

박판주조공정의 MMI 시스템 소개

주문강, 이대성, 김윤하, 강태욱
포항산업과학연구원 SC프로젝트팀

An introduction to the MMI system of strip casting process

Moon G. Joo, D. S. Lee, Y. H. Kim and T. Kang
Strip casting project team, RIST

Abstract - MMI system for strip caster 2 is described. It has been developed as a PC-based MMI system whose data is collected from the VME-based control system by ETHERNET. MMI elements that mimic the caster and its utilities are designed by using commercial program. In order to implement the UDP/IP communication in MMI, UDP/IP manager program with DDE that is a intercommunication protocol in MS-window is developed and connected with MMI mimics. Operator commands in MMI system are carried out immediately in VME system and the responses are displayed on MMI system. The developed MMI system has been proven to be convenient and stable through the operation of the past 5 years.

1. 시스템 개요

Caster 2의 man-machine-interface (MMI) 시스템은 개발 당시 포항 제철소 내에서 최초로 personal computer (PC)에서 MS-Windows 3.1을 기반으로 한 본격적인 MMI로서 개발 적용되었다. 지난 5년간의 조업을 통하여 개발된 MMI 시스템의 신뢰성이 확인되었고, 숙련된 작업자들과의 지속적인 검증을 통하여 사용하기 편리하고 보다 안전하게 발전되어 왔다.

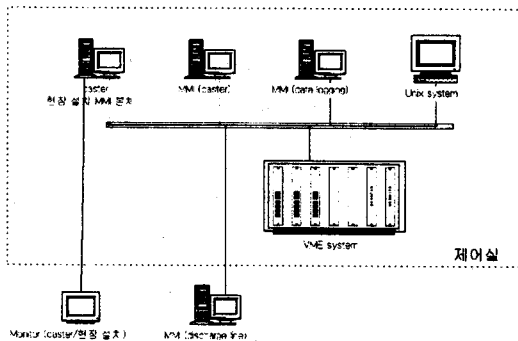


그림 1 Strip caster 2 MMI system

그림 1은 Caster 2의 MMI 시스템의 구성을 간략하게 나타낸 것이다. 제어 시스템은 VME 기반 시스템으로 Caster 1에서 역시 포함 제철소 최초로 VME 시스템을 현장 제어로 적합한 것이다. 개발된 MMI 시스템은 4대의 PC가 10 Mbps의 동축 케이블을 이용한 이더넷(ETHERNET)을 통하여 VME 시스템과 연결된다. 그

중 caster 관련, discharge line 관련 MMI는 조업이 편리하도록 해당 설비 옆에 설치되어있으며 제어실에서도 조작 내용을 확인하거나 직접 조작할 수 있다. Unix 머신은 VME 시스템의 호스트 컴퓨터로도 동작하지만 MMI 시스템에서는 logging data의 저장 장소로 활용하였다.

개발된 MMI 시스템은 신뢰성있는 양방향 통신이 가능하여 현장 데이터의 감시뿐 아니라, MMI를 통하여 조업에 필요한 일련의 명령들을 수행할 수 있다. MMI 화면은 20 여개의 페이지로 구성되어 있고, 기본적인 보안은 물론 작업자의 실수를 막기 위하여 명령 수행시 반드시 확인 절차를 거치도록 설계되었다.

2. MMI 시스템

MMI 시스템의 기본 구성은 다음과 같다.

