

論文

기기의 감시 및 분석을 위한 데이터 획득 시스템에 관한 연구

남택근* · 이돈출** · 노영오*** · 임정빈****

*, **, ***목포해양대학교 기관시스템공학부 교수, ****목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

A Study on the Data Acquisition System for Machinery Monitoring and its Condition Analysis

T. K. Nam* · D. C. Lee** · Y. O. Roh*** · J. B. Yim****

*, **, ***Department of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

****Department of Marine Transportation, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요약 : 본 연구에서는 기기의 감시 및 분석을 위해 필요한 데이터 획득 시스템의 개발에 관해 논의한다. 선박에서의 회전기기 및 운전기기의 운전상태 감시와 분석을 위해서는 시스템에 적합한 데이터 획득시스템을 구축하여야 하고 이러한 데이터 획득 시스템을 간단하고 경제적으로 구성하는 것은 중요하다고 할 수 있다. 아울러 사용 환경 혹은 사용자 인터페이스를 사용자의 의도에 따라 손쉽게 변경할 수 있어야 할 것이다. 본 연구에서는 이러한 데이터 획득 시스템을 구성하기 위한 기본적인 요소들에 대해 살펴보고, 일정시간 동안 자동적으로 데이터를 저장하는 방법과 네트워크를 통해 데이터를 획득하는 시스템 구성에 관해 논의한다. 최종적으로 실제 계측을 통해 구성된 데이터획득 시스템이 유용성을 확인한다.

핵심용어 : 회전기기, 감시, 분석, 데이터획득 시스템

ABSTRACT : In this paper a development of data acquisition system for machinery monitoring and its condition analysis is discussed. A suitable data acquisition system should be adopted to get desirable monitoring results for ship's machinery. The compactness and moderate cost are also considered to compose the data acquisition system. The basic components of data acquisition system for monitoring are introduced and automatic data saving function with variable time interval and remote monitoring system are also proposed. An experiment to get vibration data for rotating machinery is executed to verify the effectiveness of the data acquisition system.

KEY WORDS : Rotating Machinery, Monitoring, Analysis, DAQS(Data Acquisition System)

1. 서론

본 연구에서는 선박에 적용되는 회전기기 및 장치들의 운전상태 감시 및 분석을 위한 데이터획득시스템(DAQS: data acquisition system)의 구성에 대해 논의한다. 기기 및 장치들에서 발생하는 물리적인 변화량을 검출하기 위해서는 센서, A/D 보드, PC(사용자 인터페이스 포함) 등이 필요하게 된다. 이러한 구성요소들을 총칭하여 데이터획득시스템이라 할 수 있고 DAQS를 구성하는 방법은 사용자의 선택에 따라 다양해 질 수 있다. 아울러 시스템을 구성하는 데 있어서 소요되는 경비, 성능, 시스템의 간결성, 사용 간편성 등의 요소가 DAQS를 평가하는 척도가 될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 회전기기 및 운전기기의 감시와 분석을 위해

구성하는 DAQS에 대해 논의하고, 이러한 DAQS를 이용하여 데이터의 주기적인 저장과 네트워크를 통해 원격지에서도 데이터를 수집하고 분석하는 방법에 대해 설명하고자 한다.

또한 제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위해 마력측정시스템에 대한 일정 주기 자동 데이터 획득 실험을 행하고, 실제 진동이 발생하는 공간에 가속도 센서를 부착하여 원격지에서 데이터를 수집하고 분석하는 원격 모니터링 시스템에 대한 실제 실험을 행하고자 한다.

2. DAQS의 적용 검토

2.1 진동 모니터링

저속 2행정 디젤엔진에서 종진동은 매우 중요하며 특히 5, 6 실린더 엔진에서 종진동 댐퍼의 성능이 저하되면 크랭크축에서 발생하는 추력 변동력에 의해서 선박 거주구역 상부의 전후진동이 심하게 일어난다. 더 나아가 기능이 현저하게 저하되면 베어링 및 엔진부품들의 마모 증가, 실링오일의 누설 및 크랭크축의 절손과

*대표저자 : 정회원, tknam@mmu.ac.kr 061)240-7310

**비회원, ldcvib@mmu.ac.kr 061)240-7089

***비회원, mmuroh@mmu.ac.kr 061)240-7095

****정회원, jbyim@mmu.ac.kr 061)240-7051

같은 매우 위험스러운 상황에 처하게 된다. 따라서 각 선급에서는 5, 6실린더 엔진에 대하여 이러한 대형 사고를 방지하기 위하여 Fig. 1과 같이 종진동 모니터링 시스템(AVM)을 표준으로 부착하도록 하고 있다. 그리고 종진동이 클 경우 엔진컨트롤 시스템과 연결되어 자동적으로 엔진회전수를 낮추도록 설계되어 있다. 이 모니터링 장치는 갭 센서를 크랭크축 선단에 부착하고 주파수분석 기능 없이 피크 값에 의존해서 진동을 판단하고 있다. 따라서 종진동의 경향분석을 위하여 AVM 내 진동 신호를 종합적인 진동 모니터링에 연결하여 사용할 수 있다^{[6],[7]}.

