

論文 91-28A-10-1

## 생산자동화 네트워크를 위한 MMS 프로토콜에 관한 연구

## (A Study on the MMS Protocol for Factory Automation Network)

姜 文 植\*, 高 佑 坤\*, 朴 政 用\*, 李 相 培\*

(Moon Sik Kang, Woo Gon Koh, Mignon Park, and Sang Bae Lee)

## 要 約

생산 환경에서 구축되는 프로그래머블 디바이스간의 통신 네트워크 프로토콜인 MAP은 공정작업에서 요구되는 작업들을 여러 스테이션들이 분담하여 수행하기 위한 작업전송 서비스를 갖추어야 하며, 이를 정의하는 응용계층 프로토콜이 MMS이다. 본 논문에서는 실제 환경에서 빈번히 발생하는 작업 환경을 모델링하고 이에 필요한 사용자의 프로토콜을 설계한다. 작업전송에 필요한 서비스는 호환성과 확장성을 제공하기 위하여 각 기능에 따라 모듈별로 설계한다.

여러개의 프로그램을 순차적으로 호출하여 수행하는 복잡한 공정에도 적용 가능하도록 도메인과 프로그램을 복수로 저장하는 방식을 취한다. 구현된 프로토콜의 논리적 타당성을 보이기 위하여 응답자 스테이션의 응용계층을 대상으로하는 지역적응성 검사를 수행한다. 공정작업을 모델링하여 각 서비스 모듈별로 입, 출력 프리미티브를 통하여 타당성을 검증한다.

## Abstract

A communication network protocol among programmable devices built-in manufacturing field, MAP (Manufacturing Automation Protocol), has to provide the Job Transfer Service carrying out a lot of jobs distributively, and the MMS (Manufacturing Message Specification) defines the above application layer protocol. In this paper user software required in job transfer was implemented. So as to provide each service with compatibility and extension, each module was designed according to the functions.

A method is selected in double-assigning their domain and program applicable even in complex process, which loads and proceeds several programs sequentially. In order to confirm the logical validity of the designed protocol, local applying test is accomplished for the application layer of response station. Modelling the job flow process, each service module is verified with the I/O primitives.

## I. 서 론

\*正會員, 延世大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)  
接受日字: 1990年 12月 31日

오늘날 생산규모의 확대에 인한 프로그래머블 디바이스 사이의 정보공유 및 각 공정들간의 자원공유가 요구되면서 이를 지원할 수 있는 생산 자동화 전

용 네트워크에 대한 욕구는 점점 증가해 왔으나 프로그래머블 디바이스의 통일된 통신규격이 없었기 때문에, 시도된 프로토콜 마다 각자의 통신방식을 제안하여 외부 네트워크와의 접속에 있어 많은 문제점을 지니고 있다. 이러한 상황에서 미국 GM(general motors)사는 자사의 프로그래머블 디바이스를 접속하기 위한 목적으로 전용 네트워크 프로토콜의 연구를 시작하여, 1980년초 LAN의 성격을 갖는 MAP을 발표하였으며, 이는 기존의 거의 모든 통신 네트워크가 채택하고 있는 OSI(open systems interconnection) 7계층 구조를 따르고 있어서 다른 네트워크와의 폭넓은 접속 호환성을 제공할 수 있으며, 프로그래머블 디바이스 제작자에게도 통신 방식의 합리적인 표준화 근거를 제시할 수 있다. MAP의 하위계층은 ethernet으로 대표되던 CSMA/CD 계열의 사무 자동화를 위한 LAN과는 달리 실시간 전송, 잡음이 많이 존재하는 생산환경에서의 동작, 네트워크 스테이션의 추가, 갱신의 용이성을 제공하기 위하여 IEEE 802.4 토큰패싱버스 방식을 채택하고 있다.<sup>2)</sup>

MAP의 응용계층은 사용자와 직접 인터페이스되는 계층으로서 사용자 프로그램을 동작시키고 하위계층으로 전달하는 기능을 담당하게 된다. 응용계층의 서비스는 작업전송을 지원하기 위하여 정적 데이터의 전송외에도 프로그램, 변수, 파라미터, 작업결과 등과 같은 동적 특성을 갖는 데이터를 송수신하는 기능을 포함하게 되며 이를 MMS가 담당한다.

