

論文 91-28A-10-2

# Mini-MAP 네트워크의 LLC Class 3 프로토콜 구현

## (Implementation of the LLC Class 3 Protocol for Mini-MAP Network)

姜文植\*, 李吉興\*\*, 安基中\*\*\* 朴致用\*, 李相培\*

(Moon Sik Kang, Kil Hung Lee, Khi Jung Ahn, Mignon Park,  
and Sang Bae Lee)

### 要 約

본 논문에서는 생산자동화를 위한 통신 프로토콜인 MAP의 7계층 중에서 논리 링크제어 계층의 프로토콜을 분석하여 구현하였으며, Class 3의 기능을 표준안에 의거, 어셈블리를 이용하여 설계하였고, 맹 접속기 하드웨이에 장착하여 실험을 하였다. 실험에서는 Type 1의 기능 일부와, 재전송 최대값을 1로 하고 송신변수의 존재시간을 무한대로하여 간략화시킨 변수를 이용, Type 3의 기능을 수행하도록 했다.

서비스 수행과정을 검사한 결과, 오류 검출과 재전송 가능을 통하여 상대 스테이션으로 사용자의 데이터가 오류없이 전달되고 있음을 확인하였다.

### Abstract

In this paper, we implement the function of the IEEE 802.2 LLC (Logical Link Control) sublayer, one of the 7 layers in MAP (Manufacturing Automation Protocol), a standard communication protocol for manufacturing automation. With the assembly language we designed the class 3 function based on the IEEE standards and verified on the network adaptor hardware. In this experiment, we tested the function using the simplified variables considering that the retransmission value was chosen to be 1 and the life-time of the transmission variable infinite.

According to the result of the service procedures, we confirmed that user data were transmitted to the corresponding station without any error.

\*正會員, 延世大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)

\*\*正會員, 金星通信

(GoldStar Co. Ltd. Dept. Communication)

\*\*\*正會員, 濟州大學校 情報工學科

(Dept. of Information Eng., Cheju Univ.)

接受日字：1991年 6月 11日

### I. 서 론

컴퓨터 기술이 생산환경에 도입되어 각종 프로그래머블 디바이스들이 개별 공정 단위의 자동화에 많은 기여를 했으나, 생산규모 확대로 인한 디바이스 사이의 정보공유 및 각 공정들 사이의 자원공유가 요구되어 이에 필요한 자동화 네트워크의 필요성이 증가하고 있다.

ISO(international standard organization)의 OSI(open system interconnection)의 7계층 구조에 따르며 IEEE(institute of electrical and electronics engineers)의 표준안을 채택한 생산자동화 통신 프로토콜은 7계층구조를 갖는 Full-MAP과 실시간에 적합하고 경제성에 유리한 Mini-MAP이 있다. LLC Class 3는 Type 1과 Type 3로 구성된다. Type 1은 망관리와 MMS 서비스의 데이터 전송에 이용되고, Type 3은 MMS의 데이터 전송에 이용된다.

Type 3의 전송방식에는 논리링에 있는 한 스테이션에게 논리링에는 가입되어 있지 않지만 동일한 네트워크 버스상에 있는 스테이션과의 데이터 전송을 가능하게 해주는 RWR(request with response)과 논리링 구성 스테이션사이에서의 통상의 데이터 교환하는데 사용되는 RWNR(request with no response)방식이 있다. 망접속기의 구성은 Intel 80186 CPU와 접속기에 장착된 ROM의 프로그램이 LLC Class 3의 부분과 망관리 부분을 담당하고 있으며, MAC 부계층의 기능은 TBC(token bus controller)가 담당하고 있고, 물리계층 기능은 Modem이 지원한다.

## II. LLC 프로토콜

### 1. LLC 개요

네트워크에서의 효율을 높이기 위해 트래스포트계층 이하는 비연결 지향의 서비스를 선택하고 있다. 논리링크제어는 IEEE 802에 의해 규정되는 MAC의 상위에 위치하여, LLC 사용자 사이의 MAC에 의해 조정되는 링크를 통하여 데이터를 교환하는 수단을 제공하며, 표준안에는 특정한 신뢰성과 효율을 얻기 위하여 3종류의 LLC 서비스가 있다. 이는 비연결 무회신 서비스 제공하는 Type 1 서비스와 연결모드 서비스를 제공하는 Type 2 그리고 비연결 회신서비스 제공하는 Type 3이다. 이러한 모든 서비스들은 프리미티브와 파라메타로 정의되고 이들은 LLC 서비스를 제공하는 LLC 엔티티와 LLC SAP으로 규정되는 LLC 사용자 사이에 교환한다.

하나의 스테이션에서 한개 이상의 서비스를 제공하는 것이 가능하며 여러 Type의 프로토콜을 사용한다. 제공되는 서비스의 조합을 ‘스테이션 클래스’라 한다. 모든 클래스는 Type 1을 지원한다. 이것은 망 관리에 사용될 수 있는 공통적 서비스를 모든 스테이션이 가질 수 있도록 해준다.

