

# ISDN 사설교환기 S-Interface Card의 구현 및 성능평가

正會員 최 재 원\*

## Implementation and Performance Evaluation of the S-Interface Card for an ISDN PABX

Jae Weon Choe\* *Regular Member*

### 요 약

본 논문에서는 ISDN 단말을 수용하기 위한 사설교환기의 ISDN S-Interface Card를 구현하였다. 이의 구현을 위해 먼저 ISDN 카드의 전체 구조와 기능을 하드웨어와 소프트웨어로 나누어 설계하였고, 이를 기초로 서버와 엔티티, 엔티티간 통신, ISDN 프로토콜 및 호처리 인터페이스를 구현하여 ISDN 접속기능을 구현하였다. 그리고 호의 설정과 해제를 위한 응답시간을 측정함으로써 구현한 ISDN 카드의 성능을 평가하였다.

### ABSTRACT

In this paper we implemented the ISDN S-Interface Card for a PABX that makes it possible to accommodate ISDN terminals. In order to implement this ISDN card we first designed entire structure and functions of its hardware and software. And then based on this we implemented server and entity, inter-entity communication, ISDN protocols, and call processing interface for realizing ISDN interface functions. Finally we evaluated the performance of the implemented ISDN card by measuring the response time of call setup and release.

### I. 서 론

오늘날은 정보화 시대이고 교환기는 현재의 정보화 시대를 이끌어 가는 매개체 역할을 해 왔다. 정보통신 분야의 눈부신 발전은 정보교환의 매개체인 교환기의

발전으로부터 시작되었다고 말하여도 과언은 아니며 사설교환기의 발전사에 의하면 현 세대는 종합정보통신망(Integrated Services Digital Network: ISDN) 시대이다<sup>1,2)</sup>. 따라서 ISDN 시대를 대비한 사설교환기에 대한 연구를 수행함은 나름대로 의미있는 작업이라 할 수 있겠다.

종래의 사설교환기는 주로 공중전화망(PSTN)에 연결되어 사용되었지만 종합정보통신망(ISDN)이 점점 증가 추세에 있고 ISDN을 통해 음성, 데이터, 화상

\*삼성전자 정보통신연구소 선임연구원  
Telecommunication R&D Center, Samsung Electronics  
論文番號: 96239-0806  
接受日字: 1996年 8月 6日

등의 멀티미디어 통신서비스와 각종 부가서비스를 제공받을 수 있도록 하기 위하여 ISDN 단말을 수용 가능하며 ISDN 공중망에 접속 가능한 사실교환기의 개발이 요구되었다. 이러한 요구에 부응하기 위해 본 논문에서는 ISDN 단말을 수용하기 위한 사실교환기의 ISDN S-Interface Card(이하 "ISDN 카드"라 함)를 망 접속 표준안에 의거하여 구현하였고 이의 구현 기술에 대해 연구하였다.

## II. ISDN 사실교환기

본 연구의 대상이 되는 사실교환기는 다양한 첨단 기능을 갖춘 ISDN 사실교환기이다. 이는 분산구조, 계층구조, 모듈구조 및 분산제어의 특징을 가진 교환 시스템으로 기존의 음성통신 서비스는 물론이고 데이터통신 서비스를 제공한다<sup>1)</sup>. 본 ISDN 사실교환기는 다중노드 분산구조로 되어 있어 일정 용량의 노드가 노드간 인터페이스 카드에 의해 최대 8 개까지 망 구조로 연결될 수 있다. 노드내에는 최대 8 개의 가입자 셀프를 실장할 수 있고, 셀프내의 공통 카드슬롯에는 최대 16 개의 가입자나 망 인터페이스 카드를 실장 가능하다. 이때 셀프내의 가입자처리 모듈이 이들 인터페이스 카드의 제어를 관장하고, 각 가입자 인터페이스 카드는 최대 16 가입자를 수용할 수 있다. 가입자 셀프내의 공통 카드슬롯(Universal Card Slot: UCS)에 실장되는 ISDN 인터페이스 카드는 교환기에 ISDN 단말을 수용하거나 교환기를 ISDN 공중망에 접속시키는 인터페이스 역할을 한다.

본 ISDN 사실교환기는 교환기의 제어기능을 몇 개의 마이크로프로세서에 분산시켜 이들간의 상호공조에 의해 교환기능을 수행하는 분산제어 시스템으로 전체 구조는 그림 1과 같다.

중앙처리 모듈(Central Processing Module: CPM)은 교환기의 주요 제어 프로그램이 탑재되어 시스템 전체의 제어를 관장하는 모듈로서 음성 호처리, 데이터 호처리, 시스템 구성, 진단 및 감시 등의 기능을 수행한다. 신호처리 모듈(Signal Processing Module: SPM)은 각 가입자 셀프에 있는 8 개의 가입자처리 모듈을 관장하고, 주 제어부와 가입자부의 메시지 통신을 중계한다. 가입자처리 모듈(Line Processing Module: LPM)은 각 가입자 셀프에 위치하며 각 가입

