



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

공학석사 학위논문

사고대응 시스템을 위한 승조원 위치식별
모듈의 설계 및 구현

Design and Implementation of Ship Crew Position
Identification Module for Accident Response System



지도교수 임재홍

2018년 2월

한국해양대학교 대학원

전자통신공학과

김석진

본 논문을 김석진의 공학석사 학위논문으로 인준함.



위원장 이 상 배 (인)

위 원 박 동 국 (인)

위 원 임 재 홍 (인)

2018년 2월

한국해양대학교 대학원

목 차

List of Tables	iii
List of Figures	iv
Abstract	vi
1. 서 론	1
2. 위치식별 관련 기술	
2.1 위치식별의 필요성	3
2.2 RFID	4
2.3 관성 센서	7
2.4 I2C, SPI 통신	9
2.5 Serial 통신	11
2.6 TCP/IP 통신	14
3. 위치식별 모듈 설계	
3.1 구역별 위치식별 모듈 설계	17
3.2 구역 내 위치식별 모듈 설계	20
3.3 위치식별 데이터 통신 모듈 설계	23
4. 위치식별 모듈 구현	
4.1 구역별 위치식별 모듈 구현	26
4.2 구역 내 위치식별 모듈 구현	31
4.3 위치식별 데이터 통신 모듈 구현	34

5. 시험 및 성능 평가	
5.1 시험 방법	39
5.2 시험 결과	39
5.3 UI를 사용한 선내 승조원 위치식별 데이터 처리	44
6. 결론	47
참고문헌	49
부록	51



List of Tables

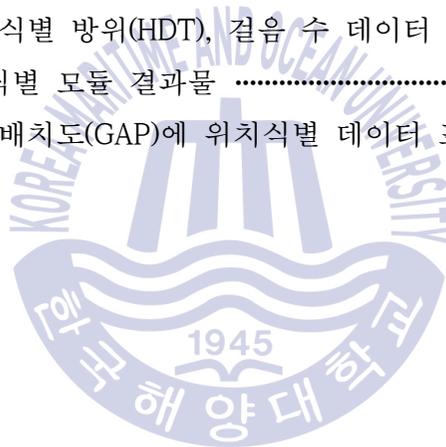
Table 1	RF-ID 논리적인 구성	5
Table 2	RF-ID 주파수 특성 비교	6
Table 3	900MHz RF-ID Reader 사양	17
Table 4	RF-ID Reader(Serial, TCP/IP) 아스키 데이터	19
Table 5	에너지(E) 측정 임계 값	22
Table 6	무선 UHF 통신모뎀 사양	24
Table 7	RF-ID Reader 안테나 사양	27
Table 8	RF-ID Reader 제품 사양	28
Table 9	위치식별데이터 전송(UHF) 모듈 사양	33



List of Figures

Fig. 1 RFID 시스템 구성도	4
Fig. 2 MEMS 자이로 내부 모습	8
Fig. 3 가속도계의 기본 원리	8
Fig. 4 지구의 자기장	9
Fig. 5 MEMS 가속도센서, 자이로스코프, 콤팩스, 일체형 내부 모습	9
Fig. 6 I2C 통신규격	10
Fig. 7 SPI버스 통신규격	10
Fig. 8 RS232C 커넥터 핀 맵	13
Fig. 9 RS232C 결선도	13
Fig. 10 시스템 간의 물리적 접속 형태	15
Fig. 11 900MHz RF-ID Reader	17
Fig. 12 900MHz RF-ID Reader 시험절차	18
Fig. 13 AD0704 900MHz RF-ID Reader 아스키 데이터 형태	18
Fig. 14 AD0704 900MHz RF-ID Reader hexa 데이터 형태	19
Fig. 15 구역 내 위치식별 모듈 설계 블록도	21
Fig. 16 구역 내 위치식별 모듈 설계 시작품 제작 (Top, Bottom)	21
Fig. 17 구역 내 위치식별 모듈 설계 시작품 제작 데이터 측정	22
Fig. 18 무선 RF 통신모뎀	23
Fig. 19 UHF 통신망 위치식별 데이터 공유 모듈 시험절차	24
Fig. 20 구역별 위치식별 4CH RF-ID 모듈	26
Fig. 21 RF-ID 안테나 방사패턴	27
Fig. 22 RF-ID 안테나 VSWR	28
Fig. 23 RF-ID 테스트 프로그램	29
Fig. 24 RF-ID Tag 측정 데이터	30
Fig. 25 구역별 식별 모듈 구현 개선 시제품 제작	31
Fig. 26 구역 내 식별(MEMS) 회로설계, PCB 제작	31

Fig. 27	구역 내 식별(MEMS) PCB 기구부 설치 구조	32
Fig. 28	위치식별 전송모듈 데이터 프로토콜 및 데이터 형식	33
Fig. 29	구역 내 위치식별 모듈 구현 제품 제작	34
Fig. 30	구역 내 위치식별 모듈 구현 데이터 측정	35
Fig. 31	구역 내 위치식별 모듈 구현 송신 데이터 측정 및 디버깅	36
Fig. 32	구역 내 위치식별 모듈 데이터 송신 디버깅 알고리즘	37
Fig. 33	위치식별 모듈 시험 환경	39
Fig. 34	방위(HDT) 변화지점 측정범위	40
Fig. 35	구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음 수 데이터 걷기	41
Fig. 36	구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음 수 데이터 빠르게 걷기	42
Fig. 37	구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음 수 데이터 뛰기	43
Fig. 38	승조원 위치식별 모듈 결과물	44
Fig. 39	선박 내 일반배치도(GAP)에 위치식별 데이터 표현	45



Design and Implementation of Ship Crew Position Identification Module for Accident Response System

Kim, Sok Jin

Department of Electronics & Communications Engineering
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

For maritime accidents, unlike accidents on land, an initial response is very important to minimize damage, as they often cannot receive external support promptly. In order to overcome these problems, various accident response systems have been developed overseas and applied to ships and large cruise vessels. Recently, problems with the accident response system for the ship accidents have been pointed out. In Korea, the Emergency Response Service(ERS) operates to support urgent countermeasures to minimize damage in case of marine accidents. Usually it is necessary to deal with accidents within the first few minutes. However, if there is a problem responding to an actual accident, critical response time is lost. Because calling on an expert and analysing a blueprint are too time consuming, another approach is required. Therefore we have designed and implemented the Position Identification Module for locating lost crew members on ships that can overcome many of the disadvantages of the existing accident response system.

The system which can identify the position of crew members in the ship is designed to be implemented as a module unit. It works to identify the location of crew members in the ship through two separate modules. The first one is called the “Position identification Module by Zone” that divides the ship into boundaries by considering the structure of the ship and the identification of boundary zones. The second one is called the “Position Identification Module In Zone” that is capable of identifying the position inside the module itself.

In the design of the Position Identification Module By Zone, it works by defining the boundary area using a 900MHz RF-ID Reader and Tag. The module was designed so that it can process the per-zone data through installing the RF-ID Reader in the boundary zone.

In the design of Position Identification Module In Zone, it can find the magnitude of energy, SVM(Signal Vector Magnitude), and measure the moving distance. This is done according to the size of the energy measured on a three-axis acceleration(Roll, Pitch, Yaw) sensor in MEMS sensor to find the position of any moving crew members in the main boundary zone. Additionally, it is also possible to recognize the direction of movement using a Gyroscope inertial sensor. In the case of SVM using the MEMS sensor, the data is processed to compensate for the moving distance of the energy magnitude according to the moving average method which continuously averages the magnitudes of energy and the moving averages. The processed data is then wirelessly shared using a fixed UHF communication modem. Implementing this in the module, the Position Identification Module In Zone is miniaturized and the Position Identification Data in Zone is shared by making it the crew members’ portable in an accident situation.

KEY WORDS: RFID, SVM, MEMS

사고대응 시스템을 위한 승조원 위치식별 모듈의 설계 및 구현

김 석 진

한국해양대학교 대학원 전자통신공학과

초록

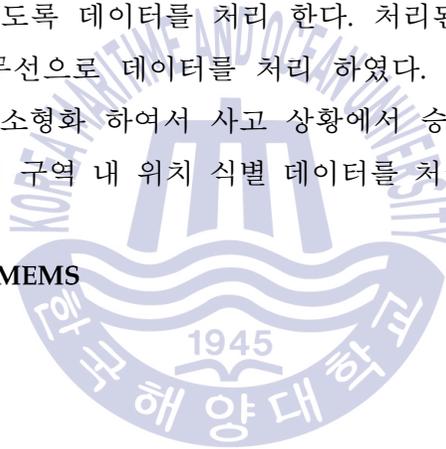
해양사고는 육상사고와 달리 해상에서는 외부 지원을 신속하게 받을 수 없으므로, 자체적으로 피해 최소화를 위한 초기 대응이 매우 중요하다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 다양한 사고대응시스템이 국외에서 개발되어 함정이나 대형 크루즈선박에 적용되고 있다. 최근에서야 선박 사고에 대한 사고대응시스템의 문제점이 지적 되고 있는 실정이다. 국내에서는 선급에서 해상 사고 시 피해 최소화를 위한 긴급 대책반을 구성하여 지원하는 ERS(Emergency Response Service)를 운용 중이지만, 사고 발생 시 초기 수분 이내에 사고대응이 필요하나 전문가 소집, 도면 분석 등에 소요되는 시간이 과도하여 실제 사고 대응에 효율적이 못하고 사고대응 골든타임을 놓치게 되는 문제가 있다. 기존 사고대응시스템의 단점을 극복할 수 있는 선박 내 승조원 위치식별 모듈을 설계 및 구현하였다.

선박 내 승조원 위치식별을 할 수 있는 시스템을 모듈단위로 설계 및 구현하였는데, 첫 번째는 선박의 구조를 고려하여 경계를 나누고 경계구역 별로 위치를 식별 할 수 있는 구역별 위치식별 모듈, 두 번째는 구역별 위치식별 모듈 내부에서의 위치를 식별 할 수 있는 구역 내 위치식별 모듈로 두 가지 형태의 모듈로 나누어서 선박 내 승조원 위치식별을 시스템을 설계 하였다.

구역별 위치식별의 모듈의 모듈 설계에서는 900MHz RFID Reader와 Tag를 사용하여서 경계구역을 정하고 경계구역에 RFID Reader를 설치하여서 구역별 데이터를 처리할 수 있도록 모듈 설계하였다.

구역 내 위치식별 모듈의 모듈 설계에서는 주요 경계구역 내에서 MEMS 센서를 활용하여 이동하는 승조원들의 위치를 인식하는 기술로 MEMS 센서의 3축 가속도(Roll, Pitch, Yaw)센서를 통해서 에너지의 크기 SVM(Signal Vector Magnitude)을 구하고 에너지의 크기에 따라서 이동거리 측정이 가능하다. 또한 자이로스코프 관성센서를 사용하여 이동방향을 알 수 있다. MEMS센서를 통해서 알수 있는 에너지의 크기 SVM의 경우 에너지의 크기를 지속적으로 평균을 내는 이동평균법과 이동평균에 따라 에너지 크기의 이동거리를 보정할 수 있도록 데이터를 처리 한다. 처리된 데이터는 UHF 통신모뎀을 사용하여서 무선으로 데이터를 처리 하였다. 모듈 구현에서는 구역내 위치식별 모듈을 소형화 하여서 사고 상황에서 승조원들이 휴대가 가능한 형태로 제작하여서 구역 내 위치 식별 데이터를 처리 하였다.

키워드 : RFID, SVM, MEMS



제 1 장 서 론

세계경제의 성장에 따라 해상의 물동량 및 선박 교통량의 증가로 선박의 대형화가 지속적으로 이루어짐에 따라 선박 대형사고 위험성이 증대되고 있으며 최근 5년간 해양 선박사고 건수는 줄었지만 국내외 해양조난사고율은 크게 증가하였고 해양조난사고 유형별 추세를 보면 5년 평균대비 기관손상 및 충돌사고가 가장 많이 발생한다고 보고되었으며 이외에 안전·운항저해, 좌초, 화재·폭발, 침몰, 인명사상 등 순으로 보고되고 있다[1]. 이처럼 선박의 대형화가 지속적으로 이루어지고 있으며 선박의 수도 크게 증가하고 있는 추세에 따라 선박의 사고 및 사고 대응 시스템에 대한 관심이 증대되고 있는 상황이다. 해양 사고는 육상사고와 달리 해상에서는 외부 지원을 신속하게 받을 수 없으므로, 자체적으로 피해 최소화를 위한 초기 대응이 매우 중요하다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 다양한 사고대응시스템이 국외에서 개발되어 함정이나 대형 크루즈선박에 적용되고 있다. 그러나 이탈리아 코스타콘코르디아호 사고나 미해군의 콜 이지스함 사고 사례에서도 선상 사고대응시스템의 효과가 입증되지 못하고 있다. 최근에는 세월호 사건 등 선박 사고에 대한 사고대응시스템의 문제점이 지적 되고 있는 실정이다. 국내에서는 선급에서 해상 사고 시 피해 최소화를 위한 긴급 대책반을 구성하여 지원하는 ERS(Emergency Response Service)를 운용 중이지만, 사고 발생 시 초기 수분 이내에 사고대응이 필요하나 전문가 소집, 도면 분석 등에 소요되는 시간이 과도하여 실제 사고 대응에 효율적이 못하고 사고대응 골든타임을 놓치게 되는 문제가 있다. 본 논문은 기존 사고대응시스템의 단점을 극복할 수 있는 선박 내 승조원 위치식별 모듈 설계 및 구현에 대하여 연구 하였으며 선박 내 승조원 위치식별을 위한 위치식별 모듈 설계 구현 및 제작결과를 중심 내용으로 하였다.

본 연구의 전체적인 구성은 제1장에서 연구에 대한 전체적인 서론 내용을 정리 하였고, 제2장에서는 위치식별 모듈을 구성하기 위한 관련 기술을 서술 하였다. 제3장에서는 위치식별 시스템을 구역별 위치식별 모듈, 구역 내 위치식별 모듈로 나누어 데이터를 처리하고 처리된 데이터를 공유할 수 있는 모듈을 설

계 하였으며 제4장에서는 개선된 구역별 위치식별 모듈, 구역 내 위치식별모
듈, 위치식별 데이터 전송모듈 구현 및 제작 테스트 하였다. 제5장에서는 제작
된 위치식별 모듈을 선박과 유사한 구조에서 다양한 이동경로 대한 움직임의
상태를 걷기, 빠르게 걷기, 뛰기의 움직임 상태로 테스트 하고, 실제 수신된 위
치식별 데이터를 UI를 사용하여 선박의 일반배치도GAP(General Arrangement
Plan)에 전시하였다. 끝으로 제6장에서는 결론으로 향후 연구 방향을 제시 하였
다.



제 2 장 위치식별 관련 기술

2.1 위치식별의 필요성

고대부터 이용된 위치를 찾는 방법은 해가 뜨는 위치 및 지형지물을 이용하는 방법, 별자리를 이용하여 위치를 찾는 방법, 방향 및 속도를 추정하여 계산하는 추측 측위 방법 등이 있는데 이러한 방법은 나침반의 발명으로 크게 확대되어 쓰이게 되었다. 측위란 인공위성, 무선 네트워크, 센서 망 등을 이용하여 사람이나 물체의 물리적인 위치를 결정하는 방법을 말한다. 물체의 위치정보는 많은 응용분야에 사용되고 있기 때문에 이를 찾기 위한 연구가 아주 활발히 이루어지고 있다. 측위에 대한 기술은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 실외 측위 기술과 실내 측위 기술이 있으며, 실외 측위에 대한 기술은 GPS가 대표적인 예라고 볼 수 있다. 언제 어디서든 자신의 위치를 확인할 수 있는 시스템으로, GPS(Global Positioning System)는 지구를 도는 인공위성이 “현재의 위치”를 알려주어 목적지까지 인도해 주는 시스템이다. GPS시스템은 미국이 군사적 목적으로 위치 및 속도, 시간정보를 제공하는 GPS위성과 GPS수신기로 구성된다. 인공위성을 이용한 항법시스템인 GPS는 미국 국방성의 주도로 개발이 시작되었고, 당초 요격미사일의 유도를 위해 개발됐던 GPS가 민간 영역으로 그 이용범위가 급속히 넓혀가고 있어 비행기나, 선박, 차량 등의 운행에 널리 이용될 뿐만 아니라 토목의 측량이나 등산길 안내 등에 유용하게 사용되고 있다. 이러한 광범위한 실외 측위 기술은 GPS 위성신호가 수신되기 어려운 도심 건물 밀집지역 또는 선박의 실내 환경에서는 사용될 수 없다. 그러나 실내 측위방법은 신뢰성 있는 고정밀의 측위서비스 제공을 위한 기술이 아직 개발 되지 않은 상황이다. 다시 말하면, 실외 측위 기술은 이미 상용화가 되어 있고, 그 기술 또한 훌륭하지만, 인공위성을 이용하기 때문에 실내에서는 측위오차가 심하여 사용이 거의 불가능하다. 그러한 이유로 실내 측위에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 실내에 따른 환경에서 어떠한 측위기술을 적용하는지가 문제이다 [2].

따라서 본 논문은 선박의 실내 환경에서 측위를 추정하는 방법을 구역별 위치식별 모듈과 구역 내 위치식별 모듈로 나누어서 연구하여 한국형 사고대응 시스템을 위한 선박 내 승조원 위치식별 모듈을 설계 및 구현하도록 하겠다.