### 2. Type 1

Type 1은 UI, XID, TEST등 3개의 무변호제 PDU를 사용하여 비연결 무회신 서비스를 지원한다. 사

용자에 의해 DL UNITDATA request가 발생되면, UI PDU를 통해서 수신단으로 보낼 데이터 파라메타의 정보전달이 이루어지고, 이 PDU가 수신되면, 정보 영역은 DL UNITDATA.indication을 통해 사용자에게 전달된다. 응답이나 허름제어, 오류 정정은 없으나, MAC 계층에서 예리 검출을 수행한다.

Type 1의 성분과 상태가 그림1에 나타나 있다.

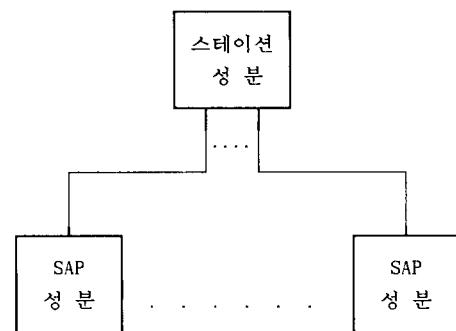


그림 1. Type 1 상태

Fig. 1. Type 1 state.

### 1) 스테이션 성분

이 성분은 전체 LLC 엔티티에 영향을 주는 사건을 처리하며, 네 DSAP 주소의 PDU들을 처리하고 중복되는 주소를 검사하는 기능도 수행한다. 하나의 성분이 통신망에 존재하는 각 MAC의 SAP마다 존재해야 한다.

### 2) 링크 SAP 성분

이 성분은 특정 SAP에 영향을 주는 사건만을 처리한다. LLC 엔티티안의 각 SAP마다 하나의 SAP 성분이 존재해야 한다. SAP 성분은 모든 종류의 LLC Type 1 PDU를 취급하며, SAP 사용자는 스테이션 성분내의 각 SAP 성분을 활성화시키거나 작동을 중지시킬 수 있다. 한번 활성화되면, SAP 성분은 DSAP로 가는 모든 Type 1 LLC PDU를 처리하고 자국의 SAP로 들어오는 모든 PDU를 처리한다.

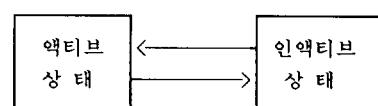


그림 2. SAP 성분의 상태

Fig. 2. SAP component state.

### 3. Type 3

Type 3에서 데이터 링크 연결은 실행하지 않고 각 PDU들이 LLC 엔티티 사이에서 교환된다. LLC 응답계층에서 정보를 유무에 관계없이 모든 PDU들이 응답된다. 응답기능은 수신단 LLC에서 송신단 LLC로 상태 정보와 선택적으로 사용자의 정보를 전송하는 특정 응답 PDU를 통하여 이루어져야 한다. 정상적인 동작시 Type 3의 모든 명령 PDU는 응답 PDU를 수신하고, 송신단 LLC는 회복을 목적으로 명령 PDU를 재전송할 수 있으나, 이전에 보면 PDU와 동일한 SSAP-DA-MAC 우선순위를 가지는 새로운 PDU를 전송할 수가 없다. 만일 순서적 전달이 필요할 경우에는, 동일한 SSAP-DA-MAC 우선순위를 가지는 Type 3 PDU를 이전에 보면 PDU를 확인하기 전에 큐에 대기시킬 수 없다. 이런 제한은 재전송을 여러번 시도한 후 데이터 전송이 실패한 경우, 정상적인 데이터 전송을 다시 시작하기 위한 회복 기능을 수행할 수 있도록 하기 위함이다.

LLC 엔티티로 하여금 명령 PDU를 수신하는 과정에서, 새로운 PDU와 전에 수신했던 PDU의 종복된 PDU와의 구별을 가능하게 하는 1비트의 순차 숫자를 바꿔가면서 데이터를 전송한다. 응답 PDU를 수신하는 LLC는 마지막에 전송된 PDU를 응답함으로써, 과도한 지연이 생긴 PDU의 응답은 무시된다.

MAC 응답계층에 의해 제공되는 서비스에 따라 Type 3의 정보 교환에 있어서 스테이션에서 유지해야하는 여러 상태 정보의 양이 정해진다. 일반적으로 각 스테이션은 각 SSAP-DA-MAC 우선순위의 쌍에 송신과 수신의 시퀀스수를 유지해야 한다.

#### 1) Type 3 작동 파라메타

LLC PDU 상태 파라메타에는 다음과 같은 종류가 있다.