본 논문은 MAP의 응용계층 프로토콜의 중추적 기능을 수행하는 MMS 서비스를 분석하고, 응용계층간의 동계층 통신(peer communication)만을 고려하여 각 서비스 그룹의 상태 전이도에 의해 작업전송 프로토콜을 구현하고, 구현된 프로토콜의 논리적 타당성 지역적응성 검사방식에 의해 검증하였다.

## II. 통신 프로토콜

### 1. 네트워크의 계층 구조

네트워크 스테이션은 통신 사용자간의 상호인식이 가능하고 오류가 없는 정보교환을 위해, 필요한 기능들을 모듈화시켜 계층적으로 구성한다. 계층구조의 대표적인 예가 ISO의 OSI-7 계층 구조로서, 이 방식은 네트워크에서의 실제 통신을 위한 패킷, 프레임을 생성하고 이를 변조시켜 물리회선을 통해 전송하는 하위 3개의 계층과, 사용자가 인식 가능한 형태로 정보를 변환하고, 네트워크 전체 혹은 스테이션에 대한 감시 및 관리기능을 수행하는 상위 4개 계층으로 구성된다. (N)동계층 프로토콜은 (N-1)계층 이하를 이상적으로 가정하고, 요구자 스

테이션의 (N)계층과 응답자 스테이션의 (N)계층 간의 가상회선을 통한 통신 메카니즘을 정의한다.

OSI-7계층 구조는 포괄적인 구조로서 대부분의 네트워크에서 잘 적용될 수 있지만, 스테이션의 수가 적고, 모든 스테이션들이 버스나 링과 같은 하나의 공통회선만을 갖고, 고속의 통신을 수행해야 하는 지역망의 경우는 하위 계층구조를 대형 네트워크와는 다른 방식으로 구현해야 한다. IEEE(institute of electrical and electronics engineers) 802계열의 규격이 지역망의 하위 계층구조를 정의한다. IEEE 802의 계층구조는 OSI의 물리계층과 데이터 링크 계층을 다시 물리계층과 매체제어 계층(MAC:media access control) 및 논리 링크 제어 계층(LLC : logical link control)의 세개의 준계층으로 분리한다.<sup>3)</sup>

여러개의 LAN이나 WAN에 걸친 종단간에 있어 비연결 전송을 실현하는 것이 MAP의 네트워크 계층이며, ISO의 CLNS(connectionless network service)를 채용하고 있다. LAN이나 WAN(X.25등)에 걸친 전송 또는 CLNS의 전 기능을 사용하는 전송일 때에는 CLNS에 완전히 적합한 프로토콜을 사용해야 하나, 동일한 LAN에서의 한정된 기능밖에 사용하지 않는 전송에는 CLNS의 일부 기능을 사용함으로써 현저하게 효율의 향상을 꾀하고 있다.

노드 사이에서 데이터를 명확하고 더구나 신뢰성 있게 전송하는 것이 트랜스포트 계층의 역할이다. MAP에서는 두, 세가지 점을 제외하고 ISO의 Class 4에 일치하는 NBS의 Class 4를 채용하고 있다. Class 4는 가장 크고 복잡한 Class이며 패킷의 분실, 중복, 순서 이상, 데이터화 등의 에러를 검출하여 회복하기 위한 제어기능, 다중화 기능, 분류 기능을 가지고 있다. 에러 검출과 회복을 트랜스포트 계층에서 일괄하여 취급함으로써 네트워크 계층 이하를 간단히 하여 효율향상을 꾀하고자 하는 TCP/IP 등과 같은 발상이다.

표 1. 계층별 MAP 규격과 OSI 계층  
Table 1. MAP specification and OSI layer.

OSI 계층	계층 이름	MAP 규격
계층 7	APPLICATION	ISO CASE Kernel, ISO FTAM, NM
계층 6	PRESENTATION	ISO Presentation Kernel
계층 5	SESSION	ISO Session Kernel
계층 4	TRANSPORT	ISO/NBS Transport Class 4
계층 3	NETWORK	ISO Connectionless Network Service
계층 2	DATA LINK	IEEE 802.2 Class 1,3
계층 1	PHYSICAL	IEEE 802.4 토큰 버스

세션계층은 전이중 BCS(basic combined subset), 즉 세션의 커늘 기능만이 채용되고 있다. 이는 MAP의 응용계층에 CASE 커늘과 FTAM과 같은 부기능만이 있고, 이 범위에서는 BCS만을 필요로하기 때문이다. 표현 계층은 ISO의 표현계층 커늘만을 필요로 한다.

