

論文93-30B-10-7

# CIM을 위한 Mini-MAP 네트워크 접속장치의 구현에 관한 연구

## (A Study on the Implementation of a Mini-MAP Network Interface Module for CIM)

金鉉基\*, 李銓佑\*, 河正炫\*, 鄭夏宰\*, 蔡榮都\*

(Hyun Ki Kim, Jeun Woo Lee, Jeong Hyeon Ha, Ha Jae Chung  
and Young Do Chae)

### 要約

본 논문은 CIM 구축에 필요한 Mini-MAP 통신망을 위한 MAP(Manufacturing Automation Protocol) 접속장치(이하 GEM)를 제안하고 실제 구현 예를 보인다. GEM은 공장자동화 네트워크 시스템에서 Mini-MAP 노드로 동작한다. GEM은 PLC, CNC 같은 프로그래머블 디바이스(이하 PD)를 MAP 네트워크 환경에 접속하여 원격제어가 가능하도록 하는 범용 네트워크 접속장치이다. Mini-MAP 호스트 시스템의 디바이스 제어 응용 프로그램이 GEM을 통하여 PD를 제어하며 감시 가능하게 한다. MAP3.0의 Mini-MAP 규격에 따라 GEM을 개발하고, 그 기능을 시험하였다. TBC가 MAC 부계층을 담당하며 LLC 부계층은 클래스 3으로 설계하였고, 응용계층의 MMS는 구현 클래스 MAP3을 기준으로 설계 구현하였다. 구현한 모든 소프트웨어는 Mini-MAP의 실시간 정보 전송 성능을 보충하기 위해 실시간 운영체제로 운영 하도록 설계하였으며, 보드에 탑재하였다. 프로토콜 분석기를 이용하여 LLC 수준의 오류검출과 전송기능을 확인하였으며, MMS는 적합성 시험을 이미 받은 상용 MMS 모델과의 통신 실험을 통해 프리미티브를 관찰하여 적합성을 확인하였다.

### Abstract

This paper describes implementation of 'General-purpose ETRI MAP interface module' (GEM) for Mini-MAP network. GEM operates as a Mini-MAP node in our FA system. To communicate between GEM and programmable devices(PD) such as PLC and CNC, serial communication is used. Application programs of a Mini-MAP host system control and monitor programmable devices via GEM. GEM is implemented and tested on the basis of the MAP 3.0. TBC in the Mini-MAP board performs the function of the MAC sublayer. The LLC sublayer is implemented according to the specification of Class 3 that includes Type 1 and 3. And the MMS services are designed within the scope of implementation class MAP3. All the softwares are implemented under the real-time multitask OS for real-time application of the Mini-MAP and they are loaded into PROMs at the network board of GEM. We tested the LLC functions to make use of a protocol analyzer for the token-passing protocol. Also the MMS conformance test was carried out by exchanging primitives between GEM and a MMS product that had already passed the conformance test. Therefore GEM is proposed as a network tool of Computer Integrated Manufacturing(CIM) to integrate PDs which don't support MAP functions.

### 1. 서론

\* 正會員, 韓國電子通信研究所  
(Electronics & Telecommunications  
Research Institute)

接受日字 : 1992年 11月 23日

공장자동화와 관련해서 최근 가장 많이 거론되는 개념중의 하나가 CIM이다. 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. [1] [2]

CIM에 이용되는 통신분야는 구내통신망 (LAN)이 중추적인 역할을 하고 있고, 그중에서도 공장이라는 특수 환경에서의 통신망 통합이 가장 중요하다. 이런 요구에 의해 생겨난 것이 MAP이다. 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 Full MAP보다는 Mini-MAP을 선호하고 있음이 MAP 사용자 들에 의해서 입증되고 있다. 그러나 국내외를 막론하고 MAP 기능을 갖춘 FA 기기의 개발은 초보단계이나 그 필요성은 갈수록 배가되고 있다. 그동안 발표된 몇몇 MAP 구현에 관한 연구는 주로 DOS 환경의 PC 버스에서 구동되는 MAP 스택의 일부를 구현하고 시험하는 활동이 주였다. [3] [4]

이와 같은 배경에서 본 연구가 수행 되었다. GEM은 Mini-MAP의 한 노드로 동작하며, 이때 GEM과 PD간의 연결은 전통적인 시리얼 통신방식을 통해 이루어 진다. 즉 GEM은 CIM을 위한 표준 네트워크의 범용접속 장치로서, 기존의 PD를 MAP에 통합 가능케 하는, CIM 실현에 필수적인 개념이라 할수 있다.