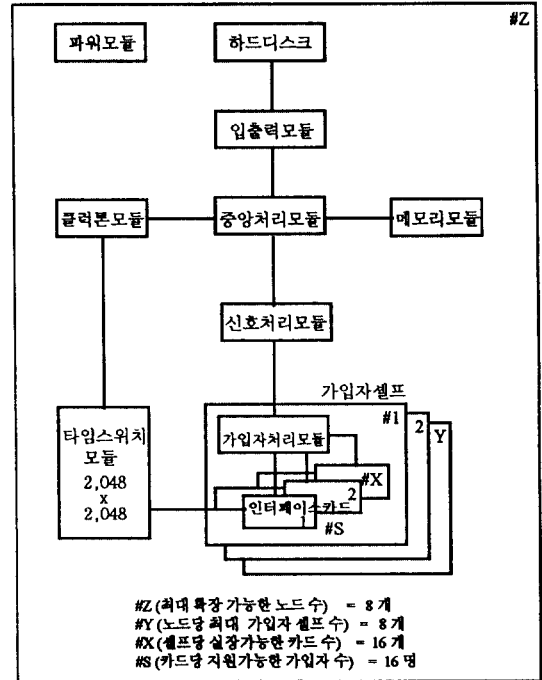


그림 1. ISDN 사실교환기의 전체 구조  
Fig. 1 Whole structure of the ISDN PABX

자 카드에서 발생한 이벤트를 검출하여 신호처리 모듈로 전달하고, 신호처리 모듈을 통해 전달된 주 제어부의 명령에 따라 해당 오퍼레이션을 수행한다. 메모리 모듈(Memory Module: MEM)은 시스템 프로그램과 데이터를 저장하는 메인 메모리 역할을 하고, 입출력처리 모듈(I/O Processing Module: IPM)은 8 개의 입출력 포트를 관장하는 입출력 제어기능을 수행한다. 타임스위치 모듈(Time Switch Module: TSM)은 2048×2048 타임슬롯을 갖는 T-스위치로 구성되어 있으며 년블로킹(nonblocking) 서비스를 제공한다. 클럭톤 모듈(Clock Tone Module: CTM)은 교환기와 망간의 동기를 위한 시스템 클럭과 톤 소스를 공급하고, 전원모듈(Power Module: PWM)은 시스템 전체에 전원을 공급한다. 인터페이스 카드(Interface Card: IC)는 가입자를 교환기에 수용하기 위한 가입자접속 카드와 교환기를 공중망에 접속하기 위한 망 접속 카드를 말하며 가입자 처리부의 공통 카드슬롯에 실장되어 가입자처리 모듈의 제어하에 있게 된다.

### III. ISDN 카드의 설계

ISDN 카드는 교환기의 가입자 셸프내 공통 카드슬롯에 설치되어 교환기가 ISDN 단말을 수용할 수 있게 하는 인터페이스 역할을 한다. ISDN 카드의 구현에 앞서 이의 전체 구조와 기능을 하드웨어와 소프트웨어로 나누어 설계하였다.

#### 1. ISDN 카드의 하드웨어

ISDN 카드의 개략적인 하드웨어 구조는 그림 2와 같으며 각 부분별 기능은 다음과 같다.

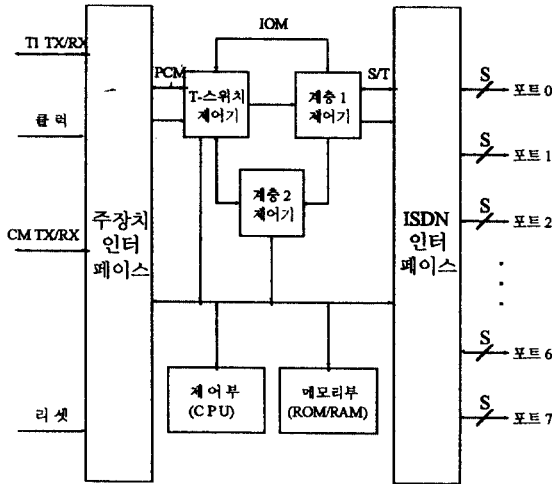


그림 2. ISDN 카드의 하드웨어 구조  
Fig. 2 Hardware structure of ISDN card

#### 1) 제어부(Control ASIC)

ISDN 카드 전체의 제어를 관장하며 교환기의 주장치와 통신을 위한 공통메모리와 인터럽트 제어기로 구성된다.

#### 2) 메모리부(ROM/RAM)

ISDN 단말의 접속을 위한 교환기의 주요 제어프로그램이 탑재되어 있다.

#### 3) 주장치 인터페이스(T1 Digital Trunk Interface Card: T1)

교환기의 주장치(혹은 가입자처리 모듈)와 ISDN

카드 사이의 인터페이스로서 교환기의 신호정보를 공통메모리를 통해 교환한다. 이를 통해 주장치로부터 클럭 시그널을 공급받으며, 24 개의 64 Kbps B-채널이 연결되어 있어 1.544 Mbps의 전송 속도를 가진다.

#### 4) ISDN 인터페이스(Basic Rate Interface: BRI)

교환기와 ISDN 단말 사이의 인터페이스로서 8 개의 S-인터페이스 포트를 제공하고, 각 포트는 두 개의 64 Kbps B-채널과 하나의 16 Kbps D-채널로 이루어진 2B+D 형태이며 프레임과 동기를 위한 채널을 포함하여 192 Kbps의 전송 속도를 가진다.

#### 5) 계층 2 제어기(ISDN D Channel Exchange Controller: IDEC)

물리계층에서 받은 LAPD 프레임을 해당 포트의 D-채널로 전송하거나, 각 포트에 수신된 D-채널 데이터를 읽어 LAPD 프레임을 만들어 물리계층으로 넘기는 8 개의 D-채널 제어를 관장한다.

#### 6) 계층 1 제어기(Quadruple Transceiver for S/T Interfaces: QUAT-S)

S-인터페이스의 프레임 구조와 IOM-인터페이스의 프레임 구조가 상이하므로 이들간의 상호변환을 관장한다.

#### 7) 타임스위치 제어기(Extended PCM Interface Controller: EPIC)

ISDN 인터페이스상의 16개 B-채널과 주장치 인터페이스상의 16개 B-채널간에 통화로를 설정함으로써 사용자 음성이나 데이터의 송수신이 가능하게 한다. 또한 PCM-인터페이스의 프레임 구조와 IOM-인터페이스의 프레임 구조가 상이하므로 이들간의 상호변환을 수행한다.

### 2. ISDN 카드의 소프트웨어

ISDN 카드의 소프트웨어는 OSI 참조모델을 기초로 하여 구현하였으며 그 구조는 그림 3과 같다. 각 계층은 여러 엔티티(entity)들이 상호 결합하여 하나의 계층서버(server)를 형성한다. 여기서 엔티티는 소프트웨어 엔티티(예를 들면 기능모듈)와 하드웨어 엔티티(예를 들면 마이크로프로세서)로 나뉘고, 서버는 각 계층별 서비스를 제공하는 타스크(task 혹은 process)에 해당된다<sup>4)</sup>.