2.2 RFID

RFID(Radio Frequency IDentification)는 사물에 전자태그(Tag)를 부착하여 각각의 사물에 대한 정보를 RFID리더기를 통하여 읽어 들임으로써 개체간의 정보교환, 물품의 효율적인 관리, 원격처리 등의 서비스를 제공하는 것을 말한다 [3]. RFID 시스템은 Fig. 1과 같이 고유 정보를 저장하는 RFID태그 판독 및 해독기능을 수행하는 RFID리더, 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트컴퓨터(서버), 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성된다. 태그는 송신기/응답기의 합성어로서 IC 칩과 안테나 회로로 구성되어 태그와 리더 사이의 안테나와 RF 모듈에 의해 무선접속으로 통신이 이루어진다. 즉 리더가 태그로 전파를 송신하면 태그는 수신전파로부터 에너지를 얻어서 활성화되며, 활성화된 태그는 자신의 정보를 RF에 실어서 리더로 송신하게 된다.

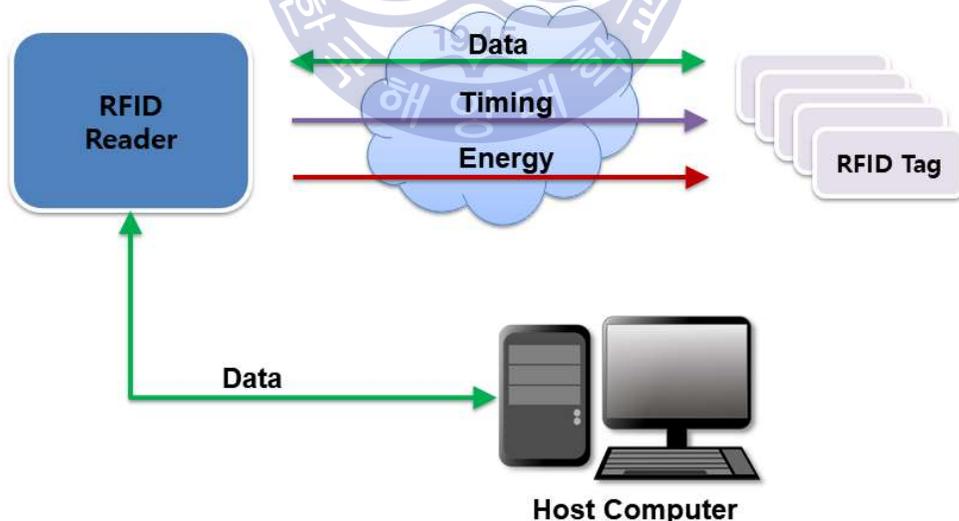


Fig. 1 RFID 시스템 구성도

리더는 읽은 태그 정보를 네트워크를 통하여 호스트 컴퓨터에 보내어 사물

의 구체적인 정보를 얻는다[4]. RFID 시스템은 논리적인 구성은 Table 1과 같이 크게 4개(디바이스계층, 센서 네트워크 계층, 미들웨어 계층, 애플리케이션 계층)의 계층구조로 설명할 수 있다[5].

Table 1 RFID 논리적인 구성

계층	기능
디바이스 계층	- 태그 데이터 수집기능 - 태그와 리더로 구성
네트워크 계층	- 태그, 리더, 서버들 간의 효율적인 통신을 제공한 네트워크 기술을 다루는 계층
미들웨어 계층	- 디바이스 계층으로부터 수집된 객체코드 정보를 애플리케이션 계층에서 효과적으로 사용할 수 있도록 데이터의 전 처리, 실시간 데이터 환경에서의 실시간 데이터 지원등과 같은 서비스를 제공
애플리케이션 계층	- 다양한 응용 솔루션을 제공하는 기술로 구성

RFID는 Table 2와 같이 크게 5개의 주파수 대역으로 분류되며 주파수의 설정에 따라 다양한 형태로 응용되고 있다.

동작 주파수가 300MHz 이하인 시스템들은 데이터 인식 속도가 느리고 다중 인식 충돌에 약하며 태그의 동작방식이 수동형인데 반해 주변 환경 영향으로부터 강한 내성과 무지향성 안테나를 가지는 특징이 있다. 동작주파수가 400MHz이상인 시스템들은 데이터 인식 속도가 빠르고 태그 인식 충돌 회피 알고리즘을 가지고 있으며 태그의 동작방식이 능동형을 중심으로 하여 추가적으로 수동형을 사용한다. 하지만 주변 환경 영향에 약하며 대부분 지향성 안테나를 사용하는 특징이 있다[6].

선내 위치식별 모듈 구축에 있어서 RFID 사용 주파수 선택이 중요하다. 넓은 인식거리 주변 환경의 영향으로부터 강한 내성, 다중태그 인식기능을 가져

야 한다. 900MHz RFID 시스템이 이러한 조건을 갖추고 있다.

Table 2 RFID 주파수 특성 비교

주파수	저주파	고주파	극초단파		마이크로파
	125/134kHz	13.56MHz	433.92MHz	860~960MHz	2.5GHz
인식 거리	60cm미만	1m이내	50~100m	3.5~10m	1m이내
일반 특성	- 비교적 고가 - 환경에 의한 성능 저하 거의 없음 - 물이 있는 환경에 강함	- 짧은 인식 거리 - 다중 태그 인식이 필요한 응용 분야에 적합 - 금속 환경에 약함	- 긴 인식거리 - 실시간 추적 및 속도, 충격등 환경 센싱	- IC 기술발달로 가장 저가로 생산가능 - 다중태그 인식	- 900MHz 환경과 유사한 특성 - 환경에 대한 영향을 많이 받음
동작 방식	수동형	수동형	능동형	능동/ 수동형	능동/ 수동형
Anti-Collision	No	Yes (10-40tags /Sec)	Yes (50tags /Sec)	Yes (50tags /Sec)	Yes (50tags /Sec)
인식 속도	저속 <-----> 고속				
환경 영향	강함 <-----> 약함				
태그 크기	대형 <-----> 소형				

2.3 관성센서

가속도센서, 자이로스코프 센서, 지자기 센서와 같은 센서들을 관성센서라고 하며 이 센서들을 이용하여 선박 내 승조원 위치식별 시스템을 구성할 수 있다. 관성센서를 이용한 선박 내 승조원 위치식별 시스템은 사용자의 위치를 추정하기 위해 가속도 센서의 측정치를 이용하여 걸음을 검출하고 자이로스코프 센서와 지자기 센서를 이용하여 방위각을 추정한다. 선박 내 승조원 위치식별 시스템을 구성하는 관성센서의 특징은 다음과 같다[7].

- 가속도 센서

가속도 센서는 외부에서 인가되는 가속도를 전기적인 신호로 바꾸어주는 센서이다. 가속도 센서는 가속도가 인가되면 변위를 일으키는 질량체(mass)와 이를 지지하는 스프링으로 구성된다. 가속도 센서의 출력 신호는 g로 표현되며 종류로는 크게 기계식, 반도체형, 압전 소자방식 등으로 분류가 될수 있다.

MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 가속도계는 가속도계 내의 관성 질량이 압전 소자에 관성력을 전달하게 되어 압전소자는 기계적 변형을 일으킨다. 이 때 압전 소자의 양단에 입혀진 얇은 전극판 위에 압전 소자의 변형량에 비례하는 전하 밀도가 발생하는데, 이것은 가속도에 비례하는 값을 가지게 된다[8].

- 자이로스코프 센서

자이로스코프 센서는 임의의 축에 회전각에 대한 속도를 전기적인 신호로 변환하여 측정할 수 있는 센서이다. 회전 각속도의 측정단위는 보통 deg/sec 나 rad/sec 이고, 각 속도계의 측정 원리에 따라 크게 기계적인 방식, 광학 방식, MEMS 방식 등으로 분류할 수 있다. Fig. 2는 MEMS 자이로의 내부를 나타내고 있다.

기계적인 방식은 회전하는 디스크를 이용해 각속도를 측정하는 방식으로 고정밀도의 각속도를 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 기계적인 회전 장치 때문에 큰 각속도가 가해질 경우에는 정적인 불균형에 의한 오차가 비교적

크다는 단점을 가지고 있다.

광학 방식은 각 속도계는 광섬유와 레이저를 통한 Sagnac 효과를 이용하는 데, 광 검출기의 출력 강도 변화를 측정함으로써 회전량을 검출할 수 있다. 이런 광학 방식의 각 속도계는 가격, 안정도, 내구성, 작동 시간 등의 면에서 다른 방식의 것들 보다 장점을 가지고 있어 현재 각속도계 시장의 trend로 자리 잡고 있다. Fig. 3은 가속도계의 기본 원리를 나타낸다.

MEMS 타입의 각속도계는 실리콘 표면에 미세 가공기술을 적용한 반도체형 소형 센서로 대량생산에 유리하여 가격이 저렴하다. 측정 원리는 정기적인 힘에 의해 구조물이 특정 방향으로 진동 상태에 있을 때 측정하고자 하는 각속도가 인가되면 진동의 직각 방향으로 Coriolis Force가 작용하게 되고 이때 Coriolis Force에 의해 작용된 진동이 관성체와 전극 사이에 정전 용량의 변화를 가져오고 이때의 변화 정도를 통해 인가된 각속도의 정도를 측정하는 것이다[9].

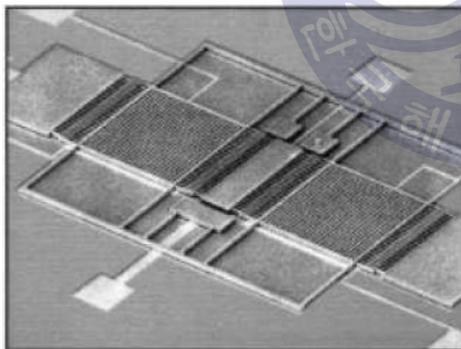


Fig. 2 MEMS 자이로 내부 모습

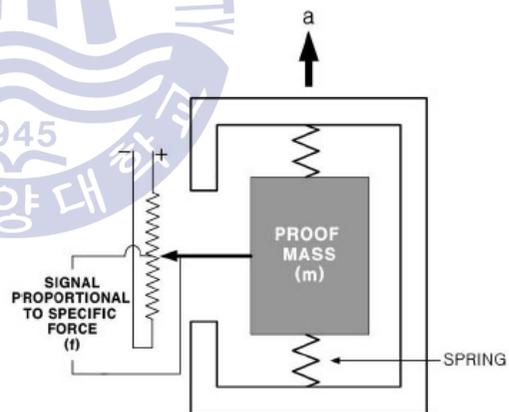


Fig. 3 가속도계의 기본 원리

- 지자기 센서

지자기 센서는 지구에서 발생하는 자기장의 흐름을 파악해 나침반처럼 방위를 탐지할 수 있는 센서이다. 지구 자기장을 이용해 방위각을 탐지할 수 있기 때문에 전자 나침반으로써 위치 추적, 3차원 입체게임, 나침반 등의 용도로 사용되며 휴대폰, 무전기, GPS, PDA, 네비게이션 항법장치 등에 사용된다.

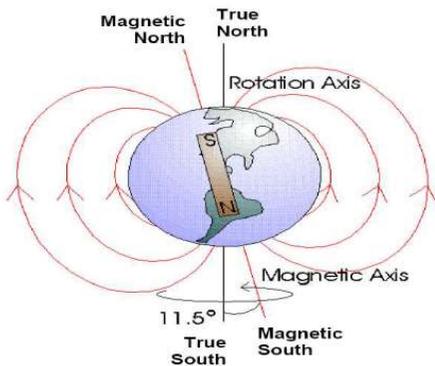


Fig. 4 지구의 자기장

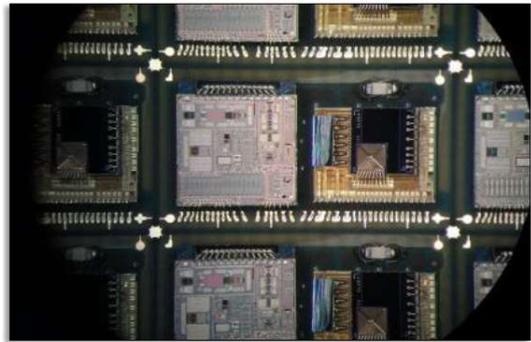


Fig. 5 MEMS 가속도센서, 자이로스코프, 콤파스, 일체형 내부 모습

현재 출시된 지자기 센서의 평균 Spec은 지구자계의 1/100의 자속밀도 (200~300nT)에 감응하는 고감도 Faint Magnetic Sensor 이다. (± 5 Gauss 측정가능) 지구의 자계는 컴퍼스에 의해서 감정된 물리량이다. 이처럼, 컴퍼스를 설계할 때 그것의 기본 구조를 이해하는 것이 필요하다. Fig. 4는 지구의 자기장 형성을 나타낸다.

지구에 대하여 자기의 세기는 로케이션을 가지고 변한다. 그리고 활동한 20~50 A/m까지 범위를 갖는다. 만약 그것이 막대자석 내부에 의해서 만들어지도록 추정하여 어스 Fig. 4 에 지적당하기 때문에, 자계는 지구의 남극에서 북극까지 위치에 선을 그어 Fig. 4 와 같이 표시된다. 힘의 선들은 극들에 지구의 표면에 수직이고 적도 선에서 유사하다. 또 Fig. 4에서 보는 바와 같이 지구는 자북과 진북으로 이루어져 있다. 자북과 진북이 이루는 각도는 11.5° 이다. 자계 선들은 정확하게 북쪽을 가리 키지는 않는다. 이와 같이 형성된 자장의 흐름을 잡을 수 있는 센서가 지자기 센서이다[10]. Fig. 5 MEMS 가속도센서, 자이로스코프, 콤파스 일체형 내부 모습을 나타낸다.

2.4 I2C, SPI 통신

위치식별 시스템에서는 가속도센서, 자이로스코프 센서, 지자기 센서와 같은 관성센서들로부터 I2C, SPI 통신방식을 사용하여 마이크로프로세서와 통신하

여 데이터를 처리한다. I2C버스는 필립스에서 개발한 규격으로 두 핀을 이용하여 마이크로프로세서와 주변 기기를 통신한다. 두 핀은 양방향 오픈 드레인 선인 SCL(serial clock)과 SDA(serial data)로 이루어져 있고 Master와 Slave 형태로 작동한다. SCL은 통신을 하기 위한 클락용 선이고, SDA는 데이터를 송신하기 위한 핀이다.

Fig. 6은 I2C 버스의 쓰기 모드와 읽기모드의 규격을 보여준다. 여기서 S는 Start조건, A는 Ack, P는 Stop 조건을 의미한다. Slave address는 I2C의 슬레이브 기기의 고유의 주소를 의미한다.

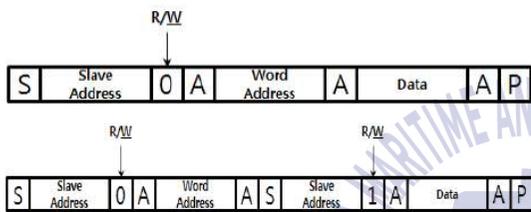


Fig. 6 I2C 통신규격(Write(위) / Read(아래) Mode)

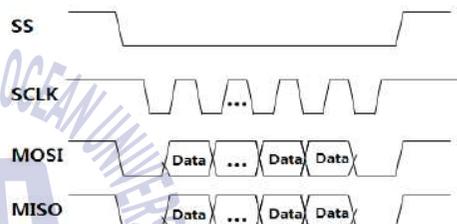


Fig. 7 SPI버스 통신규격

I2C 슬레이브 기기의 7 비트의 고유 주소를 가지고 있고 마스터는 이 주소를 가지고 슬레이브 기기를 지정한다. R/W는 쓰기과 읽기 모드를 구별하는 1 비트이고 Word Address는 읽기 모드 시 읽을 주소를 나타낸다. 읽기 모드는 읽기에 읽을 주소를 설정해 주고 Data를 읽어 온다. Fig. 6 처럼 시작조건, Slave address, Write비트, Word address까지는 읽을 주소를 설정해주고 Stop조건이 아닌 Start조건이 온 후 Slave address, 읽겠다는 1을 보내고 Data를 읽어오게 된다.

SPI 버스는 전이중 통신이 가능한 통신규격으로 마스터와 슬레이브로 이루어져 있다. 서로간의 통신은 4 개의 핀을 통해 이루어지는데 슬레이브를 선택하기 한 핀으로 SS(Slave select)가 있고, 마스터에서 나오는 SCLK(serial clock), 마스터 출력이면서 슬레이브 입력인 MOSI(Master output Slave input), 마스터 입력이면서 슬레이브 출력인 MISO(Mater input Slave output)가 있다.

Fig. 7은 SPI버스 통신 규격의 MOSI와 MISO 형태를 나타낸 것이다. SPI에도

I2C와 같이 쓰기 모드와 읽기 모드가 있는데 R/W(Read는 1, Write는 0)로 구분하여 사용한다. 1byte씩 송되기 때문에 Word address 7비트와 R/W 1비트를 같이 해서 보내고 Data를 보내서 쓰기와 읽기를 한다. 1byte씩 전송되기 때문에 Word address 7비트와 R/W 1비트를 같이 해서 보내고 Data를 보내서 쓰기와 읽기를 한다[11].

2.5 Serial(RS232) 통신

위치식별 시스템에서는 가속도센서, 자이로스코프 센서, 지자기 센서와 같은 관성센서들로부터 I2C, SPI 방식을 사용하여 마이크로프로세서와 통신하여 데이터를 처리하며 처리한 결과를 가공하여 PC에 송신하기 위해서는 RS232C 통신방식을 사용한다. RS232C는 통신 방법 중 하나로서 신호를 직렬로 보내는 통신환경을 제공한다. 병렬통신은 CPU, IDE 포트 등 한 번에 여러 Bit를 송수신하는 방식으로 고속통신을 제공하지만, 시스템 구성을 구현하기 힘들뿐만 아니라, 고속통신을 주로하기에 거리에 제약을 많이 받는다. 반면 직렬 통신하는 RS232C 경우 통신 구성비용이 병렬통신에 비해 저렴하며, 대략 15m의 장거리 통신이 가능하다. RS232는 EIA(Electronic Industries Association)에 의해 규격화되며, 최대 9개 또는 최소 TX, RX, GND 총 3선이 있으면 통신이 가능하다.

