

# 선박용 기관 모니터링 시스템 개발에 관한 연구

신 명 철<sup>1)</sup>, 김 윤 식<sup>2)</sup>

## A Study on the Development of an Engine Monitoring System

Myoung-Chul Shin, Yoon-Sik Kim

### Abstract

Thanks to the improvement of the reliability and quality of semiconductor and computer technology, provided in newly built vessel is Computerized Automation System (CAS) which extends its applied to monitoring, control, self diagnosis, vessel. This kind of CAS will progress continuously so that it will operate vessel without any skillful operator.

In addition, engineering work will be gradually carried by unskilful engineers because of crew's poor quality and avoidance of becoming maritime engineer due to low salary, and crew decrease policy of shipping company. Therefore, CAS can perform trouble diagnosis of engine system and suggest the countermeasure and treatment so that it will help unskilled engineers.

In this system is aimed to develop engine monitoring system for the improvement of the reliability of vessel as in followings:

- (1) Continuous monitoring of the operation
- (2) Data collection of operation

1) 한국해양대학교 기관공학과 대학원

2) 한국해양대학교 선기공학과 교수

- (3) Trouble display of when it happens.
- (4) File of trouble history
- (5) Explanation of how to check the troubled point
- (6) Explanation of how to fix the troubled point

## 1. 서 론

상선에 최초로 컴퓨터 사용이 시도된 것이 1964년의 일로서 중대형 컴퓨터가 탑재되었으나 경제적인 여건 및 기술적인 미비로 성과를 거두지 못하였다. 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, 중소형 선박으로 점차 확대될 전망이다. 본 논문에서는 선박의 기관 숙련도가 낮은 기관 요원을 고려한 선박 신뢰성 향상 시스템을 개발하는데 주력하였다.

## 2. 기관 모니터링 시스템

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.

### 2.1 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 윤활유 계통, 냉각수 계통, 연료유 계통, 조종

계통 등으로 분류될 수 있을 것이다. 따라서 각 계통과 관련해서 기관실에서 검출해야 될 물리량은 수 백개에 달하기 때문에 기계별로 또는 환경 조건에 따라 수 개의 모니터링 그룹으로 분류하는 것이 편리하다.

따라서 본 연구에서는 이러한 선박의 환경 조건을 고려하여 모니터링 시스템을 구성하였으며, 데이터 수집을 위한 하드웨어부와 수집된 데이터를 분석하여 화면에 표시하는 소프트웨어부로 나누어 설계하였다.

## 2.2 하드웨어(Hardware)

본 연구에서 구현한 시스템의 하드웨어부를 구성하고 있는 것은 수 개의 로컬 모니터링 유닛(Local Monitoring Unit : LMU)와 이를 통제하기 위한 Host Computer로 구성되어 있다.

각 유닛은 센서에서 샘플링한 신호를 디지털화하며, 전송 요구가 있을 경우 호스트 컴퓨터로 전송하여 데이터를 수집하도록 구성하였다. 그림 2.1에 하드웨어 구성도를 나타내었다.

