

선박자동식별시스템을 위한 SOTDMA 알고리즘 성능분석 시스템에 관한 연구

A Study on System for performance analysis of AIS SOTDMA Algorithm

이효성*, 이홍호**

H.S Lee, H.H Lee

Abstract – The AIS(Automatic Identification System) has to be developed SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Access) Algorithm which is important on wireless communication method because It is based on ITU(International Telecommunication Union) M.1371-1 of the international standard therefore, we need to develop a performance evaluation simulator efficiently to develop and analyze SOTDMA Algorithm. This paper shows the method of designing it. The SOTDMA Algorithm driving state verifies the performance evaluation simulator by IEC(International Electrotechnical Commission) 61993-2. After verifying results the performance evaluation simulator is correctly satisfied with IEC 61993-2. So we expect that it helps not only the AIS technology developed but also verify new SOTDMA Algorithm.

Key Words : AIS, Simulator, Algorithm, SOTDMA,

1. 장 서 론

선박자동식별시스템(AIS)은 선박의 충돌사고 방지를 위해 시 운항정보, 또는 항만보고를 위한 정보들을 선박과 선박간, 선박과 육상 기지국 간에 주기적으로 교환하도록 하는 시스템이며, 선박의 충돌사고 방지 및 VTS(Vessel Traffic Service) 운영의 효율성과 신뢰성을 증대시키는 기술을 필요로 한다. AIS 시스템에 대한 국제적 기준표준은 ITU-R M.1371-1(ITU 2001/2002)을 만족하여야 하며, IEC 61993-2(IEC, 2001)의 AIS 시험표준을 만족하도록 규정되어 있다. AIS 시스템은 정보보고를 위해서 VHF 주파수(161.975 MHz, 162.025 MHz)를 이용하며, SOTDMA 채널 접속 알고리듬을 이용하여 슬롯을 할당받는다. AIS 시스템의 핵심기술로서는 AIS 채널접속 알고리듬, GPS 시간동기화 기법, VHF 송수신 설계 등이 있다. AIS 시스템의 주된 성능은 채널할당에 사용되는 알고리듬 적용 시 충돌률을 얼마나 줄일 수 있고, 주파수 채널을 얼마나 효율적으로 사용하는지에 달려있기 때문에 이것을 좌우하는 채널접속 기법에 대한 기술개발이 필수적이다. AIS를 구축하기 위해서는 SOTDMA (Self-Organized Time Division Multiple Access) 채널접속 알고리즘을 구현하여야 한다. AIS 장비를 효율적으로 개발하기 위해서 알고리즘의 성능을 검증하기 위한 시뮬레이터의 개발이 필요하며 AIS용 SOTDMA 알고리즘 성능평가 시뮬레이터를 개발함으로써, AIS 개발에 사용할 프로토콜 구현 시 시행착오를 줄일 수 있으며, AIS 채널 접속 프로토콜의 슬롯할당, 충돌 횟수, 수용능력, 처리량을 예측할 수 있다. 본 논문에서는 AIS용 SOTDMA 알고리즘을 국제표준인 ITU (International Telecommunication Union) M.1371-1에 맞게 개발구현하고 시뮬레이터를 이용하여 그 성능을 검증 하고자 한다.

2. 장 본 론

2.1 절 AIS 시스템의 구성

AIS 시스템은 그림 1과 같이 구성되며, 크게 통신 주제어 프로세서, SOTDMA(Self Organized Time Division Multiple Access) 알고리듬, VHF 송수신 시스템, GPS 시스템, 항적분 배장치, I/O 인터페이스 모듈로서 구성된다. AIS 시스템은 두 개의 AIS용 VHF 채널 상에서 선박의 동적정보, 정적 정보, 운항관련 정보 및 안전관련 메시지를 교환하여 선박의 안전 운항에 도움을 주기위한 시스템이다. AIS시스템은 VHF 채널 상에서 데이터를 전송하기 때문에 그림 1과 같이 섬 등에 가려져 안 보이는 경우 또는 앞에 있는 큰 선박에 의해 뒤의 선박이 가려져 있는 등의 레이더가 관측하기 어려운 여건에서도 선박의 위치를 정확히 알 수 있기 때문에 레이더와 서로 보완하여 선박의 안전운항에 도움이 되는 장점이 있다. AIS시스템은 두개의 AIS용으로 할당된 VHF 대역을 통하여 정보를 주고받는다. 국제적으로 공인된 AIS용 VHF 주파수는 161.975 MHz(2087, 87B)와 162.025 MHz(2088, 88B)로 각각

지자 소개

* 이효성 : 忠南大學 電氣工學科 博士課程

**이홍호 : 忠南大學 電氣工學科 教授 · 工博

의 대역폭은 25khz이다.