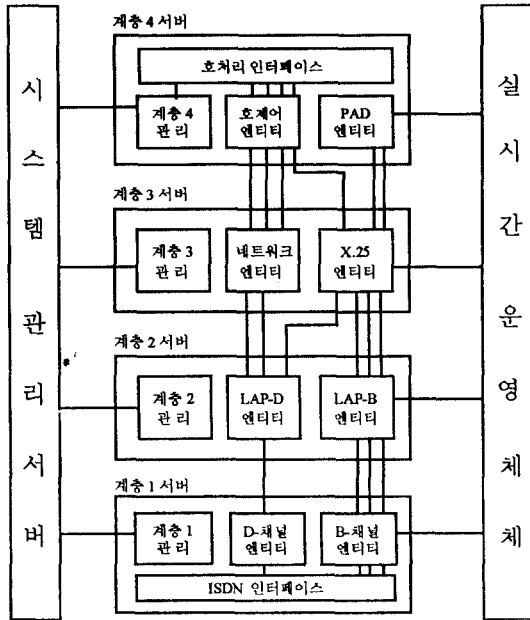


그림 3. ISDN 카드의 소프트웨어 구조  
Fig. 3 Software structure of ISDN card

1) 계층 1 서버

계층 1 서버는 계층 1 관리 엔티티, D-채널 엔티티, B-채널 엔티티 및 ISDN 인터페이스로 구성된다. 계층 1 관리 엔티티는 계층 1에서 사용되는 자원의 할당과 초기화를 관장한다. D-채널 엔티티는 D-채널을 통한 LAPD 프레임의 송수신을 관장하고, B-채널 엔티티는 B-채널을 통한 LAPB 프레임의 송수신을 관장한다. ISDN 인터페이스는 ISDN 단말의 접속을 위한 물리적 인터페이스 기능을 관장한다.

2) 계층 2 서버

계층 2 서버는 계층 2 관리 엔티티, LAPD 엔티티 및 LAPB 엔티티로 구성된다. 계층 2 관리 엔티티는 TEI(Terminal Endpoint Identifier)의 관리 및 계층 2에서 사용되는 자원의 할당과 초기화를 관장한다. LAPD 엔티티는 D-채널을 통한 데이터의 송수신을 위해 D-채널의 설정과 해제, 흐름제어 및 오류제어 등을 관장한다. LAPB 엔티티는 B-채널을 통한 데이터 송수신을 위해 B-채널의 설정과 해제, 흐름제어 및 오류제어 등을

관장한다.

3) 계층 3 서버

계층 3 서버는 계층 3 관리 엔티티, 네트워크 엔티티 및 X.25 엔티티로 구성된다. 계층 3 관리 엔티티는 계층 3에서 사용되는 자원의 할당과 초기화를 관장한다. 네트워크 엔티티는 회선호의 설정 및 해제, 호 제어 및 재정렬, 사용자 데이터의 전송 등을 관장하고, X.25 엔티티는 데이터호의 설정 및 해제, 사용자 패킷의 전송 등 X.25 패킷 프로토콜의 수행을 관장한다.

4) 계층 4 서버

계층 4 서버는 계층 4 관리 엔티티, 호제어 엔티티, 호처리 인터페이스 및 PAD 엔티티로 구성된다. 계층 4 관리 엔티티는 계층 4에서 사용되는 자원의 할당과 초기화를 관장한다. 호제어 엔티티는 음성 호처리 태스크와 ISDN 프로토콜간의 인터페이스 기능을 수행하고, PAD 엔티티는 데이터 호처리 태스크와 ISDN 프로토콜간의 인터페이스 기능을 수행한다. 호처리 인터페이스는 교환기 주장치와의 인터페이스 기능을 수행한다.

5) 시스템 관리 서버

시스템 내의 전 계층을 관리하는 서버로서 엔티티의 초기화와 구성, 엔티티의 구동과 정지, 시스템 자원관리 등의 기능을 관장한다.

6) 실시간 운영체제

메모리 관리, 타이머 관리, 태스크간 통신, 인터럽트 처리 등의 기능을 제공한다.

IV. ISDN 카드의 구현

ISDN 카드는 교환기의 공통 카드슬롯에 실장되어 ISDN 단말을 수용하는 인터페이스 역할을 한다. 다시 말해 가입자의 통화(또는 통신) 요청을 ISDN 가입자 인터페이스 카드가 감지하여 중앙처리 모듈내의 음성(또는 데이터) 호처리 태스크로 알리면 호처리 태스크가 ISDN 망 인터페이스 카드를 제어하여 ISDN 공중망을 통해 상대방과 통화(또는 통신)을 하게 한다. 이때 ISDN 카드는 공통메모리(dual port RAM)를 통해 교환기의 주장치와 신호정보를 교환하고, 교환기 주장치의 신호방식을 ISDN 신호방식으로 변환한다.

### 1. 계층서버, 엔티티, 엔티티간 통신

각 계층서버는 하나의 독립된 타스크로서 다수의 엔티티로 구성되어 있고, ITU-T의 I.400 계열 망접속 표준안에 권고된 계층 고유의 기능을 수행한다. 엔티티는 정의된 계층기능을 수행하기 위한 기능모듈로서 계층간 혹은 계층내 엔티티간의 상호공조에 의해 ISDN 인터페이스 기능을 수행한다. 계층간 엔티티의 통신은 메일박스를 통해 이루어지고, 계층내 엔티티의 통신은 내부 FIFO 큐를 통해 이루어진다. 계층서버, 엔티티, 메일박스, 내부 FIFO 큐와의 상호관계를 그림 4에 나타내었고 엔티티간 통신절차는 다음과 같다.