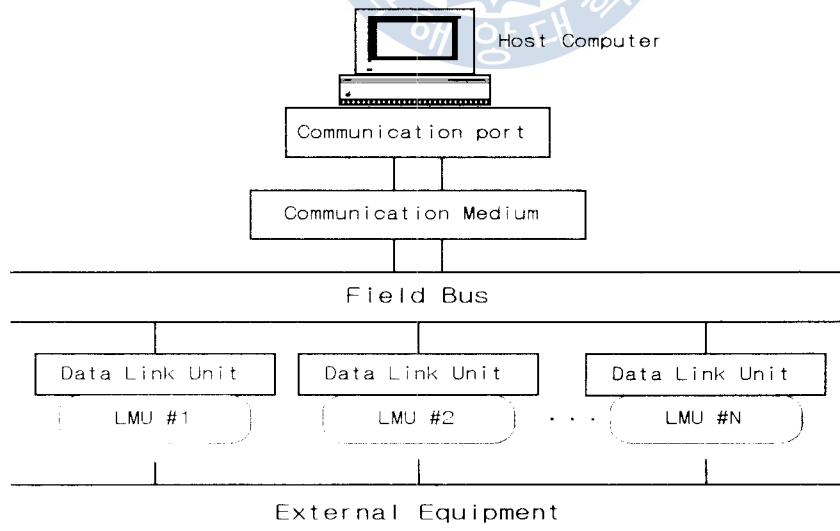


그림 2.1 하드웨어의 구성도

## 2.3 소프트웨어

시스템의 소프트웨어는 기관실 내의 전기기의 운전 상황을 선내의 한 장소에서 상시 감시하고 기관 고장이 발생하였을 경우 기관 숙련도가 낮은 기관 요원이라 하더라도 쉽게 대처가 가능하도록 구성해야 하기 때문에 다음과 같은 기능을 보유하도록 설계해야 할 것이다.

- 1) 각 기기의 운전 상태의 상시 모니터링
- 2) 운전 상태의 데이터 수집
- 3) 고장 발생 시의 고장 표시
- 4) 고장 이력의 File화
- 5) 상기 내용의 모니터 화면 표시
- 6) 고장 개소 점검 요령 표시 및 인쇄
- 7) 고장 개소 수리 요령 표시 및 인쇄
- 8) 진단 설정치의 설정 및 갱신

그림 2.2에 프로그램의 흐름도를 나타내었다.

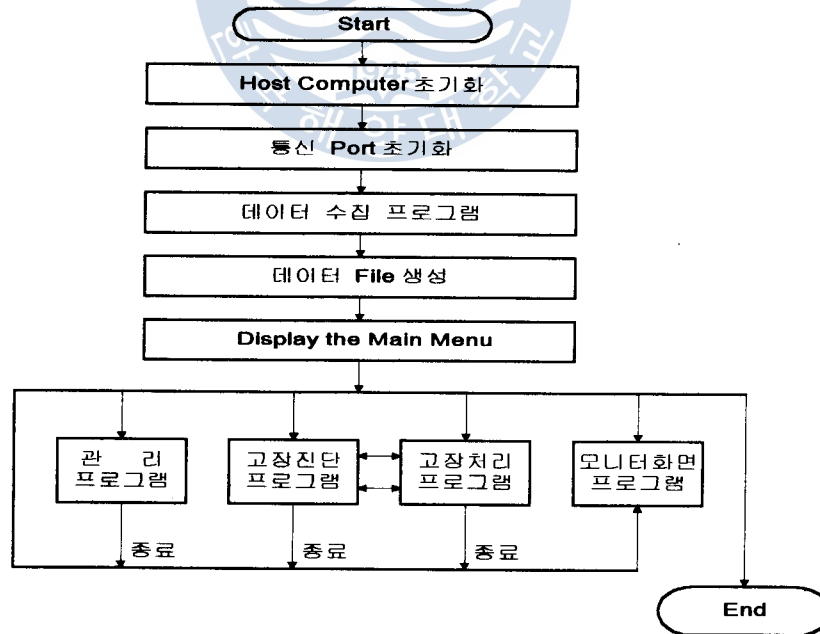


그림 2.2 모니터 프로그램의 흐름도

### 3. 데이터 통신

#### 3.1 데이터 통신

데이터 통신의 가장 기본적인 목적은 두 지역 사이의 정보를 교환하는 것이며 그림 3.1에 간단한 통신 모델을 나타내었다. 그림 3.1에서와 같이 교환하고자 하는 정보는  $m$  이라고 되어 있는 메시지(Message)이다. 이 정보는 데이터  $g$  로 표현되며, 시간에 따라 변하는 신호(Time Varying Signal)  $g(t)$  의 형태로 송신기에 전해진다. 신호  $g(t)$  가 전송되기 위해서 일반적으로 이 신호는 전송에 적절한 형태가 아니므로 전송매체의 특성에 부합되는 신호  $s(t)$  로 변환되게 된다. 이렇게 해서 신호가 전송매체를 통해 전송되며, 수신측에서는 송신측의 신호  $s(t)$  와 다를 수도 있는 신호  $r(t)$  가 수신된다. 이 신호는 수신기(Receiver)에 의해 변환되어 출력에 적합한 형태가 된다. 변환된 신호  $\tilde{g}(t)$ , 즉 데이터  $\tilde{g}$  는 입력의 근사치나 출력의 예상치이다. 마지막으로, 출력디바이스 (Output Device)는 예상되는 메시지  $\tilde{m}$  을 수신자에게 보내게 된다.