## 2. 응용 계층

응용계층은 네트워크의 외부 사용자, 즉 사용자의 응용 프로그램이나 프로그래머를 디바이스와 인터페이스되고 이들로 부터 받은 정보를 프레젠테이션 계층으로 전달하는 기능을 담당한다. 응용계층은 응용 회선을 설정하거나 해제하는 ISO DIS 8649, 8650 ACSE(association control service element)의 상위에 특정응도에 이용되는 준계층이 위치한다. MAP 응용계층에 포함되는 특정응도 프로토콜은 다음과 같다.

### - 네트워크 관리(NM;network management)

하위계층 만의 서비스로는 제공될 수 없는 전체적인 네트워크에 대한 관리를 제공한다. 네트워크에서 전송되는 모든 정보들을 수집, 분석하여 네트워크의 구성 상태 관리, 오동작 상태로부터의 회복 및 사용자에 의해 정의된 성능의 유지등의 기능을 수행하며, ISO DP 9595 서비스와 ISO DP 9596 프로토콜을 따른다.<sup>117)</sup>

### - 디렉토리 서비스(DS;directory service)

네트워크에 접속되는 물리적 혹은 논리적 자원들의 명칭, 속성을 생성하고 관리한다.<sup>117)</sup>

### - 파일 전송 및 관리(File Transfer Access and Management)

파일 형태로 구성된 정보를 생성시키거나, 삭제, 내용갱신, 레코드 처리 및 전송 서비스를 제공한다. 트리 구조를 갖는 가상화일스토어와 가상화일 및 사용자에 의해 직접 조작되는 실제 화일의 세가지 요소로 구성된다.

### - 공장 정보서비스(Manufacturing Message Specification)

프로그래머를 디바이스 통신 네트워크는 화일이나 데이터의 전송기능도 필수적으로 지녀야 하지만, 하나의 스테이션에서 처리하는 작업에는 한계가 있기 때문에 작업을 다른 스테이션에 의뢰하고 임출력만을 처리하거나 작업에 필요한 프로그램이 다른 스테이션에 저장되어 있을 경우 이를 호출하여 사용하여야 하는 경우가 빈번하게 발생한다. 화일, 사용자 데이터처럼 네트워크 사용자가 단순히 Read/Write 기능만 수행할 수 있는 데이터를 정적 데이터, 프로그

램, 명령어와 같이 데이터를 사용자가 액세스하여 적절한 동작을 수행하는 데이터를 동적 데이터, 동적 데이터 전송에 의한 작업의 분산처리를 작업전송이라 정의한다.<sup>117)11)</sup>

## 3. MAP 스테이션의 계층 구현 방식

MAP 스테이션은 계층 구현 방식에 의해 Full-MAP, Mini-MAP, MAP/EPA(MAP/Enhanced performance architecture)로 분류되며, 본 논문에서는 Mini-MAP을 고려하였다. 이는 소형 네트워크에서 저렴한 비용으로 디바이스간의 실시간 통신이 가능하도록 네트워크, 트랜스포트, 세션 및 프레젠테이션 계층을 생략시켜 계층내에서의 처리 지연 시간을 감소시키고 신호전송 방식도 단일 채널의 5Mbps의 캐리어밴드를 사용한다. 그러나 스테이션의 수가 증가하게 되면 통신량의 증가로 인한 지연이 많이 발생하고 용량부족 문제가 발생될 수 있다. 현재는 대부분 실시간 처리가 가능한 Mini-MAP 방식이 주로 채택되고 있다.<sup>11)</sup>

## III. MMS 서비스

MMS는 공장 자동화 네트워크의 핵심적인 프로토콜로서, 특히 Mini-MAP의 경우 FTAM, NM 및 DS의 서비스를 생략하고 이의 기능의 일부를 MMS가 분담하게 되며 LLC와 직접 접속된다. MMS의 주된 기능은 사용자인 프로그래머를 디바이스간의 공정 분산처리를 위한 통신 명령을 제공한다. MMS의 스테이션간의 프리미티브 교환은 서비스 방식에 의해 응답형 서비스, 비응답형 서비스, 거부형 서비스로 분류된다.

