

협대역 가입자 접속장치

金明錫, 吳義教, 丁憲昌
韓國電子通信研究所 ISDN 示範技術本部

I. 서론

종합정보통신망(ISDN)을 통하여 음성, 비디오 및 다양한 데이터 서비스를 제공하기 위한 디지털 통신 기술과 CCITT를 중심으로 한 표준화 작업이 가중되고 있다. ISDN의 구축은 가입자가 요구하는 서비스를 호환성 있게 제공하기 위하여 ISDN 가입자-망간 인터페이스를 서비스에 따라 각각의 액세스 포인트(reference access point)에 대한 기능을 정의함으로써 기존의 전화 및 단말은 물론 새로운 ISDN 단말을 액세스할 수 있다. 가입자 접속장치(NTE, network terminating equipment)는 일반 가입자가 ISDN을 통하여 다양한 서비스를 제공받을 수 있도록 하기 위하여, 망측과 가입자 사이에서 end-to-end 디지털 통신이 가능하도록 인터페이스시키는 접속장치로서, 망-가입자 접속시스템의 가입자측 NT1과 NT2를 하나의 장치로 구현할 것이다. 본고에서는 가입자 접속장치에 대한 구성 및 기능을 살펴보고 하드웨어 설계구현에 대하여 살펴본다. 또한 2선 가입자 선로단에서의 전이중 방식의 디지털 전송기술과 각 전송부호에 대한 특성을 실측 및 수치해석적 방법으로 시뮬레이션한 결과를 통하여 고찰한다.

II. NTE의 구성 및 설계

ISDN 액세스를 제공하기 위해 규정되는 여러 인터페이스들 중 기본접속의 경우, NTE의 양단측 인터페이스는 S 및 U 인터페이스로 NT1의 기능만을 구현하게 되면 S 및 T 기준점은 동일하게 구성된다. S 인터페이스는 가입자대내에서 디지털정보 전송과 단말을 제어하기 위한 신호규정을 만족토록 하여야 하며, U 인터페이스는 가입자대내와 교환기측의 가

입자 선로 종단장치 사이에서 디지털 정보를 송수신하기 위한 계기능을 만족하도록 하여야 한다. 그림 1에서는 ISDN 디지털 가입자단의 시스템 구성도를 나타낸다.

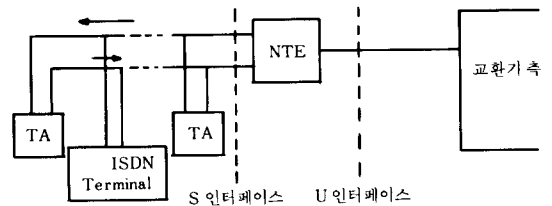


그림 1. ISDN 디지털 가입자단의 시스템 구성도

가입자측의 S 인터페이스는 최대 8대의 TA와 passive bus 구조로 구성되며, S 인터페이스를 통하여 전송되는 신호는 pseudo-ternary coding되어 192 Kbps의 속도로 전송되며, wiring 구조는 PTP구조나 MPTP 구조를 갖도록 하며 S 인터페이스나 2선 가입자 선로단간의 2B+D 전 채널이 bypass되어 4선 metallic cable을 통하여 전이중 방식으로 송수신하도록 구성한다. 한편 U 인터페이스는 국제 권고안에서 규정되어 있지 않고, 각국의 선로실정에 따라 결정될 수 있는 바 전송방식의 선정은 통신시스템의 설계에 중요한 요인이 되고 있으며 이미 개요에서 고찰한 바 있다.

1. NTE의 구성 및 기능

NTE의 설계 및 구현은 가입자와의 인터페이스를 위해 설계된 S 트랜시버, 망과의 인터페이스를 위해 설계된 U 트랜시버 그리고 두 트랜시버간을 인터페이스 시키는 S/U 인터페이스 및 가입자 접속장치의 전체 동작을 제어하는 마이크로프로세서 및 주변회로로 구성되어 OSI의 7 layer 구조의 계층 1의 기능을 실현한다. 특히, S 및 U 트랜시버간에는 dual PCM highway는 2개의 B채널의 정보와 프로세서를 거치는 D채널정보를 time slot에 할당함으로써 전송되도록 한다. 그림 2는 NTE의 회로구성을 나타낸다. 그림에서의 각 모듈부의 기능은 다음과 같다.

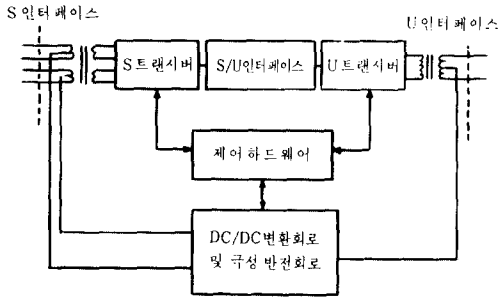


그림 2. NTE의 구성도

1) S 트랜시버

S 트랜시버는 가입자측 터미널과의 인터페이스를 위하여 CCITT에서 규정한 I. 430 권고안에 준하여 동작하도록 설계하며, 가입자와의 정보전송을 담당한다. 가입자 접속장치와 터미널간에는 192Kbps의 전송속도로 250μsec 동안 48비트를 단위로 하는 프레임임을 구성하여 전송하며 2B채널 정보는 U 트랜시버로 PCM highway를 통하여 전송되도록 시간슬롯에 할당해 주며, 계층 2의 프레임으로 구성되어 U 트랜시버로 전송되도록 구성된다.

