

디지털 선박 추진 시스템을 위한 임베디드 원격 모니터링 진단

박세현 · 노석호*

The Embedded Remote Monitoring Diagnosis for Integration Vessel System

Se-Hyun Park · Seok-Ho Noh*

Department of Electronic Engineering, Andong National University, Andong 760-749, Korea

요약

본 논문에서는 지능형 디지털 선박의 추진 시스템에서 요구되는 임베디드 원격 모니터링 진단 시스템 개발에 관하여 기술하였다. 원격 모니터링 진단 시스템은 크게 선박 통합 관리시스템, 서버, 원격 모니터링을 담당하는 전용 휴대용 단말기와 상용 스마트폰으로 구성되며, 이를 위하여 사용자 중심의 UI 환경을 가진 통신 프로토콜을 설계하였다. 제안된 시스템은 효율적인 이중구조 통신채널로서 원격 모니터링 시스템에서 간편하면서도 효율적인 통신 프로토콜을 제공하며, 오작동하는 무선통신 채널은 즉시 교체된다. 본 시스템에서는 LCD 화면을 위해 효율적인 임베디드 리눅스 UI를 개발하였으며, 개발된 무선 모니터링 시스템을 평가하기 위하여 실제로 디지털 선박에서 성능을 검증하였다.

ABSTRACT

This paper presents implementation of embedded remote monitoring diagnosis system which has effective wireless channel structure and communication protocols with user-friendly UI for intelligent digital vessel. Developed system contains integrated vessel monitoring system, server, exclusive mobile terminal and smart phone. We designed an effective dual structure communication channel and simple but effective communication protocol on the monitoring system. Failures of the wireless communication are minimized and the wrong wireless communication channel is immediately replaced. In addition, we developed an effective embedded Linux UI for LCD. The implemented wireless monitoring system was tested and verified on digital vessel.

키워드 : 디지털 선박의 추진 시스템, 원격 모니터링, 프로토콜, 무선통신, 유아이

Key words : intelligent digital vessel, remote monitoring, protocol, wireless communication, UI

접수일자 : 2013. 07. 14 심사완료일자 : 2013. 08. 21 게재확정일자 : 2013. 09. 11

* **Corresponding Author** Seok-Ho Noh:(E-mail:shnoh@andong.ac.kr, Tel:+82-54-820-5569)
Department of Electronic Engineering, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.11.2708>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

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

I. 서론

최근 선박의 첨단화가 진행되고 있어 지능형 디지털 선박에 대한 관심과 연구가 많이 진행되고 있다[1-3]. 특히 디지털 선박의 추진 및 기관, 발전 제어 시스템 등의 첨단화와 자동화, 선박 운항 및 관리의 통합화를 이끄는 지능형 디지털 선박의 추진 시스템에 대한 임베디드 원격 모니터링 진단 시스템에 대한 관심이 증대되고 있다[4-5].

기존의 선박 추진시스템에서는 선박을 조종하기 위하여 Main Engine RPM, Start Air Pressure, Fuel Index, Telegraph Lever Position 등의 값을 유선을 기반으로 검침하고 있으며, 각종 센서 값들은 4-20 mA의 디지털 데이터로 변환되어 선박 통합 관리시스템으로 전송된다. 현재의 선박 통합 관리시스템은 수신된 데이터 값을 통합 관리시스템의 LCD 화면에 표시하는 고정식 모니터링 시스템이며, 이 경우 감시와 진단은 주로 추진 제어를 통합 관리하는 모니터링 룸에서 이루어지고 있다.

그러나 유비쿼터스 환경의 지능형 디지털 선박에서는 추진시스템 현장의 관리와 운영을 맡고 있는 운영자가 모니터링 룸이 아닌 다른 장소에 있더라도 주기 엔진의 운전, 위험요소에 대한 즉각적인 조치 등을 취할 수 있어야 한다. 그리고 선박 추진 시스템의 수리나 유지 보수의 경우에도 모니터링 룸의 지시나 도움 없이 현장에서 필요한 조치가 이루어져야 한다. 따라서 지능형 디지털 선박의 추진 시스템 플랫폼에서는 감시와 진단 방식이 유비쿼터스 환경에서 구축되어야 하고 이를 위한 휴대용 단말기 개발이 요구되고 있다.