- PC 기반 시스템
 - O/S : 486 PC(IBM compatible)상의 Windows 3.1
 - 상용 프로그램(Intouch)을 이용한 화면 구성
 - PathWay사의 BSD socket library 사용
 - Borland C++ 3.1을 이용한 통신 응용 프로그램
 - ETHERNET 보드 장착
- VME 시스템
 - O/S : VxWorks 5.1
- 데이터 통신
 - 10 Mbps의 ETHERNET 통신을 이용한 데이터의 고속 송수신
 - 아날로그 800 여개 및 디지털 2000 여개 데이터
 - PC내부 700여개 공유 데이터 관리

여기서 PathWay는 Windows 3.1 상에서 ETHERNET 통신을 가능하게 해주는 라이브러리를 제공하는 프로그램이며, Intouch는 MMI 화면 구성용 상용 프로그램이다. 현재의 Windows 95/98/NT등은 Winsock 인터페이스를 지원하고, Intouch에서도 VxWorks와의 인터페이스를 제공하고 있으나 당시에는 그렇지 않았기 때문에 Intouch와 VxWorks간의 데이터 통신을 위하여 borland사의 BC++을 이용하여 C++언어로 응용 프로그램을 개발하였다. 개발된 MMI 시스템은 Windows 3.1을 O/S

로 사용하기 때문에 알 수 없는 시스템 다운이 잦은 Windows 95/98에서보다 안정성있게 동작되고 있다.

2.1 PC 기반 MMI 시스템

개발된 MMI 시스템의 전체적인 S/W 구성은 그림 2와 같다. PC쪽에서는 Intouch를 이용한 MMI 프로그램, 통신을 주관하는 windows 응용 프로그램을 나타내었고 VME 시스템쪽에는 편의상 통신에 관여하는 VxWorks 응용 프로그램만을 나타내었다.

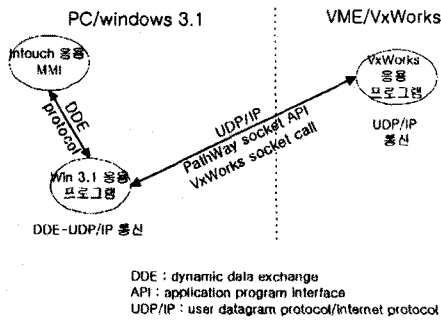


그림 2 MMI 시스템 S/W 구성

2.1.1 PC 시스템 S/W 구성

그림 3은 PC 시스템의 S/W 구성을 나타낸다. 여기서 Win 3.1은 DOS 상의 응용 프로그램으로 동작하며 Win 3.1에서 지원되지 않는 네트워크 관련 함수들은 PathWay에서 제공하는 커널(kernel)과 소켓(socket) API를 이용한다. MMI 화면들은 Intouch를 이용하여 설계되었는데, 이러한 Intouch 응용 프로그램에 UDP/IP 네트워크 기능을 추가하기 위하여 DDE server/socket client 프로그램이 개발되었다. DDE (dynamic data exchange)는 MS사가 windows 내의 프로그램들간의 통신을 가능하게 하기 위하여 만든 일종의 내부 프로토콜로서 공유 메모리 방식에 기초하고 있다.

ETHERNET을 통한 MMI 시스템의 데이터는 100 msec 마다 수집되어 1초마다 MMI 화면에 표시되며, 작업 현장은 TV tuner 보드를 통하여 실시간으로 MMI 상에서 확인된다. 이러한 모든 데이터는 이 프로그램을 통하여 Intouch 응용 MMI 프로그램과 연결된다.

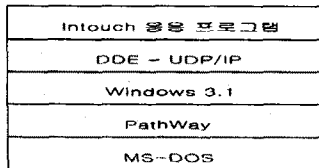


그림 3 PC내의 S/W 구성

2.1.2 VME 시스템 S/W 구성

VME 시스템은 RTOS(real time operating system)중 하나인 VxWorks를 기반으로 하여 구축되었다.

그림 4는 VME 시스템에서 실행되는 caster 제어 및

PC와의 통신 프로그램 중에서 통신 응용 프로그램의 역할만을 표시한 것이다. 통신 응용 프로그램은 socket server 역할을 하는데, client부터의 통신 요구를 접수한 후, read 프로세스와 write 프로세스를 생성시킨다.

