

論 文

ISDN용 전화가입자-망 간 접속에 관한 연구
제 2 부 : ISDN용 가입자 단말장치-Digital Telephone-에 관한 연구

準會員 玉 承 洙*, 正會員 金 宜 衡**, 正會員 金 榮 哲***,
正會員 曹 圭 燮****, 正會員 朴 炳 哲*****

**A Study on the ISDN Telephone
User-Network Interface**

Part 2 : A Study on the ISDN User Terminal; Digital Telephone

Seung Soo OAK*, Sun Hyoung KIM**, Young Chul KIM***,
Kyu Seob CHO****, Byung Chul PARK***** *Regular Members*

要 約 ISDN의 효율적 활용을 위해서는 다양한 가입자 서비스를 제공할 수 있는 terminal의 개발이 선결되어야 한다. 본 논문은 ISDN 가입자-망 간 접속에 관한 2권의 논문중 제2부로서 ISDN 가입자 단말장치의 일반적 관련요소에 대한 연구를 수행하였으며 ISDN이 제공할 수 있는 서비스 중 가장 간단한 예로 전화 서비스를 위한 stimulus mode type의 digital telephone을 설계, 제작하여 그 성능을 고찰하여 보았다. 본 digital telephone은 ECM(Echo Cancellation Method) 방식을 사용하여 network에 접속되며 user-network간 신호 방식으로 CCITT의 I.440-441에서 권고하는 LAPD protocol을 채택하였고 소규모 ISDN 교환 emulator와의 연동을 통하여 관련된 S/W 및 H/W 개발의 타당성을 검증하였다. 또한 digital telephone으로서의 기본 기능인 음성 디지털화, man-machine interface 등이 실현되었다.

ABSTRACT To fully utilize the availability of the ISDN, it is very important to develop the ISDN user terminals which can provide various user services. In this paper, the basic concept of the ISDN user terminal is briefly studied and, based on this study, a stimulus type digital telephone which can be connected directly to the ISDN is designed. This digital telephone can provide the basic voice service and has general functions such as voice encoding/decoding(PCM is used), user-network signalling, digital tone supply, channel selection, key pad and status display. Echo cancellation method is adopted for the digital subscriber loop transmission and user-network signalling is implemented according to the LAPD(Link Access Procedure on D-channel) protocol recommended by the CCITT's recommendations I.440-I.441. The validity of designed S/W and H/W functions are verified by testing them with ISDN circuit switching emulator described in the first part of this paper.

1. 서 론

ISDN(Integrated Services Digital Network)이란 현재 각각의 전용 네트워크를 통해 제공되는 다양한 서비스를 단일화된 네트워크를 통해 제공하기 위해 송신 가입자로부터 수신 가입자까지 디지털 접속을 제공하며, 이를 통한 음성 및 비음성 서비스를 종합적으로 제공할 수 있는 통신망을 뜻한다. 따라서 이러한 네트워크가 구현되었을 때에 이를 실제로 유용하게 사용하기

* , **** * 成均館大學校 工科大學 電子工學科
Dept. of Electronic Engineering Sung Kyun
Kwan University. Suwon. 170 Korea.
** 仁德工業專門大學 電子科
Dept. of Electronics, Induk Institute of Design
Seoul. 132 Korea
*** 三星半導體通信(株)綜合研究所
Sam Sung Semiconductor and Telecommunications
**** 韓國電子通信研究所
Electronics and Telecommunications Research
Institute
論文番號 : 87-08(接受 1886. 12. 2)

위해서는 다양한 가입자 서어비스가 구현되어야만 한다.

이러한 가입자 서어비스를 살펴보면 음성 및 비음성 서어비스로 분류할 수 있는데, 비음성 서어비스로는 telex, facsimile, teletex, videotex, video conference 등을 그 예로 들 수 있다. 따라서 기존의 전화 또는 데이터 통신용 단말장치 등의 범주를 벗어나는 새로운 형태의 복합 가입자 단말장치가 필수적으로 개발되어야 하며 국내외에서 이에 대한 연구가 활발히 추진되고 있는 실정이다 (1)(2)(3)(4)(5).

본 논문에서는 ISDN 하에서 요구되어지는 가입자 단말장치에 관한 포괄적 연구를 수행하였고 이에 대한 구체적인 예로써 digital telephone을 설계하여 ISDN 단말장치로서의 기본적인 기능을 고찰하여 보았다. 또한 본 연구에서 제시된 digital telephone의 기능은 본 논문 제 1부의 ISDN 회선 교환 emulator와의 연동 test를 통하여 확인하였다.

2. ISDN 가입자 구조 및 전송 방식

2-1 가입자 구조

국제 전신 전화 자문위원회 (CCITT)에서는 I.400 계열 권고안에서 ISDN 가입자 구조에 관하여 권고하고 있으며 기본적으로 그림(1)과 같은 구조를 갖고 있다(6).

그림(1)에서 기능 집합(Functional Grouping)은 ISDN 가입자 맥내 구조에서 필요한 각종 기능들을 종류별로 나누어 놓은 것이며, 실질적으로 하나 또는 여러 가입자 장치의 조합에 의해

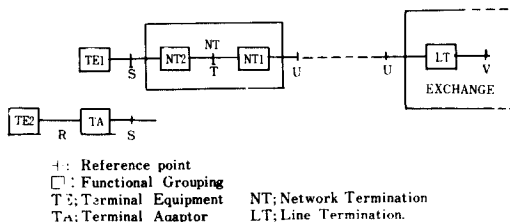


그림 1 ISDN 가입자 구조
Reference configuration for the ISDN user-network interface.

수행될 수 있다.