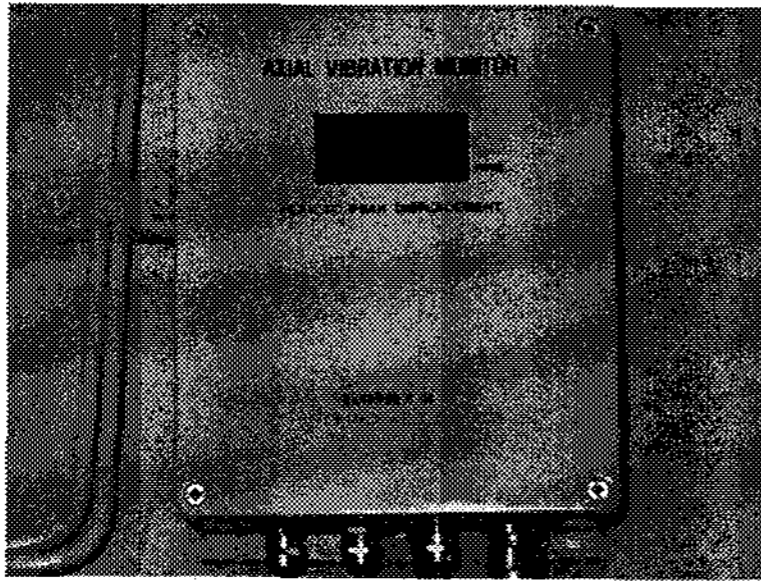


Fig. 1. 2행정 저속 디젤엔진의 종진동 모니터링 시스템.

2.2 과급기의 진동 모니터링

디젤엔진에서 과급기는 중요한 부품중의 하나로 고장이 날 경우 엔진의 회전수를 낮추어 운전할 수는 있지만 정기적인 라인서비스를 하는 컨테이너선의 경우 규정된 속도를 유지하지 못하므로 영업적인 차원에서 치명적이라고 할 수 있다. 과급기는 사고의 정도에 따라 약간의 차이는 있지만 예비품을 확보하더라도 사고에 의해서 과급기를 교체하는 시간은 보통 1개월 정도 소요되므로 결항으로 인한 막대한 경제적 손실을 초래할 수 있다.

과급기의 진동 모니터링은 두 가지 방법이 있는데 직접 회전 로터에 갭 센서를 설치하여 변위를 확인하는 방법으로 신뢰성이 높지만 과도한 설치비용과 관리에 따른 어려움이 많다. 간접적인 방법으로는 그림. 2와 같이 터빈과 공기를 압축하는 송풍기(Blower)의 중심 위치인 코어홀(Core hole)에 속도 또는 가속도 센서를 부착하여 구조진동을 모니터링하여 시간 경과에 따라 진동을 경향(trend) 관리 한다^[6].



Fig. 2. 2행정 저속엔진 과급기 코어홀에서의 진동계측.

3. 시스템의 구성 및 데이터 계측

3.1 동력측정 시스템을 대상으로 한 데이터 계측

먼저, 그림. 3과 같은 동력계측 시스템을 대상으로 DAQS를 구성하여 진동 데이터 계측 실험을 행하였다. 동력계측시스템의 구성은 크게 원동기(전동기), 기어휠, 엔코더, 토크측정용 시편, 발전기, 저항부하, PC로 구성이 되어 있다. 그림. 3 (a)는 동력측정시스템의 구성도와 각종 센서를 이용한 데이터계측 시스템의 구성도를 나타내고 있다. 그림. 3 (b)는 실제 동력측정시스템 및 데이터 계측 시스템의 외관을 나타내고 있다.

동력측정 시스템으로부터 MP981마그네틱센서, 가속도계(2개 채널), LVDT를 포함한 4채널의 아날로그 데이터가 A/D변환기를 통해 PC에 전달되고 사용자 인터페이스 화면에서 시간 데이터 모니터링 및 주파수 영역에서의 데이터 분석을 행하게 된다.