GEM의 특징으로는 토큰버스의 실시간성을 잘 지원하기 위해서 Embedded 시스템에 많이 활용되는 실시간 운영체제인 VRTX가 Mini-MAP 프로토콜을 드라이브 하도록 설계한 점을 들수 있다. 또 단순한 Mini-MAP 프로토콜 만의 구현이 아니라 CIM의 조류에 빠르게 대응하기 위해서, MAP 통신기능이 없는 종래의 PD가 MAP 기능을 지원하는 고급 장비로 대체될 때까지 MAP 네트워크에 과도기적 접속을 가능토록 하는 기능을 추가 제공함으로써, 기존의 장비로도 표준 네트워크의 CIM에 참여 할수 있는 방법과 가능성을 제시하였다. 그리고 간접적으로나마 표준에 대한 적합성 시험을 하고자 한다. [5]

본 논문의 구성은 Ⅱ절에서 MAP과 CIM의 관계를 간략히 기술하고 있으며, Ⅲ절에서는 시스템 구성의 개념적 구조를 보이고, Ⅳ절에서는 GEM의 하드웨어 구조를 기술한다. 또한, Ⅴ절에서는 소프트웨어

의 구조를 개념 설명하며, Ⅶ절에서는 네트워크를 구성하여 기능 및 적합성을 시험하고, Ⅶ절에서 결론을 맺는다.

## Ⅱ. MAP과 CIM

80년초에 General Motor사에서 주도하여 MAP 프로토콜을 제정하였다. MAP은 ISO의 OSI 7 계층 구조를 채택하였으며, 국제 표준으로 정착되어, 현재는 MAP3.0 규격서가 제정되어 있다. [6] OSI 7 계층 모두를 채택하는 MAP을 Full MAP이라 하고, 응용, 데이터 링크, 물리 계층만을 채택한 것을 Mini-MAP이라고 한다. 이 Mini-MAP은 계층이 적으므로 프로토콜 처리 소프트웨어의 부담이 줄어서 실시간 통신성이 우수하고, 저가격으로 설치가 가능하다는 특징을 갖는다.

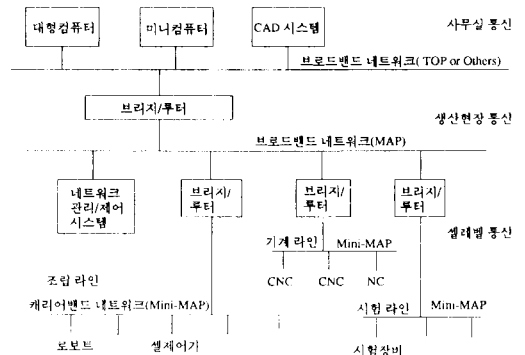


그림 1. 계층적 구조의 CIM 네트워크  
Fig. 1. CIM Network with Hierarchical Structure.

CIM을 구축하기 위하여 여러가지 네트워크 구조 개념들이 제안되고 있는데, 대형컴퓨터에서 부터 PD에 이르기 까지 다양한 성능과 동작특성을 갖는 생산업체의 컴퓨터 장비들을 통합하는 것으로서 가장 쉽게 이해될 수 있고, 전형적인 개념이 계층적 구조를 갖는 것이다. 그림 1은 그와같은 계층적 구조의 CIM 네트워크에서 MAP과 Mini-MAP이 어떻게 적용될수 있는가를 보여준다. CIM 네트워크에서 상위계층의 네트워크는 실시간 통신 성능과 함께 많은양의 통신 데이터를 처리해 줄수 있어야 되고, 하위계층의 네트워크는 적은양의 데이터를 오류없이 한정된 시간내에 빠르게 전달해 주어야 하는 보다 엄격한 실시간 통신 특성을 요구한다. 또한, 이들은 공히 열악한 환경인 생산현장에서 운영될 수 있어야 된다. 이러한 요구사항을 만족하는 MAP과 Mini-MAP은 생산업

체의 생산현장의 네트워크로 적용될 수 있는 것이다. 그러나, 상위계층의 네트워크는 기존의 보편화된 네트워크를 사용하는 것도 가능하다는 견해가 있어서 최근의 관심은 Mini-MAP에 집중되는 경향이 있다.

Full MAP과 Mini-MAP 스택의 비교표는 그림2와 같다.

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

그림 2. Full MAP과 Mini-MAP  
Fig. 2. Full MAP and Mini-MAP.

