

선박 안전항해를 위한 해무감지 경보 시스템

Ocean Fog Detection Alarm System for Safe Ship Navigation

이 창 영

목포해양대학교 실습선

Chang-young Lee

Training Ship, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 58628, Korea

[요 약]

최근 국내 조선 산업과 IT융합기술에 대한 연구가 활발한 가운데 선박 안전운항을 위한 위성탐지 기술 발달로 선박에서는 장거리 식별추적 장치 및 자동식별 장치의 의무화로 선박이동 상황을 모니터링 할 수 있어 안전항해에 도움을 주고 있으나, 무중항해 시 시정 상태를 레이다에 의존하는 항해사에게 위험을 경보해 줄 수 있는 안전장치 개발이 필요하다. 이에 광센서를 이용하여 감지하고 알려주는 해무 감지 경보 시스템을 개발하였다. 제작된 해무 감지 경보 시스템은 소형, 저 전력의 광센서 송수신기와 센싱 데이터 처리 모듈로 구성되었다. 시험을 통해 해무가 있는 경우와 없는 경우 각각에 대해 제작된 해무 경보 시스템은 해무 농도를 검출하는 것을 확인하였다. 또한 해무 농도에 따라 선박 엔진 RPM 조절이 가능하고, 결과적으로 선박의 안전 운항을 보조 장치로 활용 가능성을 확인하였다.

[Abstract]

Recently, amid active research on domestic shipbuilding industry and IT convergence technology, with the development of satellite detection technology for ship safety operation, ships monitored the movement of ships with the mandatory long-range identification & tracking of vessels and automatic identification system. It is possible to help safe navigation, but it is necessary to develop safety device that alert the marine officer who rely on radar to correct conditions in case of weightlessness. Therefore, an ocean fog alarm system was developed to detect and inform using photo sensors. The fabricated ocean fog detect and alarm system consists of a small, low-power optical sensor transceiver and data sensing processing module. Through experiment, it is confirmed that the fabricated ocean fog detect and alarm system measure the corresponding concentration of ocean fog for fogless circumstance and fogbound circumstance, respectively. Furthermore, the fabricated system can control RPM of ship engine according to the concentration of ocean fog, and consequently, the fabricated system can be applied to assistant device for ship safety operation.

Key word : Photo sensors, Long range identification & tracking of vessels, Automatic identification system, Ocean fog, IT convergence technology.

<https://doi.org/10.12673/jant.2020.24.6.485>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 23 November 2020; Revised 15 December 2020
Accepted (Publication) 24 December 2020 (30 December 2020)

*Corresponding Author; Chang-Young Lee

Tel: +82-61-240-7451

E-mail: radarmaster@mmu.ac.kr

I. 서론

최근 선박의 첨단화, 초대형화 추세에 따라 국제 해상 물동량 및 레저 활동 증가로 인한 해상 교통량이 과거에 비해 증가 추세에 따라 해양 사고의 발생 빈도가 높아지고 있으며, 2007년 12월에 발생한 태안군 허베이 스피릿호의 기름 유출 사건에서 보듯이 사고 규모도 대형화 되고 있어 이로 인한 해상에서의 인명과 재산 손실은 큰 문제가 되고 있다.

국제해사기구 (IMO; International Maritime Organization)에서는 해상에서의 안전을 확보하기 위해 무선통신 및 수색구조전문 위원회 (COMSAR; Sub-Committee on Radio Communication and Search and Rescue)에서 선박 모니터링을 위해 선박 장거리식별 추적 장치 (LRIT; long range identification & tracking of vessels) 도입과 해상인명안전협약 (SOLAS; International Convention for the Safety of Life at Sea)의 장거리 이용을 위한 위성탐지 기술의 자동식별 장치 (automatic identification system) 도입으로 선박의 안전 운항을 위한 선박운항 시스템이나 해상교통관제 시스템은 과거보다 훨씬 빠르고 편리하게 그 기능이 고도화되었으며, 선박의 안전 운항을 위해 최근까지 많은 노력을 기울이고 있다.