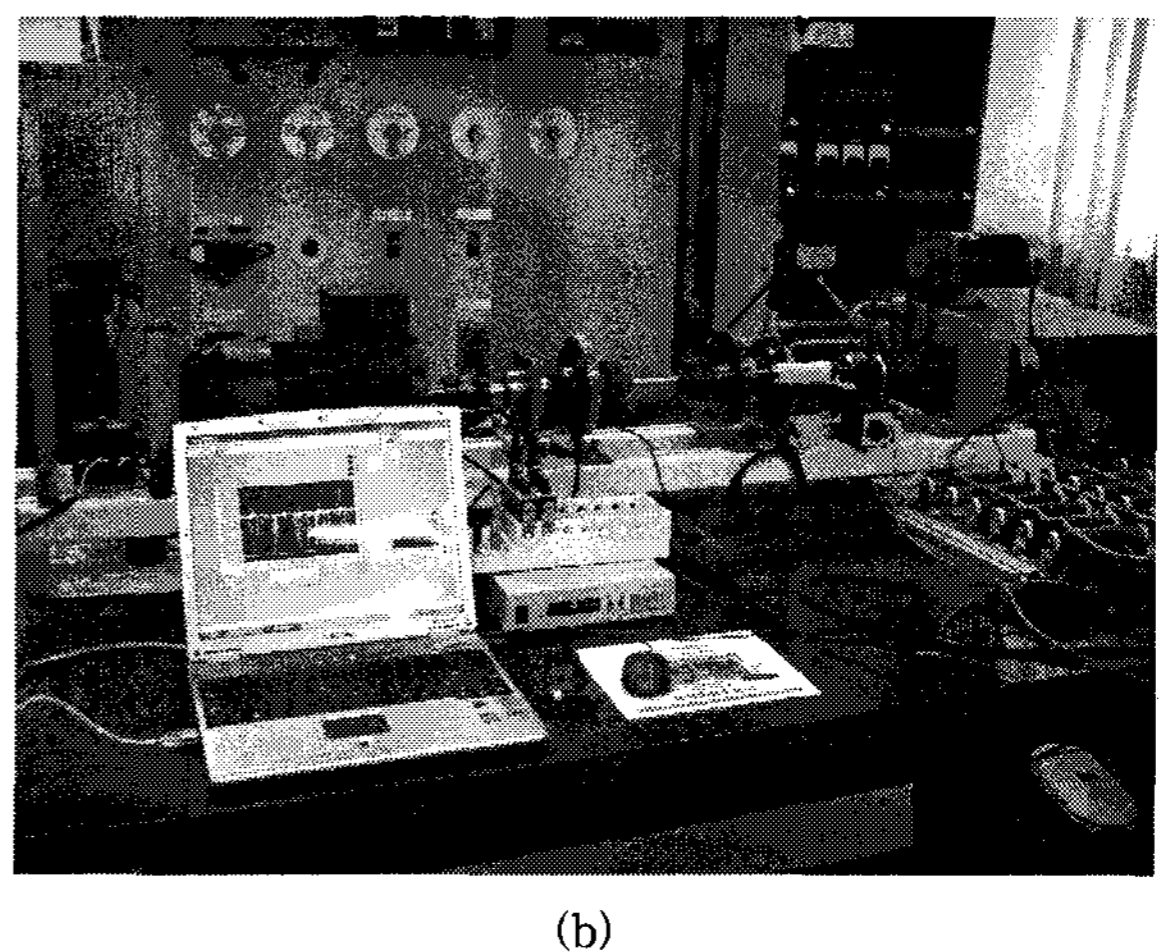
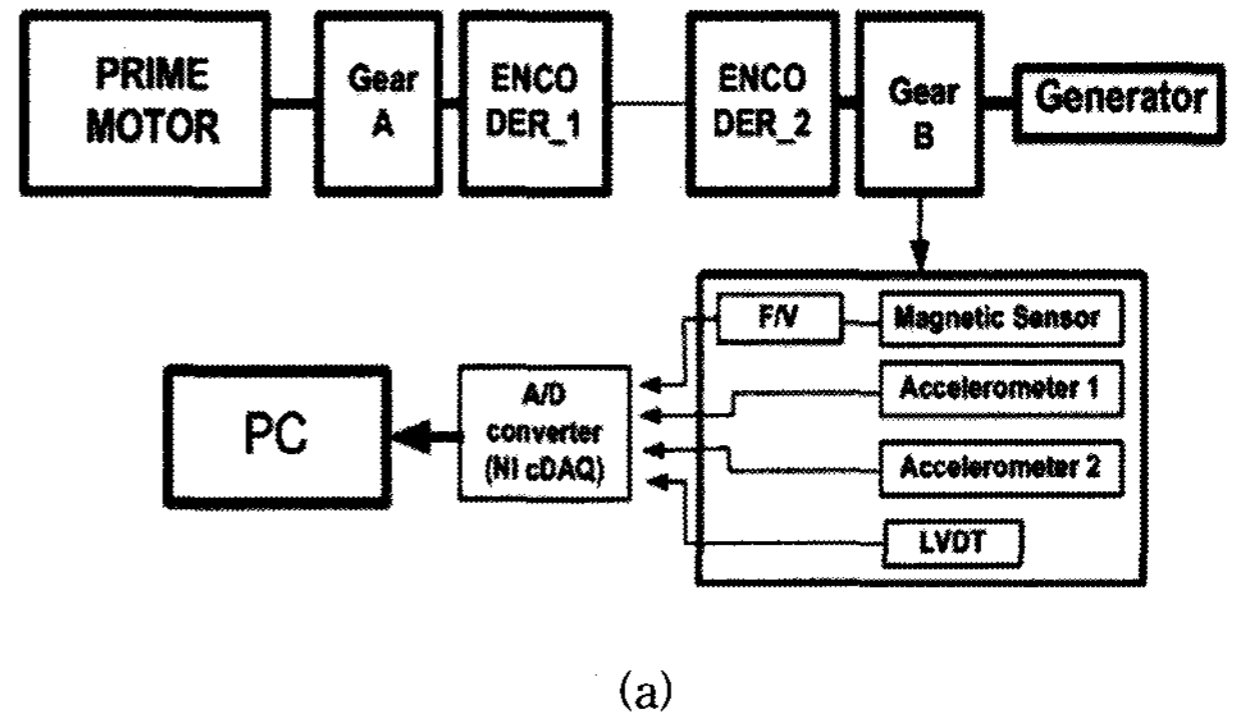


Fig. 3. 토크측정 시스템을 이용한 진동 모니터링 실험.