### Ⅲ. 시스템 구성

GEM은 전통적인 시리얼 통신방식을 사용하여 다른 PD 또는 호스트 컴퓨터와 통신하던 PD를 Mini-MAP 네트워크에 연결하기 위하여 PD 통신 처리부, PD&MAP 정합처리부 및 MAP 프로토콜 처리부의 세 부분으로 구성된다.<sup>[7]</sup> PD 통신 처리부는 GEM과 PD간의 전통적인 시리얼 통신방식에 따른 데이터 교환을 담당한다. 또한, PD&MAP 정합 처리부와 PD 관리/제어 메시지 교환을 통하여 PD로 전달할 명령과 데이터를 받거나 PD의 응답 데이터를 PD&MAP 정합 처리부로 전달한다. PD&MAP 정합 처리부는 시리얼 통신을 통한 PD의 관리/제어 기능과 MAP의 MMS 서비스를 매핑시켜준다. GEM에 접속되는 PD가 제공할 수 있는 MMS 서비스의 종류는 PD가 시리얼 통신으로 제공하는 기능에 따라 결정되므로 PD&MAP 정합 처리부는 각각의 PD에 대한 MMS 서비스 매핑을 모아놓은 형태가 된다. MAP 프로토콜 처리부는 PD&MAP 정합 처리부와

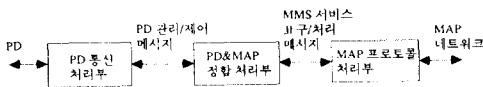


그림 3. GEM 시스템의 구성  
Fig. 3. Configuration of GEM system.

MMS 서비스 요구/처리 메시지를 교환하며, 이에 따라 Mini-MAP 네트워크로 MAP 프로토콜에 따른 데이터 송수신을 수행한다.

### Ⅳ. 하드웨어 구조

GEM의 하드웨어는 크게 MCU, NIU 및 SIO로 그림4와 같이 구성된다.

#### 1. MCU (Main Control Unit)

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 리프레쉬(refresh)를 위한 DMA 채널
- PD, 콘솔 선택 절환 스위치

80286 CPU는 GEM 시스템이 PC와 호환성을 최대한 유지할 수 있어야 유용할 것이라는 점과 , 개발 환경이 잘 갖추어 있다는 점 그리고 GEM이 필요로 하는 성능/가격에 부합된다는 점에서 채택되었다.

#### 2. NIU (Network Interface Unit)

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

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

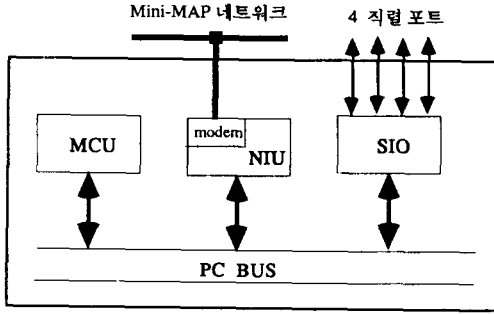


그림 4. GEM의 하드웨어 구성도  
Fig. 4. Hardware configuration of GEM.

NIU는 크게 프로세서 및 토큰버스 제어부, 메모리부, PC 버스 인터페이스부 그리고 모뎀부로 이루어져 있다.

1) 프로세서 및 토큰버스 제어부

NIU의 프로세서는 16비트 마이크로프로세서인 10MHz의 80186이며, 데이터의 입출력 제어, 인터럽트 처리등 주변 하드웨어를 제어하며 MCU와 전송 매체간에 데이터 교환을 수행한다. TBC는 MAC (Medium Access Control) 부계층의 기능을 하나의 칩으로 구성한 68824를 사용하였으며 자신이 버스를 획득 하였을때 독자적인 운영이 가능하다. 그림 5는 NIU의 하드웨어 블록도이며 프로세서와 TBC간 공유 메모리 사용에 대한 중계는 핸드쉐이크(handshake) 방식인 요구/허용(request/grant) 신호로써 버스를 제어토록 하였으며, 프로세서에서 주변장치와 입출력, 메모리의 선택신호를 내부에서 프로그램으로 지정 가능토록 설계하였다.

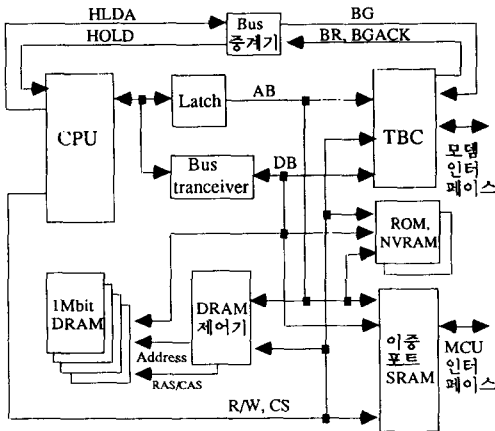


그림 5. NIU 하드웨어 블록도  
Fig. 5. NIU H/W block diagram.

