

---

# CSMA/CD 프로토콜을 이용한 중.소형 선박용 기관 모니터링 시스템 구성에 관한 연구

신명철\*, 고두석\*\*, 윤경국\*, 안병원\*\*, 김윤식\*\*\*

## A Study on the Development of an Engine Monitoring System for Small Vessel Using CSMA/CD

M. C. Shin\*, D. S. Go\*\*, K. K. Yoon\*, B. W. Ahn\*\*, Y. S. Kim\*\*\*

Key Words : Monitoring System(모니터링 시스템), Data Communication(데이터 통신), Computerized Automation System(컴퓨터 자동화 시스템),

### Abstract

This study is on the development of an engine monitoring system which can be applied not only for mid-size vessels but also small vessels less than 20 gross tonnage.

Monitoring system consists of a set LMU(Local Monitoring Unit) that collect data from local machinery, a host computer that controls LMU and a stable communication system which adopts CSMA/CD protocol. The LMU is composed of 80C196KC microprocessor, which consists of CPU, digital input/output, analog input/output and communication module.

Communication system between the host computer(compatible IBM PC) and LMUs is the multidrop configuration using RS-485 method and confirmed high performance communication by the aid of polling method as well as carrier sense multiple access with collision detection(CSMA/CD) protocol.

---

\* 한국해양대학교 기관공학과 대학원

\*\* 목포해양대학교 기관공학과 교수

\*\*\* 한국해양대학교 전기시스템공학과 교수

접수일자 : 1999년 2월 23일

## I. 서 론

선박에서 상선에 최초로 컴퓨터 사용이 시도된 것은 1964년경으로 중대형 컴퓨터가 탑재되었으나 경제적인 여건 및 기술적인 미비로 성과를 거두지 못하였다[1]. 그러나 컴퓨터 주변 기술의 발달로 최근에 건조되는 대형 선박에는 예외 없이 선박 기계의 모니터링, 제어, 고장 진단, 선박 관리 등 다방면에 활용되고 있는 컴퓨터 자동화 시스템(Computerized Automation System)이 탑재되고 있으며 [2-3], 중 소형 선박으로 점차 확대될 전망이다. 이러한 시스템은 앞으로 더욱 발전하여 기술적으로는 전적으로 컴퓨터만에 의해서 선박의 운항이 가능할 것으로 예측된다.

현재 국내외에서는 현대중공업의 “전력보호 감시 제어 시스템”, 한국 사이텍의 “산업자동화 감시 제어 시스템”, 삼미정보시스템의 “SmartTerminal”, LG 하니웰의 “Plant-Eye 3000”[9], 일본 미쓰비시 중공업의 “Plant Doctor”, 노르웨이 Norcontrol사의 “Data Chief 2000” 등과 같은 모니터링 및 자동화 시스템을 개발하여 이용하고 있지만, 이들 기업이 구축한 시스템의 내부 프로그램 개발 기법을 전혀 공개하지 않고 있어서 이와 유사한 시스템을 구축하기 위해서는 독자적인 방법으로 개발할 수 밖에 없는 실정이다.

이와 같이 실용화되어 있는 모니터링 시스템들이 주로 대형 선박용이 대부분을 차지하고 있다. 이에 반하여 본 논문에서는 제어점의 수가 적어 경제적으로 대형 모니터링 시스템의 적용이 어려운 소형 선박을 주대상으로 하였으며, 시스템의 설계를 유연하게 하여 중형 선박에 까지 적용이 가능한 주기관 모니터링 시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 본 논문에서는 소형 전용 컴퓨터(Local Monitoring Unit, LMU)를 이용하여 제어하는 분산제어 시스템(Distributed Control System)을 채택하였다. 제어점의 수가 적은 소형 선박에는 하나의 LMU를 사용하고, 제어점의 수가 다소 많은 중형 선박에서는 여러 대의 LMU와 이들을 제어하고 자료를 관리하는 호스트 컴퓨터(Host Computer)를 연계하여 시스템을 구성하므로써 소형 선박뿐 아니라 중형

이상의 선박에도 적용이 용이하도록 하였다.

호스트 컴퓨터는 하드웨어적으로 보편화되어 있는 윈도우95 환경의 IBM호환 PC기종으로 구성하였다. 호스트 컴퓨터 내의 모니터링 시스템은 객체지향 언어인 Visual Basic을 이용하여 개발하였으며 [4], 시스템 내의 데이터 저장은 ODBC API를 이용해서 읽기와 쓰기가 가능한 Microsoft Access를 이용하였다. LMU는 80C196KC 원칩 프로세서를 사용하여 제작하였고[8], 안정된 통신을 위해서 기존의 모니터링 시스템들이 기본적으로 지원하는 폴링 방식의 RS-485 통신 뿐만 아니라 LAN 통신의 기본 프로토콜인 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection) 프로토콜을 소프트웨어로 처리하였다[5-7].