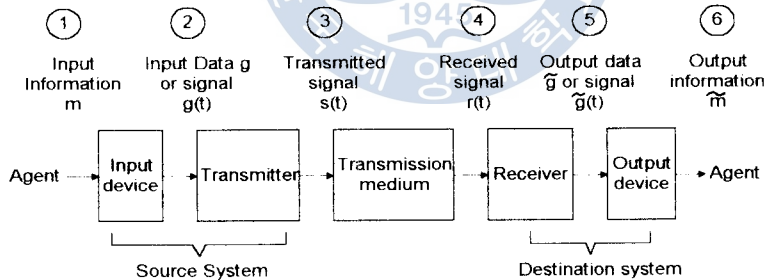


그림 3.1 간단한 통신모델

#### 3.2 전송포맷의 결정

효율은 다음과 같이 된다.

$$U = \frac{t_{frame}}{2t_{prop} + t_{frame}} = \frac{1}{1 + 2\alpha}$$

단,  $\alpha = t_{prop}/t_{frame}$

멀티포인트 링크에 대한  $U$ 의 근사값은 최대 전파지연시간을 이용하여 얻을 수 있다. 식을 다르게 표현하면 다음과 같다.

$$\alpha = \frac{\text{전파시간}}{\text{지연시간}}$$

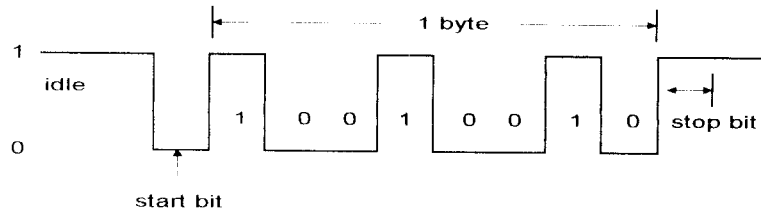
전파 시간은 링크의 거리  $d$ 를 전파속도  $V$ 로 나눈 것과 같다. Software를 통하는  $V$ 는 광속과 같은  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 이다. Hardware에 대한 일반적인  $V$ 값은  $2 \times 10^8 \text{m/s}$ 이다. 전송시간은 프레임 길이  $L$ 을 데이터 전송률  $B$ 로 나눈 것이 된다. 따라서

$$\alpha = \frac{d/V}{L/B} = \frac{Bd}{VL}$$

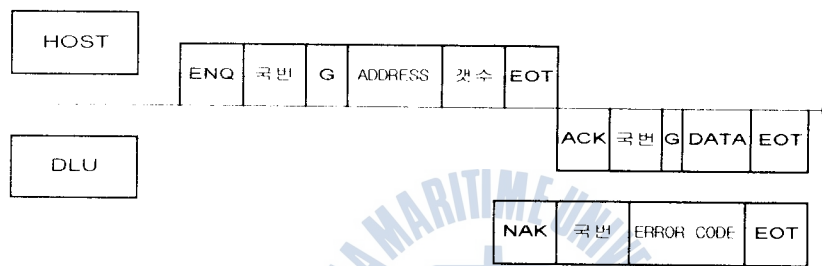
가 되므로  $\alpha$ 는 데이터 전송률과 전송매체의 길이의 곱에 비례한다. 따라서  $\alpha$ 는 데이터 링크의 성능을 결정하는 가장 중요한 파라미터가 된다.

본 시스템의 경우 DLU간의 전송률은 1Mbps이며, DLU와 호스터 간의 데이터 전송률은 300~19200 bps까지 가능하지만, 대부분의 경우 가능한 전송률은 9600 bps이다.  $V = 2 \times 10^8 \text{m/s}$ , 프레임 크기를 500비트라고 하자.  $d = 100\text{m}$  정도의 단거리일 경우  $\alpha = 9600 \text{bps} \times 100\text{m} / (2 \times 10^8 \text{m/s} \times 500 \text{bit}) = 9.6 \times 10^{-6}$ 이고, 회선의 효율은 거의 1이다.