선박 LRIT란 대상 선박이 세계의 어느 곳을 항해하든지 위성통신 시스템을 이용하여 LRIT 데이터 센터에 주기적으로 정해진 LRIT 데이터에 해당하는 선박 위치, ID, 해당 위치에서의 시각을 최소 6시간의 보고주기로 자동적으로 송신하게 함으로써 상시 대상 선박에 대한 이동 상황을 모니터링 할 수 있게 하는 장비이다. 또한 AIS는 해상에서의 안전과 보안 강화를 목적으로 선박과 선박, 선박과 육상 간 선박의 제원과 운항 정보를 자동 송수신함으로써, 연안 해역의 선박 운항 모니터링에 활용될 수 있도록 개발된 통신 시스템이다.

통상 해상에서 A1 해역이라 말하는 20 마일 이내에서 이용 가능한 통신수단으로는 휴대 전화, VHF 무선전화 및 AIS 가운데 이용자의 인위적 전원 차단, 데이터 조작 등의 상황이 발생하지 않는다면 항해사 및 선박 교통관제 시스템 운용자에게 AIS는 유용한 장치임에 틀림없다.

그러나 기술의 발전으로 항해 시스템은 과거보다 훨씬 빠르고 편리하게 발전하고 있으나 해무로 인한 무중항해 시 시야 확보가 어려워 레이더 및 무중신호에 의존하여 항해하는 항해사의 어려움은 기술의 발달 속에서도 해결하기 힘든 실정이다. 특히, 해상 인근이나 해상에서 주로 발생하는 해무는 대부분 이류무로 육상 안개에 비해 안개 층이 두껍고 야간뿐 아니라 주간에도 발생하므로, 이러한 기상 재해를 줄이기 위해 해무 특보에 대한 중요성이 점차 대두되고 있다 [1].

특히, 최근 국가 경쟁력 확보와 고부가 가치의 창출이라는 차원에서 최근에 떠오르고 있는 신성장 녹색산업의 분야로, 선박의 안전한 운항을 지원 가능한 부품과 시스템 개발이 요구 되고 있는 실정이다. 따라서 세계적인 기술개발의 추세에 맞추어 광기술 융합산업을 위한 소자 및 부품 개발 등의 원천

기술 확보로 높은 에너지 효율과 고 신뢰성을 유지하는 부품을 이용한 선박안전운항장치 개발이 필요하다 [2]-[4].

이에 선박에 사용되는 자동화 시스템은 선박의 생산에서 운항에 이르기까지 그 분류와 범위가 광범위하며 전자해도, 레이더, 각종 통신장비나 센서 등을 일컫는 항해 통신장비 (IBS; integrated bridge system)와 메인 엔진의 감시, 각종설비 및 자동제어 장비 (IAS; integrated automation system)의 두 분야로 크게 나눌 수 있다.

또한 항공에서는 거리 측정에 사용되는 RVR (runway visual range) 시스템이라는 방식으로 항공기와 활주로에서 거리측정 및 시야 확보에 사용되고 있는 중요한 항공분야 시스템으로서, 우리나라에서도 스웨덴 Vaisala 등 해외업체에 의존해서 사용하고 있으며, 이런 최첨단 RVR시스템의 국산화 개발이 절실한 실정이나, 국산 RVR시스템으로는 현재 제주공항에서 사용 중인 Skymaru-1000이라는 시스템을 사용 중에 있지만 해외에서는 인정을 받지 못하고 있는 실정이다. 하지만, 항공기 이착륙에서 가장 중요한 거리측정 및 시야확보를 위한 RVR 시스템의 국산화를 위해 지속적인 투자를 바탕으로 실험을 멈추지 않고 있어 미래가 밝은 편이며, 투광기 방식과 전방 산란 방식을 이용하고 있는 RVR시스템도 최근 광센서를 이용하는 추세로 바뀌어 가고 있다.

따라서 본 연구에서는 광센서를 이용하여 소형, 저 전력으로 선박의 무중항해 시 레이더 및 무중신호에 의존하는 항해사에게 해무로 인한 사고가 발생하면서 해상에서 이상 기후를 감지하여 항해사에게 즉시 정보를 알려줄 수 있는 감지경보 센서 장치를 설계 및 제작하여 그에 따른 해무 기준 값을 설정하고 기준 값을 초과하였을 시 경고 음성 메시지 및 알람이 스피커를 통해 자동으로 항해사에게 알려주는 안전장치를 제안하고자 한다.

