

## Mini-MAP을 위한 범용 접속장치 개발

김현기, 이진우, 하정현, 정하재, 채영도  
한국전자통신연구소

## Development of General Purpose Interface Module for Mini-MAP

H.K.Kim, J.W.Lee, J.H.Ha, H.J.Chung, Y.D.Chae  
Electronics & Telecommunications Research Institute

## Abstract

This paper describes the development of a 'General-purpose ETRI MAP interface module' (GEM) for a Mini-MAP network. GEM operates as a Mini-MAP node in our FA system. To communicate between GEM and programmable devices such as PLC, CNC, and robot, RS-232C is used, which is a traditional method. A Mini-MAP host system controls and monitors programmable devices via GEM. The Mini-MAP function of GEM is implemented and tested on the basis of the MAP V3.0.

## 1. 서론

공장자동화와 관련해서 최근 가장 많이 거론되는 개념 중의 하나가 CIM (Computer Integrated Manufacturing)이다. CIM은 아직 분명한 정의가 내려져 있는 것은 아니나, 대개 컴퓨터에 의해 모든 생산과정이 통합, 관리되는 미래의 제조 기업 활동이라 할수 있다. 이 CIM의 실현을 위해서 필수적인 요소기술로는, 컴퓨터에 의한 정보처리 기술과 중요한 기반기술인 통신망을 들수 있다. 더우기 통신망에 접속된 장치끼리 용이하게 그리고 저렴한 비용으로 통신하기 위해서는 통신망을 이용하는 절차의 표준화가 필요하다.

CIM에 이용되는 통신분야는 구내통신망 (LAN)이 중추적인 역할을 하고 있고, 그중에서도 공장이라는 특수 환경에서의 통신망 통합이 가장 중요하다. 이런 요구에 의해 생겨난 것이 MAP (Manufacturing Automation Protocol)이다. MAP의 적용 대상인 CIM이나 FA 시스템의 본격적인 구축이 가공, 조립산업 중심으로 전개되고 있다. 이런 상황에 대응하기 위해서는 멀티 벤더의 FA 기기군에 MAP 통신기능을 지원해야 하는데, 현재 세계적인 추세는 개발비, 설치비용, 유지보수, 실시간 응답성 등의 이유로 FullMAP보다는 Mini-MAP을 선호하고 있음이 MAP 사용자들에 의해서 입증되고 있다. 그러나 국내외를 막론하고 MAP 기능을

갖춘 FA 기기의 개발은 초보단계이나 그 필요성은 갈수록 배가되고 있다.

이와 같은 배경에서 본 연구가 수행 되었다. 즉 MAP 통신기능이 없는 종래의 FA 설비가 MAP 기능을 지원하는 고급 장비로 대체될 때까지 MAP네트워크에 과도기적 접속을 가능토록 하는 장치인, 범용 Mini-MAP 접속모듈 (General purpose ETRI MAP interface module : 이하 GEM이라 함)의 설계 구현이 시도되었다. GEM은 Mini-MAP의 한 노드로 동작하며, 이때 GEM과 FA기기 간의 연결은 전통적인 serial 통신방식을 통해 이루어 진다. 즉 GEM은 CIM을 위한 표준 네트워크의 범용접속 장치로서, 기존의 FA 기기를 MAP에 통합 가능케 하는, CIM 실현에 필수적인 개념이다.

본연구는 선진기술의 국산화, 고급 자동화, 통신망의 수입대체 등을 위해, 그리고 이의 기술을 활용하여, 우리 산업계가 CIM을 지향하여 국제 경쟁력을 가지기 위해서는 반드시 넘어야 하는 기술분야이다.

## 2. Mini-MAP 규격

80년초에 General Motor사에서 주도하여 공장 자동화를 위한 프로토콜을 제정하였다. 이렇게 제정된 프로토콜이 MAP이다. MAP은 ISO의 OSI 7계층을 채택하여 국제 표준으로 정착되어, 현재는 MAP3.0 규격서가 제정되어 있다.

위와 같이, OSI 7계층 모두를 채택하는 MAP을 Full MAP이라 하고, 프로토콜을 처리하는 소프트웨어의 오버헤드를 줄이기 위해 presentation, session, transport, network 계층을 제거하고 application, data link, physical 계층만을 채택하여 Mini-MAP이라고 한다. 이 Mini-MAP은 저가격으로 설치 가능하고, 실시간 제어 분야에 적용하기에 적합하다. Full MAP와 Mini-MAP stack의 비교표는 그림 2.1과 같다.