일반적인 MCU의 경우 비동기식 통신을 위해 USART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)의 통신 컨트롤러를 가지고 있다. UART에서 나오는 신호는 TTL신호 레벨을 가지며, 노이즈에 약하고 통신거리가 매우 짧다. 뿐만 아니라 RS232C +12V와 -12V의 신호레벨을 가지고 변환작업이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 MAX232 또는 SP3232와 같은 칩을 사용한다.

RS232C는 1:1 통신만을 제공하는데 이는 1:N 또는 N:N 같은 여러 장치간의 통신은 불가능하며, 두 개의 장치사이에만 통신이 가능한 특징을 가진다. 데이터 전송을 위해서는 송수신 두 장치간의 정해는 규칙에 맞춰 진행해야 하며, 대표적인 설정 값으로서 Baud rate, 비트 수, 패리티 등이 있다.

RS232C는 TX, RX선이 별도로 존재하기 때문에 동시에 송수신 가능한 전이중통신이 가능하다. 송수신이 별도로 동시에 이루어질 수 있기 때문에, 데이터 충돌에 대한 문제가 발생되지 않으며 프로그램 설계가 간단하다. RS232C는 간단한 구조로 쉽게 사용할 수 있기 때문에, 현재까지도 많은 산업체에서 사용되고 있다.

RS232C에 사용되는 신호는 다음과 같다.

- TXD(Transmit Data)

비중기식 직렬 통신 장치가 외부 장치로부터 정보를 보낼 때 직렬통신 데이터가 나오는 신호선이다.

- RXD(Receive Data)

외부 장치에서 들어오는 직렬통신 데이터를 입력 받는 신호선이다.

- RTS(Ready To Send)

컴퓨터와 같은 DTE장치가 모뎀 또는 프린터와 같은 DCE장치에게 데이터를 받을 준비가 됨을 나타내는 신호선이다.

- CTS(Clear To Send)

모뎀 또는 프린터와 같은 DCE장치가 컴퓨터와 같은 DTE장치에게 데이터를 받을 준비가 됨을 나타내는 신호선이다.

- DTR(Data Terminal Ready)

컴퓨터 또는 터미널이 모뎀에게 자신이 송수신 가능한 상태임을 알리는 신호선이며 일반적으로 컴퓨터 등이 전원 인가 후 통신 포트를 초기화한 후 이 신호를 출력시킨다.

- DSR(Data Set Ready)

모뎀이 컴퓨터 또는 터미널에게 자신이 송수신 가능한 상태임을 알려주는 신호선이며 일반적으로 모뎀에 인가 후 모뎀이 자신의 상태를 파악한 후 이상이 없을 때 이신호를 출력시킨다.

- DCD(Data Carrier Detect)

모뎀이 상대방 모뎀과 전화선 등을 통해 접속이 완료되었을 때 상대방 모뎀이 캐리어신호를 보내오며 이 신호를 검출하였음을 컴퓨터 또는 터미널에 알려주는 신호선이다.

- RI(Ring Indicator)

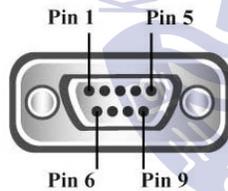
상대편 모뎀이 통신하기 위해서 먼저 전화를 걸어오면 전화벨이 울리게 된다. 이때 이 신호를 모뎀이 인식하여 컴퓨터 또는 터미널에 알려주는 신호선이며 일반적으로 컴퓨터가 이 신호를 받게 되면 전화벨 신호에 응답하는 프로그램을 인터럽트 등을 통해서 호출하게 된다.

- GND(GrouND)

RS232C 신호의 접지선이다.

Pin 1	DCD
Pin 2	RXD
Pin 3	TXD
Pin 4	DTR
Pin 5	GND
Pin 6	DSR
Pin 7	RTS
Pin 8	CTS
Pin 9	RI

RS232C Pinout (9 Pin Male)



2 = TX
3 = RX
5 = GND

Microcontroller
(male Sub-D connector)

RS232C Cable

2 = RX
3 = TX
5 = GND

PC COM Port
(femal Sub-D connector)

Fig. 8 RS232C 커넥터 핀 맵

Fig. 9 RS232C 결선도

일반적인 MCU의 경우 비동기식 통신을 위해 USART라는 통신 컨트롤러를 가지고 있는데 여기서 나오는 신호는 TTL 신호 레벨을 가지며, 노이즈에 약하고 통신거리가 매우 짧은 단점을 지닌다. 뿐만 아니라 MCU 신호의 경우 보통 5V 또는 3V 정도의 신호레벨을 가지기 때문에 RS232C +12V, -12V를 맞춰주기 위해 신호변화가 필수적이다. MCU의 USART와 신호 선을 연결함으로써 RS232C 입출력을 할 수 있게 된다[12]. Fig. 8은 RS232C 커넥터 핀 맵을 Fig. 9는 RS232C 결선도를 나타낸다.

2.6 TCP/IP 통신

위치식별 시스템에서는 구역별 식별 정보는 RFID Reader기로부터 취득한 데이터를 PC에 송신하기 위해서는 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 통신방식을 사용한다. 선내에서는 Serial 데이터로 통신도 가능하지만 Serial 통신을 사용한 경우 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해서 별도의 신호를 보정해주는 장치 및 추가적인 데이터를 수집하여서 처리하는 장치가 필요하다. TCP/IP 통신을 사용하면 하드웨어적인 확장성 및 데이터의 신뢰성 확보가 용이하다. TCP/IP는 컴퓨터 네트워크에서 사용되는 메시지 교환되는 방법을 관찰하는 규칙들을 정의하는 프로토콜의 모음을 의미하는 것으로, TCP/IP의 주목적은 다양한 위상의 물리적 네트워크 Fig. 10 에 접속된 서로 다른 기종들과 운영체제에 제약받지 않는 통신을 할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

TCP/IP 프로토콜은 서로 접속된 각각의 네트워크들이 인터넷이라고 하는 한의 거대한 통합된 환경을 제공함으로써, 인터넷에 접속된 모든 컴퓨터가 물리적 접속만 이루어지면 자유롭게 정보를 교환할 수 있도록 해준다. 인터넷에서 TCP/IP 프로토콜에 의한 접속은 가상경로 매우 복잡한 형태를 띠고 있으나, 하나의 시스템이 또 다른 시스템과 간단히 점 대점 접속을 할 수 있도록 허용하여 통신이 가능하도록 한다. TCP/IP는 두 개의 계층으로 이루어져 있으며, 상위 계층인 TCP는 메시지나 파일들을 패킷 단위의 세그먼트로 분해하여 인터넷을 통해 전송하는 기능과 수신된 패킷들을 원래의 메시지로 재조립(PAD)하는 기능을 포함한다. 하위 계층인 IP는 각 패킷들의 주소 부분을 처리함으로써 패킷들이 목적지에 정확하게 도달할 수 있게 한다. 네트워크상의 각 게이트웨이는 메시지를 어느 곳으로 전달해야할지를 알기 위해 메시지의 주소를 확인하고, 메시지가 패킷으로 분해된 경우 각 패킷들은 인터넷상의 서로 다른 경로를 통해 전달될 수 있으며, 그것들은 최종 노드의 버퍼에 저장되었다가 마지막 패킷이 도착하면 재조립된다.

TCP/IP 통신은 클라이언트 서버 모델 개념으로 동작하며, 클라이언트의 요구에 대하여 서버가 정보를 제공하는 방식이다. TCP/IP는 기본적으로 점 대점 통

신을 하며 각 자원이 네트워크상의 한 점을 기점으로 또 다른 한 점으로의 메시지 전달을 의미한다. TCP/IP를 이용하는 상위계층의 응용 프로그램들은 모두 비 연결형 접속이라고 부르며 그 의미는 각각의 클라이언트의 요청에 의한 전송에 있어서 또 다른 요청과 전혀 관계가 없는 새로운 상태의 전송으로 이루어진다. 비 연결형 접속은 전송로를 독점하지 않으므로, 모든 사용자들이 그 경로를 계속해서 공유하여 사용할 수 있다. 그러나 TCP 계층의 전송 과정은 한 메시지에 포함된 전체 패킷들이 수신 측에 전송 완료가 이루어질 때까지 전송로를 유지한다[13].

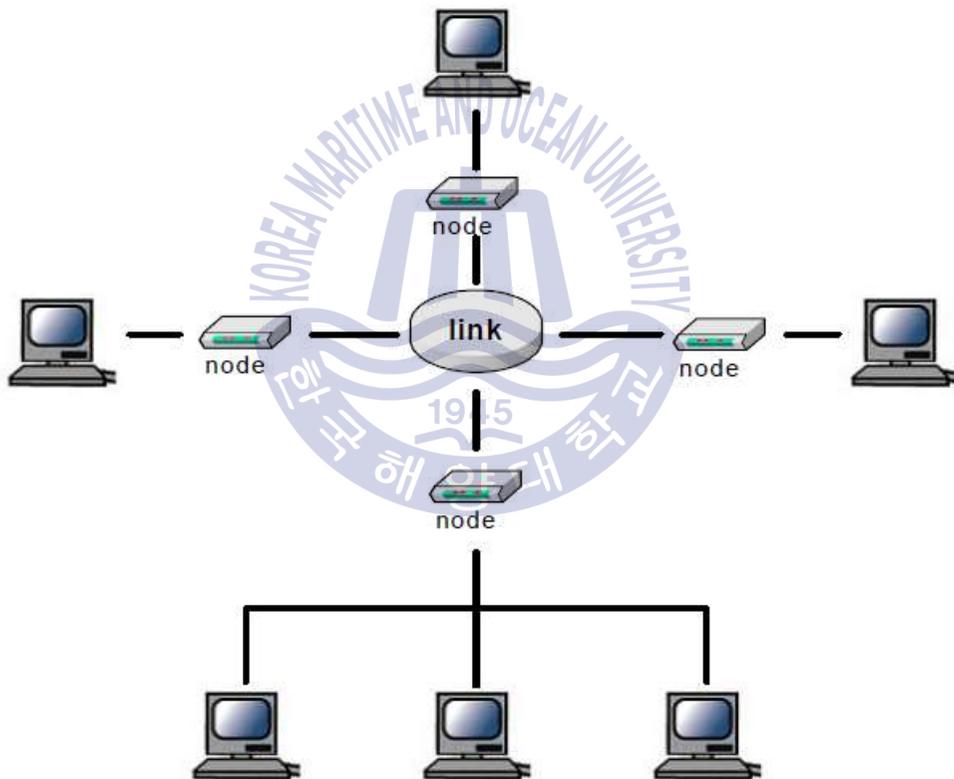


Fig. 10 시스템 간의 물리적 접속 형태

TCP/IP의 구성은 다음과 같다.

- IP 주소

TCP/IP를 사용하는 컴퓨터마다 하나씩 할당되는 32비트주소이다. TCP/IP 프로토콜을 사용하는 컴퓨터는 이 IP주소를 반드시 하나 이상 가져야 한다.

- Subnet Mask

목적지 IP주소가 Local Network에 있는지 Remote Network에 있는지를 찾아주며 32비트 주소이다.

- Default Gateway(라우터 주소)

목적지 IP주소가 Local Network이 아닌 다른 Remote Network에 있을 때 Remote Network을 찾아 가는 출구 역할을 한다. 대개 라우터 주소가 게이트웨이 주소가 된다.

- DNS 주소

TCP/IP에서는 IP주소로 최종 목적지를 찾아 간다. 그리고 모든 컴퓨터 사용자들은 이해하기 어려운 IP주소보다는 사용자가 이해하기 쉬운 컴퓨터 이름을 사용하여 통신하기를 원한다. 이 때 사용자가 찾는 컴퓨터 이름을 해당하는 IP주소를 찾아서 사용자들은 컴퓨터이름만 알아도 데이터 통신이 가능하도록 해주는 시스템의 주소를 말한다. 대개의 경우 중규모 이상의 LAN에서는 독자적으로 DNS서버를 운용하는 것이 좋다. LAN운영자가 따로 없거나 개인 사용자는 해당 ISP의 DNS서버의 주소를 활용하면 된다[14].

제 3 장 위치식별 모듈 설계

3.1 구역별 위치식별 모듈 설계

위치식별 시스템에서는 구역별 식별 정보는 RFID Reader 와 RFID Tag를 사용하여 구역별 식별정보를 처리하고 구역 내 위치식별은 가속도센서, 자이로스코프 센서, 지자기 센서와 같은 관성센서들을 사용하여 이동거리와 이동방향을 측정 한다. 위치식별 시스템에서 구역별 위치식별 정보는 선박내부의 특정경계 구역인 데크의 위치식별정보이며 RFID Reader와 RFID Tag 를 사용하여 특정경계 구역의 이동에 대한 위치식별 정보를 처리 한다.

저주파 125kHz, 134kHz 대역의 RFID Reader의 경우 인식거리가 60cm미만의 짧은 인식거리를 가지고 있다. 고주파 13.56MHz 대역의 RFID Reader의 경우 금속 환경에서 RFID Reader의 신뢰성이 보장되지 않는다. 극초단파 433.92MHz 대역의 RFID Reader의 경우 가격이 고가로 경제성 및 능동형이기 때문에 별도의 RFID Tag에 별도의 전원을 공급하는 장치가 필요하다. 마이크로파 2.5GHz 대역의 RFID Reader의 경우 현재 국내에 RFID 시장의 침체기로 인해서 장비를 구하기가 쉽지 않다.

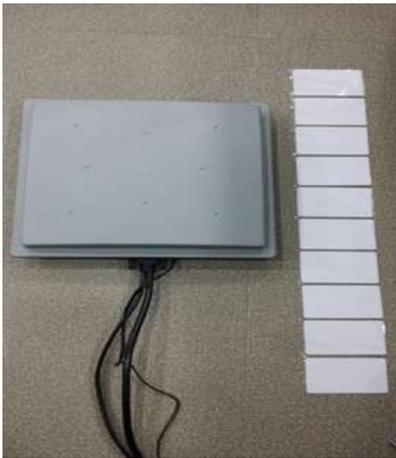


Fig. 11 900MHz RFID Reader

Table 3 900MHz RFID Reader 사양

900MHz RFID Reader SPEC (AD0703)	
주파수	900MHz (안테나 일체형)
인터페이스	Serial, TCP/IC, CAN
대응 Tag	900MHz
동작거리	1~15Meter
제품크기	450mm × 450mm × 75mm
작동온도	-20°C ~80°C
공급전원	5~16VDC

극초단파 860~960MHz 대역의 RFID Reader의 경우 인식거리도 3.5~10m 가격도 저가이면서 RFID Tag에 별도의 전원을 공급하지 않아도 동작이 가능한 수동형이며 다중 RFID tag 인식도 가능 하다. 본 연구의 구역별 위치식별 모듈 설계에서는 900MHz RFID를 사용하여서 모듈 설계를 하였다. Fig. 11 에서는 실제 모듈 설계 테스트에 사용될 900MHz RFID Reader 및 RFID Tag 이다.

❖ Test Procedure Diagram

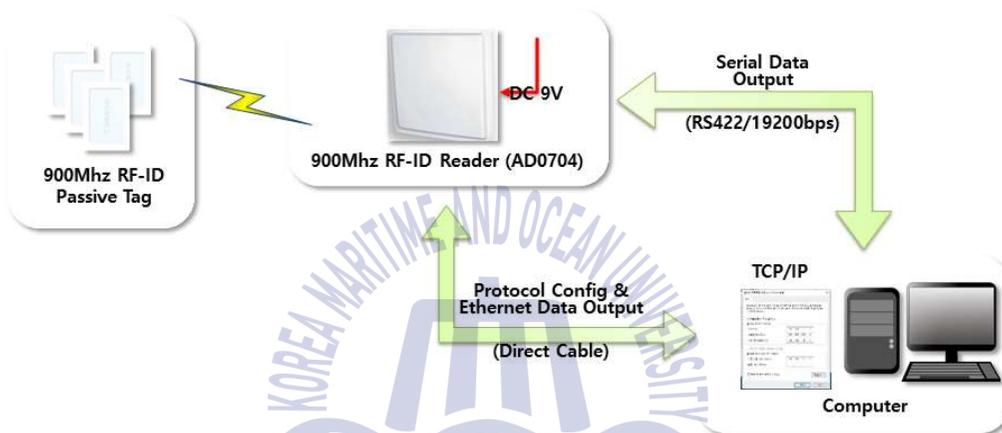


Fig. 12 900MHz RFID Reader 시험절차

Fig. 12 에서는 900MHz RFID Reader 모듈 설계 TEST Procedure를 나타내고 있다. TCP/IP 통신을(IP addresss 192.168.1.200) 사용하여서 RFID Reader의 출력 데이터 포맷, 프로토콜을 설정한다. Serial 과 TCP/IP 두 가지 출력 데이터 프로토콜을 설정하고 RFID Tag의 출력 데이터를 비교 한다. 제조사에서 제공하는 RFID Reader 데이터 ASCII 포맷은 Fig. 13, Hex 포맷은 Fig. 14와 같다.