##### (1) 송신 시퀀스 상태변수 V(SI)

LLC는 송신 Type 3 명령 PDU의 각각 SSAP-DA-MAC 우선순위의 쌍에 대해 하나의 송신 시퀀스 상태변수 V(SI)를 유지해야 한다. 이 변수는 0 또는 1의 값을 가지며, 마지막으로 수신된 Type 3의 응답 PDU의 제어 영역비트의 8번째 비트와 일치시켜 유지한다. V(SI) 변수는 LLC로 하여금 현재 대기중인 송신프레임의 응답을 수신하는데 있어 종복프레임 응답 검출을 가능하게 한다.

##### (2) 수신 시퀀스 상태 변수 V(RI)

LLC는 수신되는 Type 3명령 PDU에 대한 각 SA-SSAP-MAC 우선순위에 대한 쌍의 조합의 하나의 수신 시퀀스 상태 변수 V(RI)를 두어야 한다.

이 변수는 최초로 수신된 Type 3 PDU의 AC0나 AC1의 제어 영역의 8번째 비트를 가지고 있다. V(RI)는 LLC로 하여금 처음 수신된 Type 3명령 PDU와 재전송된 PDU와의 구별을 가능하게 해준다.

##### (3) 접수 상태 상태변수 V(RB)

LLC는 수신된 Type 3명령 PDU들에 대해 각각의 SA-SSAP-MAC 우선순위의 쌍에 대해서 하나의 접수 상태 상태변수 V(RB)를 유지해야 한다. 이 변수는 최근에 접수된 Type 3명령 PDU의 수신 상태의 성공이나 실패의 내용을 유지한다. V(RB)는 원래의 명령 PDU에 응답한 상태를 중복된 명령 PDU에 응답할 때 쓸 수 있도록 한다.

#### 2) 논리 링크 파라메타

##### (1) 재전송 최대값 N4

보통 N4는 링크 에러 상태를 극복할 수 있는 한값으로 한다. 만일 MAC 응답계층이 재전송 기능을 가지고 있다면 N4값은 1로 할 수도 있다.

##### (2) ACn 명령 PCU의 최대 옥텟 수 N3

LLC는 N3에 대해 어떠한 제한도 없다. 단, MAP은 8K로 제한하고 Mini-MAP에서는 1K로 제한된다.

##### (3) PDU의 최소 옥텟 수

ACn 명령 PDU는 최소한 두 바이트의 주소 영역과 한 바이트의 제어 영역이 있어야 한다.(널 LSDU의 경우) 그러므로 ACn 명령 PDU의 최소 옥텟 수는 3이다. ACn 응답 PDU는 따로 상태 응답영역이 존재해야 하므로 최소 옥텟 수는 4이다.

##### (4) 회신 시간 T1

T1은 회신 타이머의 기간을 결정하는 논리 링크 파라메타인데, 응답 PDU를 기다리는데 예상되는 최대 시간이다. 회신 시간은 MAC 응답계층에서 생기는 지연을 충분히 고려해 주어야 한다. 적당한 회신 시간은 ACn 명령 PDU를 보내고 응답 PDU를 수신하는 보통의 시간보다 더 길게 해야한다. 만일 MAC에서 재전송 기능을 갖추고 있으며 N4를 1로 정했을 때, 회신 시간 T1은 무한대로 두어서 쓸모없도록 해도 된다.

##### (5) 수신 라이프타임 변수 T2

T2는 모든 수신 변수 라이프타임 타이머의 기간을 결정하는 논리 링크 파라메타이다. T2는 하나의 PDU를 보낼 때 처음 전송과 재전송을 포함해서 생길 수 있는 가능한 가장 긴 시간보다 길어야 한다. 만일 수신 상태변수를 계속 유지하고 싶은 경우 T2의 값을 무한대로 할 수도 있는데, 이 경우 수신 변수 라이프타임 타이머는 구현하지 않아도 된다.

##### (6) 송신 라이프타임 변수 T3

T3은 모든 송신 변수 라이프타임 타이머의 기간

을 결정하는 논리 링크 파라메타이다. 송신 상태 변수를 계속 유지하고 싶은 경우 T3의 값을 무한대로 할 수도 있다. 만일 상대국에서 수신 라이프타임 변수 T2를 무한대로 한 경우 자국의 T3파라메타를 무한대로 설정해야 한다( $T3 >= T2$ ).

### 3) Type 3 명령과 응답<sup>15</sup>

Type 3의 명령과 응답은 U-형식 PDU이다.

### (1) 비연결 회선 정보(ACn) 명령

Type 3에서 ACn 명령 PDU는 정보를 보내거나 정보를 요청할 때 쓰인다. ACn 명령 PDU를 받는 즉시 가장 빠른 속도로 ACn 응답 PDU로 응답해야 한다. ACn 명령 PDU는 개개, 그룹, 전체 주소의 DSAP를 쓸 수 있다. ACn 명령 PDU의 정보 영역은 널(길이가 0)이거나 널이 아닐 수도 있는데, 널이 아닌 경우 LSDU를 가져야 한다.