Mini-MAP의 physical 계층은 token-passing 방식으로, 전송속도는 5Mbps의 carrierband를 채택하고 있다. Carrierband 방식을 채택하므로 설치 비용이 저가이다.

Full MAP		Mini-MAP
7	ISO 9506	ISO 9506
6	ISO 8822	
5	ISO 8326	NULL
4	ISO 8073	
3	ISO 8348	
2	ISO 8802/2 CLASS 1 ISO 8802/4	ISO 8802/2 CLASS 3 ISO 8802/4
1	ISO 8802/4	ISO 8802/4

그림 2.1 Full MAP과 Mini-MAP

Data link 계층은 unacknowledged connectionless data transfer mode인 type 1과 acknowledged connectionless data transfer mode인 type 3를 포함하는 class 3을 지원한다. Type 1은 broadcast나 multicast 통신을 위해 사용되고, type 3은 논리링을 구성하는 노드 간의 통상의 데이터 교환을 위한 기능과 논리링을 구성하지 않은 노드와의 데이터 교환을 가능하게 하는 기능으로 구성된다.

Application 계층은 공장 환경에서 통신망에 접속된 PLC, Robot, CNC 기계와 같은 여러 종류, 다른 메이커의 programmable device(PD)들 간의 효율적인 정보교환을 위해 MMS(Manufacturing Message Specification)를 채택한다. MMS는 초기 MAP 규격에서 제시되었던 Manufacturing Message Format Standard(MMFS)를 전신으로 하여, 수년간 산업 자동화 분야의 많은 전문가들이 협력, 개발하여 1990년에 MMS를 International Standard(IS) 9506으로 제정하여 국제 규격으로 만들었다. 이는 공장에서 사용되는 다양한 생산 장비를 일반화된 모델인 Virtual Manufacturing Device(VMD)를 정의하고, VMD 구성요소이며 통신 서비스의 대상이 되는 개념을 object라고 정의하고 있다. 이렇게 정의한것을 통하여 MMS 서비스가 기술되어 있다. MMS는 서비스 스펙(IS 9506-1)과 프로토콜 스펙(IS 9506-2)으로 구성되는 코어 스펙(core spec.)과 PLC, robot, NC 기계, 프로세스 콘트롤, 생산관리(production management)들의 통신에 관련된 부수적인 스펙인 컴패니언 스탠다드(Companion Standard)로 구성되어 있다.

### 3. 시스템 구성

GEM은 공장자동화용 표준 통신 프로토콜인 MAP 규격 3.0에 제안된 Mini-MAP 네트워크 접속기능과 Mini-MAP 기능을 지원하지 않는 PD들과의 직렬 접속기능을 가지고 있는 범용 Mini-MAP 접속장치로서 하드웨어 구조는 그림 3.1과 같은 PC 버스 구조를 갖는 MCU(Main Control Unit), NIU(Network Interface Unit), SIO(Serial Input Output) 및 전원 공급장치등으로 구성된다. GEM은 5Mbps의 carrierband 네트워크에 접속되어 ISO OSI 7계층중에서 실시간 처리를 위해 제안된 3계층만 지원하며, PD와는 9600bps의 전송속도를 갖는 직렬 포트 4개를 가지며 GEM에 접속된 다양한 PD의 원격제어, 감시기능을 제공

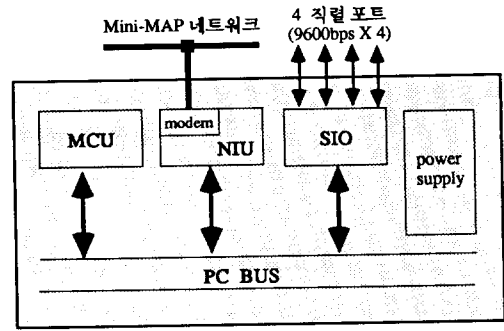


그림 3.1 GEM의 하드웨어 구성도

한다. 또한 GEM은 네트워크 관리, 자기진단 기능을 가지며, 접속된 PD는 MMS 서비스 지원을 가능하게 한다. 접속된 PD들의 제어, 감시 명령은 MMS 서비스를 이용하여 다양한 PD들의 효율적인 제어, 관리를 가능케 한다. GEM의 MCU에서 처리하는 기능으로는 다음과 같다.

