



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

해양교통학석사 학위논문

선교항해당직 경보시스템용 모션센서의
최적기능 구현에 관한 연구

A Study on Implementing Optimal Function of Motion Sensor
for Bridge Navigational Watch Alarm System



2013년 12월

한국해양대학교 해사산업대학원

해양교통학과

배동혁

본 논문을 배동혁의 해양교통학석사
학위논문으로 인준함.



위원장 양 규 식 (인)

위 원 예 병 덕 (인)

위 원 정 태 권 (인)

2013년 12 월 12 일

한국해양대학교 해사산업대학원

목 차

List of Tables	ī
List of Figures	ı̇
Abstract	v

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적	3
1.3 관련 연구	4
1.4 연구 방법	5
1.5 연구의 한계와 내용	6

제 2 장 선교항해당직 경보시스템

2.1 선교항해당직 경보시스템의 개요	8
2.2 선교항해당직 경보시스템의 탑재기준	8
2.3 선교항해당직 경보시스템의 구성	9
2.4 선교항해당직 경보시스템의 구동절차	11

제 3 장 선교항해당직 경보시스템용 모션센서

3.1 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 도입배경	14
3.2 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 동작원리	16
3.3 현행 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 종류와 탐지방법 ·	18
3.4 선교항해당직 경보시스템용 모션센서 적용에 대한 논란	20
3.5 현행 선교항해당직 경보시스템용 모션센서 적용의 문제점	22

제 4 장 모션센서를 이용한 최적기능 검토 실험

4.1 선교항해당직 경보시스템의 새로운 구성과 설계 25
4.2 제안된 선교항해당직 경보시스템의 탐지영역 비교실험 31
4.3 제안된 구성 하에서 모션센서의 줄음 중 움직임 탐지 실험 34
4.4 모션센서의 최적기능 구현을 위한 그 외의 방안 및 고려사항 40

제 5 장 결론

감사의 글 47
참고문헌 48



List of Tables

Table 1 List of Motion sensors	81
Table 2 Technical data of UP370T motion sensor	9 1
Table 3 Different views of class societies and flag authorities about using motion sensor for BNWAS	12



List of Figures

Fig. 1 Implementation schedule of Bridge Navigational Watch Alarm System	9
Fig. 2 Configuration of Bridge Navigational Watch Alarm System	1
Fig. 3 Alarm sequence of Bridge Navigational Watch Alarm System	1
Fig. 4 How the PIR sensor works	1
Fig. 5 Motion sensor UP370T	1
Fig. 6 Circuit of existing configuration	62
Fig. 7 Existing configuration of motion sensor	72
Fig. 8 Circuit of proposed configuration	8
Fig. 9 Proposed configuration of motion sensor	92
Fig. 10 Used components of proposed configuration	03
Fig. 11 Connection diagram of proposed configuration	13
Fig. 12 Detection area of existing configuration	23
Fig. 13 Detection area of proposed configuration	33
Fig. 14 Comparison of test result for nodding head	63
Fig. 15 Comparison of test result for tossing and turning	7 3
Fig. 16 Comparison of test result for lifting left hand	83
Fig. 17 Comparison of test result for lifting right hand	93
Fig. 18 The zones of the coverage area and their corresponding pieces of masking foil	41

A Study on Implementing Optimal Function of Motion Sensor for Bridge Navigational Watch Alarm System

Bae, Dong Hyuk

Department of Maritime Traffic Science
Graduate School of Maritime Industry, Korea Maritime University



Abstract

A Bridge Navigational Watch Alarm System (hereafter 'BNWAS') is to monitor bridge activity and detects disability of OOW (Officer Of the Watch), which could lead to marine accidents.

On June 5th, 2009 IMO in Resolution MSC.282 86th session decided that all new cargo ships over 150GT and all new passenger ships of any size constructed after July 1st, 2011 have to be equipped with a BNWAS.

Furthermore, all existing passenger ships and cargo vessels over 3,000GT have to be equipped with a BNWAS not later than the first special survey after July 1st, 2012 and all existing cargo ships over 500GT by the first survey after July 1st, 2013. The final category of vessels, cargo ships over 150GT, will have to comply with the Resolution MSC.282 86th session by July 1st, 2014.

Existing BNWAS requires that a reset push button shall be pressed by OOW to confirm his presence on the bridge at every three to twelve minutes.

Ship's crew has complained that at some circumstances it may be difficult to share attention between resetting BNWAS and other bridge activities.

In reply to the complaint, IMO has allowed motion sensor to be used as resetting device. The motion sensor detects movements on the bridge and subsequently sends reset signals directly to BNWAS automatically and as a result, crew can work uninterrupted.

But some of classification societies and flag authorities have a slightly different stance on motion sensor as a resetting method for BNWAS, since the motion sensor may trigger false reset signals caused by air-conditioning systems, objects moving on the bridge, especially sleep movement such as toss and turn of OOW which could extend incapable period of performing the OOW's duties.

This paper proposes a simple configuration of BNWAS, which consists of only three motion sensors associated with AND and OR logic gates.

Additionally, several consideration points are also proposed for safe implementation of motion sensor for BNWAS.

This study found that the proposed configuration which consists of three motion sensors is better for reducing risk over 60% against problem of false reset by slight sleep movement of OOW which may affect conventional BNWAS configuration.

The proposed configuration in this paper provides filtering of false reset signals and is simple to be implemented on existing vessels.

In addition, it can be easily installed even by ship's crew with a basic electrical knowledge.

KEY WORDS : Motion sensor 모션센서; Bridge Navigational Watch Alarm System 선교항해당직 경보시스템; False reset 잘못된 리셋입력; Disability of OOW 당직사관의 항해당직불능; Resetting method 리셋방법; Resetting device 리셋장치; Sleep movement of OOW 당직사관의 졸음 중 움직임.





제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

오늘날 선박 건조기술과 전자기술의 급속한 발전으로 인해 선박 및 해상 물류 분야는 자동화, 대형화, 고속화 되었으며 해상 물동량의 증가와 더불어 선박의 수 또한 지속적으로 늘어나고 있다. 그러나 선박의 운용과 교통은 더욱 복잡해지는데 반해 운항 경비의 절감과 열악한 근무조건 등의 이유로 인해 선원의 수는 지속적으로 감소하고 있는 추세이다.(한국해양수산개발원, 2012; 김성현 등, 2010)

이러한 현상은 선박이라는 특수한 근무환경 하에서 곧 인적 오류(Human Error)에 의한 해양 사고율의 증가로 이어져 최근 20여 년간 대양을 운항하는 선박의 경우 선원의 수는 30-40% 감소하였으며, 선박의 사고는 10배 정도로 증가한 것으로 나타나고 있다.(김성현 등, 2010)

이와 마찬가지로 연안을 운항하는 선박의 경우를 살펴보면 최근 들어 신규 선원 유입 감소로 인해 선원 구인난은 연안해운 최대의 현안으로 부상하고 있으며 2011년 말 기준으로 내항선원 승선인원은 약 8,600명으로 적정선원 9,100명 대비 약 500명이 부족한 상황이다.(이인수, 2013)

2012년 해양수산부 해양안전심판원이 발표한 해양 사고 통계에 따르면 최근 5년간 해양 사고 중 인적 오류와 밀접한 연관이 있는 운항 과실로 인한 선박의 사고 발생률은 전체 사고의 80%를 넘었으며 이중 경계소홀과 당직근무 태만이 40%이상의 원인을 차지하고 있다.(해양수산부, 2013)

국제해사기구 (IMO, International Maritime Organization) 항해안전 전문위원회 (NAV, Safety of Navigation) 54차 회의 중 일본 해난심판청(JMAIA, Japan Marine Accident Inquiry Agency)에서 보고한 자료에 따르면, 해양 사고 원인의

대부분을 차지하는 인적 오류 중 졸음으로 인한 사고는 해상 사고의 약 10%이며 이 중 98%가 단일 항해당직사관(Solo Watchkeeper)의 운항으로 인한 사고라고 한다.(국토해양부, 2008)

이렇듯 인적 오류로 인한 해양 사고의 증가 때문에 IMO에서는 지속적으로 선박이라는 특수한 근무 환경, 즉 24시간 3교대로 이루어지는 단일 항해사관의 당직근무 시 졸음 및 경계 소홀 등으로 인한 해양사고의 중요성이 심도 있게 검토되어 왔다.(배정철, 2009)

그 결과 IMO는 선박이 운항함에 있어 해상에서 발생할 수 있는 모든 사고 즉 인명, 해양오염, 선박의 손실을 미연에 예방하고 최소화하기 위해 모든 여객선과 국제항을 운항하는 총톤수 150톤 이상의 모든 선박에 선교항해당직 경보시스템(BNWS, Bridge Navigation Watch Alarm System)을 단계적으로 의무탑재하기로 2009년 6월에 열린 해사안전위원회 (MSC, Marine Safety Committee) 86차 회의에서 채택하였다.

선교항해당직 경보시스템의 주요한 기능은 항해 시 선교당직사관의 졸음이나 부재 등 당직근무 태만에 의해 발생할 수 있는 해양사고를 사전에 예방하기 위한 시스템으로 일정 휴면 시간(Dormant Period)를 설정하고 그 설정된 시간 내에 당직사관의 리셋(Reset)입력이 없을 경우 당직사관의 부재나 항해당직 불능으로 인식하여 단계별로 경보조치를 취하는 것이다. 이 점에서 이 시스템은 일종의 지능형 항해당직 경보시스템이다.

현재 선교항해당직 경보시스템의 의무탑재가 IMO에 의해 결정되고 단계적으로 시행되고 있으나 기존의 선교항해당직 경보시스템을 이미 보유하고 있는 선박의 선원들로부터 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 방법의 번거로움에 대하여 많은 불만이 제기되고 있으며 그에 따라 개선안 또한 지속적으로 연구 및 논의되고 있다.

현재 대다수의 선박들의 항해당직 경보시스템은 당직사관이 직접 리셋입력 버튼을 눌러 경보를 리셋하는 수동적인 방식을 사용하고 있기 때문에 당직사관들이 당직 시 설정된 시간마다 반복된 리셋입력을 해야 하기에 오히려 당직근무에 대한 집중도를 상당히 떨어뜨리고 있는 실정이다.

IMO 항해안전 전문위원회(NAV) 54차 회의 중 일본 해난심판청에서 보고한 자료에 따르면, 선원들에게서 불편함이 제기되고 있는 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력의 방도로 수동방식인 푸쉬버튼형 보다는 모션 센서를 사용하는 센서기반형이 선원들에 의해서 더 효율적이고 안정적인 방식으로 각광받고 있음을 발표하였다.(국토해양부, 2008)

이에 IMO에서도 항해안전 전문위원회(NAV) 55차 회의에서 선교항해당직 경보시스템의 수동 리셋입력버튼 외에 다른 몇 가지 추가 리셋입력 방법들을 제시하였다. 현재 대다수의 선교항해당직 경보시스템 제조업체가 그 중 하나인 인체의 활동을 감지하는 수동 적외선(PIR, Passive Infra-red Ray)센서를 기반으로 한 모션센서를 리셋입력의 한 방도로 자사 제품에 적용하고 있다.(국토해양부, 2009)

1.2 연구의 목적

앞에서 언급한 바와 같이 현재 대다수의 선교항해당직 경보시스템 제조업체가 IMO의 권고에 따라 인체의 활동을 감지하는 수동 적외선 센서를 기반으로 한 모션센서를 리셋입력의 한 방도로 제공하고 있다.

그러나 현재 선박에 쓰이고 있는 선교항해당직 경보시스템용 모션센서는 육상에서의 보안시스템이나 화재경보시스템에 적용되는 탐지기술과 동작원리를 이용한 장비들을 그대로 해상으로 옮겨와 적용시킨 케이스로 육상과는 엄연히 다른 해상에서의 특수한 조건, 즉 항해당직이라는 선박의 안전운항과 밀접한 업무에 사용되는 점을 사전에 충분히 고려하여야 하고 또한 이로 인해 야기 될 수 있는 문제점에 대한 면밀한 조사가 필요하다.

현재 몇몇의 선급이나 국가에서도 이런 모션센서를 선교항해당직 경보시스템에 적용시키는 것에 대하여 효율성과 안전성에 대한 입장 차이를 보이고 있으며 모션센서의 사용을 허용 시 몇 가지 전제 조건을 달거나 아예 사용을 금지시키고 있다.(bnwas.com, 2013)

본 연구는 육상용으로 개발된 모션센서를 해상의 특수한 조건 하에 사용 시 야기될 수 있는 문제점들을 짚어보고 해상의 항해당직이라는 특수한 상황에서

모션센서 도입의 본래 취지인 선교항해당직 경보시스템의 효율적이고도 안전한 운용을 위한 여러 방안들을 제시하여 최적화된 모션센서의 기능을 구현하고자 한다.

1.3 관련 연구

선교항해당직 경보시스템과 모션센서에 관한 연구는 주로 선교항해당직 경보시스템의 구성과 관련된 연구들이 활발하게 이루어져 왔다.

김관형 등(2010)은 안정성과 신뢰도 보장을 위한 차세대 FlexRay 기반의 지능형 선교항해당직 경보시스템 및 NMEA (National Marine Electronics Association) 프로토콜 브릿지 구현에 관한 연구를 수행하였고, 김성현 등(2010)은 보다 효율적으로 선박의 모든 NMEA 기반 장비를 통합 관리하고자 NMEA-0183 기반의 선교항해당직 경보시스템에 대한 연구를 수행하였다.

이상과 같은 연구는 선교항해당직 경보시스템을 어떻게 효과적으로 구성할 것인가에 대한 것이다.

선교항해당직 경보시스템에 사용하고 있는 모션센서의 기능이나 활용 등에 대한 기존 연구는 거의 없었고 다만, 기존 육상 보안시스템용으로 쓰인 모션센서에 대한 연구는 다음과 같다.

박진상(2009)은 적외선 센서를 이용하여 전화망과 연동하여 소규모의 방범 시스템을 구현하는 연구를 수행하였고 김영만 등(2009)은 적외선 센서에서 측정된 적외선 미가공 데이터를 사용하여 사람과 차량을 탐지할 수 있는 디지털 신호처리 알고리즘을 설계 및 구현하였다.

그리고 선교항해당직 경보시스템의 불편함으로 제기되어 왔던 리셋입력 방법의 개선에 대한 연구는 다음과 같다.

최재혁 등(2009)은 선원들에게 항해당직 시 불편함을 주고 있는 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 방법의 한 방편으로 적외선 카메라와 영상 처리 기술을 이용하여 항해당직 공간 내의 움직임을 실시간으로 파악하고 일정시간 동안 움직임이 없을 경우 경보를 발생하도록 하는 시스템을 개발하였다. 그러나 이 연

구 역시 항해당직사관의 줄음 유형을 근거로 한 모션센서의 최적기능의 실현은 아니다.

1.4 연구 방법

본 논문은 선교항해당직 경보시스템의 개요와 구성, 그리고 모션센서의 도입 배경과 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 장치로서의 역할과 문제점을 살펴 보고 최종적으로 모션센서의 최적기능을 구현하기 위한 방법을 제시한다.

본 연구에는 현재 실제 선박에 적용되어 사용되고 있고, 노르웨이 DNV(Det Norske Veritas)선급으로부터 인증된 노르웨이 K사의 선교항해당직 경보시스템 용 모션센서인 UP370T 모델을 사용하여 연구를 진행한다.

실험의 신뢰성을 더하기 위하여 실제 선박의 선교와 유사한 크기의 공간인 가로 15미터, 세로 9미터의 직사각형의 빈 공간에서 모든 실험을 진행한다.