(2) 비연결 회선 정보(ACn) 응답

Type 3에서 ACn 명령 PDU에 ACn 응답 PDU로 응답해야 한다. ACn 응답 PDU는 항상 상태 응답 영역을 정보 영역안에 가지고 있다. 정보 영역의 나머지는 널이거나 널이 아닐 수 있는데, 널이 아닌 경우 LSDU를 가져야 한다.

#### 4) Type 3 성분

### (1) Type 3 수신 성분

Type 3수신 성분은 ACn 명령을 수신하여 처리하고 적당한 ACn 응답을 행하는 책임이 있다. 각각의 SA-SSAP-MAC 우선순위에 따른 조향에 하나씩의 Type 3수신 성분이 존재한다. 각 수신 성분은 자신의 V(R1) 상태 변수와 V(RB) 상태 변수를 사용하여 종복 명령 PDU를 검사하고, 전에 접수한 상태를 검사한다. 각 수신기 성분은 각각 하나의 주신 라이트타임 타이머를 가지고 있다.

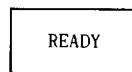


그림 3. Type 3 수신 상태도

Fig. 3. Block diagram of the type 3 receiver state

### (2) Type 3 송신 성분

Type 3 송신성분은 상대측 LLC로 ACn 명령 PDU를 전송해야 한다. 또한 이 성분은 응답 PDU를 수신하고 응답이 없는 경우 명령 PDU를 재전송한다. Type 3 프로토콜은 각각의 SSAP-DA-MAC 우선순위에의 조합에 하나의 미처리 명령 PDU만을

허용한다. 이 제한에 의하여 각각의 조합마다 하나씩의 Type 3 송신 성분을 두어야 한다.

각 송신 성분은 자신의 V(SI) 상태 변수를 사용하여 새로운 PDU를 송신시코드 포인트를 선택하고 유익한 응답을 위해 코드 포인트와 비교한다. 각 송신 성분은 세 개의 상태를 가진다. 휴지상태에서 데이터 랭크 사용자로부터 오는 요청을 처리하여 새로운 명령 PDU를 보낼 수 있다. WAIT A나 WAIT R 상태에서 상대측 LLC로부터의 응답을 기다리고 타임아웃되면 재전송 한다. WAIT A 상태는 데이터가 없는 응답을 기다리고, WAIT R 상태는 데이터를 포함하는 응답을 기다린다.

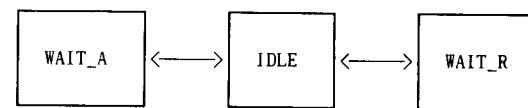


그림 4. Type 3 송신 상태도

**Fig. 4.** Block diagram of the type 3 sender state.

### III. Class 3 알고리듬 설계

## 1. 인터페이스 프로토콜

응용 계층에는 MMS와 망관리가 있으며, MMS는 Type 3나 Type 1의 서비스를 이용하는 데이터 전송을 요구하고, 망관리는 Type 1의 데이터 전송을 요구한다. MMS-LLC 프로토콜은 그림5에서 나타내었으며, 이는 MMS와의 인터페이스를 보여준다.

망 관리자는 Type 1을 이용한 데이터의 전송을 요구하며, 이는 하나의 SAP 어드레스(Hex98)를 할당받고 있다. 그림6에서 망 관리와의 인터페이스를 보여준다.

Type 3의 간략화된 상태는 MAC 부계층에서 즉시 응답을 제공하며, DL REPLY 서비스는 데이터를 요청하기만 하고, 정보를 전송하지 않으며, 각 LLC 엔티티는 즉시 응답을 MAC에 요청하여 논리링크 파라메터 N4를 1로 두고, 송신 번수 라이프타임을 무한대로 할 경우 일어나지 않는 경우와 동작을 제외시키는 상태이다.

## 2 송신부 알고리듬

송신 상태는 준비 상태에서 대기하고 있다가 사용자가 서비스를 요청하면 그 상태가 바뀌면서 서비스를 실행한다. 응용 계층으로부터 서비스가 요청되면 유팡 어플리케이션은 서비스를 요청하는 가로를 알아보다 유팡 되어

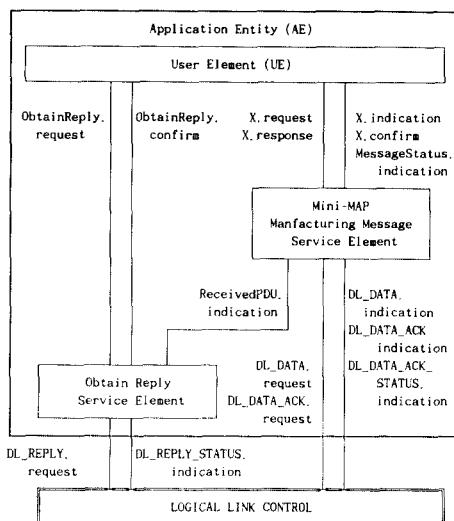


그림 5. MMS-LLC 프로토콜  
Fig. 5. MMS-LLC protocol.