- 네트워크 콘솔 관련 처리기능
- SIO 포트 관련 응용 프로그램 및 제어 프로그램
- MMS 서비스 인터페이스 기능
- 시스템 진단 기능

NIU는 5Mbps carrierband 모델과 접속되어 다른 노드와 정보를 교환하기도 하고 MCU의 요구로 호스트가 필요로 하는 정보를 주고 받는다.

GEM을 구성하는 소프트웨어는 크게 네트워크 소프트웨어, 응용 소프트웨어, 시스템 소프트웨어로 구성된다. 이 소프트웨어들은 상용 실시간 멀티타스킹 OS를 채용하여 개발되었으며 그 구성은 그림 3.2와 같다.

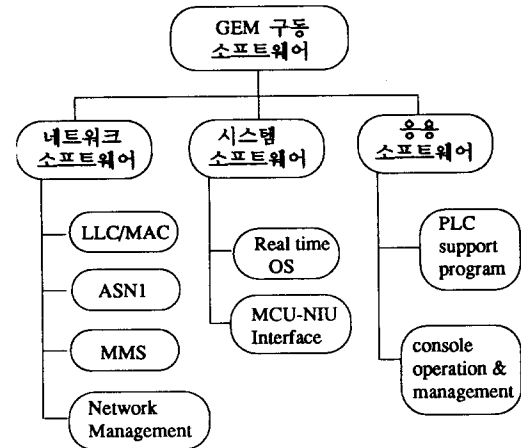


그림 3.2 GEM의 소프트웨어 구성도

네트워크 소프트웨어는 Mini-MAP의 3계층을 구현하여 NIU에 탑재 하였다. 실시간 OS를 포함한 시스템 소프트웨어는 MCU와 NIU에 각각 별도로 장착되어 전체 소프트웨어를 task base의 multiprocessing이 가능토록 하였으며 하드웨어 보드간의 데이터 처리를 위한 인터페이스를 제공한다. 응용 소프트

웨어에는 GEM에 접속된 PLC가 MMS 서비스요구에 따라 동작되게 하는 PLC support program, 그리고 GEM의 네트워크 변수, I/O 포트 configuration의 변경, GEM 시스템의 상태등을 감시하기 위해 GEM의 4개 포트중 하나를 콘솔 포트로 사용하여 콘솔기능 구현 및 GEM 시스템 관리를 위한 소프트웨어가 포함된다.

#### 4. 하드웨어 구조

GEM의 하드웨어는 box형태의 외형적 구조를 가지며, MCU, NIU, SIO 및 전원 공급장치등으로 구성된다.

##### 4.1 MCU

MCU는 GEM의 주 제어부로서 80286 CPU가 탑재되어 있으며, IBM PC/AT와 호환성을 가진다. 따라서 PC 버스 구조를 가지며, NIU 및 SIO와 PC버스를 통해 인터페이스 된다. GEM의 시스템 동작환경을 고려한 MCU의 주요 구성요소는 다음과 같다.

- 80286 CPU 8/12 MHz
- 512KB 시스템 메모리(RAM), 192KB 프로그램 메모리 (EPROM)
- 시스템 타이머, 인터럽트 제어, DRAM refresh를 위한 DMA 채널
- PD, 콘솔 선택 절환 스위치

##### 4.2 NIU

GEM의 NIU는 네트워크 인터페이스 장치로서 Mini-MAP의 물리계층, 데이터링크 계층 및 응용계층의 소프트웨어가 탑재되어 동작되도록 설계하였다. NIU의 물리계층은 상용화된 PC 버스 타입의 모델을 사용하였으며 데이터링크 계층은 토큰버스의 제어를 위하여 TBC(Token Bus Controller)를 사용하여 설계하였다. GEM의 NIU 주요 특성은 다음과 같다.

