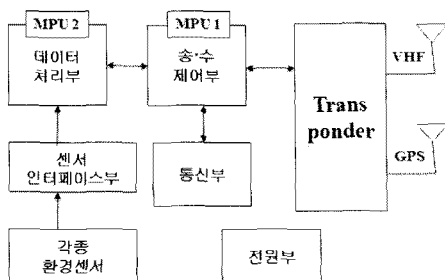


그림 2. 모듈의 하드웨어 구성도
Fig. 2. H/W diagram of module

또한 제어·관리 프로그램과의 통신을 위한 RS-232C 통신포트를 사용하였다. 제어모듈은 ATmega128을 이용하여 명령신호를 분석하고 옵션으로 추가된 기능에 따라 원격제어 명령을 수행한다. 또한 동작상태 및 해양환경의 센싱에는 고분해능의 A/D 컨버터를 이용하였다. 그림 3은 제어모듈의 사진이다.

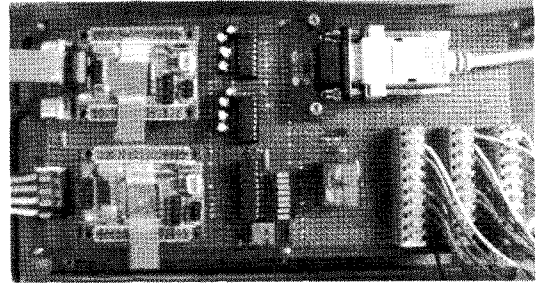


그림 3. 제어모듈의 사진
Fig. 3. Prototype of the controller module

3.2 통신프로토콜 설계

3.2.1 설정변경 프로토콜

표 1은 AtoN AIS의 설정을 변경하는 내용으로 IEC 62320-2 내부 문서인 IEC 61162 문장의 규격을 따른다^[6]. AAR 프로토콜에서 FATDMA 또는 RATDMA 전송모드 그리고 메시지 송신주기와 송신슬롯을 변경할 수 있다^[7].

Message21의 ACE 프로토콜은 AtoN AIS가 해상에서 고정되는 위치를 설정하는 부분으로 부이의 이탈 또는 표류 등에 대하여 정보메시지를 발생하는 기능을 부여한다. AID 프로토콜을 통하여 AtoN AIS의 식별부호(MMSI)를 설정 또는 변경할 수 있으며, AtoN AIS의 중계기능을 설정할 수 있다. 중계기능이란 전파음영 지역에 있는 AtoN 설비의 데이터를 수신하여 육상국으로 중계해 주는 기능을 말한다. ACF 프로토콜은 AtoN AIS의 전자해도상 위치(위도, 경도)를 설

표 1. AtoN AIS 설정 문장
Table 1. AtoN AIS station sentences

IEC Record	Description
AAR	Configure broadcast rates for AtoN Station message Command
ACE	Extended general AtoN Station configuration command
ACF	General AtoN Station configuration command
AID	MMSI configuration for command

정과 함께 송수신 채널뿐만 아니라 AtoN AIS의 타입을 동시에 변경할 수 있는 기능을 포함하고 있다.

3.2.2 송신프로토콜

메시지전송은 ABM(Addressed Binary Message), BBM(Broadcast Binary Message) 문장을 통하여 송신된다. 이때 전송메시지의 패킷은 데이터에 따라 가변의 길이를 가지며 AtoN AIS의 점유슬롯은 표 2에서 1부터 3까지 이다. 전송할 수 있는 최대 bit는 768bit(256bit x 3slot) 이지만 전체 버퍼 120bit 와 start flag bit, CRC 제어 64bit를 제외한 584bit를 전송할 수 있다.

가변길이 메시지에 요구되는 bit 채우기는 패킷형식과 관련하여 매우 중요하다. 그림4는 데이터전송 포맷을 나타낸 것이다.

ABM 송신프로토콜은 AtoN AIS의 주소지정 메시지 6번과 안전관련 메시지 12번 전송시에 사용하고, ITU-R M.1371의 메시지ID 6, 12번을 지원하고 목적지 MMSI(Maritime Mobile Service Identity, 해상이동업무식별번호)와 데이터를 포함한다. BBM 송신프로토콜은 AtoN AIS에서 방송용으로 2진 메시지 8번과 안전관련 메시지 14번의 전송시에 사용한다.