### 1. MMPM의 구현

본 논문에서 구현되는 MMS는 IBM PC를 호스트로 사용하는 Mini-MAP 네트워크를 대상으로 한다. 호스트 컴퓨터는 오퍼레이팅 시스템으로 MS-DOS를 사용하며, 구현된 MMS 소프트웨어는 C언어의 라이브러리 형태로 작성되어 사용자의 프로그램이 이를 자신의 응용 프로그램과 링크시켜 수행하도록 하였다. 소프트웨어의 역할은 사용자의 요청을 MMS PDU로 조합하거나 LLC로부터 전달되는 메세지를 해석하고, MMPM의 기능을 수행하여 MMS의 서비스를 제공하는 것이다. 또 비토큰 패싱 스테이션과의 통신을 위하여 응답획득 서비스요소도 구현한다.

CLOSED 상태에서 사용자로부터 initiate.request 프리미티브를 받으면 MMPM은 널 데이터를 가지는 L\_DATA\_ACK.request 프리미티브를 LLC에게 전

송하여 재동기를 요청한다. 이 요청이 성공하면 연결의 설정을 시도한다. MMPM의 각 상태는 확인형 서비스의 요청과 응답, 비확인형 서비스의 요청과 응답을 관리하는 부분으로 구성된다. MMPM은 비토콘 패싱 스테이션과의 통신을 수행하는 부분을 포함하며, 이 경우에 응답획득 서비스요소의 도움을 필요로 한다. MMPM이 서비스의 관리를 할 때는 서비스의 요청이 명시적 응용연결을 이용하는 것인지, 무연결 통신을 이용하는 것인지를 구별해야 한다. 두가지 통신 방법을 모두 포함하는 경우에는 각각을 구별하기 위하여 LSAP을 이용한다. 즉 두 가지의 통신에 다른 LSAP을 할당하여서, 이 LSAP으로 각각을 구별하게 한다. 메시지가 명시적 응용 연결을 위해 할당된 LSAP을 통하여 수신되었을 때, 요구된 연결이 이미 존재하거나 그 메시지가 연결을 설정하기를 요청하는 것이 아니라면, Reject PDU를 전송하여 그 메시지를 거부한다. 즉 명시적 연결의 context 내에 전송된 메시지는 그러한 연결이 없이는 받아들여지지 않는다. 각 LSAP에는 고정된 수의 버퍼를 할당하여 두며, LLC의 타입3를 이용하는 PDU를 수신하는 경우에는 MMPM이 처리할 때까지 이 버퍼에 저장하게 한다. MMPM이 버퍼에 저장된 메시지를 처리하지 못한 상태에서 버퍼가 가득 차게 되면 더 이상의 메시지를 수신하지 않고, LLC가 전송자에게 "UN"상태 코드를 반환한다."

2. 가상 디바이스

MMS 통신 사용자인 프로그래머블 디바이스를 기능에 의해 두개의 유니트로 가정한다. 즉 통신 기능만을 담당하는 가상적인 디바이스 (VMD:virtual manufacturing device)와 공정작업을 수행하는 실제 디바이스(RMD:real manufacturing device)로 구성한다. MMS는 통신 사용자인 VMD간의 데이터와 작업전송을 정의한다. VMD는 응용 프로세스 내부에 존재하며 그림 과 같은 개념적인 구조를 갖는다.

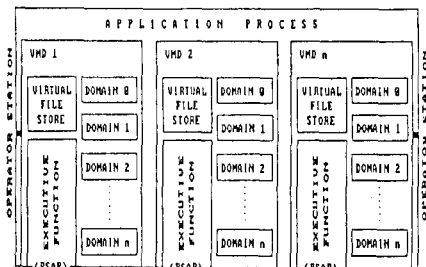


그림 1. VMD의 구조  
Fig. 1. VMD architecture.

3. 작업전송 서비스 그룹

1) Context 관리 서비스 그룹

환경설정 서비스는 통신을 원하는 스테이션을 MMS 환경으로 가입시키는 기능을 제공하며, 환경해제 서비스는 작업전송을 종료한 스테이션을 MMS 환경으로 부터 탈퇴시키는 서비스를 제공하는데 이는 응답형 서비스로서 이미 전송중인 데이터에 대해서는 유실이 없는 전송을 보장한다. ABORT 서비스는 작동되고 있는 스테이션을 MMS 환경으로 부터 긴급 탈퇴시킨다.

2) 도메인 관리 서비스 그룹

도메인은 사용자의 요구에 의해 특정 목적으로 사용되는 VMD 내부의 고정 영역으로서, 도메인을 사용자 메모리에 로딩하고, 도메인이 설정하는 프로그램 호출하는 과정을 거쳐 공정작업이 개시된다. 여기에는 로딩 초기화, 로딩종료, 데이터 분할, 프로그램 삭제, 도메인 해제와 같은 서비스가 있다.