본 논문에서는 지능형 디지털 선박의 추진 시스템에서 요구되는 임베디드 원격 모니터링 진단시스템 구현 방법을 기술하였다.

지능형 디지털 선박의 추진 시스템과 통신하기 위한 무선 모니터링은 첫째 효과적인 무선 매체와 통신 프로토콜을 설계하는 것이고, 둘째 모니터링이 운용될 시스템의 운영체제와 그 운영체제에 효과적인 하드웨어와 사용자 편의를 갖춘 UI 모니터링 소프트웨어를 설계하는 것이다. 본 논문에서는 효과적인 무선 모니터링 시스템 구축을 위해 임베디드 리눅스 환경에서, 통합 시스템과 연결할 수 있는 통신 수단을 이중 구조로 설

계하여 시스템의 오류나 통신상의 간섭에 따른 패킷 오류를 최소화하고, 장애가 발생할 시 즉시 대체할 수 있는 구조로 개발하였다.

즉 평상시에는 지그비로 통신하다가 오류가 발생하여 일정 이상의 시간이 경과하면 또 다른 채널인 안정된 WiFi 채널로 전환하는 것이다. 따라서 모니터링 서버와 휴대용 단말기 간에 WiFi와 지그비를 이중으로 구축하였고, 장애가 발생할 시 곧바로 절체할 수 있는 간단하면서 효과적인 프로토콜을 설계하였다. 특히 기존에 문제되었던 층간 신호 세기에 따라 어려움이 다르게 나타나고 있는 것에 대한 보완 방법으로 송신시 에러가 가장 적게 나오는 딜레이 원도를 적용함으로써 시스템 오류나 통신상의 간섭에 따른 패킷 오류를 줄일 수 있었다.

II. 선행모델 개발

사용자 단말장치는 선박 통합 관리시스템의 데이터를 서버(server)를 경유하여 수신한다. 그러나 본 연구의 초기단계에서는 통합 관리시스템이 완성되지 않은 관계로 통합 관리시스템으로부터 데이터를 전송받는 서버를 이용하는 대신 그림 1과 같이 사용자 단말장치와 각종 센서 데이터를 담당하는 센서노드들 구성하여 사용자 단말장치를 구동하기로 하였다.

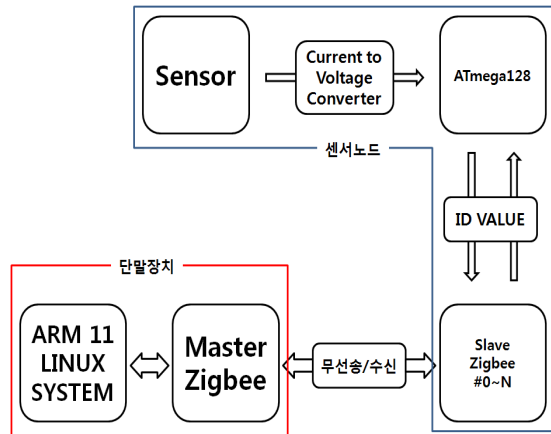


그림 1. 사용자 단말장치와 센서노드
Fig. 1 User equipment and sensor node

사용자 단말장치는 ARM11SC6410, 플래시 메모리, DRAM, Frame Buffer, Graphic LCD 및 지그비로 구성 되어 있으며, 운영체제로는 임베디드 리눅스를 사용하였다. ARM은 임베디드 시스템에서 가장 범용적으로 쓰이는 모바일용 RISC 코어로 저 전력사용, 저가의 고효율 코어이다[6]. 센서노드는 지그비와 ATmega 128 AVR 모듈을 이용하여 설계하였다.

사용자 단말장치는 그림 2와 같이 지그비를 통하여 각 센서노드의 ID값을 순차적으로 송신하여 센서노드를 호출하며, 각 센서노드로부터 수신한 데이터 값을 그래픽으로 LCD에 표시한다.