제어 프로그램은 프로그램 실행 중 필요한 데이터를 read/write 프로세스를 이용하여 PC와 통신할 수 있는데, write 프로세스는 커널로부터의 세마포(semaphore)를 이용하여 100 msec마다 수행된다. VxWorks는 멀티 프로세스 시스템으로 각각의 프로세스가 우선 순위를 가지고 생성되며, 선점형 스케줄링(preemptive scheduling)이 가능하므로 우선 순위를 통하여 제어 프로세스는 통신 프로세스에 영향을 받지않고 정해진 시간마다 정확하게 수행된다.

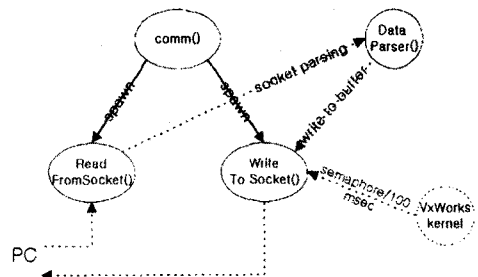


그림 4 VxWorks 통신 응용 프로그램

2.1.3 VME와 PC간의 통신

socket은 현재 가장 널리 쓰여지고 있는 프로토콜중 하나인 TCP/IP, UDP/IP를 개발자가 프로그램할 수 있도록 만들어진 인터페이스 개념인데, VME와 PC간의 통신은 socket을 이용하여 구현되었다. TCP/IP는 connection phase, data transfer phase, shutdown phase로 대표되는 virtual circuit 개념을 가지고 있고 두 개의 포트간에 데이터의 오류 확인 (error check), 흐름 제어 (flow control) 등을 포함한 신뢰성있는 전송을 특징으로 하며, UDP/IP는 패킷 (packet) 기반으로 포트간에 패킷에 대한 응답 (acknowledge)이 없고, 흐름 제어 등도 이루어지지 않는 반면 통신 속도가 빠른 장점을 가진다.

한편 Caster 2 MMI 시스템에서는 VME와 PC간에 공유해야 할 데이터가 아날로그 800 여개 및 디지털 2000 여개에 달하기 때문에 통신 속도가 빠른 UDP/IP를 기본 프로토콜로 하여 데이터의 정확성을 위한 체크섬(error checksum)을 추가한 것을 사용하였다.

그림 5는 PC와 VME 시스템에서 생성된 응용 프로그램들의 역할을 표현하고 있다. PC쪽에서는 DDE 프로토콜을 이용하여 Intouch 응용 프로그램과 연결하고, VME 시스템과 연결하기 위하여 socket client를 관리한다. VME 시스템의 통신 응용 프로그램은 socket server로서 동작한다.

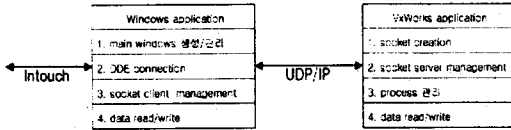


그림 5 PC/VME 시스템의 응용 프로그램들의 역할

2.1.4 MMI 화면

MMI 화면은 casting area overview, discharge area overview, permissive, primary hydraulics, secondary hydraulics, hydrostatic bearing hydraulics, closed water system, drive page, roll gap calibration page, level/stopper calibration page, DDC control loop-position control mode, DDC control loop-load control mode, REC control loop, interchock/journal control loop, level control loop, system monitoring page 등으로 이루어지는데, 실제로 replace, pop-up, overlay window를 전부 포함하면 총 267개 페이지로 구성되어 있다.

그림 6는 casting area overview 화면으로서 주조기의 전반적인 상황 및 알람 표시, 주요 제어 변수들의 표시 등 주조 진행 사항을 한눈에 알아볼 수 있도록 설계되었다. 주조 중의 주요 데이터들은 실시간 trend 그래프를 통하여 조업 상태를 확인할 수 있으며 각종 조업 변수들의 변경도 가능하다.