3) 프로그램 수행 서비스 그룹

도메인으로 부터 로딩된 프로그램을 실제 작업으로 운영하는 서비스를 제공하며, 여기에는 프로그램 선택, 수행개시, 수행정지, 수행재개, RESET, KILL, 프로그램 해제 등이 있다.

IV. 시스템 모델링

사용자인 프로그래머블 디바이스간의 공정 분산처리를 위한 MMS는 작업 전송 서비스와 지원 서비스로 분류될 수 있으며, 실제의 생산환경에서는 작업 전송 서비스가 주로 발생하므로 이에 대한 설계를 수행하였다. 따라서 구현된 MMS 모델은 요구자 스테이션의 서비스 의뢰를 응답자 스테이션에서 수행하는 원격제어 시스템이다. 요구자 스테이션의 사용자는 응답자 스테이션에 프로그램과 변수들을 전송하고 응답자 스테이션은 요구자 스테이션의 통신 명령에 의해 도메인을 설정하고 프로그램을 수행한 뒤 결과를 요구자 스테이션에 보고한다.

작업 전송은 다음의 순서로 진행된다.

- 양단 스테이션의 Context 설정
- 프로그램 수행에 필요한 도메인 설정
- 프로그램 호출 및 수행
- 프로그램 삭제
- 도메인 해제
- Context 해제

1. 스테이션의 동작 알고리즘

시스템 모델로부터 스테이션의 동작 알고리즘을 설계하면 다음과 같다. 사용자로부터 입력된 서비스

프리미티브는 Request와 Response, 두 가지가 될 수 있다. 응용계층은 사용자에 의한 Request가 입력될 경우 요구자 스테이션으로, response일 경우 응답자 스테이션으로 동작하게 된다. 응답형 서비스에서 각각의 경우에 사용한 알고리즘을 다음에 보인다. 비응답형 서비스의 경우에도 response와 confirm이 생략되는 점을 제외하면 동일하다.

알고리즘 1. 요구자 스테이션

입력 프리미티브: XXXX.REQUEST (사용자로부터)  
 XXXX.CONFIRM (SAP로부터)  
 출력 프리미티브: XXXX.CONFIRM (사용자에게)  
 XXXX.REQUEST (SAP에게)

- STEP 1. IF (INPUT=REQUEST FROM USER)THEN GOTO STEP2  
 IF (INPUT=CONFIRM FROM SAP)THEN GOTO STEP4  
 ELSE GOTO ALGORITHM2
- STEP 2. 서비스 요구 전송  
 OUTPUT=REQUEST TO SAP
- STEP 3. 응답 대기  
 SAP로 부터 응답 PDU가 수신될 때까지 대기
- STEP 4. 응답 수신, 검색  
 IF (INPUT=CONFIRM.SUCCESS FROM SAP)THEN  
 GOTO STEP5  
 IF (INPUT=CONFIRM.FAIL FROM SAP)THEN  
 GOTO STEP6
- STEP 5. 서비스 모드 가입  
 서비스 모드로 초기화
- STEP 6. 응답 보고  
 OUTPUT=CONFIRM TO USER
- STEP 7. 서비스 개시

알고리즘 2. 응답자 스테이션

입력 프리미티브: XXXX.INDICATION (SAP로부터)  
 XXXX.RESPONSE (사용자로부터)  
 출력 프리미티브: XXXX.RESPONSE (SPA에게)  
 XXXX.INDICATION (사용자에게)

- STEP 1. 프리미티브 수신  
 IF (INPUT=INDICATION FROM SAP)THEN GOTO  
 STEP 2  
 IF (INPUT=RESPONSE FROM USER)THEN GOTO  
 STEP 4  
 ELSE GOTO ALGORITHM 1
- STEP 2. 서비스 요구 보고  
 OUTPUT=INDICATION TO USER
- STEP 3. 응답 대기  
 USER로 부터 응답 PDU가 수신될 때까지 대기
- STEP 4. 응답 수신, 검색  
 IF (INPUT=RESPONSE SUCCESS FROM USER)THEN  
 GOTO STEP 5  
 IF (INPUT=RESPONSE.FAIL FROM USER)THEN  
 GOTO STEP 6
- STEP 5. 서비스 모드 가입  
 서비스 모드로 초기화
- STEP 6. 응답 보고  
 OUTPUT=RESPONSE TO SAP
- STEP 7. 서비스 개시

2. 스테이션의 상태천이

프로토콜 소프트웨어의 각 서비스 모듈은 MMS에서 규정하는 서비스 가운데 스테이션은 입력 PDU에 따라 모듈을 선택하고 적당한 상태로 자신을 천이한 뒤, 출력 PDU를 사용자 혹은 네트워크로 전송한다.