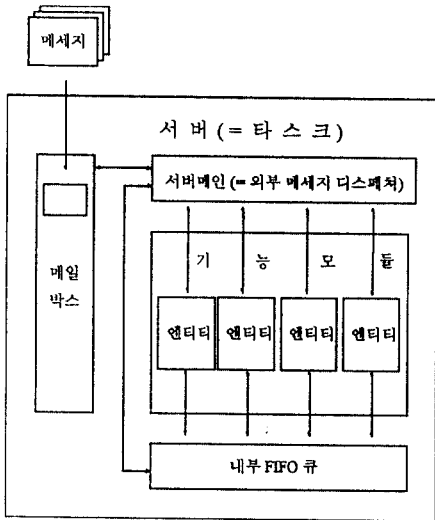


그림 4. 계층서버, 엔티티, 엔티티간 통신  
Fig. 4 Server, entity, and inter-entity communication

특정 엔티티와 메시지 통신을 위한 엔티티 주소는 그 엔티티의 서버가 소유한 메일박스의 식별자와 엔티티 식별자로 구성된다. 임의의 엔티티가 특정 엔티티로 서비스를 요청하기 위해선 우선 보내고자 하는 메시지의 헤드에 송수신 엔티티의 식별자와 해당 서비스의 프리미티브 코드를 쓴 후, 운영체제에 메시지 전송을 요구한다. 운영체제는 메시지내 송수신 엔티티 식별자를 보고 계층내 엔티티간 통신인지 계층간 엔티티 통신인지를 판단하여 계층내 통신이면 메시지를 내부 FIFO 큐에 등록하고, 계층간 통신이면 수신엔

티티를 포함하는 서버(수신서버)의 메일박스를 찾아 등록한다. 메시지 전송이 끝나면 스케줄러로 제어가 넘어가고 타스크 스케줄링에 의해 수신서버가 제어를 넘겨받게 되면 수신서버의 메인인 구동된다. 서버 메인은 우선 자신의 메일박스에 있는 메시지를 읽어 내부 FIFO 큐에 등록한다. 그런후 서버는 내부 FIFO 큐로부터 메시지를 읽어 메시지의 수신엔티티 식별자를 보고 해당 기능모듈을 호출한다. 해당 기능모듈은 메시지내 서비스 프리미티브 코드에 따라 요구된 서비스를 수행한 후 제어가 서버 메인으로 다시 넘어가면 내부 FIFO 큐에 메시지가 없을 때까지 계속해서 다음 메시지를 읽어 동일한 과정을 반복 수행한다. 만약 내부 FIFO 큐에 더이상 처리할 메시지가 없으면 운영체제의 스케줄러로 제어가 넘겨진다. 서버 메인의 구현 알고리즘은 그림 6에 나타내었다.

### 2. ISDN 프로토콜

ISDN 프로토콜은 OSI 참조모델에 기초한 계층구조로 되어 있고, 인접한 두 계층간의 관계는 서비스 사용자와 서비스 제공자의 관계로 해석되어 진다<sup>[6]</sup>. 상위계층과 하위계층은 계층간 인터페이스를 통해 서비스를 요구하거나 서비스를 제공한다. 각 계층은 상위계층이 요구한 서비스를 제공하기 위해 다시 하위계층에 관련 서비스를 요청하여 제공받는 복잡한 구조로 되어 있으나 이는 각 계층별 *peer-to-peer* 프로토콜에 의해 추상화(abstraction)되어질 수 있다. 다시 말해 상위계층이 서비스 요구를 하면 *peer-to-peer* 프로토콜에 기초한 상호작용에 의해 요구된 서비스를 제공하도록 모델링할 수 있으며 이의 구조는 그림 5에 나타내었고 동작은 아래와 같다.

( $N+1$ )-엔티티간의 end-to-end 통신은 결국 ( $N$ )-엔티티의 ( $N$ )-프로토콜에 의해 성립된 양방향의 논리적 통신로(logical path)를 통해 이루어진다. ( $N+1$ )-엔티티간의 통신을 위한 양방향의 논리적 통신로는 동시에 복수개 존재할 수 있으므로 이를 구별할 수 있는 식별자가 요구된다. 그리고 ( $N+1$ )-엔티티가 ( $N$ )-엔티티의 구현된 상세내역 몰라도 동작할 수 있게 하는 계층구조의 요건을 충족시키기 위해선 논리적 통신로의 식별은 ( $N+1$ )/ $N$ -인터페이스상의 식별자(커넥션 식별자)와 *peer-to-peer* 프로토콜상의 식별자(통신로 식별자)로 구분되어야 하며 이들간의 접속(mapping)은

(N)-SAP에 유지되어야 한다.

커넥션 식별자는 (N+1)-엔티티와 (N)-엔티티간의 커넥션 식별자로서 (N)\_CONN\_RQ시는 (N+1)-엔티티가 결정하여 (N)-엔티티로 넘겨주고, (N)\_CONN\_IN시는 (N)-엔티티가 결정하여 (N+1)-엔티티로 넘겨준다. 그리고 (N)\_CONN\_RQ시는 커넥션 식별자가 증가하는 방향(0→126)으로 (N)\_CONN\_IN시는 커넥션 식별자가 감소하는 방향(255→128)으로 할당하고, 커넥션 식별자 127은 계층관리를 위한 공지(broadcast)에 이용된다. 통신로 식별자는 (N)-엔티티간의 링크 식별자로서 (N)\_CONN\_RQ시 (N)-프로토콜에 의해 결정되어 (N)-SETUP 프로토콜 메시지에 실려 상대방 (N)-엔티티로 전달된다. 그래서 하나의 논리적 통신로가 설정된 동위의 (N)-엔티티는 동일한 통신로 식별자를 가지게 되고 상대방 (N)-엔티티의 응답시 이용된다.

