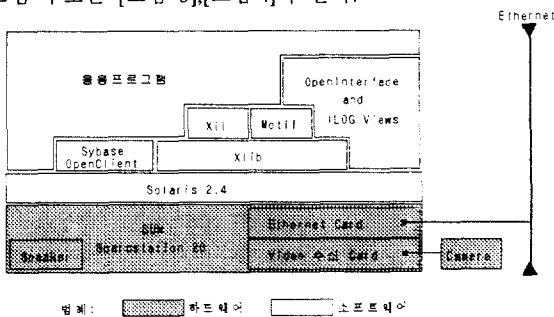


[그림 2] 통합 MMI의 네트워크 구성도

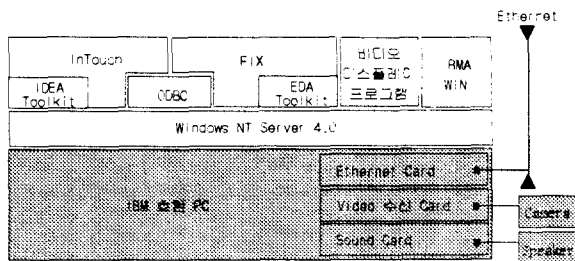
2.2 H/W 및 S/W 플랫폼

통합 MMI의 요구되는 기능은 네트워크를 통한 데이터 송수신, 데이터베이스 정보 접근, B/C와의 정보 송수신, 그리고 멀티미디어 기능 등으로 조사되었다. 그리고 이러한 정보 처리에 대한 기본 기능의 바탕위에 화면을 구성할 수 있는 GUI 툴이 요구된다. MMI 시스템의 설계 기준은 다음과 같이 개방형 구조이면서 down-sized system 이어야 한다는 것이다.

- ◆ 어느 한 업체의 고유 모델이 아닌 범용 시스템일 것.
  - ◆ 다양한 지원 S/W를 가지고 있으며 이식성이 우수할 것.
  - ◆ 국제표준 또는 '사실상의 표준 (De facto standard)' 인 것.
  - ◆ 구입가격, 유지보수비용, 교육의 용이성에 있어서의 경제성
- 이러한 요구를 충족시키는 하드웨어 플랫폼으로는 유닉스 계열의 워크스테이션과 윈도우즈 계열의 퍼스컴이 있을 수 있는데 본 연구에서는 유닉스 워크스테이션으로 SUN의 Solaris 2.4 운영체제를 탑재한 Sparcstation 20을 사용하였고, 퍼스컴으로는 Microsoft Windows NT Server 4.0을 탑재한 IBM 호환 기종을 사용하였다. 통합 MMI 플랫폼으로서의 워크스테이션과 PC의 시스템 구조는 [그림 3],[그림 4]와 같다.



[그림 3] 통합 MMI의 H/W 및 S/W 구성 - UNIX 계열

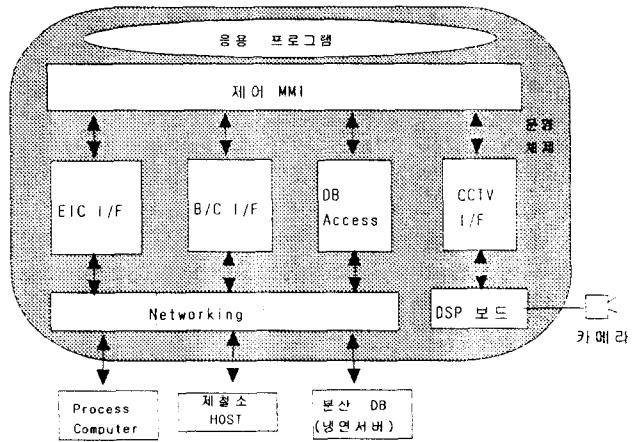


[그림 4] 통합 MMI의 H/W 및 S/W 구성 - 퍼스컴 계열

2.3 통합 MMI 내부구조 및 기능

앞에서 서술한 바와 같이 범용의 개방형 구조를 갖는 시스템으로서 Sun Workstation 과 개인용 PC를 선정하였고 이의 운영체제로는 UNIX와 Windows NT를 선택하였다. 선정이유는 다음