Context 관리 서비스는 INIT의 요구(Request or Indication)에 대한 응답(Response or Confirm)을 발생시켜 MMS 환경으로 가입되고 작업 전송이 종료되면 CONC 요구를 받아 MMS 환경으로부터 탈퇴시킨다. MMS 환경에 가입되면 Domain 관리 서비스에 의해 다운로드를 하고 프로그램 수행 서비스가 수행된다. 이 서비스가 종료되면 Domain 관리 그룹으로 천이되어 Domain을 해제하고 Context 관리 서비스로 천이된다.

3. LLC와의 접속

LLC 이하의 계층으로는 본 연구실에서 설계, 제작한 망 접속기를 대상으로 하였다. 모토롤라의 MC 68824TBC를 이용하여 설계된 망 접속기는 하드웨어와 ROM상의 프로그램으로 MAC 계층 이하를 실현하며, 어셈블리어로 작성된 LLC의 소프트웨어가 MAC 계층에 접속된다. MMS와 LLC는 망접속기상의 공유 메모리를 통하여 데이터를 주고 받으며, 전송하는 데이터가 있을 때에는 상대방에게 인터럽트를 거는 방식을 사용한다.

IEEE 802.2-2에 의하면 목적지 SAP(DSAP)의 형식은 그림2와 같다.

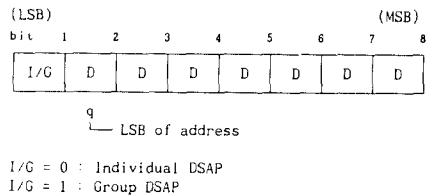


그림 2. DSAP의 형식  
 Fig. 2. DSAP format.

I/G 비트가 "0"이면 개개의 SAP을 가리키고, "1"이면 복수의 SAP을 가리키게 된다. 특히 모든 비트가 1이면 LLC 엔티티에 의해 서비스되는 모든 SAP을 가리키게 된다. 주소 "01000000"과 "11000000"은 스테이션에서의 LLC 부계층 관리 기능을 위한 개별 주소(individual address)와 그룹 주소(group address)를 가리킨다. 그리고 비트 2가 "1"인 주소는 IEEE 802 표준안이 예약하고 있다. 비

트2가 "0"이면, 사용자가 부여가능한 주소이다. MAP 표준안에서는 LSAP 18(hex), LSAP19(hex)의 두 LSAP을 예약하고 있다. DA로는 48비트의 MAC 계층 주소를 사용하도록 하고있다.REQUEST TYPE / INDICATION TYPE은 LLC 서비스 타입을 지정한다. REQUEST TYPE의 "4"의 값은 RWR 데이터 준비를 요청한다.

V. 모의실험 및 결과 고찰

1. 실험 모델

구현된 소프트웨어의 적합성을 시험하기 위해서 모의실험을 통하여 MMPM에 전달되는 프리미티브와 그 프리미티브에 관련된 MMPM과 LLC의 접속 부분의 데이터 흐름을 검사하였다. MMPM은 할 상태에서 MMS 사용자, LLC, 응답 획득요소, 네트워크 관리에서 들어오는 입력을 동시에 조사하여야 한다.

그림3은 모델로 삼은 작업과정의 일부를 나타내며, 이러한 작업은 도메인 관리 서비스의 다운로드의 예로써, MMS 클라이언트가 MMS 화일서버에게서 도메인을 로드하라고 MMS 서버에게 요청하고, MMS 서버는 요청받은 작업을 수행하는 것이다. MMS 서버는 MMS 화일서버에게 도메인의 다운로드를 요청하고, 복수의 downloadsegment. request를 통하여 원하는 도메인을 다운로드한 뒤 MMS 서비스를 통하여 작업을 완료한다. 프리미티브의 검사는 MMS 서버를 대상 스테이션으로 했으며, 모의실험에서 부여한 각 스테이션의 MAC 주소와 SAP은 그림2와 같다.