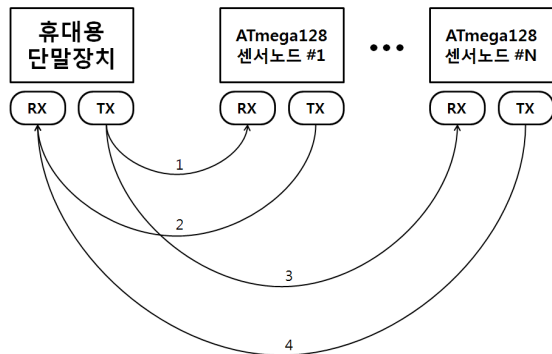


그림 2. 사용자 단말장치와 센서노드의 통신 방법
Fig. 2 Communication method between user equipment and sensor node

센서노드에서는 Main Engine RPM : -120 ~ 120 Rpm, Start Air Pressure : 0 ~ 40 Bar, Fuel Index : 0 ~ 100%, Telegraph Lever Position : -120 ~ 120 Rpm 등의 데이터를 4-20 mA의 아날로그 출력으로 받아 이 전류를 전압으로 변환한 후 AD 컨버터로 처리하여, 지그비 모듈을 통해 사용자 단말장치로 전송한다.

센서노드들은 각자의 ID 값을 가지며, 정상 상태에서는 대기상태로 있다. 따라서 정상상태에서는 전원 절약모드로 있다가 사용자 단말장치에서 자신의 ID로 데이터를 요청하면 대기상태에서 벗어나 해당센서의 데이터를 전송한다. 이와 같이 순차적으로 센서노드를 호출하면 여러 개의 센서노드는 서로 간의 간섭을 받지 않고 안정적으로 동작할 수 있다.

사용자 단말장치와 센서노드의 패킷 구조는 그림 3과 같이, 단말장치에서 센서노드로 전송하는 패킷은

노드 ID Data와 2번의 Checksum으로 구성하였고, 센서노드에서 단말장치로 전송하는 패킷 구조는 ID, Length, Data, Data, Data, Checksum, Checksum으로 구성하였다.

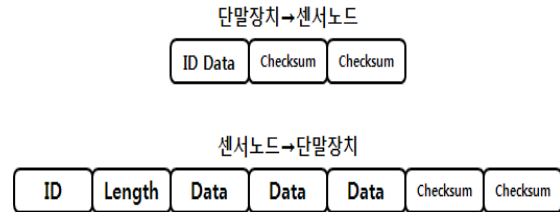


그림 3. 사용자 단말장치와 센서노드의 패킷 구조
Fig. 3 Packet structure of user equipment and sensor node

III. 디지털 선박용 무선 모니터링 시스템 개발

디지털 선박의 통합 관리시스템의 특성을 고려하여 선박 내 무선통신을 위하여 그림 4와 같은 무선 모니터링 시스템을 개발하였다.

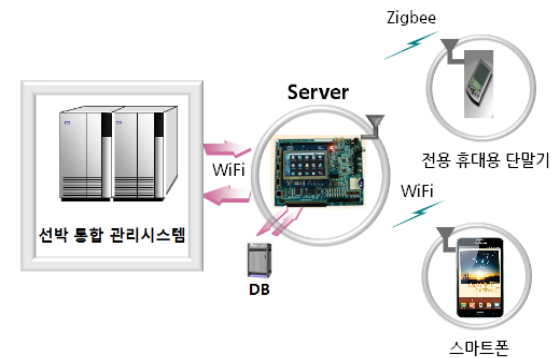


그림 4. 선박용 무선 모니터링 시스템
Fig. 4 Remote monitoring system for digital vessel system

전용 휴대용 단말기와 서버는 임베디드 리눅스와 ARM11을 기반으로 한 장치이며, 다른 휴대용 단말기로는 시판되는 스마트폰(갤럭시 탭)을 사용하였다. 휴대용 단말기는 서버를 경유하여 선박 통합 관리시스템으로부터 필요한 정보를 수신한다. 서버와 통합 관리시

스텝과는 UDP방식의 통신소켓을 이용하여 통신하며, 서버와 전용 휴대용 단말기 간의 지그비, 서버와 스마트폰 간의 WiFi로 통신한다. 이를 위해 본 논문에서는 간단하면서도 효과적인 프로토콜을 설계하였다.

3.1. 선박 통합 관리시스템과 서버 간의 소켓통신

소켓통신은 한 쪽에서 보낸 신호를 다른 쪽에서 받으면 서로 연결되고 그 후 데이터를 주고 받는 통신으로, 그림 5와 같은 소켓함수 호출절차를 거친다. 소켓통신을 이용하여 구조체 배열 데이터를 전송할 때 UDP 방식의 통신소켓을 이용하여 좀 더 고속의 데이터 송신을 이루게 하였다. 그림 6에 선박 통합 관리시스템과 서버 간의 사이트용 프로토콜을 나타내었다.