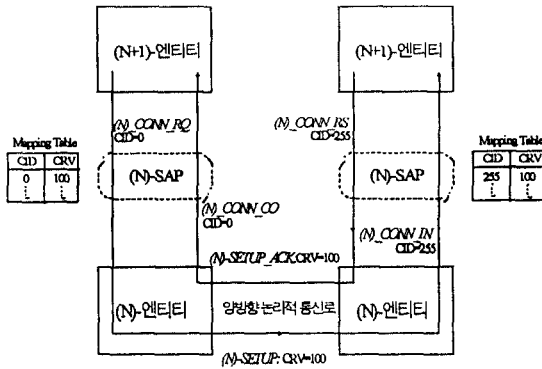


그림 5. ISDN 프로토콜의 구조와 동작  
Fig. 5 Structure and operation of ISDN protocol

### 3. 계층 3 ISDN 프로토콜

OSI 참조 모델에 의하면 인접한 두 계층간의 관계는 서비스 사용자와 서비스 제공자의 관계로 해석되어질 수 있고, 인접한 상하위 계층간의 관계는 개념적으로 동일하므로 본 논문에서는 계층 3 프로토콜의 구현에 대해서만 상세히 서술하였다<sup>17-19</sup>.

#### 1) 계층 3 서버 메인

운영체제의 TASK 스케줄링에 의해 계층 3 서버가

수행하게 되면 우선 자신을 초기화한 후, 자신의 메일박스로부터 메시지를 읽어 내부 FIFO 큐에 등록한다. 그런후 내부 FIFO 큐로부터 읽은 메시지를 가지고 해당 엔티티를 호출한다. 엔티티의 수행이 종료되면 내부 FIFO 큐에 더이상의 메시지가 없을 때까지 동일한 과정을 반복 수행한다. 만약 메일박스에 수신된 메시지가 없으면 메시지 대기상태에 있게 되고 운영체제에 의해 다른 계층서버가 구동되며 이의 개략적인 처리절차는 그림 6과 같다.

```

L3_Server_Main ( )
{
    계층 3 서버를 초기화한다.

    for ( ; ; ) {
        자신의 메일박스로부터 메시지를 읽는다.
        메일박스로부터 읽은 메시지를 내부 FIFO 큐에 등록한다.

        while (내부 FIFO 큐 != NOT_EMPTY) {
            내부 FIFO 큐에서 하나의 메시지를 읽는다.
            메시지내의 수신 엔티티 식별자를 확인한다.
            수신한 메시지의 포인터를 가지고 해당 엔티티를 호출한다.
        }
    }
}
    
```

그림 6. 계층 3 서버 메인의 처리 절차  
Fig. 6 Processing procedure of layer 3 server main program

#### 2) 계층 3 관리 엔티티

계층 3 관리 엔티티는 초기화와 구성을 관장하는 엔티티로서 계층 3에서 사용되는 자원의 할당과 초기화를 수행한다. 시스템 부팅시 시스템 관리 서버는 계층 3의 초기화와 구성을 위하여 계층 3 관리 엔티티로 초기화 명령(SM\_SET\_CONFIG\_RQ)을 내린다. 명령을 받은 계층 3 관리 엔티티는 계층 3의 관리를 위한 자원을 할당하고 초기화한 후, 네트워크 엔티티로 초기화 명령(MNS\_SET\_CONFIG\_RQ)을 내린다. 그러면 네트워크 엔티티는 S-인터페이스 포트별로 망의 접속관리를 위한 망제어 버퍼를 할당하고, 망제어 버퍼별로 동시에 처리 가능한 최대 호의 수만큼 인스턴스 제어버퍼를 할당한다. 할당된 제어버퍼의 초기화를 끝내면 계층 3 관리 엔티티로 초기화 응답(MNS\_SET\_CONFIG\_CO)을 보내고, 계층 3 관리 엔티티는 계층 3의 초기화와 구성을 종료하였다는 초

기화 응답(SM\_SET\_CONFIG\_CO)을 시스템 관리 서버로 보냄으로서 계층 3의 엔티티들이 정상 동작할 수 있는 환경이 구축된다.

### 3) 네트워크 엔티티

네트워크 엔티티의 입력메세지는 계층 4의 호제어 엔티티에서 내려온 발신 호제어 메세지, 계층 2의 LAPD 엔티티에서 올라온 착신 호제어 메세지, 시스템 서비스 서버에서 온 타이머 메세지, 계층 3 관리 엔티티로부터 전달된 초기화 메세지로 크게 나뉜다. 네트워크 엔티티는 입력메세지의 프리미티브 코드에 따라 해당 처리부를 수행하며, 이의 개략적인 처리 절차는 그림 7과 같다<sup>10)</sup>.

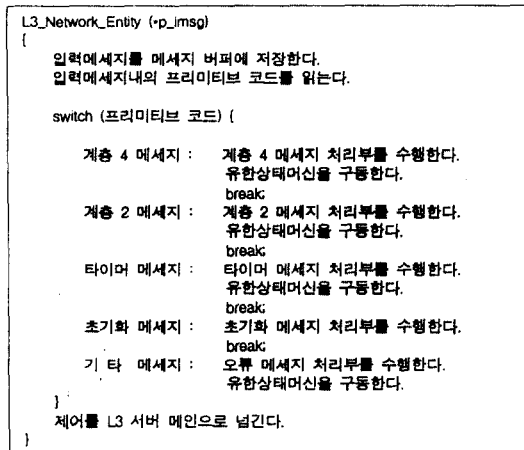


그림 7. 계층 3 네트워크 엔티티의 처리 절차  
Fig. 7 Processing procedure of layer 3 network entity

#### (1) 계층 4 메세지 처리부

입력메세지가 계층 4의 호제어 엔티티에서 내려온 호제어 메세지이면 우선 메세지의 길이, 접근망 식별자(NAI), 서비스창구 식별자(SAPI), 커넥션 식별자(CID) 등을 점검하여 메세지의 타당성을 검토한다. 만약 계층 4 메세지가 최초의 발신 호접속 요구메세지(최초의 NS\_CONN\_RQ)이면 새로운 호제어 버퍼를 할당한다. 할당된 호제어 버퍼에 커넥션 식별자 등의 호제어 정보를 저장하고 하나의 호참조 번호(call reference number)

를 지정한 후, ITU-T 권고안 I.451의 SDL에 기술되어 있는 상태천이를 그대로 수용한 프로그램(상태머신)을 구동한다. 그 외의 계층 4 메세지에 대해선 우선 메세지내의 접근망 식별자, 서비스창구 식별자 및 커넥션 식별자를 검색키(호제어버퍼 검색키)로 하여 해당 호제어 버퍼를 찾은 후, 상태머신을 구동한다.