- 과 같다.
- ◆ 선점형 다중처리 (Preemptive Multitasking)를 지원
- ◆ 지원 S/W가 많음(확장성)
- ◆ 분산제어 시스템 등 공장환경에서 활용된 사례가 많음



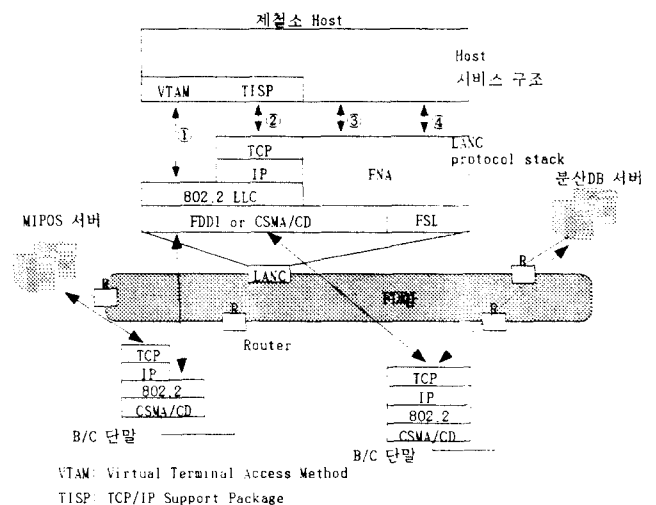
[그림 5] 통합 MMI 표준모델의 내부구조

통합 MMI 응용 프로그램, 즉 조업자에게 공장의 상태 및 관련 정보를 보여줄 화면을 개발할 GUI (Graphic User Interface) 개발 tool 로는 InTouch, FIX32, Open Interface, ILLOG Views를 대상으로 성능에 대한 요구조건의 만족여부를 테스트베드를 통하여 검증하였다.

이러한 기능블럭들이 대상 시스템과 접속을 위한 network으로는 앞장의 제철소 기간당을 통한 TCP/IP - (FDDI, Ethernet)을 사용하였다.

2.3.1 B/C 인터페이스

제철소 Host는 아래 그림과 같이 생산관리, 공정관리, 일반관리, 개발용의 4대의 FACOM 780으로 구성되며 이들은 기존의 광 LAN (SUMINET 4130)에 연결되어 있다. 제철소의 기간당으로 FDDI가 새로 구축되었다. 입차단말에 의한 장표 및 Host 조치는 기존의 SUMINET을 통해 이루어 지나 통합 MMI를 통한 조치는 FDDI 당을 이용한다. 제철소의 Host는 LAN Controller (LANC)를 통해 FDDI에 접속된다. LANC 및 Host의 인터페이스를 위한 시스템 구조는 다음 그림과 같다[8].



[그림 6] Host Interface Protocol Stack 구조

여기서 LANC는 Host 컴퓨터를 LAN에 접속하기 위한 장치로 Host-Host 간, Host-단말간 전송기능을 제공하며 다음의 세 종류의 접속기능을 제공한다.

- ◆ FSLINK : ISO 9314(FDDI) 100 Mbps
- ◆ DSLINK : ISO 8802-3 (CSMA/CD) 10 Mbps
- ◆ FSL : 후지쯔 독자의 33/10 Mbps LAN

전송매체는 광케이블과 동축케이블을 지원하며 이상의 LAN에 대하여 두개의 프로토콜 stack을 동시에 가질 수 있다. 상위 protocol과 Host의 접속 형태는 앞의 그림과 같이 4종류가 있다. 현재 B/C 단말과의 접속형태는 다음의 2가지이다.