먼저 수동 적외선 센서와 초음파 센서(Ultrasonic Sensor)를 동시에 사용하여 인체의 움직임 탐지하는 UP370T 모션센서를 사용하여 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성과 같이 두 개의 모션센서를 사용하였을 때와 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성, 즉 세 개의 모션센서를 사용하였을 때의 리셋입력 발생 조건을 다르게 한 각각의 회로를 간단한 AND logic gate와 OR logic gate 를 이용하여 구성하였다.

각각의 준비된 회로를 이용하여 준비된 빈 공간에서 기존의 선교항해당직 경보시스템의 탐지성능 및 탐지거리와 제안된 선교항해당직 경보시스템의 탐지성능 및 탐지거리를 1미터 간격으로 행한 워킹테스트를 통하여 비교하여 제시 하였다.

그리고 모션센서 사용 시 야기될 수 있는 문제 중 본 연구에서 가장 주안점을 두고 있는 항해당직사관의 줄음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임에 대한 모션센서의 반응 여부를 기존의 선교항해당직 경보시스템과 제안된 선교항해당직 경보시스템 하에서 각각 실험하였다.

피 실험자를 항해당직 시 당직사관이 주로 머무는 장소인 항해계기 조종구역

에 위치시키고 고개 끄덕임, 뒤척임, 흔들기 등의 수면 중 일어날 수 있는 대표적인 수면 행동 유형 중 선정된 몇 가지 동작에 대한 잘못된 리셋입력의 발생 빈도를 확인하여 제안된 구성의 효율성과 안전성을 검증하였다.

1.5 연구의 한계와 내용

현재 선박에 사용 중인 모션센서들은 제조업체별로 각기 다른 탐지기술과 탐지센서를 사용하고 있으며 각 모션센서들의 초기 민감도 세팅 또한 제각기 다르다.

본 연구는 현재 실제 선박에 사용 중인 모션센서 1종만을 가지고 실험을 진행하였는데 다른 탐지센서를 탑재한 모션센서의 고려는 이 연구에서는 하지 않았다.

이와 더불어 모션센서가 설치되는 선박의 선교의 크기나 콘솔 등의 구조물의 위치 또한 각 선박마다 제각기 다르기 때문에 모든 선박의 조건과 상황을 고려하여 모션센서의 동작여부를 판단하는 것은 다소 무리가 있다.

항해당직 중 당직사관의 졸음 중 수면 행동 유형 또한 개인의 생리적, 심리적 상태에 따라 매우 다르게 나타나며, 주변상황, 피로도, 음주 등에 따른 영향도 크다. 그래서 실제 졸고 있는 당직사관이 아닌 피 실험자를 통한 몇 가지 대표적인 수면 행동 유형을 선정하여 실험한 점과 당직사관의 졸음 중 움직임 반경에 영향을 줄 수 있는 선박이라는 특수한 상황, 즉 기상상황이나 파고 등의 다른 선체의 흔들림 강도 등을 고려하지 못한 점은 본 연구의 한계로 보인다.

그리고 피 실험자를 통한 위킹테스트와 졸음 중 대표적인 수면 행동 유형을 선정하여 실험을 시행하고 관측하였으나 관측 횟수가 통계적 추정의 신뢰성을 높이기에는 충분하지 못했다는 점 또한 본 연구의 미흡한 부분으로 보인다.

그 외에 모션센서의 최적기능 구현을 위해 압축패드나 음성인식센서 등을 추가적으로 같이 적용하여 사용할 것을 제안하였으나 실제 장비를 구하기 힘들어 실제 적용 후 실험 결과 치를 바탕으로 한 효율성을 제시하지 못하였다.

연구 내용으로는 2장에서 선교항해당직 경보시스템의 개요와 구성, 작동절차에 대해서 간략히 소개하고, 3장에서는 선교항해당직 경보시스템 용 모션센서의 도입배경과 종류 및 기능, 또 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 장치로서의 역할과 문제점을 제시하고, 4장에서 본 논문에서 제안한 선교항해당직 경보시스템의 구성 하에서 이루어진 실제 실험과정 및 결과를 기술하고 모션센서의 최적기능을 구현하기 위한 여러 방안과 고려사항을 제시한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.



제 2 장 선교항해당직 경보시스템

이 장에서는 먼저 선교항해당직 경보시스템의 개요와 IMO에 의해 단계적으로 도입되도록 결정된 선교항해당직 경보시스템의 성능과 탑재기준을 살펴본다. 다음으로 선교항해당직 경보시스템을 구성하는 각각의 장비의 종류와 기능을 알아보고 현행 선박들에 적용되어 있는 선교항해당직 경보시스템은 어떤 구성을 취하고 있는지 확인해 본다. 그리고 앞으로 다루고자 하는 선교항해당직 경보시스템이 실제 선박에서 어떠한 방법과 순서대로 동작하고 운용되는지 구동절차에 관하여 자세히 파악해 본다.

2.1 선교항해당직 경보시스템의 개요

선교항해당직 경보시스템은 항해 시 당직사관의 졸음 및 부재 등 당직근무태만에 의해 발생할 수 있는 해양사고를 사전에 예방하기 위한 시스템으로 휴면 시간을 설정하고 그 설정된 시간 내에 당직사관의 리셋입력이 없을 경우 당직사관의 부재나 경계불능 또는 조선티능으로 인식하여 자동적으로 선장실, 선원실 등에 단계별로 경보조치를 취하는 지능형 항해당직 경보시스템이다.

2.2 선교항해당직 경보시스템의 탑재기준

2008년 7월에 개최된 IMO 항해안전 전문위원회(NAV) 제 54차 회의에서 선교항해 당직경보시스템의 도입 시기에 대하여 해상에 있어서 인명 및 안전에 관한 협약(SOLAS)의 개정에 관한 사항이 만장일치로 결의되었다.

상정된 안건은 2009년 5월에 개최된 IMO 해사안전위원회(MSC) 제 86차 회의에서 채택된 Res. MSC. 282(86)에 따라 SOLAS 제 V장 19규칙의 2.2항을 개정할 것이 결의되어 해양 사고를 예방하기 위한 의무탑재 장치로써 최종 결정되었다.(Korean Register of Shipping, 2010)

Implementation schedule of Bridge Navigational Watch Alarm System (BNWAS)



Fig. 1 Implementation schedule of Bridge Navigational Watch Alarm System
(Source: FURUNO, 2013)

Fig. 1에서 확인 할 수 있듯이 선교항해당직 경보시스템의 탑재기준은 국제항해에 종사하는 모든 여객선과 여객선 이외의 총톤수 150톤 이상의 화물선을 대상으로 하고 있으며, 2011년 7월 1일 기준으로 신조선은 바로 적용되고, 기존선은 선종과 규모에 따라 단계적으로 설치를 하되 최종적으로 2014년 7월 1일 이후 최초 선급검사를 할 때까지 강제 탑재하도록 MSC 86차 회의에서 채택되었다.(양규식, 2012)

2.3 선교항해당직 경보시스템의 구성

선교항해당직 경보시스템은 Fig. 2에서 보듯이 사용자 인터페이스, 운용 및 시스템 설정을 위한 주 장치가 있다. 주 장치에는 항해장비 작동 시 자동으로 리셋입력이 되는 항해장비 연동형 선교항해당직 경보시스템과 주 장치가 단독으로 설치되는 단독형 선교항해당직 경보시스템으로 나뉜다. Fig. 2는 주 장치가 항해장비에 통합되어진 항해장비 연동형 선교항해당직 경보시스템을 보여주고 있다.



Fig. 2 Configuration of Bridge Navigational Watch Alarm System
 (Source: KONGSBERG, 2013)

그리고 주 장치와 더불어 선교항해당직 경보시스템 내 모든 장치들과의 인터페이스를 제공하고 전원 공급을 담당하는 분배장치가 주 장치와 리셋입력 장치, 그리고 경보장치 사이에 위치한다.

마지막으로 항해 당직사관의 정상적인 당직활동 즉 경계가 제대로 이루어지고 있는지를 판단하는 수동 푸쉬버튼과 모션센서를 포함하는 리셋입력 장치와

항해 당직사관이 주로 머무는 선교구역에 설치되는 시각표시와 가칭경보를 위한 경보장치가 더해져 선교항해당직 경보시스템이 구성된다.(양규식, 2012)

이 연구에서 다루게 될 모션센서는 IMO의 권고로 인해 최근 도입되기 시작한 리셋입력 장치 중 하나이며 현재 거의 대다수의 기존 선박들은 이 모션센서를 제외한 수동 리셋입력 푸쉬버튼 만을 리셋입력 장치로 구비하고 있는 실정이다.

2.4 선교항해당직 경보시스템의 구동절차

선교항해당직 경보시스템은 늘어나고 있는 해양사고 예방을 위해 항해 당직사관의 당직 활동을 감시하고 만약 당직 사관의 졸음, 부주의 등 어떤 사유로 인해 당직사관이 경계임무를 수행하지 않고 있다고 판단되면 자동적으로 선장실, 선원실 등에 차례로 경보를 발생시킨다.

선교항해당직 경보시스템의 기본적인 목적은 연속적인 시각 및 청각 경보를 통하여 경계임무를 수행하고 있지 않은 당직사관에게 위험상황이 닥칠 수 있음을 인식시키고 그에 따른 경고를 주기 위함으로써 만일 당직사관이 응답하지 않으면 선장실 혹은 선원실 등에 경보가 발생한다.

부가적으로 만일 해상에서의 위급한 상황에서 다른 항해사들의 지원이 긴급하게 필요하다면 선교항해당직 경보시스템의 비상호출 기능을 사용하여 다른 항해사들을 호출 할 수도 있다. 선교항해당직 경보시스템은 선장에 의해 사용이 정지되지 않는 한 계속적으로 사용되어야 하고, 선박의 항해 시 헤딩제어시스템 혹은 트랙제어시스템이 연동 될 때마다 자동적으로 작동되어야 한다.(SAMYUNG ENC, 2013)

선교항해당직 경보시스템은 다음의 세 가지의 운용 모드를 지원한다.

수동 ON 모드에서는 선교항해당직 경보시스템은 항상 동작하며 수동 OFF 모드에서는 선교항해당직 경보시스템은 어떤 환경에서도 동작되지 않는다. 이 수동 OFF 모드는 오로지 선장에 의해서만 설정이 가능하다. AUTO 모드에서는 선박의 헤딩트랙제어시스템 또는 트랙제어시스템의 연동여부에 따라 자동으로 동작된다.

선교향해당직 경보시스템은 휴면 시간을 3분에서 12분사이로 임의 설정할 수 있으며 두 번째 , 세 번째 경보 시간 사이의 간격을 선박의 크기를 고려하여 90초에서 180초까지 조절할 수 있다.

설정된 휴면 시간 동안 리셋입력이 없을 시 향해당직사관에게 보이기 쉬운 위치의 선교 내에 설치된 시각 표시기에서 표시등이 점멸하는 가시 경보가 발생된다. 이는 1단계 가청경보가 발생되기 이전에 당직사관에게 설정시간을 리셋입력 할 수 있는 시간을 준다. 이후 15초 동안의 가시경보를 발생시켰음에도 불구하고 리셋입력이 없다면 선교 상에 1단계 가청경보가 추가적으로 동작된다. 이 가청경보는 당직 업무에 집중하지 못하고 있는 당직사관에게 경고를 주거나 졸고 있는 선교 당직사관의 잠을 깨울 수 있을 정도의 높은 소리를 발생시키는 경보이다.

이와 같은 리셋입력은 현재 두 가지 정도의 방법이 실제 선박들에 적용되고 있다. 이는 선교 상의 리셋입력버튼을 수동으로 작동시키는 방법과 선교 상의 당직사관의 움직임を検출하는 모션센서에 의한 자동적인 방법이다.

1단계 가청경보 이후 리셋입력이 없다면, 1단계 가청경보가 시작된 지 15초 후 미리 지정된 다른 향해사 그리고 선장의 집무실과 침실에 2단계 원격 가청경보가 추가적으로 동작된다.

이후 2단계 원격 가청경보가 발생하고 90초 이후에도 선교 상에서 리셋입력 등의 어떠한 조치도 취해지지 않게 되면 2단계 원격 가청경보에 이어서 적절한 조치를 취할 수 있는 승무원 선실 등에 3단계 원격 가청 경보가 추가적으로 동작된다.

2단계 원격 가청경보와 3단계 원격 가청경보 사이의 시간 설정은 최근 들어 규모가 큰 선박들의 운용이 늘어남에 따라 다른 향해사 또는 선장에게 상황에 대응할 수 있는 충분한 시간을 주기 위해 90초에서 180초까지의 시간 설정 변경이 가능하다.

이러한 선교향해당직 경보시스템의 경보는 리셋입력이 있을 시 까지 그 상태를 계속 유지한다. 그리고 향해당직을 위한 선교에서만 리셋입력이 가능하다. 또한 모든 선교향해당직 경보시스템의 운용 모드와 설정시간의 변경은 선장에

의해서만 가능하다.

선교항해당직 경보시스템에는 추가 기능으로 비상호출 기능이 있으며 이는 1 단계 가시경보와 가청경보를 생략하고 2단계 원격 가청경보를 바로 발생시켜 미리 지정된 다른 항해사와 선장에게 경보를 보낼 수 있으며 만일 이후에 어떠한 적절한 동작 즉 리셋입력이 이루어지지 않으면 자동적으로 2단계 가청경보에 이어서 3단계 가청경보를 발생시킨다. 상황에 따라 항해당직사관은 이 기능을 사용하여 비상상황 시 도움을 줄 수 있는 항해사나 선장을 호출할 수 있다.

Fig. 3은 선교항해당직 경보시스템에서 설정된 휴면 시간이 지났음에도 리셋 입력이 없을 경우 단계적 가청경보가 울리는 과정을 그림으로 보여주고 있다.

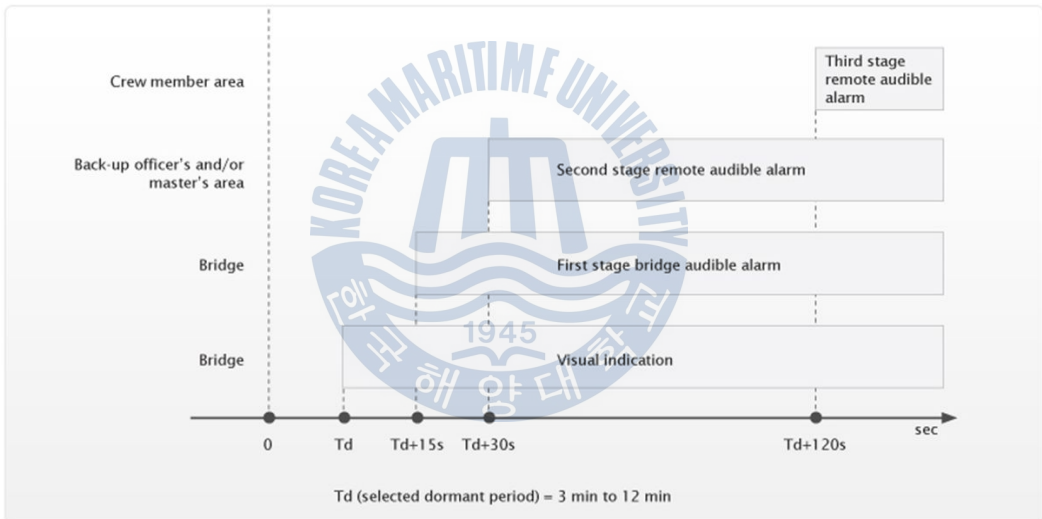


Fig. 3 Alarm sequence of Bridge Navigational Watch Alarm System
(Source: JRC, 2013)

제 3 장 선교항해당직 경보시스템용 모션센서

이 장에서는 선교항해당직 경보시스템에 어떠한 논의와 사전 연구를 거쳐 모션센서를 도입하게 되었는지에 대한 배경을 살펴보고 선교항해당직 경보시스템용 모션센서는 어떠한 원리를 통해 어떻게 동작하는지 알아본다. 그리고 현재 사용되고 있는 모션센서의 종류와 각 제조업체별로 어떠한 탐지방법을 탑재한 모션센서를 제작, 판매하고 있는지 조사한다. 마지막으로 현행 선교항해당직 경보시스템에 모션센서를 적용하였을 때에 야기될 수 있는 문제점들을 심도 있게 살펴보고 그 원인을 파악해 본다.