기능집합중 NT는 통신망 종단 기능을 가지며 NT 1과 NT 2로 나누어 지는데 NT 1의 기능은 OSI(Open System Interconnection)의 7 layer 프로토콜중 layer 1에 해당하는 전기자기적 종단 기능으로서, 가입자 선로 종단기능, 가입자 선로 유지보수 및 감시기능, 타이밍(clock) 추출, operating power 공급, T기준점에 대한 digital interface 종단 기능과 시분할 다중화(layer 1) 기능 등을 갖고 있으며, NT 2는 layer 2와 layer 3에 해당하는 기능들로서 layer 2, 3관련 프로토콜 처리 및 교환, 집선 기능과 S, T 기준점에 대한 digital interface 종단 기능으로 구성된다.

LT는 교환국 측의 회선 종단 장치로서 가입자는 이 장치를 통하여 교환기에 접속, 연동된다. 기능집합 중 TE는 가입자 단말 장치를 뜻하며, TE 1과 TE 2로 구분된다. TE 1은 ISDN용 가입자 단말장치로서 S 기준점에 직접 접속하여 사용할 수 있고, TE 2는 비 ISDN용 단말장치로서 TA를 통하여 S 기준점과 접속 사용할 수 있다. 따라서 TE 1은 기본 접속(BAI; Basic Access Interface)⁽⁶⁾인 경우에 2B+D (144kbits/s)의 채널 구조를 가지며 B 채널은 64kbits/s의 디지털 정보량으로 음성 혹은 패킷 데이터들을 수용할 수 있고 D 채널은 16kbits/s의 회선 교환 정보 및 저속 패킷 데이터, telemetry 정보를 수용할 수 있으며 user-network signalling은 LAPD (Link Access Procedure on D-channel)⁽⁷⁾⁽⁸⁾에 근거한다. 따라서 ISDN 단말장치로서 TE 1이 갖추어야 할 기본 기능으로서는

- LAPD 프로토콜 처리
- 호 신호 처리(call control process)
- Maintenance
- S, T reference point interface

등을 들 수 있다.

또한 TE 1은 D 채널을 이용한 user signalling 방식에 따라 functional mode와 stimulus mode terminal로 분류된다. Functional mode terminal은 user signalling의 기능인 layer 3 기능을 네트워크 뿐만 아니라 가입자 단말장치도 독립적으로 수행하며 이에 따라 네트워크와 가입자는

동등한 관계로 signalling을 수행하는 형태를 갖게 된다. 이러한 signalling 형태를 갖는 terminal로는 host computer, multifunction terminal, PABX 등이 있다. 이에 반해 stimulus mode terminal은 사체적으로 독립된 layer 3 기능을 수행하지 못하며 네트워크와는 master-and-slave 형태의 관계로 가입자의 동작변화만을 표시하는 단순 signalling 만을 수행한다.

이러한 기능집합들이 여러가지 형태의 조합에 따라 다양한 형태의 가입자 접속 형태로 실현될 수 있다.

2-2 전송 방식

가입자 선로의 디지털화를 이루기 위해서는 앞으로의 광대역 서비스 제공, 기술적인 추세 등으로 보아 광섬유의 사용이 가장 이상적인 방식이라고 할 수 있다. 그러나 경제적인 문제 즉, 현재 가입자 선로로 동선이 설치, 사용되고 있다는 점과 협대역 ISDN에서의 기본 정보전송량이 64kbits/s의 범주를 크게 벗어나지 않을 것이라는 점을 고려할 때 우선은 기존의 금속성 선로를 통하여 디지털 신호를 전송할 수 있는 방법을 찾는 것이 보다 효율적이다. 이러한 전송방식은 4선 선로 전송방식과 2선 선로 전송방식으로 나눌 수 있다.

4선 선로 전송방식은⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ 국간 중계 선로와 같이 신호의 중계 전송이 손쉽게 이루어질 수 있으며 전송 시스템을 실현하는데 고도의 회로 기술을 필요로 하지 않는 반면에 별도의 선로를 설치해야 하므로 가입자 망을 재배치 하거나 새로운 가입자 선로를 증설해야 한다는 단점이 있다. 따라서 144kbits/s급의 정보량(2B+D) 전송을 위하여 모든 가입자를 4선 선로에 의해 통신망에 접속 시키는 것은 불가능 할 것으로 예측되나 2선식 전송방식이 널리 보급되기 이전의 ISDN 초기 단계에서는 선별적으로 사용될 수 있을 것으로 전망된다.

2선 선로 전송 방식은⁽¹¹⁾⁽¹²⁾ 4선 선로 전송 방식에 비해 훨씬 경제적이거나 전송 거리의 제약이 따른다. 2선 선로 전송 방식은 가입자측 단말에서 송수신 신호 분리 기능을 갖추어야 하며, 이 분

리 방법에 따라 FDM (Frequency Division Multiplexing), TCM (Time Compressor Multiplexing)⁽¹³⁾, ECM (Echo Cancellation Method)⁽¹⁴⁾ 방식으로 대별할 수 있다. 이중 FDM은 아날로그 회로의 IC화가 어렵고 주파수가 높기 때문에 실제 사용하기는 어려울 것으로 전망된다.

실질적으로 실현이 가능한 TCM 방식은 단위 시간당 보내고자 하는 정보를 시간적으로 압축하여 단위 시간보다 짧은 시간내에 송출하고 남은 시간을 상대방에게 할당하여 상대방이 이 시간을 이용, 정보를 송출하는 일종의 시간 분담(time sharing) 방식이다. 이와 같은 전송 형태에 의해 TCM 방식은 버스트 모드 전송(burst mode transmission) 또는 핑퐁 전송(ping-pong transmission)이라고도 불리운다. 이와 같은 전송형태 때문에 TCM 방식에서 가입자 선로상에 나타나는 전송 속도는 실제로 필요한 정보량의 두배 이상이 되며, 이것이 TCM 방식의 가장 큰 단점으로 지적되고 있다.