- MCU와의 PC 버스 인터페이스를 위한 이중 포트 공유 메모리 통신방식
- Mini-MAP 네트워크 접속을 위한 5Mbps 캐리어 밴드 외부 모델 인터페이스 방식
- TBC를 이용한 토큰 버스 제어방식
- 실시간 응답 특성을 고려하여 네트워크 소프트웨어 및 응용 소프트웨어의 다중 태스크 처리를 위한 실시간 OS 탑재
- 모든 소프트웨어를 ROM에 내장 시켜 신뢰성 있는 동작환경 고려
- 통신용 공통 파라미터 및 초기 설정 변수들을 불휘발성 메모리에 저장하여 파라메타 변경 및 유지 관리 용이

##### 1) 프로세서 및 토큰버스 제어부

NIU의 프로세서는 10MHz에서 동작되는 인텔계열의 16비트 마이크로프로세서인 80186으로 데이터의 입출력 제어, 인터럽트 처리등 주변 하드웨어를 제어하며 MCU와 전송매체에 데이터 교환을 수행한다. TBC는 MAC(Medium Access Control) 부계층의 기능을 하나의 칩으로 구성한 68824를 사용하였으며 자신이 버스를 획득 하였을때 독자적인 운영이 가능하다. 그림 4.1은 NIU의 하드웨어 블럭도이며 프로세서와 TBC

간 공유 메모리 사용에 대한 증계는 hand-shake 방식인 request/grant 신호로써 버스를 제어토록 하였으며, 프로세서에서 주변 장치와 입출력, 메모리의 선택신호를 내부에서 프로그램으로 지정 가능토록 하였다.

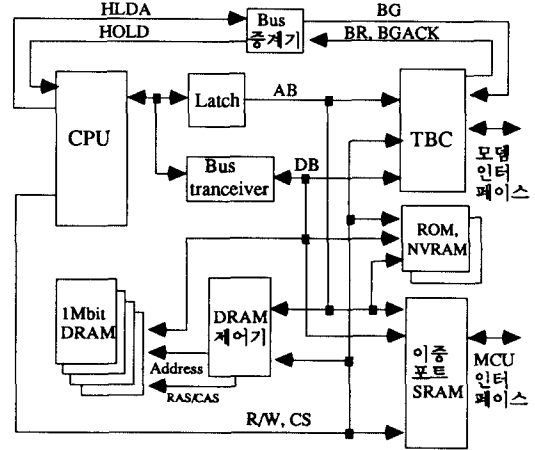


그림 4.1 NIU 하드웨어 블럭도

##### 2) 메모리부

NIU에 사용되는 메모리는 내장되는 프로그램 및 데이터의 처리 기능별로 나누어 어드레스 영역과 메모리 타입을 선정했으며, 메모리 영역 할당은 그림 4.2와 같다.

시스템 ROM 영역은 256 Kbyte(C0000H - FFFFH)로 시스템 운영을 위한 실시간 OS, 스테이션 관리와, Mini-MAP 프로토콜 처리를 위한 LLC, MMS등의 프로그램이 탑재된다. 시스템 RAM은 512 Kbyte(00000H - 7FFFH)의 다이내믹 RAM을 할당하여 시스템에서 필요로 하는 영역외에 TBC의 초기화 과정에서 쓰이는 각종 테이블과 메시지 버퍼용으로도 쓰이므로 이 영역은 프로세서와 TBC가 공유하는 구조를 가진다. 불휘발성 RAM은 네트워크에서 사용되는 고유의 파라메타를 저장하기 위한 것으로 2 Kbyte(81000H - 817FFH)의 영역을 가지며 프로세서만 사용 가능하다. 네트워크 구성 파라메타등 중요 데이터들이 항상 저장되어 있으므로 재시동 이후에 네트워크 파라메타를 재 구성시키지 않아도 수행 가능하도록 설계되었다. 이중 포트 Static RAM 영역은 4 Kbyte(80000H - 80FFFH)이며, NIU와 MCU간 인터페이스를 위해 사용된다.

00000H	시스템 RAM 512Kbyte	
80000H	이중 포트 SRAM 4Kbyte	D0000H
81000H	불휘발성 RAM 2Kbyte	D0FFFH
817FFH		
C0000H	시스템 ROM 256Kbyte	
FFFFFH		

그림 4.2 NIU의 메모리 맵

### 3) PC 버스 인터페이스부

GEM을 구성하는 NIU와 MCU는 PC 버스상에 접속되므로 상호 통신은 PC 버스로 이루어지며, 통신 메카니즘은 이중 포트 SRAM의 사용과 인터럽트 처리방식을 사용한다. 인터럽트 요청을 받은 NIU나 MCU에서는 상대방의 데이터 전송 완료 시점을 인식하기 위하여 NIU와 MCU가 독자적으로 사용할 수 있는 상태 레지스터를 두어 데이터 전송상태를 확인하도록 하였다.

