

CIM 시스템의 Infrastructure(DLU & DAU) 구성을 위한 통합 모니터링 시스템의 개발(I)

강 호 원,* 이 옥,** 김 진 호,* 김 상 봉***

Development of Integrated Monitoring System for Composition of CIM System's Infrastructure(DLU & DAU) (I)

Ho-won Kang,* Wook Lee,** Jin-ho Kim,* Sang-bong Kim***

ABSTRACT

This paper describes a multi-computer system developed for CIM(Computer Integrated Manufacturing) system, which combines single board computers and personal computers by using RS422/485 communication and LAN. The system adopts a concept of hot run back up system based on dual CPU system of host and supervisor structure. The dual CPU system and the single board computer are respectively developed using 32 bits microcomputer and 16 bits microprocessor, 8097BH. The multi communication between two types of system is done by using RS 422/485, and also data logging computers are linked with LAN.

1. 서 론

근년, 국내외에서 CIM에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 공장의 생산라인에 있어서는 설비의 근대화와 함께 작업환경의 무인화가 진행되어, 컴퓨터를 이용한 통합제어 시스템의 설치에 박차를 가하고 있다. 이와같은 통합제어 시스템은 컴퓨터를 기본으로 하여 개발되게 되므로, 컴퓨터와 특정 기기 사이의 하드웨어적인 인터페이스 설계문제와 각 기기에 부착된 컴퓨터를 통해 실시간적인 정보를 모니터링하고 제어

할 수 있는 실시간 처리용 프로그램 및 멀티 통신 기능이 부여된 소프트웨어가 개발되어야 하는 복잡한 문제가 있다. ⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

하드웨어적인 문제에 있어, 일반적으로 각 기기에는 싱글보드형 컴퓨터를 베이스로 하여 물리적 데이터의 처리 및 제어가 행해지는 모듈형 제어가 개발되어야 하므로, 그에 따른 데이터의 수집에 필요한 A/D 변환 기능, 제어에 필요한 D/A 변환기능, 수집된 데이터의 실시간 표시기능, 명령처리에 필요한 키패드 처리기능, 주 컴퓨터와의 통신기능 등 복합적인 하드웨어 인터페

* 부산수산대학교 대학원

** (주)쌍용자동차

*** 부산수산대학교 기계공학과

이스 기술이 필요하다. 소프트웨어적인 측면에 있어, 주 컴퓨터는 컴퓨터 주변기기의 제어를 비롯하여 실시간적으로 데이터의 그래픽 또는 디지털 표시, 다수의 싱글보드형 컴퓨터에 대한 제어 및 통신, 키보드 감시 등의 기능이 가능한 프로그램이 필수적이며, 각 기기에 부착된 싱글보드형 컴퓨터에서는 각 기기의 모니터링 및 제어사양에 적절히 대응시켜 적용할 수 있는 실시간 제어용 프로그램과 통신 기능, 중요한 데이터의 상태 및 비상표시 기능, 키패드 서치 기능 등을 발휘할 수 있는 소프트웨어의 개발이 필수적이다. (5)(12)

그러므로, 본 논문은 CIM 시스템의 하부구조에 적용 가능한 통합 시스템의 개발에 요구되는 싱글보드형 컴퓨터와 실시간 처리용 프로그램을 개발한 결과를 보이고 있다. 호스트 및 슈퍼바이저 컴퓨터는 32비트 PC를 사용하여 개발하였으며, 싱글보드형 컴퓨터는 인텔사 제품인 8097BH 및 8751H의 마이크로프로세서를 이용하여 개발하였다. 그리고 그 기능으로는 데이터 수집 및 제어기능, LED 표시기능, 키패드 처리기능, RS 232C 및 RS 422/485 통신기능 등이 있다. 본 시스템은 노동자들의 인력을 대신하여 각종 센서, PC 및 원 칩 마이크로프로세서 기술에 기초해서 개발된 자동 모니터링 및 제어기능을 가진 시스템으로서, 사용자의 요구 사양에 맞추어 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 모듈을 부가함으로써 각종 생산공정에서 동작하고 있는 기기의 작동 상태를 어느 장소에서도 LAN을 이용해 실시간으로 모니터링 및 제어가 가능하도록 하는 기능을 유연성 있게 부여할 수 있다.