표 2. 패킷의 최대길이
Table 2. Maximum length of the packet

Slot	Max data bit	Stuffing bit	Total buffer bit
1	136	36	56
2	364	68	88
3	584	100	120

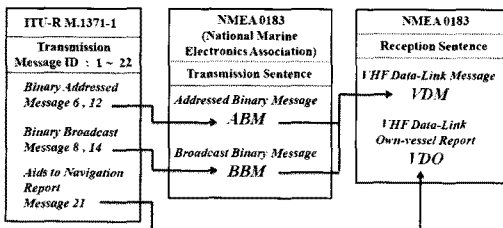


그림 4. 데이터전송 포맷
Fig. 4. Format of data transmission

3.2.3 송수신 절차

AtoN AIS는 해양환경 센서로부터 취득한 데이터를 메시지 6, 8번을 이용하여 전송한다. 그림 5는 AtoN AIS의 데이터 송수신 알고리즘의 순서도를 나타낸 것이다.

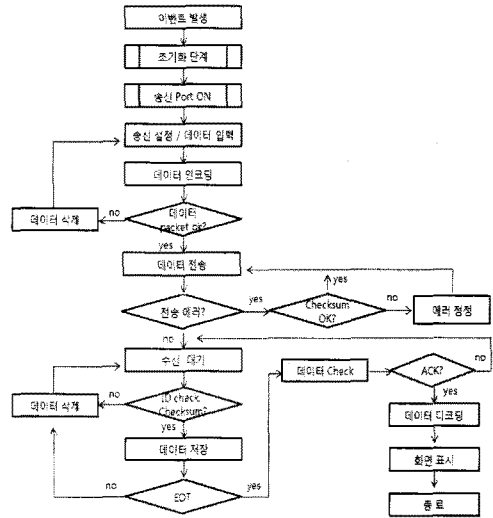


그림 5. 송수신 순서도
Fig. 5. Flowchart of transmission & reception

3.2.4 운용프로그램

AtoN AIS의 제어모듈을 통하여 취득한 기상정보 및 표지설비의 상태정보는 운용관리센터의 운용프로그램과 연동되어 display 하게 되며, 본 논문에서는 AtoN AIS의 제어모듈을 통신으로 원격설정 및 변경하고 정보를 전송하는 설정프로그램과 AtoN으로부터 수신된 정보를 수집, 분석, 처리, 표시하는 그림 6과 같이 모니터 프로그램을 제작하였다. 프로그램은 Visual C++ 언어 기반의 Lab-Windows_CVI 프로그램을 사용하여 개발하였다. 설계상의 특징은 운용관리센터에서 통신에 의한 무선원격으로 설정, 변경 및 AtoN의 reset 동작이 가능하도록 설계하였다. 또한, 실시간으로 AtoN의 정보를 모니터링함으로써 설비의 동작, 이탈 등의 제반 상태를 감시하는 기능을 강화하여 보다 효율적으로 관리하도록 하였다.

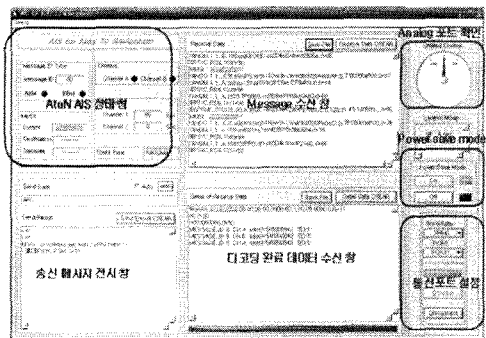


그림 6. 모니터 프로그램
Fig. 6. Monitor program

IV. 실험 및 분석

4.1 성능 실험

실내환경에서 임의로 모국과 자국을 설정하고 모국 및 자국의 AtoN AIS로부터 등부표의 위치, 등명기의 점멸상태, 장비의 전원 및 메시지 송·수신 상태 등을 실시간으로 제어·감시 동작을 확인하였으며, 외부로의 전파발사를 억제하기 위하여 RF 송수신부에는 dummy 안테나를 사용하였다. 그림 7은 AtoN AIS 송수신 단말기에 의하여 모니터 프로그램의 개발과 성능분석을 수행하는 사진이다.