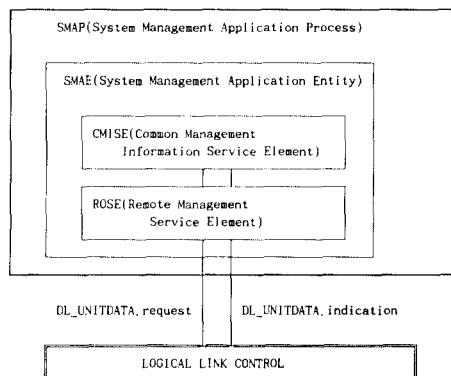


그림 6. NM-LLC 프로토콜  
Fig. 6. NM-LLC protocol.

서비스가 Type 1의 서비스이면, 데이터를 전송하고 끝낸다. Type 3의 RWR 데이터 준비 요구 서비스가 요청되면, 다른 스테이션에서 나중에 RWR 데이터가 수신될 경우 MAC 부계층에서 바로 응답하게 될 데이터를 준비하여 MAC의 큐에 연결시킨 후 MAC으로 이 사실을 알린다.

Type 3의 데이터 전송요구 서비스가 요청되면, 우선 요청된 프리미티브를 검사하여 이 서비스 요청이 RWR 서비스 요청인가 RWR 서비스 요청인가를 살펴본다. Type 3 RWR 서비스 요청이면 사용자의 데이터를 보내고 WAIT\_R의 상태로 친이하여 상

대방으로부터의 회신을 기다린다. 회신이 들어오면 이를 사용자에게 보고하고 준비상태로 돌아온다. Type 3RWR 서비스 요청이면 사용자의 데이터가 있으면 전송하고, WAIT\_R의 상태로 친이하여 MAC으로부터 통보를 기다린다. MAC으로부터 통보가 오면 사용자에게 알리고 준비상태로 돌아온다.

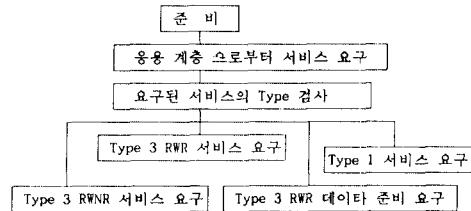


그림 7. 송신부 알고리듬  
Fig. 7. Sender algorithm.

그림8에서는 Type 3RWR 데이터 전송 서비스를 도식적으로 나타내었다.

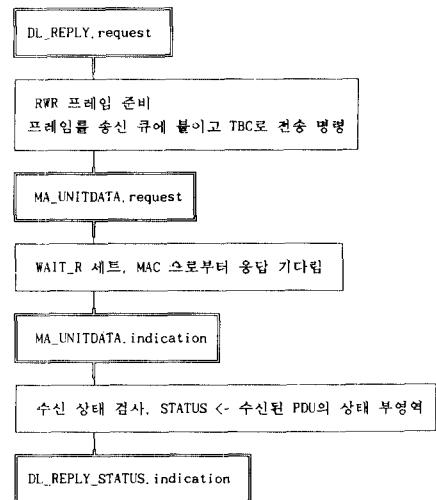


그림 8. Type 3 RWR 데이터 전송 서비스  
Fig. 8. Type 3 RWR data transfer service.

Type 3 RWR 데이터 전송 서비스 수행과정을 도식적으로 나타내면 그림9와 같다.

### 3. 수신부 알고리듬

수신 알고리듬 진행을 도식적으로 표현하면 다음

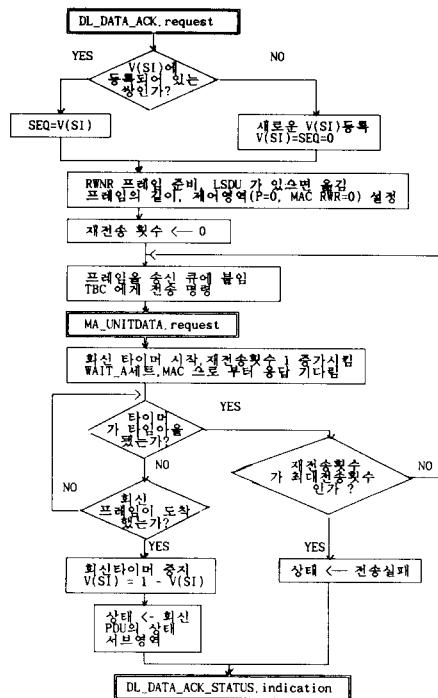


그림 9. Type 3 RWR 데이터 전송 서비스  
Fig. 9. Type 3 RWR data transfer service.

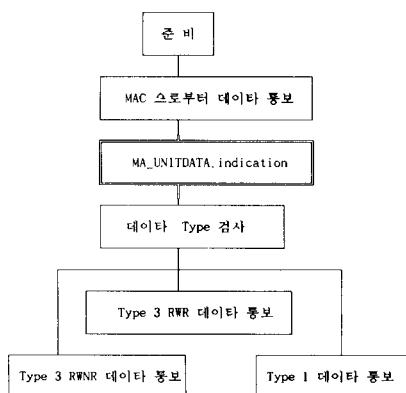


그림10. 수신부 알고리듬 진행  
Fig. 10. Receiver algorithm flow.