2. CIM 시스템의 Infrastructure

CIM 시스템이란 생산에 관련된 모든 활동(설계, 제조, 관리, 판매, 개발, 자재구매 등의 각 부문)을 컴퓨터나 주변기술을 이용하여 통합함으로써 필요한 정보를 제시시간에 맞추어 생성·전달하고, 각 부문간의 의사소통 및 의사결정을 원활하고 신속하게 그리고 효율적으로 행함으로써 현장의 업무에 내재하고 있는 과제의 해결을 도모하고, 기업전체를 탄력성 있고 효율적으로 움직이도록 하는 시스템을 의미한다.

CIM 시스템의 기본 구성은 Fig.1과 같다. 다소 현장의 특성이나 사용자의 요구에 따라 그 구성이 달라질 수 있으나 기본적인 구성의 핵심은 물류의 흐름 및 제품의 생산과정을 컴퓨터를 이용하여 통합적으로 모니

터링하고 또 제어하는 데 있다.

한편, 본 논문에서 언급하는 CIM 시스템의 Infrastructure는 Fig.1에서 보여지는 전체 CIM 시스템의 구성에서 각 생산라인 하나 하나에 해당한다. Infrastructure는 생산라인 전반에 걸친 정보를 수집하고 종합한 뒤 멀티 통신 시스템을 통해 CIM 시스템 중앙부로 전송하게 된다.

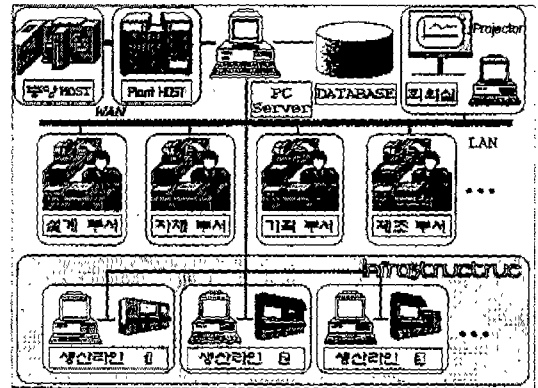


Fig. 1 CIM System Overview & Infrastructure

2.1 Infrastructure의 구성

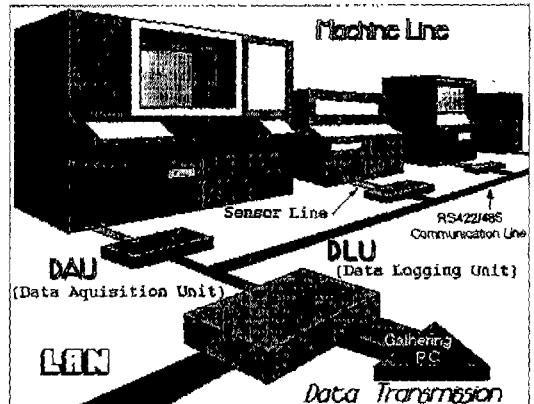


Fig. 2 Construction of Infrastructure for Data Communication system

Infrastructure의 시스템 구성은 Fig.2와 같다. Infrastructure의 구성은 Fig.2에서 보는 바와 같이 기계나 생산라인으로 부터 직접 데이터를 수집하는 DAU(Data Acquisition Unit)와 이러한 여러개의 DAU로 부터 데이터를 종합해서 상위의 Gathering

PC로 전송해 주는 DLU(Data Logging Unit)로 이루어져 있다.