### 4) 모델부

NIU에 연결되는 모델은 캐리어 밴드 5Mbps의 전송속도를 가지며, GEM 시스템 내부에 장착되어 NIU와는 40핀 케이블로 연결된다. 신호 규격은 IEEE 802.4 규격 제 10장 "Exposed DTE-DCE Interface"에 준하며, 네트워크와는 F 타입 커넥트로 접속된다. NIU내의 TBC와 모델 신호선과는 직접 연결되도록 설계하였다.

### 4.3 SIO

SIO는 GEM의 직렬 접속장치로서 PD의 접속 형태에 따라 DTE(Data Terminal Equipment) / DCE(Data Communication Equipment) 모드 변환이 가능하며 주요 기능은 다음과 같다.

- 4개의 비동기 채널
- 300bps에서 최대 19200bps 까지 전송가능
- 보드의 어드레스/인터럽트 선택 기능

SIO에서 4포트중 하나의 포트는 콘솔을 위한 포트로서 사용되므로 콘솔과 PD 검출을 위한 포트 전환 스위치가 접속된다. 스위치가 "ON" 상태이면 콘솔 모드로 동작하며, "OFF"이면 PD 모드로 동작되도록 하였다.

## 5. 소프트웨어 구조

GEM의 소프트웨어중 네트워크 소프트웨어는 대부분이 NIU에서 수행되고, MAP 프로토콜에 따라 타 노드와 데이터를 교환한다. 응용소프트웨어는 MCU에서 수행되며 NIU를 통하여 받은 데이터를 처리하고, 처리 결과에 따라 GEM에 RS232C로 접속되어 있는 PD로 명령을 보내거나, PD와 데이터를 교환한다. 시스템 소프트웨어는 MCU와 NIU 양쪽 모두에서 수행되면서 다른 소프트웨어들의 동작환경과 MCU - NIU 간 통신기능을 제공한다. 이들 소프트웨어의 수행위치와 구조는 그림 5.1과 같다.

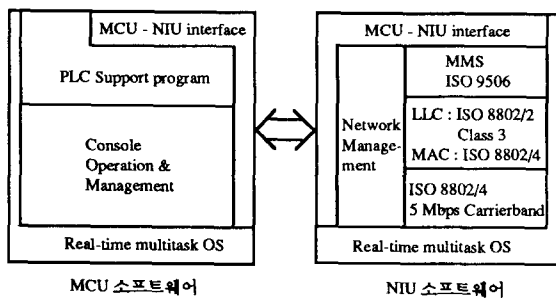


그림 5.1 GEM 소프트웨어 구조

GEM 개발시에 GEM에 연결시킨 시스템이 PLC이기 때문에 그림 5.1에서는 PLC 지원프로그램만 표시되어 있으나, 연결대상 PD에 따라 응용소프트웨어는 추가되어야 할 것이다.

본 논문에서는 소프트웨어 중에서 Mini-MAP 접속장치의 핵심이 되는 네트워크 소프트웨어의 주요부분인 LLC와 MMS에 대하여 보다 자세히 설명하도록 한다.

### 5.1 LLC

GEM의 LLC는 ISO 8802/2 class 3의 부분집합으로서 Mini-MAP 규격에 명시된 조건을 만족한다. 따라서 SDU의 최대길이는 1kbytes 이고, 최소 3개의 LSAP을 지원하며, type 3 서비스는 ISO 8802/4(Token Bus MAC)를 사용할 경우에 채택되는 간략화된 형태로 구현되었다. 또한, GEM의 특성상 type 3 서비스의 서비스 프리미티브중에서 DL\_DATA\_ACK 관련 프리미티브들만 구현하였으며, XID와 TEST는 타 노드의 명령에 응답만 하는 것으로 구현하였다.

이러한 GEM의 LLC는 mms\_if( ), ui\_req( ), send\_type3\_cmd( ), trans\_frame( ), service\_intr( ), xid\_test\_resp( ) 라는 6개의 타스크와 1개의 인터럽트 처리루틴으로 구성되어 있다. 이 타스크들은 OS가 제공하는 큐를 이용하여 통신한다. 인터럽트 처리루틴은 어셈블리 언어로 구현하였고, 나머지 타스크들은 마이크로소프트 C언어로 구현하였다. 각각의 기능을 간단히 설명하면 다음과 같다.