3.1 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 도입배경

IMO 회원국 중 선교항해당직 경보시스템의 연구와 개발에 있어서 가장 선두에 서 있는 덴마크의 해사당국은 다년간에 걸친 선교항해당직 경보시스템에 관한 연구를 진행함과 더불어 2003년 첫 도입을 시작으로 2006년 자국 내의 모든 선박들에 대해 선교항해당직 경보시스템의 의무탑재를 시행하였다.

그 연구의 일환으로 덴마크 해사당국에서는 2006년과 2007년, 총 2년간에 걸친 선교항해당직 경보시스템에 대한 설문조사를 자국 내의 선교항해당직 경보시스템 운용 경험이 있는 선원들에게 시행하였으며, 선교항해당직 경보시스템에 관하여 매우 의미 있는 조사결과를 IMO 항해안전 전문위원회(NAV) 53차 회의에서 아래와 같이 발표하였다.(NAV, 2007)

그 발표에 따르면 총 237명의 설문조사 대상자인 선교항해당직 경보시스템 운용 경험이 있는 현직 항해사들 중 약 93%의 항해사가 선교항해당직 경보시스템의 인식에 관한 설문에서 선교항해당직 경보시스템이 본선과 본선의 선원들을 보호하기 위한 필수 안전 장비임을 확신하고 있다고 답하여, 선교항해당직 경보시스템이 선원들의 업무를 가중시키거나 선원들을 감시하고자하는 것이

아닌 본선과 선원의 안전에 꼭 필요한 장비라는 인식의 개선은 이미 상당히 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

또 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 경보의 빈도수에 대한 응답을 살펴보면, 총 237명의 현직 항해사들은 총 265,000번의 선교항해당직 경보시스템 경보를 경험하였으며 이는 통계적으로 보면 항해사 1명당 1년에 약 800회라는 엄청난 수의 경보를 경험하였다는 것을 단적으로 보여주는 수치이다.

이 설문조사에서 주의 깊게 살펴볼 점은 어떤 항해사들은 선교항해당직 경보시스템 경보를 한 번도 경험하지 않은 반면 다른 어떤 항해사들은 항해당직 시 매 시각마다 5번 정도의 알람을 경험한 것으로 조사된 것이다.

이는 설문 결과를 보면 원인을 찾을 수 있는데, 설문 응답자 중 13%에 해당하는 항해사는 인체 감지 센서가 구비된 선박에 승선하고 있으며, 이 부류의 항해사들은 거의 알람을 경험하지 못했다고 한다.

반대로 설문 응답자 중 28%에 해당하는 항해사는 오로지 수동 리셋입력 푸쉬버튼만 구비되어 있는 선박에 승선하고 있으며, 이 부류의 항해사들은 수없이 자주 발생하는 경보를 경험하고 있고 그에 따라 매번 푸쉬버튼을 눌러 리셋입력을 하고 있다고 한다.

또 설문 응답자 중 7%에 해당하는 항해사는 항해장비 작동 시 자동으로 리셋입력이 되는 항해장비 연동형 선교항해당직 경보시스템을 구비한 선박에 승선하고 있으며 이 경우는 특이하게 예상과는 반대로 의외로 많은 경보 횟수를 경험하고 있는데 이는 대양항해와 긴 항해주기를 포함한 항해 시 항해장비의 사용빈도가 현저히 떨어지게 되고 이로 인해 경보가 자주 발생하기 때문이라고 한다.

위 세 가지 형태의 선교항해당직 경보시스템을 사용하고 있는 항해사들을 제외한 나머지 항해사들은 두 가지나 그 이상의 리셋입력 장치가 구비된 선박에 승선하고 있으며 전체 인원 중 가장 적은 경보를 경험한 것으로 나타나고 있다고 한다.

전체 응답자 중 약 20%의 항해사들은 이런 잦은 경보의 발생을 향해 당직

시 당직사관의 주요업무인 항해당직 업무의 집중을 방해하는 매우 주요한 요인으로 여기고 있으며, 특히 수동 리셋입력 장치만 구비되어 있는 선박의 항해사들은 매번 짧은 휴면 시간이 반복적으로 돌아올 때마다 리셋입력을 해야 한다는 점을 항해 당직시의 매우 큰 스트레스 요인으로 꼽았다고 한다.

이에 반해 인체 감지 센서인 모션센서를 갖춘 선박의 항해사들은 매우 적은 횟수의 경보를 경험하였으며 항해 당직 시 선교항해당직 경보시스템 리셋입력 동작의 빈도가 현저히 줄어들었으므로 항해당직 시 원하지 않는 스트레스를 받거나 불편함을 느끼지 않고 있으며 오히려 선교항해당직 경보시스템을 항해 당직 시 위험요소를 제거하고 불안감을 없애 주는 안전 장비로 여기고 있다고 한다.(Martek Marine, 2011)

이와 같은 연구와 조사결과를 바탕으로 IMO에서는 선교항해당직 경보시스템에 모션센서의 도입을 허용하게 되었으며, 이 모션센서를 적용 후 선교항해당직 경보시스템 운용에 대한 불편함으로 인한 불만이 상당히 감소하였으며 항해당직자들에게 항해 당직 업무에 집중할 수 있는 계기를 마련하게 된 것은 매우 고무적으로 볼 수 있다.

3.2 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 동작원리

인간을 포함한 자연계에 존재하는 모든 물체는 그 온도에 해당하는 복사선을 방출한다. 그 중 인간의 몸에서는 적외선이 방사되며 표면온도는 20°C - 35°C 정도로 약 10 μ m 정도의 파장을 가지고 있다.

온도가 높은 물체는 낮은 물체보다 더 많은 적외선을 방사하며, 인간의 체온과 같이 낮은 온도에서는 원적외선이 방사된다.

이 적외선 파장의 변화를 감지하여 센서가 반응 인체의 존재 유무를 알려주는 것이 수동 적외선 센서이며 현재 선교항해당직 경보시스템용 모션센서 대부분에 기본 탐지센서로 사용되고 있다.(최용선, 2008)

이 인체감지용 적외선 센서는 육상의 보안시스템과 자동화 제어시스템에 이용되면서 대량 생산이 시작되었으며 실생활에서는 주로 육상의 침입자 감시, 가전의 자동조명, 에어컨, 주택설비분야의 내객 통보기, 빌딩의 자동문 제어 등

까지 용도가 확대되어 사용되고 있다.

Fig. 4는 수동 적외선 센서가 어떻게 인체의 움직임을 탐지하고 동작하는지를 보여주고 있다.

적외선 센서의 감지부는 적외선 파장의 변화를 감지하여 전류나 전압과 같은 측정이 쉬운 물리적 신호로 변환하는 역할을 한다.

적외선 센서는 연속적이고 변화가 없는 일정한 신호에 대하여는 동작을 하지 않으며 변화하는 입력, 즉 물체의 움직임에 대해서만 동작을 한다.

Fig. 4에서 보여주는 것처럼 인체가 적외선 센서의 탐지영역에 들어왔을 때 센서에 입사되는 적외선의 양은 인체표면과 배경과의 온도 차에 해당하는 만큼 변화 할 것이고 그 적외선의 변화를 검출함으로써 인체의 존재유무를 탐지 할 수 있게 되는 것이다.

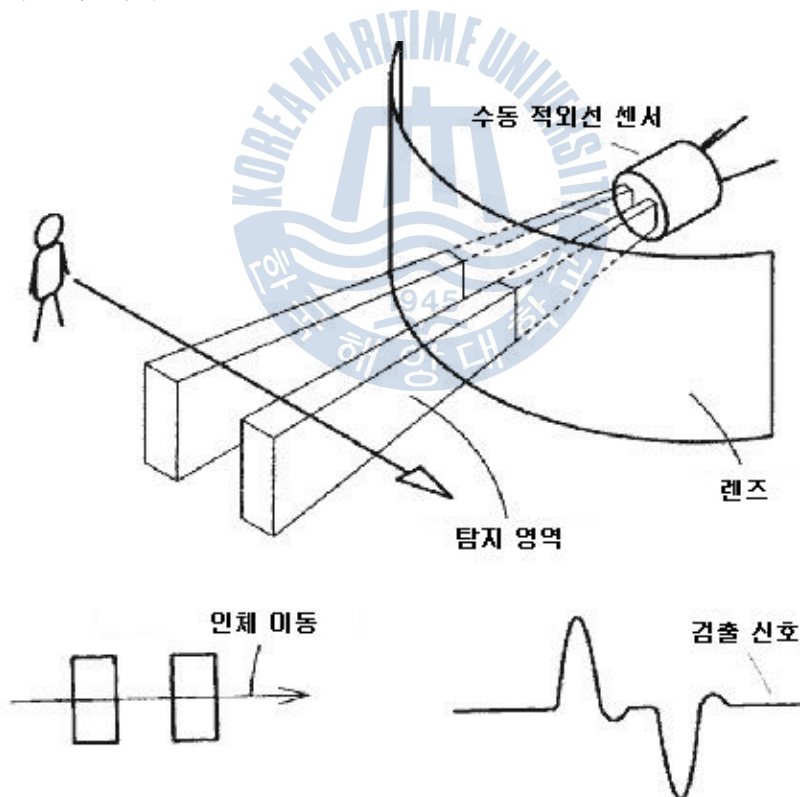


Fig. 4 How the PIR sensor works

(Source: ladyada.net, 2012)

3.3 현행 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 종류와 탐지방법

Table 1은 현재 각 선급 및 국가로부터 형식승인을 받은 선교항해당직 경보 시스템을 제작, 판매하고 있는 각 나라의 선교항해당직 경보시스템 제조업체와 제조업체별 사용하고 있는 모션센서의 종류와 탐지방법을 나타낸 것이다.

Table 1에서 보이고 있는 것과 같이 거의 모든 제조업체가 인체 활동을 탐지하는 수동 적외선 센서(PIR)를 기본 탐지방법으로 하는 모션센서를 선교항해당직 경보시스템에 적용시키고 있음을 알 수 있다.

그리고 몇몇의 제조업체는 이 수동 적외선 센서외의 또 다른 탐지방법을 추가로 모션센서에 적용하여 모션센서 동작 시 외부로부터의 불필요한 영향을 줄이는 동시에 탐지능력의 향상을 꾀하고 있으며 이를 통해 모션센서의 보다 안정적이고 효율적인 사용이 가능하다고 말하고 있다.

Table 1 List of Motion sensors

Maker	Model	Detection Scheme
Kongsberg Maritime	UP370T	PIR and Ultra-Sonic
SAMYUNG ENC	BNW-50	PIR and Microwave
SAM Electronics	WAP2012	PIR
Martek Marine	NAVGARD	PIR and Microwave
Furuno	BR-560	PIR
JRC	NYG-4	PIR

본 연구에서는 Fig. 5에 보이는 노르웨이 선박 기자재 업체인 K사의 UP370T 모델을 이용하여 준비된 실험을 실행하고 모션센서의 최적기능을 도출하도록 한다.



Fig. 5 Motion sensor UP370T
(Source: KONGSBERG, 2013)

Table 2는 본 연구에 사용되어질 UP370T 모델의 각 기능들과 특징점을 보여주고 있다.

Table 2 Technical data of UP370T motion sensor

Model	UP370T
Input Power	8 VDC – 16 VDC (12 VDC in normal)
Detection Scheme	PIR and Ultra-sonic
Detection Speed	0.1 m/s – 4 m/s
Detection Range	10 m
Alarm Output	Semi-conductor relay
Mounting Height	2.2 m at wall
Extra Functions	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compensate real temperature 2. Disarm detector (PIR or PIR/US) 3. Adjust sensitivity of detection 4. Reduce detection range 5. Apply pieces of the masking foil 6. Perform anti-masking

3.4 선교항해당직 경보시스템용 모션센서 적용에 대한 논란

앞서 살펴본 바와 같이 수동 적외선 센서를 기본 탐지센서로 이용하는 모션 센서는 적외선 파장의 변화를 감지하여 동작하게 되므로 아래와 같은 여러 가지 외부 조건들에 의해 오동작을 일으킬 수 있으며 아예 동작하지 않을 수도 있다.

적외선 파장의 변화를 감지한다는 말은 곧 탐지 대상의 온도변화를 감지한다는 뜻으로 탐지 대상의 동작이 너무 빠르거나 느린 경우, 탐지 대상이나 구역의 온도변화가 매우 미미한 경우, 탐지센서와 대상 사이에 구조물 등의 외부 방해물이 있는 경우에는 탐지가 불가능 할 수 도 있다.

그리고 탐지영역이 탐지 대상, 즉 인체보다 온도가 더 높은 곳, 온도변화가 급격한 곳, 에어 컨디셔너나 스팀 제너레이터가 동작하고 있는 곳, 햇볕이나 그림자가 강한 곳에서는 오동작을 일으키기도 한다.

또한 이 모션센서를 육상이 아닌 해상의 항해당직이라는 특수한 환경 및 조건에서 사용 시에는 탐지하고자 하는 대상, 즉 항해당직사관이 아닌 작은 동물들의 움직임에도 동작해 버리거나 항해당직사관의 줄음 중에 발생할 수 있는 작은 움직임에도 동작 할 수 있고, 혹은 불의의 사고나 예상치 못한 상황에 의해 실신하거나 사망한 당직사관의 신체가 선체의 움직임에 따라 움직일 때에도 동작할 수 있는 등의 여러 문제점들을 야기 할 수 있다.

이는 다시 말해 선교항해당직 경보시스템의 효율성을 높이기 위해 모션센서를 적용하였으나 오히려 선교항해당직 경보시스템의 원래 목적인 선박과 선원의 안전을 약화시키는 반대의 결과를 가져올 수도 있다는 것이다.

본 연구에서는 위에 설명한 선박에서의 모션센서 사용 시 일어날 수 있는 여러 가지 문제점 중 실제 가장 일어날 가능성이 높아 보이며 또한 상당한 위험을 초래할 수 있는 항해당직사관의 줄음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임에 대한 모션센서의 반응을 중점적으로 살펴보고 실험하여 그 결과를 얻고자 한다.

Table 3 Different views of class societies and flag authorities about using motion sensor for BNWAS (Source: bnwas.com, 2013)

Organization	Name	Key information
Class	DNV	The use of motion sensor is mandatory for DNV NAUT classed vessels.
Class	LR	LR accepts the use of reset arrangements based on the detection of movement for vessels where Flag Administrations accept the use of them. However, The motion sensor is not allowed to be used on LR Nav1 and LR IBS classed vessels.
Flag Authority	Bahamas Maritime Authority (BMA)	The BMA stance on PIR as a reset method for BNWAS had previously been that they were not acceptable. However, following a review of the performance standards of Intelligent PIR and review of IMO NAV 55/20/2 and 55/21 papers, they are now of the view that 'Intelligent' PIR are acceptable.
Flag Authority	Greek Flag State	The Greek Flag State does not have any objection to accept a BNWAS to be equipped for reset functions with Infrared Motions sensors and also manual 'push-button' devices in order to be in compliance with the requirements of IMO MSC.128 (75) / para. 4.1.3.3.
Flag Authority	Maritime and Port Authority of Singapore (MPA)	MPA Singapore hold the view that PIR motion detectors are not acceptable as a method of resetting the BNWAS.