TCM 방식은 이론적으로 크게 어려운 점이 없고 선로 등화기(equalizer)를 제외하고는 고도의 기술이 필요치 않으며, 회로의 IC화도 쉽게 실현할 수 있다는 장점이 있으나 선로상의 전송 속도가 보내고자 하는 정보량의 2배 이상으로 높아진다는 단점이 있다. 이와 같은 전송 속도의 증가는 최대 전송 거리의 단축, 누화에 의한 잠음 증가등 바람직하지 못한 결과를 초래한다.

이러한 단점을 극복하기 위해 하이브리드 코일을 이용한 반향 제거 방식(ECM)이 제안되었다. 이 방식은 아날로그 통신에 사용되었던 2선/4선 변환기, 즉 하이브리드 코일을 사용하여 송수신 신호를 분리하므로 선로상의 전송속도는 전송하고자 하는 정보량과 동일해진다. 그러나 전송선로 임피던스와 하이브리드 코일의 평행회로 임피던스를 완전히 일치시킬 수 없으므로 송수신 신호를 완전히 분리한다는 것은 불가능하다. 디지털 신호의 경우는 고주파 성분과 넓은 대역폭 때문에 문제가 더욱 심각해지며 10dB 정도의 송수신 신호 분리도, 즉 트랜스 하이브리드 손실 밖에 얻을 수 없다. 이것이 반향의 형태로 수신측에 나타나며 선로에서의 심선경 변화 및 상대편

수신단에서의 임피던스 부정합에 의한 반사파도 이에 첨가된다. 따라서 이러한 반향 신호들을 적절히 제거시켜야만 수신 신호의 검출이 가능해진다.

이러한 여러가지의 전송방식을 비교하였을때 4선 선로 전송방식은 2선 선로 전송방식의 송수신 신호분리 기능이 필요치 않고 타이밍 추출 및 동기(synchronization)가 용이하다는 장점이 있으나 선로의 증설등 설치 비용의 증가라는 문제점이 있다. 2선 선로 전송 방식은 선로간의 누화, 송수신 신호의 분리등 기술상의 문제점이 있으나 반도체 기술의 발달로 인해 많이 해소되었다. TCM과 ECM은 각 방식이 서로의 장단점을 보유하고 있지만, ISDN의 기본접속을 수용하기 위해서는 전송거리의 잇점이 있는 ECM이 널리 사용되리라 생각된다.

본 논문에서는 이상과 같이 가입자 접속 구조와 전송방식을 고려하여 U 기준점에서 접속하여 사용할 수 있는 TE+NT 형태의 digital telephone을 설계하였다. 본래 ISDN 단말장치는 S 기준점에 접속되는 것이 전형적인 형태이지만 회선교환 emulator를 실험키 위한 가장 간단한 방법으로 U 기준점에 접속토록 하였다. 국제적으로 통일된 U 기준점에 대한 권고안은 아직까지 마련되지 않고 있는 실정이며 CCITT는 각국의 사정에 따라 U-interface를 적용하도록 권고하고 있다. 본 연구에서는 2B+D+C(160 kbits/s)의 채널구조와 ECM 전송방식을 사용한 MITEL사 제품의 U-interface용 VLSI(MT 8972)를 사용하였다.

3. Digital telephone의 hardware 구조

Digital telephone의 구성은 크게 4부분으로 나뉘어 있는데 가입자와 네트워크간의 선로를 접속하여 주는 LIP(Line Interface Part)와 아날로그 신호를 디지털 신호로, 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하고 time slot 할당 및 각종 digital tone을 공급하는 AIP(Audio Interface Part), 그리고 digital telephone의 전체적인 control을 맡고 있는 CP(Control Part)와 dialing을 위한 key-pad 및 digital telephone의 상태를 나타내는

display 장치로 구성된 IOP(Input Output Part)로 구성하였다. 이와 같이 구성된 digital telephone의 전체적인 구성도를 그림(2)에 나타내었다. 그림에서 점선으로 구성된 부분은 향후 데이터 단말의 접속을 위해 남겨둔 부분으로써 적절한 64 kbits/s 급의 단말장치가 개발되면 digital telephone에 접속하여 데이터 정보도 64kbits/s B 채널을 통하여 처리할 수 있게 될 것이다.

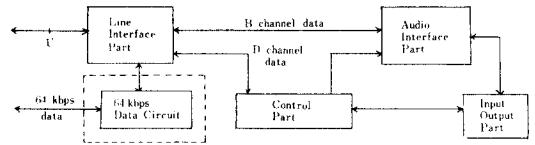


그림 2 Digital Telephone의 전체구성도
Block diagram of the digital telephone.

3-1 Control Part

Control part의 주요 기능은 LIP를 통하여 수신된 D 채널 데이터를 LAPD 프로토콜에 의해 해석하여 가입자와 네트워크간의 signalling을 수행하고 digital telephone의 전반적인 제어를 담당한다. Control part의 블록 다이어그램을 그림(3)에 나타내었다.

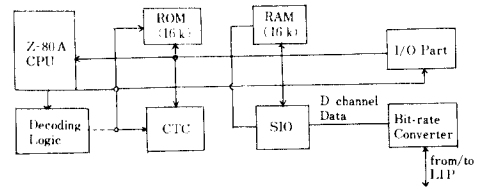


그림 3 Control part의 구성도
Block diagram of control part.

Digital telephone에 사용된 processor는 4 MHz에서 동작하는 Z-80 A microprocessor를 채택하였다. SIO는 D 채널 데이터를 송수신하여 시스템의 프로그램 debugging을 위한 monitor의 접속용 I/O로 사용하였고, CTC는 timer mode로 동작하여 hook switch와 key-pad의 상태를 10 msec 마다 검출하도록 하였다.⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

Bit-rate converter는 LIP의 line interface chip인 MT8972와 SIO간의 전송속도를 일치시키

기 위해 구성되었다.