따라서, 이와 같이 구해진 회선의 효율을 고려할 때 전송프레임은 9600bps 정도의 전송속도가 적당하다는 것을 알 수 있다. 이를 위한 구체적인 전송형태는 그림 3.2에 나타내었다. 그림 3.2(a)는 설정된 전송프레임의 구성을 나타낸 것이며 데이터는 바이트 단위로 1비트의 스타트비트(로직 '0')로 시작하여 1바이트가 보내진 후 스톱비트(로직 '1')로 종료되도록 하였다. 또 그림 3.2(b)에는 전송되는 전체 블럭을 나타내었다.



(a) Frame



ENQ : Enquiry  
 G : Data Format(Bit Read/Write, Word Read/Write)  
 EOT : End of Transmission  
 ACK : Acknowledge  
 NAK : Negative Acknowledge

(b) Transmitting Block

그림 3.2 데이터 전송 형식

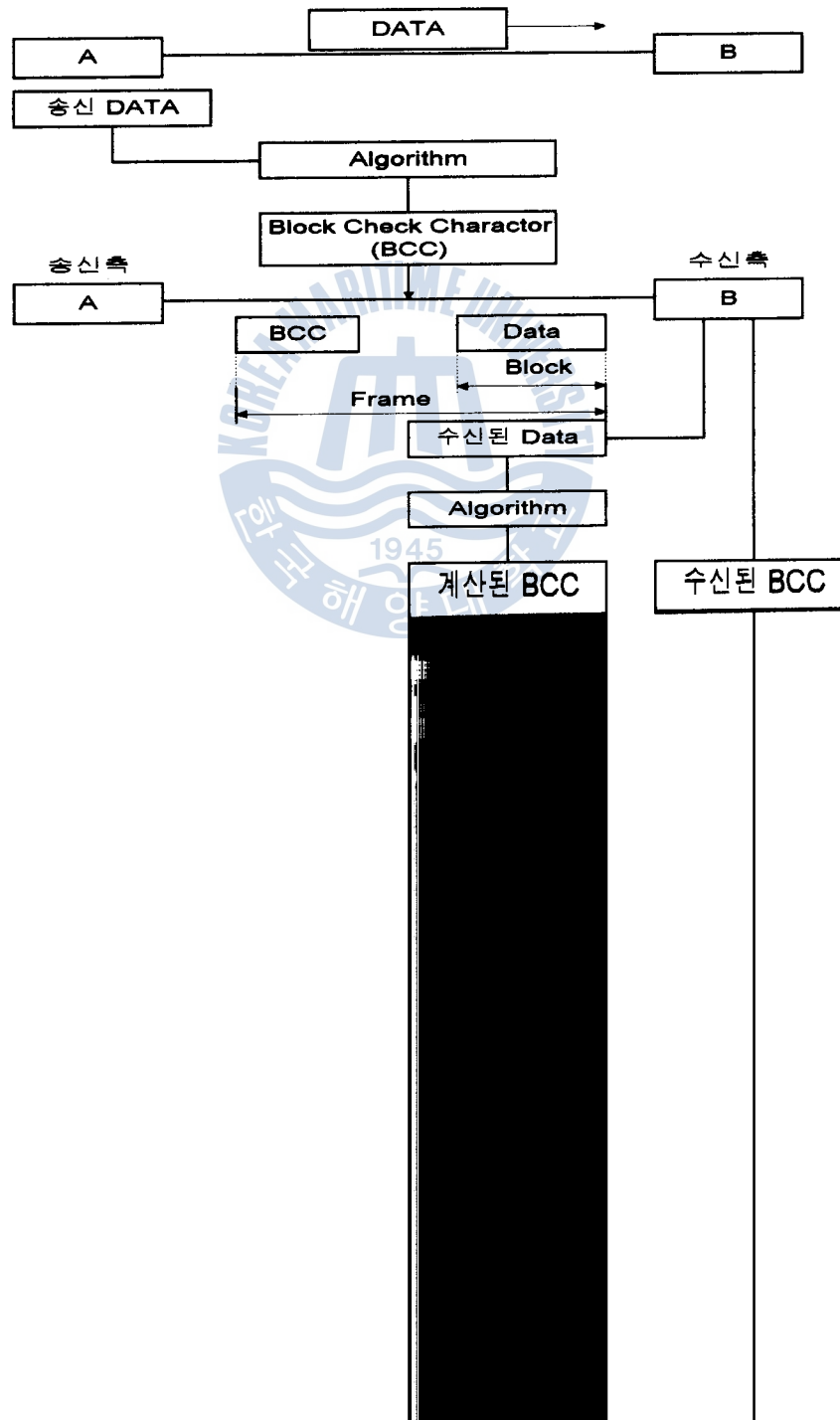
### 3.3 에러제어

많은 데이터 전송 시스템에서는 설계와는 무관하게 통신매체를 통해 송신된 데이터가 잡음 등의 여러가지 예측할 수 없는 장애 요인들에 의해 발생하는 에러로 인하여 실제로 전송된 내용과는 다른 형태로 수신될 수 있다.

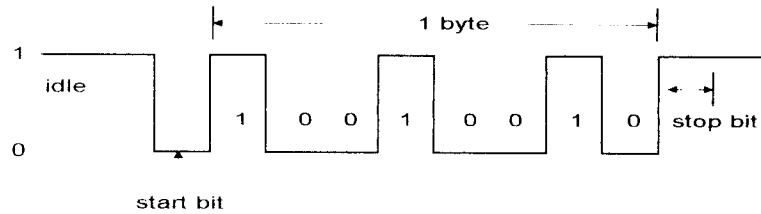
본 연구에서는 블록 검사 문자(BCC : Block Check Character)를 정의하여 사용하였으며, 메시지 전송시 전송블럭에 BCC를 포함하여 수신측에서 에러를 검출할 수 있게 하였다.

각 프레임에서 전송되는 데이터를 ASCII값으로 모두 더한 후에 끝에서 2자리만을 BCC로 취하여 블록의 마지막에 전송한다. 그러면 수신측에서도 수신되는 데이