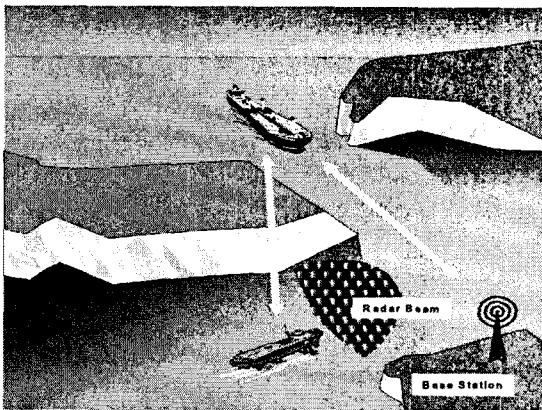


그림 1 AIS 시스템의 응용 개념도

지역에 따라 AIS용으로 국제적으로 지정된 주파수가 이미 다른 용기에 할당되어 있는 것과 같이 특정한 이유로 해당 주파수 대역을 할당 할 수 없는 경우에는 지역에 따라 다른 주파수를 할당 할 수 있다. 국제적으로 공인된 주파수 이외의 주파수 대역이 할당된 지역에서는 AIS 시스템은 지역 주파수를 이용하여 데이터를 송·수신 할 수 있어야 한다.

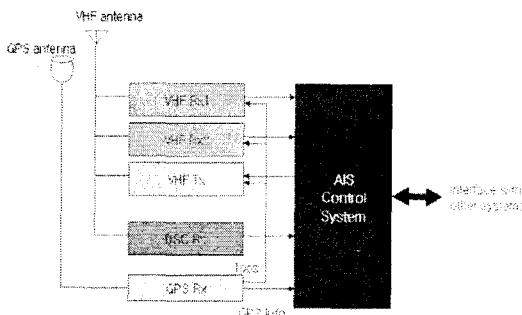


그림 2 AIS 시스템의 구성

그러므로 AIS시스템은 각각의 VHF 채널을 위해 채널 주파수가 변경 가능한 두 개의 VHF 수신기, 한 개의 VHF 송신기와 DSC 데이터 수신을 위한 DSC 수신기, 선박의 위치 정보 및 시각정보를 얻기 위한 한 개의 내부 GPS 수신기 및 채널 접속 알고리듬 및 AIS시스템을 제어하는 주제어기로 구성된다. 내부 GPS 수신기에서 생성되는 1 PPS(Pulse Per Second) 신호와 UTC(Universal Time Clock)를 이용하여 정확한 슬롯시간동기를 확보하며, 확보한 슬롯시간은 전체 AIS 시스템 동작의 기준시간으로 사용하며, AIS 시스템의 채널 접속방법인 SOTDMA에서 채널접근을 위한 슬롯시간 구분에 사용한다. 또한, AIS 시스템은 항해정보 및 선박 위치정보를 얻기 위하여 외부 GPS수신기, Gyro Compass, ROT(Rate Of Turn) 센서 등의 외부 센서 및 시스템으로부터 데이터를 수신한다. AIS 시스템은 AIS 채널접속 알고리듬을 수행하는 트랜스폰더 시스템(주제어 통신 시스템)과 AIS 정보를 그래

픽으로 표시하는 MDK(Minimum Display Kit) 그래픽 모듈로서 구성된다. 특히, 최근의 AIS 시스템은 MDK에 대한 중요성을 인식하여 전자해도를 기반으로 AIS 정보를 그래픽화하여 표시하는 제품이 출시되었다. AIS 시스템의 주된 성능은 채널 할당에 사용되는 알고리듬 적용 시 충돌률을 얼마나 줄일 수 있고, 주파수 채널을 얼마나 효율적으로 사용하는지에 날려있기 때문에 이것을 좌우하는 채널 접속 기법에 대한 기술개발이 필수적이다. AIS 시스템에서 동적정보 전송을 위해 사용하는 채널 접속 알고리듬인 SOTDMA 슬롯 할당 알고리듬은 각 선박의 AIS 시스템이 자율적으로 전송 슬롯을 예약하여 전송하는 방식으로 각 AIS 시스템은 다른 선박의 AIS 시스템과 전송 충돌이 발생하였을 경우 이를 자동으로 해결할 수 있는 능력이 있다. 자율모드에서 동적정보전송은 초기화 단계, 네트워크 진입단계, 첫 프레임 단계, 연속동작 단계 및 보고주기 변경단계 등으로 구성된다.