3-2 Line Interface Part

LIP는 2선 선로를 통하여 수신되는 데이터를 동기신호인 frame pulse와 B 채널 및 D 채널 데이터로 분리하는 기능을 수행하고 control part를 제외한 digital telephone의 전 부분에 동기(synchronization)된 클럭을 제공하는 기능을 갖는다.

U-interface의 DNIC(Digital Network Interface Controller)로 사용된 MT 8972는 ECM을 사용한 MITEL사 제품의 VLSI이며, 네트워크 측에서는 master mode로, digital telephone 측에서는 slave mode로써 동작하도록 구성하였다. Master mode에서는 frequency locking된 10.24MHz, 4.096MHz 및 8 kHz의 클럭을 입력으로 사용하고, slave mode에서는 10.24 MHz 클럭 하나만을 입력 클럭으로 사용한다. MT 8972의 동기는 master mode에서 송신한 데이터 프레임은 slave mode인 MT 8972가 수신하여 내장된 register를 control part에서 제어하므로써 두 mode간의 동기가 이루어 지는데, 이때 slave mode인 MT 8972에서는 phase locking된 4.096 MHz 및 8 kHz 클럭이 출력된다. 시스템에 필요한 timing clock은 이 두 클럭을 조합, 사용하도록 하였다.

또한 MT 8972는 SIO와 AIP에서 입력되는 D 채널과 B 채널 데이터를 U-interface format으로 변환하여 2선 선로를 통해 송신하게 되는데, 송수신 전송속도는 160kbts/s로 2B+D+C의

frame 형태를 가지며 여기서 C 채널은 16kbts/s로서 동기 및 유지, 보수용으로 사용된다.

시스템에 필요한 timing 발생회로는 일반적인 분주회로를 사용하지 않고, 미리 송수신 frame에 동기된 클럭들을 digital data로 ROM에 저장시켜 frame pulse(8kHz)와 4.096MHz를 사용하여, 간단히 많은 클럭들을 얻도록 구성하였다. 이와같은 LIP의 구성도는 그림(4)와 같다.

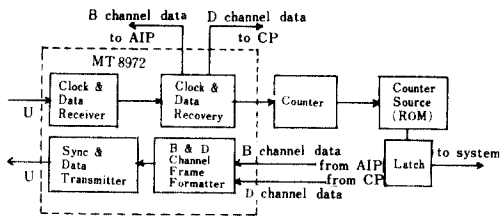


그림 4 Line interface part의 구성도
Block diagram of line interface part.

3-3 Audio Interface Part

AIP는 digital telephone의 가장 중요한 부분으로써, 음성신호에 대한 PCM encoding (17018) 및 decoding, micro-processor에 의한 time slot 할당 및 B1, B2 채널의 선택 기능으로 이루어져 있다. AIP에서는 time slot 할당으로 LIP를 통하여 수신된 B 채널 데이터를 MC 14402 COMBO chip에 입력하여 D/A 변환함으로써 음성신호가 전화기의 수화갑을 통해 수신된다.

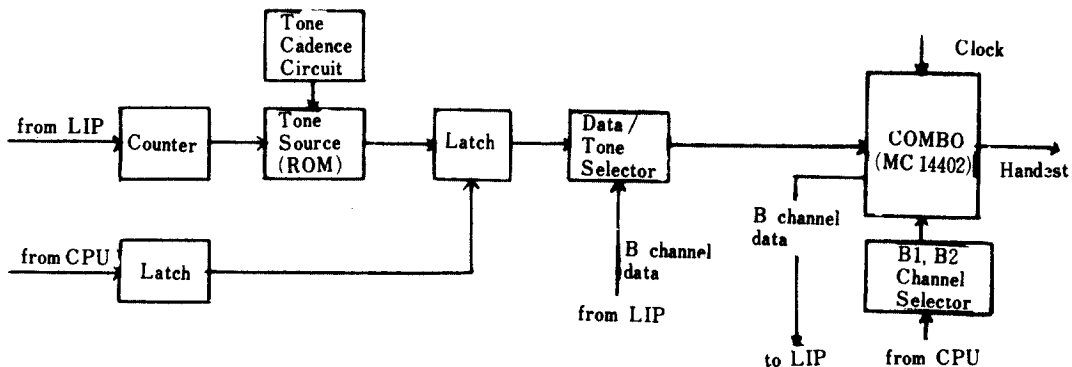


그림 5 Audio Interface Part의 구성도
Block diagram of audio interface part.

Digital telephone에서 사용되는 tone의 종류와 spec은 북미방식을 따랐으며 표(1)과 같다⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾.

표 1 Digital telephone에서 사용하는 tone Signalling tone used in the digital telephone.

구분	주파수(Hz)	단속비	Tone level
0 발신음 (Dial Tone)	350+440	1초속-0.25초단	-13dBm0
1 호출음 (Ring Back Tone)	440+480	1초속-2초단	-19dBm0
2 가입자 화중음 (Busy Tone)	480+620	0.5초속-0.5초단	-24dBm0
3 중계선 화중음 (Congestion Tone)	480+620	0.3초속-0.2초단	-24dBm0

이러한 tone은 μ -law PCM방식에 따라 coding된 digital data로 ROM에 내장되어 필요로 하는 tone을 processor의 control을 받아 발생하게 하였다.

음성 및 D 채널의 송신은 수신신호의 역순을 따르며, AIP의 구성도를 그림(5)에 나타내었다.

3-4 Input Output Part

IOP는 hook switch상태 검출부, key-pad에 의한 데이터 입력부 및 digital telephone의 상태를 표시하는 display 부분으로 나뉘어진다.