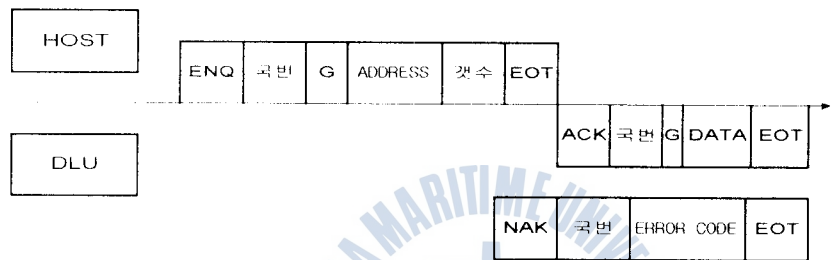
터를 ASCII값으로 변환하고 뒤에서 2자리값만을 취해 블록의 마지막에 포함되어 있는 BCC와 비교한 후, 값이 동일하면 에러가 없는 것으로 간주하고, 틀리면 에러로 간주해 해당하는 에러코드를 전송한다. 그림 3.3에 본 시스템에 적용한 에러 검출 알고리즘을 나타내었다.







(a) Frame



ENQ : Enquiry  
 G : Data Format(Bit Read/Write, Word Read/Write)  
 EOT : End of Transmission  
 ACK : Acknowledge  
 NAK : Negative Acknowledge

(b) Transmitting Block

그림 3.2 데이터 전송 형식

### 3.3 에러 제어

많은 데이터 전송 시스템에서는 설계와는 무관하게 통신매체를 통해 송신된 데이터가 잡음 등의 여러가지 예측할 수 없는 장애 요인들에 의해 발생하는 에러로 인하여 실제로 전송된 내용과는 다른 형태로 수신될 수 있다.

본 연구에서는 블록 검사 문자(BCC : Block Check Character)를 정의하여 사용하였으며, 메시지 전송시 전송블럭에 BCC를 포함하여 수신측에서 에러를 검출할 수 있게 하였다.

각 프레임에서 전송되는 데이터를 ASCII값으로 모두 더한 후에 끝에서 2자리만을 BCC로 취하여 블록의 마지막에 전송한다. 그러면 수신측에서도 수신되는 데이

터를 ASCII값으로 변환하고 뒤에서 2자리값만을 취해 블록의 마지막에 포함되어 있는 BCC와 비교한 후, 값이 동일하면 에러가 없는 것으로 간주하고, 틀리면 에러로 간주해 해당하는 에러코드를 전송한다. 그림 3.3에 본 시스템에 적용한 에러 검출 알고리즘을 나타내었다.