현재 몇몇의 선급 및 국가에서도 위와 같은 이유로 인해 Table 3과 같이 선 교항해당직 경보시스템에 모션센서의 적용을 금지하거나 권고하지 않고 있다.(bnwas.com, 2013)

선교항해당직 경보시스템의 성능요건을 다룬 국제 전기기술 위원회(IEC, International Electrotechnical Commission)의 62616에서는 모션센서의 적용에 대하여 규정하고 있으나 매우 단편적이고 적용 가능한 모션센서의 성능에 대한 상세한 성능요건이 기술되어 있지 않아 차후 보완 또한 필요해 보인다.(IEC, 2010)

앞서 살펴본 대로 선교항해당직 경보시스템은 선원의 안전과 선박의 안전운항에 직접적으로 연관 되어있는 장비인 만큼 새로 적용되는 기술, 즉 모션센서 적용 시 야기될 수 있는 오동작과 문제점 발생여부에 대한 철저한 사전조사 및 연구가 필요하고 새로 적용되는 장비에 대하여 상세한 성능요건도 미리 제시될 수 있어야 할 것이다.

3.5 현행 선교항해당직 경보시스템용 모션센서 적용의 문제점

IMO를 비롯한 각국의 선박 항해, 운항 관련 기관에서는 인적과실 그 중 졸음 및 경계 소홀 등으로 인한 해양사고의 중요성이 지속적으로 검토되어 왔다.(배정철, 2009)

여기서는 해양사고 원인의 대부분을 차지하는 인적과실, 그 인적과실의 주요한 원인 중 하나인 당직사관의 졸음, 그 졸음을 유발하는 요인인 선원의 피로도에 관해 파악해 보고 피로도에 따른 당직사관의 졸음 행동 양상을 살펴어 모션센서 적용과 연계하여 선교항해당직 경보시스템에 발생할 수 있는 위험요소는 무엇이 있는지를 살펴본다.

기존의 항해사들의 피로도와 졸음에 관한 연구들을 살펴보면 항해사들은 선박이라는 특수한 근무환경 속에서 며칠 동안 지속되는 불충분한 수면을 자주 경험하고 있는데 이것은 숙면을 방해하는 해상 날씨, 선체의 심한 진동, 소음, 음주, 커피, 스트레스, 가족 걱정, 불면증, 하역작업 등의 다양한 외부 요인 등으로 양질의 수면을 보장 받지 못하고 있기 때문이다.

현재 승선중인 국내 항해사를 대상으로 실시한 조사에 따르면, 전체 응답자의 약 38%가 하루 10시간 이상 당직근무를 수행하고 있는 것으로 조사되었으며, 평균 4-6시간의 휴식을 취하는 것으로 파악되었다. 당직근무 중 약 절반 정

도의 항해사가 피로를 느끼고 있다고 하며 이러한 피로도가 집중력 저하를 가져오게 되어 충돌위험성에 대한 인식능력을 저하시키고 이는 곧 해양사고를 부르는 원인이 되기도 한다.(양원재, 2012)

항해당직 시 얼마나 졸음을 느끼고 있는지에 대한 조사결과를 살펴보면, 당직 근무 중 졸음 정도를 확인하는 설문에서 ‘정신을 차리고 당직에 임하고 있다’고 응답한 응답자는 전체의 약 45% 정도로 조사되었으나, ‘어느 정도 졸음이 오거나 약간 졸임이 오는 상태’가 전체의 약 55% 정도로 나타났다. 또한 승선근무 기간 동안의 당직근무 기간 중 어느 정도 졸음을 느끼고 있는가에 대한 조사에서는 ‘1주일에 1번에서 2~3번 정도의 졸음을 느낀다’라고 응답한 응답자가 전체의 약 55% 정도로 조사되었다. 이런 설문 결과를 종합해보면 항해사들은 충분한 수면을 취하지 못함으로 인해 당직근무 시 수시로 졸음을 느끼는 것을 알 수 있다.(양원재, 2009)

일정한 조건 하에서 20대 남녀 각각 10명을 대상으로 수행된 수면 테스트 결과 피로도가 상일 때에는 피로도가 중이거나 하일 때에 비해 두 배 이상의 수면 중 뒤척임 횟수를 보이는 것으로 나타났다.(신성윤 등, 2010)

이 연구 결과는 만약 당직사관이 항해당직 시 졸게 된다면 보통의 경우보다 더 졸음 중에 뒤척임이나 고개 끄덕임 등의 움직임은 행할 가능성이 높고 이로 인하여 피로도 증가에 따라 모션센서의 잘못된 리셋입력이 야기될 수 있음을 보여준다.

종합해보면, 항해사의 피로는 일반적으로 승선중인 선종, 항로, 항해기간, 입출항 횟수, 정박기간의 불규칙성 등과 같이 다양한 피로유발 요인에 의해서 발생하고 승선 중 직면하게 되는 장시간에 걸친 정신적, 육체적 노동으로 인하여 발생하는 수면부족과 스트레스, 정신적, 육체적인 작업부하 등의 원인에 의해서 증가 또는 누적되며 이는 곧 수면부족, 낮은 수면의 질이라는 위험 요소를 불러오게 된다.

위와 같은 요인으로 당직사관은 당직근무 시 자주 졸음을 느끼게 되며 피로도가 누적된 상태에서 졸음에 빠질 시 평소보다 많은 뒤척임을 발생시키게 된다.

선교항해당직 경보시스템용 모션센서는 당직사관의 정신적 인지 상태까지는 파악이 불가능하며 오로지 수동 적외선 센서를 통한 인체의 활동만을 탐지하게 되므로 항해당직 시 발생할 가능성이 높은 당직사관의 졸음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임을 정상적인 당직활동으로 탐지하여 리셋입력을 보내게 됨으로써 선교의 항해당직사관이 실제로는 경계불능 상태임에도 불구하고 짧게는 수분, 길게는 수십 분 동안 경보를 울리지 않게 함으로써 오히려 예상치 못한 위험을 안겨 줄 수도 있다.

이는 모션센서를 적용하지 않은 기존 선교항해당직 경보시스템에서는 일어날 수 없는 상황이다. 즉, 선교항해당직 경보시스템의 운용상 효율을 높이기 위해 모션센서를 도입하였으나 오히려 선교항해당직 경보시스템의 기본 목적인 선박과 선원의 안전을 약화시키는 결과를 초래 할 수도 있다는 것이다.



제 4 장 모션센서를 이용한 최적기능 검토 실험

4.1 선교향해당직 경보시스템의 새로운 구성과 설계

앞서 살펴본 대로 선교향해당직 경보시스템용 모션센서는 기존의 선교향해당직 경보시스템의 리셋입력에 대한 불편함을 해소시키고 더욱 효율적인 선교향해당직 경보시스템 운용을 위하여 적용된 것이다.

하지만 육상에서 사용 중인 기술과 장비를 특수한 상황인 해상의 항해당직에 그대로 적용시킴으로써 선교향해당직 경보시스템용 모션센서의 탐지원리에 따른 단순한 동작이 선교향해당직 경보시스템의 기본 취지인 안전한 운항을 도모함에 있어 문제점을 야기 시킬 수 있음을 충분히 알 수 있다.

현행 선교향해당직 경보시스템용 모션센서는 당직사관의 줄음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임은 정상적인 선교 활동으로 인지할 경우가 발생 가능하고 그로 인한 선교향해당직 경보시스템용 모션센서의 잘못된 리셋입력이 선박의 안전한 운항에 있어 예기치 못한 위험을 가져오게 될 수도 있기에 이를 예방하기 위하여 다음과 같은 선교향해당직 경보시스템의 새로운 구성을 제안한다.

우선 선교향해당직 경보시스템용 모션센서를 사용함에 있어 그 효율성은 앞서 여러 가지의 설문과 조사결과를 보면 이미 입증되었고 또한 매우 뛰어남을 충분히 가늠 할 수 있다. 그러므로 본 논문에서 제안하는 새로운 구성은 기존의 구성과 마찬가지로 선교향해당직 경보시스템용 모션센서를 사용하여 구성되기는 하나 기존의 선교향해당직 경보시스템이 두 개의 모션센서를 사용하여 선교 상에 있는 당직사관의 움직임을 탐지하는데 반하여 제안하는 새로운 구성에서는 한 개의 모션센서를 추가하여 총 세 개의 모션센서를 사용하여 선교 상에 있는 당직사관의 움직임을 탐지하도록 한다.

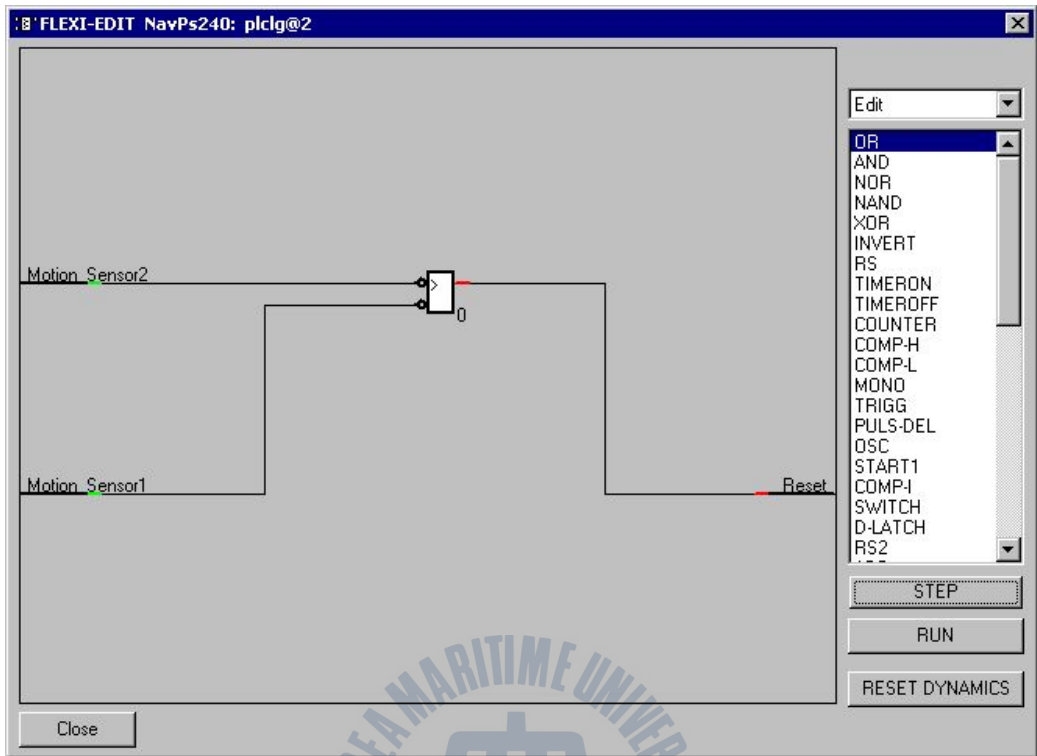


Fig. 6 Circuit of existing configuration

기존의 두 개의 모션센서를 사용하는 선교항해당직 경보시스템 구성은 Fig. 6 처럼 기본적으로 OR logic gate를 사용하여 어느 하나의 모션센서라도 움직임을 탐지하게 되면 리셋입력을 보내는 방식이다.

선교 좌, 우측 적당한 위치와 높이에 모션센서의 탐지범위를 고려하여 두 개의 모션센서를 각각 하나씩 마주보게 설치하고 둘 중 어느 하나의 모션센서라도 선교 상의 당직사관의 움직임을 탐지하게 되면 그 즉시 리셋입력을 주 장치에 보내어 정해진 휴면 시간을 다시 카운트하게 된다.

기존의 선교항해당직 경보시스템을 구비하고 있는 선박과 현재 건조되고 있는 모든 선박들 또한 마찬가지로 선교항해당직 경보시스템이 이와 같이 두 개의 모션센서를 사용하여 구성되어 있다.

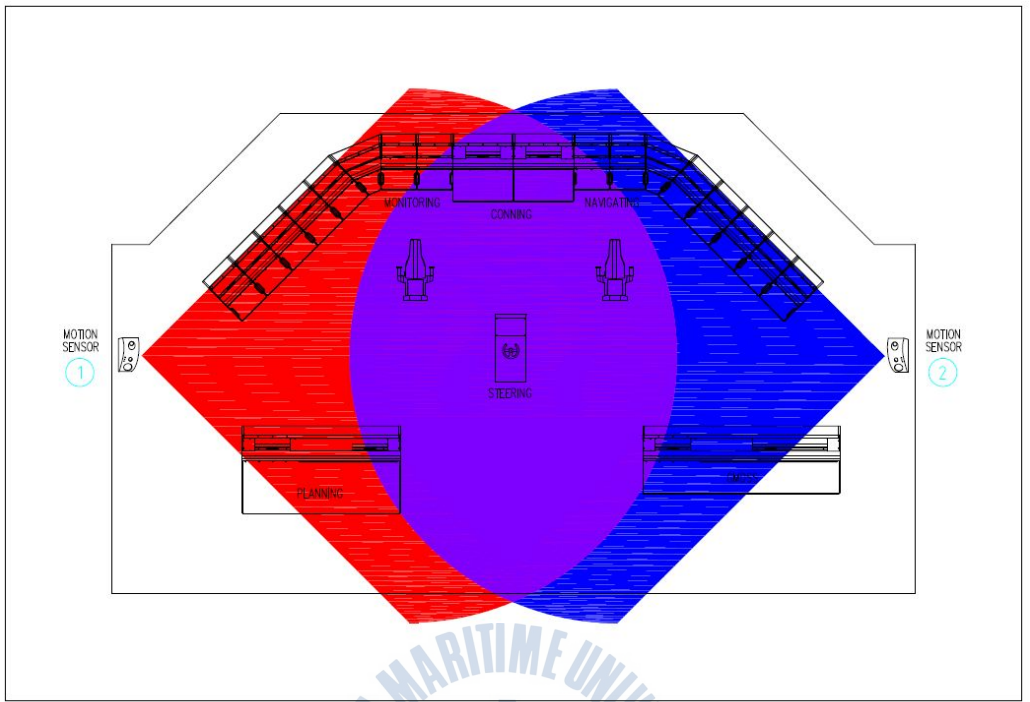


Fig. 7 Existing configuration of motion sensor

Fig. 7은 기존의 두 개의 모션센서를 사용하는 선교항해당직 경보시스템의 실제 선교 상의 설치 위치와 모션센서의 탐지범위를 나타내고 있다.

선교 좌측에 설치된 모션센서 1번의 탐지범위는 빨간색으로 표시하였으며, 선교 우측에 설치된 모션센서 2번의 탐지범위는 파란색으로 표시하였다.

모션센서 1번과 2번의 탐지범위가 중첩되는 부분은 보라색으로 표시하였다.

빨간색으로 표시된 범위와 파란색으로 표시된 범위 또 보라색으로 표시된 범위 전체에서 항해당직사관의 움직임을 모션센서 1번과 2번 중 어느 하나라도 탐지하게 되면 리셋입력을 보내게 된다.

본 연구에서 제안하는 세 개의 모션센서를 사용하는 새로운 선교항해당직 경보시스템 구성은 기존의 OR logic gate만을 사용하여 리셋입력을 보내는 구성에 비해 AND logic gate와 OR logic gate를 함께 사용하여 리셋입력을 보내는 구성으로 Fig.8과 같이 구성 할 수 있다.