Hook switch와 key-pad의 상태는 CTC의 interrupt를 이용하여 10msec마다 상태를 검출하도록 구성하였으며, display장치는 4 digit의 7 segment LED를 사용하여 hook off 상태에서 송신 가입자에 의해 입력된 key-pad data를 표시하게 되며, 호상태에 따라 화중(busy) 또는 재다이얼(redial) 같은 각종 message를 표시한다. 또한 수신측에서는 hook on 상태에서 동시에 송신측의 전화번호를 display하여준다. 본 digital telephone에서는 ringer를 따로 구성하지 않고 LED에 송신측 전화번호를 표시하면서 점멸하도록 하여 ringer를 대신하였다.

4. Digital Telephone의 Software 구조

4-1 개요 및 배경

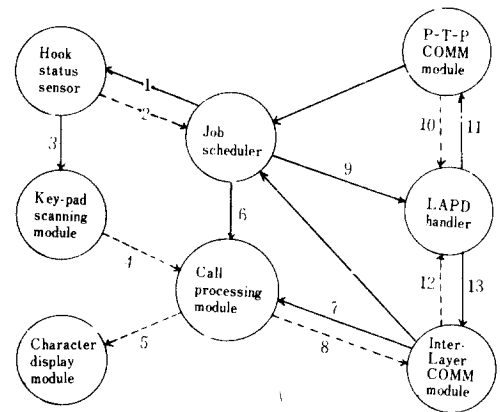
본 단말장치는 OSI 7 layer reference model 중 layer 1,2,3을 기본구조로 하며, 특히 layer 2,3에 주안점을 두어 실현하였다.

CCITT는 가입자와 네트워크간의 접속에 관한 프로토콜로 Q. series를 권고하고 있으며 이중 Q.920-921을 통하여 link의 설정, 해제 및 유지에 관하여 권고하고 있다. 또한 Q.930-931의 권고안에는 호처리에 관련된 signalling을 프로토콜화 하였다.

4-2 Software구조 및 동작특성

CCITT는 Q.930계열 권고안에서 functional mode terminal과 stimulus mode terminal을 정의하고 있다. 본 논문에서 구성된 digital telephone은 위의 terminal mode 중 stimulus mode terminal로서 가장 단순한 형태의 가입자 단말장치 구조를 갖는다⁽⁴⁾⁽²²⁾.

그림(6)에 Digital telephone의 software에 관한 구성도를 나타내었다.



1. user action monitoring
2. hook status indication
3. request key-pad scanning
4. request call initialization
5. display-addressed number
6. tracing user call state
- 7, 13. inter-layer service request
- 8, 12. inter-layer service providing
9. processing LAPD state
- 10, 11. peer-to-peer information transfer

그림 6 Digital telephone의 software 구성도
Digital telephone software architecture.

Software의 구조적 특성은 job scheduler를 중심으로 각 layer가 기능별로 module화 되어 있으며 그 기능적 분류는 그림(7)과 같다. 이와 같이 분류된 각 계층별 기능실현을 위한 동작특성을 그림(8)에 보였다.

그림(8)의 흐름도는 각 layer의 여러 상태중 우선적으로 수행되어야 할 상태를 결정한 후 이에 따른 관련 event의 존재 여부에 따라 관련 task

LAYER 1	HOOK STATUS SENSOR KEYPAD SCANNING CHARACTER NUMBER DISPLAY
LAYER 2	LAPD HANDLER P-T-P COMM. MODULE INTER-LAYER COMM. MODULE
LAYER 3	CALL PROCESSING MODULE INTER-LAYER COMM. MODULE

그림 7 각 layer별 기능분류도
Functional allocation for each layer.

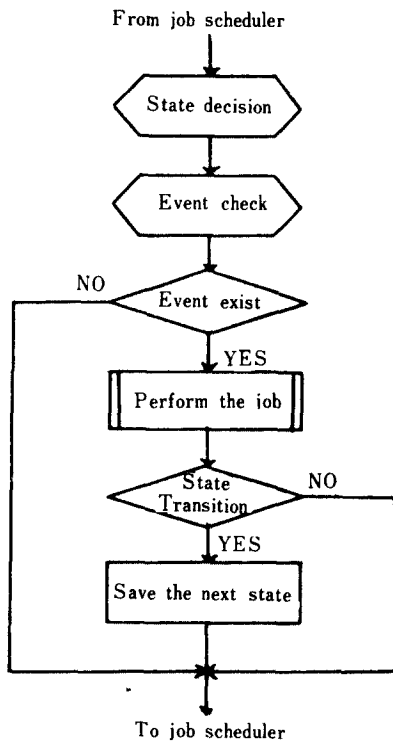


그림 8 각 layer별 동작특성 흐름도
General flow diagram of functional layer.

를 수행한다. 이러한 task의 수행결과 상태 천이가 요구되면 다음 수행될 상태로 천이하기 위한 준비작업을 하고 job scheduler로 빠져나가는 형식을 취한다. 이와 같은 계층별 기본흐름을 바탕으로 그림(9)에 digital telephone의 전체동작 흐름을 보였다.

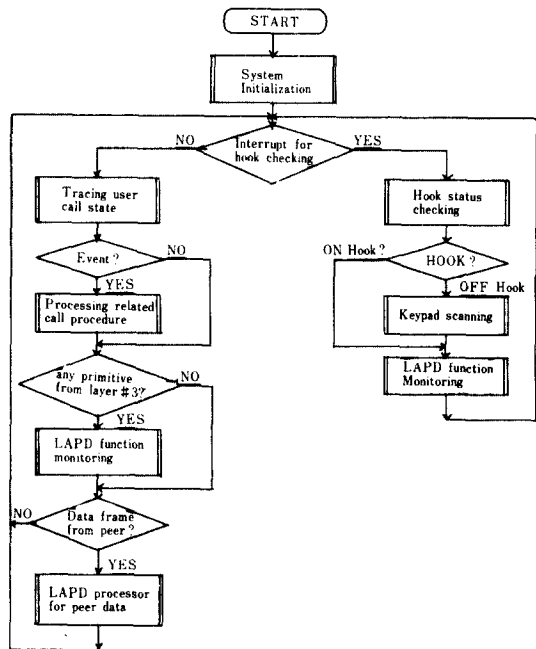


그림 9 Digital telephone의 전체동작 흐름도
Digital telephone software flow chart.