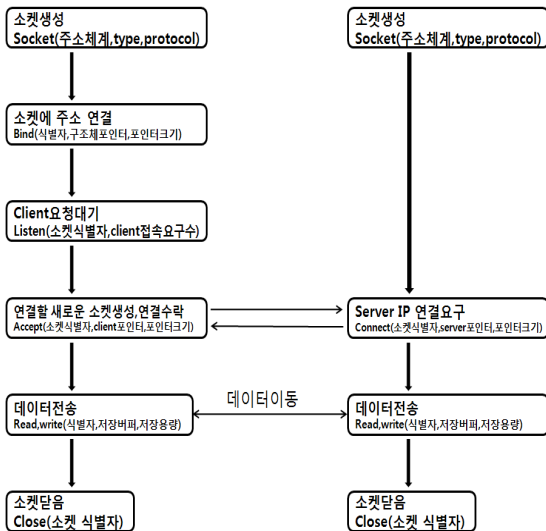


그림 5. 소켓함수 호출 절차
Fig. 5 Call procedure of socket function

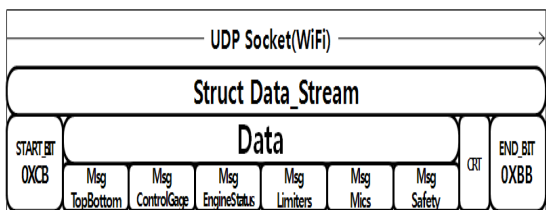


그림 6. 통합 관리시스템과 서버 간의 프로토콜
Fig. 6 Protocol between integrated control system and server

3.2. 서버와 전용 휴대용 단말기 간의 지그비 통신

통합 관리시스템에서 보낸 데이터는 서버를 유하여 전용 휴대용 단말기로 전송되며, 서버에서는 수신한 구조체 데이터의 처음과 마지막에 Dlebit+Serial tartBit와 Dlebit+Serial Endbit를 추가하여 전송한다. 휴대용 단말기에서는 Dlebit 와 StartBit를 확인하여 데이터를 읽어 들인다. 그림 7에 휴대용 단말기 사이트용 프로토콜을 나타내었다.

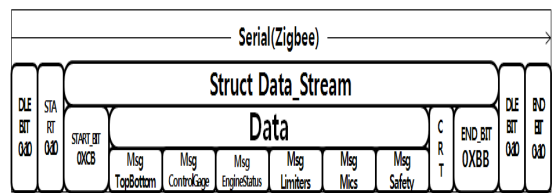


그림 7. 휴대용 단말기 사이트용 프로토콜
Fig. 7 Protocol of mobile equipment site

휴대용 단말기는 4개의 쓰레드(thread)에 기반한 프로그램으로 구성되었다. 쓰레드란 프로세스 내에서 일을 처리하는 세부실행 단위를 의미하며, 하나의 프로그램 내에서 복수개의 실행 흐름을 구현하기 위하여 사용한다. 여러개의 프로세스를 실행할 경우 컨텍스트 스위칭(context switching) 현상이 빈번하게 발생하여 성능저하가 야기될 수 있으므로 쓰레드를 생성하여 이벤트를 수행시키면 컨텍스트 스위칭 시간을 단축할 수 있다.

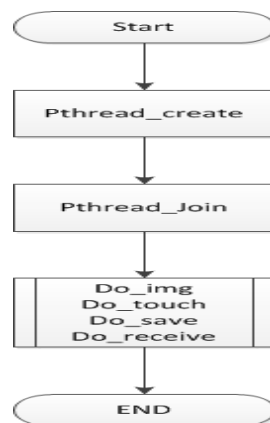


그림 8. Main 순서도
Fig. 8 Flowchart of Main

그림 8에 나타낸 Main에서는 4개의 멀티쓰레드를 만들어 조인하며, 서버로부터 데이터를 받아오기 위한 쓰레드인 [do_receive], 전달받은 데이터를 이미지로 화면에 나타내기 위한 쓰레드인 [do_img], 사용자 측의 입력도구인 터치 데이터를 처리하기 위한 쓰레드인 [do_touch], 서버 측에서 수신한 데이터를 저장하기 위한 쓰레드인 [do_save]가 존재한다.