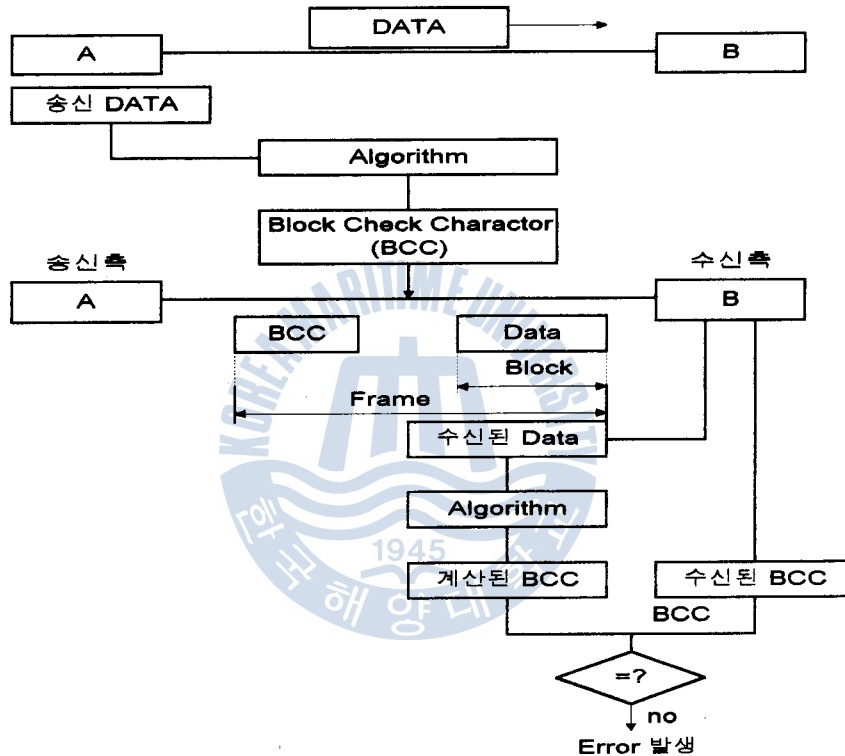


Fig 3.3 Error Check 블록도

#### 4. 실행 및 분석

본 연구에서 구현한 시스템을 실제 선박에서 실험한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 한국해양대학교 실습선 한바다호의 Engineer's Log Book을 토대

로 모니터 화면 및 데이터 베이스를 구축하여 확인하였으며, 실험실 차원에서 모의 실험을 실시하여 시스템의 타당성을 확인하였다.

또한 대부분의 연구가 20000톤급 이상의 대형선박을 위한 것이므로, 중소형 선박을 대상으로한 연구는 본 연구가 최초의 것이라 할 수 있다. 특히 1000톤 이하의 어선에는 모니터링 시스템이 전무한 실정이므로 본 시스템의 활용도가 높을 것이다.

본 시스템의 모의실험 조건은 다음과 같다.

- (1) 진단은 교환 가능한 부품단위로 행한다.
- (2) 진단을 위하여 기존의 검출기(센서)는 손상치 않는다.
- (3) 진단은 각 부품의 입출력 신호의 해석으로 행한다.
- (4) 진단 대상의 동력상실(전원, 공기압, 유압) 시에는 By-Pass하여 진단을 하지 않는다.