그림(9)에 나타난 흐름도에서는 LAPD 기능수행과 호처리 관련 signalling을 기본수행 작업으로 하며 user action(hook on/off, pushed keypad)의 변화를 검색하기 위해 interrupt 방식이 도입되었다. Hook checking을 위한 interrupt는 10msec 주기로 CTC에 의하여 발생되며, hook상태검색을 위한 과정, key-pad 감지를 위한 과정 그리고 각 layer의 기능감독을 위한 timer management등을 주된 기능으로 한다.

4-3 각 layer별 디자인 특성

Layer 2 관련 D 채널 signalling을 위해 적용된 LAPD 프로토콜의 특성은 다음과 같다.⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽²³⁾

- Non-automatic TEI(Terminal Endpoint Identifier) 할당 방식
- SAPI(Service Access Point Identifier) value
 - { 0 : for call control
 - 63 : for management entity
- Modulo 8 system
- Window size: k=1
- Broadcasting 및 point-to-point link connection mode
- 확인 및 미확인 전송 방식
- Acknowledging data frame으로 supervisory frame 이용.

또한 data frame의 format 및 상태 처리는 권고안에 준하여 실현함을 원칙으로 하였다. 이러한 layer간의 통신을 위해 그림(10)과 같은 data format을 취하며 자체적인 coding rule과 이의 처리를 통해 layer간 통신을 수행한다.

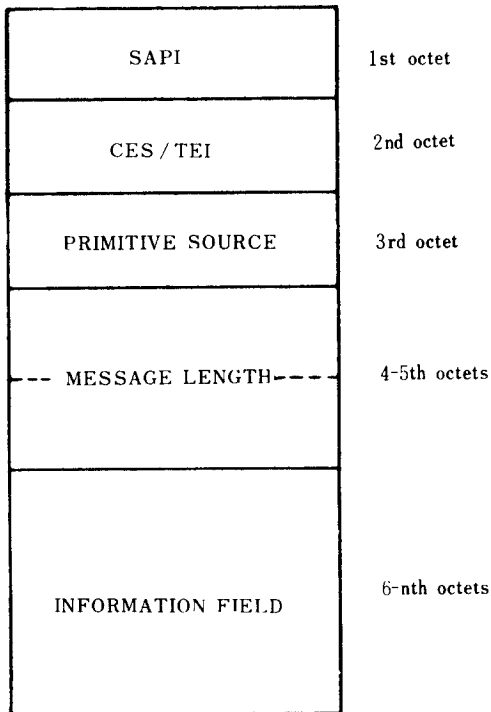
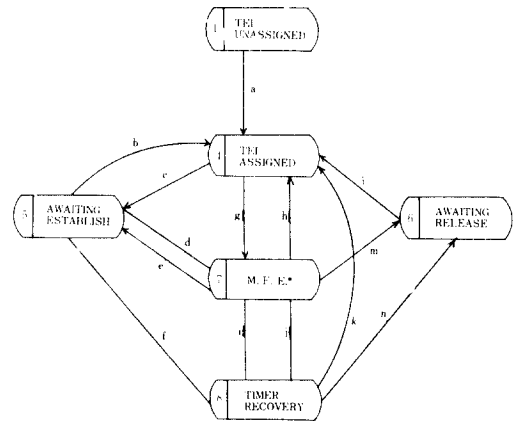


그림10 Layer 간 통신을 위한 data format
Data format for inter-layer communication.

LAPD의 동작 상태 특성은 TEI 할당 여부 상태, link의 설정 여부 및 error 처리 상태에 따르며 이를 그림11에 나타내었다.



* Multiple Frame Established
m, t, n, more than N200

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| a. MDL-ASS-REQ | b. DMr |
| c. DL-EST-REQ | T200 expiry(m, t, n.) |
| DMr | d. UAr |
| e. DL-EST-REQ | f. DL-EST-REQ |
| DMr | DMr |
| RNRc, r | RRc with N(R) error |
| RRc, r | REJc with N(R) error |
| REJc, r | RNRc with N(R) error |
| Ic with N(R) error | Ic with N(R) error |
| | T200 expiry(m, t, n) |
| g. SABMc | h. DISCc |
| i. T200 expiry | j. SABMc |
| T203 expiry | RRc |
| k. DISCc | REJr |
| l. UAr | m. DL-REL-REQ |
| T200 expiry(m, t, n) | n. DL-REL-REQ |

그림11 Layer 2의 상태 천이도
Layer 2 state transition diagram.

Layer 3 관련 software는 호처리 신호를 circuit switched connection에 기초하여 다음과 같은 디자인 사항을 고려하였다²²⁾²⁴⁾.

- Stimulus mode signalling
- Overlap sending에 의한 signalling 전송
- Terminal dependent한 man-machine interaction(alerting, ringing or signal display)
- "Unknown" addressing type

Digital telephone의 호 처리는 그림12와 같은 호 상태에 따라 주어진 상태의 event 발생을 중심으로 동작하며, 이를 바탕으로한 호 처리 과정은 그림13과 같다.

