

## MSCC를 이용한 가속기 진공장치 감시 시스템 개발

윤종철, 이태연, 황정연, 남상훈  
 포항공대 포항가속기 연구소(Tel:0562-279-1410;E-mail:jc0927@postech.ac.kr)

### Vacuum Gauge Control System Using MSCC for PLS

J. C. Yoon, T. Y. Lee, J. Y. Hang and S. Y. Nam  
 Pohang Accelerator Laboratory, Pohang 790-784, Korea

**Abstract** - The vacuum gauge control system has been designed and implemented using multi-serial communication controllers (MSCC) for the 2.5 GeV storage ring at the Pohang Accelerator Laboratory (PAL). There are 20 Balzers vacuum gauges and 17 Granville-Phillips vacuum gauges at the storage ring. A MSCC has two RS485 (max speed 460.8Kbps) field network port, 8 channel serial communication ports (max speed 460.8Kbps) connected to gauge controller for serial communication control. 12 MSCCs are connected to a personal computer (PC) through the RS485 field network. The PC can automatically control the MSCCs by sending set of commands through the network. The commands specify the duration of the MODBUS protocol. Upon receiving a command from a PC running under Windows2000 through the network, the MSCC communicate through the serial output ports to gauge controller. In this paper, we describe control structure and scheme of the vacuum gauge control system.

있는 VMEbus system인 MIU(Machine Interface Units)를 통하여 해당 진공장치 제어기와 RS422 시리얼 전송에 의한 진공상태 및 측정치를 획득한후 MIL-NET를 통해 상위단계의 VME 컴퓨터인 SCC에 전달되어 전체 데이터를 분류한 후 운전을 위한 HMI용 SUN컴퓨터와 TCP/IP socket 통신에 의해 디스플레이 이되거나, 저장되어 진다. 해당 MIU는 진공장치 및 전자석 전원장치등 다양한 가속기 장치를 제어하고 있고, 모니터보다는 제어에 우선 순위를 둔 application program 적용에 의한 제어 하드웨어의 (68K) 사양이나 OS(OS-9)가 처리해야할 process나 task 수에 제약을 받기 때문에 250m 원형에 분산되어 있는 51개의 vacuum gauge를 ms 단위의 데이터 scanning time을 적용하기에는 제약사항이 생긴다. 이런 구조에 의한 진공장치의 측정치 변화에 대한 빠른 대응에 시간적인 제약 사항을 해소하기 위하여, 일부 진공장치의 진공상태가 급격하게 변화하지 않는 Ion-Pump용 진공장치는 기존 제어시스템 구조에 의해 구성하고 범입사 및 빔에 나지의 변화에 민감하게 변화하는 gauge용 진공장치는 자체 개발한 MSCC를 이용한 PC 제어시스템으로 개발하게 되었다. MSCC 12대를 저장링에 분산 설치하고 이중 RS485 케이블을 연결하여, 각각의 MSCC는 분배된 51대의 gauge controller를 직렬로 연결고, 시리얼 MODUS를 사용하여 운전실에서 서버용 산업용 PC에서 실시간으로 진공상태를 파악할 수 있도록 하였다. 서버용 산업용 PC는 Windows-2000 Server OS하에 12대의 현장 MSCC와 RS485 field network를 통한 진공장치를 감시하며, 자체 Visual C++를 이용하여 개발된 GUI에 의해 HMI가 구동되고 있고, 진공상태의 변화가 있을 시 자동으로 해당 진공장치의 데이터를 저장하도록 설계되어있다. 또한 진공담당자 및 운용자가 네트워크가 구성되어 있는 연구소 어디에서든 실시간으로 감시할 수 있는 클라이언트 HMI 프로그램을 개발하여 구현하고 있다.