- 1) mms\_if( ) : 활성상태인 LSAP을 검색하여, 상위계층(MMS)으로 부터의 요구 pdu가 있을 경우 종류(DL\_UNITDATA.req 또는 DL\_DATA\_ACK.req)에 따라, 각각을 처리하는 타스크로 넘겨준다.
- 2) ui\_req( ) : type 1 서비스 프리미티브인 DL\_UNITDATA.req를 처리하는 타스크로서 상위계층으로부터 받은 pdu를 토큰 버스제어기가 요구하는 데이터 포맷으로 재구성하여 trans\_frame( ) 타스크로 넘겨준다.
- 3) send\_type3\_cmd( ) : type 3 서비스프리미티브를 처리한다.
- 4) trans\_frame( ) : 다른 타스크들이 네트워크상에 전송요구한 프레임들을 토큰버스제어기의 전송큐에 등록하고, 토큰버스 제어기에 전송요구를 함으로써 실제로 프레임이 타 노드로 전송되도록 한다.
- 5) service\_intr( ) : 토큰버스제어기 인터럽트 처리루틴으로 부터 인터럽트 상태워드를 받아서 내용을 분석, 그에 해당되는 처리를 수행한다.(프레임 수신시 상위계층에 통지, 송신프레임 구성을 위한 메모리 준비 등)
- 6) xid\_test\_resp( ) : 타 노드로 부터 수신된 xid 또는 test 명령 프레임에 대한 응답프레임을 만들어 trans\_frame( ) 타스크로 넘겨준다.
- 7) 토큰버스제어기 인터럽트 처리루틴 : 토큰버스제어기에 의하여 발생된 인터럽트중 긴급처리를 요하는 부분인 type 3 명령에 대한 ack. 전송을 담당하며, 나머지 경우들의 처리를 위하여 인터럽트 상태워드를 service\_intr( ) 타스크에 넘겨준다.

## 5.2 MMS

MMS는 공장 환경에서 동작하는 PD들 간의 통신을 위한 프로토콜을 PD마다 각각 제정할 수 없기 때문에 추상화된 모델인 VMD를 정의하고, 이 모델을 통해 MMS 서비스를 기술한다. MMS 서비스를 요구하는 시스템을 client라 하고, 요구받은 서비스의 응답을 하는 시스템을 server라 한다. MMS의 VMD는 server를 모델링하여 제어나 모니터링을 위한 기능과 자원을 제공하고 있다.

본 MMS는 MAP3.0에서 분류하는 implementation class MAP3를 실시간 응답을 고려하여 다중 태스크 처리를 위한 실시간 OS 환경하에서 구현한다. 그러므로, 구현된 태스크 간의 메시지 전달 메커니즘은 queue나 mail을 이용한다. Program 개발을 위한 language는 Microsoft사의 MSC C6.0을 사용하였다. 구현된 MAP3의 MMS 서비스 그룹은 다음과 같다.

- Environment & general management service
- VMD support service
- Domain management service
- Program invocation service
- Variable access service

위와같은 서비스를 구현한 MMS는 그림 5.2와 같이 User I/F, MMPM(Manufacturing Message Protocol Machine), ACM (Association Control Machine), Link layer I/F로 구성된다.

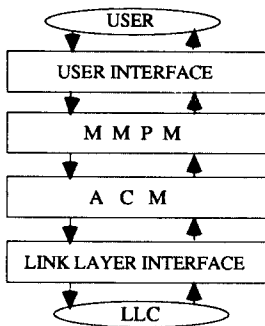


그림 5.2 MMS 모델

User I/F는 user와 protocol machine 간의 중계 역할을 한다. 이 모듈의 function name은 MAP3.0의 Application Interface에서 제시하는 바와 같이 처음 여섯문자로 구별가능하게 하였다.

```

check service_type
if ( IND or CNF )
    call the user indication function
    혹은 call the user confirmation function
if ( REQ or RSP )
    put it the MMPM queue
    
```

MMPM은 본 MMS의 핵심부분으로 각 서비스들을 실제로 처리하는 부분이다. 다른 MMS 사용자에게 보내거나 받은 데이터를 ASN.1으로 인코드하거나 디코드하여 ACM이나 user에게 전달한다.

```

check operation_code and service_type
if ( REQ or RSP )    encode MMS data
    
```

```

if ( IND or CNF )    decode MMS pdu
fill it to MMS buffer
if ( REQ or RSP )    put it to ACM queue
if ( IND or CNF )    put it to user queue
    
```