⌋ F10D01E2001071361800840390E7AB98⌋

Data head	IP	Data length	Antenna No.	EPC 12byte	CC
-----------	----	-------------	-------------	------------	----

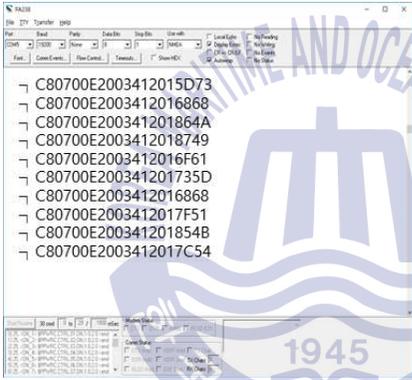
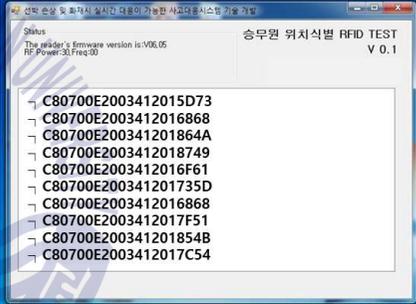
Fig. 13 AD0704 900MHz RFID 아스키 데이터 형태

02 46 31 30 44 30 31 45 32 30 30 31 30 37 31 33 36 ↵
 31 38 30 30 38 34 30 33 39 30 45 37 41 42 39 38 ↵

Fig. 14 AD0704 900MHz RFID 헥사 데이터 형태

RFID Tag 10장을 RFID Reader 에 대응하여 테스트하고 테스트 데이터 출력 형태를 Serial 과 TCP/IP ASCII 프로토콜 데이터를 Table 4에 비교하였다.

Table 4 RF-ID Reader(Serial, TCP/IP) 아스키 데이터

	RF-ID Serial Data	RF-ID TCP/IP Data
Data Receive S/W		
RF-ID Tag Data	Card1 : ↵ C80700E2003412015D73 Card2 : ↵ C80700E2003412016868 Card3 : ↵ C80700E200341201864A Card4 : ↵ C80700E2003412018749 Card5 : ↵ C80700E2003412016F61 Card6 : ↵ C80700E200341201735D Card7 : ↵ C80700E2003412016868 Card8 : ↵ C80700E2003412017F51 Card9 : ↵ C80700E200341201854B Card10 : ↵ C80700E2003412017C54	Card1 : ↵ C80700E2003412015D73 Card2 : ↵ C80700E2003412016868 Card3 : ↵ C80700E200341201864A Card4 : ↵ C80700E2003412018749 Card5 : ↵ C80700E2003412016F61 Card6 : ↵ C80700E200341201735D Card7 : ↵ C80700E2003412016868 Card8 : ↵ C80700E2003412017F51 Card9 : ↵ C80700E200341201854B Card10 : ↵ C80700E2003412017C54

3.2 구역 내 위치식별 모듈 설계

3축 가속도 센서의 출력 값에는 회전성분이 포함되므로 이를 고려하지 않고 하나의 대표적인 값으로 처리하기 위해서 식(1)과 같이 SVM(Signal Vector Magnitude)을 적용하여 하나의 에너지 값(E)으로 변환하였다. 여기서 X, Y, Z 값은 3축 가속도 센서의 출력 가속도 값이다.

3축 가속도 센서의 X, Y, Z 값을 에너지(E)값으로 변환하여 움직임의 크기, 걸음수를 알 수 있으며 자이로스코프 센서를 통해서 이동 방향을 알 수 있다 [15].

$$E = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1)$$

- E : 에너지 값

- X, Y, Z : 3축 가속도 센서 출력 값

모듈설계 실험에 사용한 MEMS 센서는 Invensense 사의 MPU-9150과 Dfrobot 사의 CMPS-11 이다.(부록A. MEMS 센서의 사양비교)

Invensense사의 MPU-9150의 경우 MEMS센서에 마이크로프로세서 없이 I2C 통신방식으로 데이터를 처리할 수 있어서 Raw Data 측정 및 가공이 가능하며, Dfrobot사의 CMPS-11 경우 전용 마이크로프로세서를 통해서 처리한 데이터를 I2C통신 또는 Serial 통신방식을 사용하여서 데이터를 처리한다.

Fig. 15는 구역 내 위치식별 모듈 설계를 위한 블록도이다. 데이터를 수집하는 MEMS, 수집데이터를 가공하는 32Bit ARM Process Cortex-M4 프로세서, 데이터 처리 알고리즘을 다운로드 하는 JTAG, 수집한 데이터를 확인할 수 있는 GLCD, 수집한 데이터를 외부와 인터페이스 가능한 RS232, 전원을 공급하는 Power로 구성 된다. Cortex-M4 프로세서는 MEMS 센서로 부터 SPI, I2C 통신 방식을 사용하여 데이터를 수신하고 수신한 데이터를 가공 처리하여서 GLCD에 실시간 데이터를 확인 가능하도록 텍스트 형태의 측정치 데이터와 측정치 데이터를 그래프 형태로 표현할 수 있도록 설계 하였으며 USB 형태의 배터리를 연

결하여 포터블 형태의 휴대가 용이하도록 설계 하였다.

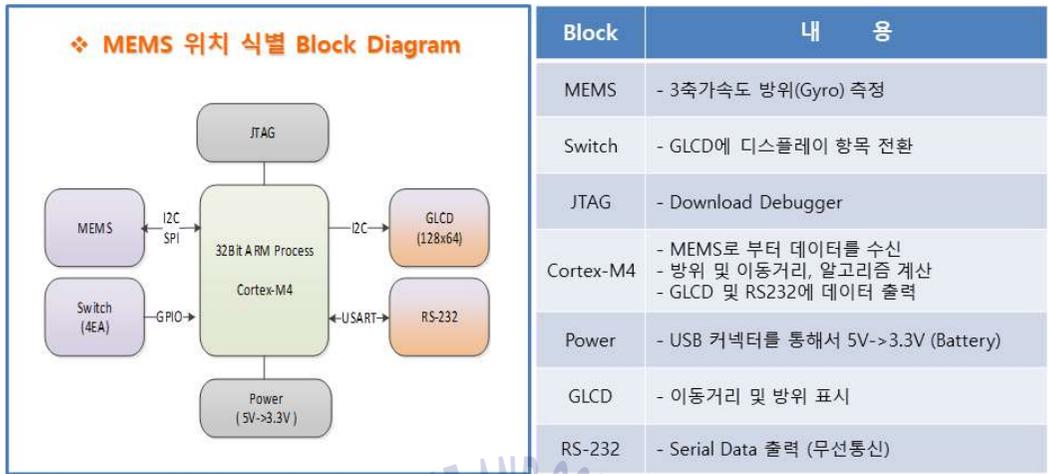


Fig. 15 구역 내 위치식별 모듈 설계 블록도

Fig. 16은 구역 내 위치식별 모듈 설계 블록도를 바탕으로 실제 시제품을 회로설계 Artwork하여 시제품을 제작하였다.(부록B. 구역 내 위치식별 시제품 회로도)

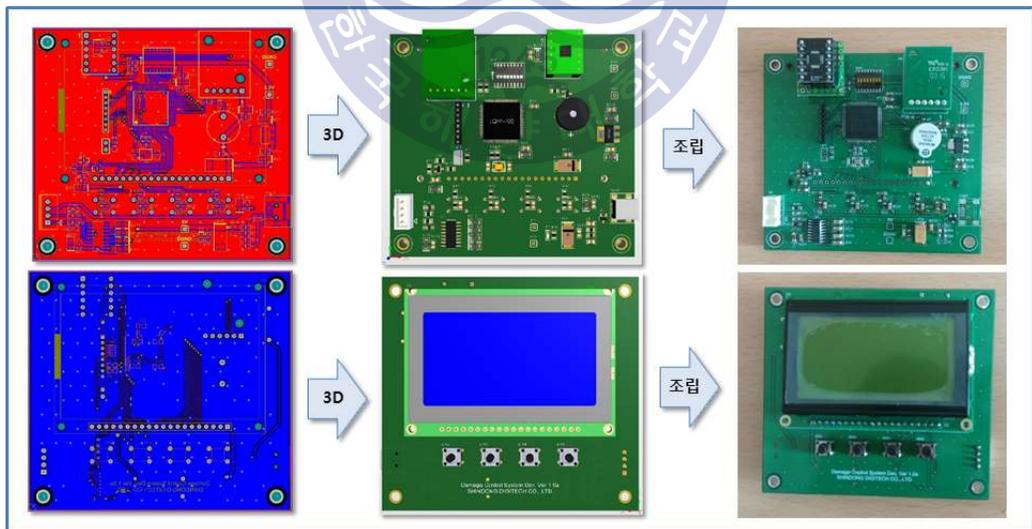


Fig. 16 구역 내 위치식별 모듈 설계 시작품 제작 (Top, Bottom)

구역 내 위치식별 모듈 설계에서는 에너지(E) 크기를 Fig. 17과 같이 실제 데

이터를 측정하여 4가지 형태로(움직임 없음, 걷기, 빠르게 걷기, 뛰기) Table 5와 같이 분류 하여 임계값을 정하였다[16].

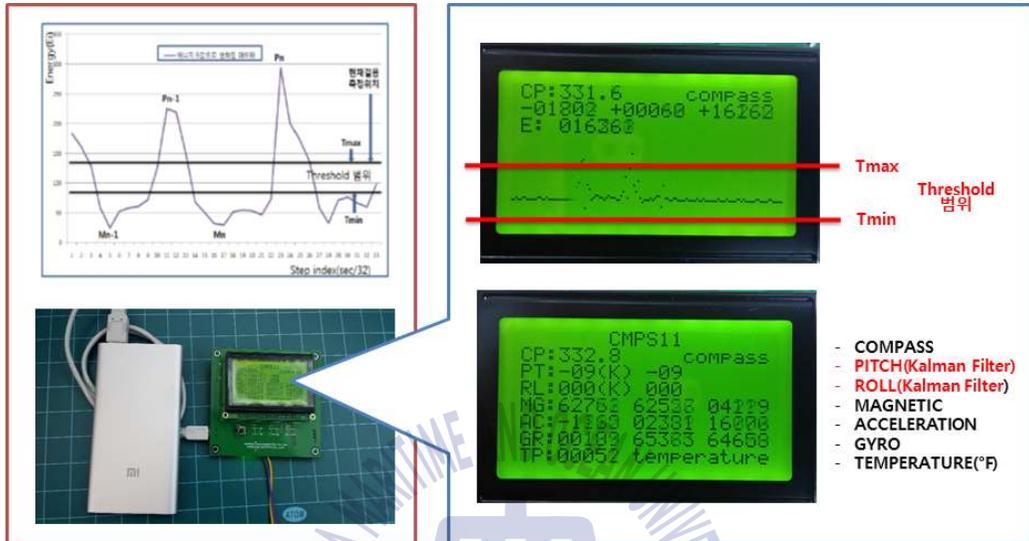


Fig. 17 구역 내 위치식별 모듈 설계 시작품 제작 데이터 측정

Table 5 에너지(E) 측정 임계 값

움직임 상태	SVM (Signal Vector Magnitude)
움직임 없음	$15,800 \leq SVM \leq 16,000$
걷기	$16,000 \leq SVM \leq 16,800$
빠르게 걷기	$16,800 \leq SVM \leq 17,500$
뛰기	$17,500 \leq SVM \leq 18,100$

3.3 위치식별 데이터 통신 모듈 설계



Fig. 18 무선 UHF 통신모뎀

위치식별 데이터를 PC에 전송하기 위해서 구역 별 위치식별 데이터는 RFID Reader의 TCP/IP 통신방식을 사용해서 통신 하고 구역 내 위치 식별 데이터는 사고대응 상황에서 승무원들이 음성통신이 가능한 통신장비인 UHF 무전기의 통신망을 사용하여서 통신한다. Fig. 18은 위치식별 데이터 통신을 위해 사용할 보이스 및 데이터 통신이 가능한 무선 UHF 통신모뎀이다. 구역별 위치식별 데이터 장치는 RS232통신방식을 사용하여서 무선RF 통신모뎀과 연결하고 데이터 송신 및 음성통신을 하며 수신측에서는 RS232통신을 통해서 PC에서 수신된 데이터를 확인할 수 있다. Fig. 19는 위치식별데이터 통신 테스트절차와 결과를 나타내고 있으며 실제 3축(X, Y, Z)의 데이터를 연산하여 무선 UHF 통신모뎀을 사용하여서 데이터를 송신 수신하고 데이터를 확인하였다.

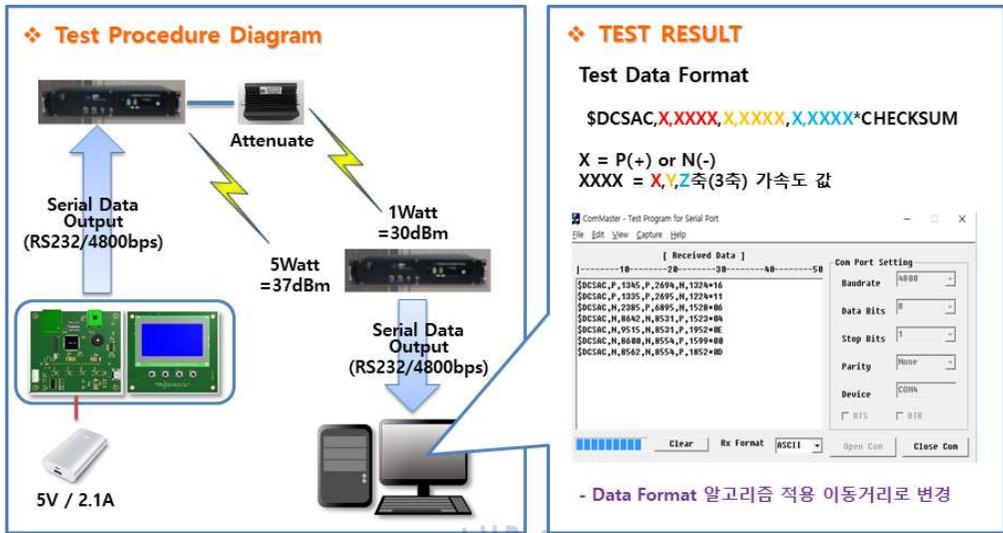


Fig. 19 UHF 통신망 위치식별 데이터 통신 모듈 시험절차

Table 6 무선 UHF 통신모뎀 사양

General Specification	
Frequency Range	146MHz ~ 174MHz / 438MHz ~ 470MHz
Frequency Control	PLL Synthesizer
Channel Spacing	12.5kHz
RF Data Rate	Half Duplex 4,800bps
RS-232C Data Rate	2,500bps ~ 19,200bps
DTE Interface	RS-232C 전용
Temperature Range	-20°C ~ +60°C
RF Input / Output Connector	N Type Female
Service Area	MAX 50km(With 9dB Yagi ANT)
Input Power	AC 110/220V
Size	485mm(W) × 258mm(D) × 88mm(H)
RF Transmitter	
Frequency Stability	+/-2.5PPM(-20°C ~ +60°C)
Deviation	2.5kHz Max
Modulation	Direct FSK
Output Power	4.8W/10W
RF Receiver	
Sensitivity	-115dB(12dB Sinad)
Spurious Rejection	70dB
Intermodulation Rejection	70dB

위치식별 데이터 통신 모듈 설계에 사용한 무선 UHF 모뎀은 음성통신도 가능하며 주요 성능은 Table 6과 같으며 모듈 구현에서는 선내에서 휴대가 가능한 포터블 형태의 무전기를 통해서 위치식별 데이터를 통신할 것이다.



제 4 장 위치식별 모듈 구현

4.1 구역별 위치식별 모듈 구현

구역별 위치식별에 모듈 설계 및 테스트 결과를 바탕으로 모듈 구현을 진행하였으며 개선된 구역별 위치식별 모듈을 설계하였다.

구역별 위치식별 모듈인 900MHz 모듈인 RFID Reader 운용 2인 이상 위치식별 데이터 검출 시 데이터 누락이 발생한다. 다수의 입력데이터를 단일 수신 안테나를 통해서 데이터를 수신하면 수신된 데이터를 시퀀스 처리하는 과정에서 데이터 처리속도 타이밍을 동기화하지 못하여 데이터의 누락이 발생한다. 데이터 처리 타이밍으로 인한 신뢰성을 확보하기 위해서 Multi Channel RFID Reader를 사용하여 구역별 위치식별 데이터 신뢰성 확보가 가능하다. 개선된 구역별 위치식별 모듈의 4Ch RFID Reader 모듈구성은 Fig.20와 같이 RFID 수신 안테나, RF 케이블, 전원장치, RFID Reader로 구성된다.



Fig. 20 구역별 위치식별 4CH RFID 모듈

RFID Reader의 성능을 결정하는 Tag 정보를 수신하는 RFID Reader의 안테

나 사양은 Table 7, RFID 안테나 방사패턴 Fig. 21, RFID 안테나 VSWR Fig 22 와 같다. RFID 안테나를 통해서 수신된 정보를 연산하여 RFID Tag의 정보를 프로토콜 변환하여 출력하는 RFID Reader의 제품 사양은 Table 8과 같다.