2) 메모리부

NIU에 사용되는 메모리는 내장되는 프로그램 및 데이터의 처리 기능별로 나누어 어드레스 영역과 메모리 타입을 선정했으며, 메모리 영역 할당은 그림 6과 같다. 시스템 ROM에는 시스템 운영을 위한 실시간 운영체제, 스테이션 관리와, Mini-MAP 프로토콜 처리를 위한 LLC, MMS등의 프로그램이 탑재된다. 시스템 RAM은 시스템에서 필요로 하는 영역과 TBC의 초기화 과정에서 쓰이는 각종 테이블과 메시지 버퍼로도 쓰이므로, 이영역은 프로세서와 TBC가 공유하는 구조를 가진다. 불휘발성 RAM은 네트워크에서 사용되는 고유의 파라메타를 저장하기 위한 것으로 프로세서만이 사용한다. 이는 네트워크 구성 파라메타 등 중요 데이터들이 항상 저장되어 있으므로 재시동 이후에 네트워크 파라메타를 재 구성시키지 않아도 수행 가능하도록 하기 위함이다. 이중 포트 Static RAM 영역은 NIU와 MCU간 인터페이스를 위해 사용된다.

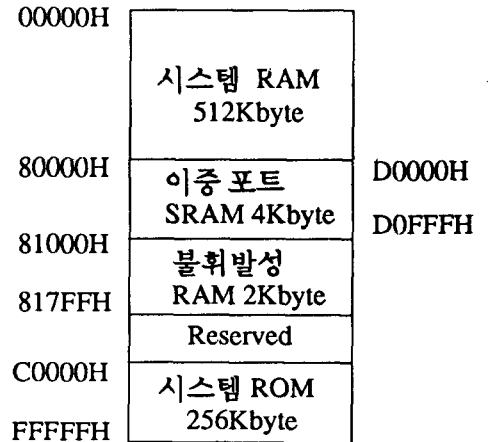


그림 6. NIU의 메모리 맵  
Fig. 6. NIU memory map.

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) 모뎀부

NIU에 연결되는 모뎀은 캐리어 밴드 5Mbps의 전송속도를 가지며, GEM 시스템 내부에 장착되어 NIU와는 40핀 케이블로서 연결된다. 신호 규격은 IEEE 802.4 규격에 준하여 네트워크와 접속된다. NIU내의 TBC와 모뎀 신호선과는 직접 연결되도록 설계하였다.

### 3. SIO (Serial Input Output)

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 포트 로 사용되므로 콘솔과 PD 겸용을 위한 포트 전환 스위치가 접속된다.

## V. 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 - NIU간 통신기능을 제공한다. 이들 소프트웨어의 수행위치와 구조는 그림7과 같다.

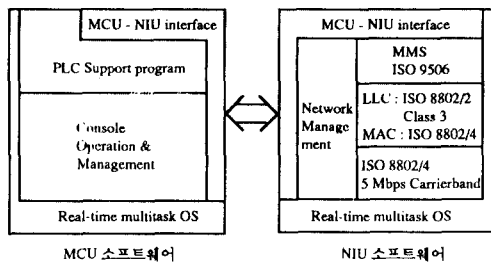


그림 7. GEM 소프트웨어 구조  
Fig. 7. GEM S/W structure.

GEM 개발시에 GEM에 연결시킨 시스템이 PLC이기 때문에 그림7에서는 PLC 지원프로그램만 표시되어 있으나, 연결대상 PD에 따라 응용소프트웨어

는 추가되어야 할 것이다.

실시간 운영체제는 프로세서와 무관하게 이식성이 높다는 점과, 실시간 응답에 중요한 요소인 컨텍스트 스위칭이 빠르다는 점, 그리고 개발환경이 비교적 간단하면서도 잘 갖추어져 있다는 점에서 VRTX를 채택하였다. 본 논문에서는 소프트웨어 중에서 Mini-MAP 접속장치의 핵심이 되는 네트워크 소프트웨어의 주요부분인 LLC와 MMS에 대하여 보다 자세히 기술하도록 한다.

### 1. LLC

GEM의 LLC는 ISO 8802/2 클래스 3의 부분집합으로서 Mini-MAP 규격에 명시된 조건을 만족한다. 따라서 SDU의 최대길이는 1kbytes 이고, 최소 3개의 LSAP을 지원하며, 타입 3 서비스는 ISO 8802/4 (Token Bus MAC)를 사용할 경우에 채택되는 간략화된 형태로 구현되었다. 또한, GEM의 특성상 긴요하지 않은 기능들을 제외하므로써 타입 3 서비스의 서비스 프리미티브중에서 DL\_DATA\_ACK 관련 프리미티브들만 구현하였으며, XID와 TEST는 타 노드의 명령에 응답만 하는 것으로 구현하였다.<sup>[10] [11]</sup>