## II. 기관 모니터링 시스템

### 2.1 시스템의 개요

일반적으로 모니터링 시스템이란 온도, 압력, 속도, 회전수 등의 물리량을 검출하여 인간이 인식할 수 있도록 표시하는 것을 목적으로 하는 시스템이라 볼 수 있으며, 따라서 그 기능은 대부분 비슷한 개념을 가지고 있으나 구성 방법은 시스템의 규모 및 환경 조건에 따라서 상당한 차이를 가지고 있다.

선진 조선기술국에서는 선박 무인화를 전제로 하여 육상에서 지원이 가능한 선박 항해 자동화 및 선박 지능화 시스템 개발을 시도하고 있다. 또한 인공지능을 매개체로한 종합항법장치 개발에 목표를 두고 있는 실정이다.

따라서 본 논문은 선진국 수준의 선박 항해 자동화 및 지능화 시스템에 접근하기 위한 기초연구로서 기관실 제어 시스템의 가장 기본이 되는 기관 모니터링 시스템의 구현에 관한 것이다.

본 논문에서는 편의상 센서의 입력을 직접 받아들이는 소형 전용 컴퓨터를 로컬 모니터링 유닛(LMU)라 칭하고, 수 개의 LMU로 구성되어진 그룹을 로컬 시스템이라 칭한다. 또한 로컬 시스템을 통제하는 컴퓨터를 호스트 컴퓨터라 칭하며, 이들로 구성된 시스템을 모니터링 시스템이라 칭한다. [Fig. 1]에 시스템의 구성도를 나타내었다.

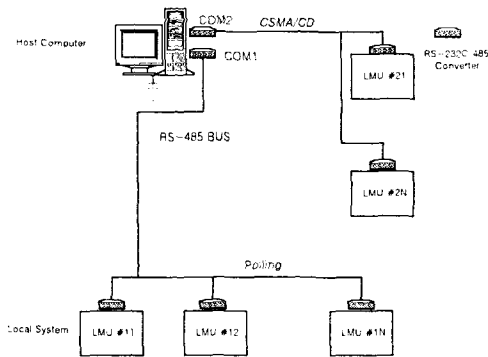


Fig. 1 Schematic Diagram of Monitoring System

## 2.2 시스템의 구성

선박에 있어서 기관실의 경우를 생각해 보면, 선박의 추진력을 발생시키는 추진 기관, 그리고 발전기와 그 외에 추진 이외의 목적으로 사용하는 보조 기계류로 구성되어 있다. 선박의 추진 기관은 유탄유 계통, 냉각수 계통, 연료유 계통, 조종 계통 등으로 분류될 수 있을 것이다. 따라서 각 계통과 관련하여 기관실에서 검출해야 될 물리량은 수 백개에 달하기 때문에 기계별로 또는 환경 조건에 따라 수 개의 모니터링 그룹으로 분류하는 것이 편리하다.

따라서 본 논문에서는 이러한 선박의 환경 조건을 고려하여 대형 컴퓨터 1대를 이용하여 주기판 제어, 발전기 제어, 보일러 제어 등 모든 시스템을 제어하는 중앙제어 시스템(Centralized Control System, CCS) 보다는, 근래 건조되는 선박에서도 분산제어 시스템(Contributed Control System, DCS)이 채용되고 있는 점을 감안하여 다수의 소형 전용 컴퓨터를 사용하여 대상을 각각 독립적으로 처리하는 분산제어 시스템을 채택하였다.

### 2.2.1 호스트 컴퓨터

호스트 컴퓨터는 [Fig. 1]에서와 같이 직렬통신라인을 이용하여 현장의 LMU와 연결되는 각종 데이터를 수집한다. 수집된 자료를 데이터 베이스화하며 기기들의 운전상황을 텍스트나 그래픽으로 디스플레이하여 운전자가 쉽고 빠르게 전체상황을 이해하고 운전할 수 있도록 도와준다. 본 논문에서는 CPU Pentium 180MHz, RAM 32MB, HDD 2.1GB

인 일반적인 IBM호환 PC 기종을 사용하였다.

호스트 컴퓨터에서의 통신은 Centralized Polling 방식과 CSMA/CD 프로토콜을 동시에 지원할 수 있도록 프로그래밍하였다.

COM1 포트는 Centralized Polling 방식이다. 호스트 컴퓨터는 마스터 디바이스이며, 각 LMU들은 슬레이브 디바이스로 접속하여 마스터가 순차적으로 슬레이브들을 호출하여 자료를 송수신한다. COM2 포트에서는 하나의 통신 라인에 호스트 컴퓨터와 LMU들이 동등하게 접속하여 통신라인이 사용중이 아니면 어떤 LMU든지 데이터를 전송할 수 있다.