[do_receive] 쓰레드는 서버의 데이터를 휴대용 단말기로 받기위한 쓰레드이다. 여기서는 지그비 통신을 통하여 데이터를 수신하기 때문에, 먼저 시리얼 장치를 오픈한다. 데이터 수신시에는 Dlebit와 Startbit를 체크하여 수신 데이터를 데이터 버퍼에 저장하며, do_img 쓰레드와 do_save 쓰레드에서 이용할 수 있도록 데이터를 공유한다.

[do_touch] 쓰레드는 사용자가 휴대용 단말기에서 터치한 명령을 수행하기위한 쓰레드로서, UI 화면에서 특정 이미지를 터치하여 입력된 작업을 수행하거나 새로운 UI 화면을 로딩하는 역할을 한다. 사용자에게 표시되는 UI 화면은 총 6가지이며 각각 Home, Safety [Shutdown, Slowdown, Alarm], Engine Status, Misc이다. 이 UI 화면들은 각각의 터치 이벤트가 지정되어 있으며, 각 이벤트는 해당 터치 좌표가 체크되면 상응하는 작업을 수행한다. 그리고 부주의한 터치에 의해 화면이 변경되는 것을 방지하기 위하여 터치 센서를 인식하는데 있어 터치 센서의 접촉 시점부터 비접촉 상태까지의 시간을 계산하여 각 이미지에 해당하는 작업을 수행할지 여부를 결정하였다. 즉 경과시간이 일정시간 이상인 경우에만 정상적인 터치 명령이 입력된 것으로 간주한다.

[do_img] 쓰레드는 사용자에게 실질적인 이미지를 보여주기 위한 쓰레드이다. 우선 화면에 이미지를 보여주기 위하여 사용할 프레임버퍼를 오픈한다. 또한, 전체 이미지를 프레임버퍼에 올리기 전에 변화되는 내용을 올릴 가상 디바이스 버퍼를 만든다. [do_touch]를 통하여 입력 혹은 변화되는 메인화면 값을 판단하여, 출력할 이미지와 폰트를 이미지로 구성하게 된다. 각 layer의 처음 이미지가 구성될 경우 구성된 모든 이미지를 가상 디바이스 버퍼로 출력하고, 버퍼에 출력된 이미지를 사용자에게 표시하는 최종 프레임버퍼로 출력하게 된다. 해당 페이지에서 이미지가 변화할 경우, 변화되는 이미지만을 프레임버퍼로 즉시 출력하

여 이미지가 겹치거나 부자연스럽게 보이지 않도록 하였다.

[do_save] 쓰레드는 데이터를 저장하기 위한 쓰레드이다. 먼저, 저장할 디렉토리의 유무를 판단하게 되는데, 만약 디렉토리 경로가 존재하지 않으면 해당 디렉토리를 만들어 저장할 경로를 확보한다. 기본적으로 Auto Gen 상태로 두어 일정시간 주기로 데이터를 저장하게 되어있으며, 저장될 때의 파일명은 저장되는 시간_항목.txt로 되어 저장되는 시점을 파일이름을 보고 알 수 있도록 하였다. 또한, 저장되는 데이터에 따라서 Record file select와 가상 키보드를 이용하여 임의의 파일명으로 항목별로 저장할 수도 있다. 그림 9에 휴대용 단말기의 외관과 단말기의 메인 모드 화면을 나타내었다.



(a)



(b)

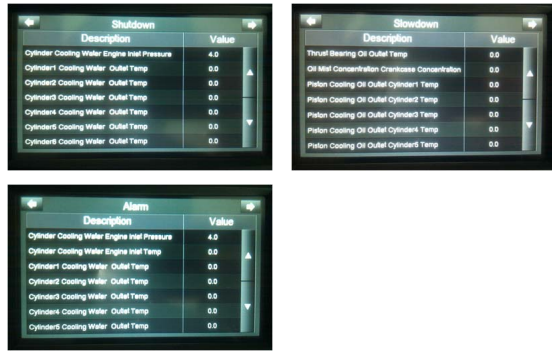
그림 9. 휴대용 단말기와 메인 모드 화면 (a) 휴대용 단말기 외관 (b) 휴대용 단말기의 메인 모드 화면

Fig. 9 Mobile equipment and main mode screens (a) Mobile equipment (b) main mode

메인 모드 화면에는 선박 운항에 필요한 기본적인 데이터를 실시간으로 표시하는데, 선박의 Rpm, Fuel, Air, Set Rpm Gage, Interlock, 선박 운항 상태 정보가 표시

된다.