Fig. 2에서 데이터 수집을 담당하고 있는 DAU는 사용목적 및 용도에 따라 여러가지 이름으로 불리워지고 있다.⁽¹²⁾ 예를 들면 사용용도에 따라 PCU(Process Control Unit), RMU(Radar Measuring Unit), LMU(Level Measuring Unit), LCU(Load Calculation Unit)등을 들 수 있다. DAU는 데이터 수집을 맡고 있는 만큼 다양한 인터페이스 장치를 요구한다. 즉, 기계로부터 생성되는 다양한 신호를 처리하여 우리가 원하는 데이터로 만들기 위해서는 아날로그 및 디지털 신호 처리에 관한 많은 인터페이스 장치들이 요구되는 것이다. 따라서 Infrastructure에 있어 최하위 레벨인 DAU를 구성하는 데는 고도의 센서 기술을 포함한 메카트로닉스 기술이 요구된다. 그리고, DAU는 현장에서 직접 기계의 상태를 알아 볼수 있도록 수집된 데이터를 디스플레이 해주는 기능을 갖추고 있어야 하며, 사용자로부터 명령을 직접 입력 받을 수 있는 Keypad 입력장치도 반드시 필요하다.

한편, DLU는 여러 DAU들에 의해 수집된 데이터들을 종합하는 역할을 하고 있다. 데이터를 DAU로부터 얻는 방법은 주로 Bit Bus 방식의 직렬통신을 이용하여 다중 통신을 구현한다. 현대의 DLU가 사용할 수 있는 DAU의 수는 통신방식의 한계성에 따라 정해진다. 또, 방대한 데이터를 처리하기 위해서는 복수의 DLU를 사용한다. DLU는 그 목적이 데이터의 종합 및 상위 Gathering PC로의 데이터 전송에 있으므로, 반드시 디스플레이 장치가 필요한 것은 아니다. 대신 실시간적으로 DAU로부터 데이터를 얻고, 얻어진 데이터를 상위 Gathering PC로 전송할 수 있도록 실시간 통신 프로그램이 필요하다.

Fig. 3은 Infrastructure의 하드웨어적인 Network 구성을 보이고 있다. Fig. 2에서 표현된 Infrastructure의 기본적 구성에 컴퓨터들을 배치하고 통신라인을 통해 Network를 형성하고 있다. 우선, DAU는 원칩 마이크로 컴퓨터급이며, 센서라인으로부터 신호를 입력 받고 이를 데이터화 한다. DLU나 Gathering PC는 산업용 컴퓨터 및 미니컴퓨터가 사용되었으나 최근에는 퍼스널 컴퓨터의 기능향상으로 인해 점차 PC급(386, 486급)으로 대체되고 있다. DLU는 아래로는 다수의 DAU를 RS422/485통신 라인을 통해 연결하고 있으며, 위로는 RS422/485 혹은 LAN으로 Gather-

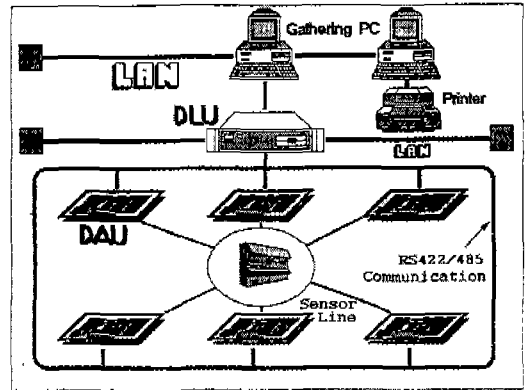


Fig. 3 Network Overview of Infrastructure

ing PC에 연결된다.

3. MCL 통합 모니터링 및 제어 시스템

먼저 MCL이란 부산수산대학교 소속의 Modern Control Laboratory의 약자로서, 인텔사의 마이크로 프로세서인 8097BH, 8751H CPU를 이용해 개발한 싱글보드형 컴퓨터 및 32 bit PC(Personal Computer)를 기본으로 해서 구성된 통합 모니터링 및 제어 시스템을 MCL 시스템이라 부른다. MCL 통합 시스템은 마이크로프로세서 기술, 통신 기술, 엘렉트로닉스 기술 등의 하드웨어 기술과 소프트웨어 기술을 기반으로 하여 여러 응용분야에서 사용 가능한 종합 모니터링 시스템을 구축한다.