GEM의 LLC는 실시간 데이터처리를 위하여 실시간 운영체제상의 타스크들로 구현되었으며, 그림8과 같이 6개의 타스크와 1개의 인터럽트 처리루틴으로 구성되어있다. 운영체제상에서 이들 타스크는 동일 우선순위의 타스크로 등록되어 있으며, 타스크간의 통신은 운영체제가 제공하는 큐를 이용하여 이루어진다. 인터럽트 처리루틴은 어셈블리어로 구현하였고

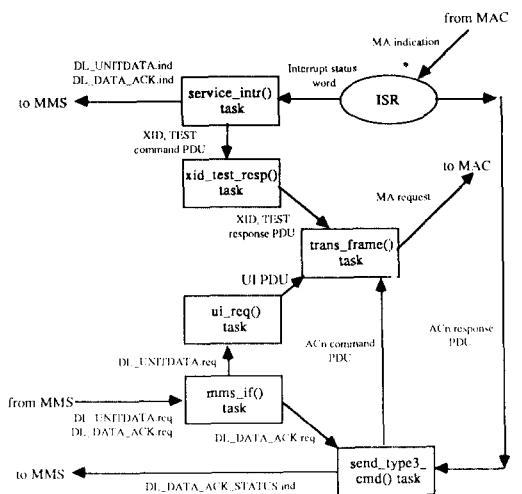


그림 8. LEE타스크들간의 데이터 흐름  
Fig. 8. Data flow among LLC tasks.

나머지 TASK들은 마이크로소프트 C언어로 구현하였다. 각 TASK의 기능은 다음과 같다.

mms\_if( ) TASK는 활성상태인 LSAP들을 검색하여, 상위계층(MMS)으로 부터의 pdu 설명자가 입력되어 있을 경우, 그 종류에 따라, 각각을 처리하는 TASK로 넘겨준다. 즉, 타입 1 서비스 요구(DL\_UNITDATA.req)일 경우 ui\_req() TASK에 pdu 설명자를 post 하고, 타입 3 서비스 요구(DL\_DATA\_ACK.req)일 경우 send\_type3\_cmd() TASK에 pdu 설명자를 post 한다.

ui\_req( ) TASK는 타입 1 서비스 프리미티브를 처리하는 TASK로서 상위계층으로 부터 받은 pdu와 LLC 데이터를 토큰버스 제어기가 요구하는 데이터 포맷인 프레임 설명자로 구성하여 trans\_frame( ) TASK로 넘겨준다.

send\_type3\_cmd( ) TASK는 타입 3 서비스프리미티브를 처리하는 TASK로서 상위계층으로

부터 받은 pdu와 LLC 데이터를 프레임 설명자로 구성하여 trans\_frame( ) TASK로 넘겨준후,

remote 노드로 부터의 응답 메시지를 받아서 데이터 전달이 에러없이 이루어진 것을 확인하고, 데이터 전송 결과를 pdu 설명자로 만들어 상위계층에 indication한다.

trans\_frame( ) TASK는 다른 TASK들이 네트워크상에 전송요구한 프레임들을 토큰버스제어기의 전송큐에 등록하고, 토큰버스제어기에게 전송요구 명령을 줌으로써 실제로 프레임이 타 노드로 전송되도록 한다.

service\_intr( ) TASK는 토큰버스제어기 인터럽트 처리루틴으로 부터 인터럽트 상태워드를 받아서 내용을 분석, 그에 해당되는 처리를 수행한다 이 TASK에서 처리하는 인터럽트는 데이터프레임 수신, 전송요구된 데이터 프레임의 전송완료, 데이터 수신시 사용되는 버퍼들 부족 등이 있다.

xid\_test\_resp( TASK는 타 노드로 부터 수신된 xid 또는 test 명령 프레임에 대한 응답프레임을 만들어 trans\_frame( ) TASK로 넘겨준다.

토큰버스제어기 인터럽트 처리루틴은 토큰버스제어기에 의하여 발생된 인터럽트중 긴급처리를 요하는 부분인 타입 3 명령에 대한 ack. 전송을 담당하며, 나머지 인터럽트들의 처리를 위하여 인터럽트 상태워드를 service\_intr( ) TASK에 넘겨준다.

### 2. MMS

MMS는 공장 환경에서 동작하는 PD들 간의 통신을 위한 프로토콜을 PD마다 각각 제정할 수 없기 때

문에 추상화된 모델인 VMD를 정의하고, 이 모델을 통해 MMS 서비스를 기술한다. MMS 서비스를 요구하는 시스템을 클라이언트(client)라 하고, 요구받은 서비스의 응답을 하는 시스템을 서버(server)라 한다. MMS의 VMD는서버를 모델링하여 제어나 모니터링을 위한 기능과 자원을 제공하고 있다.