2.2 절 알고리듬 성능분석용 시뮬레이터

시뮬레이터는 전자해도 및 VHF 셀 기반의 AIS 그래픽 표시 기능, AIS 주파수 채널에 대한 슬롯 정보 표시, 슬롯 할당 및 충돌 상태 표시, AIS 채널 주파수 충돌 시 사용에 대한 분석 그래픽 등으로 구성되어, 개발된 AIS 채널 접속 알고리듬에 대한 성능을 검증할 수 있다. 이 시스템은 무선통신 채널을 공유 메모리로 선언하고 실제 선박을 객체로 선언했다. 객체로 선언된 선박들은 AIS 메시지를 주고받는다.

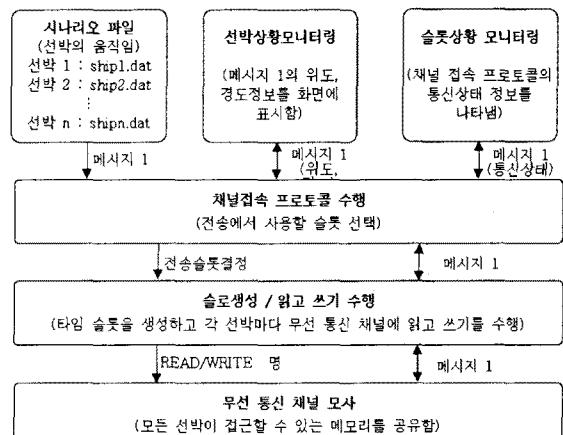


그림 3 시스템 블록 다이어 그램

AIS용 SOTDMA 알고리즘 성능평가 시스템은 채널접속 알고리듬을 하드웨어로 구현하기에 앞서 소프트웨어적으로 알고리듬의 성능을 검증하고 보완하기 위한 목적을 가지고 개발되었다. 개발된 SOTDMA 성능평가 시스템의 블록다이어그램은 그림 3과 같다. 임의의 선박생성 블록에서는 테스트 할 선박을 생성하고 생성된 선박은 시나리오 파일을 불러온다. 시나리오 파일의 내용은 AIS 메시지1의 내용을 갖는 텍스트 파일이며, 임의의 성능검증을 위해 만들어진 파일이다. 헤더 필수 포맷도 쿠스체이로운 SOTDMA 알고리즘을

통해서 전송에 사용할 슬롯을 결정하며, 슬롯 읽기/읽고 쓰기 수행 블록에서는 프로그램의 메인 타이머를 이용하여 슬롯을 생성한다. 또한, 채널접속 프로토콜 수행 블록에서 결정된 전송 슬롯에서 메시지 1을 공유메모리에 쓰고, 전송 슬롯이 아닌 경우에는 읽어오는 역할을 한다. 무선 통신 채널 모사 블록에서는 AIS 시스템의 주파수 대역인 VHF 주파수 대역을 메모리로 구현하고, 생성된 선박이 모두 접근 할 수 있고 메시지 1을 저장할 수 있도록 메모리를 선언한다.

선박 상황 모니터링 블록은 생성한 선박들 중에서 메시지를 전송한 선박의 위치를 모니터링 하는 기능을 수행하며, 메시지 1에는 선박의 위도, 경도 정보가 있다. 슬롯 상황 모니터링 블록에서는 데이터 전송 시에 사용된 채널접속 프로토콜의 상태정보를 나타내며, 이 상태 정보는 메시지 1번에 포함되게 된다.