본 논문에서는 COM1 통신라인은 모니터링 시스템으로, COM2 통신라인은 비상라인으로 사용하여 실험하였다.

### 2.2.2 로컬 모니터링 유닛 (Local Monitoring Unit)

LMU는 직접 선박의 주요 요소에 설치되어 센서를 통하여 수집한 데이터를 통신라인을 이용하여 호스트 컴퓨터에 전송하고, 또한 호스트 컴퓨터의 지시에 따라 각종 기기들을 제어하는 소형 전용 컴퓨터이다. 내부구조는 [Fig. 2]와 같이 독자적으로 CPU를 가지고 동작한다. LMU의 구조는 CPU 모듈, 입출력 인터페이스 모듈 그리고 디스플레이 모듈로 제작하였다. CPU 모듈은 [Fig. 3]과 같이 16비트 마이크로 컨트롤러인 인텔사의 80C196KC 20을 사용하여 구성하였다. 80C196KC는 16비트 CPU 부분과 프로그램이 가능한 고속 입출력 유닛(High Speed In/Out Unit), 10비트 A/D 변환기, 직렬통신 포트 그리고 펄스폭변조(PWM)회로를 내장하고 있다. 메모리 영역은 총 64K 바이트이며 대부분을 사용자가 프로그램 메모리나 데이터 메모리로 사용할 수 있다. 본 논문에서 제작한 CPU 모듈의 메모리 구성은 ROM이 0x2000 - 0x6FFF이고, RAM은 0x8000 - 0xFFFF까지 이다. 또한 디코딩 회로는 [Fig. 3]에서와 같이 GAL(Gate Array Logic)을 사용하여 구성하였다.

입출력 인터페이스 모듈은 CPU 모듈을 간단하게 제작하기 위해 대부분의 입출력 회로를 포함하고 있다. 디지털 출력을 위하여 8개의 74LS574 래치

를 사용하였고, 디지털 입력은 74LS245 버퍼가 이용되었다. 특히 아날로그 입력부에는 외부의 잡음을 차단하기 위하여 R, C를 이용한 Low Pass Filter, 과전류 방지용 저항 그리고 다이오드 보호회로를 추가하였고, 디지털 입력부는 특히 외부 노이즈에 취약하므로 포토 커플러인 PC847을 사용하여 절연하므로써 회로의 신뢰성을 향상시켰다.

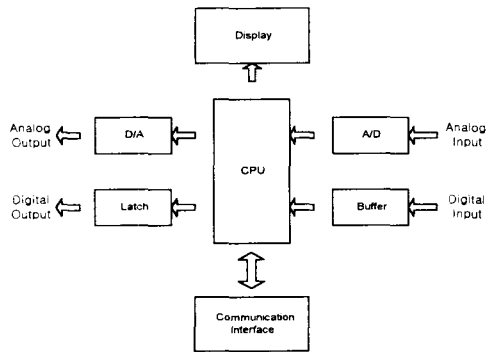


Fig. 2 Structure of LMU

### Ⅲ. 통신 시스템

#### 3.1 CSMA/CD 프로토콜

Centralized Polling 방식의 RS-485 통신은 프로토콜이 간단하여 현재 산업 전반에서 많이 사용되고 있다. 그러나 하나의 마스터가 다수의 슬레이브들을 순차적으로 호출하여 데이터를 주고 받기 때문에 순서가 아닌 슬레이브는 긴급하게 마스터에게 데이터를 전송하려고 해도 자기 순서가 돌아올 때까지 기다려야 하는 단점이 있다. 이러한 현상은 슬레이브 수가 증가하면 할수록 마스터는 호출해야 하는 슬레이브의 수가 증가하므로 지연이 심화된다.

이런 지연현상은 일반적인 데이터 송수신시에는 큰 문제가 되지 않으나 긴급을 요하는 정보발생시 심각한 문제를 야기할 수 있다. 그러므로 비상 통신라인의 추가 설치나 통신 프로토콜의 변경과 같은 보완책이 필요하다.