#### (2) 계층 2 메세지 처리부

입력메세지가 계층 2의 LAPD 엔티티에서 올라온 착신 호제어 메세지인 경우도 마찬가지로 우선 메세지의 타당성을 검토하고, 최초의 착신 호접속 요구메세지(최초의 NS\_CONN\_IN)이면 새로운 호제어 버퍼를 할당한다. 할당된 호제어 버퍼에 메세지내의 호참조 번호 등의 호제어 정보를 저장하고 하나의 커넥션 식별자를 지정한 후, 상태머신을 구동한다. 그 외의 계층 2 메세지에 대해선 우선 메세지내의 호제어버퍼 검색키를 이용하여 해당 호제어 버퍼를 찾은 후, 상태머신을 구동한다.

#### (3) 타이머 메세지 처리부

입력메세지가 시스템 서비스 서버에서 온 타이머 메세지인 경우도 우선 메세지의 타당성을 검토하고, 메세지내의 호제어버퍼 검색키를 이용하여 해당 호제어 버퍼를 찾은 후, 상태머신을 구동한다.

#### (4) 초기화 메세지 처리부

입력메세지가 계층 3 관리 엔티티로부터 전달된 초기화 메세지이면 앞서 계층 3 관리 엔티티에서 서술한 바와 같이 계층 3 제어를 위한 자원의 할당과 초기화를 한다.

### 4. 호처리 인터페이스

호처리 인터페이스는 교환기의 주장치 보드와 가입자 셀프에 위치한 ISDN 카드 사이의 인터페이스 기능을 수행한다. 다시 말하면 주장치 보드의 호처리 타스크와 ISDN 카드의 호제어 엔티티간의 인터페이스로서 호처리 타스크가 각종 ISDN 서비스를 요청하고 제공받는 서비스 창구 역할을 한다. 호처리 인터페이스는 공통메모리를 통하여 신호정보를 교환하고, 교환기 주장치의 신호방식과 ISDN D-채널 신호방식간의 상호변환 기능을 수행한다. 교환기의 주장

치와 ISDN 카드간의 신호정보 흐름을 그림 8에 나타 내었고, 송수신 절차는 아래와 같다.

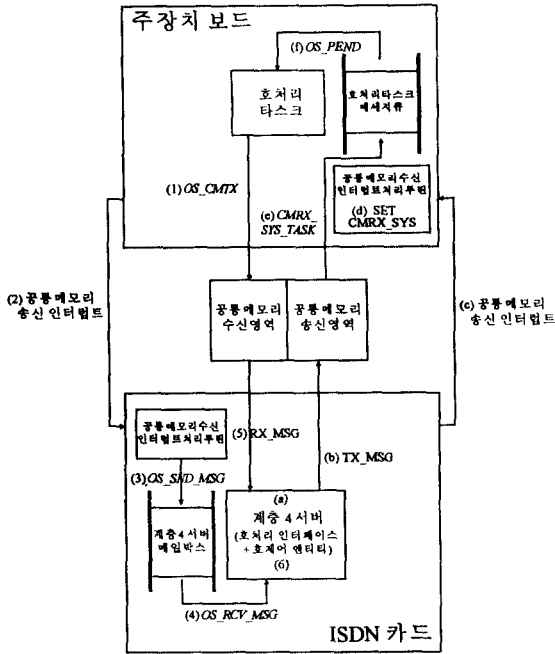


그림 8. 호처리 인터페이스의 메시지 송수신 절차  
Fig. 8 Message communication procedure of call processing interface

1) 호처리 수신 인터페이스

호처리 수신 인터페이스는 주장치 호처리 메시지를 공통메모리를 통해 수신하여 ISDN 호제어 메시지로 변환한 후, 호제어 엔티티로 전달하는 기능을 수행한다<sup>4, 11)</sup>.

- (1) 주장치의 호처리 TASK가 호처리 메시지를 ISDN 카드의 계층 4 서버로 전송하기 위해 공통메모리의 수신영역에 쓴다.
- (2) 주장치의 호처리 TASK가 ISDN 카드로 공통메모리송신(CMTX) 인터럽트를 발생시킨다.
- (3) ISDN 카드에 인터럽트가 발생하면 공통메모리수신(CMRX) 인터럽트 서비스루틴이 구동된다. 인터럽트 루틴은 수신 요구메시지를 만들어 앞서 설명한 엔티티간 통신메카니즘을 이용하여 계층 4 서버의 메일박스에 등록한다.

- (4) ISDN 카드의 계층 4 서버가 운영체제의 스케줄링에 의해 제어를 갖게 되면 자신의 메일박스에 서 메시지를 읽어 호처리 인터페이스 엔티티로 넘겨준다.
- (5) 호처리 인터페이스는 수신메시지의 프리미티브 코드가 공통메모리수신 요구이면 공통메모리의 수신영역에서 메시지를 읽어 내부 메시지 버퍼에 저장한다.
- (6) 호처리 인터페이스는 주장치의 호처리 메시지를 그에 상응한 ISDN 호제어 메시지로 변환하여 호제어 엔티티로 넘겨줌으로써 수신 인터페이스 기능을 완수하게 된다.

2) 호처리 송신 인터페이스

호처리 송신 인터페이스는 호제어 엔티티로부터 전달된 ISDN 호제어 메시지를 그에 상응한 주장치 호처리 메시지로 변환하여 공통메모리를 통해 주장치의 호처리 TASK로 송신하는 기능을 수행한다<sup>4, 11)</sup>.