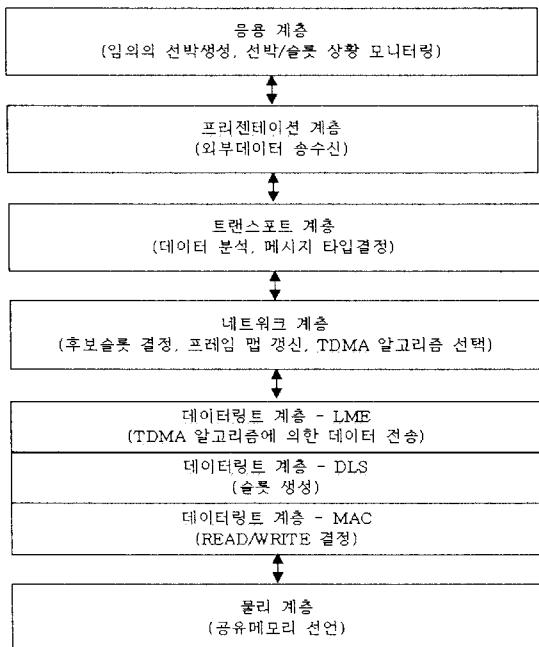


그림 4 계층별 프로토콜

AIS 시스템의 계층별 프로토콜 구조는 그림 4와 같으며, SOTDMA 성능평가를 위한 가상 모사는 그림과 같이 표현된다. 임의의 선박생성 블록과 선박과 슬롯상황 모니터링 블록은 응용계층에 해당한다. 슬롯 생성 및 채널 접속 프로토콜 수행 블록은 데이터 링크 계층의 DLS(data link service)에 해당하고, 읽고 쓰기 블록은 데이터 링크의 MAC(media access control)에 해당한다. 무선 통신 채널모사 블록은 물리 계층에 해당한다. 검증에는 기본적인 확인 방법으로 국제표준 IEC (International Electrotechnical commission) 61993-2의 내용에 따라 시뮬레이터를 이용한 알고리즘 검증 항목에 대한 기능들을 확인하였다. 실험은 보조하드웨어나 또는 임의의 가상시나리오를 적용하고 선박을 생성하고 성능 평가 시뮬레이터의 배의 위치와 동작 등의 검증항목을 확인

하였다. 시나리오를 입력하고 구동하여 선박이 생성되어 선박 알고리즘에 의해 위치와 속도 보고주기 등이 잘 적용되어진 것을 볼 수 있었다. 선박의 VHFCELL과 ECDIS가 시나리오에 따라 정확한 위치에 위치하고 있음을 확인하였다. 슬롯 할당상태와 충돌상태 확인 장에서 이상적인 슬롯의 동작상태는 충돌이 전혀 발생하지 않아야하지만 SOTDMA 알고리즘은 IEC 61993-2의 기준안의 조건을 침약하여 구현한 알고리즘으로 보고주기, 위치, 속도 각각의 선박들의 슬롯점유 및 슬롯예약 등의 영향으로 의해 간혹 충돌이 발생하였지만 성능 검증 시뮬레이터를 이용해 실험한 결과 IEC 61993-2기준안의 조건을 침약하여 구현한 알고리즘으로 보고주기, 위치, 속도 각각의 선박들의 슬롯점유 및 슬롯예약 등의 영향으로 의해 간혹 충돌이 발생하였지만 성능 검증 시뮬레이터를 이용해 실험한 결과 IEC 61993-2기준안을 만족하였다. 하지만 잣은 슬롯 충돌은 선박 항해에 장해가 되므로 SOTDMA 알고리즘을 개선이 필요하다.

3. 장 결 론

본 연구에서는 해상에서 발생하는 충돌사고의 문제를 해결하기 위한 방안으로 제시되어진 AIS의 개발에 앞서 AIS의 핵심 통신기법인 SOTDMA 알고리즘을 구현하고 이를 유사한 환경에서 테스트하기 위해 AIS 기술 권고안을 기초로 성능검증 시뮬레이터를 개발하였고 국제 기준안에 의한 검증을 실행하여 보았다. 실험은 SOTDMA 알고리즘을 성능검증 시뮬레이터에서 동작 할 수 있도록 국제 권고안(ITU-R M.1371)에 맞게 코딩하여 라이브러리화 하였으며 성능검증 시뮬레이터는 무선통신 채널을 공유메모리로 선언하고 실제 선박을 객체로 선언하여 구현 하였다. 정보 데이터는 실제 환경의 데이터를 취득하기 위해 보조 하드웨어를 제작하고 실제 해상의 환경과 요건을 반영 후 가상시나리오를 성능평가 시뮬레이터 적용하여 SOTDMA 알고리즘을 검증하여 보았다.

참 고 문 헌

- [1] Ottmar Raeymaeckers, VDL Mode 4 Point-to-point Communication Protocol Evaluation Applied to Airline Operational Communication, MS. Thesis, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Sweden, April 2000.
- [2] Rikard Kjellberg, Capacity and Throughput using a SOTDMA in VHF Data Link in Surveillance Application, MS. Thesis, Department of Computer and System Sciences University of Stockholm, Sweden, April 1998.
- [3] Glenford A. McFarlane and Jeph Joseph Skobla, "GPS Based Marine Vessel Tracking Device" IEEEAC paper #1139, 2003