본 논문에서는 COM2에 이미 설치되어 있는 통신라인(RS-485)은 그대로 사용하고, 프로토콜을 기존

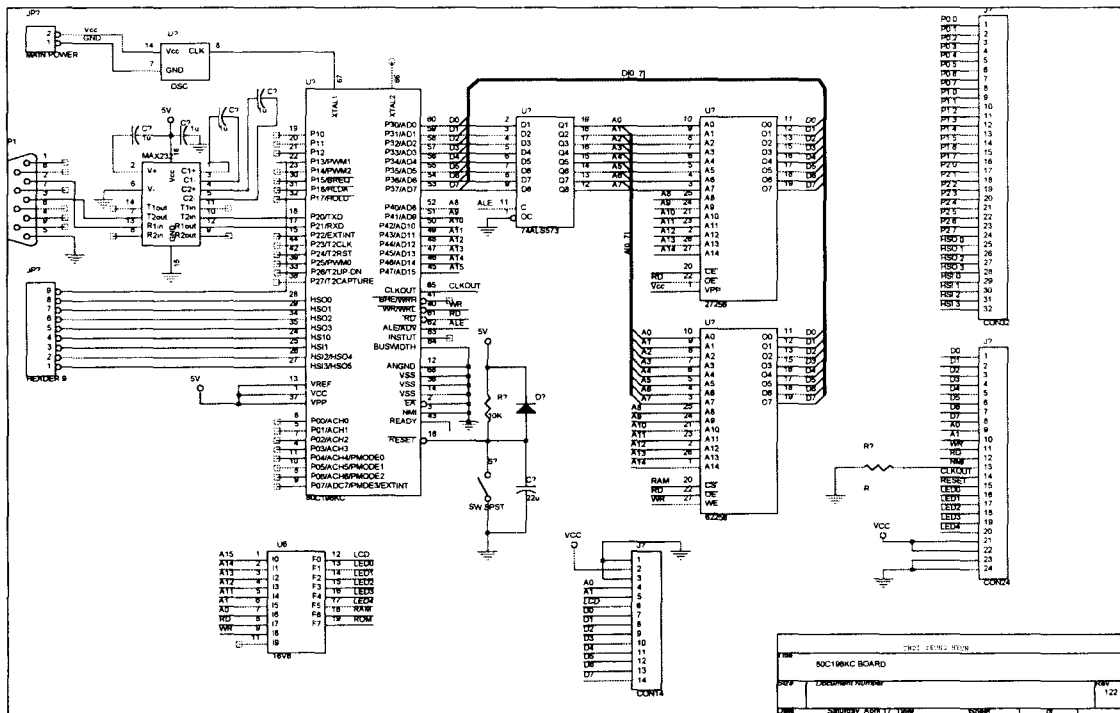


Fig. 3 CPU Circuit Diagram of LMU

의 폴링방식에서 CSMA/CD 방식으로 변경하였다.

이 프로토콜은 한 노드가 통신라인에 데이터를 전송할 때 통신라인을 사용하는 노드가 없으면 아무 문제도 발생하지 않지만, 두 개 이상의 노드가 동시에 데이터를 전송하면 충돌이 발생하여 데이터가 손상되므로 각 노드는 데이터 전송에 앞서 현재 통신라인이 사용중인지의 여부를 알아내는 CS (Carrier Sense)를 실시한다. 만약 통신라인이 사용중이면 다른 노드가 데이터를 전송하고 있으므로 잠시 대기하고 사용중이 아니면 원하는 노드는 언제든지 데이터 전송이 가능하다. 이를 MA(Multiple Access)라 한다.

각 노드는 데이터 전송과 동시에 통신라인상의 데이터를 수신하여 충돌이 발생했다는 것을 확인하는데 이러한 기능을 CD(Collision Detection)라 하고 충돌이 발생하면 전송하던 데이터는 무효이므로 일정시간을 대기한 후에 재전송을 시도한다.

### 3.2 송수신 절차

CSMA/CD 프로토콜의 구현은 송신부분과 수신부분으로 나누어서 구현하였으며, 전송메시지는 메시지 시작 1 byte, 수신 주소 2 bytes, 송신 주소 2 bytes, 데이터 길이 2 bytes, 데이터 영역 40~100 bytes, 프레임 체크 4 bytes로 구성하였다.

[Fig. 4]는 메시지를 송신할 때의 절차를 나타내는데 우선 송신할 메시지가 발생하면 통신라인을 다른 디바이스가 사용하는지 여부를 검사한다. 다른 디바이스가 사용중이라면 잠시 대기했다가 다시 검사한다. 만약 계속적으로 사용중이면 통신을 할 수 없으므로 사용자에게 오류발생을 알리고 송신을 취소하며 사용중이 아니라면 전송메시지를 구성한 후에 송신을 시작한다. 송신 중에도 계속적으로 충돌이 발생하는지의 여부를 검사한다. 수신 컴퓨터는 수신된 메시지를 검사하여 에러가 발생하면 ACK 신호를 보내지 않는다. 그러므로 송신 컴퓨터는 ACK 신호를 받지 못하는 경우 프레임을 재전송하도록 하였다.