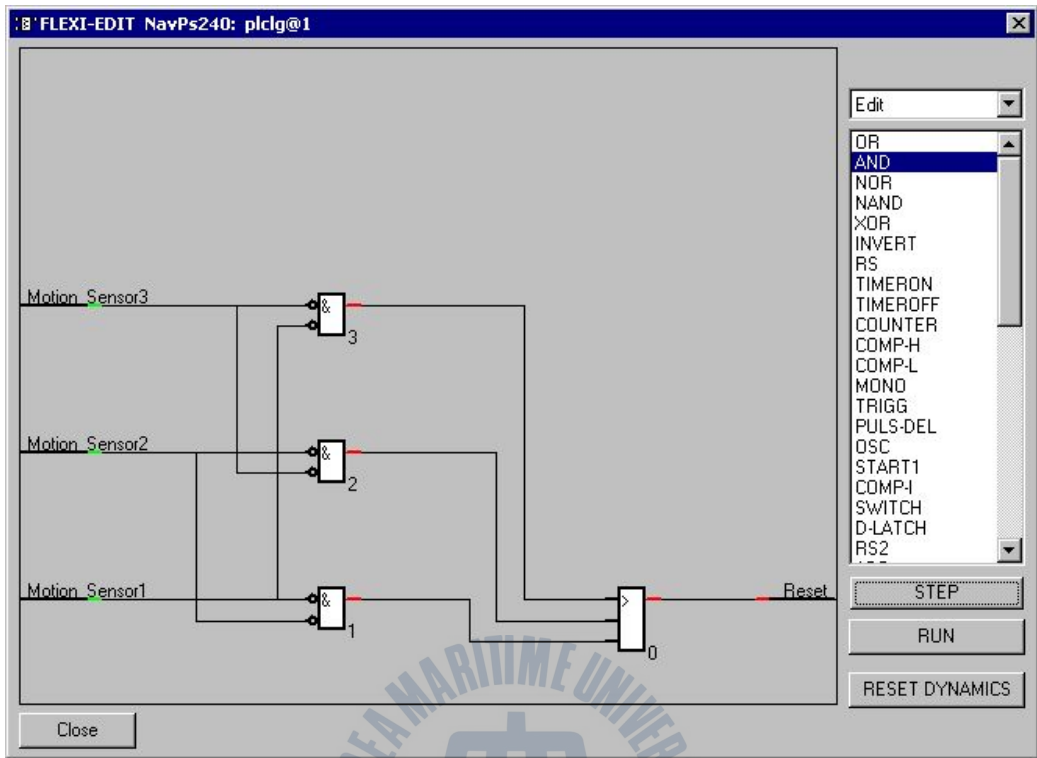


Fig. 8 Circuit of proposed configuration

기존의 선교 좌, 우측에 모션센서를 설치하였던 구성에 Fig. 9와 같이 선교 뒤쪽 중앙에 모션센서를 하나 더 추가한 구성으로 세 개의 모션센서 중 두 개의 모션센서가 동시에 선교 상의 당직사관의 움직임을 탐지하였을 때에만 리셋 입력을 주 장치에 보내어 정해진 휴면 시간을 다시 카운트하게 하는 구성이다.

이는 졸음 시 나타날 수 있는 동작들의 대부분이 횡이나 종으로 단순 반복하여 나타나거나 불규칙한 방향의 일회성 동작을 보이게 되므로 비록 한 개의 모션센서가 당직사관의 졸음 중 움직임을 탐지하더라도 다른 두 개의 센서는 다른 각도에서 당직사관의 움직임을 탐지하게 되고 이 중 두 개의 모션센서가 동시에 움직임을 탐지할 때에만 동작하게 되므로 항해당직사관의 졸음 중 발생할 수 있는 작은 움직임으로 인한 잘못된 리셋입력의 발생 횟수를 줄이는데 목표가 있다.

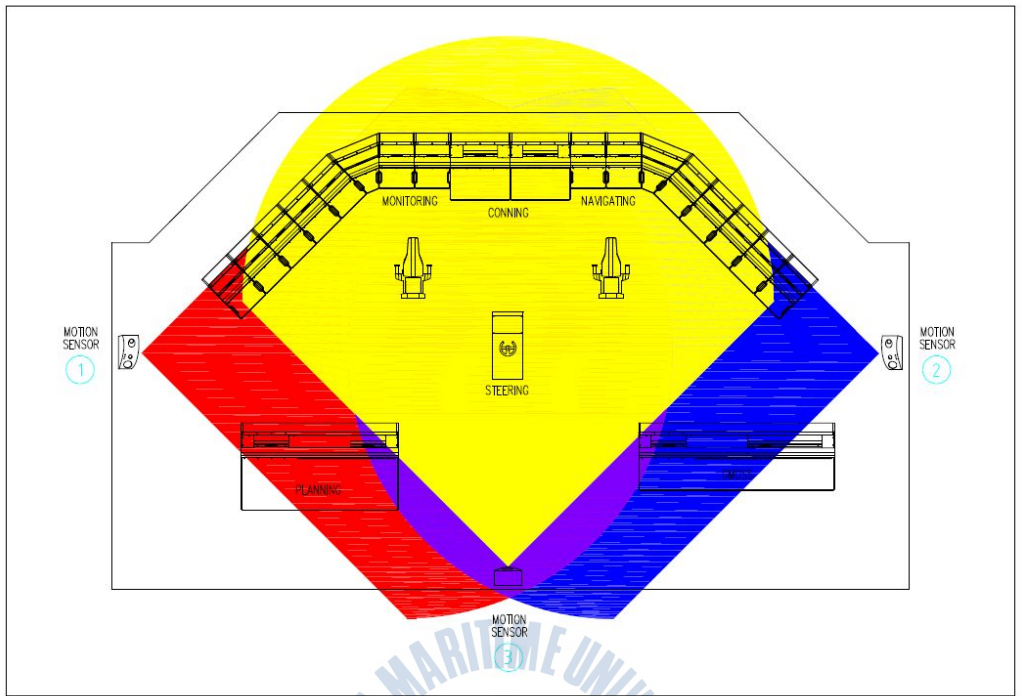


Fig. 9 Proposed configuration of motion sensor

본 구성을 제안 시 사전에 고려한 사항은 첫째, 모션센서를 사용함에 있어 그 효율성은 이미 많은 연구와 조사 결과를 통해 밝혀진 대로 당직사관이 항해 당직에 집중할 수 있도록 해주기에 충분하므로 모션센서 사용의 효율성은 떨어트리지 않는 한도 내에서 잘못된 리셋입력의 발생 횟수를 줄일 수 있는 방법을 모색하는 것이었다.

이는 새로운 구성 하의 선교 상의 탐지영역이 기존의 구성과 같거나 약간 작아도 무방하나 모션센서의 효율성을 떨어트리지 않기 위해 항해당직 시 선교 상의 당직사관이 주로 머무는 항해계기 조종구역은 반드시 탐지영역에 포함되어야 한다는 것이다.

둘째, 구성이 간단하고 비용이 적게 들며 설치가 쉬워야 한다는 것이다. 선교 항해당직 경보시스템을 새로 적용하는 선박은 물론이고 기존의 선교항해당직 경보시스템을 보유하고 있는 선박에서도 많은 비용과 장비를 들이지 않고 바로

적용 가능한 구성을 만드는데 주력하였다.

그 결과, DC 공급용 전원부 1개와 릴레이 3개, 모션센서 3개만을 사용하여 Fig. 10과 같이 구성하였다.

본 구성은 현재 건조중인 선박은 물론 현재 선교항해당직 경보시스템을 보유하고 있는 선박에서도 따로 시간과 인원을 준비하여 설치 할 필요 없이 간단한 전기지식을 가진 승선중인 선원에 의해서도 충분히 설치 가능한 매우 간단한 구성이다.

기존의 선교항해당직 경보시스템 구성과는 다르게 릴레이를 추가하여 적용시 킴으로써 3개의 모션센서 중 2개 이상의 모션센서가 항해당직사관의 움직임을 동시에 탐지하였을 때에만 리셋입력을 보내도록 구성하였다.

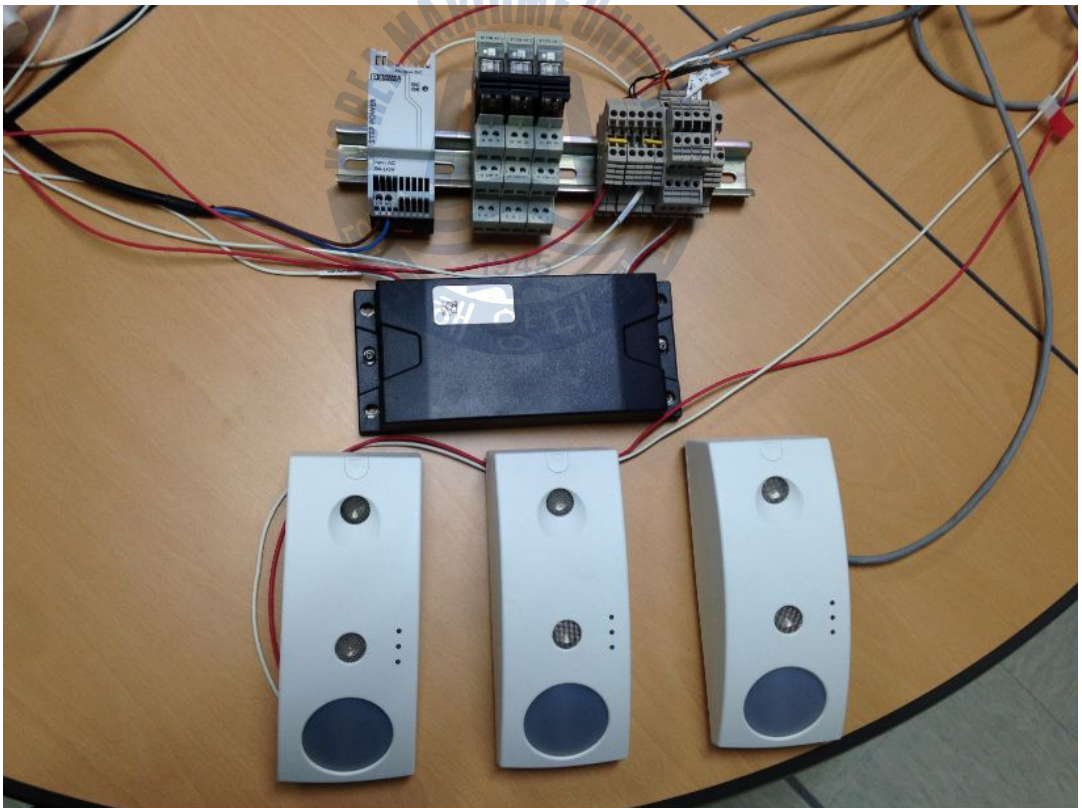


Fig. 10 Used components of proposed configuration

이 구성의 결선도는 Fig. 11과 같다.

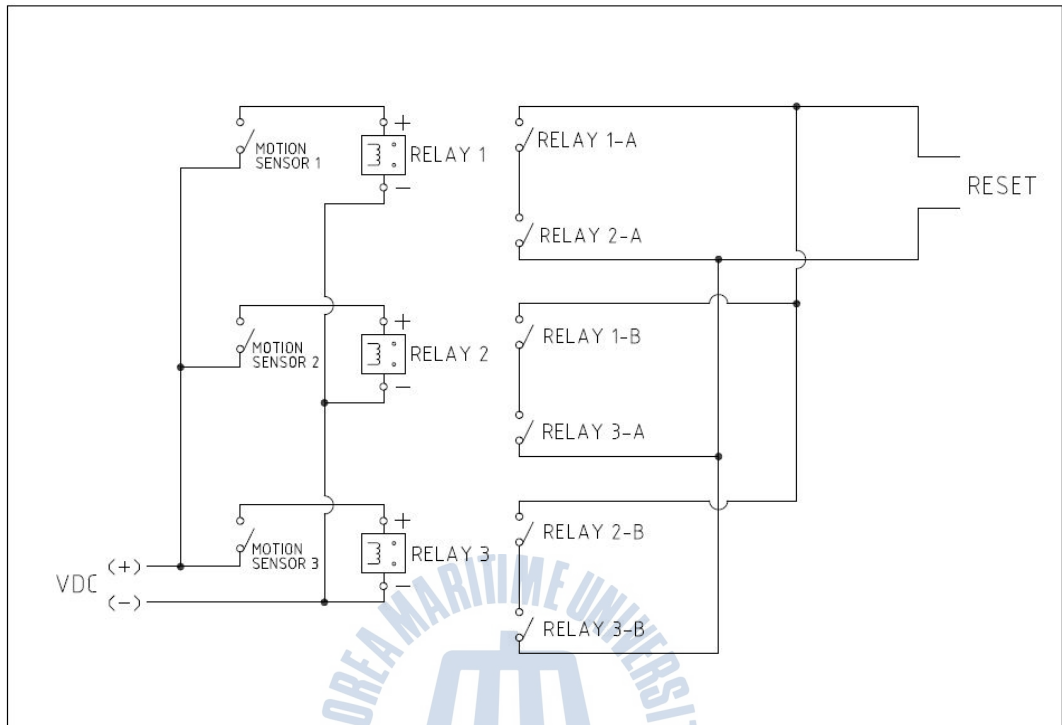


Fig. 11 Connection diagram of proposed configuration

4.2 제안된 선교항해당직 경보시스템의 탐지영역 비교실험

본 실험의 신뢰성을 더하기 위하여 실제 선박의 선교와 매우 유사한 크기의 공간인 가로 15미터, 세로 9미터 크기의 직사각형 빈 공간에서 다음의 실험을 진행하였다.

기존의 선교항해당직 경보시스템과 제안된 선교항해당직 경보시스템의 탐지영역을 비교실험하기 위해 먼저 앞서 소개한 노르웨이 DNV 선급으로부터 인증된 노르웨이 K사의 선교항해당직 경보시스템용 모션센서인 UP370T 모델을 기존의 선교항해당직 경보시스템 구성처럼 좌, 우측 적절한 위치와 높이에 각각 한 개씩 설치한 후 피 실험자를 활용하여 전후좌우 1m의 간격으로 워킹테스트를 시행하였다.

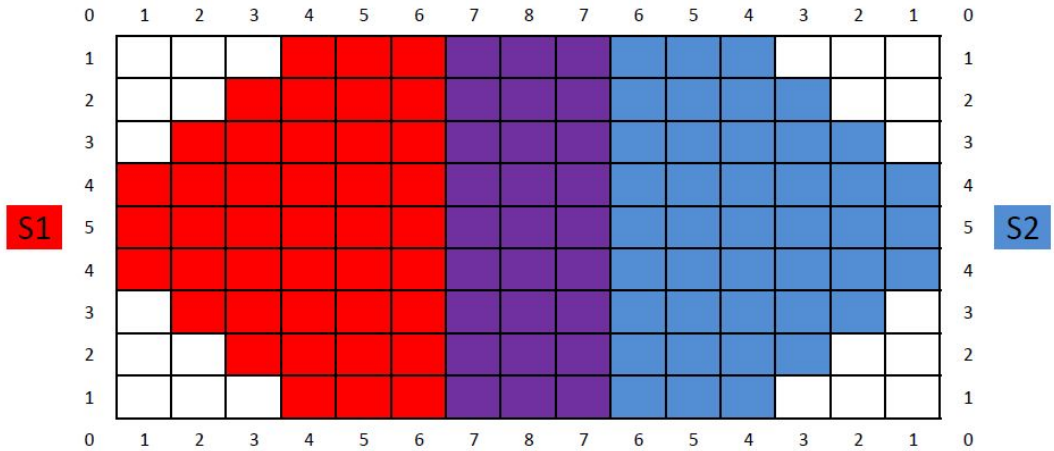


Fig. 12 Detection area of existing configuration

총 5회의 워킹테스트를 진행하였으며 워킹테스트 중 3회 이상 모션센서가 반응한 구역은 좌측 모션센서는 빨간색, 우측 모션센서는 파란색 색상을 넣어 Fig. 12와 같이 표시하였다. 보라색 구역은 좌우측 센서가 모두 반응한 구역이다.