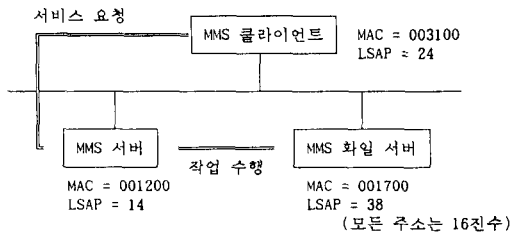


그림 3. 모의 실험모델  
Fig. 3. Simulation test model.

2. 결과 및 고찰

MMS와 LLC의 사이에 전달되는 데이터는 접속 부분에서 표2와 같은 형식으로 전달된다. 표 2에 보인 접속 부분의 데이터 영역에는 MMS PDU가 들

표 2. 모의실험 결과

Table 2. Simulation result.

HACT BACT	LLC-MMS 접속부			MMS 메시지		
	SSAP LSAP	DSAP RSAP	DA RA	MMS PDU	Service	U
4241	14	24	003100	09	FF	
4141	14	24	003100	08	FF	
4241	14	24	003100	00	34	
4141	14	38	001700	00	32	
4241	14	38	001700	00	26	
4141	14	38	001700	01	27	
4141	14	38	001700	00	27	
4241	14	38	001700	01	27	T
4141	14	38	001700	00	27	
4241	14	38	001700	01	27	F
4141	14	38	001700	00	28	
4241	14	38	001700	01	28	
4241	14	38	001700	01	32	
4141	14	24	003100	01	34	
4241	14	25	003100	00	38	
4141	14	24	003100	01	38	
4241	14	24	003100	00	40	
4141	14	24	003100	01	40	
4241	14	24	003100	00	44	
4141	14	24	003100	01	44	
4241	14	24	003100	00	44	
4141	14	24	003100	01	44	+
4241	14	24	003100	00	39	
4141	14	24	003100	01	39	
4241	14	24	003100	00	72	
4141	14	24	003100	01	72	
4241	14	24	003100	00	73	
4141	14	24	003100	01	73	T
4241	14	24	003100	00	73	
4141	14	24	003100	01	73	F
4241	14	24	003100	00	74	
4141	14	24	003100	01	74	
4241	14	24	003100	00	77	
4141	14	24	003100	01	77	T
4241	14	24	003100	00	77	
4141	14	24	003100	01	77	F
4241	14	24	003100	00	75	
4141	14	24	003100	01	75	
4241	14	24	003100	00	76	
4141	14	24	003100	01	76	
4241	14	24	003100	11	FF	
4141	14	24	003100	12	FF	

어가게 된다. MMS에서 실제의 PDU는 ASN.1으로 엔코딩 된다. 하지만 이 검사 모델에서는 서비스의 상태천이를 쉽게 확인하기 위하여 각 PDU에 대해 간단한 형식의 값만을 출력하도록 하였으며, MMS

서버에서의 결과를 표2에 보인다. 여기서 오른쪽 부분이 MMS 메시지를 나타낸다. 표2의 "MMS PUD"항은 ISO DIS 9506에서 ASN.1으로 정의된 MMS-pdu의 태그값이고, "Service"항은 "MMS PDU"항에서 선택된 각 서비스 프리미티브의 태그 값을 나타낸다. 또한 "U"항은 MoreFollws 파라미터를 가지는 서비스의 경우에 그 값을 True=T 혹은 False=F로 보이며, +와 -는 각각 response가 허락한 경우와 그렇지 않은 경우를 나타낸다. 각 항에서 "FF"의 값은 해당하는 값이 없는 경우이다.

표2에서는 MMS와 LLC의 접속부 중에서 시뮬레이션에 필요한 항목만을 나열하였다. LLC 이하에서 어러있는 경우만을 고려하여 status는 항상 OK="0000"하고, 논리링에 속해있는 개개의 스테이션 사이에서 이루어지는 통신을 가정했다. 위 결과에서 MMS 서비스가 정상적으로 이루어짐을 알 수 있다.

## VI. 결 론

사용자와 응용계층의 접속은 응용계층만이 내포하게 되는 특수한 서비스로서 사용자의 요구 내용과 범용 컴퓨터 혹은 프로그래머블 디바이스와 같은 사용자의 형태 및 네트워크의 용도에 따른 많은 차이를 지니게 된다. 이는 필연적으로 하드웨어 보다는 소프트웨어에 더욱 의존하게 되며, 이로 인하여 응용계층의 프로토콜은 일반적인 표준화가 불가능하며, 사용자의 요구와 특성에 따른 별개의 서비스 프로토콜로서만 정의된다. 본 연구의 대상인 생산 자동화를 위한 네트워크는 기존의 범용 컴퓨터를 이용한 화일 형태의 정적 정보전송 프로토콜과는 달리 교환되는 프로그램 및 작업의 동적 특성으로 인하여 보다 복합적인 응용계층의 기능이 요구된다.