Safety, Engine, Misc. 화면을 그림 10 에 표시하였으며, 그 중 Safety 화면은 Shutdown, Slowdown, Alarm 등 3가지 화면으로 구성되어 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 10. 원격 모니터링을 위한 각종 화면 (a) Safety 화면 (b) Engine 화면 (c) Misc. 화면

Fig. 10 Various screens (a) Safety (b) Engine (c) Misc.

3.3. 서버와 스마트폰 간의 WiFi 통신

전용 휴대용 단말기는 디지털 선박을 모니터링 하는데 있어 보안성은 유지되나, 기기의 노후화와 소프트웨어 업데이트에 대한 유지보수 비용이 많이 소요되는 단점이 있다. 그러나 스마트폰을 모니터링 기기

로 사용하면 보안성은 다소 낮지만 기기의 노후화에 대한 대비와 소프트웨어 업데이트가 쉽게 된다는 장점이 있다. 또한 스마트폰은 대량 생산 효과에 의해 최적, 최소의 가격으로 공급되고 있어 원격 모니터링 기능을 스마트폰으로 구현하면 별도의 노력을 가하지 않고도 현재의 하드웨어와 소프트웨어를 사용할 수 있다는 장점이 있다.

선박 통합 관리시스템에서 무선랜을 통하여 서버로 데이터를 보내면, 서버는 이 데이터를 일단 저장한 후 전용 휴대용 단말기와 스마트폰으로 동시에 전송한다. 서버와 전용 휴대용 단말기 간의 데이터는 지그비로 통신하고, 스마트폰과의 통신은 무선랜을 사용하므로 스마트폰에서도 전용 휴대용 단말기와 같은 방식의 프로토콜을 사용하였다. 그림 11에 갤럭시탭을 이용하여 데이터를 수신한 결과를 나타내었다.



그림 11. 스마트폰(갤럭시탭)에서의 동작 화면
Fig. 11 Smart phone screen

IV. 실험 및 고찰

구현된 무선 모니터링 시스템을 실제 선박에서 사용 가능한지 검증하기 위해 그림 12와 같이 패킷 송수신 시험을 실시하였다. 실증시험은 한국해양대학교의 실습선 한바다호를 이용하였으며, 선박의 조종실에 무선 AP와 서버를 설치한 뒤 서버와 전용 휴대용 단말기 간

의 패킷이 지그비 통신을 통하여 얼마나 손상되는지, 패킷손실 여부를 확인하는 방식으로 진행되었다. 동시에 스마트폰을 이용하여 안정된 WiFi 채널로 패킷을 수신하는 실험도 병행하였다.