II. 광센서의 이론

광센서 (photo sensors)는 전자기파 중에서 자외선 및 적외선과 광 신호를 감지하여 빛 에너지를 전기적인 신호로 변환 검출하는 소자이다. 광센서의 기본적인 동작원리는 광전효과 (opto-electric effect)이며, 파장에 따른 빛의 분류는 가시광선 (visible ray)과 눈에 보이지 않는 투명 가시광선 (invisible ray)으로 분류된다.

파장이 길수록 적외선 영역에 가깝고, 짧을수록 자외선 영역에 가깝다. 이러한 특성으로는 장거리 통신이나 천체를 측정하는 용도로 적외선 영역을 사용하며, 파장이 짧아 고농축의 힘을 가진 자외선 이하 영역은 물체를 투과하는 능력이 있어서 초음파 사진이나 인공위성에서 사용된다[5],[6]. 본 연구에서는 광센서 매체 중에서 열선이라고도 하는 적외선을 사용하였다.

광전 변환이란 물질이 빛의 투사를 받아 광전자를 방출하는 현상 즉, 물질 표면에 물질 안의 전자가 입사한 빛에너지를 흡

수하여 물질 밖으로 방출되는 현상을 말하는데, 광전변환의 원리로는 광전효과, 광기전력 효과, 광전도 효과, 초전 효과로 구별할 수 있고, 종류는 복합 광센서와 1차원 및 2차원 광센서 등이 있으며, 주로 반도체 재료가 많이 사용되며, 사용하는 파장의 범위를 중심으로 선택되어지고, 응용은 물리량의 측정, 광통신, 의료용, 정보처리 등 활용범위가 넓다.

적외선이란 가시광선에 이어지는 파장 범위가 0.75 μm에서 1mm 정도인 전자기파를 말하며 빛의 스펙트럼에서 적색 부분의 바깥쪽에 해당된다. 파장이 수 μm 이하를 근적외선이라고 하고, 파장이 25 μm 이상을 원적외선, 그 사이를 중간적외선이라고 분류한다. 적외선은 열을 가지고 있기 때문에 일명 열선이라고 불리기도 하며, 그 열작용이 적외선의 특징이기도 하다. 물질이 근적외선을 흡수하면 물질내의 열운동이 들뜨게 되어 온도가 상승하게 된다. 이것을 이용하여 온도, 압력, 방사선의 세기의 물리량이나 화학량을 감지하여 신호처리가 가능한 전압으로 변환하는 장치로 사용 가능하다 [7].

또한, 적외선 센서는 외부 물질로부터 방사된 적외선이 센서 내의 자발 분극을 갖는 물질의 분극을 변화시켜 외부 자유 전하를 발생시킴으로써 외부 물질을 감지하는 것으로, 적외선의 빛을 발생시키는 LED로 구성된 발광부와 적외선을 감지하는 빛 센서인 수광부로 나누어지는데, 발광부에서 나온 적외선이 물체에 반사되어 수광부에 들어오는 양에 따라서 전압의 양이 변화하게 된다. 그러므로 적외선 센서는 photo 트랜지스터라고도 한다. 일반적인 트랜지스터의 역할은 상황에 따라 전류가 흐르게 하거나 또는 흐르지 못하게 하는 역할을 하지만 photo 트랜지스터는 빛의 양을 감지해서 지나는 전류의 양이 정해지게 된다.

따라서 본 연구에서는 광센서의 교차 감도 (cross sensitivity) 가 낮으면 정확도가 높고, 선택성이 높아진다는 것과 전압이 변화한다는 특징을 가지고 있기 때문에 QS186E 적외선 센서를 선택하였다.

III. 선박에서의 해무 경보장치 구조 및 설계

해무 감지경보센서 장치는 해무 장치제어부와 알람 디스플레이부로 그림 1과 같이 구성하였다. 적외선 센서를 이용하는 방법 중 반사되는 적외선의 양을 세분화 할 수 있어 거리탐지에 용이한 아날로그-디지털 변환기 (ADC; analog to digital converter)를 사용하는 방법을 통해 적외선 송신부에서 송신되는 적외선이 해무에 반사되어 들어오는 빛의 양을 적외선 수신부에서 수신하여 해무의 강도를 파악하고 입력된 신호는 ADC 과정을 거쳐, 후에 생성된 디지털 데이터는 micro control processor부에서 각각 음성데이터와 표시데이터를 생성 출력하여 실시간 모니터링이 가능하도록 구성시켰다.