본 논문에서는 MAP 스테이션 모델중 실시간 통신이 가능한 것으로 알려진 Mini-MAP을 위한 응용계층 프로토콜로서 MMS를 구현하였다. 구현 대상인 Mini-MAP 모델은 호스트 컴퓨터를 IBM PC로 하고, MMS는 MS-DOS 상에서 수행될 수 있는 서비스를 제공한다. 구현된 프로토콜을 서비스 응답자 스테이션의 관점에서 지역 적응성 테스트를 통해 논리적 타당성을 조사 하였으며, 그 결과 하위계층의 정상적인 동작을 가정할 경우 정확한 서비스 응답을 얻을 수 있음을 보였다. 복수개의 프로그램을 하나의 스테이션이 동시에 호출하여 배치 처리하는 실제의 생산 공정에도 적용 가능하도록 복수 프로그램 호출 서비스를 구현하였으며, 이를 모의실험을 통하여 검증하였다.

MMS 프로토콜의 구현은 다양한 네트워크 서비스의 제공에 그 목표를 두어야 하며, 본 연구에서는 작업 전송에 필수적으로 요구되는 서비스를 구현 하였다. 그러나 이러한 과정에서 부수적으로 요구되는 RMD-VMD의 일대일 할당을 위한 Semaphore제어, 원격 스테이션의 변수를 처리하는 변수제어 서비스 관리 모듈에 대한 연구와 구현이 요구되며, 실시간 서비스에 대한 분석과 실시간 다중처리 운영체제의 통합 문제를 고려해야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

- [1] Vincent C. Jones, *MAP/TOP Networking: A Foundation for Computer Integrated Manufacturing*, New York: McGraw-Hill, 1987.
- [2] L.J. McGuffin, L.O. Reid and S.R. Spark, "MAP/TOP in CIM distributed computing," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, pp. 23-30, May, 1988.
- [3] Mischa Schwartz, *Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis*, New York: Addison-Wesley, 1987.
- [4] William Stalling, *Handbook of Computer Communications: Standards*, New York: MacMillan, 1987.
- [5] IEEE, *Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications*, New York: IEEE, 1985.
- [6] SISCO, *ASN-1 DE Reference Manual*, SISCO, 1987.
- [7] GM Task Force, *Manufacturing Automation Protocol Spec. version 3.0*, GM, 1987.
- [8] ISO, *Industrial Automation Systems-Systems Integration and Communications-Manufacturing Message Specification-Part I Service-Definition*, ISO DP 9506, 1987.
- [9] ISO, *Industrial Automation Systems-Systems Integration and Communications-Manufacturing Message Specification-Part II Protocol Specification*, ISO DP 9506, 1987.
- [10] SISCO, *MMS-Embedded Application Service Element Reference Manual Revision 8*, SISCO, 1987.
- [11] CCITT, *X. 400 Message Handling System-Recommendation*, CCITT, 1985.
- [12] CCITT, *X. 409 Abstract Syntax Notation-Recommendation*, 1985.
- [13] Neal Laurance, "The use of MMS for remote CNC control," no. 4, pp.457-462, Nov. 1987.

[14] Stephen R. Dillon, "Upper Layer protocols and Their Use in MAP," *IEEE Trans on Industrial Electronics*, vol. E-34, no. 4, pp. 24-28, Feb, 1987

[15] MEMA, Programmable Controller Message Service Specification, Companion Standard, NEMA/ISA/SC21/TF1, 1988.

[16] F. Herbert and T. John, "Manufacturing Message Spec., (MMS)," MAP/TOP User Group Summary, pp. 108-126, Jan 1987.

[17] Melvin , J. and Hagar, JR, "The RS-511 MMS nears reality for layer seven," *Control Engineering*, pp. 106-107, Oct, 1986.

---

著 者 紹 介

---

高 佑 坤 (正會員)

1964年 4月 28日生. 1888年 2月 연세대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사). 1990年 2月 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 주 관심분야는 Computer Network 등임.



姜 文 植 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照

현재 연세대학교 전자공학과 박사과정.

朴 玟 用 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照

현재 연세대학교 전자공학과 부교수



李 相 培 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照

현재 연세대학교 전자공학과 교수