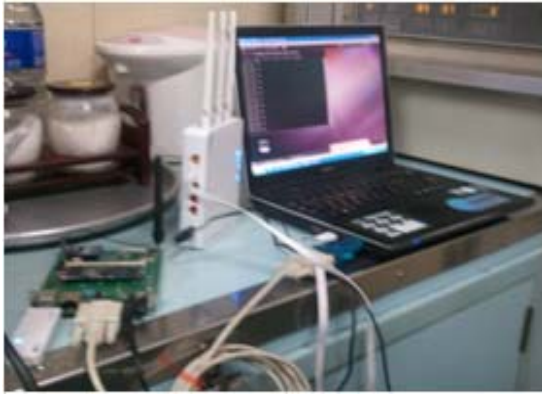


그림 12. 실제 선박에서의 무선통신 시험
Fig. 12 Verification test in digital vessel

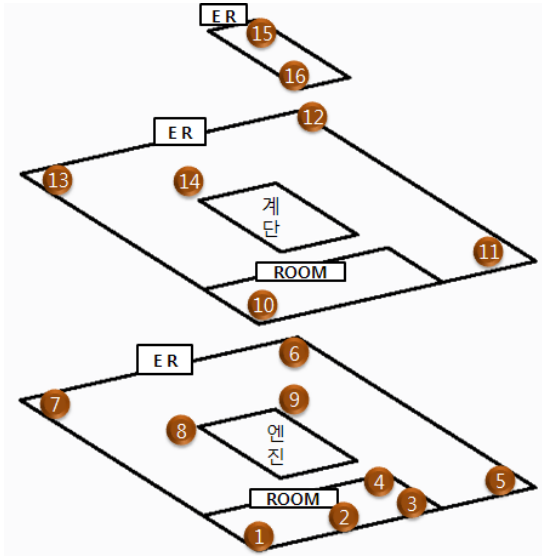


그림 13. 각 층별 측정 장소
Fig. 13 Measurement locations

패킷 수신율은 그림 13과 같이 총 16곳, 1층 ECR (Engine Control Room) 4곳과 각 층별 ER (Engine Room)에서 측정하였다. 그림 14에 오실로스코프를 이

용하여 측정한, 수신파형(RX)과 해당 지그비 모듈의 RSSI (Received Signal Strength Indication) 신호를 표시하였다. RSSI의 경우 수신신호강도를 나타내므로 거리 또는 해당 신호의 장애 여부에 따라서 신호에 변화가 생기며, 본 연구에서는 RSSI를 PWM 파형으로 표시하였다. 패킷 수신율의 경우 서버 측과 휴대용 단말기 측의 프로그램을 통해 ACK와 NACK의 비율을 이용하여 나타내었으며, 이를 위하여 각 측정 장소별로 100여 개의 패킷을 서버 측에서 송신하였다.

거리 (위치)	RX	RSSI
0M (1)		
5M (2)		
9M (3)		
8M (4)		

그림 14. 1층 ECR에서의 신호 파형
Fig. 14 Signal waveforms(1st floor ECR)

1층 ECR의 경우 지그비 서버와의 거리가 가깝고 해당 구역 내에서 신호에 영향을 줄 만한 장애물이 존재하지 않았다. 따라서, 수신 신호강도가 강하여 파형의 변화가 나타나지 않았고, 데이터 패킷의 손실 역시 나

타나지 않음을 알 수 있었다. 1층 ER의 경우 5곳에서 측정하였는데, 이곳은 ECR과 층 내의 벽으로 분리되어 있기 때문에, RSSI 신호가 ECR 내부보다 약해져 파형의 차이가 나타났다. 하지만, 패킷 손실이 발생하지 않을 만큼 신호가 강하여 1층에서는 데이터 패킷 손실이 발생하지 않았다. 2층 ER에서 측정한 경우 1층과의 높이차 (2.5미터)와 층을 나누는 바닥이 존재하여 장애를 일으켰다. 이에 따라 RSSI 신호의 경우 1층보다 신호강도가 약하게 나타났고 신호가 약해짐에 따라서 데이터 패킷에도 영향을 미쳤는데, 11번 측정 장소와 12번 측정 장소의 경우 RSSI 신호에 비례하여 데이터 패킷 수신율도 저하하는 것으로 나타났다. 마찬가지로 3층 ER의 경우 1층과의 높이와 거리 차로 인하여 RSSI 신호가 약해졌고 이에 따라 데이터 패킷의 손실이 나타났다. 1층과 3층간의 높이는 약 5미터이다.

스마트폰을 이용하여 패킷을 수신하는 경우, 전송 중에 에러가 발생해도 내부적으로 재전송 등을 통하여 에러를 극복할 수 있으므로 어느 위치에서나 안정적인 통신이 가능하였다.

센서와 단말장치 간의 지그비 통신거리는 지그비 사양에서 제시되는 것 보다 작게 나오며, 층간 신호세기에 따라 에러율이 다르게 나타나고 있는 것에 대한 보완 방법으로 송신시 바이트 간 딜레이를 삽입하여 보았다. 그림 15는 송신 시 삽입되는 딜레이 시간에 따른 통신거리를 나타낸 것이다. 지그비 통신에서 에러없이 전송되는 거리는 보오레이트와 무관하며 딜레이로 통신거리가 변하는 것을 발견하였다.