## 1. 서론

빛을 응용한 기초과학 연구소인 포항가속기 연구소의 전자 빔 에너지 2.5 GeV 저장하는 원형 모양의 storage ring에서 전자빔이 움직이는 통로인 빔 챔버의 진공 상태를 감시 제어하기 위하여 MSCC(multi serial communication controllers)를 이용한 감시 시스템을 개발하였다. 포항가속기 저장 링의 진공 상태를 측정하기 위한 Gauge Controller가 저장 링에 클로루 설치되어 있다. 기존 진공 감시 시스템은 하위 VMEbus Serial board를 통한 디바이스와의 연결되어, MIL-1553B Field Network를 경유하여 상위 VME System(VMSCC)에 의해서 전체 진공장치의 진공 측정 데이터를 수집, 분류하여 SUN환경인 GUI에 의해 display 및 data logging 되고 있었다. 기존 제어시스템의 3층 구조에 의한 제어방식에서는 빠르게 변화하는 진공 상태 데이터를 분석하기에는 부족한 점이 많았다. 물론 기존 시스템의 구조변경에 의한 향상된 시스템을 구축할 수 있으나, 장비의 고가와 응용프로그램의 적용이 쉽지 않기에 연구소 독자적인 환경에 맞는 개방형 표준 프로토콜이 적용된 다중 전송 장비를 개발하여 필드 네트워킹에 의한 단일 네트워크에 의한 PC를 기반으로 설계된 감시 시스템을 소개한다. 자체 개발된 모드 버스 프로토콜 등을 간략히 소개하고, MSCC의 하드웨어 및 네트워크 구성, 그리고 상위 HMI(Human Machine Interface)구성에 대해서도 기술 할 것이다.

## 2. 시스템 하드웨어 구성

### 2.1 제어시스템 구조

그림 1은 가속기 저장링 진공장치 및 진공 장치 제어기의 구성도와 제어시스템의 구성 도를 보여주고 있다. 진공장치의 일부는 기존시스템의 구조에 의해 분산되어

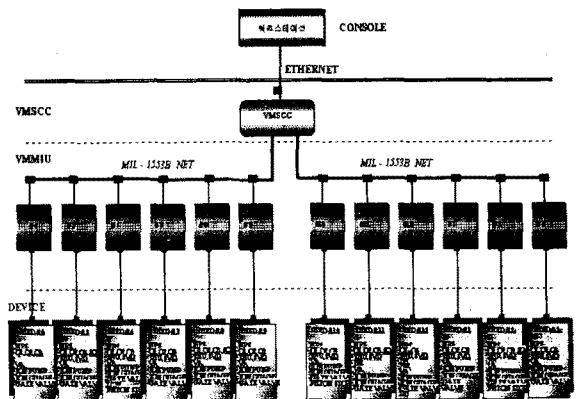


그림 1 저장링 제어시스템 구성도

### 2.1.1 RS485 필드 네트워크와 serial 통신.

그림 2와 같이 저장링 진공 게이지를 감시하기 위한 네트워크 구성은 VMMIU#9와 VMMIU#10에서 중단되어 Shed#3에서 합쳐져서 저장링 운전실에 있는 서버용 Main 컴퓨터에 연결되어 있다. 각각의 MSCC는 8개의 직렬포트가 있어 기존 설치되어 있는 네 가지 종류의 게이지를 시리얼 통신 방식에 맞게 각 포트별 설정치를 변경하여 연결하고, 여유 포트는 향후 삽입용 장치가 설치되어 진공장치의 측정이 필요할 시 언제든지 추가 가능하도록 설계되어 있다. 진공 게이지의 종류는 네 가지 형태가 있는데, 각 게이지 별 시리얼 전송방식 및 전송 커맨드가 상이하여 해당 게이지 별 어드레스 및 통신 정보를 가진 파일에 기록하여 MSCC내의 ROM에 미리 저장해두어 서버용 PC에서 서버 제어프로그램을 기동하기 전에 MSCC에 전원만 공급되어도 최대 115.2Kbps로 진공 장치 제어기와의 시리얼 통신은 자동적으로 수행하도록 되어 있다. 그리고 통신에서 얻은 데이터는 각 포트의 16byte FIFO를 통하여 내장된 32KB buffer에 기록되어 진다. 서버용 메인 PC의 PCI RS485 모듈의 2개의 port(com1, com2)를 통하여 최대 460.8Kbps 전송속도로 저장 링에 위치하고 있는 MSCC와 필드 네트워크 구성에 의하여 데이터를 전송한다.