만일 송신 컴퓨터가 프레임 전송 중에 충돌을 감지한 경우는 지금까지 보낸 데이터 블록이 정확한 것이 아니라는 Jamming 신호를 전송한다. 이

Jamming 신호는 일련의 Space 코드로 구성된다.

데이터 충돌을 피하기 위해 일정 시간 동안 캐리어 센싱이 행해지는데 이 시간이 바로 백오프이다. 백오프를 계산하기 위한 여러 가지 방법이 있지만 본 논문에서는 고정된 1차 백오프( $\omega_0$ )로 하고, 그 다음에는 가변적인 백오프를 활용한다. 이 가변 백오프 값은  $\omega_0$  와  $6 \times \omega_0$  사이 값 중 랜덤한 값을 선정하여야 한다. 이렇게 가변 백오프를 사용하는 이유는 고정 백오프를 사용하는 시스템은 한번의 데이터 충돌에 이어서 재충돌할 확률이 높기 때문이다.

수신은 [Fig. 5]와 같은 절차를 갖는다. 메시지가 수신되면 수신버퍼에 저장한다. 수신 도중에 충돌이 발생하여 메시지 인식이 불가능하면 버퍼의 저장 내용을 삭제하고 다시 수신대기로 들어가며 메시지가 정상적으로 모두 수신되면 끝까지 수신한 후에 주소의 일치여부를 확인하고 일치하지 않으면 메시지를 삭제하고 주소가 일치하면 데이터의 길이를 검사하여 일치 여부를 확인하고 송.수신 데이터의 길이가 일치하면 ACK 신호를 송신하여 메시지 수신이 끝났음을 알린다.

COM1에서는 polling, COM2에서는 CSMA/CD 프로토콜을 구현하기 위해 모니터 프로그램에서 MSComm 컨트롤을 사용하였다. MSComm 컨트롤은 직렬 포트를 통한 데이터 전송과 수신을 가능하게 하여 응용 프로그램에 직렬 통신 기능을 제공한다. 따라서 COM1에는 MSComm1, COM2에는 MSComm2 컨트롤을 사용하여 통신 이벤트를 검출하고 만약 COM1의 통신중에 비상라인인 COM2를 통해 메시지가 전송되면 MSComm1은 통신을 중단하고 이벤트를 MSComm2로 넘겨 긴급 데이터를 먼저 처리할 수 있도록 구성하였다.

## IV. 실험 및 분석

본 논문에서 구현한 시스템을 실제 선박에서 실험할 수 있는 여건의 미비로 한국해양대학교 실습선 한바다호의 Engineer's Log Book을 토대로 모니터 화면 및 데이터 베이스를 구축하여 확인하였으며, 실험실 차원에서 모의 실험을 통하여 구현된 시스템을 실행하였다.

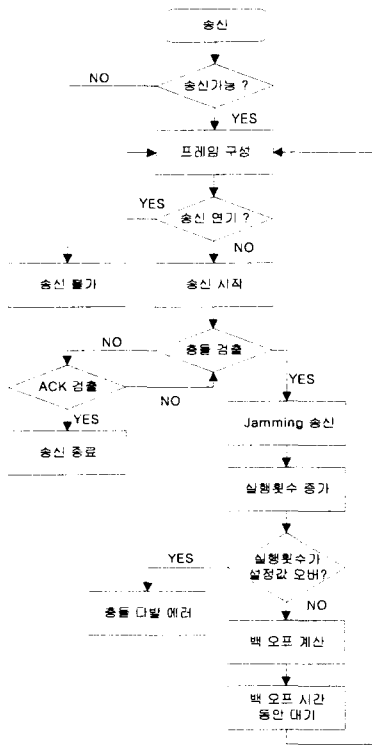


Fig. 4 Flowchart of Sending Procedure

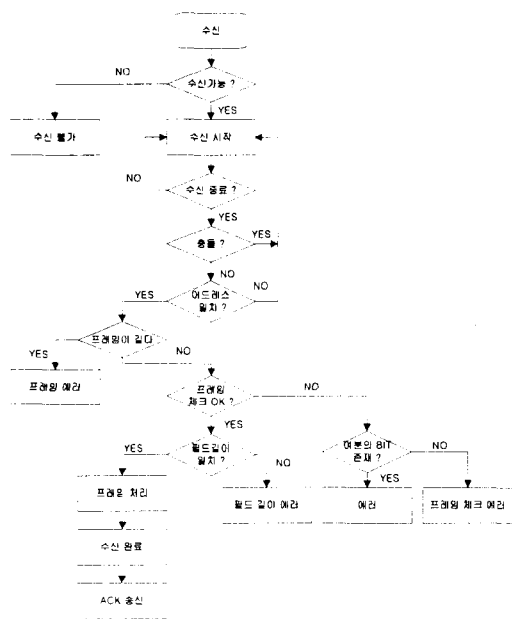


Fig. 5 Flowchart of Receiving Procedure

이상과 같이 본 논문에서는 인텔사의 80C196KC 원칩 프로세서로 LMU를 제작하였고, Host Computer로 이들을 제어하였다. LMU로 데이터를 수집하기 위해 멀티포인트 반이중 통신방식(RS-485)을 이용하여 모니터링 시스템을 구현하였으며 CSMA/CD 프로토콜을 소프트웨어로 처리하였다.