① VTAM + 802.2 mode

- LANC의 802.2 상에 VTAM이 접속되는 형태로 장표 및 Host 조화시의 화면이 VTAM을 통해 구현되어있음
- 제철소 현장의 PC를 통해 Host와 접속할 때 (장표및 Host 조화)
- 사무용 단말이 Host와 접속시 (인사관리, 후생복지 등)

② TISP + TCP mode

- Host에서 TCP/IP를 지원하는 TISP를 통해 서비스되는 형태로 용량이 한정됨.
- 기존의 장표 프로그램이 이를 바탕으로 작성되지않아 telnet을 사용한 Workstation에서의 장표화면 조화불가.
- Host와 분산 DB server 간의 통신 (data download 등)시 사용
- 사무용 단말이 서버와 접속시 (전자메일 등)TCP/IP stack 구조 (MIPOS 서버는 별도로 존재)

B/C측에서는 TCP/IP를 통한 외부에서의 접속이 가능토록 Channel Gateway를 96년말 추가 설치하였다. 통합 MMI는 이러한 환경을 바탕으로 POSDATA에서 개발된 Terminal Emulator를 제어 MMI에서 호출하여 장표및 지시데이터 화면에 대한 접속을 구현하였다.

2.3.2 P/C 인터페이스

P/C와의 인터페이스 기능은 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 구현하였다. 본 연구에서는 모의 현장 신호를 편집하고 요구가 있을 때 그 데이터를 통합 MMI에 보내주는 프로세스 컴퓨터의 기능을 구현하여 응답성 테스트를 수행하였다.

데이터 서버는 다중 스레드(thread)로 구성되는 하나의 프로세스이다. 프로그램이 실행될 때는 하나의 프로세스 내에 주스레드(Primary Thread)가 실행이 되어 다음의 스레드를 동적으로 생성하고, 접속 종료될 때 동적으로 삭제한다[6].

◆ 프라이머리 스레드

프로그램이 시작될 때 생성되는 기본 스레드이다. 이 스레드는 초기화 단계에서 다른 스레드들을 생성하고 초기화가 끝나면 자신은 정지상태에 있게 된다.

◆ 모의 데이터 생성 Thread

MMI 화면에 표시될 데이터를 모의로 생성해 주는 스레드이다. 모의 데이터 생성 스레드는 MMI 화면의 갯수만큼 생성이 되며 각각 자신에게 주어진 주기마다 깨어나 데이터를 임의로 변경하고는 다시 휴지상태에 들어간다.

◆ 접속요구 감지 Thread

이 스레드는 지정된 TCP 포트를 항상 감시하고 있으며, 클라이언트의 접속요구가 있을 시 새로운 통신 채널을 할당하고 클라이언트 지원 스레드를 새로 하나 생성해 준다.

◆ 클라이언트 지원 스레드

이 스레드는 클라이언트 당 한개씩 존재하게 되는데 클라이언트로부터의 화면 데이터 송신 요구, 화면 데이터 종료 요구, 데이터 변경 요구에 대한 서비스를 행한다.

2.3.3 데이터베이스 인터페이스

대상 데이터베이스 서버는 Sybase이다. 본 과제에서 평가대상의 PC용 MMI 물인 Intouch와 Fix32는 Database Access 방식으로 ODBC Interface를 채택하고 있다. ODBC Interface는

Database의 데이터를 접근하는 표준언어인 SQL(Structured Query Language)를 이용하여, 시스템과 DBMS(Database Management System)의 종류에 관계없이 데이터를 접근할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 통합 MMI에서는 냉연공장의 장표화면을 작성하고 ODBC Interface에서 정의된 ODBC API를 이용하여 DBMS의 데이터를 액세스했다.