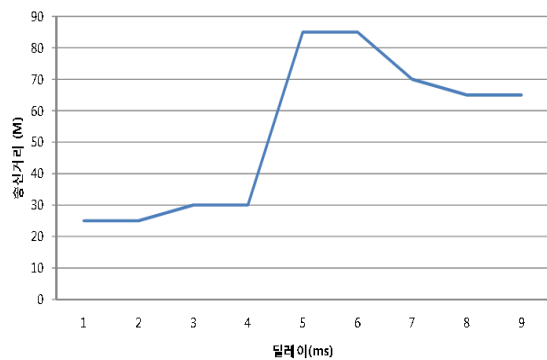


그림 15. 송신 바이트 간 딜레이 삽입에 따른 지그비 통신 거리
Fig. 15 Zigbee communication distance according to delay time in transmitter

그림 15에서 보는 바와 같이 송신 시 5-6 ms의 딜레이를 삽입하면 통신거리와 에러율이 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 시스템에 따라 상대적이라 추정되나 일종의 특정 원도 범위를 가지고 있음을 확인할 수 있었으며, 이를 이용하여 패킷 수신율을 향상시킬 수 있다.

표 1. 1층 ECR 및 ER에서의 패킷 수신율
Table. 1 Measurement results(1st floor)

거리(위치)	패킷 수신율
0M(1)	100%
5M(2)	100%
9M(3)	100%
8M(4)	100%
12M(5)	100%
20M(6)	100%
17M(7)	100%
9M(8)	100%
12M(9)	100%

표 2. 2층 및 3층에서의 패킷 수신율
Table. 2 Measurement results(2nd floor and 3rd floor)

거리(위치)	패킷 수신율
2.5M(10)	100%
12M(11)	97% (157개 패킷 중 4개 손실)
20M(12)	98% (116개 패킷 중 3개 손실)
17M(13)	100%
9.5M(14)	99% (110개 패킷 중 1개 손실)
12M(15)	98% (102개 패킷 중 2개 손실)
5M(16)	(100개 패킷 중 4개 손실)

V. 결 론

본 논문에서는 디지털 선박 추진 시스템 위한 원격 모니터링 진단 시스템을 구현하였다. 이를 위해 간단 하면서 효과적인 통신 프로토콜을 설계하고, 통합 시스템과 연계할 수 있는 통신 수단을 이중 구조로 설계하였다. 특히 기존에 문제 되었던 층간 신호 세기에 따라 에러율이 다르게 나타나고 있는 것에 대한 보완 방법으로 에러가 가장 적게 나오는 딜레이 윈도우를 적용함으로써 시스템 오류나 통신상의 간섭에 따른 패킷 오류를 줄일 수 있었다.

본 논문에서 구현된 이중 구조 채널은 정상시에는 저그비 통신을 하다가 오류가 발생하여 일정 이상의 시간이 요구될 때 또 다른 안정된 WiFi 채널로 전환하는 구조이다. 또한 임베디드 리눅스의 그래픽 LCD에 직접 UI를 표현하는 구조체를 개발하여 효과적인 사용자 인터페이스를 갖춘 휴대용 단말기를 개발하였다. 그리고 구현된 무선 모니터링 시스템을 실제 선박에서 시험하여 디지털 선박 통합 시스템에서 요구되는 효과적인 모니터링 시스템임을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

박세현(Se-Hyun Park)

한국정보통신학회논문지 제7권 제3호 참조

노석호(Seok-Ho Noh)

한국정보통신학회논문지 제8권 제6호 참조

REFERENCES

- [1] B. Boyd, A. John, V.H, "Mellencamp, Handbook of Embedded Control Systems, SLAM", Philadelphia, 2005.
- [2] J. Yick, B. Mukherjee, D. Ghosal, "Wireless Sensor Network Survey Computer Network" Vol.52 No.12, pp.2292-2330, 2008.
- [3] Hansen, Wolf. Ruediger, Gillert, "RFID for the Optimization of Business Processes", Wiley, 2008.
- [4] Haeng-choon. Chun, "Predictive Fault Diagnosis System of Marine Diesel Engines Using Neural Networks and Fuzzy Inference Technique" Korea Maritime and Ocean University Ph.D thesis, 2003.
- [5] Young-Il, Kim "The Fault Diagnosis and Prediction System of Marine Diesel Engines Using Statistical Analysis Method" Korea Maritime and Ocean University Ph.D thesis, 2005.
- [6] H. Sun and Y. Kim, "A study on Implementation for Wireless Gas Sensor Data Transmission Platform using ARM11 and Linux" J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng. Vol 13, No.5 pp. 1022-1029, 2009.