[Fig. 6]은 제작한 모니터링 시스템의 사진을 나타내었다.

[Fig. 7]은 제작한 LMU의 내부사진을 나타내었다.

[Fig. 8]은 주메뉴 화면으로 풀다운 방식으로 구성하였다. 주메뉴는 주기관, 보일러, 발전기, 레벨, 온도, 압력 등으로 이루어져 있으며, 각각의 주메뉴에는 연관성을 갖는 부메뉴들이 트리구조를 이루고 있다.

[Fig. 9]는 주기관/온도/배기가스 선택시의 화면이다. 본 학교 실습선 한바다호의 경우 6기통 엔진이므로 6개의 실린더를 선택하여 각 실린더 별로 배기가스 온도를 비교할 수 있도록 하였다. 리포트 기능을 선택하였고, 실린더는 1번, 3번, 5번을 선택하였다. 1993년 6월 15일부터 18일까지의 운항기록을 데이터베이스화 하여 실행하였다.

[Fig. 10]은 각종 레벨을 모니터한 화면이다. 화면에 최대값으로 표시된 부분은 각 탱크의 최대용량이며 현재값으로 표시된 부분은 현재의 레벨이다.

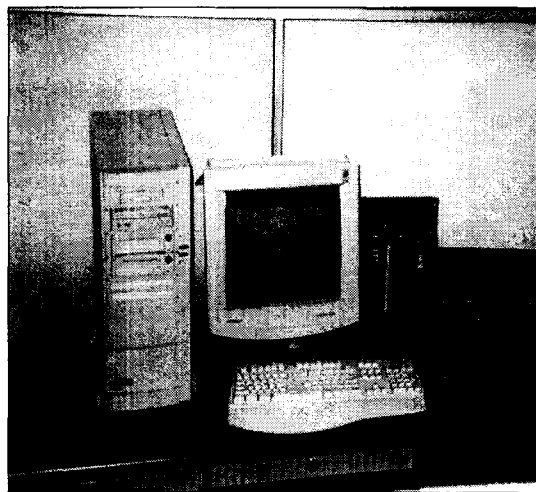


Fig. 6 Photograph of Monitoring System

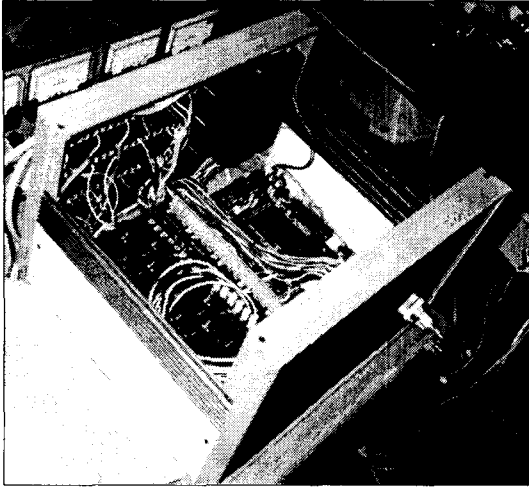


Fig. 7 Photograph of Inner Side for LMU

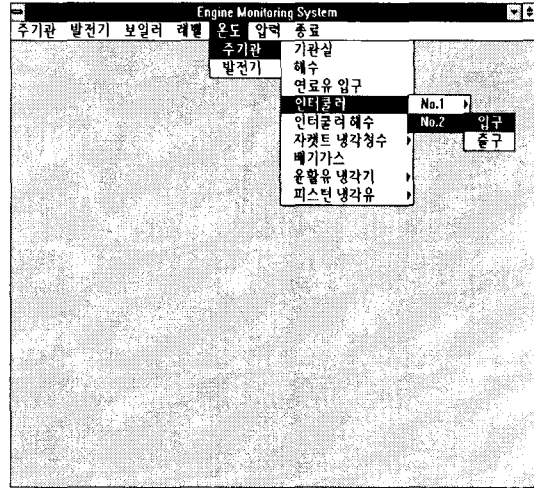


Fig. 8 Main Menu

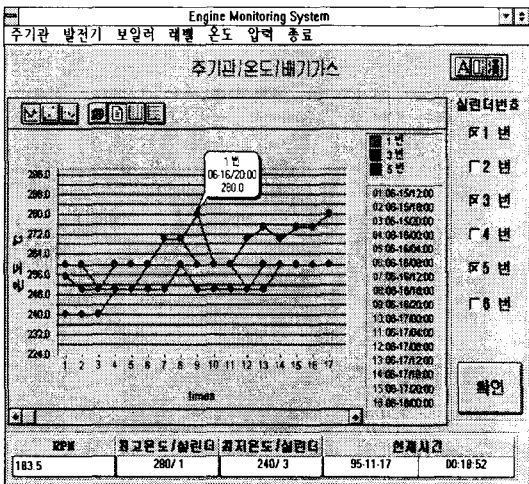


Fig. 9 Execution Screen of M.E/Temp/Exh.Gas

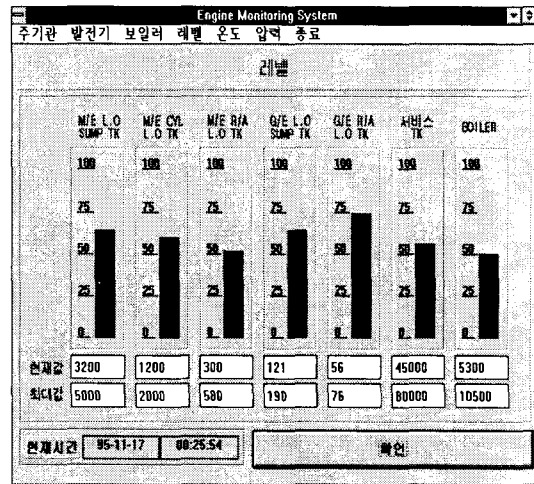


Fig. 10 Execution Screen of Levels

탱크 용량에 대한 현재의 레벨을 백분율로 표시하여 사용자의 편의성을 높였다.

[Fig. 11]은 고장을 진단한 결과를 알려주는 화면이고, [Fig. 12]는 진단결과의 조치사항을 알려주는 화면이다. 본 논문에서는 초보적인 단계이며, 단순히 화면으로 구성하여 사용자에게 이상발생을 알려

주는 것을 목적으로 하였으며, 보다 많은 고장 사례와 각 고장에 따른 처리 사례들을 데이터베이스화하여 독자적인 고장진단 시스템을 구현할 필요성이 있다. 또한 그래프의 추이를 분석하여 기관 고장의 예측이 가능한 시스템으로 발전시키기 위해 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