과 같다. 준비 상태에서 대기하다가 MAC으로 부터의 데이터 통보가 들어오면 수신된 데이터의 Type을 검사한다. 수신된 데이터가 Type 1의 데이터이면 사용자에게 통보하고 끝낸다. Type 3의 데이터가 수신된 경우 서비스 클래스를 조사하여 RWR 데이터 수신인 경우 사용자에게 통보하고 서비스를 끝낸다. Type 3

RWNR 데이터 수신의 경우에는 회신을 상대방에게 보내고, 이 데이터가 중복된 데이터인지 V(RI) 표의 시퀀스를 이용하여 검사한 다음 중복된 데이터가 아닌 경우에 사용자에게 데이터를 통보한다. 이에 따라 수신 알고리듬을 도식화하면 그림11과 같다.

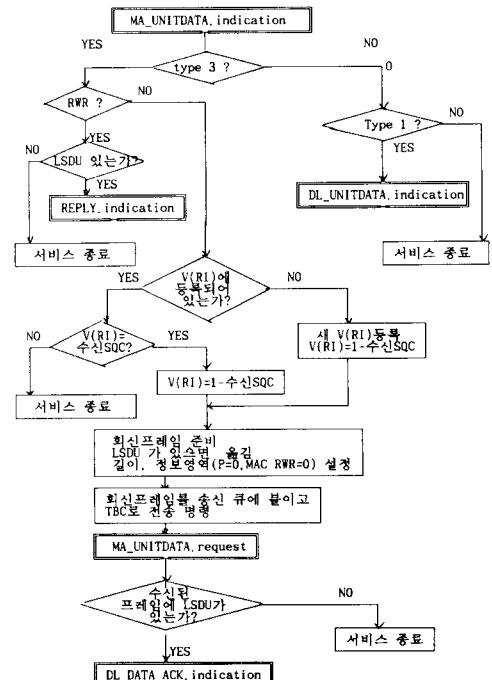


그림11. 수신부 알고리듬  
Fig 11. Receiver algorithm.

#### IV. 실험 및 결과고찰

송신측에서 Type 1의 서비스 요청을 받으면 바로 전송을 하고 서비스를 끝낸다. Type 3 RWR 서비스 요청이면 송신 시퀀스 V(SI) 표에서 전송에 관계되는 SSAP-DA-MAC 우선순위의 쌍에 해당하는 V(SI) 시퀀스를 사용하여 상대국으로 Type 3의 프레임을 전송하고 회신을 받으면 V(SI)를 보수화한다. 요청된 서비스가 Type 3 RWR 서비스일 경우, 송신 시퀀스를 사용하지 않고 TBC가 지원하는 MAC에 요청을 하면 된다. 수신측에서는 프레임을 받을 때 V(RI) 시퀀스를 검사하여 중복 프레임이 아닐 경우 접수하고 시퀀스 값을 보수화한다. V(RI) 표에 수신된 프레임에 관련된 시퀀스가 없으면 새로운 V(RI)를 등록시키고 수신된 시퀀스의 값을 보수화한 값을 저장

하여 이후로 들어오는 프레임을 검사하는 기준으로 한다. 수신된 프레임을 응용 계층으로 통보하고 서비스를 완료한다.

수신 변수 라이프타임과 송신 변수 라이프타임은 무한대로 두었으며, 실험 환경은 다음과 같다.

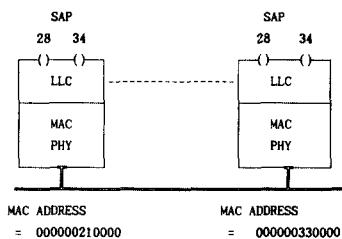


그림12. 실험환경

Fig. 12. Test environment.

### 1. LLC와의 인터페이스 분석

#### 1) 응용계층과의 인터페이스 분석

응용계층-LLC 인터페이스와 LLC-응용계층 인터페이스는 각각 표1과 표2에 나타내었다.

표3에서 응용계층으로부터 Type 1의 서비스 요청

표 1. 응용계층-LLC 인터페이스

Table 1. Application layer-LLC interface.