그림. 3과 같은 데이터획득 시스템은 모터의 회전 속도 변화에 따른 기어휠에서의 진동형태를 분석하기 위해 구축한 것이다. 본 연구에서의 주안점은 획득한 데이터에 대한 분석에 앞서 분석하고자 하는 데이터를 주기적인 간격으로 자동 수집하기 위한 기능을 구현하는 것이다. 주기적인 데이터획득 및 사용자 인터페이스는 NI사의 LabView^[1]를 이용하여 프로그래밍 하였

으며, A/D보드는 USB 타입의 9215, 9233과 cDAQ9172세시를 이용하였다.

그림.4와 그림.6은 각각 데이터의 주기적인 획득을 위한 저장 프로그램의 흐름도와 획득한 데이터의 분석을 위한 흐름도를 나타내고 있다. 데이터의 저장 기준은 그림.4의 흐름도에서 알 수 있듯이 날짜와 시간정보이며, 날짜, 시간(시간, 분)단위로 저장할 수 있다. 데이터 분석 시에는 취득한 데이터를 읽어 들일 때 필터링을 할 수 있도록 하였고, 필터링 한 데이터를 기준으로 주파수분석(DFT)을 행하고 있다.

그림 6은 그림.4와 같은 흐름을 가지는 프로그램에 의해 저장된 파일들을 나타내고 있다. 데이터의 저장형태는 연월일시분.txt 형태로 저장을 하였고 데이터의 획득 주기를 2분으로 설정한 것이다.

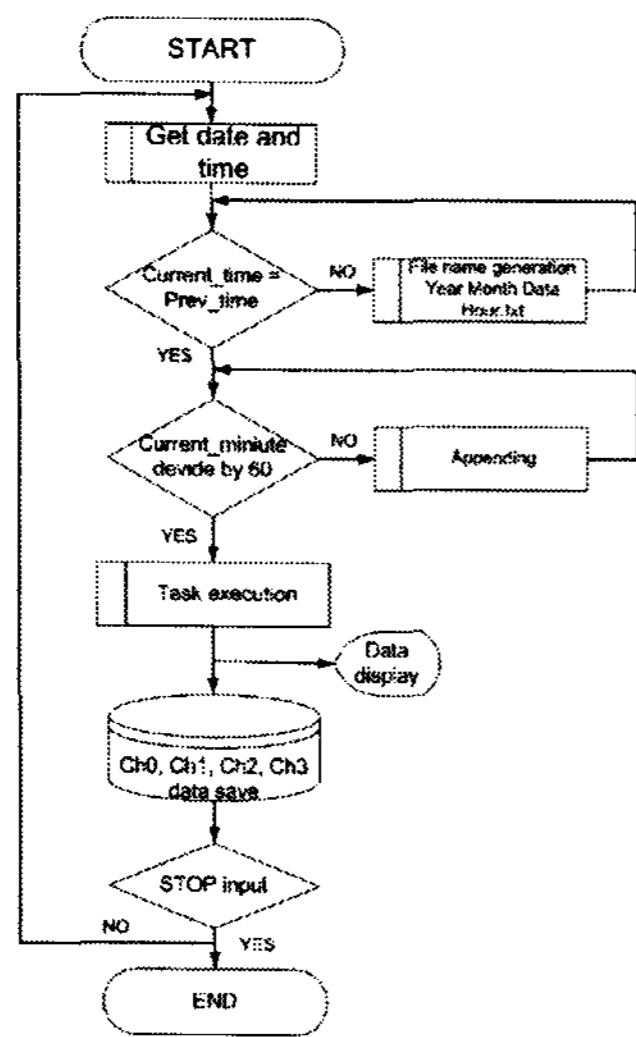


Fig. 4. 데이터 저장 프로그램 흐름도.

200709081514	1.564KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081516	1.564KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081518	1.565KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081520	1.565KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081522	1.565KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081524	1.565KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081526	1.566KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081528	1.567KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081530	1.568KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081532	1.569KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081534	1.569KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081536	1.569KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081538	1.572KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...
200709081540	1.573KB	텍스트 문서	2007-09-08 오후 ...

Fig. 5. 저장된 데이터 파일.