외부 환경적 요인으로 빛의 밝기가 있는데 적외선은 빛 에너지로서의 세기를 가지지만 사람의 눈에는 보이지 않기 때문에

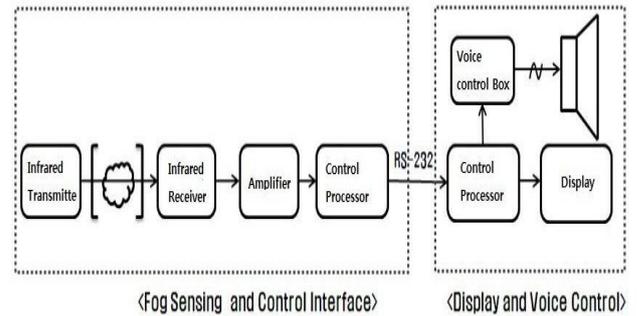


그림 1. 해무감지 경보센서의 제어 구성
Fig. 1. Control composition of ocean fog detection alarm sensor.

밝기와는 상관없으나, 555 nm (683.0 lm)의 같은 에너지의 빛이라도 파장에 가까워질수록 밝게 느껴지기 때문에 555 nm의 파장보다 빛의 세기를 낮게 설정하여 실험을 수행하였다.

IV. 설계 제작된 해무 경보장치 실험

그림 2와 그림 3은 main MCU(micro controller unit)와 작동 회로를 설계한 것이고, 그림 4와 그림 5는 해무 측정감지 디스플레이부와 알람부의 구성도이다. 전원을 ON시킨 후 적외선 발광부에서는 전류를 증폭하여 송신하고 이를 수광부에서 수신하여 적외선 다이오드 빛이 센서부에 들어오면 이를 전압변화량으로 바꾸기 위해 A/D converter를 거쳐 디지털 데이터로 변환시키고, A/D converter를 거친 디지털 데이터는 slave CPU에서 RS-232를 통해 main CPU로 데이터를 전송하면 main CPU에서는 취득 데이터를 보정 및 계산 후 기준 해무량 값과 비교하여 높은 경우에 해무가 발생된 것으로 판단하고 있다.

또한 main CPU는 실시간으로 해무 량을 LCD (liquid crystal display) 패널에 모니터링 할 수 있게 데이터를 전송한다. 해무량의 기준치를 약 70%로 정하여 가시거리가 약 1 km 이내 제한되었을 때 상황을 임의로 설정하여 해무 량이 기준치를 초과할 경우 선박에 경고 메시지를 발송하여 안전운항에 도움을 준다. 부가적으로 main CPU와 음성모듈의 인터페이스 방식은 SPI 방식을 이용하였다.

해수면 위에 매우 작은 수적(물방울)들이 많이 부유해 있고 시정 거리가 1 km 이내의 안개를 해무 (ocean fog)라 한다. 해무가 발생하기 쉬운 조건은 해수면 위에 있는 대기에 수증기가 다량 존재한 상태에서 어떤 요인에 의하여 공기가 이슬점(노점) 이하로 냉각되면 응결이 일어나게 되며, 이 경우 응결을 촉진시키는 흡습성 입자가 해상에 많을수록 해무가 형성되기 쉽다. 또한, 대기 중의 수증기가 모여 발생하는 기상 현상으로 미세한 물방울이 대기 중에 떠 있어 시정이 1 km 이내에서 습도가 70% 이하는 연무, 그 이상은 박무라고 한다.

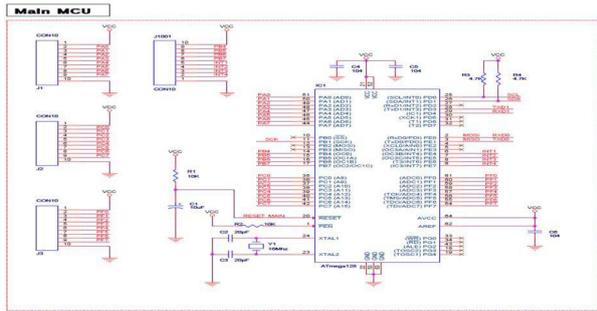


그림 2. 메인 마이크로 컨트롤러 유닛
Fig. 2. Main micro controller unit.