3.1 시스템의 하드웨어 구성

MCL 시스템의 기본 구성은 Fig.4와 같다. 전체적인 구성은 Fig.2와 Fig.3의 Infrastructure의 기본 구성과 일치한다. DAU는 인텔사의 16비트 마이크로 프로세서 8097BH 및 8비트 마이크로프로세서 8751H를 CPU로 하는 싱글보드형 마이크로 컴퓨터를 기반으로 구성된다. 그리고, DLU는 386급 PC 두대로 구성되며, DAU와의 RS422/485통신을 위해 RS422/485통신용 인터페이스 카드가 장착된다. 특히, DIO(Digital Input Output) 인터페이스 카드 및 Counter Board를 통해 DAU가 처리하기 어려운 고속의 디지털 신호 및 카운터 신호를 처리하도록 하였으며, 두대의 DLU는 상호 데이터를 공유하면서 하나의 DLU가 어떤 이유로 인해 제대로 동작하지 않을 경우 다른 하나의

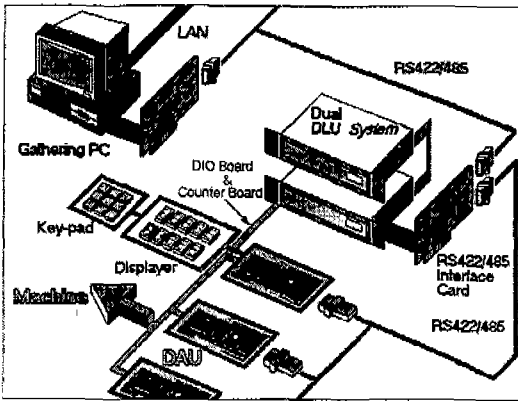


Fig. 4 Construction of MCL Integrated Monitoring & Control System

DLU가 그 역할을 대신하도록 설계되었다. 그리고, Gathering PC는 486급 PC를 사용하며, DLU와 마찬가지로 RS422/485통신용 인터페이스 카드를 통해 DLU로부터 데이터를 얻는다. 이렇게 모아진 데이터는 그래픽 처리되어 모니터링 되거나 혹은 다른 PC가 데이터를 사용할 수 있도록 데이터베이스화 된다.

3.1.1 DAU(Data Acquisition Unit)

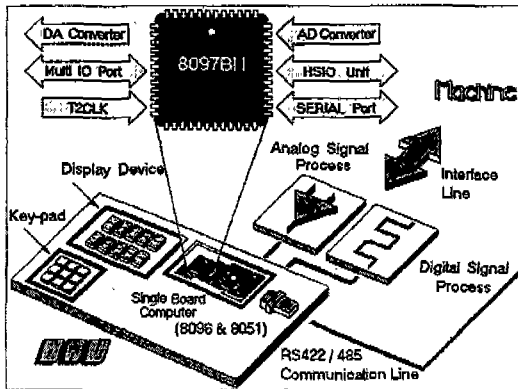


Fig. 5 Construction of DAU

DAU는 Fig.5와 같이 크게 원칩 마이크로프로세서를 이용한 싱글보드형 컴퓨터와 디스플레이 장치 및 키 패드 입력 장치로 구성된다. 그 밖에도 신호처리를 위한 각종 앰프나 필터회로를 내장한 인터페이스 장치가 요구된다.

싱글보드형 컴퓨터는 인텔사의 16비트 8096 마이크로프로세서 계열의 8097BH를 기본으로 하며, 축소된 기능을 요구할 경우에는 경제성을 고려하여 8비트 마이크로프로세서 8751H를 사용한다. 8096 마이크로프로세서는 최근 각종 제어분야에서 널리 사용되고 있으며, 그 기능들이 Fig.5에 나타나 있다.