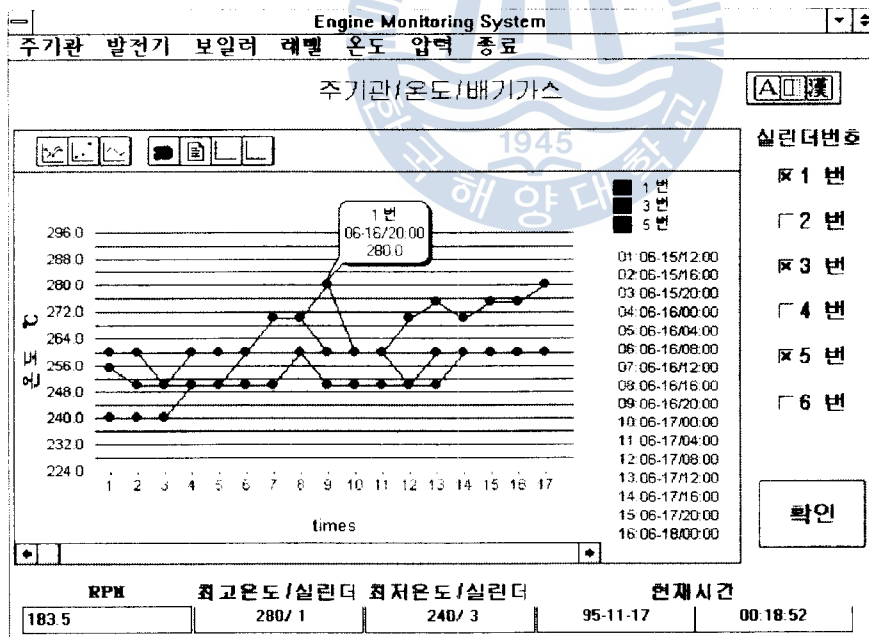


그림 4.1 주기관/온도/배기가스 선택시의 모니터 화면

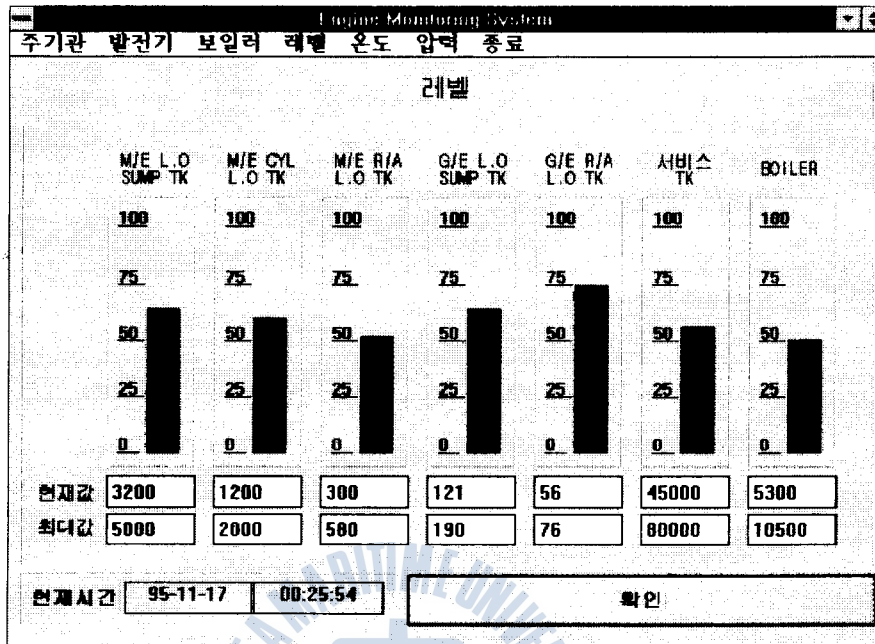


그림 4.2 레벨 관련 화면

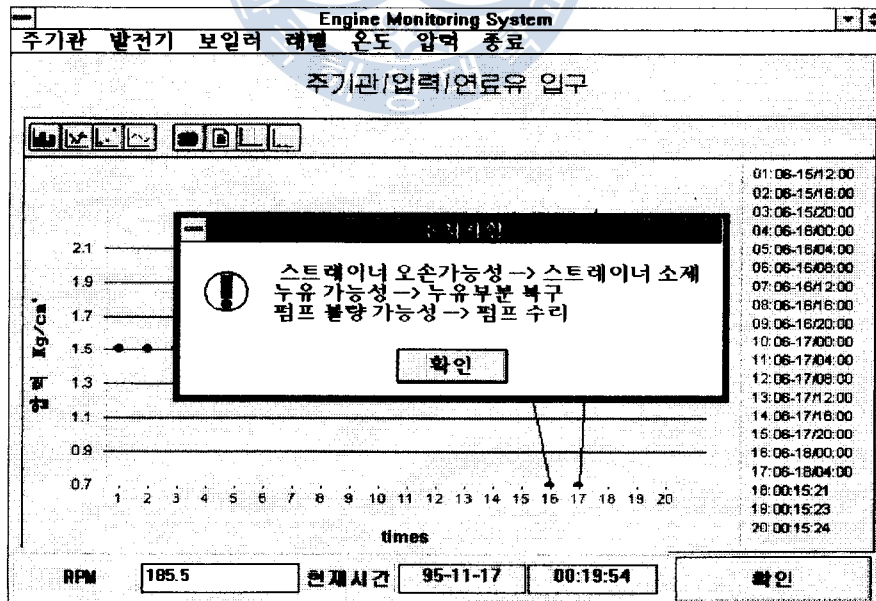


그림 4.3 고장처리시의 화면

## 제 5 장 결 론

본 논문에서는 선박 항해 자동화 시스템의 일부분으로 기관 모니터링 시스템을 구현 해 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 FILE화함으로써 기관 고장시 차후 분석 또한 가능하다.
- 2) 열악한 실험여건으로 인하여 센서에서 직접 입력신호를 받지 못하였고, 센서에서의 입력신호 대신 가변저항을 이용해 본 시스템을 구현하였다. 보다 정확한 데이터를 얻기 위해서는 실선에서 사용하고 있는 검출센서를 이용해 입력신호를 받아야 한다.
- 3) Host Computer와 Local Monitoring Unit의 데이터 교환은 RS-232C 또는 RS-422를 선택하여 사용할 수 있으며, 통신선로는 7m의 Null 케이블을 사용하였다. 통신속도는 9600 bps, 19200 bps로 실험하였고 통신에러는 없었다. LMU간의 통신속도는 1 Mbps이며, 통신선로는 5m의 트위스트 페어를 사용하였다. 선로의 최대 길이는 1km, 리피터를 부착할 경우 4km까지 통신가능하지만, 실험을 통하여 검증이 필요하다.
- 4) Pull Down 방식으로 구성된 메뉴는 비숙련 기관요원이나 컴퓨터 초보자의 경우 다소 어려울 수 있다. 따라서 초기 화면에서 기관 계통도를 이용해 원하는 부분의 모니터링을 행할 수 있는 방법을 채택하면 더 쉽게 모니터링 시스템에 접근할 수 있다. 그러므로 메뉴의 구성에 대한 연구가 더 진행되어야 한다.