위 결과를 보면 제조업체의 모션센서의 성능기준에 나와 있는 대로 전방 10m, 측면 양쪽 각각 5m 씩 총 10m에 해당되는 구역은 성능기준대로 충분한 탐지가 가능한 것으로 나타났다. 그리고 항해당직 시 당직사관의 주요 동선인 항해계기 조종구역 부근을 비롯하여 선교 거의 모든 구역이 충분히 탐지가 가능한 것으로 나타났다.

다음으로 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성, 즉 3개의 모션센서를 사용하여 실험을 진행하였다. 이전과 실험과 같은 모션센서인 UP370T 모션센서를 사용하였고 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성인 두 개의 모션센서를 사용하는 구성에 추가로 한 개의 모션센서를 더하여 실험하였다. 추가한 한 개의 모션센서는 선교 뒤쪽 중앙에 해당하는 적절한 위치에 설치하여 최대한 탐지범위가 중첩될 수 있도록 위치시켰다.

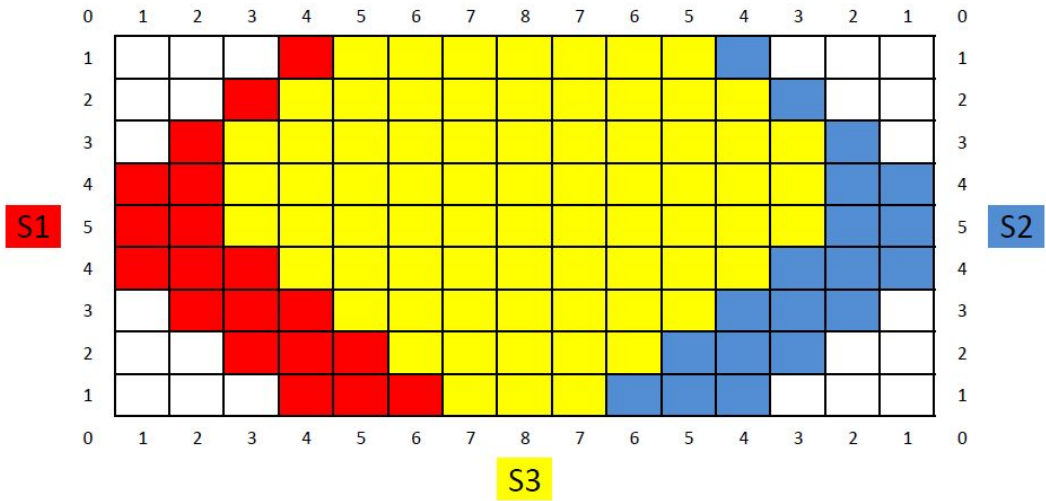


Fig. 13 Detection area of proposed configuration

본 실험도 이전 실험과 마찬가지로 피 실험자를 활용하여 1m의 간격으로 위킹테스트를 시행하였다.

이전 실험과 동일하게 총 5회의 위킹테스트를 진행하였으며 기존의 결과를 바탕으로 위킹테스트 중 3회 이상 뒤쪽의 모션센서가 반응한 구역을 노란색으로 추가 표기하였다.

제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성은 세 개의 모션센서 중 두 개 이상의 모션센서가 동시에 동작하면 리셋입력을 보내는 방식으로 Fig. 13의 노란색 구역은 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성 하에서 항해당직사관이 정상적인 당직활동을 행하고 있다고 가정할 때 두 개 이상의 모션센서가 동시에 동작 가능한 구역, 즉 당직사관의 움직임을 탐지 가능한 구역으로 볼 수 있다.

위 두 실험결과를 살펴보면, 기존의 선교항해당직 경보시스템 구성은 총 135개의 구역 중 111개의 구역에서 당직사관의 움직임을 탐지 가능하며, 제안된 선교항해당직 경보시스템 구성은 총 135개의 구역 중 73개의 구역에서 당직사관의 움직임을 탐지 가능한 것으로 나타났다.

이를 단순히 탐지 가능 구역의 수치만으로 비교했을 때에는 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성 하에서의 탐지영역이 기존 구성의 탐지영역보다 다분히 줄어든 것으로 볼 수 있어 선교항해당직 경보시스템의 효율을 떨어트릴 것이라 염려할 수 있으나 Fig. 13에 보이는 것처럼 당직사관이 항해당직 시 주로 머무는 항해계기 조종구역은 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성 하에서도 충분히 당직사관의 움직임을 탐지 가능하므로 제안된 선교항해당직 경보시스템의 효율성이 탐지 가능 구역의 수치 차이에 비례하는 만큼 낮아졌다고는 볼 수 없다.

4.3 제안된 구성 하에서 모션센서의 졸음 중 움직임 탐지 실험

앞서 살펴본 대로 육상이 아닌 해상의 항해당직이라는 특수한 환경 및 조건에 모션센서를 적용 시에는 항해당직사관의 지속적인 피로누적으로 인한 항해당직 시 졸음에 빠질 가능성을 고려하여야 하며, 그에 더해 항해당직사관의 가중된 피로로 인한 졸음 중 자주 나타날 수 있는 수면 행동이 원인이 된 잘못된 리셋입력이 모션센서로 인해 발생 가능하다는 점도 충분히 고려하여야 한다. 이는 곧 항해 중이거나 정박 중인 선박과 선원을 위협으로 몰고 갈 수 있기 때문이다.

본 실험에서는 피 실험자를 선교 상의 항해계기 조종구역에 해당하는 지점에 위치시키고 선정된 졸음 중 발생할 수 있는 네 가지의 대표적인 수면 행동 유형을 20차례 반복 시행하여 기존의 선교항해당직 경보시스템 구성에서의 리셋입력 발생 횟수와 제안된 선교항해당직 경보시스템 구성에서의 리셋입력 발생 횟수를 누적 집계하여 각 구성의 항해당직사관의 졸음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임으로 인한 잘못된 리셋입력 발생에 대한 총 횟수와 빈도를 조사하였다.

졸음 중 행동 유형은 개인의 생리적, 심리적 상태에 따라 매우 다양한 양상으로 나타나며 외부요인에 의한 영향도 매우 크기 때문에 수많은 수면 행동 유형 중 누워서 자는 수면이 아닌 짧은 시간 동안의 불편한 공간과 상황에서 졸음 시 일어날 수 있는 몇 가지 대표적인 수면 행동 유형을 선정하여 실험하였다.

졸음 중 대표적인 수면 행동 유형으로 선정한 것은 첫째, 고개 끄덕임이다.

보통 불편한 상황 및 자세에서 졸음 시 가장 일어나기 쉬운 행동 유형으로 판단하여 수면 행동 유형의 한 가지로 선정하였다.

실제 고개 끄덕임은 누워서 자는 수면을 제외한 졸음 시 남녀노소를 막론하고 누구나 쉽게 경험할 수 있는 보편적인 수면 행동 유형이며 단방향의 반복적인 동작과 짧은 동작거리, 좁은 탐지범위를 가지는 행동 유형이므로 이에 대한 모션센서의 탐지 특성을 파악하기에 좋은 수면 행동 유형으로 판단하여 선정하였다.

둘째, 뒤척임이다.

당직사관이 항해당직 시 졸게 된다면 보통 항해계기 조종구역에서 서서 졸거나 콘솔에 기대어 졸거나 할 것이다. 그렇지 않으면 도선용 의자에 앉아서 졸게 될 것이고 이 자세에서 가장 일어나기 쉬운 수면 행동 유형이 졸음 중 뒤척임으로 판단하여 선정하였다.

그리고 이 뒤척임 행동 유형은 고개 끄덕임과는 반대로 넓은 탐지범위와 불규칙한 방향의 일회성 동작을 보이므로 이에 대한 모션센서의 탐지 특성을 파악하기에도 좋은 수면 행동 유형으로 판단하여 선정하였다.

셋째와 넷째로 선정한 행동 유형은 왼손 들기와 오른손 들기인데 피 실험자에게 팔을 늘어뜨린 상태에서 전방으로 90도 각도까지 천천히 손을 들어 올리게 하였다.

이 행동은 졸음 중 발생할 수 있는 수면 행동 유형으로 보기는 어려우나 본 실험에서 항해당직사관의 약간의 움직임에도 모션센서가 얼마나 자주 이에 반응하는지를 쉽게 파악할 수 있는 표본적인 움직임으로 판단하여 선정하였다.

선정한 각 수면 행동 유형들은 총 20차례 피 실험자가 동일하게 반복하였고 모션센서의 리셋입력 대기 시간이 2초에서 3초 정도임을 고려하여 행동과 행동 사이에 5초의 대기시간을 가진 후 실험하였다.

실험 결과에는 피 실험자에게 20차례에 걸쳐 똑같은 행동을 반복하게 하여 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성인 두 개의 모션센서를 가진 구성에서

의 리셋입력 발생 횟수와 제안된 선교항해당직 경보시스템이 구성인 세 개의 모션센서를 가진 구성에서의 리셋입력 발생 횟수를 표시하였고 두 구성의 실험 결과를 쉽게 비교할 수 있도록 위, 아래에 배치하였다.

Fig. 14는 고개 끄덕임에 대한 모션센서의 반응 실험 결과이다.

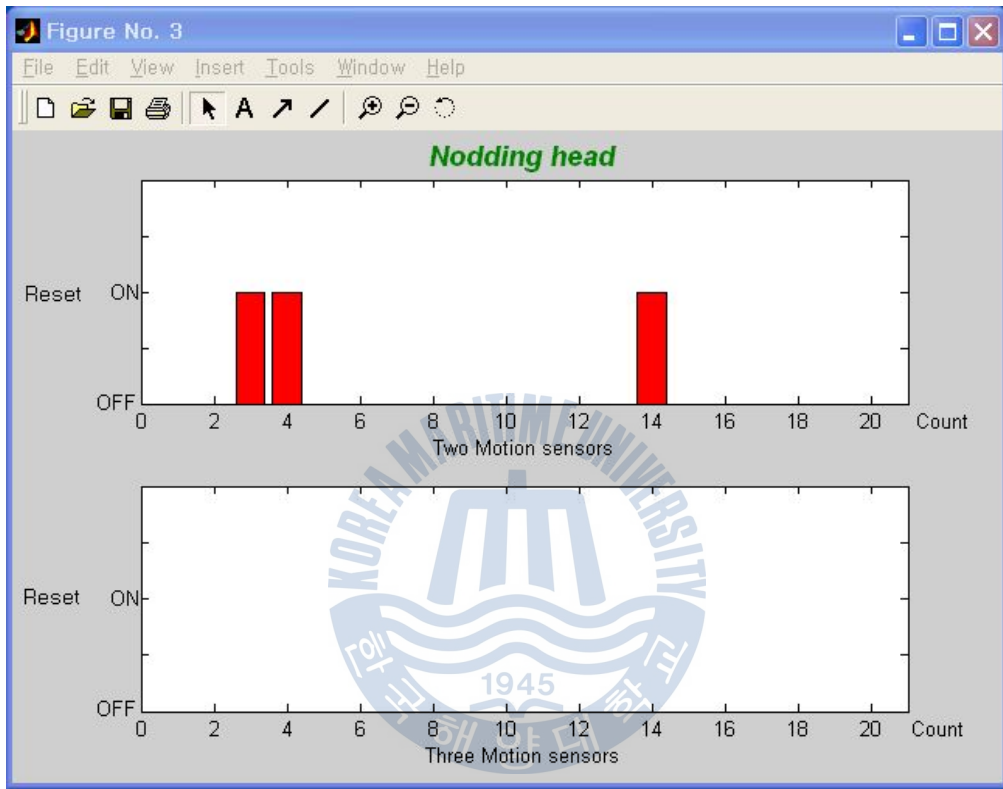


Fig. 14 Comparison of test result for nodding head

Fig. 14의 고개 끄덕임에 대한 실험 결과를 살펴보면 기존의 구성 하에서는 총 3번의 리셋입력이 발생하였으나 제안된 구성 하에서는 리셋입력이 한 번도 발생하지 않았다.

전반적으로 탐지 횟수가 다른 수면 행동 유형의 실험보다 줄어든 이유는 고개 끄덕임이 매우 좁은 탐지범위와 짧은 동작거리를 가지는 동작이기 때문에 모션센서가 그 움직임을 능히 탐지할 수 없었기 때문으로 사료되며 또 제안된 구성 하에서는 리셋입력이 한 번도 발생하지 않은 이유는 고개 끄덕임이 단방

항의 반복되는 동작이기에 두 개 이상의 모션센서가 동시에 동작하지 않아 리셋입력을 한 번도 발생하지 않은 것으로 사료된다.

기존의 구성에서도 단 세 번의 리셋입력을 발생시키어 선정된 행동 유형 중 가장 낮은 리셋입력 발생 횟수를 보였다.

Fig. 15는 줄음 중 뒤척임에 대한 실험 결과이다.

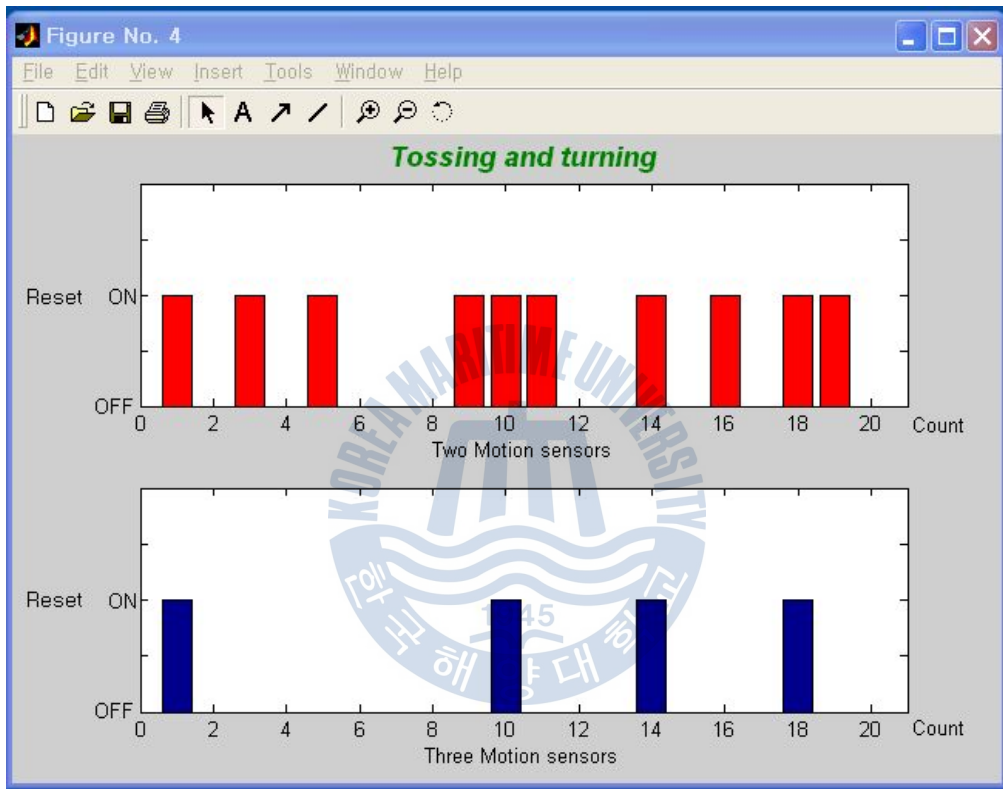


Fig. 15 Comparison of test result for tossing and turning

이 실험 역시 피 실험자에게 20차례에 걸쳐 똑같은 뒤척임 행동, 즉 한쪽 방향으로 모로 기대어 의자에 앉은 상태에서 반대편으로 몸을 틀어 다시 모로 기대어 앉는 행동을 반복하게 하여 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성인 두 개의 모션센서를 가진 구성에서의 리셋입력 발생 횟수와 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성인 세 개의 모션센서를 가진 구성에서의 리셋입력 발생 횟수를 표시하였고 역시 두 구성의 실험 결과를 쉽게 비교할 수 있도록 위, 아래에

배치하였다.