Table 7 RFID Reader 안테나 사양

구분	규격	비고
주파수 범위	902 ~ 928MHz	50ohm
정재파비	1.5 : 1 이하	
편파	RHCP	우원형 편파
반치각	60° ±5	
측비	3dB 이하	
이득	9dBic ±0.5dB	
최대허용 입력	1Watt	

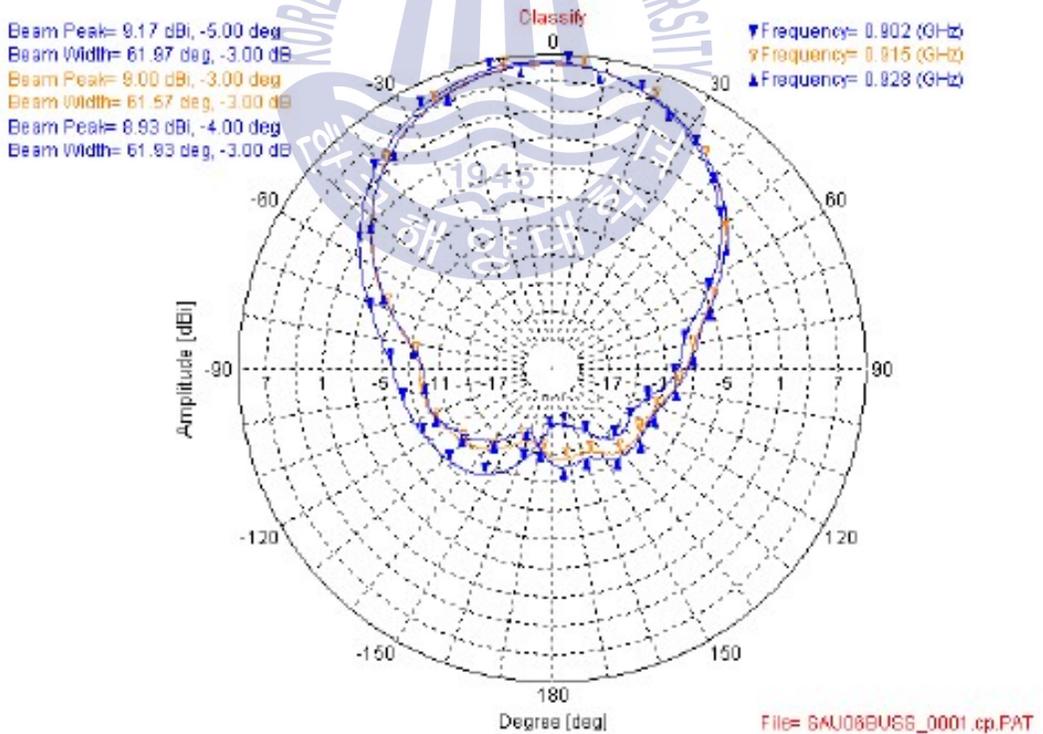


Fig. 21 RFID 안테나 방사패턴



Fig. 22 RFID 안테나 VSWR

Table 8 RFID Reader 제품 사양

구 분	규 격	비 고
주파수 범위	917 ~ 923.5MHz	
	902 ~ 928MHz	
출력전력	1Watt 이하	
동작 전압	7.5V±0.5	
소비전력	1.7A 이하	
RF 출력 Port 수	4 Ports	
Reading Distance Range	3Meter 이상	5.19dBi ANT기준
Writing Distance Range	2Meter 이상	5.19dBi ANT기준
적용 Protocol	ISO18000-6 Type-B	
	EPC Global Class1 Gen2	
Interface	RS232 (DB-9F)	
	LAN (RJ-45)	
	GPIO (DB-9M)	
Operatint Temp	-10 ~ +50°C	
Antenna	외장형	

Fig. 23은 RFID 성능을 검증하기 위한 테스트 프로그램이다.

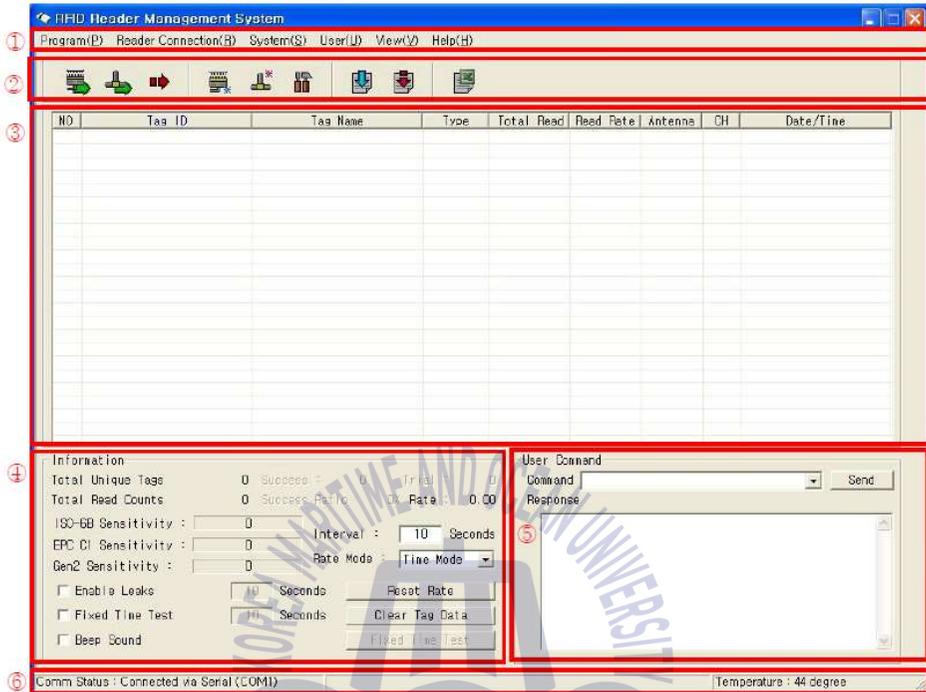


Fig. 23 RFID 테스트 프로그램

① Pull Down Menu : Program, Reader Connection, System, User, View

② Tool Bar

- Connect Serial Port : 시리얼 포트 설정 값으로 RFID Reader에 접속

- Connect TCP/IP Port : TCP 설정 값으로 RFID Reader에 접속

- Disconnect : RFID Reader와 통신을 중단

- Serial Port Settings : 시리얼 접속에 관련된 값들을 설정 한다.

- TCP/IP Setting : TCP/IP 접속에 관련된 값들을 설정 한다.

Reader Setting : RFID Reader의 설정 값을 변경 한다.

Start Setting : Tag 데이터를 수집한다.

Stop Reading : Tag 데이터 수집을 멈춘다.

save Excel : tag information table 값을 엑셀파일로 저장된다.

③ Tag information table : tag 정보 표시

④ Information : 간략한 통계 정보 및 Tag Information Table에 사용할 수 있는 옵션을 설정

⑤ User Command : HEX Command를 전송 Reader에서 Response를 표시

⑥ Status Bar : RFID Reader와의 연결상태와 RFID Reader 온도를 표시

Fig. 24는 RFID 성능을 검증하기 위한 테스트 프로그램데이터 수신 결과이다.

NO	Tag ID	Tag Name	Type	Total Read	Read Rate	Antenna	CH	Date/Time
1	E20034118802011349073263	E20034118802011349073263	Gen2	9	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
2	E20034118802011349073321	E20034118802011349073321	Gen2	7	0.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
3	E20034118802011349073303	E20034118802011349073303	Gen2	13	1.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
4	E20034118802011349073265	E20034118802011349073265	Gen2	17	1.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
5	E20034118802011349073322	E20034118802011349073322	Gen2	9	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
6	E20034118802011349073328	E20034118802011349073328	Gen2	4	0.00	1	77	2017-08-30/17:16:58
7	E20034118802011349073341	E20034118802011349073341	Gen2	17	1.00	1	80	2017-08-30/17:16:58
8	E20034118802011349073313	E20034118802011349073313	Gen2	14	1.00	1	83	2017-08-30/17:16:58
9	E20034118802011349073319	E20034118802011349073319	Gen2	10	0.00	1	83	2017-08-30/17:16:58
10	E20034118802011349073310	E20034118802011349073310	Gen2	5	0.00	1	89	2017-08-30/17:16:58
11	E20034118802011349073264	E20034118802011349073264	Gen2	4	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
12	E20034118802011349073326	E20034118802011349073326	Gen2	31	2.00	1	83	2017-08-30/17:16:58
13	E20034118802011349073343	E20034118802011349073343	Gen2	7	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
14	E20034118802011349073333	E20034118802011349073333	Gen2	20	1.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
15	E20034118802011349073303	E20034118802011349073303	Gen2	12	1.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
16	E20034118802011349073340	E20034118802011349073340	Gen2	6	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
17	E20034118802011349073384	E20034118802011349073384	Gen2	6	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
18	E20034118802011349073311	E20034118802011349073311	Gen2	12	1.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
19	E20034118802011349073270	E20034118802011349073270	Gen2	9	0.00	1	86	2017-08-30/17:16:58
20	E20034118802011349073268	E20034118802011349073268	Gen2	6	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
21	E20034118802011349073330	E20034118802011349073330	Gen2	10	0.00	1	92	2017-08-30/17:16:58
22	E20034118802011349073332	E20034118802011349073332	Gen2	2	0.00	1	77	2017-08-30/17:16:58

Information
Total Unique Tags: 31 Success: 32 Trial: 60
Total Read Counts: 884 Success Ratio: 53.93 Rate: 11.00
ISO-6B Sensitivity: 0 Interval: 10 Seconds
EPC CI Sensitivity: 0 Rate Mode: Time Mode
Gen2 Sensitivity: 0
Enable Leaks: 10 Seconds Reset Rate
Fixed Time Test: 10 Seconds Clear Tag Data
Beep Sound Fixed Time Test

User Command
Command: [] Send
Response:
0004A3011000B27F
GENERAL Control [Reading Start/Stop]-OK
7E01010004A3011000B27F
Set GENERAL [Serial Mode]- OK
7E01010004A3002000B37F
GENERAL Control [Reading Start/Stop]-OK
7E01010004A3011000B27F
GENERAL Control [Reading Start/Stop]-OK
7E01010004A3011000B27F

Comm Status: Connected via Serial (COM4) Temperature: 32 degree

Fig. 24 RFID Tag 측정 데이터

설계 모듈의 시제품의 RFID Tag의 크기는 55mm(H)×85.5mm(V)×1mm(D) 였으나, 모듈 구현 모듈의 시제품은 55mm(H)×27mm(V)×1mm(D)으로 제작 하였으며 인식거리는 최대 5Meter 까지 인식 가능하며, 최소 1.5~2Meter 이상만 인

식하면 승조원 위치 식별데이터 수집이 가능하며, 구역 내 위치식별 데이터 전송 모듈에 장착하여 운영이 가능한 형태 Fig. 25 같이 제작 하였다.

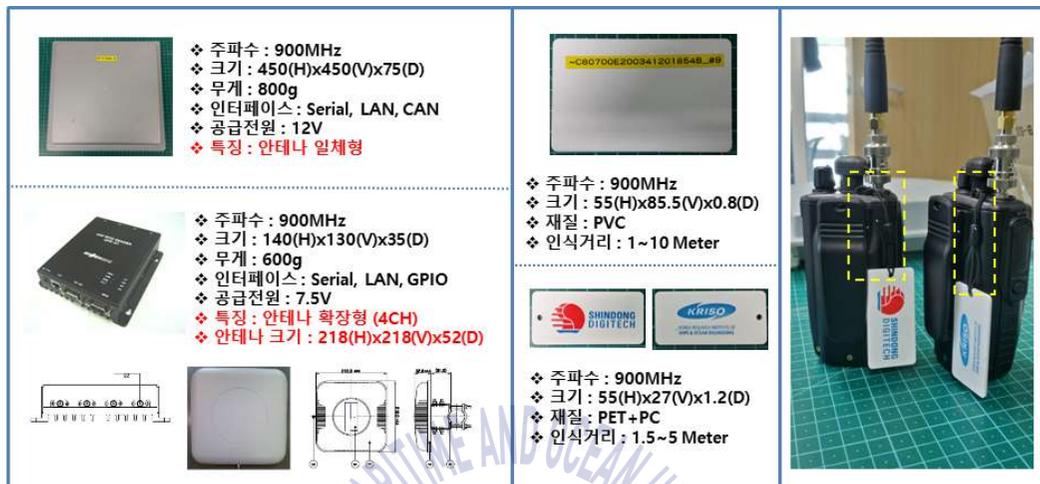


Fig. 25 구역별 식별 모듈 구현 개선 시제품 제작

4.2 구역 내 위치식별 모듈 구현

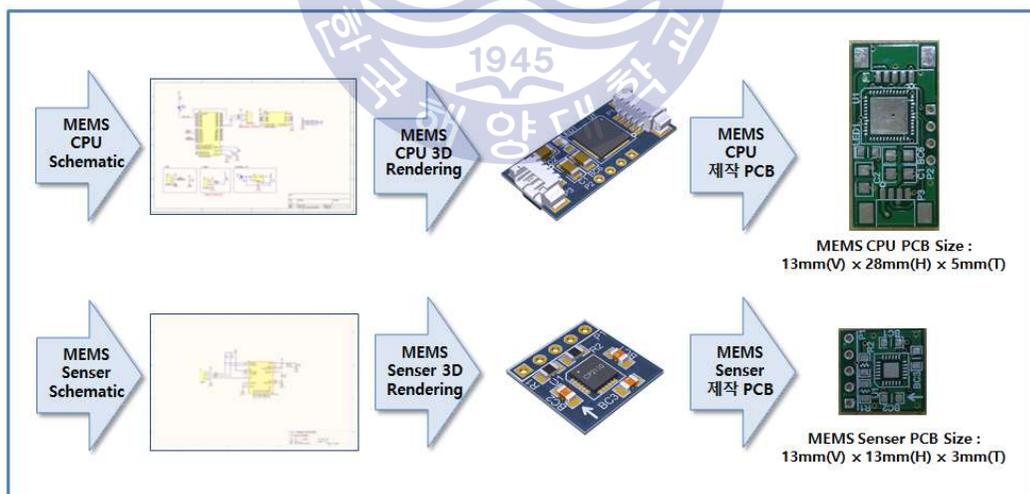


Fig. 26 구역 내 위치식별 모듈 회로설계, PCB 제작

구역 내 위치식별 모듈은 3축(X,Y,Z) 가속도와 방위(HDT)데이터를 측정하는 MEMS Sensor(부록C. MEMS Sensor 회로도) MEMS Sensor로부터 수신된 데이터

를 이동데이터(걸음 수), 방위(HDT)데이터로 연산하는 MEMS Sensor CPU(부록 D. MEMS Sensor CPU 회로도)로 구성 되며 Fig. 26은 구역 내 위치식별 모듈의 회로설계를 통한 PCB 제작 결과이다.

MEMS Sensor PCB는 3축 가속도(Roll, Pitch, Yaw) 센서와, 지자계 방위센서 데이터를 처리하여 MEMS CPU PCB로 데이터를 송신한다. 데이터를 수신한 MEMS CPU PCB는 수집된 데이터를 알고리즘 연산 처리 하여서 움직임을 판단할 수 있는 대표 값으로 변환하고 실험을 통해서 산출한 임계 값 기준으로 걸음 수 및 방위(HDT)를 알 수 있다. 구역 내 위치식별 모듈에서 연산된 위치식별 데이터는 선내 승조원들이 사고대응을 위해서 사용하는 음성통신이 가능한 UHF 무전기와 인터페이스 하여 구역 내 위치식별데이터를 송신할 수 있다.

구역 내 위치식별 모듈을 UHF 무전기인 위치식별 데이터전송 모듈에 설치하기 위해서 MEMS Sensor PCB는 위치식별 데이터 전송모듈의 GPS 코어를 대체하여 설치하고 부품이 조립된 PCB Size는 13mm(V)×13mm(H)×3mm(T) 이다. MEMS CPU PCB는 위치식별 데이터 전송모듈의 GPS코어 인터페이스 PCB를 대체하여 설치하고 부품이 조립된 PCB Size는 13mm(V)×28mm(H)×5mm(T) 이다.



Fig. 27 구역 내 식별(MEMS) PCB 기구부 설치 구조

승조원 위치식별 데이터 전송을 위해서 선내 UHF 통신망을 사용하여 보이스

통신 및 위치식별 데이터를 전송하며 UHF 통신 장치와의 통신 및 장착을 위한 구조는 Fig. 27과 같으며 장비 사양은 Table 9와 같다.