2.3.4 멀티미디어 기능

통합 MMI는 멀티미디어 기능으로서 CCD 카메라 화면 Display 기능을 갖는다. 1대의 CCD 카메라에서 입력된 화상 신호를 Video 신호 분배기를 통해 6개의 화상 신호로 분배한다. PC에서는 Video Aquisition Board에서 제공되는 Windows-NT용 Device Driver와 API(Application Programming Interface)를 이용하였다.

3. 성능비교

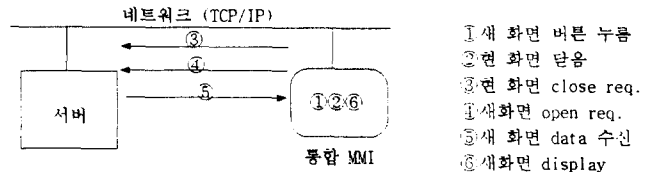
통합 MMI에 대한 성능상의 요구조건은 다음과 같다.

- 화면변경시의 응답시간 : 1초 이내
- 프로세스 데이터의 화면 update 주기 : 최소 0.5초
- CPU 부하율 (utilization) : 80% 이하

설계된 통합 MMI 플랫폼들이 요구조건을 만족하는지를 검증하기 위하여 TCM 공정을 대상으로 10개의 공정감시 화면을 개발하여 CPU 부하율과 화면변경시의 응답성을 테스트하였다.

CPU 부하율의 측정은 InTouch와 FIX32는 각 화면별로 성능관리자를 이용하였다. ILOG와 OI는 수행환경이 Workstation으로 측정되지 않았다. InTouch와 FIX32 모두 각 화면에서 60% 이하의 사용율을 보여 요구조건을 만족하였다. 이때의 화면데이터 변경 시간은 0.5초와 1초의 두 가지였다. 가장 낮은 사용율은 공정데이터의 tag 수가 적은 화면으로 InTouch 5%이하, FIX32 20% 이하였고, 가장 높은 사용율은 PLC용 화면으로 InTouch가 약 90%, FIX32 약 50% 정도였다. 이는 화면 object의 수와 display하는 tag data 수에 대체로 비례하였다. 즉, 각 tag 자료구조에 대한 프로세스 통신을 통한 변경 (InTouch: IDEA tool kit, FIX32: EDA tool kit)에 시간이 많이 소요되었다.

화면 응답지연시간 측정은 [그림 6]과 같이 통합 MMI 현 화면에서 새화면 버튼 click -> 현재화면 close -> 현 화면 close 요구 서버에 전달 -> 새 화면 open -> 새 화면 데이터 요구 서버에 전달 -> 데이터 수신 -> 수신 데이터 update 및 화면에 표시 과정동안의 processor time이다. 동일한 과정을 20회 반복하여 그 평균값을 [표 1]에 나타내었다. PC 플랫폼의 경우 최대 10 msec의 오차를 가질 수 있다. 화면 응답시간은 4개의 platform이 모두 평균 지연시간 1초를 만족하였다. 응답지연시간에서는 InTouch가 상대적으로 FIX32에 비해 안정된 변경시간을 보였다. OI와 ILOG는 PC에서 테스트된 물에 비해 빠른 응답성을 보였다. 이는 Workstation의 프로세서 및 HW 구조가 그래픽 처리에서는 여전히 PC에 비해 우수성을 보유하고 있음을 보여준다. 한편으로는 서버로부터의 데이터를 각 tag data 구조에 update하는 과정이 하나의 프로세스에서 처리되는 데도 기인한다.