HACT	[+ 0]	HOST IS ACTIVE
ADLC	[+ 2]	0 (COMMAND) -> 1 (DONE)
ADLS	[+ 4]	STATUS
ADLR	[+ 6]	REASON
ADLT	[+ 8]	REQUEST TYPE
ADLL	[+10]	LENGTH /3,4,-5(GET, SET, ACTION)
HC 0	[+12]	SSAP /0-5(SYS-PHY)
HC 1	[+14]	DSAP /CODE 0
HC 2	[+16]	DA LOW /PARA 0
HC 3	[+18]	DA MEDIUM /PARA 1
HC 4	[+20]	DA HIGH /PARA 2
HC 5	[+22]	PRIORITY /HRO
HC 6	[+24]	SERVICE CLASS /HR 1
ADDATA	[+26]	DATA /HR 2

HACT = 'AA'

ADLT = 0 MANAGEMENT

1 TYPE 1 TRANSFER

2 TYPE 2 TRANSFER

3 TYPE 3 TRANSFER

4 RWR PREPARATION

LENGTH = LENGTH OF ONLY DATA FROM [+26]

### 표 2. LLC-응용계층 인터페이스

Table 2. LLC-Application layer interface.

BACT	[+ 0]	BOARD IS ACTIVE
DALC	[+ 2]	0 (INDICATION) -> 1 (DONE)
DALS	[+ 4]	STATUS
DALR	[+ 6]	REASON
DALT	[+ 8]	INDICATION TYPE
DALL	[+10]	LENGTH
HC 0	[+12]	LSAP
HC 1	[+14]	RSAP
HC 2	[+16]	RA LOW
HC 3	[+18]	RA MEDIUM
HC 4	[+20]	RA HIGH
HC 5	[+22]	PRIORITY
HC 6	[+24]	SERVICE CLASS
DADATA	[+26]	DATA

#### DALS

BACT = 'BA' TYPE 1 INDICATION

DALT = 1 TYPE 2 INDICATION

2 TYPE 3 INDICATION

3

LENGTH = LENGTH OF ONLY DATA FROM [+26]

은 T1과 같은 형태로 이루어 지고, Type 3 RWR서비스 요청은 T3, Type 3 RWR 데이터 준비 서비스 요청은 T4와 같은 형태의 데이터가 된다. 응용계층으로 Type 1의 데이터 통보는 T5, Type 3 RWR의 서비스 상태 통보는 T6, Type 3 RWR 서비스 통보는 T7과 같은 형태가 된다.

#### 2) LLC-MAC 인터페이스

LLC가 데이터의 전송이 필요할 때 MAC 기능을

표 3. 서비스요청 및 응답 인터페이스 데이터

Table 3. Service request and response interface data.

T1	4141 0000 0000 0000 0001 000A 0028 0034 0000 0021 0000 0007 0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T2	4141 0000 0000 00 00003 000A 0028 0034 0000 0021 0000 0007 0001 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T3	4141 0000 0000 0000 0003 000A 0028 0034 0000 0021 0000 0007 0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T4	4141 0000 0000 0000 0004 000A 0028 0034 0000 0021 0000 0007 0001 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T5	4241 0000 0000 0000 0001 000A 0034 0034 0000 0033 0000 0007 0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T6	4141 0001 0000 0000 0003 000A 0028 0034 0000 0021 0000 0007 0001 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000
T7	4241 0000 0000 0000 0003 000A 0034 0028 0000 0033 0000 0007 0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 0000 0000 0000

담당하는 TBC로 프레임을 해당 우선 순위의 송신 큐로 연결시킨 후 전송명령을 내려보내는데 이것이 MA\_UNITDATA.request가 된다. 데이터가 수신되면 TBC는 인터럽트를 통하여 LLC로 알리는데 이것이 MA\_UNITDATA.indication이 되며 LLC는 수신 큐의 프레임을 처리한다. RWR 데이터 전송의 경우에는 TBC가 그 기능을 대행하여 결과를 LLC에게 보고한다. MAC은 4가지 우선순위의 큐를 송수신에 사용한다.

## 2. 송수신 시퀀스 분석

### 2) V(SI) 표

Type 3의 데이터를 송신할 때 쓰이는 송신 시퀀스 표는 각 SSAP-DA-MAC 우선순위의 쌍마다 표 4와 같이 설정했다.

표 4. V(SI) 표

Table 4. V(SI) table.

변위	내 용	크기
[ + 0 ]	SSAP	1 Byte
[ + 2 ]	Destine Address Low	2 Byte
[ + 4 ]	Destine Address Medium	2 Byte
[ + 6 ]	Destine Address High	2 Byte
[ + 8 ]	MAC Priority	3 Bit
[ + 10 ]	V(SI)	1 Bit

### 2) V(RI) 표

Type 3의 데이터를 수신할 때 쓰이는 시퀀스 표는 각 SSAP-SA-MAC 우선순위의 쌍마다 표 5에 나타내었다.

표 5. V(RI) 표

Table 5. V(RI) table.

변위	내 용	크기
[ + 0 ]	SSAP	1 Byte
[ + 2 ]	Source Address Low	2 Byte
[ + 4 ]	Source Address Medium	2 Byte
[ + 6 ]	Source Address High	2 Byte
[ + 8 ]	MAC Priority	3 Bit
[ + 10 ]	V(RI)	1 Bit
[ + 12 ]	V(RB)	1 Byte

표 6의 데이터는 송신 LLC와 수신 LLC에서의 송신 시퀀스 V(SI)와 수신 시퀀스 V(RI)이다. 프레임 전송 전과 전송 후의 값이 T1이다. 수신측에서 테스

## 표 6. 송, 수신 시퀀스 데이터

Table 6. Sender-receiver sequence data.