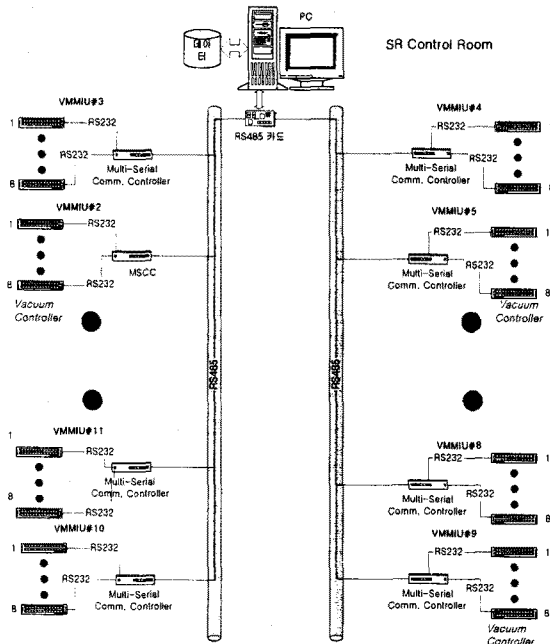


그림 2: 저장링 진공 게이지 제어와 감시를 위한 Network 구성도

### 2.1.2 MSCC(multiserial communication controllers) 구조

그림 3은 MSCC의 구성 블록 도를 보여주고 있다. Host 산업용 컴퓨터로부터 정해진 MODBUS 프로토콜 기반으로 시리얼 통신으로 정해진 어드레스와 통신속도에 의해 해당 MSCC가 구동되는 Host Driver Part, 8 채널의 시리얼 포트에 해당 디바이스와 접속되는 Slave Driver Part 그리고 Host computer와의 네트워크 통신 및 Slave device와의 시리얼 명령어를 기억하고 있는 Memory Part로 크게 구성되어 있다. CPU는 인텔 80C251이며, 32Kbytes RAM, 64Kbytes Flash Memory, 8개의 Slave 포트는 16Bytes 송수신 개별 FIFO UART가 내장되어있어, 각 Slave별 명령어 처리에 의한 개별 통신 데이터 분석도 가능하다. Host 접속 포트는 1 채널 UART(RS485 HALF, FULL 및 RS232) 구성되며, Slave 접속 포트는 8 채널

UART(RS485 FULL 및 RS232)로 구성되어 있다. 전송 속도는 RS232 포트는 최대 115.2kbps, RS485 포트는 최대 460.8kbps이다. 각 Slave 포트별 어드레스 지정에 의해 Multi-Drop Bus로 구성 가능하다. 외부 전면 판넬에 통신 상태 표시가 가능한데, 각 슬레이브별 LED에 의해 표시되어진다. 또한 LCD Display 와 Key Button에 의한 Panel 제어 및 상태 표시도 가능하며, 기구 적으로 2U (88.90 mm Height)의 compact size 19 inch Rack 장착형 케이스로 장착되어진다.