- (a) 호처리 인터페이스가 호제어 엔티티로부터 ISDN 호제어 메시지를 넘겨받으면 우선 그에 상응한 주장치 호처리 메시지로 변환한다.
- (b) 변환한 호처리 메시지를 주장치의 호처리 TASK로 전송하기 위해 공통메모리의 송신영역에 쓴다.
- (c) ISDN 카드의 호처리 인터페이스가 주장치로 공통메모리송신 인터럽트를 발생시킨다.
- (d) 주장치에 인터럽트가 발생하면 공통메모리수신 인터럽트 서비스루틴이 구동된다. 인터럽트 루틴은 공통메모리로부터 메시지를 수신할 시스템 TASK의 구동을 위해 이벤트 리스트의 해당 플래그를 셋트한다.
- (e) 운영체제의 스케줄러가 제어를 갖게 되면 이벤트 리스트에 셋트된 공통메모리수신 시스템 TASK를 구동한다. 시스템 TASK는 우선 공통메모리로부터 메시지 읽어 내부 버퍼에 저장한 후, 메시지내 수신 TASK 식별자에 따라 호처리 TASK의 메시지 큐에 메시지를 등록한다.
- (f) 호처리 TASK가 운영체제의 스케줄링에 의해 제어를 갖게 되면 자신의 메시지 큐에서 메시지를 읽어 처리함으로써 송신 인터페이스 기능을 완수하게 된다.



### V. 성능평가

구현한 ISDN 카드는 사용자 측면에서 볼 때 하나의 블랙박스로 보여지며 카드내의 프로토콜 구조나 동작의 상세내역보다는 실제 요구한 서비스가 얼마나 정확히 빨리 제공되는지가 더 중요하므로 요구한 서비스의 응답시간을 측정함으로써 이의 성능을 평가하였다. 프로토콜의 성능에 영향을 미치는 성능지표와 파라메타의 추출을 통한 ISDN 프로토콜의 각 계층별 성능평가와 개선방안 등의 제시는 본 논문의 범위를 넘어서다.

#### 1. 성능평가 방법

구현한 ISDN 카드는 사용자가 요구한 서비스를 제공하기 위해 상하위 타스크간에 해당 서비스를 요청하여 제공받는 복잡한 구조로 되어 있으나 이는 서비스 사용자 측면에서 볼 때 요구한 서비스를 제공하는 하나의 블랙박스로 보여진다. 즉, 사용자에게 있어선 ISDN 카드내의 프로토콜 구조나 동작의 상세내역보다는 실제 요구한 서비스가 정확히 제공되는지 또 얼마나 빨리 제공되는지가 더 중요하다. 그래서 본 논문에서는 구현한 ISDN 카드의 각 계층별 성능평가보다는 사용자가 데이터나 음성을 송수신하기 위해 요구한 호설정과 호해제 서비스를 ISDN 카드가 제공하는데 소요되는 실제 응답시간을 그림 9와 같이 측정

함으로써 이의 성능을 평가하였다. ISDN 프로토콜의 단말측 에뮬레이션을 위해 아카시아의 클라리넷 에뮬레이터를 이용하였고<sup>[12]</sup>, ISDN 호 시뮬레이터에서 적정 부하의 입출력 호를 발생시킨 후 호설정과 해제 의 응답시간을 측정하였다.

#### 2. 성능평가의 전제조건

사용자의 호설정과 해제요구에 대한 ISDN 카드의 응답시간은 사용자의 통화요구에 의해 발생한 시스템내 통신트래픽의 강도에 따라 달라진다. 그래서 ISDN 호 시뮬레이터를 이용하여 적정 부하의 입출력 호를 진행시킨 후 새로운 호설정과 해제요구를 발생시켜 이의 처리시간을 측정하였다. 하나의 ISDN 카드는 8 개의 ISDN 포트를 제공하고 각 포트는 2B+D로 구성되어 있으므로 최대 16 개의 동시 통화가 가능하다. 그러므로 ISDN 카드내에 16 개의 입출력 호가 동시에 진행중인 상태를 최장조건, 8 개의 입출력 호가 동시에 진행중인 상태를 일상조건, 진행중인 입출력 호가 없는 상태를 최단조건으로 하였고, 입력 호와 출력호는 각각 50%씩 존재하는 것으로 하였다. 그리고 성능평가를 위해 단일 노드의 ISDN 사설교환기에 8 개의 가입자 처리모듈을 정상 실장하고 1 개의 ISDN 카드를 실장하여 시스템을 구성하였다.

ISDN 에뮬레이터의 프로토콜은 ETSI BRI로 하고 망으로 동작하도록 설정하였으며 Q.921 계층2 에뮬레이터와 Q.931 계층3 에뮬레이터의 초기조건은 각각 표 1과 표 2와 같다.

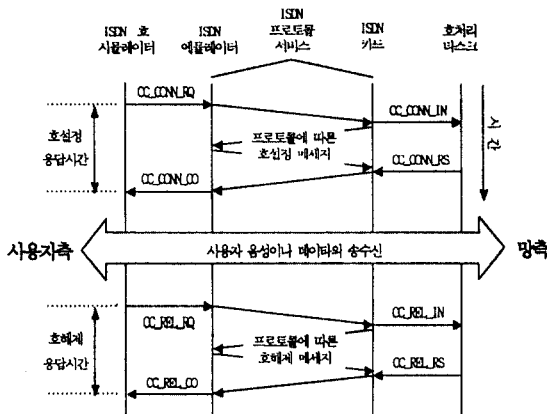


그림 9. ISDN 카드의 호설정과 해제 의 응답시간  
Fig. 9 Response time of ISDN card for call setup and release

표 1. Q.921 계층 2 에뮬레이터의 초기조건  
Table 1. Initial condition of Q.921 layer 2 emulator

계층 2 파라메타		초기조건
호제어 서비스 접근창구 (SAPI 0)	단말기 종단점 식별자(TED)의 수	64 개
	I-프레임 송수신 윈도우 크기(k)	1
	프레임 재전송 횟수(N200)	3 회
	I-프레임 정보필드의 크기(N201)	260 바이트
계층2 관리 서비스 접근창구 (SAPI 63)	T200 타이머	1000 msec
	T203 타이머	10000 msec
계층2 관리 서비스 접근창구 (SAPI 63)	TEI 확인요구 횟수(N202)	3 회
	T201 타이머	1000 msec
	T202 타이머	2000 msec