본 MMS는 MAP3.0에서 분류하는 구현 클래스 MAP3를 실시간 응답을 고려하여 멀티 TASK 처리를 위한 실시간 운영체제 환경하에서 구현한다. 그러므로, 구현된 TASK 간의 메시지 전달 메카니즘은 큐나 메일을 이용한다. 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 그림9와 같이 User I/F, MMPM(Manufacturing Message Protocol Machine), ACM(Association Control Machine), Link layer I/F로 구성된다.

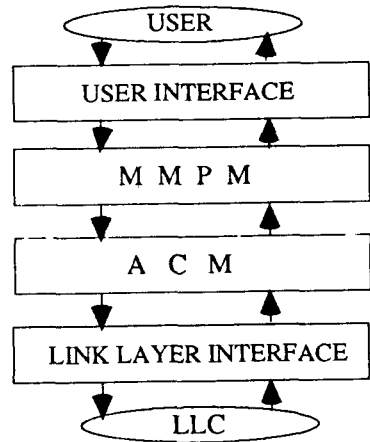


그림 9. MMS 모델  
Fig. 9. MMS model.

User I/F는 사용자와 프로토콜 머신 간의 중계 역할을 한다. 이 모듈의 function 명칭은 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 인코딩하거나 디코딩하여 ACM이나 사용자에게 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 프로토콜 머신으로, 데이터 링크 계층이나 MMPM으로부터 association 확립, 제어를 요구하는 서비스 프리미티브는 받으며, 두 모듈의 상호 작용으로 application association 의 확립, 제어를 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 데이터 링크 계층 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
    