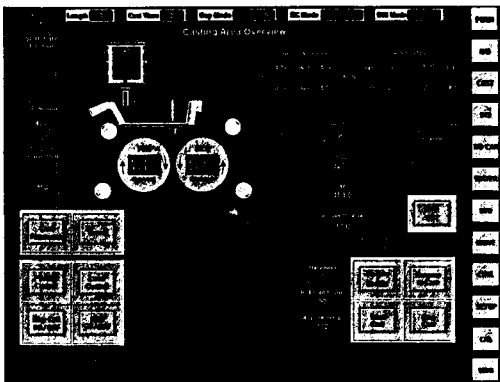


그림 6 Caster 관련 화면

2.2 데이터 로깅 시스템

VME 시스템의 제어 데이터 및 현장의 센서 정보를 관리하기 위하여 아래와 같은 특성의 로깅 (logging) 시스템이 개발되었다.

- HSDL (high speed data logging)
item 수 : 48개, frequency : 100 Hz
- LSDL (low speed data logging)
item 수 : 500 여개, frequency : 1 Hz
- PC Windows 환경의 GUI

2.2.1 PC 시스템 S/W 구성

PC쪽 시스템은 그림 3의 구조에서 Intouch 응용 프로

그램대신 Visual Basic으로 개발된 로깅 시스템 전용 MMI 화면으로 대체된 시스템이며 Visual Basic 프로그램과 UDP/IP 프로그램을 연결하기 위하여 DDE를 구현하였다.

로깅 시스템 MMI에서는 HSDL item의 선택, 로깅의 시작/재시작/중지, Unix 머신에의 로깅 데이터 저장 등의 명령을 VME 시스템에 전달하고, VME 시스템의 응답을 표시하는 기능을 갖는다.

2.2.2 VME 시스템의 S/W 구성

PLC 및 현장 기기 정보를 포함한 모든 데이터는 VME 시스템의 로깅 전용 CPU 보드에서 로깅된다. 많은 양의 데이터를 고속으로 저장하기 위하여 CPU의 32 Mbyte on-board 메모리에 저장하는 방법을 썼으며, 작업 완료 후에는 VME 시스템에 SCSI로 직접 연결된 2대의 hard disk(HD)에 파일로 추출하여 바로 저장함으로써 데이터의 분실을 방지한다. HD에 저장된 데이터는 작업 후 검토를 위하여 Unix 머신과 PC로 복사된다.

2.2.3 조업 데이터의 출력

조업 중 주요 데이터들은 MMI 시스템의 화면에서 실시간으로 대강의 trend 그래프가 주어진다. 작업이 완료되면 작업중의 상태를 확인하고 분석하기 위하여 자세한 로깅 데이터를 화면과 프린터에 출력하게 되는데, 이것은 Matlab을 이용하여 개발되었다.

3. 결 론

Caster 2에 개발, 적용된 MMI 시스템은 caster 2 시스템의 우수성을 입증하는 중요한 요소 중의 하나로서, 개발시에는 개발 기간의 단축 효과를 가져왔다. 또한 지난 5년간의 조업을 통하여 사용하기 편리하고 안전한 시스템임이 확인되었는데, 이러한 caster 2 MMI 시스템의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) ETHERNET을 통한 800 여개의 아날로그 및 2000 여개의 디지털 정보의 신속/정확한 전달
- 2) caster 및 기타 utility들의 생생한 표현
- 3) 각종 주조 변수들의 변경이 MMI 상에서 이루어지는 사용하기 편리한 인터페이스
- 4) 각 페이지가 utility 별로 구분되어 있어 각 담당자들이 전반적으로 내용을 파악할 수 있는 구조
- 5) 오동작 방지를 위한 alarm page의 구현
- 6) 보안 레벨 설정 및 확인 절차에 의한 사용자 및 MMI 시스템의 범실을 예방

(참 고 문 헌)

- [1] Strip Casting 공정 개발 (IV), Vol. 1, 포항산업과학연구원, 1996.
- [2] Strip Casting 공정 개발 (III), Vol. 3, 포항산업과학연구원, 1994.