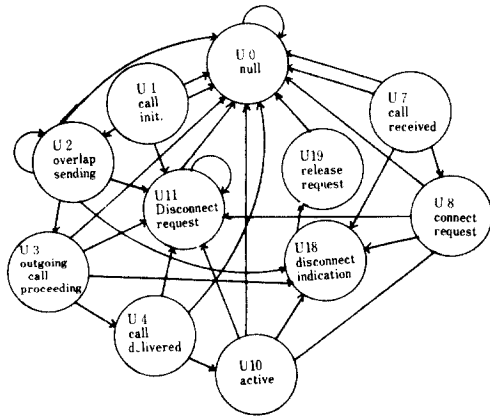


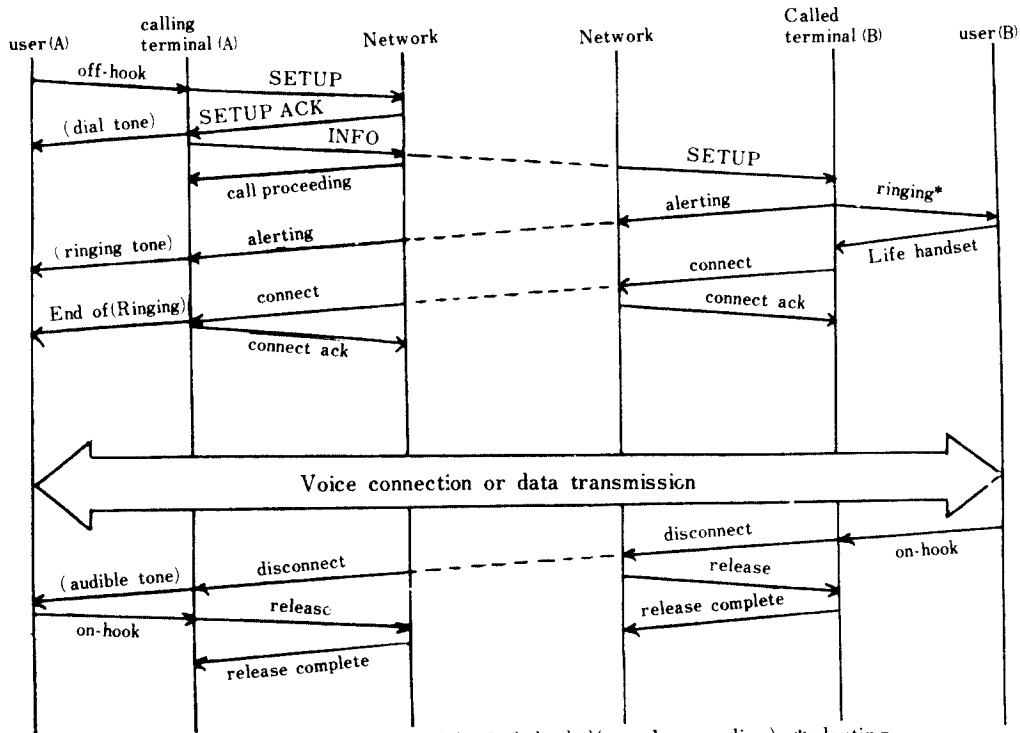
그림12 Layer 3의 상태 천이도
Layer 3 state transition diagram.

5. 실험 및 고찰

본 논문에서는 digital telephone의 기능및 성능 test를 위해 독립 기능인 local function test와 본 논문 제 1부의 연구 결과로써 구성된 회선교환 emulator와의 연동 test가 수행되었다. Local 기능 test는 자체 개발된 monitor program을 이용하여

- Digital tone generation
- Key-pad sensing 및 display
- Audio interface의 음성 신호 level
- B 채널 할당 및 설정
- Hook on/off 감지

등에 관한 H/W적 기능 test를 위주로 행하여졌고, 회선 교환 emulator와의 연동 test는 digital telephone과 회선 교환 emulator간을 2선 metallic copper wire로 연결하여 본 논문 제 1부에서 행한 S/W 관련 절차적 기능 test중심으



회선교환용 호처리 과정(overlap sending) * alerting

그림13 회선 교환을 위한 호 처리 과정도
Call control procedure for circuit switched connection.

로 수행하였다.

이상의 실험을 통해 얻은 결과는 향후 ISDN 용 음성서어비스 단말장치인 digital telephone 에 직접 적용이 가능하리라 보나 데이터 서어비스를 포함하는 다기능 종합 단말기 구성을 위해서는 서어비스를 위주로 하는 좀더 다각적인 연구가 진행되어야 한다고 본다.

6. 결 론

본격적인 정보화사회에 대비키 위한 ISDN 구축의 필요성은 이제 재론의 여지가 없으며 세계 각국은 디지털 가입자 전송, ISDN용 교환기, 공통신 신호 방식등의 연구를 통하여 ISDN의 실현에 박차를 가하고 있다. 이와 병행하여 ISDN의 효용성을 극대화시키기 위한 새로운 서어비스의 개발이 추진되고 있으며 이러한 서어비스를 제공키 위한 ISDN용 가입자 단말장치 분야에서 활발한 연구가 진척되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 가입자 단말장치의 일반적인 요소에 대해 고찰하였으며 이를 바탕으로 음성 서어비스를 제공할 수 있는 digital telephone을 설계, 제작하였고 본 논문의 제 1부에서 연구된 ISDN용 회선교환 emulator와의 연동 실험을 통하여 그 성능을 고찰하였다.

이러한 digital telephone의 실험 결과 LAPD 프로토콜에 의한 D채널의 signalling 및 B채널의 음성 정보의 회선 교환이 원활히 이루어 지고, 독립 기능인 digital tone generation 및 display, key-pad 등이 최초의 설계 목표대로 동작함을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 수행된 digital telephone의 연구는 ISDN 단말장치로서의 기본 기능과 LAPD 프로토콜실현에 연구의 초점을 두었으며, 이를 바탕으로 데이터 서어비스와 같은 기타 서어비스의 수용은 다음 연구 과제로 남겨 두었다. 향후 본 연구는 다기능, 고기능화된 단말장치의 기초 연구로서 충분히 활용될 것으로 기대된다.