ACM은 application association 을 제어하는 protocol machine 으로, data link layer나 MMPM으로부터 association 확립, 제거를 요구하는 서비스 프리미티브는 받으며, 두 모듈의 상호 작용으로 application association 의 확립, 제거를 행한다.

```

check operation_code or service_type
if ( association_service )
    put service data to data structure
if ( REQ or RSP )    put it to link queue
if ( IND or CNF )    put it to MMPM queue
    
```

Link layer I/F는 ACM과 data link layer 간의 데이터를 전달하는 모듈이다.

```

check service_type
if ( REQ or RSP )
    change it to LLC data
    put LLC data to LLC queue
if ( IND or CNF )
    change it to MMS data
    put MMS data to ACM queue
    
```

## 6. 네트워크 구성 및 실험

GEM 개발을 위하여 그림 6.1과 같은 Mini-MAP 네트워크를 실험실에 구축하였다.

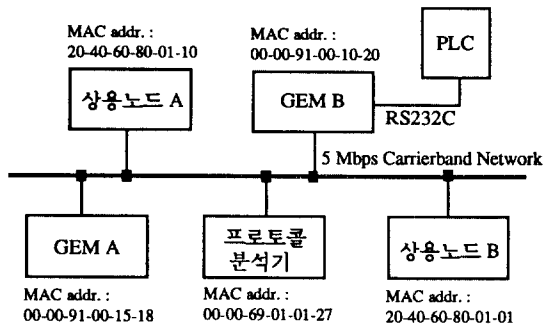


그림 6.1 네트워크 구성

이 네트워크는 두개의 GEM 노드와 3개의 상용 MAP 보드를 사용한 노드(이하 '상용노드'라 함)로 구성된다. 상용 노드 중 1개는 IBM PC에 상용 MAP 통신제어용 보드를 장착하고, 외장형 carrierband 모뎀을 통하여 네트워크에 접속된 것으로 PC상에서는 프로토콜 분석기로 수행된다. 이 프로토콜 분석기의 주요 기능은 네트워크 상에 교환되고 있는 모든 프레임들을 수신하여 각 OSI layer 별로 데이터를 분석하여 주고, 사용자가 원하는 데이터를 프레임으로 만들어 사용자가 지정한 노드에 지정된 시간간격으로 반복 전송하는 것이다. GEM 개발시 주로 사용된 LLC layer 에서는 시간, MSDU 사이즈, 발신 MAC 주소, 수신 MAC 주소, 프레임 타입, 데이터등을 모니터에 표시해 준다. 이 프로토콜 분석기는 LLC type 1까지 지원한다. 나머지 두개의 상용노드는 IBM PC에 MAP 통신제어용 보드와 내장형 carrierband 모뎀을 장착한 것으로 동일 회사의

제품으로 구성되었다. 이 노드들에 사용된 통신제어용 보드는 Full MAP과 Mini-MAP의 기능을 모두 가지고 있으며, PC상에서는 제공된 소프트웨어를 그대로 수행시켜 보드상의 MMS 서비스를 이용하거나, 제공된 library의 기능호출을 사용하는 응용 프로그램을 작성하여 바로 LSAP에 접근할 수 있다.

이 네트워크에서 GEM의 올바른 동작을 확인하기 위하여 LLC level에서의 통신실험과 MMS level에서의 통신실험을 수행하였다. 먼저 LLC level의 실험은 type 1 서비스용 프레임과 type 3 서비스용 프레임을 GEM과 GEM간, GEM과 상용노드간에 일방통신 형태로 반복 전달하여, 프로토콜 분석기에 나타난 통신이력과 송신측에서 전송한 데이터, 수신측에 수신된 데이터들 비교, 분석하였다. 실험결과 이들 모든 통신이 잘 수행됨을 확인하였다. MMS level에서는 먼저 GEM A 노드에서 GEM B 노드와 association을 확립하고, GEM B 노드에 접속되어 있는 PLC의 Ladder 프로그램을 수행시키거나, 변수를 읽고, 쓰는 실험을 하였다. 이 통신이 잘 이루어 지는 것을 확인한 후 상용노드에서 부터 GEM B 노드에 대하여 동일한 실험을 수행하였으며, 이 경우에도 정확하게 잘 통신이 이루어 지는 것을 확인하였다.