Table. 9 위치식별데이터 전송(UHF) 모듈 사양

General Specification	
Frequency Range	134~174MHz / 216~223MHz / 400~470MHz
Channel spacing	12.5 / 25kHz
Dimension	52×100×31mm
Weight	255g
Battery	7.2VDC / 2,200 or 2,600mAh / Li-on
Operating Temperature	-20℃ ~ +50℃
Transmitter	
Power	High : 5W / Low 1W or 2W
Conducted spurious	-65 dBc
Hum and Noise	-40 dBc
Receiver (Dual)	
Sensitivity (12dB SINAD)	< -120 dBm
Selectivity	-65 dB
Spurious Response	-70 dB
Intermodulation	-65 dB
Hum and Noise	-40 dB
Intermodulation	1W (<5% distortion)

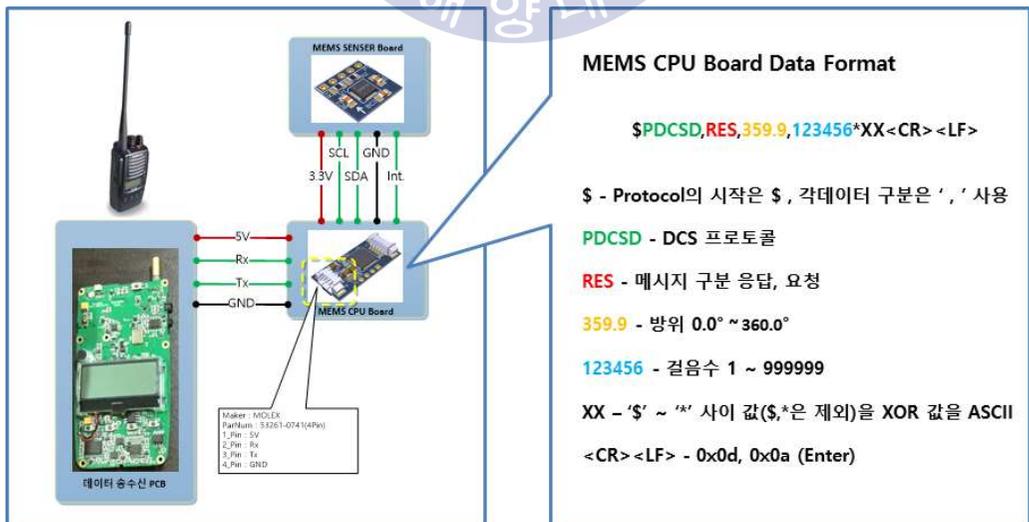


Fig. 28 위치식별 전송모듈 데이터 프로토콜 및 데이터 형식

MEMS Sensor PCB는 일정시간 간격으로 데이터를 취득하여 I2C통신으로 MEMS CPU PCB로 전송하며 MEMS CPU PCB는 I2C통신으로 취득한 데이터를 연산하여 USART통신방식으로 위치식별 데이터 전송모듈로 송신한다. 위치식별 데이터 전송모듈로 전송되는 데이터는 이동 걸음 수, 이동방위를 포함하고 통신 프로토콜 및 데이터 포맷은 Fig. 28과 같다. Fig. 29는 구역 내 위치식별 모듈 구현 제품 제작

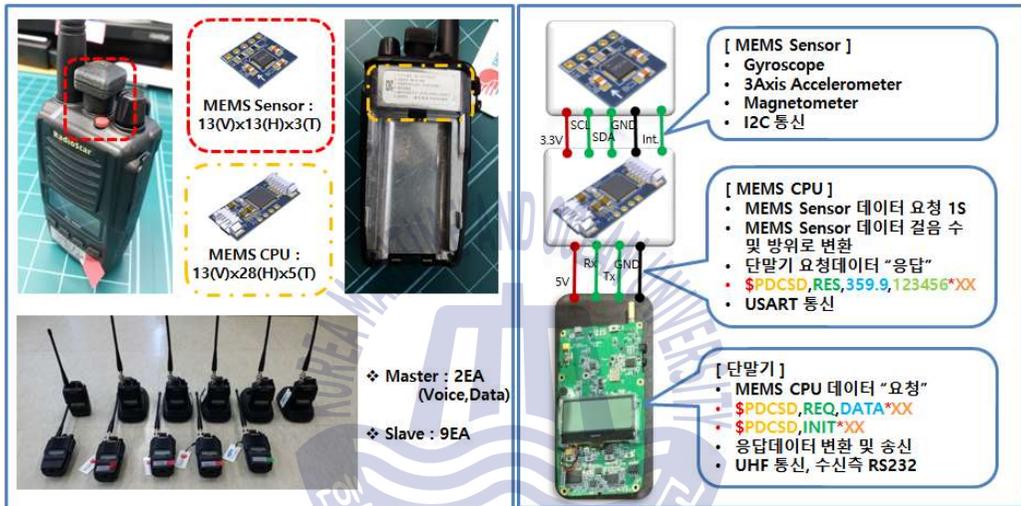


Fig. 29 구역 내 위치식별 모듈 구현 제품 제작

4.3 위치식별 데이터 공유 통신 구현

위치식별 데이터 공유는 구역별 위치식별 데이터는 RFID Reader 의 TCP/IP 통신을 사용하여서 구역별 위치식별 데이터를 공유할 수 있도록 위치식별 모듈 구현 하였다.

TCP/IP 통신을 사용할 경우 HUB를 사용하여서 RFID 채널의 데이터 통합 처리가 가능하며 Serial 통신을 사용할 경우 RFID 채널의 데이터 처리 시 추가적으로 데이터를 통합 연동하여 처리할 수 있는 별도의 장치가 필요하며 상용 장비를 사용하기에는 신뢰성 보장이 쉽지 않으므로 선박에 적용하기 쉬운 TCP/IP 방식을 사용하여서 구역별 위치식별 데이터를 공유 한다.

구역 내 위치식별 데이터는 MEMS 센서를 사용하여 데이터를 취득하고 취득한 데이터를 UHF 통신망을 사용하여 공유하는데 선내의 휴대가 가능한 UHF 무전기에 구역별 위치식별 모듈인 RFID Tag 와 구역 내 식별 모듈일 MEMS 센서를 사용하여 휴대성 및 음성통신도 가능한 형태로 제작 하였다.

UHF 무전기를 사용하여 구역 내 위치식별 데이터 공유에 있어서 UHF 무전기는 반이중통신(Half Duplex) 방식을 사용하고 있어서 실제 보이스 통신 이외에 위치식별 데이터 통신을 하기 위해 시분할방식을 사용해서 데이터를 송수신해야 한다.

구역 내 위치식별 모듈에서 사용한 시분할알고리즘은 일반적으로 사용되고 있는 알고리즘으로 일정한 간격으로 Main Station 단말기가 Sub Station 단말기에 데이터 Request Message를 송신 Request Message 수신한 Sub Station 단말기들은 Acknowledge Message를 송신한다.

Request Message, Acknowledge Message 처리하는 Data Process Main Station, UHF 단말기의 음성통신을 처리하는 Voice Process Maint Station 2개의 Main Station을 사용하여 데이터를 처리하고 Main Station 단말기와 통신할 Slave 단말기는 9개로 설계하였다.

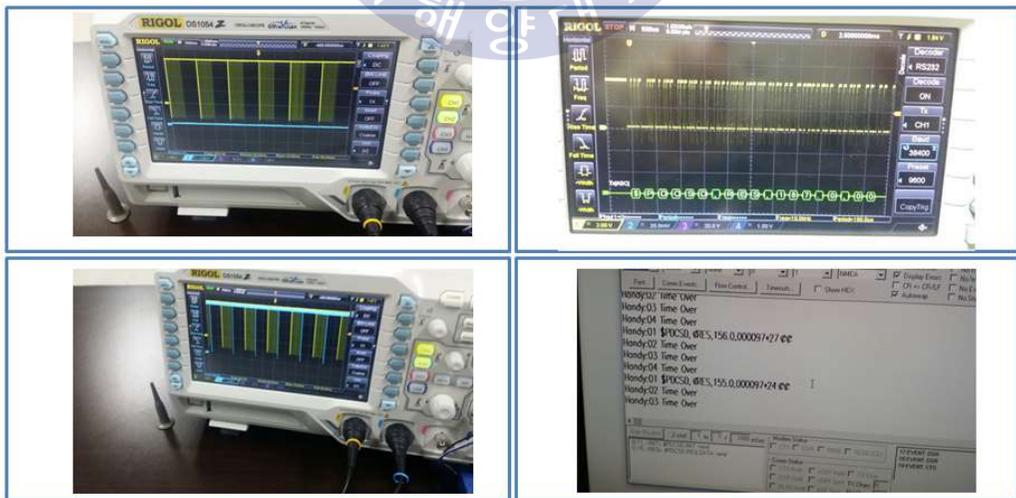


Fig. 30 구역 내 위치식별 모듈 구현 데이터 측정

Fig. 30은 Request, Acknowledge 메시지의 송수신 데이터를 측정하였다.

구역 내 위치 식별 데이터 공유에 있어서 실제 데이터 송신 시 RF 송신 출력 노이즈로 인해서 위치식별 데이터의 MEMS 센서의 오동작으로 MEMS 센서 데이터의 신뢰성 확보가 필요하다.

데이터의 신뢰성을 확보하기 위해서 두 가지의 하드웨어적인 디버깅 방법과 한가지의 소프트웨어적인 디버깅 방법을 제시하고 있다.

첫 번째의 하드웨어적인 디버깅 방법은 송신 출력을 1Watt에서 0.7 Watt 출력을 하향 조정 하였으며 선박에서 실제 음성통신에 사용하는 무전기의 출력은 1~0.7 Watt로 사용하고 있으며 선박 내에서 전파의 음영구역을 커버하기 위해서 케이블 형태의 안테나(leakey)를 포설하여서 전파의 음영구역에 대한 신뢰성을 확보하고 있다.

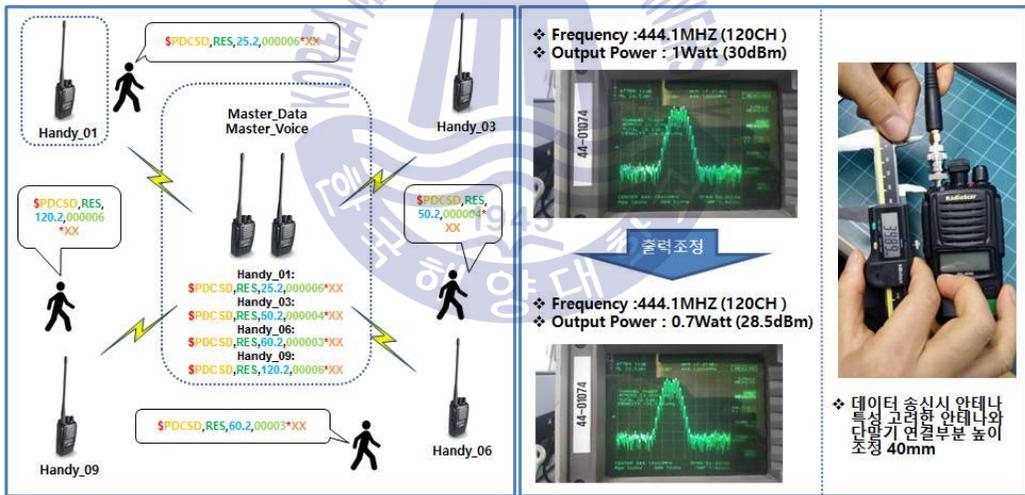


Fig. 31 구역 내 위치식별 모듈 구현 송신 데이터 측정 및 디버깅

두 번째의 하드웨어적인 디버깅 방법은 데이터 송신 시 안테나의 위치와 MEMS 센서와의 거리의 인접으로 인한 노이즈에 대한 대책을 확보하는 방법으로 데이터 송신 라인에 노이즈 필터 회로 안테나와 MEMS 센서의 이격거리를 확보 하였다. Fig. 31은 하드웨어적인 디버깅 방법인 송신 출력 조정과 안테나 이격거리를 확보한 결과이다.

소프트웨어적인 디버깅 방법은 데이터 송신 시 데이터 수집을 하지 않고 송신 전까지의 데이터만 처리하는 방법이다.

MEMS Sensor 와 MEMS CPU는 I2C 통신방식을 사용하여 일정시간 간격으로 평균 누적 데이터를 처리하며 MEMS CPU는 처리된 데이터를 저장하고 있다. MEMS CPU는 UHF MODEM으로부터 데이터 요청을 받음과 동시에 요청받은 데이터를 UHF MODEM으로 USART 방식을 사용하여서 전송한다.

Fig. 32에서와 같이 UHF MODEM은 MEMS CPU로부터 데이터를 송신을 받음과 동시에 RF통신방식을 사용하여서 데이터를 전송, 데이터 전송 시 MEMS Sensor는 계속 데이터를 처리하고 있으며 송신 시 발생하는 송신출력 노이즈로 인한 데이터의 신뢰성 확보를 위해 송신 시 일정 시간동안(Min:500ms) 데이터를 무시하고 송신이 끝나면 데이터를 처리하는 방식을 사용한다.

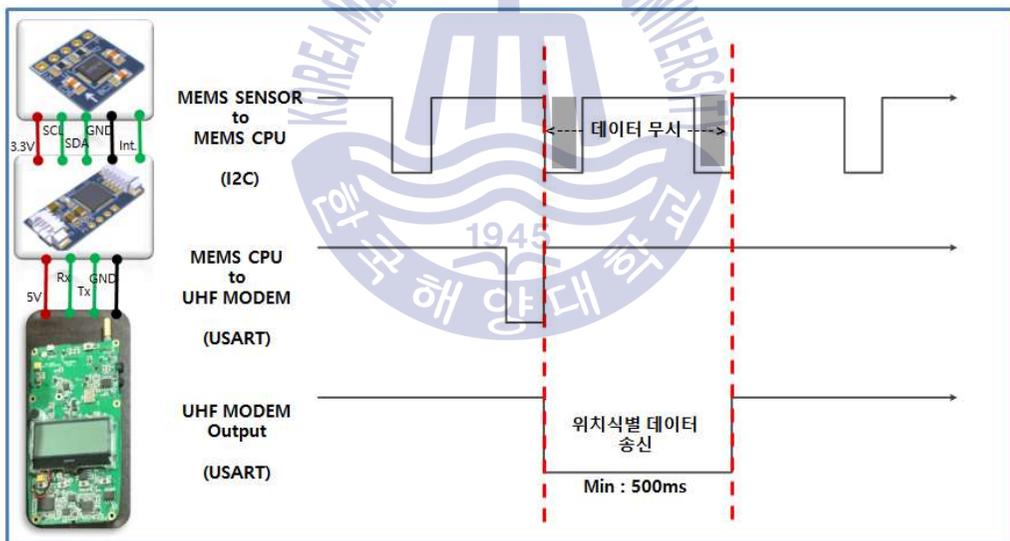


Fig. 32 구역 내 위치식별 모듈 데이터 송신 디버깅 알고리즘

UHF MODEM 송신시 발생하는 송신출력 노이즈는 실제 MEMS Sensor의 데이터 연산에 노이즈로 작용해서 3축(X,Y,Z) 가속도와 방위데이터(HDT)의 연산에 정상적인 데이터가 아닌 거짓된 데이터로 연산되며 UHF MODEM이 송신하는 시간동안(Min:500ms) 데이터를 처리하지 않고 버퍼링하여서 송신하면 정상적으

로 데이터가 송신된다. 송신 시 데이터를 처리하지 않는 시간(Min:50ms)은 구역 내 위치식별모듈의 걸음 수 와 방위(HDT) 데이터 연산에 영향을 주지 않는다.



제 5 장 시험 및 성능 평가

5.1 시험 방법

위치식별모듈의 시험 방법에 있어서 구역별 위치식별 모듈과 구역 내 위치식별 모듈을 선박과 비슷한 구조의 건물에서 위치식별 모듈을 운용 하였으며 실제 실험 장소 및 위치식별 모듈의 설치 위치는 Fig. 33과 같이 A, B, C, D, E 에 구역별 위치식별 모듈을 설치하였다. 구역 내 위치식별 모듈의 시험 패턴은 시작점 A를 기준으로 A에서B, A에서C, A에서D, A에서E, A에서 ①,② 기둥을 지나 A로 오는 총 5가지 패턴으로 시험을 하였다.

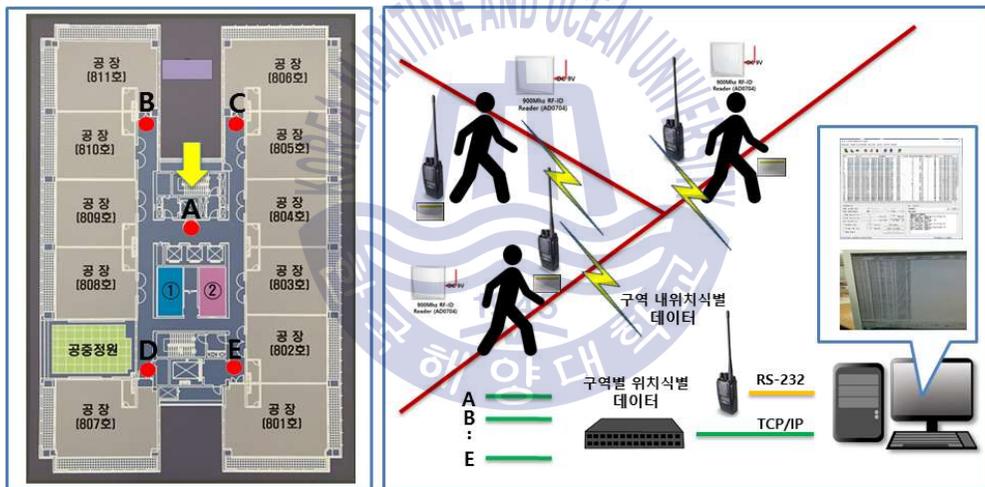


Fig. 33 위치식별 모듈 시험 환경

구역별 위치식별 모듈은 TCP/IP 통신을 사용하여 RFID Tag 정보데이터 수신 여부 확인이 가능하며, 구역 내 위치식별 모듈은 UHF 통신망을 사용하여 이동 거리 (걸음수), 이동방위(HDT)데이터 수신 여부의 확인이 가능하며 수신 데이터의 형태는 Fig. 30과 동일하다.

5.2 시험 결과

선내 승조원 위치식별 모듈에 있어서 구역별 위치식별 모듈은 Multi-Channel

RFID Reader를 사용하여 인식률은 2명이상의 사람이 지나가도 95% 이상 인식이 가능하다.

구역 내 위치식별 모듈의 움직임에 대한 크기는 SVM의 크기를 측정하고 연산하여 이동에 대한 데이터와 측정된 방위 데이터를 UHF통신을 사용하여 송신한다.

선내 위치식별에서는 선내의 구조를 고려하여 정확한 위치를 찾는데 목적이 아닌 구역별위치 식별 모듈을 통해서 구역을 식별하고 구역 내에서 위치식별은 방위(HDT)의 위치식별이 가능하다. Fig. 34는 움직임 상태 걸기, 빠르게 걸기, 뛰기 시험을 통해서 방위(HDT)가 변하는 F, G, H, I, J, K 지점과 방위(HDT)가 변하는 지점에서의 방위(HDT) 값 측정 범위를 나타내고 있다.