	전송 스테이션의 V(SI) 표								수신 스테이션의 V(RI) 표							
	SSAP	DAL	DAM	DAH	PRT	V(SI)	SSAP	SAL	SAM	SAH	PRT	V(RI)	V(RB)			
T1	0028	0000	0021	0000	0006	0000	0028	0000	0033	0000	0006	0000	0000			
	0034	0000	0021	0000	0006	0001	0034	0000	0033	0000	0006	0001	0000			
	0028	0000	0021	0000	0007	0000	0034	0000	0033	0000	0007	0000	0000			
T2	0028	0000	0021	0000	0006	0000	0034	0000	0033	0000	0006	0001	0000			
	0034	0000	0021	0000	0006	0001	0034	0000	0033	0000	0006	0001	0000			
	0028	0000	0021	0000	0007	0000	0034	0000	0033	0000	0007	0000	0000			
T3	0028	0000	0021	0000	0003	0000	0028	0000	0033	0000	0006	0001	0000			
	0034	0000	0021	0000	0006	0001	0034	0000	0033	0000	0006	0001	0000			
	0028	0000	0021	0000	0007	0000	0034	0000	0033	0000	0007	0000	0000			

트 프레임을 받고 ACK를 보낸 이후의 표를 T2에서 보여준다. 송신측에서 ACK를 받은 이후의 것은 T3이다. 시퀀스의 값이 0과 1의 값이 교대로 변화하고 있음을 알 수 있다.

## V. 결 론

Mini-MAP 네트워크의 정상적인 동작을 위해서는 실시간 세어가 중요하며, 이는 MAC계층을 포함한 하부 네트워크의 특성에 따라 영향을 받는다. LLC는 정확한 공정 세어를 위해 상대 스테이션으로 데이터의 오류없는 전송을 보장한다.

Mini-MAP 환경 하에서의 데이터 전송 서송 서비스로서는 실시간성을 고려하여 구현한 Class 3의 기능으로 충분하며, 구현한 Class 3의 기능중에서 Type 1 데이터 전송의 경우 사용자의 데이터가 상대 스테이션으로 오류없이 전달되었고, Type 3의 경우 회신응답을 처리하면서 데이터를 전송하는 프로그램이 정상적으로 동작하고 있음을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

## 参 考 文 献

- [1] William Stallings, "Handbook of Computer communications standards," vol. 2, Macmillan Publishing Company, New York, 1987.
- [2] IEEE, "Token-passing bus access method and physical layer specification," John Wiley & Sons, Inc., 1984.
- [3] Motorola, MC68824 Token Bus Controller User's Manual, 1989.
- [4] ANSI/IEEE Standards for Local Area Networks: Logical Link Control , 1985.
- [5] Standards for Local Area Networks: Logical Link Control-Type 3 operation Acknowledged Connectionless Service, 1988.

- [6] GM Task Force, "Manufacturing automation protocol specification version 3.0," GM, 1987.
- [7] Schwartz, "Telecommunication networks/protocols, modelling and analysis," Addison Wesley, 1989.
- [8] Lewis C. Eggebrecht, "Interfacing to the IBM personal computer," Howard W. Sams & Co., 1983.
- [9] N.P. da Rocha, J.C. Alves, "A token passing LAN," High Speed Local Area Networks, North-Holland, pp. 227-240, 1987.
- [10] J.L. C. Wu, "A reliable token-passing bus LAN with reservation," IEEE Inforcom '89 Proceedings, vol. 3, pp. 1-8, 1989.
- [11] T. Balph, "Implementation issues for an IEEE 802.4 token bus LAN (awierband physical layer," Phoenix conference on Computer and Communications, 1990 Conference Proceedings, IEEE Computer Society press, pp. 591-597, 1990. 4.

---

著者紹介

---

姜文植 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照  
 현재 연세대학교 전자공학과  
 박사과정

朴政用 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照  
 현재 연세대학교 전자공학과  
 부교수

李吉興 (正會員)  
 1961年 11月 27日生, 1989年 2月 연세대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사). 1991年 2月 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1991年~ 현재 금성통신 근무

李相培 (正會員) 第28卷 第5號 B編 參照  
 현재 연세대학교 전자공학과 교수

  
 安基中 (正會員)  
 1957年 8月 15日生, 1984年 8月 연세대학교 공과대학 전자공학과 (공학사). 1986년 8月 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사) 1986년 9月~현재 연세대학교 대학원 전자공학과 박사과정  
 1989年 4月~현재 세주대학교 정보공학과 전임강사  
 주관심분야는 Multimedia and switching Techniques, Network Architecture, Fuzzy Techniques 등임.