## 7. 결론

국제표준 FA 네트워크 규격에 준하여 범용 Mini-MAP 네트워크 접속장치인 GEM을 설계 개발하였다. MAP 기술은 이미 국제적으로 그 필요성이 인정되어, 외국의 많은 기업의 생산시설에서는 그 적용범위를 확대해 가고 있다. PC 레벨의 시스템이 생산 자동화 일선 현장에 가장 많이 활용되고 있기 때문에, MAP 기술의 실현 형태는 주로 PC bus용 네트워크 H/W와 S/W로 주로 공급되고 있다. 이와 함께 최근에는 MAP 기능의 I/O 모듈을 갖는 고급 PLC의 예도 더러 볼 수 있다.

본 연구에서는 이런 추세를 감안하여 PC에서 활용이 가능하며, 국내 실정에 적합함이 예상되는 Mini-MAP 기술 개발에 초점을 맞추었다. 이와함께 타 제품들과의 호환성, 개발품의 확장성, 공장환경의 특성상 요구되는 실시간 처리능력 등을 고려하여 GEM의 시스템 규격을 설정하였다. GEM의 특징으로는 디스크를 사용하는 파일 시스템이 아닌 점과, 네트워크 계층 S/W는 전부 NIU에 ROM으로 장착되는 것을 들 수 있으며, 또 당 연구에서 개발한 하드웨어와 소프트웨어가 PC의 DOS 하에서도 큰 수정없이 활용이 용이하다는 점이다.

한편 FA 네트워크 환경에서 목표한 GEM의 주된 역할은 전체공장을 관장하는 네트워크와 각종 프로그래머블 디바이스가 상호 정보(데이터) 교환이 가능하도록 하는 것이다. 당 연구에서 설계 개발한 주요 기술은 다음과 같다.

- Network interface unit for Mini-MAP
- Real time multitasking executive의 이식
- Medium access control 설계 구현
- Logical link control class3 설계 구현

- Manufacturing Message Specification 서비스 구현
- GEM 실용모델 구성

하드웨어 개발과 관련되는 분야는 PCB board 제작으로 완료되었으며, 네트워크 소프트웨어 구현은 시험이 완료되었으며, PLC를 원거리 제어하는 GEM application의 개발은 시험 중에 있다. 앞으로 남은 문제는 네트워크 프로토콜의 적합성 시험을 통해 그성능을 인정받는 것이다. GEM이 상용화 되어 실제 공정에 도입되는 시점에는 그것의 파급효과, 기술축적, 수입대체 효과 등 많은 부가적인 생산성 향상에 일조할 것이 기대된다.

## 참고 문헌

- [1] "Manufacturing Automation Protocol Specification V3.0 Implementation release," GM corp., 1987
- [2] "ISO 9506 Manufacturing Message Specification part 1 : Service Definition," ISO, 1990
- [3] "ISO 9506 Manufacturing Message Specification part 2 : Protocol Specification," ISO, 1990
- [4] "IEEE Standard 802.4 Token-passing Bus Access Method," IEEE, 1985.3
- [5] "IEEE Standard 802.2 Logical Link Control," IEEE, 1985.3
- [6] 채영도 외, "CIM을 위한 표준 네트워크 시스템 개발," 과학기술처, 91.9.
- [7] 채영도 외, "FA용 네트워크 시스템 개발," 과학기술처, 89.8.
- [8] 정하재 외, "GEM의 시스템 규격서," 한국전자통신연구소, 1992
- [9] 정하재 외, "GEM의 설계 규격서," 한국전자통신연구소, 1992
- [10] Vincent C. Jones, "MAP/TOP Networking," McGraw-Hill Inc., 1988
- [11] John Dwyer 외 1, "MAP and TOP : Advanced manufacturing communications," Kogan Page Ltd, 1987
- [12] "FAIS Implementation Specification V2.0 Draft 1," IROFA, 1991
- [13] "MC68824 Token Bus Controller User's Manual," Motorola, 1987
- [14] "Embedded Controller Handbook," Volume 2, Intel, 1988
- [15] "MAP Carrierband Modems Installation and Operation Manual," Computrol, 1989
- [16] "VRTX-PC Package Documentation," Ready System, 1989