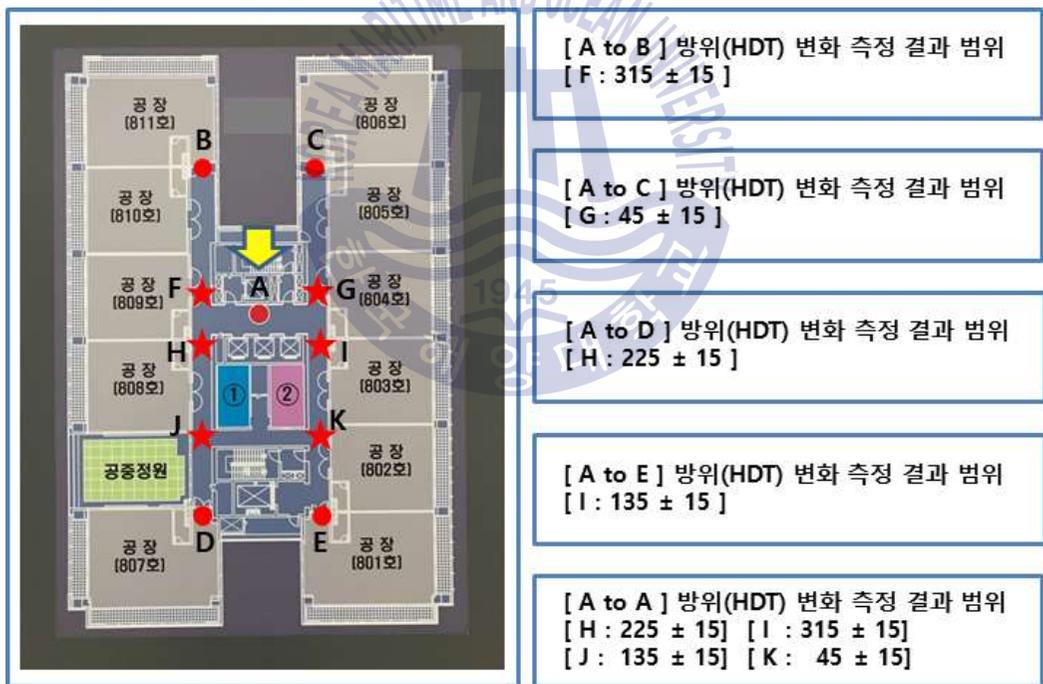


Fig. 34 방위(HDT) 변화지점 측정범위

- [A to B] : A에서 B로 이동하는 패턴의 경우 방위가 변하는 F지점이 존재하고 F지점에서의 수신 데이터는 $315^\circ \pm 15^\circ$ 의 범위에 있다.

- [A to C] : A에서 C로 이동하는 패턴의 경우 방위가 변하는 G지점이 존재

하고 G지점에서의 수신 데이터는 $45^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 의 범위에 있다.

- [A to D] : A에서 D로 이동하는 패턴의 경우 방위가 변하는 H지점이 존재하고 H지점에서의 수신 데이터는 $225^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 의 범위에 있다.

- [A to E] : A에서 E로 이동하는 패턴의 경우 방위가 변하는 K지점이 존재하고 K지점에서의 수신 데이터는 $135^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 의 범위에 있다.

- [A to A] : A에서 A로 이동하는 패턴의 경우 방위가 변하는 H, J, K, I 지점이 존재하고 이지점에서 수신 데이터는 H는 $225^{\circ} \pm 15^{\circ}$, J는 $135^{\circ} \pm 15^{\circ}$, K는 $45^{\circ} \pm 15^{\circ}$, I는 $315^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 의 범위에 있다.

구역 내 위치식별에서 실제 이동 방위가 변할 때 방위가 변하는 지점이 존재하며 이러한 지점이 나타나지 않으면 데이터 처리에서 방위에 대한 잘못된 허위 경로를 나타낼 수 있다. 선내에서의 위치 추적은 이미 고정된 구조물을 기준으로 이동에 대한 기준방위 데이터를 가지고 연산하기 때문에 방위가 변하는 지점의 확인이 구역 내 위치식별에서 중요한 역할을 한다.

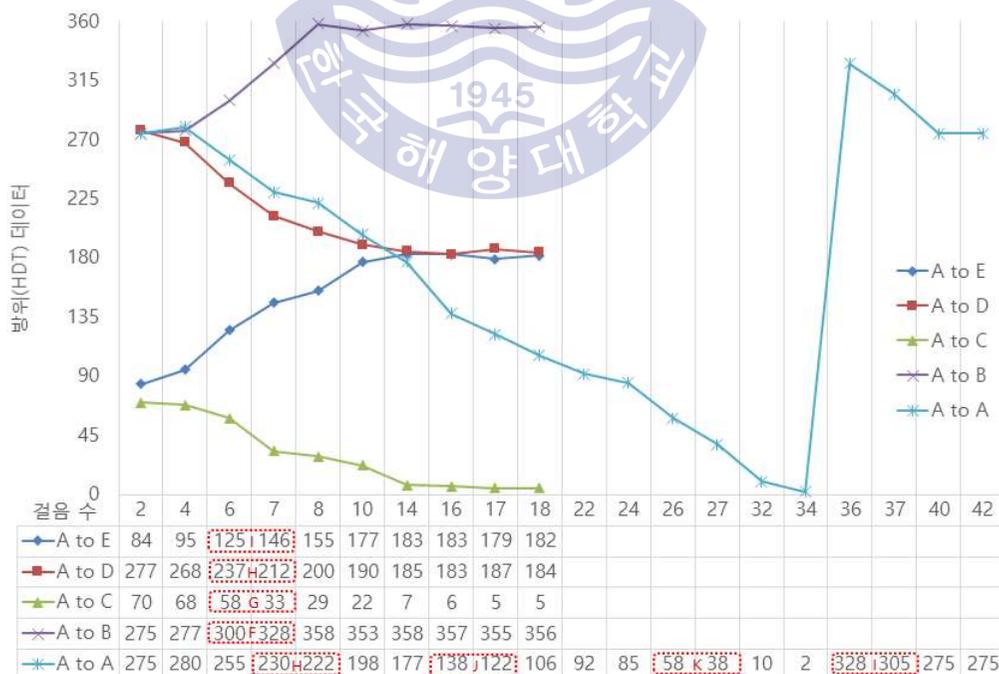


Fig. 35 구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음 수 데이터 “걷기”

Fig. 35는 구역 내 위치식별모듈의 “걷기” 시험결과로 걸음 수에 대한 방위 (HDT) 데이터를 나타내며 [A to E]패턴의 I지점, [A to D]패턴의 H지점, [A to C]패턴의 G지점, [A to B]패턴의 F지점에서 걸음 수 6걸음과 7걸음에서 방위 (HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. [A to A]의 패턴의 경우 원운동을 하는 것과 동일한 형태의 방위(HDT)를 나타내며 H지점은 7걸음과 8걸음, J지점은 16 걸음과 17걸음, K지점은 26걸음과 27걸음, I지점은 36과 37걸음에서 방위(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. 걷기에 대한 방위(HDT)와 걸음 수 데이터를 비교하여 시험한 5가지 이동패턴에 대한 방위와 이동거리와 이동경로가 유사한 패턴을 가지는 것을 알 수 있다.

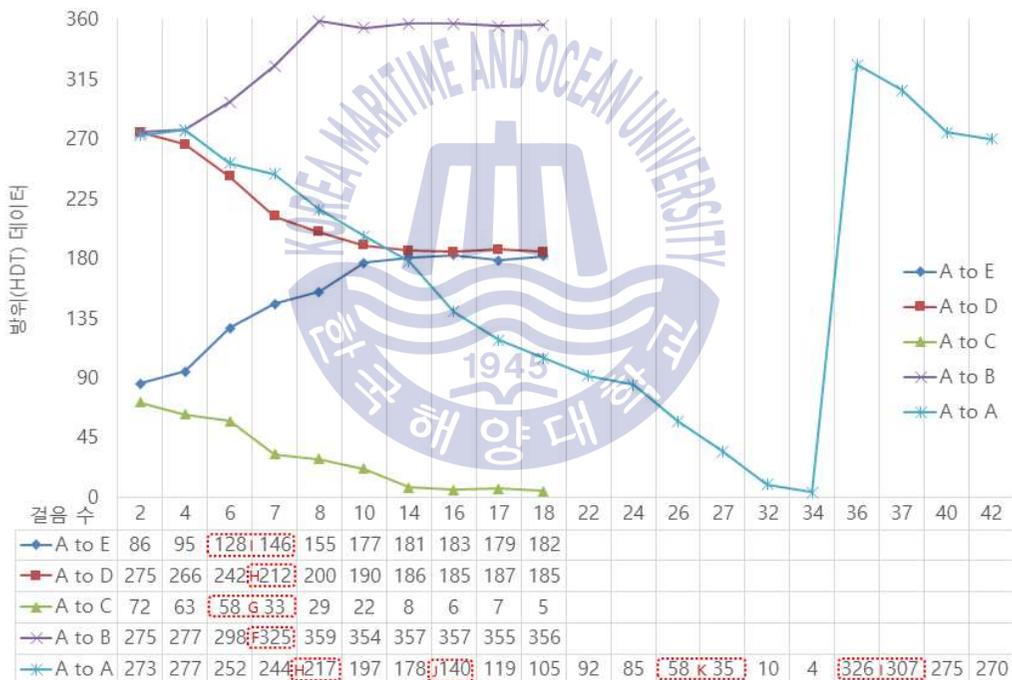


Fig. 36 구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음수 데이터 “빠르게 걷기”

Fig. 36은 구역 내 위치 식별 모듈의 “빠르게 걷기” 시험결과로 걸음 수에 대한 방위(HDT) 데이터를 나타내며 [A to E]패턴은 I지점, [A to C]패턴은 G지점에서 걸음 수 6걸음과 7걸음에 방위(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있으면 [A to D]패턴은 H지점, [A to B]패턴은 F지점에서 걸음 수 7걸음에서 방위

(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. [A to A]의 패턴의 경우 원운동을 하는 것과 동일한 형태의 방위(HDT)를 나타내며 H지점은 8걸음, J지점은 16걸음, K지점은 26걸음과 27걸음, I지점은 36과 37걸음에서 방위(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. 빠르게 걷기에 대한 방위(HDT)와 걸음 수 데이터를 비교하여 시험한 5가지 이동패턴에 대한 방위(HDT)와 이동거리와 이동경로가 유사한 패턴을 가지는 것을 알 수 있다. 하지만 방위(HDT)가 변하는 지점의 데이터를 확인하면 걷기에서는 연속적으로 방위(HDT)가 변하는 지점이 확인이 되었으나 빠르게 걷기에서는 연속적으로 방위(HDT)가 변하는 지점이 확인되지 않는 구간도 존재한다.

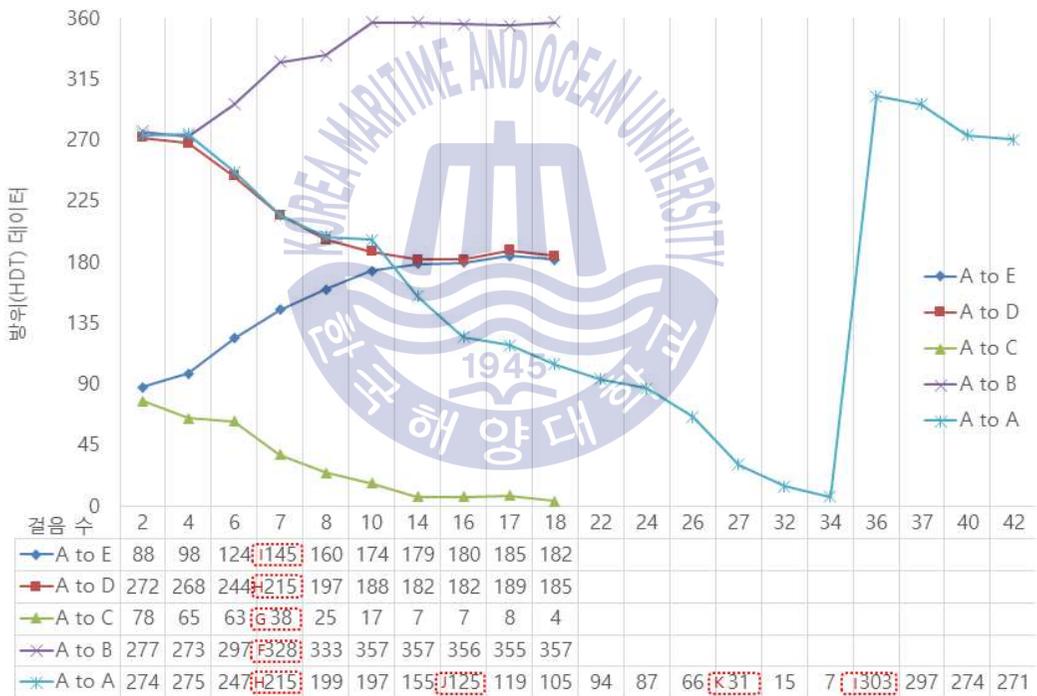


Fig. 37 구역 내 위치식별 방위(HDT), 걸음수 데이터 “뛰기”

Fig. 37은 구역 내 위치 식별 모듈의 “뛰기” 시험결과로 걸음 수에 대한 방위(HDT) 데이터를 나타내며 [A to E]패턴의 I지점, [A to D]패턴의 H지점, [A to C]패턴의 G지점, [A to B]패턴의 F지점에서 걸음 수 7걸음에서 방위(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. [A to A]의 패턴의 경우 원운동을 하는 것과 동

일한 형태의 방위(HDT)를 나타내며 H지점은 7걸음, J지점은 16걸음, K지점은 27걸음, I지점은 36에서 방위(HDT)가 변하는 범위에 데이터가 있다. 걸기에 대한 방위(HDT)와 걸음 수 데이터를 비교하여 시험한 5가지 이동패턴에 대한 방위(HDT)와 이동거리와 이동경로가 유사한 패턴을 가지는 것을 알 수 있으나 방위(HDT)가 변하는 지점의 데이터를 확인하면 걸기, 빠르게 걸기 데이터와 같이 연속적으로 방위(HDT)가 변하는 구간은 없다. 하지만 방위(HDT)가 변하는 지점의 데이터는 방위(HDT) 변화 측정 범위($45^\circ \pm 15^\circ$, $135^\circ \pm 15^\circ$, $225^\circ \pm 15^\circ$, $315^\circ \pm 15^\circ$)에 데이터가 있다.



Fig. 38 승조원 위치식별 모듈 결과물

위치식별데이터 송신에 있어서 데이터 송신 시 RF Noise로 인한 걸음 수, 방위(HDT) 데이터의 신뢰성이 문제가 되었으나 노이즈 방지 필터회로 추가, 데이터 처리시간 변경으로 인해서 신뢰성을 확보하였다. Fig. 38은 승조원 위치식별 모듈 제작 결과물이다.

5.3 UI를 사용한 선내 승조원 위치식별 데이터 처리

선내 승조원 위치식별 데이터 전시에 있어서 선내에 구조적인 부분을 고려하면 선내의 구조는 일반적으로 복도가 있으며 복도를 중심으로 2개의 복도로 분

기하거나 다시 결합되는 구조를 가지고 있다. 분기되는 부분에서 구역 또는 다른 구역으로 이동이 가능한 계단이 존재 한다.

구역별 위치식별 모듈을 선내 구역 구분이 가능한 장소인 계단 및 출입구에 설치하여 RFID Reader를 통해서 Tag정보를 처리하여 TCP/IP 통신을 사용하여 PC에 전송한다. 구역 내 위치식별 모듈은 구역별 위치식별 장치가 설치되어 있는 구역 내에서 MEMS 데이터를 변환하여 이동방향, 이동거리를 포함한 데이터를 휴대가 가능한 UHF단말기를 사용하여서 PC에 전송하면 PC에서는 구역별 위치식별 데이터와 구역 내 위치식별 데이터를 연산하여서 선박의 일반배치도(GAP)에 UI로 표현이 가능하다.

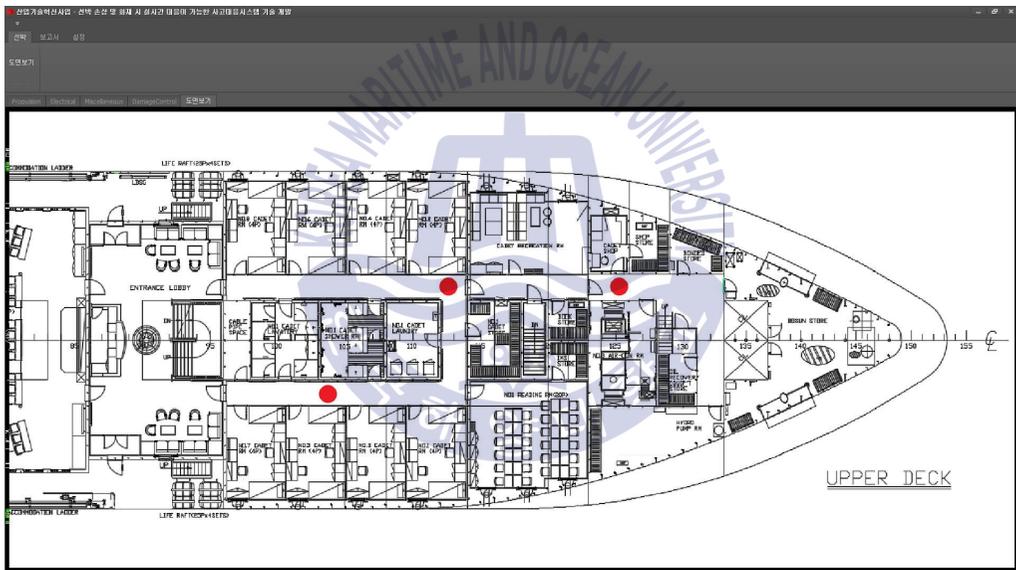


Fig. 39 선박 내 일반배치도(GAP)에 위치식별 데이터 표현

일반배치도 표현에 있어서 선박의 구조를 고려한 데이터 보정 방법이 필요하다. 선내의 복도에서 좌측으로는 연속되는 객실이 존재하고 우측으로는 벽이 존재한다고 할 때 객실의 입구를 기준으로 데이터 변화량을 측정하여 측정데이터가 일정 기준 값을 정하고 기준 값을 만족하면 객실로 이동을 표현하고 기준 값이 만족하지 않으면 객실로 이동이 아닌 복도의 이동으로 표현한다.