실험 결과를 살펴보면 기존의 구성 하에서는 선정된 수면 행동 유형 중 가장 많은 총 10번의 리셋입력이 발생하였고 제안된 구성 하에서도 선정된 수면 행동 유형 중 가장 많은 총 4번의 리셋입력이 발생하였다.

이는 몸을 뒤척이는 행동이 불규칙한 방향의 일회성 동작이기는 하나 신체 전반에 걸쳐서 일어나게 되므로 다른 수면 행동 유형에 비해 훨씬 넓은 탐지범위를 가지며 또한 이로 인해 다 각도에서 움직임이 탐지 가능한 결과로 사료된다.

Fig. 16와 Fig.17은 손들기에 대한 실험 결과이다.

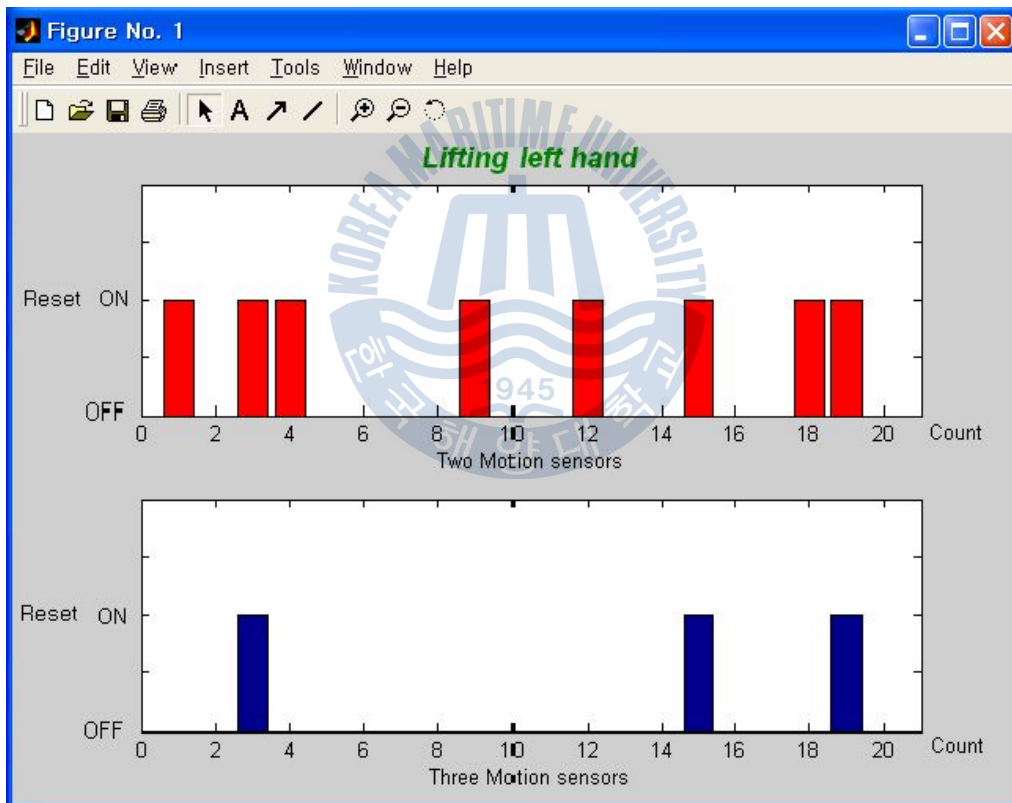


Fig. 16 Comparison of test result for lifting left hand

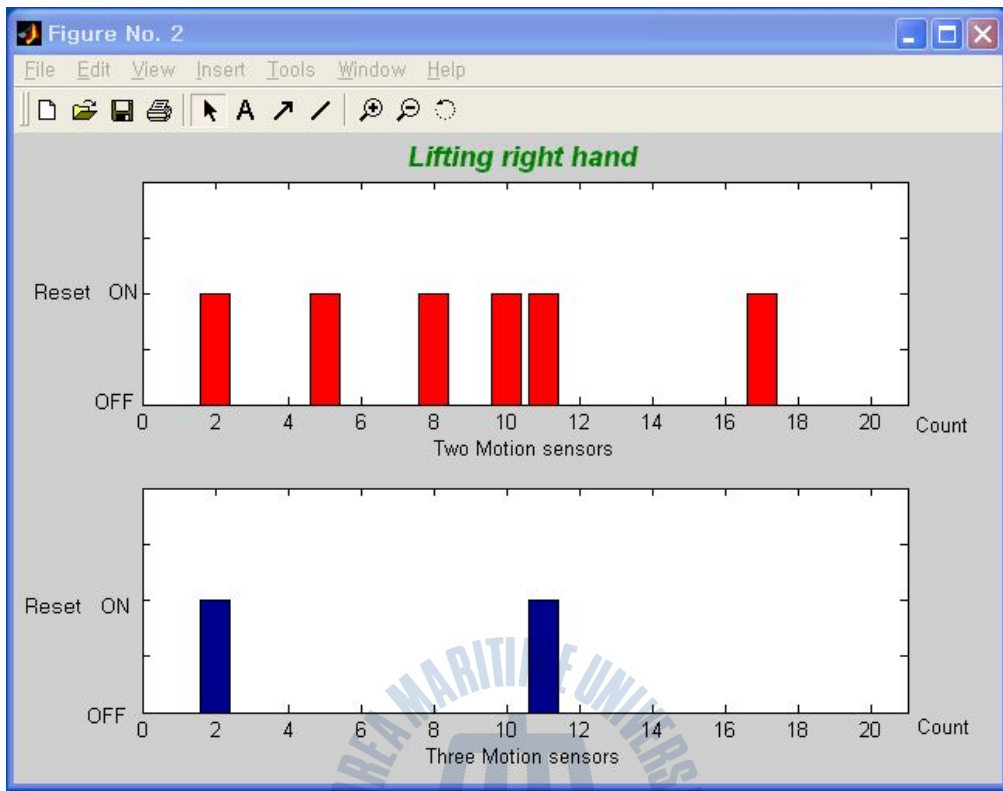


Fig. 17 Comparison of test result for lifting right hand

앞서 설명한대로 실제 당직사관이 줄음 중 이와 같은 행동을 보이지는 않을 것이나 본 수면 행동 유형에 대한 실험을 통해 모션센서가 당직사관의 신체 일부분의 작은 행동에도 반응하는지를 살펴 그 위험도를 예상해 볼 수 있는 표본적인 결과를 도출할 것으로 판단하여 선정하였고, 위 두 실험들과 동일하게 진행하였다.

손들기는 기존의 구성 하에서는 각각 8번, 6번의 리셋입력이 발생하였고 제안된 구성 하에서는 각각 3번, 2번의 리셋입력이 발생하였다. 본 실험 결과에서 알 수 있듯이 모션센서는 향해당직사관의 신체의 일부분의 작은 움직임에도 동작하기도 하며 반복된 움직임에도 지속적으로 반응하는 것을 확인 할 수 있다.

실제 수면 행동 유형으로 선정하여 실험하지는 않았으나 줄음 중 나타날 수 있는 유사한 행동인 팔 늘어뜨리기, 다리 쪽 펴기, 다리 꼬기 등도 이와 비슷한

결과를 나타낼 것으로 보인다.

이상 선정된 네 가지 수면 행동 유형에 대한 모션센서의 리셋입력 발생 횟수와 빈도를 살펴보았다. 예측한대로 모션센서는 항해당직사관의 졸음 중 발생할 수 있는 작은 움직임에도 반응하기도 하며 반복적인 움직임에도 반응하는 것으로 나타났다. 고개 끄덕임과 뒤척임에 대한 실험 결과에서 비교할 수 있듯이 모션센서는 탐지범위가 좁거나 짧은 동작거리를 가지는 행동에는 비교적 덜 반응하나 탐지범위가 넓거나 다양한 각도에서 움직임이 파악 가능한 경우에는 거의 매번 반응하는 것을 알 수 있었다.

고개 끄덕임에 대한 실험 결과를 살펴보면 기존의 구성 하에서는 총 3번의 리셋입력이 발생하였으나 제안된 구성 하에서는 리셋입력이 한 번도 발생하지 않았다.

뒤척임에 대한 실험 결과를 살펴보면 기존의 구성 하에서는 총 10번의 리셋입력이 발생하였고 제안된 구성 하에서는 4번의 리셋입력이 발생하였다.

손들기에 대한 실험 결과를 살펴보면 기존의 구성 하에서는 각각 8번, 6번의 리셋입력이 발생하였고 제안된 구성 하에서는 각각 3번, 2번의 리셋입력이 발생하였다.

이를 종합하여보면 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성은 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성에 비해 항해당직사관의 졸음 중 나타날 수 있는 작은 움직임으로 인한 잘못된 리셋입력의 발생 횟수를 60% 이상 줄일 수 있었다.

본 실험 시 제안된 구성 하에서도 몇 번의 잘못된 리셋입력이 발생하긴 하였으나 이는 모션센서 설치 시 모션센서의 민감도 조정이 가능한 모델을 사용하여 선박의 모션센서 설치 환경 및 조건을 감안하여 민감도를 적절히 조정하면 현저히 줄어들 것으로 예상된다.

4.4 모션센서의 최적기능 구현을 위한 그 외의 방안 및 고려사항

제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성을 적용시키는 방법 외에 선교항해당직 경보시스템용 모션센서의 최적기능 구현을 위해서 추가적으로 몇 가지의 방

안 및 고려사항을 제시하고자 한다.

(1) 모션센서의 탐지불가구역 설정

항해당직 시 주로 지속적으로 머무는 위치, 즉 줄음이 일어날 수 있을 것으로 예상되는 위치를 선박별로 조사하여 모션센서의 마스킹 기능을 이용하여 탐지불가구역으로 설정할 수 있다.

수동 적외선 센서의 광범위한 탐지범위를 초점에 모으기 위해서는 광학적인 시스템인 렌즈나 미러의 채용이 필수적이다.(최용선, 2008)

모션센서를 둘러싸고 있는 집광계인 미러는 보통 여러 개의 탐지 구역별로 각 부분이 나뉘어져 있으며 각 탐지 구역을 담당하는 부분은 Fig. 18처럼 정해져 있다.

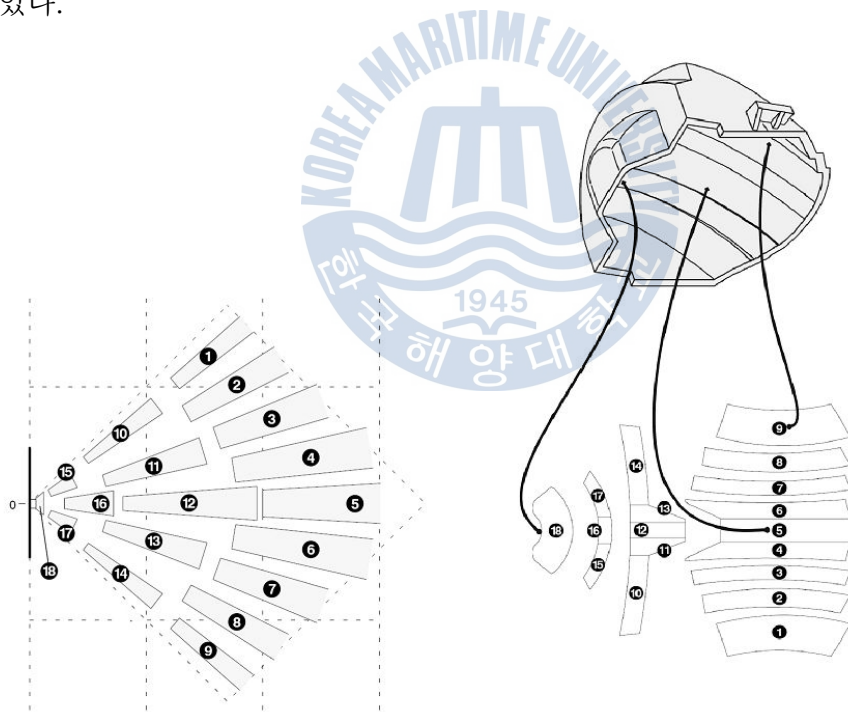


Fig. 18 The zones of the coverage area and their corresponding pieces of masking foil (Source: KONGSBERG, 2013)

탐지를 하지 않고자 하는 영역에 마스킹 호일을 붙여서 해당 탐지구역에 대한 탐지를 아예 하지 않도록 하는 방법이다.

제시된 방법은 줄음 중 움직임의 탐지 가능성이 있는 구역을 아예 탐지하지 않음으로써 사전에 잘못된 리셋입력 발생 가능성을 줄여 안전한 항해를 도모할 수 있는 장점이 있다.

(2) 두 가지 이상의 탐지 기능이 적용되어있는 모션센서를 사용 시 고려사항
본 실험에 사용된 K사의 모션센서는 기본 설정으로 수동 적외선 센서와 초음파 센서를 동시에 탐지에 사용하고 탐지된 신호를 자체적 프로세싱 기술을 거쳐 인체의 움직임 여부를 판별한다. 부가 기능으로 초음파 센서를 제외하고 오로지 적외선 센서만을 쓸 수도 있다.

이번 연구과정에서 한 가지의 탐지센서 즉, 수동 적외선 센서만을 사용했을 때와 두 가지의 탐지센서 즉, 수동 적외선 센서와 초음파 센서를 동시에 사용했을 때의 탐지영역의 차이를 확인하기 위한 워킹테스트를 진행하였으나 예상과는 다르게 두 가지 경우의 한정된 실험 공간 내의 탐지영역에는 거의 차이가 없는 것으로 확인 되었다. 이는 수동 적외선 센서만을 사용하여도 선교내의 정상적인 당직활동은 충분히 탐지 가능하다는 것을 이 워킹테스트 결과를 통해 시사해 볼 수 있다.

몇몇의 선교항해당직 경보시스템 제조업체들은 자회사의 모션센서가 두 가지 이상의 탐지 기술을 적용함으로써 잘못된 탐지를 예방하는 등의 동작 신뢰성을 높이고 정확하고 예민한 탐지를 통해 효율성 또한 높인다고 말하고 있다. 그리고 몇몇의 선급 및 국가에서도 기존의 수동 적외선 센서만을 적용시킨 모션센서가 아닌 두 가지 이상의 기술을 접목시킨 지능형 모션센서를 권고하고 있기도 하다.

이는 모션센서가 육상이 아닌 해상이라는 특수한 상황에 사용됨을 고려하지 않은 채 더 나은 탐지 능력이 효율을 더 높여 줄 것이라는 단순한 판단 하에서 이루어진 결정으로 보인다.