3.1.2 DLU(Data Logging Unit)

Fig.4에서 보인 것과 같이 DLU는 Dual 시스템으로 구성된다. 컴퓨터들이 동작환경이 불안정하고 잡음이 많은 현장에서 사용되기 때문에, 중요한 데이터의 유실을 방지하고 데이터의 높은 신뢰성을 위해서 안전 시스템(Hot run back up system)이 요구된다. 본 시스템에서는 이러한 시스템의 안전성을 위해서 두대의 DLU를 사용하는 Dual 시스템을 채택한다. Dual 시스템은 하나의 DLU가 어떤 원인으로 인해 동작을 제대로 하지 않을 경우, 다른 하나의 DLU가 그 기능을 대체하는 시스템이다. 하나의 DLU는 항상 다른 하나의 동작을 감시하고 있다가 이상이 발생하는 순간 에러가 발생한 DLU의 모든 상태를 이어받고, 그 기능까지 대신하게 되는 것이다. 그리고, 에러가 발생한 DLU는 그 동작을 중지하고 사용자로부터 체크를 기다리게 된다.

3.2 시스템의 소프트웨어 구성

MCL 시스템의 소프트웨어의 구성은 Fig.6과 같이 나타낼 수 있다.

3.2.1 DAU의 소프트웨어

DAU의 소프트웨어 구성은 Fig.6과 같이 크게 프로세스 루틴과 인터럽트 처리 루틴으로 나눈다. 프로세스 루틴에서는 기계로부터의 데이터를 수집(AD변환, Digital I/O)하고, 디스플레이 장치를 통한 정보 디스플레이 및 키패드로부터의 명령 처리를 담당하게 된다. 한편, 인터럽트 루틴들을 통해서 Background처리가 가능해진다. 이러한 인터럽트 관련 루틴은 통신, 키 패드 입력 감지, 소프트웨어 타이머 등이다.

3.2.2 DLU의 소프트웨어

DLU는 전반적인 통신 시스템의 관리자 역할을 하고 있다. 따라서 실시간적으로 통신라인을 통제하고 관리하는 중요한 임무를 담당하고 있다. 그리고, Dual 시스템을 위한 DLU간의 상호 감시 및 Task 공유 프로

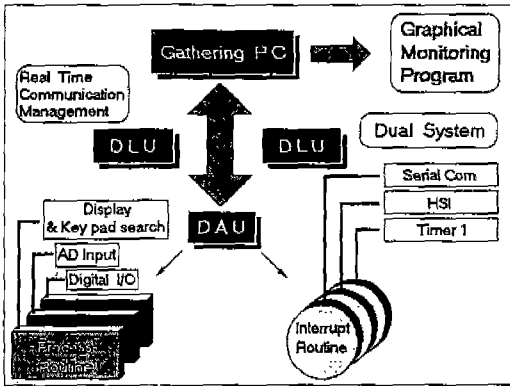


Fig. 6 Software Construction of MCL System

그램이 추가되어야 한다. DLU는 다중 채널 통신으로 멀티 스캔방식을 채택하여 다수의 DAU로부터 데이터를 얻는다. 통신 관리 프로그램은 알맞은 타이밍에 동기하여 통신선상의 데이터 흐름을 제어하며, 여러 DAU로부터 얻어진 데이터를 종합하여 상위 컴퓨터로 전송한다. 따라서 DLU는 통신 시스템의 정보 흐름에 있어 동기를 잃지 않고 유지할 수 있도록 실시간적인 관리 프로그램이 필요하며, 데이터의 종합적 처리를 위한 광범위한 메모리 및 자료 처리 프로그램이 필요하게 된다. 한편, 다중 통신의 구현은 DAU의 CPU로 사용되고 있는 8097BH자체가 제공하는 다중 통신 모드 2번과 3번을 통해 이루어지고, DLU는 다수 DAU를 채널별로 구분하고, 각각에 대한 고유 ID를 설정한 다음 다른 두개의 통신모드를 사용하여 데이터를 수집하게 된다.

3.2.3 Gathering PC의 소프트웨어

Gathering PC는 Infrastructure의 구성에서는 존재하지 않지만, 개발된 MCL 시스템의 성능 평가 및 종합적인 테스트를 위해 추가되었다. 따라서, Gathering PC는 DLU로부터 얻어진 데이터들을 가공하고 처리하여 정보의 정확한 수집이 이루어지고 있는지를 평가하는 임무를 담당하고 있다. 그러므로 실시간적으로 DLU로부터 들어온 데이터를 순간순간 그래프 처리하여 모니터링하고, 또 필요한 데이터들은 고용량의 하드디스크에 저장하여 LAN으로 연결된 다른 PC가 사용할 수 있도록 데이터 베이스화 한다.