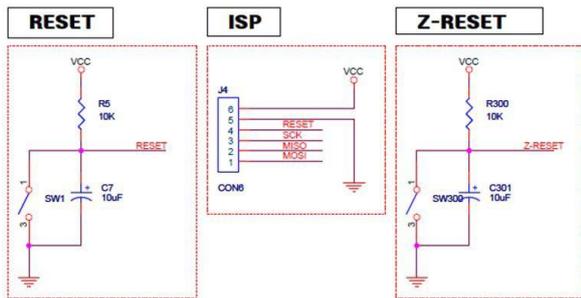


그림 3. 작동회로 시스템.
Fig. 3. Operation circuit system.

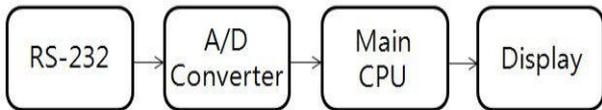


그림 4. 해무감지 측정디스플레이.
Fig. 4. Ocean fog measure detection display.

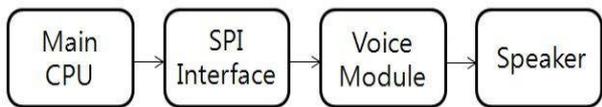


그림 5. 해무 음성경보 출력
Fig. 5. Ocean fog voice alarm output.

연무는 대기 중에 먼지, 연기 및 오염물질 등 고체 입자가 부유하고 있는 현상으로 시정(visibility)이 1~10 km로 제한되어 시정 장애를 일으키며, 박무는 안개보다 습도가 낮고, 희색이며 입자는 더 작은 것으로 연무와 비슷하나 습도가 더 높은 현상이다. 즉 바닷물에서 염분이 공기습되거나 연소 때 발생하는 핵입자에 의한 것으로서 해상과 해안지방에서 많이 발생하는 현상이다. 따라서 본 연구에서는 80% 이하에서도 해무가 발생하는 경우가 있기 때문에 70%로 설정하여 실험하였다.

실험에 사용된 해무 감지경보 센서의 실험 장치와 구성은 그림 6부터 그림 8과 같다. 회로도를 토대로 실험에 응용하여 해무가 없을 시의 LCD display로 해무의 백분율을 보여주고 해무

가 발생하였을 시 설정된 기준 값 이상의 수치가 나왔을 때 스피커로 경고하여 무중항해 시 선박의 안전 운항에 도움을 줄 수 있도록 구성하였다.

측정 절차는 먼저 전압 발생기로부터 DC 12 V를 해무 경보 센서 장치의 입력부에 입력하여 LED 장치를 작동시키고, 작동된 LED 장치는 적외선 송신부에서 송신되는 적외선이 해무에 반사되어 들어오는 빛의 양을 적외선 수신부에서 수신하였다. 해무센서 모듈의 가상 해무 장치에서 해무가 발생하면 저항 값이 변경되어 기준이상의 값을 가질 경우 이를 해무라 인식하고 해무 집진장치를 동작시킨다.

데이터 디스플레이부는 공기 중 습도의 측정치를 백분율로 알려주며, 센서부에서 동작을 시작하고, 스피커로 현재 해무가 형성되었다는 것을 알려 경보해줌으로써 무중항해 시 선박 안전 운항에 도움을 준다.

그림 9는 해무가 없을 때의 LCD 출력을 나타내주고 있다. 회로도를 토대로 실험에 응용하여 해무가 없을 시의 LCD display



그림 6. 해무측정을 위한 가정된 적외선 LED
Fig. 6. Assumed Infrared LED for ocean fog measurement.



그림 7. 인공 해무 발생장치
Fig. 7. Generating device of artificial ocean fog.



그림 8. Manufactured Infrared LED.
Fig. 8. Manufactured infrared LED.

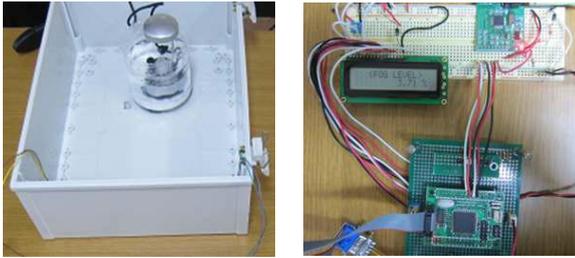


그림 9. 해무가 없을 때 LCD 출력
 Fig. 9. Output LCD display of clearing-fog.