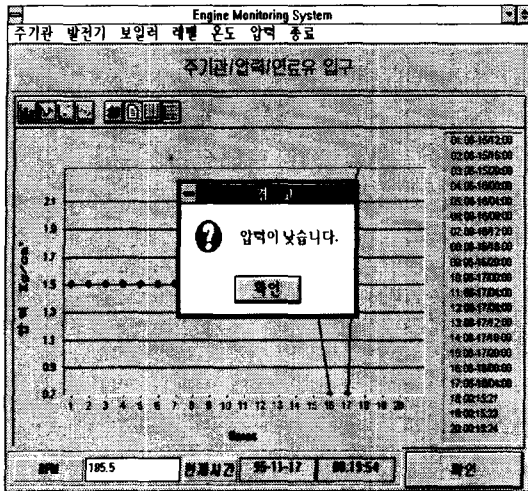


Fig. 11 Execution Screen of Error Detection

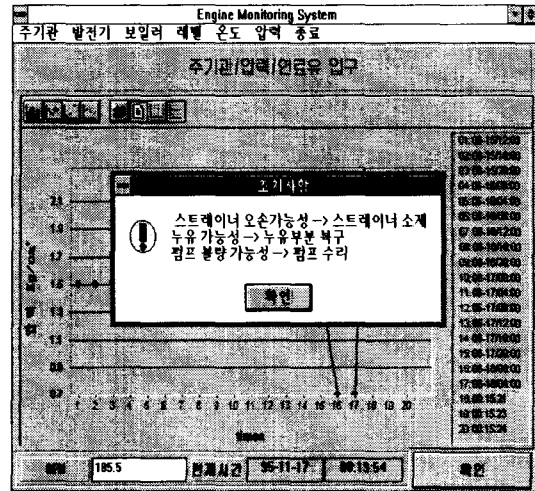


Fig. 12 Execution Screen of Error Recovery

### V. 결 론

본 논문에서는 선박 항해 자동화 시스템의 일부 분으로 기관 모니터링 시스템을 구현해 보았으며, 실험실에서 모의 실험을 통하여 구현한 시스템의 타당성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기관실 내의 전기기의 운전 상황을 상시 모니터링 하는 시스템을 구현할 수 있었으며, 운전 상태의 데이터를 FILE화하므로써 기관 고장시 차후 분석 또한 가능하다.
- 2) Host Computer가 각 LMU를 순차적으로 호출하여 통신하는 일반적인 RS-485 통신뿐만 아니라, 필요시 어떤 시스템이든지 원하는 시스템을 호출할 수 있는 CSMA/CD 프로토콜도 지원하므로써 긴급을 요하는 데이터 처리의 효율성을 꾀할 수 있었다.
- 3) 비숙련 기관요원이나 컴퓨터 초보자의 경우에도 쉽게 접근할 수 있는 시스템을 구성하기 위하여 Pull Down Menu로 프로그램 하였다. 그러나 사용자의 편의성을 극대화 시키기 위해 화면 메뉴의 구성에 대한 연구를 계속해 나갈 것이다.
- 4) 항공기, 고속전철 등의 타 교통수단은 물론, 공정제어 시스템의 모니터링 시스템 구현에 파급효과가 클 것으로 기대된다.

- 5) 본 논문에서 적용한 고장진단/처리 프로그램은 진단설정치를 기준으로 최대, 최소값의 단순비교에 의해 구현된 것이며, 초기 연구 단계이다. 따라서 AI, 전문가 시스템 도입 등에 의한 고장진단 전문가 시스템 개발은 추후의 과제로 남겨둔다.

### 참고문헌

- [1] 김병덕, 윤지근, "선박용 모니터링 기술에 관하여", 한국박용기관학회지 제13권 제4호, pp.11-18, 1989.
- [2] 坂本研也, "電子機器による診断システム", Journal of the M.E.S.J., Vol.29, No.2, pp.151-154, 1994.
- [3] 具瀬徹, 堀龍教夫, "パソコンによる船舶保全データの収集と解析", Journal of the M.E.S.J., Vol.25, No.11, pp.737-745, 1990.
- [4] Gary Entsminger, "Visual Basic 3.0 Programming", SAMS Publishing, 1994.
- [5] 宮崎 仁, "通信とパソコン・インターフェースの設計", トランジスタ技術 1月号, pp.354-369, 1992.