장치의 구성 블록도

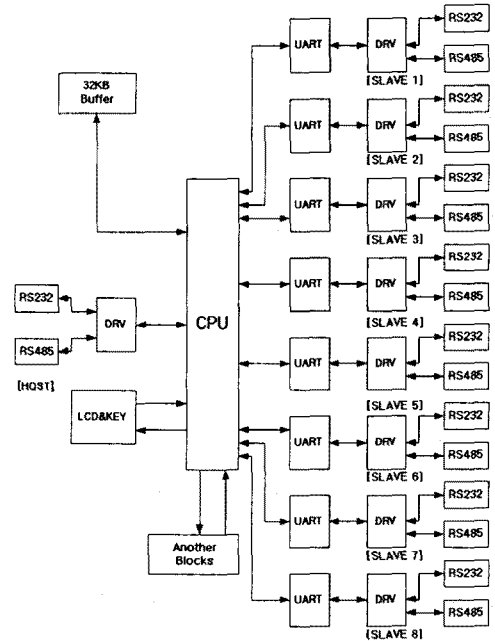


그림 3 MSCC 장치의 구성도

## 3. 시스템 소프트웨어 구성

### 3.1 시스템 프로그래밍

MSCC 시스템프로그래밍은 산업용 장비와 컴퓨터와의 통신을 위해 설계된 MODBUS 프로토콜을 기반으로 다음과 같이 ASCII 모드의 Frame Format으로 구성되어 있다.

#### ● 송신 메시지 포맷

Head	Slave Add.	Data 송신수	Function Code	Channel No.	Optional data	**	Terminator
.	2 ch.	3 ch.	2 ch.	1 ch.	...	2 ch.	<CR><LF>

Head의 "."는 메시지 헤더 문자이다. Slave add.는 2 바이트 ASCII 10진 문자(address) 컨트롤러의 어드레스를 기입하는 필드이며, Data 송신수는 3 바이트 ASCII 10진 문자로 된 데이터의 수로 컨트롤러의 채널을 통하여 연결되어 있는 외부 디바이스로 전달되어야 할 메시지의 바이트 수를 10진 ASCII 포맷으로 기록하는 필드이다. Function code는 2 바이트 HEX 포맷의 명령어로 컨트롤러에게 메시지의 종류를 알리기 위한 필드이며, "5A"에서 "5D"까지가 있다. Channel No. 1 바이트의 채널 번호로 컨트롤러에게 메시지의 종류와 더불어 알리는 채널 번호이며, "1"에서 "8"까지가 있다. Optional data는 데이터 수 필드

에 기록된 개수의 데이터로 컨트롤러의 채널을 통하여 연결되어 있는 외부 디바이스로 전달되어 저장할 메시지의 내용이며, 질의어 인 경우에는 이 필드는 없다. "\*"는 체크섬 필드 두 바이트로 고정. 마지막으로 <CR><LF>는 종결자이다

● 수신 메시지 포맷

Head	Slave Add.	Data 수신수	Option data	**	Terminator
:	2 ch.	5 ch.	...	2 ch.	<CR><LF>

송신 메시지 포맷의 내용과 동일하며, 단지 Data 수신수가 5 바이트, 그리고 Function Code는 없다. 실제 프로그래밍에 사용되는 Function Code는 다음 표와 같다.

Function Code	Description
5A	CMD-SETMSG_WAITACK
5B	CMD-SETMSG_GETRCVMSG
5C	CMD-SETMSGONLY
5D	CMD-GETRCVMSG