```

### Ⅶ. 시험 및 고찰

GEM 시험을 위하여 그림10과 같은 Mini-MAP 네트워크를 실험실에 구축하였다.

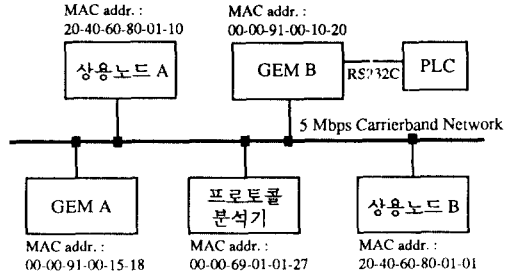


그림 10. 네트워크 시스템 구성  
Fig. 10. Network system configuration.

이 네트워크는 두개의 GEM 노드와 3개의 상용 MAP 보드를 사용한 노드 (이하 '상용노드'라 함)로 구성된다. 상용 노드중 1개는 IBM PC에 상용 MAP 통신 제어용 보드를 장착하여, 프로토콜 분석기로 수행된다.

표 1. 프로토콜 분석기에서의 LLC 계층의 메시지

Table 1. LLC message in the protocol analyzer.

Time	MSDU Size	Source	Destination	Frame Type	Data
14:10:20	1 4	204060800110	000091001020	Test Command	1
14:10:20	2 24	000091001020	204060800110	Test Response	21
14:10:23	3 4	204060800110	000091001020	Test Command	1
14:10:23	4 24	000091001020	204060800110	Test Response	21
14:10:30	5 42	204060800110	000091001020	Information	39
14:10:30	6 42	000091001020	204060800110	Information	39

표 2. 프로토콜 분석기에서의 MMS 계층의 메시지

Table 2. MMS message in the protocol analyzer.

Time : 15:10:20	MSDU Type : ul	204060800110 -> 000091001020	MSDU Size : 42
0	10 10 03 a8 25 80 02 02 00 81 01 05 82 01 05 83	.....%	
16	01 04 a4 16 80 01 00 81 03 05 e8 00 82 0c 03 fc	.....?	
32	00 00 3f 01 f4 00 00 01 02 00	.....	
Time : 15:10:30	MSDU Type : ul	204060800110 -> 000091001020	MSDU Size : 26
0	10 10 03 a8 15 02 01 01 a4 10 a1 se a0 0c 30 0a	.....0.	
16	a0 08 80 06 56 61 72 5f 30 31	..Var_01	
Time : 15:10:32	MSDU Type : ul	204060800110 -> 000091001020	MSDU Size : 26
0	10 10 03 a8 18 02 01 02 a5 13 a0 0c 30 0a a0 08	.....0.	
16	80 06 56 61 72 5f 30 31 a0 03 85 01 64	..Var_01...d	
Time : 15:15:20	MSDU Type : ul	204060800110 -> 000091001020	MSDU Size : 5
0	10 10 03 8b 00	.....	

이 프로토콜 분석기의 주요 기능은 네트워크 상에

교환되고 있는 모든 프레임들을 수신하여 각 OSI 계층별로 데이터를 분석하여 주기도 하고, 사용자가 원하는 데이터를 프레임으로 만들어 사용자가 지정한 노드에 지정된 시간간격으로 반복 전송하기도 한다. LLC 계층에서는 표1과 같이 시간, MSDU 사이즈, 발신 MAC 주소, 수신 MAC 주소, 프레임 타입, 데이터등을 모니터에 표시해 준다. 이 프로토콜 분석기는 LLC 타입 1까지 지원한다. 나머지 두개의 상용노드는 IBM PC에 MAP 통신제어용 보드를 장착한 동일 회사의 제품으로 구성되었다.

이 네트워크에서 GEM의 올바른 동작을 확인하기 위하여 LLC 레벨과 MMS 레벨에서의 통신시험을 수행하였다. 먼저 LLC 레벨의 시험은 타입 1 서비스용 프레임과 타입 3 서비스용 프레임을 GEM과 GEM간, GEM과 상용노드간에 일방통신 형태로 반복 전달하여, 프로토콜 분석기에 표1과 같이 표시된 통신이력과 송신측에서 전송한 데이터, 수신측에 수신된 데이터를 비교, 분석하였다. 시험결과 이들 모든 통신이 잘 수행됨을 확인하였다. MMS 레벨의 시험은 상용 노드 A를 client로, GEM B를 server로 하여 행하여졌다.

Client 노드는 server 노드에 접속된 PLC를 제어, 모니터링을 위하여 MMS 서비스 데이터를 전송한다. 송수신 데이터의 확인은 프로토콜 분석기에 표 2와 같이 전송 노드와 수신 노드의 번지, 인코드된 데이터가 표시되므로 이를 먼저 확인하고, 실제 동작여부는 MMS 서비스를 받은 PLC의 동작상태로 확인하였다.

Client가 GEM과 association을 확립하기 위해 initiate 서비스를 전송하면, GEM은 initiate 서비스를 확인하고 GEM의 시리얼 포트를 열어 PD의 접속여부를 확인하여 응답해 준다. 이때, client가 통신하고자 하는 GEM의 정보는 DIB에서 찾아서 사용한다. 정상적으로 initiate 서비스가 동작하여 시리얼 포트가 열리면 PLC 응용 프로그램을 동작시키기 위해, client가 start 서비스를 전송한다. PLC 응용 프로그램은 PLC에 미리 있는 것으로 download하지 않은 상태이다. GEM이 start 서비스를 받으면 PLC 응용 프로그램이 동작하게 된다. 이 응용 프로그램의 점점 데이터나 PLC 데이터를 읽고 쓰기 위해, client가 read, write 서비스를 전송하여 그 결과를 확인한다. 이런 서비스의 동작여부를 확인하고 conclude 서비스를 전송하여 association을 제거하면 GEM은 시리얼 포트를 제거한다. 위와 같은 일련의 MMS 서비스의 동작 확인으로 MMS가 잘 수행됨을 확인하였다.

## Ⅶ. 결론

국제표준 FA 네트워크 규격인 MAP3.0에 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 현장에서 가장 많이 활용되고 있기 때문에, MAP 기술의 실현 형태는 주로 PC bus용 네트워크 하드웨어와 소프트웨어로 공급되고 있다. 이와 함께 최근에는 MAP 기능의 I/O 모듈을 갖는 고급 PLC와 로봇의 예도 더러 볼수 있다.