표 2. Q.931 계층 3 에뮬레이터의 초기조건

Table 2. Initial condition of Q.931 layer 3 emulator

계층 3 파라메타			초기조건			
타이머 (msec)	T301	T302	T303	180000	15000	4000
	T304	T305	T307	20000	30000	180000
	T308	T309	T310	4000	90000	40000
	T313	T314	T316	4000	4000	120000
	T317	T318	T319	100000	4000	4000
	T321	T322		30000	4000	
프로토콜	SETUP 메시지 전송방식		공지용 데이터링크 이용			
	CONNECT 메시지 처리방법		CONNECT-ACK로 응답			
	타이머 종료시 처리방법		DISC/RELEASE 전송			
	계층 3 종료시 처리방법		계층 2 해제를 수행			

3. 성능평가

호설정과 해제를 위한 ISDN 카드의 수행시간은 시스템내의 통신트래픽 강도에 따라 가변적이므로 ISDN 호 시뮬레이터를 이용하여 전제조건에 따른 입출력호를 발생시킨 후 이의 최단, 일상, 최상 응답시간을 측정하였다. ISDN 카드의 성능평가를 위한 시스템 구성도는 그림 10과 같다.

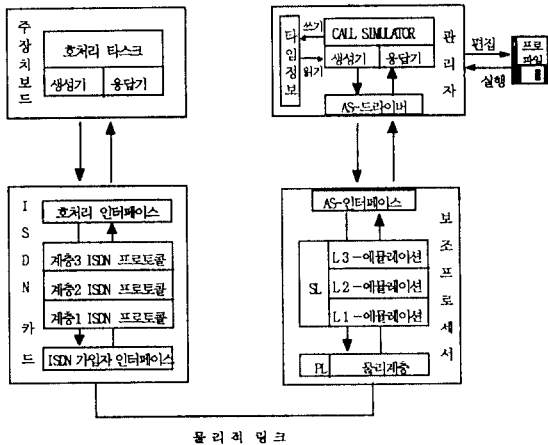


그림 10. 호설정과 해제의 응답시간 측정  
Fig. 10 Response time measurement of call setup and release

호설정과 해제요구에 대한 ISDN 카드의 응답시간을 측정하기 위해 타이머를 구동하고 ISDN 호 시뮬레이터는 호설정이거나 해제요구시 타이머를 기록하고 이에

대한 응답을 ISDN 카드로부터 받았을 때 타이머를 기록한 후 이들간의 차를 산출하여 표 3의 응답시간을 구하였다.

표 3. 호설정과 해제의 응답시간

Table 3. Response time of call setup and release

(단위: msec)

서비스 종류	응답시간		
	최단	일상	최장
호 설정	1248.5	1942.6	2364.7
호 해제	48.7	78.9	129.4

VI. 결론

본 논문에서는 사실교환기에 ISDN 단말을 수용하기 위한 ISDN 카드를 구현하였다. 구현한 ISDN 카드는 교환기의 가입자 셸프내 공통 카드슬롯에 실장되어 ISDN 단말을 위한 인터페이스 역할을 수행함으로써 음성과 데이터 통신을 가능하게 한다. 이의 구현을 위해 먼저 ISDN 카드의 전체 구조와 기능을 하드웨어와 소프트웨어로 나누어 설계하였고, 이를 기초로 서버와 엔티티, 엔티티간 통신, ISDN 프로토콜 및 호처리 인터페이스를 구현하여 ISDN 가입자 접속 기능을 구현하였다. 그리하여 본 ISDN 사실교환기는 기존 사실교환기의 일반접속기능, 중계대기능, 내선기능, 전용선기능, 운용관리기능은 물론이고 미래의 필수 서비스인 음성, 데이터, 화상 등의 멀티미디어 통신서비스와 각종 부가서비스를 ISDN 망을 통해 제공할 수 있도록 하였다.

참고 문헌

1. E. R. Coover, *Digital Private Branch Exchanges*, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 1989.
2. B. Keiser and E. Strange, *Digital Telephony and Network Integration*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1985.
3. 삼성전자, *Information Exchange System(INFOREX)* 시스템 사용자 매뉴얼, 통신연구소 교환연구실, July

- 1993.
4. Omnitel, *ISDN Bricks: General Aspects, Interface Guide, and Porting Guide*, Omnitel SA, October, 1994.
  5. KADAK, *AMX 68000 Multitasking Executive*, KADAK Products Ltd., 1992.
  6. L. Svobodova, "Implementing OSI Systems", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, pp. 1115-1130, September 1989.
  7. ETSI, *Integrated Service Digital Network(ISDN); Basic user-network interface, Layer 1 specification and test principles*, ETS 300 012, April 1992.
  8. ETSI, *Integrated Service Digital Network(ISDN); User-network interface data link layer specification, Application of CCITT Recommendation Q.920 1.440 and Q.921/1.441*, ETS 300 125, September 1991.
  9. ETSI, *Integrated Service Digital Network(ISDN); User-network interface layer3 Specifications for basic call control*, ETS 300 102-1, Dec. 1990.
  10. ETSI, *Integrated Service Digital Network(ISDN); User-network interface layer3, Specifications for basic call control, Specification Description Language (SDL) diagrams*, ETS 300 102-2, December 1990.
  11. 최 재원, 박 인갑, "ISDN 사설교환기용 실시간 운영체제의 구현 및 성능평가", 대한전자공학회 논문지, 제 33권 A편, 제 12호, 1996.
  12. ACACIA, "*CLARINET Reference Manual: Principle, Manager-ISDN Functions, and Event-Editor Description*", MGAPPI-V2.3Z, 1995.



최 재 원(Jae Weon Choe) 정회원

1965년 4월 27일생

1988년 2월 고려대학교 전산학과(학사)

1990년 8월 미국 미시간주립대학교 전산학과(석사)

1995년 8월 건국대학교 전자공학과(박사)

1990년 10월~현재

삼성전자 정보통신연구소 선임연구원

※주관심분야: 운영체제, 네트워크, 정보통신망, 이동통신