- 5) 선박의 모니터링 시스템이나 기관 고장진단 시스템의 경우 공개되어 있는 자료가 전무한 실정이다. 따라서 본 시스템의 객관적인 타당성을 입증하기는 곤란하다. 그러나 본 연구의 성과는 1000톤 미만의 소형선박에 적용하여 신뢰성을 인정받은 후, 중대형 선박으로 그 대상을 확대해 나갈 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] William L. Schweber, "Data Communications", McGRAW-HILL Inc., 1988.
- [2] 김종상, "데이터 통신 및 컴퓨터 통신", 희중당, 1987.
- [3] 김병덕, 윤지근, "선박용 모니터링 기술에 관하여", 한국박용기관학회지 제13권 제4호, pp.11-18, 1989.
- [4] 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.
- [5] 岸本敏宏, 高崎典二, 武田一明, 木戸茂辛, "船用ディーゼル機操縦系の診断システムの開発", Journal of the M.E.S.J., Vol.28, No.5, pp.303-309, 1993.
- [6] 田守芳勝, 田中満男, 金佐直, "機関監視システムと故障診断", Journal of the M.E.S.J., Vol.27, No.6, pp.469-474, 1992.
- [7] 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.
- [8] 三原伊文, 村上文夫, 岩崎寛希, "船用機関の故障診断手法に關する一考察", Journal of the M.E.S.J., Vol.24, No.2, pp.160-166, 1989.
- [9] Gary Entsminger, "Visual Basic 3.0 Programming", SAMS Publishing, 1994.
- [10] Douglas A.Hergert, "Visual Basic Programming", Bantam Books, 1992.
- [11] 宮崎 仁, "通信とパソコン・インターフェースの設計", 트랜ジ스타技術 1月号, pp.354-369, 1992.
- [12] Larry Hughes, "Data Communications", McGraw-Hill, Inc., 1992.
- [13] 김근재, "C 프로그래머를 위한 시리얼 커뮤니케이션", 인포북, 1995.