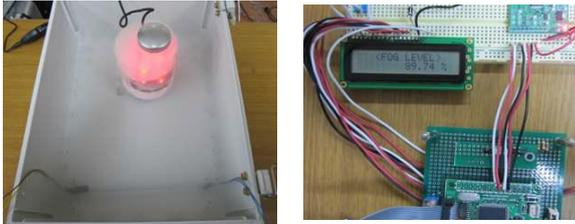


그림 10. 해무가 있을 때 LCD 출력
 Fig. 10. Output LCD display of foggy-condition.

로 해무의 백분율을 보여주고 해무가 발생하였을 시 설정된 기준 값 이상의 수치가 나왔을 때 스피커로 경고하여 무중항해 시 선박의 안전운항에 도움을 줄 수 있도록 하였다. 해무가 없을 때 LCD 출력 값으로 3.71%가 출력되었으며 해무의 기준치 70%보다 훨씬 낮으면 선박의 운항에 미미한 영향을 미치지 때문에 스피커의 경고음이 울리지 않았다(그림 9의 왼쪽에서 경광 램프 off로 확인).

그림 10은 해무가 질을 때의 LCD 출력을 나타내주고 있다. 해무를 인위적으로 발생시켰을 때 해무가 기준치를 넘는 출력 값 89.74%를 보여주며, 이때 스피커를 통하여 경보를 보내줌으로써 무중항해 시 경고해준다(그림 10의 왼쪽에서 경광 램프 on으로 확인).

제작한 해무 경보 장치의 활용은 선박 엔진 구동 장치에 연결되어 해무 농도에 따라 엔진의 RPM을 제어하는 것이 선박의 안전 운항 면에서 효과적인 것이다. 이러한 이유로 본 연구를 통해 제작된 제작된 해무 경보 장치의 출력을 선박의 엔진 RPM을 제어 가능한 모듈에 연결시켜 시험을 진행하였다. RPM 제어 모듈은 ATmega128과 RPM 감지 회로로 제작되었고 그림 11과 그림 12에서 오른쪽의 LCD 판넬을 가지고 있는 회로이다. 이 모듈을 통해 안개 농도를 0~100%로 임의로 설정하도록 하였고 안개 농도의 퍼센트에 따라 RPM이 560에서 0까지 감소되는 동시에 모터 드라이버의 속도가 저하되며 RPM은 세그먼트 표시로 인식이 가능하도록 제작하였다. 본 시험에서 안개 농도에 따른 RPM 값은 표 1과 같이 설정하였다. 그림 11에서 보여지는 RPM 값 560은 해무가 없는 상태라고 판단할 수 있는 결과이고, 그림 12에서 보여지는 RPM 값 390은 해무의 농도가 표 1에 따라 40% 정도라고 판단할 수 있는 결과라고 볼 수 있다.

표 1. 안개 농도에 따른 RPM 변화

Table 1. RPM change according to ocean fog concentration.

Concentration of ocean fog	RPM
0%	560
20%	440
40%	390
60%	260
80%	130
100%	0



그림 11. 해무가 없을 때 RPM 제어 값
 Fig. 11. RPM control value for clearing-fog.



그림 12. 해무가 있을 때 RPM 제어 값
 Fig. 12. RPM control value for foggy-condition.

표 2. 거리별 평균 측정값

Table 2. Average measured value by distance.

	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m
Average	31.5	32.4	35.7	36.5	37.5	41.3

표 2는 본 연구에서 제작한 해무 경보 장치의 신뢰성을 다른 관점에서 확인하기 위하여 해무를 약 30% 농도로 채운 실내에서 적외선 센서의 송신부와 수신부 사이의 거리에 변화를 주었을 경우의 측정된 해무 농도 값을 정리한 것이다. 측정은 각 이격 거리 당 10회에 걸쳐 수행하였고, 표 2는 각 이격 거리에서의 평균값을 나타내었다. 이격 거리가 멀어질수록 해무 농도가 증가함을 확인할 수 있다. 이 결과는 적외선 센서 송신부와 수신부 사이의 거리가 멀어질수록 적외선이 전파되면서 만나야 하는 수분 입자가 그만큼 많기 때문이라고 판단된다. 즉 표 2의 결과를 통해 제작된 해무 경보 장치의 실용화를 위해서는 추가적으로 송신부와 수신부 이격 거리를 최적화시켜야 한다는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로 본 연구에서 설계 및 제작한 무중항해 시 해무

감지경보 장치가 시정 상태에 따라 측정이 가능하며, 선박 안전 운항을 위한 해무감지 경보장치의 동작 원리를 바탕으로 시정이 좋지 않을 때 기준 값보다 더 높은 경우 스피커를 통해 경고 음성 메시지를 전송하였고, 공기 중 측정된 해무 농도에 따라 선박 RPM을 제어할 수 있음을 알 수 있었다.