그림.7은 그림.6과 같은 흐름도에 의해 작성된 데이터 저장 프로그램의 프론트 판넬을 나타내고 있다. 현재 4개의 채널에서 입력된 데이터를 동시에 출력하는 화면과 각각의 채널에서 입력된 값을 확인할 수 있는 화면으로 구성되어 있다.

그림.8은 그림.6과 같은 흐름도에 의해 작성된 데이터 분석 프로그램의 프론트 판넬이다.

프론트 판넬의 상부에는 분석하고자 하는 데이터가 저장된 파일의 경로를 설정할 수 있는 창이 있다. 아울러 4채널로부터

입력된 값을 시간축 신호(8초)와 주파수 분석 신호(DFT)로 나타낼 수 있도록 구성 하였다. 현재 주파수 분해능은 0.125 (샘플링레이트 2048, 샘플데이터 수 16384)로 설정되어 있다.

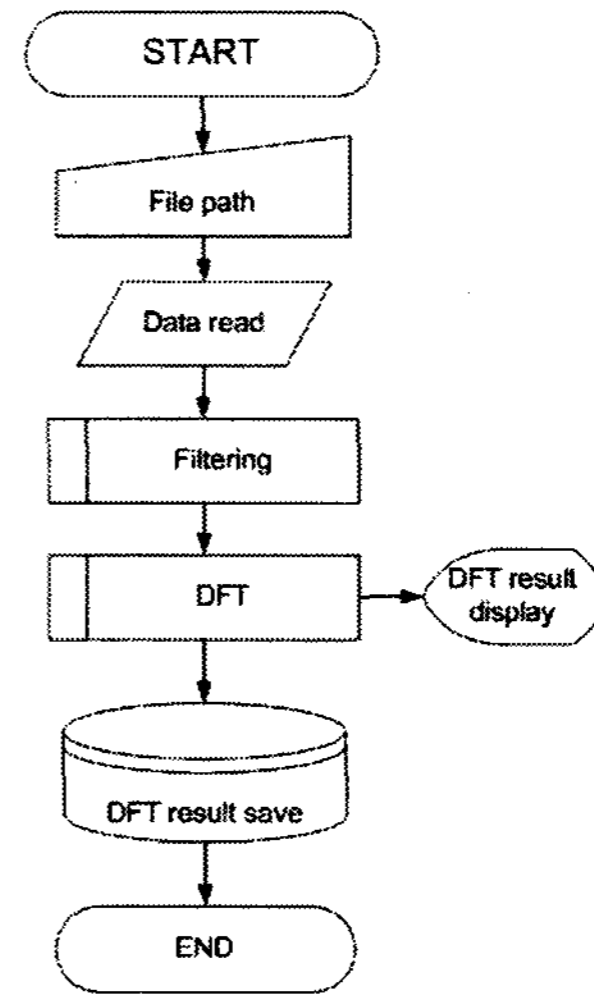


Fig. 6. 데이터 분석 프로그램 흐름도.

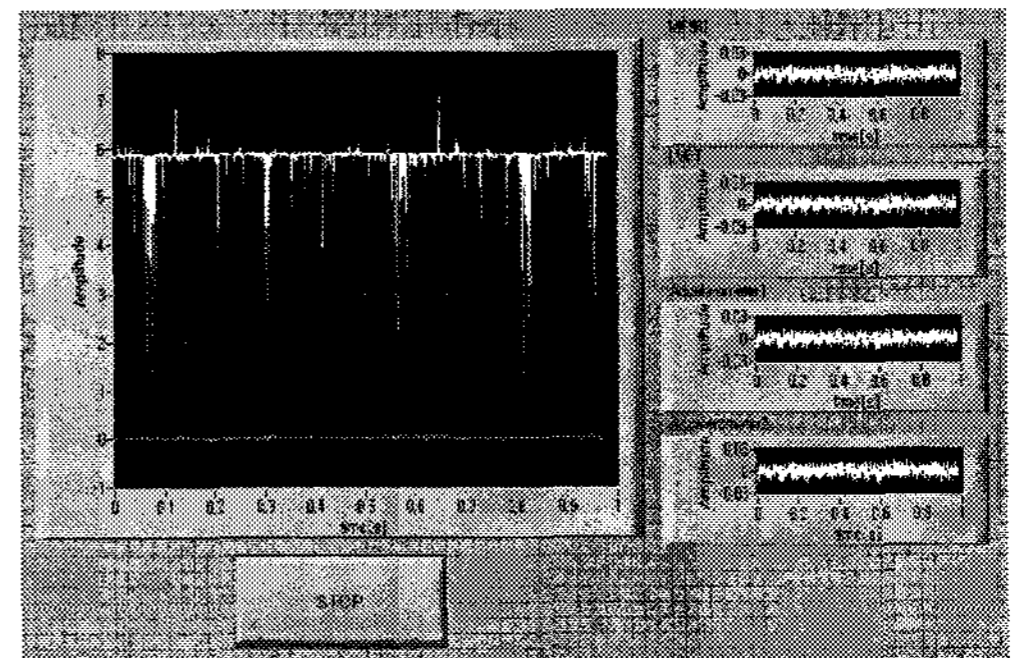


Fig. 7. 데이터 저장 프로그램 실행화면.