본 연구에서는 제한된 비용과 시간으로 인해 두 가지 이상의 다른 탐지방법을 활용하는 모션센서가 수동 적외선 센서만을 사용하는 센서보다 얼마나 더 세밀한 탐지를 할 수 있고 동시에 잘못된 탐지를 걸러낼 수 있는지 확인하지는 못하였으나 위의 워킹테스트 결과를 보듯이 만일 실제 항해당직 시 항해당직사관이 정상적인 당직근무를 서고 있다면 수동 적외선 센서만을 사용한 모션센서를 쓰더라도 항해당직사관의 정상적인 당직근무를 충분히 탐지 할 수 있기에 효율적인 문제에는 아무런 영향이 없을 것임을 예측 할 수 있다.

오히려 두 가지 이상의 탐지 기술을 적용한 모션센서를 사용 시 너무 예민한 탐지로 인해 당직사관의 졸음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임을 보다 능히 탐지 할 가능성이 커짐으로써 위험을 초래할 수 있는 가능성도 있으므로 어떠한 탐지 기술을 가진 모션센서를 선교항해당직 경보시스템에 적용시킬지를 사전에 충분히 고려하여야 할 것이다.

(3) 졸음 취약 시간의 모션센서 자동 사용정지 기능 구현

당직 중 졸음에 취약한 시간을 조사하여 취약시간 동안에는 모션센서를 자동으로 사용치 않도록 하는 기능을 개발하여 활용 할 수도 있다.

기존 연구결과를 살펴보면, 항해사의 피로도에 가장 많은 영향을 미치는 시간대에 대한 조사결과로 00-04시가 44%를 차지함으로써 04-08시 28%, 20-24시 12%, 12-16시 9%, 16-20시 5%, 08-12시 2% 에 비하여 가장 높은 영향을 미치는 시간대로 파악되었다.(양원재, 2012)

그리고 최근 5년 동안 국내에서 일어난 시간별 해양사고 발생현황을 살펴보면 4-8시 사이가 총 740건으로 가장 많은 사고 발생 횟수를 보인 것으로 조사되었다.(해양수산부, 2013)

이와 같은 연구 결과를 바탕으로 항해당직 시 졸음에 취약한 시간을 선별하여 그 시간대에는 모션센서의 사용을 금지하여 보다 안정적인 선교항해당직 경보시스템의 운영을 도모 할 수 있다.

(4) 전문가를 통한 모션센서 설치 및 운용 테스트

모션센서의 설치나 운용에 대한 경험이 있거나 국가나 관계기관으로부터 승인을 받은 전문가를 통하여 각 선박의 구조나 환경을 고려하여 모션센서를 선정하고 어디에 모션센서를 설치할 것인지, 몇 개의 모션센서를 어느 방향으로 설치할 것인지 등을 사전 검토하고 설치 후 위킹테스트를 통하여 탐지구역은 충분한지, 민감도 설정은 적절한지 등의 표준화된 설치 및 운용에 대한 절차를 세우고 시행 할 필요가 있다.

현재 모션센서 설치 시 명확한 테스트 절차가 적시되어 있는 문서가 없으며 IEC 62616에도 모션센서의 적용에 대한 내용만 기술 되어 있을 뿐 구체적인 성능요건에 대한 내용이 미비하여 향후 반드시 좀 더 상세한 성능요건이 추가되어야 할 것이다.

(5) 압축패드나 음성인식 센서 등의 병행 운용

IMO에서 모션센서와 더불어 선교항해당직 경보시스템의 리셋입력 장치로 제시한 압축패드나 음성인식 센서 등을 모션센서와 병행하여 운용하는 것도 가능해 보인다. 현재 위와 같은 리셋입력 장치를 선교항해당직 경보시스템에 적용하고 있는 제조업체는 찾을 수 없었다. 압축패드나 음성인식 센서를 사용하는 것은 현재 비용 상 어려워 보이나 모션센서와는 전혀 다른 기술을 사용하는 추가 센서를 같이 운용함으로써 모션센서만을 사용할 시에 나타날 수 있는 선교항해당직 경보시스템의 취약점을 상당히 줄일 수 있을 것으로 보인다.

그 외에 자동차 산업에 적용되고 있는 졸음운전 방지장치의 탐지 기술을 도입하는 것도 고려해 볼 만하다.

이미 자동차 산업의 졸음운전 방지장치는 상당한 기술력을 보유하고 있고 본격적인 보급단계가 눈앞에 도래하였으므로 이를 항해당직에 적절히 적용할 수 있다면 높은 수준의 기술력을 이용하여 선교항해당직 경보시스템의 안정성과 효율성을 동시에 높이는 것을 기대 할 수 있을 것이다.

제 5 장 결론

날로 늘어가는 해양사고를 예방하고자 선교항해당직 경보시스템의 의무탑재가 시행되었고 선교항해당직 경보시스템 운용의 번거로움을 해소하고, 효율을 높이기 위해 선교항해당직 경보시스템에 모션센서를 도입하였다.

그 결과 항해사들의 선교항해당직 경보시스템에 대한 불만이 상당히 감소하였으며 당직사관에게 항해당직업무에 집중할 수 있는 계기를 마련하게 되어 항해당직근무의 효율성은 높아지게 되었다.

하지만 본 연구 및 실험결과에서도 보듯이 육상과는 엄연히 다른 해상에서의 특수한 상황인 항해당직에 모션센서가 적용됨으로써 의도치 않은 문제점, 즉 항해당직사관의 졸음 중에 발생할 수 있는 작은 움직임에도 모션센서가 동작하여 잘못된 리셋입력을 보내게 될 가능성을 발견할 수 있었다.

선박의 안전운항에 밀접한 업무인 항해당직 도중 일어날 수 있는 당직사관의 졸음 중 고개 끄덕임이나 뒤척임 등의 작은 움직임에도 모션센서가 동작하여 잘못된 리셋입력을 보내게 되어 짧게는 수분, 길게는 수십 분의 경계불능, 조선 불능 상황을 초래할 수 있음을 알 수 있었다.

이에 본 연구에서는 안전한 항해를 위해 모션센서의 잘못된 리셋입력 발생 횟수를 감소시킬 수 있는 새로운 선교항해당직 경보시스템의 구성을 제안 하였다.

제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성은 기존의 선교 좌, 우측에 모션센서를 설치하였던 구성에 선교 뒤쪽 중앙에 모션센서를 하나 더 추가한 구성으로 총 세 개의 모션센서를 사용하는 구성이다.

AND logic gate와 OR logic gate와 함께 사용하여 세 개의 모션센서 중 두 개의 모션센서가 동시에 선교 상의 항해당직사관의 움직임을 탐지하였을 때에

만 리셋입력을 주 장치에 보내어 정해진 휴면 시간을 다시 카운트하게 하는 구성이다.

제안된 구성과 기존의 구성을 실제 장비를 이용한 워킹테스트를 통하여 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성 하에서도 당직사관이 항해당직 시 주로 머무는 항해계기 조종구역에 대한 탐지는 충분함을 증명하여 제안된 구성의 효율성에 문제가 없음을 검증하였다.

또 제안된 구성을 실제 장비와 회로를 통하여 구현 후 기존의 구성과 함께 모션센서의 줄음 중 움직임 탐지 실험을 실시하여 제안된 선교항해당직 경보시스템의 구성이 기존의 선교항해당직 경보시스템의 구성에 비해 항해당직사관의 줄음 중 나타날 수 있는 작은 움직임으로 인한 잘못된 리셋입력의 발생 횟수를 60% 이상 줄일 수 있음을 보여 그 안정성을 검증하였다.

더불어 마스킹 기능을 이용한 모션센서의 탐지불가구역 설정, 줄음 취약 시간의 모션센서 자동 사용정지 기능 구현, 압축패드나 음성인식 센서 등의 병행 운용 등의 모션센서 최적기능 구현을 위한 몇 가지 방안 및 고려사항도 추가적으로 제시하여 모션센서의 효율성과 도입 취지에 맞는 선교항해당직 경보시스템의 구성을 가능하게 함으로써 보다 안전한 운항을 도모 할 수 있게 하였다.

본 연구를 진행함에 있어 실제 선박이 아닌 장소에서 실험을 진행하였고 실제 줄고 있는 당직사관이 아닌 피 실험자를 통한 선정된 수면 행동 유형에 따른 모션센서의 반응만을 관측한 점, 또 이 관측 횟수가 통계적 추정의 신뢰성을 높이기에는 충분하지 못했다는 점은 미흡한 부분으로 남았다.

향후의 연구로는 이러한 부분에 대한 보완을 바탕으로 다양한 센서들을 연계하여 정상적인 당직활동을 판단할 수 있는 선교항해당직 경보시스템의 구성과 모션센서의 효율성을 보장하는 범위 내에서 안전성을 더욱 높일 수 있는 기법에 대하여 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

2년여 간의 해양교통 전문인력 양성 대학원 석사과정을 마무리 할 시간인가 봅니다.

회사와 학교, 두 마리의 토끼를 놓치지 않으려 무던히도 발버둥 쳤던 2년 동안 저에게 도움을 주시고 지지와 격려를 아끼지 않으셨던 많은 분들에게 작게나마 감사함을 표시 할 수 있는 기회가 있어 참으로 다행입니다.

먼저 부족한 저를 제자로 받아주시고 2년 동안 아낌없는 지도편달을 해주신 정태권 교수님께 진심으로 존경과 감사의 마음을 올립니다.

바쁘신 와중에도 불구하고 논문심사를 맡아주신 양규식 교수님과 예병덕 교수님께 머리 숙여 감사드리며 열정적인 강의를 해 주신 박진수 교수님, 송재욱 교수님, 정연철 교수님, 국승기 교수님, 지상원 교수님께도 감사드립니다.

해양교통학과 선배님들과 동기 분들, 후배님들께도 지면으로나마 감사의 마음을 전합니다.

많은 배려와 도움을 주신 백승무 부장님, 제상호 차장님, 전정호 차장, 권영국 과장 등 회사 동료 분들에게도 감사드리며, 저 멀리 노르웨이에서 힘을 북돋아 준 Mr. Kazimierz Walach와 Mr. Kai Henning Lie에게도 감사의 말을 전합니다.

사랑하고 존경하는 아버지, 어머니, 장인어른, 장모님, 서로 떨어져 살고 있지만 마음만은 누구보다 가까운 우리 가족 구성원 모두에게도 고마움과 감사함을 전하고 싶습니다.

업무와 학업에 지친 저를 위로하고 묵묵히 내조해 준 사랑하는 아내와 아빠를 항상 웃음 짓게 만드는 사랑하는 딸, 윤슬이와 함께 이 조그마한 결실의 기쁨을 나누고자 합니다.

참고문헌

- 국토해양부, 2008. 국제해사기구 IMO 제 54차 항해안전전문 위원회(NAV) 회의 결과 의제 6, pp.23-25, 충남:국토해양부.
- 국토해양부, 2009. 국제해사기구 IMO 제 55차 항해안전전문 위원회 최종보고서 3. NAV 55/20/2 선교항해 경보장치 동작, pp.92-93, 충남:국토해양부.
- 김관형, 김민, 변기식, 2010. FlexRay 기반의 지능형 BNWAS 및 NMEA 프로토콜 브릿지 구현. 한국해양정보통신학회 2010년도 추계종합학술대회 논문집, pp.183-186.
- 김성현, 김민우, 전재환, 오암석, 강성인, 김관형, 2010. NMEA-0183 기반의 선교항해 당직경보시스템에 대한연구. 한국해양정보통신학회 2010년도 추계 학술대회 논문집, pp.421-423.
- 김영만, 박장호, 김이형, 박홍재, 2009. 적외선 센서 기반의 사람/차량 탐지 적응 알고리즘. 정보과학회논문지, 제 15권 제 8호, pp.577-581.
- 박진상, 2009. 적외선 센서와 가스 센서를 이용한 방법 시스템을 구현. 석사학위논문. 경북:경북대학교 산업대학원.
- 배정철, 2009. 선교항해당직 경보시스템 현황 및 표준화 동향. 한국 정보통신 기술협회 TTA Journal 126호, pp.58-62.
- 신성윤, 신광성, 이양원, 2010. 센서를 이용한 수면 환경 개선. 한국해양 정보 통신학회 논문지 제14권 제11호, pp.2485-2490.
- 양규식, 2012. 해상통신 시스템. 세종출판사.

- 양원재, 2009. *항해사의 피로도 분석모델에 관한 기초연구*. 해양환경안전학회 Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety 제 15권 제 3호, pp.217-222.
- 양원재, 2012. *해기사의 피로도 현황에 대한 조사 분석*. 해양환경안전학회 Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Vol.18, No.6, pp.551-556.
- 이인수, 2013. *내항상선 선원의 중요성과 전망*, 한국선원복지고용센터 소식지 2013 vol.12, pp.6-7.
- 최용선, 2008. *최신의 디지털 적외선 인체감지센서(PIR) 소개*. C&I, 비엔비상사 bnbopto.co.kr.
- 최재혁, 신호용, 최명길, 김혜연, 황훈규, 이서정, 2009. *적외선 카메라를 이용한 선교항해당직 경보시스템의 개선*. Journal of the Research Institute of Industrial Technology, Vol. 26, pp.69-72.
- 한국해양수산개발원, 2012. *해양수산통계 I.세계 선박량 II.세계 해상물동량*. [online] Available at: <http://www.kmi.re.kr/kmi/kr/analysis/analysis04/index020102.jsp#dataTit01> [Accessed 22 October 2013].
- 해양수산부, 2013. *11.시간별 해양사고 발생현황, 2008~2012 총괄*, 충남:해양수산부.
- 해양수산부, 2013. *32.사고종류 별 해양사고 원인현황, 2008~2012 총괄*, 충남:해양수산부.
- bnwas.com, 2013. *BNWAS Class/Flag Requirements* [online] Available at: http://www.bnwas.com/class_requirements.html [Accessed 22 October 2013].
- FURUNO 선박용 전장품 제조업체, 2013. *BR-500 BNWAS brochure*. [online] Available at: http://www.furuno.com/en/business_product/pdf/marine/br500.pdf [Accessed 22 October 2013].

IEC, 2010. *International Standard-Bridge Navigational Watch Alarm System(BNWAS) IEC 62616 Edition 1.0*, 스웨덴:IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기기술 위원회).

JRC 선박용 전장품 제조업체, 2013. *BNWAS JCX-152*. [online] Available at: <http://www.jrcamerica.com/products/view/208> [Accessed 22 October 2013].

KONGSBERG 선박용 전장품 제조업체, 2013. *K-Bridge BNWAS*. [online] Available at: <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/A4F43087109912E3C12575600051991B?OpenDocument> [Accessed 22 October 2013].

Korean Register of Shipping, 2010. *Technical information No.2010035 / IMO(K)*, 부산:Korean Register of Shipping.

ladyada.net 개인 webpage, 2012. *PIR motion sensors*. [online] Available at: <http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html> [Accessed 22 October 2013].

Martek Marine 선박용 전장품 제조업체, 2011. *What Can You Learn from the Danish BNWAS Experience?*. [online] Available at: <http://www.martekmarine.blogspot.kr/2011/03/what-can-you-learn-from-danish-bnwas.html> [Accessed 22 October 2013].

NAV, 2007. *NAV 53/6 ANNEX 2 The questionnaire on the use of BNWAS and the summarizing of the answers*, 런던:NAV(Safety of Navigation, 항해안전 전문위원회).

SAMYUNG ENC 선박용 전장품 제조업체, 2013. *BNW-50 BNWAS*. [online] Available at: <http://www.samyungenc.com/eng/product/sub05lr.html> [Accessed 22 October 2013].