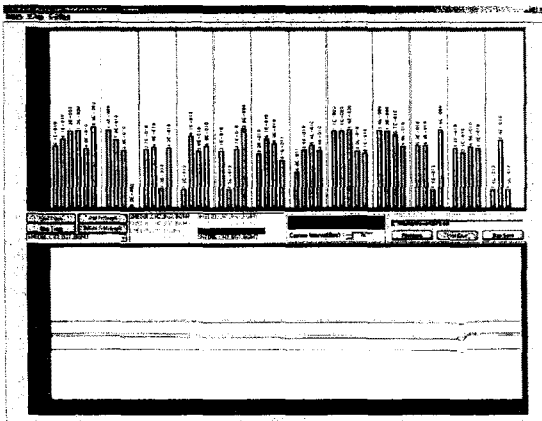


그림 4 진공장치 감시 화면

3.2 HMI 프로그래밍

HMI를 위한 서버용 PC 시스템은 산업용 컴퓨터인 Pentium-III에 Windows2000 Server OS하에 필드 네트워크 구성을 위한 RS485 PCI 카드 및 클라이언트 컴퓨터와의 데이터 전송을 위한 100Mbps LAN 카드가 장착되어 있다. 서버용 PC를 통한 현장 MSCC와의 필드 네트워크 프로그램은 Visual C++에 의한 앞에서 설명한 MODBUS 프로토콜에 의하여 통신 프로그램이 개발되어 졌다. 기본적인 진공장치 제어기와와의 시리얼 통신을 위한 명령어는 MSCC에서 내장하고 있는 Refresh ROM에 저장되어 있어, 해당 MSCC의 어드레스와 채널수 그리고 제어기의 타입을 구분해주기만 하면 된다. 물론 이런 정보는 공유 메모리내의 파일로 저장되어 있어, 필요시 언제든지 수정 가능하게 되어있다. 저장 링에 있는 진공장치 제어기를 통한 진공측정 데이터를 고속으로 스케줄링(scheduling) 하기 위하여 HMI 프로그램과 독립적인 Task로 동작하도록 되어 있다. HMI 화면은 역시 Visual C++를 이용하여 개발하였으며, RS485를 통한 HMI 시스템의 데이터는 100msec 마다 수집되어 1초마다 HMI 화면에 표시된다. 그리고 일정한 평균치 이하의 진공 치가 측정될 시 자동적으로 모든 진공 측정 데이터를 수집 저장하도록 되어 있다. 물론 사용자가 임의로 측정 범위를 변경 지

정할 수 있다. 운전실이 아닌 진공 운용자의 개인용 컴퓨터에서도 저장된 진공 상태를 볼 수 있게 하기 위하여 클라이언트용 HMI 프로그램도 개발하였다. Ethernet를 통한 socket 프로그램으로 적용되어져 있다. 그림 4는 진공장치 PC 감시 시스템의 주 화면을 보여주고 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 산업용 프로세스의 제어기로 널리 사용되는 RS485 필드 네트워크 및 MODBUS 프로토콜을 이용하여 가속기 연구소 환경에 맞는 Multi Serial Communication Controller를 개발하여 빔 입사 및 빔 운 전시 빔 진단을 위한 진공 측정 데이터의 빠른 scan time에 의한 데이터 분석이 가능할 수 있도록 하였다. SUN환경에서 저장된 진단용 진공 데이터의 원활한 공유가 힘들었나 PC 윈도우 환경에 의한 엑셀 형태의 데이터로 저장 가능하여 필요시 누구나 쉽게 데이터를 활용할 수 있다. 또한 클라이언트 HMI 프로그램 구동에 의한 LAN이 구축된 연구소 어디에서든 쉽게 진공 데이터를 PC로 볼 수 있다. 그리고 PC Based System 구성에 의한 Open System 적용을 위한 제어 시스템 성능향상에 필요한 기술도 습득할 수 있었다. 독립적인 시스템 구성에서 기존 VME 제어시스템과 연동하여 적용되기 위해서 차세대 가속기 제어시스템으로 개발될 EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System)에 적용되기 위하여 일부 시스템 프로그램의 EPICS용 디바이스 드라이버 프로그램 개발이 필요하리라 본다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. C. Yoon, J. W. Lee, T. Y. Lee, and S.S. Chang "Improvement of VME Control System for Vacuum Devices and Magnet Power Supplies of The PLS Storage Ring", The 18th Particle Accelerator Conference, IEEE, New York, March 29-April 2, 1999
- [2] 윤종철, 김재명, 김성철, 이진원, 이태연, 남상훈, "통합운전을 위한 선형가속기 제어시스템의 개선" 2000하계전기학회, D권, pp 2504, July 17-20, 2000