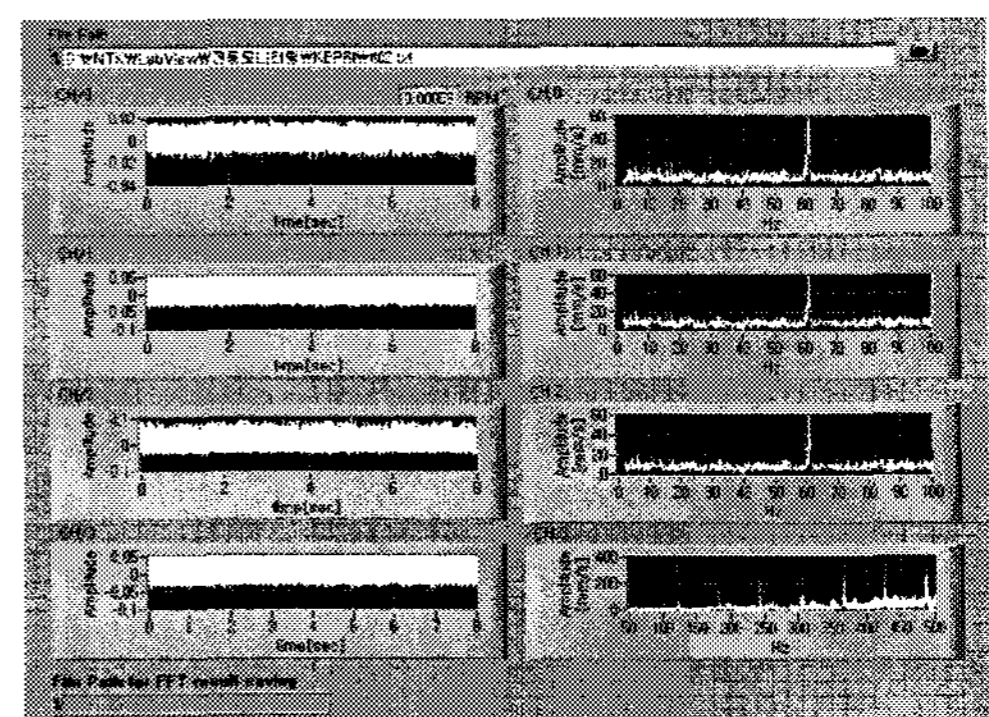


Fig. 8. 데이터 분석 실행 화면.

3.2 네트워크를 이용한 원격 계측 시스템의 구성

다음으로 네트워크를 이용한 원격지에서의 계측 시스템을 그림. 9와 같이 구성하였다. 시스템은 크게 원격감시부(PC)와 현장(컨트롤러, DAQ보드, ICP타입의 가속도센서, 선박구조물 및 운전기 포함)으로 나누어져 있다. 그림. 9는 원격 계측 시스템의 각 구성요소들을 이미지로 나타낸 것이다.

원격 계측이 갖는 장점으로서 현장에서 직접 데이터를 수집하는 것에 비해 원격지 계측을 함으로써 시간 및 공간상의 제약을 받지 않는 모니터링 체제를 구축할 수 있고, 이를 통해 불필요한 설비보전 비용을 감소시킬 수가 있다. 아울러 소음, 고열 및 협소한 공간상의 제약이 따르는 선박 내부에서의 기기의 운전상태 및 상황을 모니터링하기 위해서는 원격지에서 데이터를 획득하는 것이 효율적이라 할 수 있을 것이다.

이러한 원격지 계측 시스템이 구비된다면 작동중인 기기의 갑작스러운 고장 및 이상현상을 실시간으로 감시할 수 있고, 해당 기기의 이상상태를 자동적으로 감시자에게 전달해 줄 수도 있다.