4. 결 과

4.1 실험

실험 장치의 구성은 시스템 자체를 실제 현장에 설치할 수 없는 관계로 기계나 생산라인을 대신하는 장치를 Fig.7과 같이 제작하였다. 그리고 그 장치에 설치되어 있는 센서들을 통해서 기계에서 얻어질수 있는 신호들을 대신한다. Gathering PC측의 모니터링 프로그램은 실제 MCL 시스템을 모기업 생산라인에 직접 설치하기 위해 제작된 프로그램의 일부로서, 100대의 기계를 대상으로 하고 있으며, 제품의 생산 갯수, 불량 갯수, 운전시간, 에러 정보, 생산품의 모델명 및 기계의 호기 Number를 DAU와 DLU를 통해 얻도록 프로그램되었다.

한편, 프로그램의 개발 동기가 실제 기업내의 생산라인을 대상으로 하여 제작되었기 때문에 화면상에 나타나는 기계의 모델명이나 에러종류, 생산품의 모델명, 기계의 호기 Number, 불량 갯수 등과 같은 항목들은 실제 실험에서 사용되는 정보의 형태와는 다소 의미가 다르다. 즉, 권선기나 삽입기, 솔더기 등과 같은 기계명은 실제 설치되려던 생산 라인의 기계이름들이다. 따라서, 실험에서 사용되고 있는 정보의 형태와 Fig.8의 모니터링 프로그램의 결과 화면에 나타나는 항목들과의 혼동이 있을 수 있다. Fig.8의 모니터링 프로그램의 결과 화면에서 나타나고 있는 생산수량은 Fig.7과 같은 실험장치에서 얻어지는 센서 카운팅 정보를 통해 대치되고, 나머지 에러정보 및 기계이름, 기계의 호기 Number, 불량 갯수, 생산품의 모델명 등은 키패드로부터의 입력으로 대신한다. 그리고, 운전시간은 전체 시스템의 시간을 기준으로 하여 DAU측으로부터의 동작 정지 신호를 체크할 때까지의 시간을 나타내는 시간 변수이다.

그리고 DLU의 Dual 시스템은 하나의 DLU가 다른 하나의 DLU를 감시하던 중 이상을 발견하면, 즉시 작업을 멈추고 10초 후 에러가 발생한 DLU의 모든 작업을 대신하도록 프로그램되었다.

4.2 데이터 처리 결과

Fig.8은 본 논문에서 개발한 MCL 통합 시스템의 출력 결과로서 최종 Gathering PC의 모니터링 화면이다. 그림에서 출력되고 있는 내용은 생산공장에서 기본적으로 필요한 내용으로 DAU로부터 얻어진 데이터

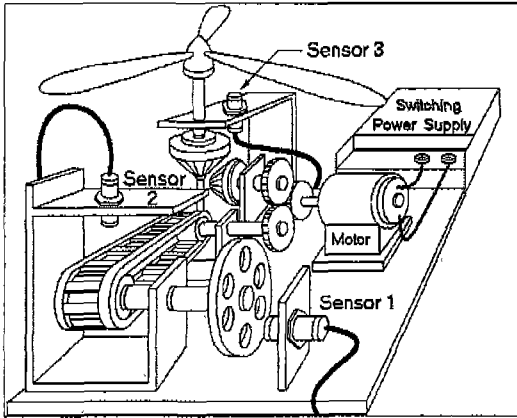


Fig. 7 Experimental apparatus

들로서, 각각의 기계가 현재 생산하고 있는 모델명, 생산수량, 불량수량, 기계번호, 에러정보, 운전시간, 기계 모델명 등이다. 앞서도 언급했듯이 실제로 기계로부터 얻어지는 데이터는 아니지만, 기계를 대신할 수 있는 장치 모델로부터의 센서입력과 키패드 입력을 대상으로 하고 있기 때문에, 그 수치나 다중 통신을 통한 데이터의 전송 과정은 만족할 만한 결과를 보이고 있다. 한편, DLU의 Dual 시스템도 프로그램 의도대로 동작을 하고 있으며, DAU는 센서로부터의 입력을 측정하고, 그 측정된 데이터를 디스플레이 해 준다. 또한 사용자의 명령입력을 대신하기 위한 Keypad는 3×3 매트릭스 구조를 하고 있는데, 제품의 모델명 변경이나 리셋, 에러 발생시 그 정보, 제품수량 및 불량수량의 보정, DAU의 동작 정지 신호 등의 입력을 가능하게 한다.