- [6] Larry Hughes, "Data Communications", McGraw-Hill, Inc., 1992.
- [7] 김종성, "데이터 통신 및 컴퓨터 통신", 희중당, 1987



[8] 박귀태, 이상락, "C언어로 쉽게쓰는 80C196KC", 대명사, 1995.

[9] 최권희, "객체지향 기법을 이용한 선박기관실 실시간 모니터링 시스템 개발에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원 석사학위논문, 1998.



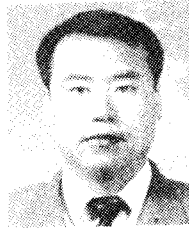
申明徹(Myoung-Chul Shin)  
1993년 2월 한국해양대학교 해양공학과 졸업(공학사)  
1996년 2월 한국해양대학교 대학원 기관공학과 졸업(공학석사)  
1999년 2월 한국해양대학교 대학원 기관공학과 박사과정 수료



尹 璟 國(Kyoung-Kuk Yoon)  
1993년 2월 한국해양대학교 기관공학과 졸업(공학사)  
1997년 8월 한국해양대학교 대학원 기관공학과 졸업(공학석사)  
1998년 3월~현재 한국해양대학교 대학원 기관공학과 박사과정



高 斗 錫(Doo-Suk Go)  
1962년 2월 전남대학교 전기공학과 졸업(공학사)  
1981년 2월 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)  
1989년 2월 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)  
1970년 3월~1974년 2월 목포기계공고 교사  
1974년 3월~현재 목포해양대학교 기관공학부 교수  
\* 주관심분야 : 전기재료, 모니터링, 자동화



安 秉 元(Byong-Won Ahn)  
1986년 2월 한국해양대학교 기관공학부 졸업(공학사)  
1991년 2월 한국해양대학교 대학원 기관공학부 졸업(공학석사)  
1996년 2월 한국해양대학교 대학원 기관공학부 졸업(공학박사)  
1991년 3월 1993년 3월 (주)종합기계 설계부  
1996년 3월~현재 목포해양대학교 기관공학부 전임강사, 조교수  
\* 주관심분야 : 모니터링, FA자동화 및 용접 주변 자동화, 전동기제어



김 윤 식(Yoon-Sik Kim)  
1977년 한국해양대학교(공학사-기관공학과)  
1979년 한국해양대학교(공학석사-기관공학)  
1986년 동경공업대학(공학석사-전기전자)  
1989년 동경공업대학(공학박사-에너지과학)  
\* 주관심분야 : MHD 발전 및 MHD 추진, 전력전자 및 공장 자동화, 에너지 변환 공학 및 직접발전