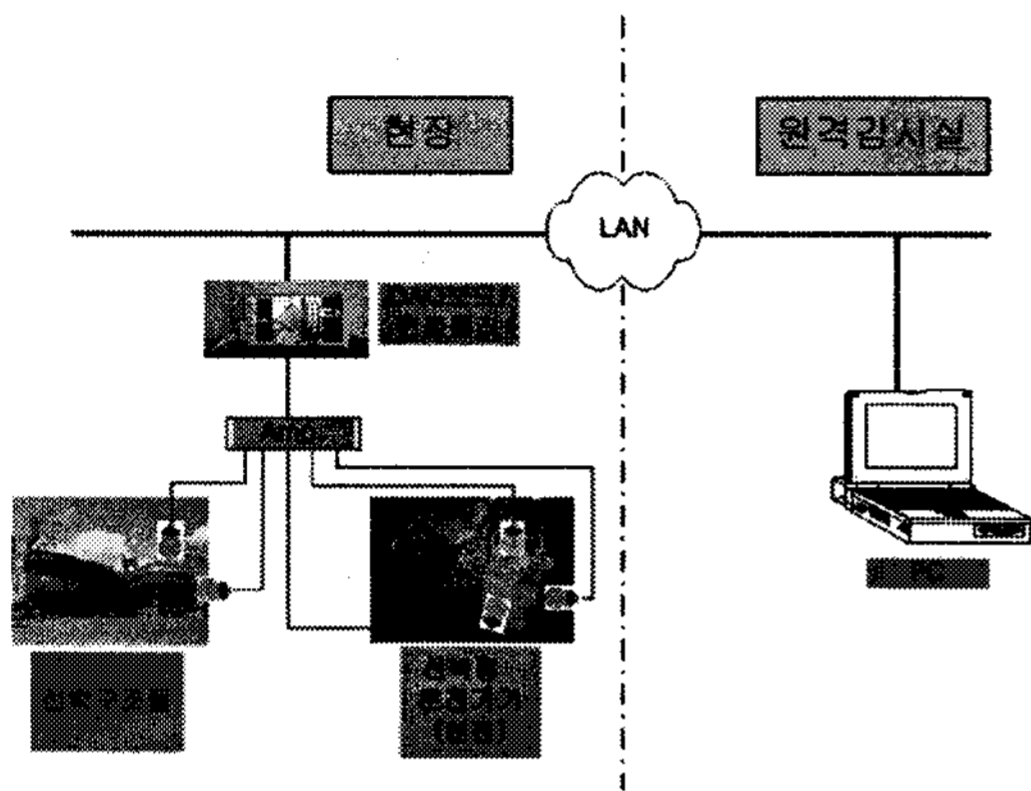


Fig. 9. 원격계측 시스템의 구성도.

그림.10은 실제 원격 계측을 행하기 위해 선박의 내부에 설치한 시스템을 나타내고 있다. 선박내부의 진동상태를 체크하기 위해 ICP타입의 가속도 센서를 2개 방향에 설치하였고, A/D 보드는 NI사의 USB타입9233과 cRIO9104컨트롤러를 사용하였다.

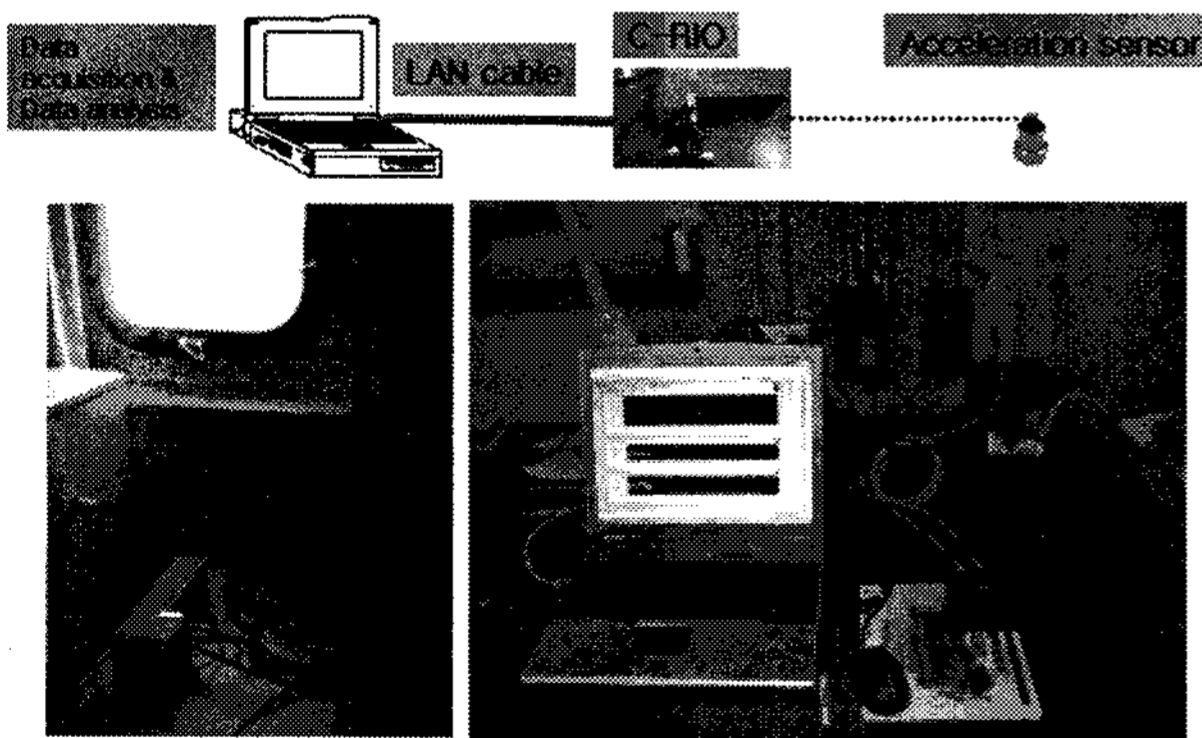


Fig. 10 원격계측 실험 시스템.