V. 결 론

본 연구는 기존에 있던 무선 송수신 자동안개 채취기와 비교하여 해상에서 실시간으로 모니터링이 가능하기 때문에 해무 농도를 백분율로 측정할 수 있고, 결과적으로 제한 시계 시 특히 무중항해 시 안전운항에 도움을 줄 수 있는 해무 검출 경보 시스템을 제안하였다.

인공 안개를 바다에서 발생한 해무로 가정하여 제작된 장치의 모의 실험을 실시하였다. 시험에서 해무발생 습도 70% (시정 1 km)를 기준 값으로 정하였다. 적외선 LED의 동작원리를 바탕으로 해무가 발생하였을 시 기준 값보다 높은 경우에 스피커를 통해 선박에 위험 음성 신호를 발신하였으며, 공기 중 습도의 농도에 따라 선박의 엔진을 제어할 수 있음을 확인할 수 있었다.

해상에서의 안전과 보안을 목적으로 LRIT와 AIS 등 선박모니터링에 활용 가능한 시스템 개발로 과거에 비해 안전에 상당히 정확하고 편리하게 발전되어 왔다. 하지만 이러한 장치들은 고가이기 때문에 어선 등의 소형 선박에서의 활용도 면에서 한계가 있다. 본 연구의 시험 결과 선박 무중항해 시 레이다와 무중신호에 의존하는 환경적 어려움과 국지적이고 돌발적인 해상 기후변화를 미리 감지하여 알려줌으로서 선박의 안전사고를 예방할 수 있는 선박 안전 운항 장치의 보조 장치로도 활용 가능할 것으로 판단된다.

아울러 시야 확보가 어려운 짙은 해무 상황에서 발생하는 기후적 변화를 센싱하여 즉시 항해사에게 알려줌으로서 무중항

해 시 선박의 안전운항과 접·이안에 이용될 수 있을 것이고 제작한 제품의 모듈을 가지고 센서를 바꿀 경우 이상 발열을 감지할 수 있는 온도센서 및 금속부식을 방지하는 습도센서, 태풍이나 해상에서의 풍량을 방지하는 풍량센서 등의 다른 용도로도 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] G. Schmitt, "The temporal distribution of trace element concentration in fogwater during individual fog event," in *Atmospheric Pollutants in Forest Areas* (e-Book) edited by H.W. Geogii, pp. 143-157. 1986.
- [2] M. S. Hwang, "IT convergence technology global research and development trends of shipbuilding," *TTA Journal*, No. 126, pp. 128-131. 2009.
- [3] H. J. Lim, "The future of our country and the mining industry and photonics basic research," *Optical Society of Korea*, pp. 2-6. 2009.
- [4] W. Pedrycz, "An identification algorithm in fuzzy relational system," *Fuzzy Sets and System*, Vol. 13, pp.153-167. 1984.
- [5] R. A. Barnes, W. L. Barnes, C. H. Lyu and J. M. Gales, "An overview of the visible and infrared scanner radiometric calibration algorithm," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Vol. 17, Issue 4, pp.395-405, 2000.
- [6] B. J. Buratti, M. Staid, C. M. Pieters, M. D. Hicks and T. S. Stone, "A wave length dependent visible and infrared spectrophotometric model for the moon based on ROLO data," *Journal of Geophysical Research*, Vol. 116, ID E00G03, Apr. 2011.
- [7] G. Gonzalez, *Microwave Transistor Amplifiers*, London, England: Pearson, 1996.



이 창 영 (Chang-Young Lee)

2018년 2월 : 목포해양대학교 해상운송시스템학과 (경영학박사)

2003년 1월 ~ 현재 : 목포해양대학교 실습선 일등항해사

※관심분야 : 해상통신, 선박안전운항, 조직유효성, 직무태도