5. 결 론

본 논문에서는, 컴퓨터 통합 생산시스템에 있어, CIM 시스템의 하부구조라 할 수 있는 Infrastructure에 적용할 수 있는 싱글 보드형 컴퓨터와 실시간 제어용 프로그램을 개발한 결과를 보였다. 비록 규모가 축소되고 현장에 직접 설치된 것은 아니지만, 실험실에서 간이 모형 실험장치를 만들어 실험을 행하여 본 결과, 실시간 제어용 프로그램에 의한 컴퓨터들간의 멀티통신(RS-422통신과 LAN)을 통한 정보의 수집 및 이에 대한 모니터링 결과는 만족스러웠으며, 실제적으로 사용할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 본 시

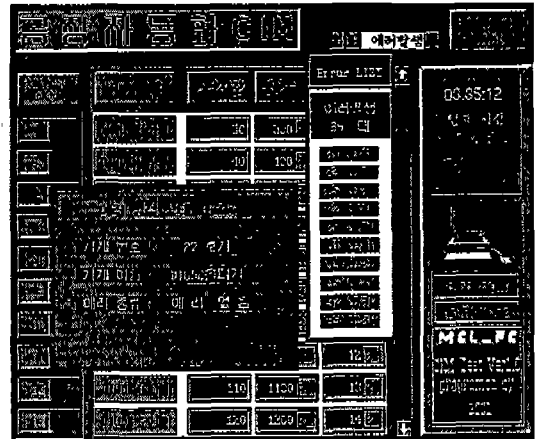


Fig. 8 Graphic Screen of MCL Integrated System in Case of Error Generation.

스템은 PC와 원칩 마이크로프로세서 기술에 기초해서 개발되었으므로, 앞으로 사용자의 요구사항에 따라 필요한 소프트웨어 모듈을 추가함으로써 CIM 시스템의 Infrastructure 구성에 유연성 있게 대처 가능할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Eric Teicholz, Joel N. Orr "Computer-Integrated Manufacturing HandBook" Mcgraw-Hill Book Company, 1987
2. Glenn A. Graham "Industrial Automation" Longman Scientific & Technical, 1988
3. 김상봉, 이충환, "Development of Real Time Control Package for Digital Control", 한국 자동제어학술회의 논문집, 1991
4. 김상봉, 김환성, "메카니칼 시스템에 One-Chip 마이크로 컴퓨터의 응용", 한국박용기관학회지, 제 16권 1호, 1992
5. 강호원, 이욱, 이성호, 김진호, 김상봉, "선박 자동화를 위한 멀티 컴퓨터 시스템의 구성", 한국해양공학회 춘계논문발표회, 1994
6. "16-Bit Embedded Controller", Intel Corp., 1991
7. 유정하, "PC시스템 프로그래밍", 정보문화사, 1991
8. 나종래, 문세홍, 유영재 "인텔 8096 구조와 설계"

- Ohm사, 1991
9. 김문오역, "데이터 통신시스템 입문", Ohm사, 1992
 10. 임윤구역, "PC 통신과 네트워크", 크라운 출판사, 1992
 11. 김경환 외 6명, "16비트 마이크로프로세서 응용 및 실험", 홍릉과학 출판사, 1988
 12. 이욱, 강호원, 김상봉, "선박 ISC 시스템의 소프트웨어 및 하드웨어의 구성", 한국해양공학회 추계논문발표회, 1994
 13. 김상봉, "양식장 자동화 시스템 개발", Aquaculture Industry, 제 2호, pp. 42-49, 1994