끝으로 본 연구는 1985년도 재단법인 서봉 문화재단 학술 연구비로서 이루어진 것임을 밝히며,

연구 수행에 적극 협조하여 주신 관계자 여러분께 심심한 사의를 표하는 바이다.

參 考 文 獻

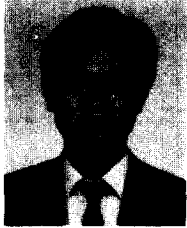
- (1) H. Ebel, H. Helmrich, "ISDN Terminals-The Basic Facts", Telcom Report, Aug. 1985, pp. 64-68.
- (2) Gerhard Arndt and Hans-Jorg Rothamel, "Communication Services in the ISDN", Telcom Report, Aug. 1985, pp. 10-15.
- (3) 이희성, 강관희, 하오용, "ISDN 터미널", 전자공학회지, 전자교환기술, vol. I, no. 2, 1985. 12, pp. 46-52.
- (4) Oswald Fundneider, "User Signaling(D Channel)-Part 1: General Aspect and Link-Access Protocol in the D Channel", Telcom Report, Aug. 1985, pp. 27-31.
- (5) Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks", Prentice Hall, 1981, pp. 15-18 114-118.
- (6) CCITT REC. I. 412, "ISDN user-network interfaces Interface Structures and Access Capabilities".
- (7) CCITT REC. Q. 920(I. 440), "ISDN user-network interface data link layer-General aspects", Mar. 1985.
- (8) CCITT REC. Q. 921(I. 441), "ISDN user-network interface data link layer Specification", Mar. 1985.
- (9) Dixon R. Doll "DATA COMMUNICATIONS" Wiley Interscience, 1978, pp. 183-185
- (10) 이영규, "디지털 가입자 루우프 기술", 전자공학회지, 전자교환기술, vol. I, no. 2, 1985. 12, pp. 36-45.
- (11) M. T. Hills, "Telecommunications switching principles", MIT press, 1979, pp. 36-37.
- (12) H. Inose, "An introduction to Digital Integrated Communications Systems", Peregrinus, 1981, pp. 47-49.
- (13) N. Inoue, R. Komiya and Y. Inoue, "Time-Shared Two-wire Digital Subscriber Transmission System and It's Applications to the Digital Telephone Set", IEEE Trans. COM 29, no. 11, Nov. 1981.
- (14) O. Agazzi, D. A. Hodges and D. G. Messerschmitt, "Large Scale Integration of Hybrid-Method Digital Subscriber Loops", IEEE Trans. COM-30 no 9, Sep. 1982.
- (15) James W. Coffron "Z-80 Applications", SYBEX, 1981, pp. 189-207 239-258.
- (16) Z-80 Technical Manual.
- (17) Roger L. Freeman, "Telecommunication System Engineering", Wiley Interscience, 1980, pp. 163-165 201-206 345-355.
- (18) Frank F. E. Owen "PCM and Digital Transmission System", McGraw Hill, 1982, pp. 35-92.
- (19) B. A. Wittman, S. H. Early and D. C. Messerschmitt, "A Hardware Multitone Digital Frequency Synthesizer" IEEE Trans. ASSP vol. ASSP-27 no 6, Dec. 1979.
- (20) CCITT REC. G. 711, "Coding of Analog Signals", Orange Book, vol. III-2, pp. 408-413.
- (21) CCITT Suppl. no. 5, "North American Precise Audible

Tone Plan", Orange Book, Vol. II-2, pp. 263.

- (22) CCITT REC. Q 930(I.450), "ISDN user-network interface layer 3 General aspects".
 (23) Dieter Kaiser, "User Signaling(D Channel)-Part 2: The

Switching Protocol in the D Channel", Telcom Report, Aug. 1985, pp. 32-36

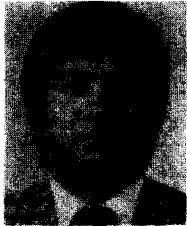
- (24) CCITT REC. Q 931(I.451), "ISDN user-network interface layer 3 specification".



五承洙(Seung Soo OAK) 準會員
 1961年9月4日生
 1984年2月: 成均館大學校 工科大學 電子工學科(工學士)
 1987年2月: 成均館大學校 大學院 電子工學科(工學碩士)



金暉衡(Sun Hyoung KIM) 正會員
 1955年3月9日生
 1979年2月: 成均館大學校 理工大學 電子工學科(工學碩士)
 1981年2月: 成均館大學校大學院 電子工學科(工學碩士)
 1984年9月: 成均館大學校 大學院 電子工學科 博士程過 修了
 1983年3月~現在: 인덕工業專門大學助教授



金榮哲(Young Chul KIM) 正會員
 1952年9月8日生
 1977. 2: 成均館大學校 理工大學 物理學科(理學士)
 1980. 2: 成均館大學校 大學院 電子工學科(工學碩士)
 1982. 7: 三星半導體通信 在職中 主任
 ~現在 研究員, 成均館大學校 大學院 電子工學科 博士過程修了



曹圭雙(Kyu Seob CHO) 正會員
 1951年5月3日生
 1974. : 成均館大學校 電子工學科(工學士)
 1976. 2: 成均館大學校 大學院 電氣工學科(工學碩士)
 1977. 3: 韓國電子通信研究所
 ~現在 光傳送裝置研究室長
 1984. 3: 成均館大學校 大學院 電子工學科 博士過程 在學中



朴炳哲(Byung Chul PARK)
 1930年4月30日生
 1957. 9: 서울大學校 工科大學 通信工學科 卒業(工學士)
 1975. 2: 仁荷大 大學院 電氣工學科(工學博士)
 1972. 3: 成均館大學校 教授 電子工學科
 1980. 9: 日本 東京大學 外國人研究員

(1年間)

1986. 12 ~ 現在 成均館大學校 工科大學長