선내의 2개 가속도센서에 의한 가속도 데이터는 LAN을 통해 원격지의 PC에 전송이 되고, PC에서는 전송된 데이터의 시간데이터를 모니터링하고 동시에 횡진동, 종진동에 관련된 신호의 주파수분석(FFT analysis)을 행해 진동신호의 진폭과 위상정보를 분석할 수 있게 된다.

그림.11 은 가속도 센서로부터 네트워크를 통해 전송된 데이터를 시간데이터와 주파수 분석 데이터로 출력해 주는 모니터링

화면을 나타내고 있다.

3.1절에서 살펴 본 자동데이터취득 시스템과 3.2절의 원격계측 시스템의 기능을 동시에 구현하면 원격지에서도 필요한 시간 간격을 설정하여 기기의 운전상태를 감시할 수 있을 것이다.

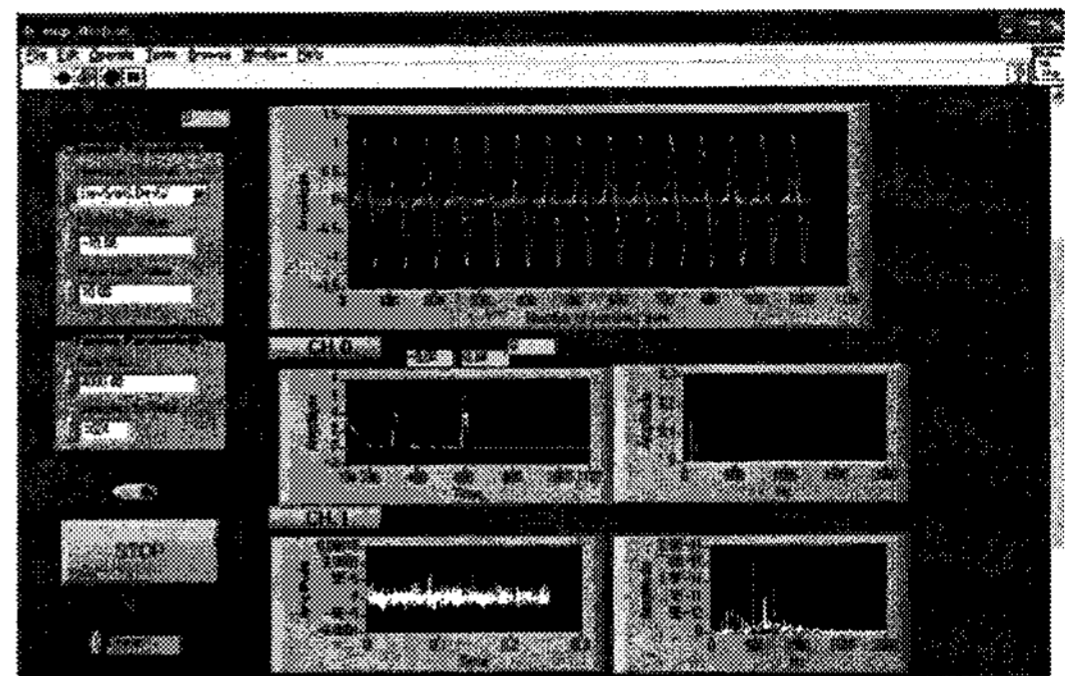


Fig. 11. 원격 모니터링 화면.

4. 결론

본 연구에서는 회전기기 및 운전기기의 운전상태 감시와 분석을 위한 데이터획득 시스템의 구성에 대해 살펴보았다. 먼저, 선박에서 사용되고 있는 진동 측정 시스템의 적용현황에 대해 살펴보았고, 다음으로 동력측정 시스템을 대상으로 한 자동데이터 취득 시스템의 구성과 실험결과를 기술하였다. 아울러 원격계측 시스템의 구성에 대해 살펴보았고 제안한 시스템을 실제 선박에 적용하여 원격지에서 데이터를 계측하였고, 시스템의 유용성을 확인 할 수 있었다.

향후과제로서 시스템의 안정성을 더욱 높이고 고급 데이터 분석 기능을 추가로 구현하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 광두영(2007), 컴퓨터 기반의 제어와 계측 LabVIEW, Ohm사
- [2] 민남기(2003), 센서전자공학, 동일출판사.
- [3] 양보석(2006), 기계설비의 상태 감시 및 진단, 인터비전.
- [4] 이돈출 외 3명(2007), 선박용 디젤 엔진의 종합 진동 모니터링 시스템 개발을 위한 실험적인 연구, 한국소음진동공학회 2007추계학술대회.
- [5] 장영범(2004), DSP이론과 실무, 생능출판사
- [6] 전효중, 이돈출(2005), 선박용 디젤엔진 및 가스터빈, 동명사.
- [7] Geislinger GmbH (2006), Geislinger monitoring.
- [8] J. G. Proakis and D. G. Manolakis(1996). Digital Signal Processing Principles, Algorithms and Applications. Prentice Hall.
- [9] Singiresu S. Rao (2004), Mechanical vibrations, Prentice Hall.