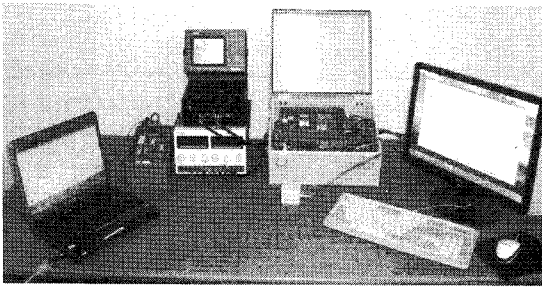


그림 7. AtoN AIS의 성능실험
Fig. 7. performance test of AtoN AIS

4.2 송신파라미터 작성

AtoN AIS 장비의 기상관련 메시지 8의 전송을 예로 실험을 진행하였다. 파라미터의 응용식별자를 포함한 2진 데이터 936bit의 전송실험을 위하여 임의의 문자 「ABC」를 입력하였다. 모국 모니터 화면에서 메시지 8 전송을 설정한 후 송신 데이터 창에 「ABC」를 입력한다. 모니터 프로그램에서 입력된 ABC 데이터는 표3의 모니터 프로그램과 제어모듈간 통신프로토콜 포맷의 데이터에 포함된다. 그러나 AIS 장치는 6bit IEC 61162-1 ASCII 문자를 사용하기 때문에 데이터 변환 과정이 필요하다. 「ABC」 데이터는 변환과정을 통하여 「123」으로 변환되고, 변환된 메시지 8 데이터는 BBM 프로토콜에 포함하므로 표 3에 의한 그림 8

표 3. 통신프로토콜 포맷
Table 3. communication protocol format

STX b, 8, 1, xxxxxxxx, ABC *5D EOT

No	Field	Example	Comments
1	문장의 시작	STX	Start Text
2	전송프로토콜	b	a : ABM b : BBM 프로토콜
3	메시지 ID	8	Message ID 6 / 8 / 12 / 14
4	전송 채널	1	1 : CH3 * 161.975 2 : CH88 162.025
5	목적지 MMSI	Null	9 bit 선험식별부호
6	데이터	ABC	전송하려는 데이터 PC ASCII 8 bit
7	체크섬	5D	1-6 field 의 비트데이터를 XOR 연산
8	문장의 끝	EOT	End Of Text

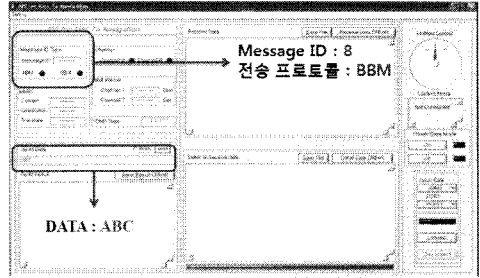


그림 8. 데이터송신 화면
Fig. 8. Program of data transmission

의 모니터프로그램에서 메시지 8번 「ABC」입력데이터는 BBM 프로토콜의 데이터 필드에 「123」으로 변환되어 전송된다.

4.3 수신데이터의 분석

BBM 문장을 통하여 송신된 데이터는 그림 9와 같이 수신측 VDM(VHF Data Link Message) 문장을 통해 확인할 수 있었다. 그러나 데이터변환 과정을 거치기 때문에 수신데이터는 「ABC」가 아닌 전혀 다른 문장으로 수신되므로 이 데이터를 분석하여 송신된 「ABC」데이터가 수신되었음을 확인하였다. 수신데이터를 분석할 때 유의할 점은 수신 데이터에는 메시지의 정보를 포함하고 있는 메시지 헤더가 있다. 헤더를 제외한 데이터 필드의 2진 bit를 해석하여 표시해야 한다. 그렇지 않으면 송신된 데이터가 올바르게 전송되었다고 수신측에서 디코딩시 변환데이터의 bit와 섞여 엉뚱한 데이터로 출력될 수 있기 때문이다. 본 연구에서 설계한 제어모듈과 통신프로토콜의 성능은 전송실험을 통하여 데이터가 어려없이 정확하게 전송됨을 확인하였다.