본 연구에서는 이런 추세를 감안하여 PC에서 활용이 가능하며, 국내 실정에 적합할것으로 예상되는 Mini-MAP 구현 기술에 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 점, Mini-MAP 실시간 처리능력을 위해 모든 소프트웨어가 실시간 운영체제 하에서 운영되는 것, 소프트웨어가 전부 NIU에 ROM으로 장착되는 것을 들수 있으며, 또 설계한 하드웨어와 소프트웨어가 PC의 DOS 하에서도 큰 수정없이 활용이 가능하다는 점 등이다.

한편 FA 네트워크 환경에서 목표한 GEM의 주된 역할은 전체공장을 관장하는 네트워크와 각종 PD가 상호 데이터 교환이 가능하도록 하는 것이다. 본 연구가 완료된 현 시점에서 GEM의 시리얼 포트를 통해 4개의 PLC를 접속하여 원격제어하고 있음을 볼 때, 각종 프로그래머블 디바이스에 MAP 기능이 탑재되기 이전의 과도기적 접근방법으로서의 가능성을 확인했다.

하드웨어 개발분야는 PCB와 GEM 프로토타입 제작으로 시험, 완료되었으며, 소프트웨어 시험을 위해서는 레벨별 시험을 행했다. LLC 레벨에서는 프로토콜 분석기를 사용하여 GEM에서 데이터 프레임이 제대로 만들어 지는지를 확인하였으며, 또 GEM이 수신할 프레임을 만들어 GEM의 메시지 수신기능을 확인했다. MMS 레벨에서의 시험은 각 서비스별로 GEM간의 통신이 이루어 짐을 확인한 후, 이미 적합성 인정을 받은 상용 MMS 모델과의 통신실험을 통해 간접적으로 적합성을 입증하였다. 앞으로 본연구에서 구현한 멀티 태스크 실시간 운영체제에서 구동되는 MMS 서비스 처리능력과 DOS 환경에서 단일 태스크로 가동되는 MMS 서비스의 처리능력을 상호

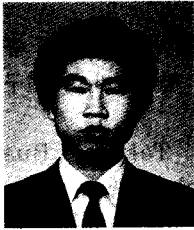


비교분석해 보는 것도 의미 있는 일이라 여겨지며, MAP 네트워크를 구현하려는 사람들에게 참고가 되리라 생각된다. 또 MAP 적합성 시험을 국제적으로 시험하고 인정하는 기관을 통해 본 구현결과의 기능과 성능을 직접 공인받아야 할 것이다. 본 연구결과가 국내 산업계의 자동화에 일조할 것으로 기대한다.

#### 參 考 文 獻

- [ 1 ] Andrew Kusiak and Sunderesh S. Heragu, "Computer Integrated Manufacturing: A Structural Perspective," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, May. 1988.
- [ 2 ] Asok Ray, "Networking for Computer Integrated Manufacturing," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, May. 1988.
- [ 3 ] L. J. McGuffin, L. O. Reid and S. R. Sparks, "MAP / TOP in CIM Distributed Computing," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, May. 1988.
- [ 4 ] Vincent C. Jones, "MAP/TOP Networking: A Foundation for Computer Integrated Manufacturing," McGraw-Hill Inc., 1988.
- [ 5 ] 채영도 외, "CIM을 위한 표준 네트워크 시스템 개발," 연차보고서, 과학기술처, 1992.
- [ 6 ] GM Task Force, "Manufacturing Automation Protocol Specification V3.0 Implementation release," GM corp., 1987.
- [ 7 ] 정하재 외, "Mini-MAP 접속장치의 설계 규격서," TM92-KET15255, 한국전자통신연구소, 1992.
- [ 8 ] Motorola, "MC68824 Token Bus Controller User's Manual," 1989.
- [ 9 ] Intel, "Embedded Controller Handbook," Volume 2, Intel Data Book, 1988.
- [ 10 ] IEEE Standard 802.4 Token-passing Bus Access Method, IEEE, Mar. 1985.
- [ 11 ] IEEE Standard 802.2 Logical Link Control, IEEE, Mar. 1985.
- [ 12 ] ISO 9506 Manufacturing Message Specification part 1 : Service Definition, ISO, 1990.
- [ 13 ] ISO 9506 Manufacturing Message Specification part 2 : Protocol Specification, ISO, 1990.

著 者 紹 介



金 鉉 基(正會員)

1963年 2月 15日生. 1986年 2月  
경북대학교 전자공학과 학사.  
1988年 2月 경북대학교 전자공학  
과 석사. 1988年 2月 ~ 현재 한  
국전자통신연구소 병렬처리연구실  
선임연구원. 주관심분야는 FA용  
네트워크, 멀티미디어, 디지털 신호처리 등임.



李 鎰 佑(正會員)

1961年 6月 26日生. 1983年 2月  
경북대학교 전자공학과 학사.  
1985年 2月 경북대학교 전자공학  
과 석사. 1985年 3月 ~ 현재 경  
북대학교 대학원 전자공학과 박사  
과정중. 1985年 1月 ~ 현재 한국  
전자통신연구소 병렬처리연구실 선임연구원. 주관심  
분야는 병렬분산처리, 멀티미디어 데이터처리, LAN  
등임.



河 正 炫(正會員)

1958年 4月 1日生. 1981年 2月  
부산대학교 전자공학과 학사.  
1983年 2月 부산대학교 전자공학  
과 석사. 1984年 5月 ~ 현재 한  
국전자통신연구소 병렬처리연구실  
선임연구원. 주관심분야는 LAN,  
멀티미디어 등임.



鄭 夏 宰(正會員)

1957年 10月 10日生. 1981年 2月  
경북대학교 전자공학과 학사.  
1983年 2月 경북대학교 전자공학  
과 석사. 1993年 7月 공업계측제  
어기술사 취득. 1983年 3月 ~ 현  
재 한국전자통신연구소 병렬처리연  
구실 선임연구원. 주관심분야는 FA 표준 네트워크,  
멀티미디어 데이터처리 등임.



蔡 榮 都(正會員)

1951年 2月 24日生. 1977年 2月  
경북대학교 전자공학과 학사.  
1991年 2月 경북대학교 전자공학  
과 석사. 1977年 2月 ~ 현재 한  
국전자통신연구소 병렬처리연구실  
실장. 주관심분야는 멀티미디어  
컴퓨터, 공장자동화시스템 등임.