[그림 6] 화면응답 지연시간 측정과정

[표 1] 각 플랫폼별 성능테스트 결과

항목 \ 플랫폼	InTouch	FIX32	OI	ILOG	
CPU 부하율	최소	2 %	15 %		
	최대	90 %	50		
화면 응답 지연 시간 (ms)	최소	922	691	697	771
	최대	969	1302	828	803
	평균	947.65	949.7	755.6	783.1

#### 4. 결론

이 연구에서는 포항제철소의 Host 컴퓨터와 분산 DB, P.C 를 통한 프로세스 데이터, CCTV 화면을 한 단말에서 조회하기 위한 통합 MMI 의 요구조건을 조사하고 이를 만족하는 시스템을 개발하였다. 통합 MMI 개발을 위해 H/W, S/W 는 개방형 구조를 갖추고 있는가에 중점을 두었다. 요구조건의 만족여부를 검증하기 위하여 테스트 베드를 통한 실험을 수행하였다. Windows NT 환경의 PC 에서 포항제철소의 M780 Host 와 TCP/IP 를 지원하는 프로세스 컴퓨터에 대해 MMI 의 통합이 가능하였다. Workstation 의 경우 Host 시스템 환경의 상이점으로해서 별도의 Emulator 개발이 필요하다.

근래 공장의 제어설비에 있어서의 두드러진 변화중 하나는 PC (Personal Computer) 의 공장적용확대이다[7]. PC 의 보급이 확대되면서 이를 지원하는 다양한 주변기기 및 S/W package 들이 상품화되고 따라서 시스템의 개방성이라는 측면에서 가장 앞서 있다. 특히 NT 에서의 Real-Time Class 의 지원은 MMI 와 같은 soft Real-Time 공정의 적용을 가능케하고있다[5]. 이러한 추세는 성능대비비용의 우수성, 선점형 다중처리의 지원, 사용의 용이성, Network 기능의 강화 등의 이유로 더욱 가속화될 전망이다.

H/W 및 각 MMI 틀의 조합에 대한 테스트 결과 화면 변경시간에서 데이터 교환을 위한 서버와의 통신시간이 차지하는 비중은 크지 않았다. 이는 송수신 데이터의 길이가 짧아 한 frame 에 송수신이 이루어지며, 접속 노드의 수 역시 4 대로 적었던 데도 이유가 있을 것이다.

그러나 통합 MMI 가 E.I 제어시스템과 직접 연결되고 일부 데이터에 대해 실시간처리가 요구될 경우는 Fieldbus 나 별도의 FA(Factory Automation) Network 이 필요할 것이다. 이는 데이터 통신을 위해 요구되는 전송대역(transmission bandwidth)의 문제가 아니라 상위 프로토콜의 단순성과 서비스에 있어서의 요구사항 차이 때문이다.

MMI 화면 개발 틀에 대한 요구사항은 화면 개발을 위한 기본적인 기능외에 다음의 사항들이 요구된다[1-4].

- Windows NT 상에서 동작
- 타 S/W (Excel, IRMAWIN 등)와 호환성
- DDE, OPC (OLE for Process Control) 지원
- 프로세스데이터 갱신시 event-driven 과 time-driven 방식 지원
- 자신의 프로세스 데이터 구조에 대한 API 제공
- 타 프로세스 기동 기능을 가져야함
- 다수 PLC 와의 통신 driver 및 상위 시스템과의 통신 지원

#### 참고문헌

[1] Wonderware Inc, InTouch User's Manual, 1996  
 [2] Intellution, System Development Manual, 1996  
 [3] Neuron Data, Open Interface Elements User's Manual, 1996  
 [4] ILOG, ILOG Views User's Manual version 2.2, 1995  
 [5] Paul Studebaker, "UNIX vs. NT", Control Magazine, Feb. 1997

[6] Bob Quinn and Dave Shute, "Windows Sockets Network Programming", Addison-Wesley Publishing Inc., 1996  
 [7] Barry Coflan, "The PLC Paradigm Shift and the Impact on Process Control", Proceedings of the Industrial Computing Conference Vol. 5 Part 1, 1995. 4., pp 55-58  
 [8] POSCO. 포항제철소 전산시스템 현황, 1995.  
 [9] 추영열, 이주강, 김치하, "철강공정의 전기, 제장, 전산 제어시스템 통합과 네트워크 표준", 제어, 자동화, 시스템 공학회지 제 2 권 제 4 호 pp 77 - 86, 1996. 7