Fig. 39는 위치식별데이터를 선박 내 일반배치도(GAP)에 표현하였다. 선내 구

조를 고려하여 걷기, 빠르게 걷기, 뛰기 등의 여러 가지 운동 상태와 이동패턴을 측정하여 이동 패턴과 움직임의 기준 값을 정하고 실제 장비 운영에서는 기준 값과 비교하여 UI상에 선내 승조원 위치식별 데이터 처리가 가능하다.



제 7 장 결 론

본 논문에서는 선박 사고대응 시스템을 위한 선박 내 승조원 위치식별을 할 수 있는 시스템을 모듈단위로 설계 및 구현 하였다. 선박의 구조를 고려하여 경계를 나누고 경계구역 별로 위치를 식별 할 수 있는 구역별 위치식별 모듈, 구역별 위치식별 모듈 내부에서의 위치를 식별 할 수 있는 구역 내 위치식별 모듈 두 가지 형태의 모듈로 나누어서 선박 내 승조원 위치식별 시스템을 설계 하고 두 가지 모듈을 설계 구현 과정을 거쳐서 사고대응 시스템을 위한 선박 내 승조원 위치식별 모듈을 설계하였다.

구역별 위치식별의 모듈 설계에서는 900MHz RFID Reader와 Tag를 사용하여서 경계구역을 정하고 경계구역에 RFID Reader를 설치하여서 구역별 데이터를 처리할 수 있도록 모듈 설계하였다.

구역별 위치식별 모듈 장비 운영에 있어서 모듈 설계를 통해서 도출한 문제점인 2인 이상의 사람이 동시에 구역별 위치식별 모듈을 통과 발생하는 데이터 누락의 문제를 모듈 구현에서는 데이터의 누락을 방지하기 위해 경계구역의 구조를 고려하여 Multi Channel RFID Reader를 사용하여 데이터의 신뢰성을 확보 하였다.

RFID Reader를 통해서 처리한 구역별 위치식별 데이터의 경우 선내의 설치를 고려한 추가적인 데이터 처리장치가 필요 없이 설치가 가능한 TCP/IP 통신을 사용하여서 위치식별 데이터 공유가 가능하다.

구역 내 위치식별 모듈의 모듈 설계에서는 주요 경계구역 내에서 MEMS 센서를 활용하여 이동하는 승조원들의 위치를 인식하는 기술로 MEMS 센서의 3축 가속도(Roll, Pitch, Yaw)센서를 통해서 에너지의 크기 SVM(Signal Vector Magnitude)을 구하고 에너지의 크기에 따라서 이동거리 측정이 가능하며, 자이로스코프 관성센서를 사용하여 이동방향을 알 수 있다. MEMS센서를 통해서 알 수 있는 에너지의 크기 SVM의 경우 에너지의 크기를 지속적으로 평균을 내는 이동평균법과 이동평균에 따라 에너지 크기의 이동거리를 보정할 수 있도록 데

이터를 처리 한다. 처리된 데이터는 고정형 UHF 통신 모뎀을 사용하여 무선으로 데이터를 공유 하였다. 모듈 구현에서는 구역 내 위치식별 모듈을 소형화 하여서 사고 상황에서 승조원들이 휴대가 가능한 형태로 제작하여서 구역 내 위치 식별 데이터를 공유 하였다.

MEMS를 통해서 처리한 구역 내 위치식별 데이터는 선박 내에서 승조원들이 항상 휴대가 가능하며 음성통신이 가능한 UHF 통신 단말기를 사용하여 구역 내 위치식별 데이터 공유가 가능하고 데이터 송신 시 시분할 알고리즘을 적용하여 데이터를 전송한다.

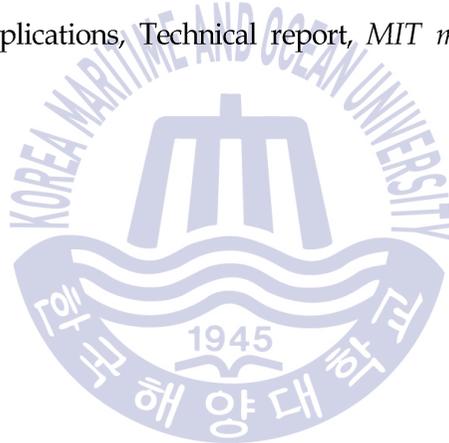
TCP/IP통신과 UHF통신을 사용하여 수신된 승조원 위치식별 데이터는 선박의 구조 및 수신된 승조원 위치식별 데이터 값을 고려하여 선박의 일반배치도(GAP)에 전시가 가능하다.

현재 연구는 구역별 위치식별 데이터는 RFID를 사용하여 TCP/IP통신, 구역 내 위치식별 데이터는 MEMS 센서를 사용하여 UHF 통신망을 사용하여 승조원 위치식별데이터를 처리하며 이렇게 처리된 결과를 선박의 일반배치도(GAP)에 전시한다. 향후에는 선박의 운동성 데이터 및 선박의 구조를 고려한 위치식별 데이터 처리 및 보정을 적용하면 더 정확한 위치식별이 가능하다.

참고문헌

- [1] 오흥근, 2016. 선박 안전운전을 위한 응급대응 시스템 설계 및 구현. 석사학위논문. 광주:호남대학교.
- [2] 강일우, 2011. 선박환경에서 Fingerprinting 방식을 이용한 실내 측위 추정 방법. 석사학위논문. 목포:목포대학교.
- [3] 이은근, 2004. RFID 확산전망 및 시사점. 정보통신정책연구원, 16(3), pp.1-23.
- [4] 이종상, 2006. RFID 기술을 적용한 출입통제 관리시스템 구축사례 연구. 석사학위논문. 서울:연세대학교.
- [5] 정용근, 정광교, 2007. RFID 기술을 활용한 선박안전관리 합리화방안 기획연구. 선박안전기술공단연구보고서. 선박안전기술공단, 5, pp.1-73.
- [6] 도대만, 2013. 비상시 긴급 피난 지원을 위한 RFID 기반의 실내 위치 인식 시스템. 석사학위논문. 부산:동명대학교.
- [7] 채정근, 2015. 스마트폰 내장 관성센서를 이용한 개인추측항법시스템 연구. 석사학위논문. 청주:충북대학교.
- [8] 박상경, 2004. 관성 센서를 이용한 3차원 자세 추정. 석사학위논문. 울산:울산대학교.
- [9] 이아람, 2006. 관성 센서를 이용한 3축 자세 센서 개발에 관한 연구. 석사학위논문. 서울:서울산업대학교.
- [10] 고영재, 2007. 지자기 센서를 이용한 불법 주정차 감지 장치의 특성 분석. 석사학위논문. 대전:대전대학교.
- [11] 입혁진, 박효빈, 이성주 2012. 효율적인 직렬버스 통신을 위한 I2C와 SPI 겸용 하드웨어 구현. 2012년도 대한전자공학회 하계학술대회.

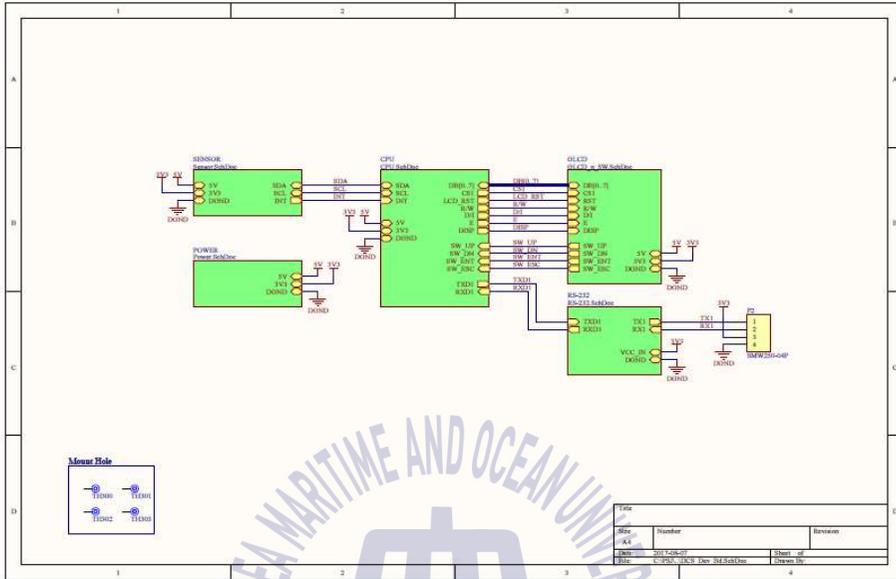
- [12] 장호근, 2016. *PHY Chip*을 이용한 RS232C 데이터 전송장치에 관한 연구. 석사학위논문. 광주:전남대학교.
- [13] 남광진, 2005. *TCP/IP*를 이용한 FTMS 통신망 구축에 관한 연구. 석사학위논문. 수원:아주대학교.
- [14] 임채성, 2004. *TCP/IP*를 이용한 빌딩 네트워크 시스템 통합 및 성능 평가. 석사학위논문. 서울:고려대학교.
- [15] 김윤경, 김성목, 노형석, 조위덕 2011. 3축 가속도 센서를 이용한 실시간 걸음 수 검출 알고리즘. *한국인터넷정보학회*, 12(3),pp.17-26.
- [16] Richard W. DeVaul, Steve Dunn, 2001. Real-time motion classification for wearable computing applications, Technical report, MIT media LAB



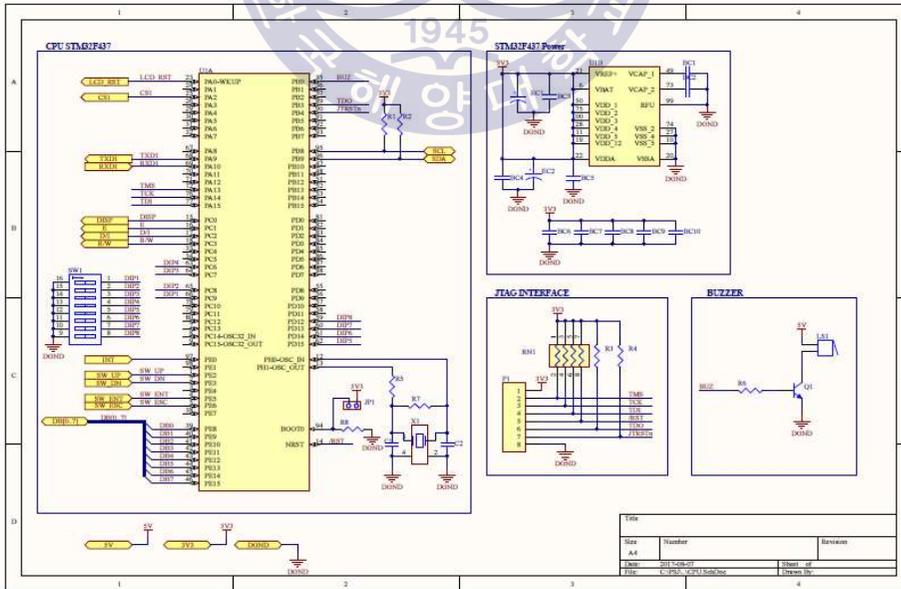
부록 A. MEMS 센서의 사양비교

SPEC	MPU-9150	CMPS-11	비고
전원	3.3V	3.6~5V	
전류	-	35mA Typ.	
통신 방식	I2C	I2C, Serial	
센서	3-axi agnetometer(13Bit) 3-axi gyro(16Bit) 3-axi ccelerometer(16Bit)	3-axi Magnetometer 3-axi gyro 3-axi accelerometer	CMPS-11 16Bit MCU
Type	PCB type Component	PCB type Module	
Size	4mm × 4mm × 1mm	24.5mm × 18.5mm × 4.5mm	
Maker	Invensense	Dfrobot(MicroChip)	
모델			

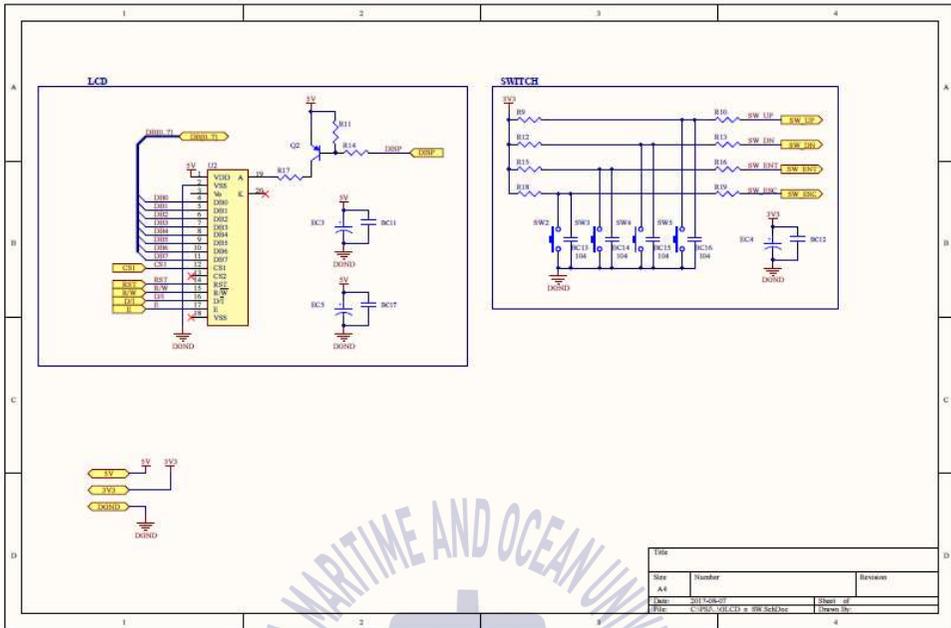
부록 B. 구역 내 위치식별 시제품 회로도



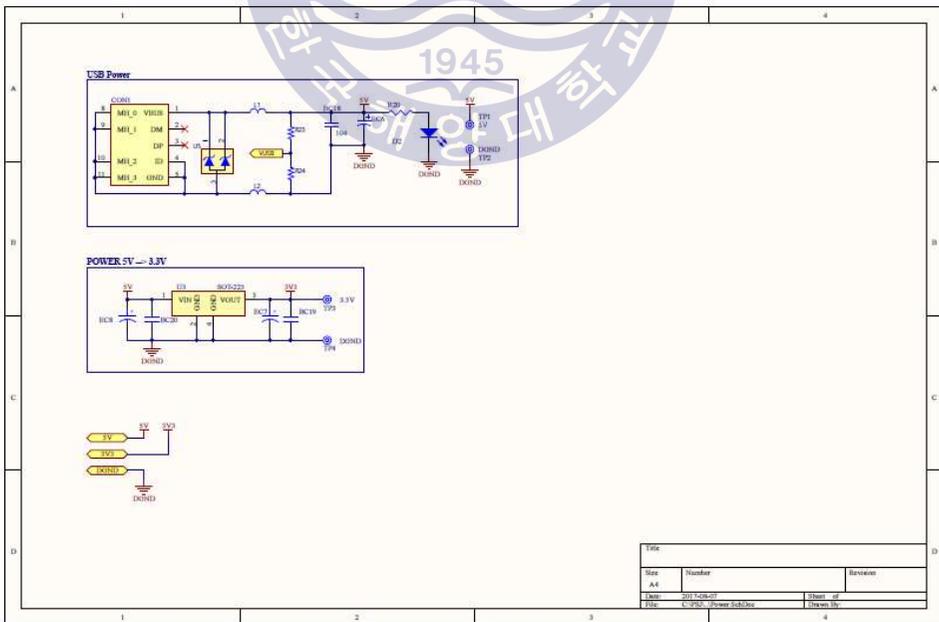
블록 다이어그램



CPU, Power, JTAG

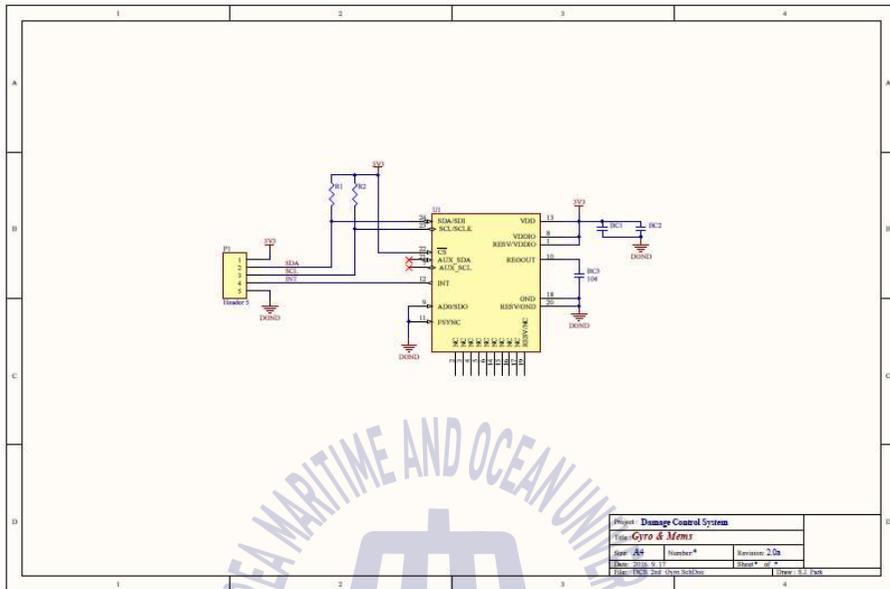


LCD, Switch



전원부(USB Power)

부록 C. MEMS Sensor 회로도



부록 D. MEMS Sensor CPU 회로도