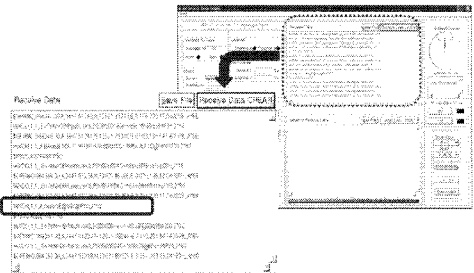


그림 9. 데이터수신 화면
Fig. 9. Operating program of data receiving

V. 결 론

AIS의 활용에 의한 해상안전표지시설의 구축을 위

한 AtoN AIS 제어감시용 인터페이스 모듈과 통신프로토콜 및 모니터프로그램을 구현하였다. 구현된 모듈은 국제표준화 규격의 성능기준과 기술기준을 모두 만족하도록 제작하였으며, 모듈의 실험결과 운용관리센터에서 사용가능한 메시지 6, 8, 12, 14, 21번 등의 데이터 송수신을 확인하였고, 제작된 설정변경 프로그램을 통해 메시지의 송신주기와 MMSI 및 전송방식 등의 설정을 원격으로 변경할 수 있다. 또한 모니터프로그램의 수신데이터를 분석하여 상태정보를 운용화면에 표시하였으며, AtoN 장비의 효율적인 전력제어를 위하여 power save 모드를 구현하여 축전지 소모를 최소화하였고, 전파음영지역에서 능동적인 정보전달을 위한 중계기능도 구현하였다. AtoN AIS는 IMO의 COMSAR (Sub-committee on Radio-communication and Search and Rescue, 무선통신 및 수색구조 소위원회)와 NAV.(Sub - Committee on Safety of Navigation, 항해안전전문위원회)에서 첨단차세대항로표지시스템으로 계속 논의되는 e-navigation의 정립을 위한 국제표준화 개발의 기반으로 평가되므로 이 분야에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

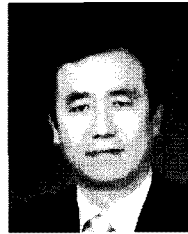
참고 문헌

[1] Henrik R, Lars-Ake Classon, "Technologies and Design Methods for a Highly Integrated AIS Transponder", October 2003.
 [2] IALA Aids to Navigation Guide, Torsten, December 2001.
 [3] Recommendation on Automatic Identification System (AIS) Shore Station and networking aspects relating to the AIS Service, IALA Recommendation A-124, December 2002.
 [4] Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band, ITU-R M.1371, 1998.
 [5] IALA Recommendation A-126 On The Use of the Automatic Identification System (AIS) in Marine Aids to Navigation Services(Edition 1.4), pp.12-17, December 2008.

[6] Maritime navigation and radio communication equipment and systems Automatic identification system(AIS), Part2 AIS AtoN Stations Operational and performance requirements, methods of testing and required test results, IEC 623020-2 Edition1.0 2008.
 [7] Jens K. Jensen, "New HELCOM FATDMA plan" November 2005.

차 영 문 (Yeong-mun Cha)

정회원

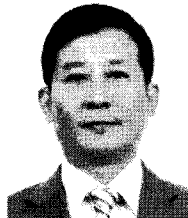


1980년 2월 목포해양대학교 항해학과
 1996년 2월 한국외국어대학교 경영학석사
 현재 목포해양대학교 해양전자통신공학과 박사과정, 동양엠텍 해양조선기자재사업부 대표

<관심분야> 해상안전정보, e-navigation

정 영 철 (Yeong-cheol Jeong)

정회원

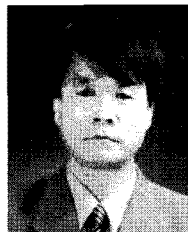


1983년 2월 목포해양대학교 통신학과
 2004년 8월 경희대학교 정보통신망관리학과 공학석사
 현재 목포해양대학교 해양전자통신공학과 박사과정, 서울텔 엔지니어링 대표

<관심분야> 해상통신, 정보통신망

최 조 천 (Jo-cheon Choi)

정회원



1986년 2월 서울산업대학교 전자공학과
 1990년 2월 조선대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 1998년 2월 한국해양대학교 전자통신공학과 공학박사
 1989년~현재 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수

<관심분야> 해양전자통신, 계측제어