2) U 트랜시버

U 트랜시버는 가입자 접속장치와 교환국내 선로 종단장치간의 2B+D(144Kbps) 채널의 정보를 전송하기 위한 가입자측의 선로 종단장치에 해당하며, 사용되는 가입자 선로는 기존의 전화망을 사용하되 장하코일이나 open wire가 존재하지 않는 회선을 사용한

다. U 트랜시버는 2B+D채널의 데이터 전송뿐 아니라, 디지털 통신에 필요한 clock의 동기, U 인터페이스의 activation/deactivation 기능도 수행한다. 2선 가입자 선로를 통하여 전이중 방식으로 데이터를 전송하기 위해 가입자 접속장치에 사용한 U 트랜시버는 ECH 방식으로 전송하고 coding 방식은 biphas 부호 방식을 사용하는 VLSI를 이용하여 구현하였다. bi-phase 코드는 대표적인 선형부호로서 비선형부호에 비해 회로실현이 간단하며, DC성분이 존재하지 않아 transformer coupling이 간단하다는 잇점 때문에 제일 먼저 상용화되었으며 이 부호를 사용한 VLSI를 U 트랜시버로 사용한다. 가입자 접속장치와 선로 종단장치의 U 인터페이스간에는 디지털 통신에 필요한 clock 동기화가 필수적이며 이에 따라 2B+D채널의 정보외에 디지털 동기를 찾기 위하여 동기비트 및 시스템의 유지보수 기능을 위한 별도의 채널(C채널)이 존재하며 8Kbps의 housekeeping 비트(HK비트)를 전송한다. HK비트는 U 트랜시버간의 activation/deactivation 기능을 수행하는데 사용한다.

3) S/U 인터페이스

U 트랜시버의 입출력을 S 트랜시버에 접속시키기 위한 변환부로 각 인터페이스단의 시스템 내부 버스 구조가 다르므로 이를 고려하여 시스템 내부에서 버스간의 접속을 위한 변환부를 말한다. S/U 인터페이스는 2B+D채널의 정보를 전송하도록 구성되었으며 2B채널은 VLSI를 사용하여 마이크로프로세서의 제어에 의해 트랜시버간의 path를 형성하여 인터페이스되며, D채널 데이터는 시스템 내부 하드웨어의 구성으로 송수신 path가 형성된다.

4) DC/DC 변환회로 및 반전회로

선로 종단장치는 가입자 접속장치에 필요한 power를 공급하며, U 인터페이스를 통해 공급되는 power는 transformer에 의해 coupling되어 교환기측의 -70V내외의 전압을 NTE 내부에서 사용되는 +5V로 변환시키는 역할을 하는 회로이다. 선로 종단장치에서 공급되는 전원은 NTE에 유지보수 기능을 요구할 때 극성을 반전하여 공급하며, 극성반전이 감지될 때 NTE는 유지보수 기능을 수행하여 2B+D 전 채널의 데이터를 교환국측에서 선로 상태를 check할 수 있도록 한다.

5) 제어 프로세서 및 주변회로

제어 프로세서는 S 트랜시버와 U 트랜시버의 control 레지스터를 제어하며, 가입자 접속장치의 전체적인 동작 및 동작상태를 제어하는 기능을 담당한다.

S 트랜시버의 레지스터는 제어 프로세서에 의해 제어되며, 인터럽트 방식으로 S 트랜시버에서 CCITT 권고안 I. 430에 정의된 프레임에 따른 변화를 인식하여 동작하며, 매 8Khz마다 발생하는 인터럽트를 사용하며 각 프레임당 극성반전 여부, U 트랜시버의 동기유지, 교환국측의 activation/deactivation 요구에 따른 상태를 감지하여 동작하며 가입자 접속장치의 상태를 외부 panel에 장착된 LED를 통해 동기여부를 표시한다.

2. 회로 설계

NTE의 하드웨어 구성은 제어 프로세서를 사용하여 전체 시스템을 제어하고, S 인터페이스는 Siemens사의 VLSI를 사용하였고, B채널의 전환을 위한 시스템 내부의 pass는 Intel사의 VLSI를 사용하며, 2선 가입자 선로단에 사용되는 VLSI로는 Mitel사의 VLSI를 사용하여 구성하였다. NTE의 구성에 사용되는 VLSI로는 S 인터페이스에는 Simens사의 ISAC-S (ISDN subscriber access controller) PEB 2085, B채널의 전환에 쓰이는 Intel사의 iATC (integrated line card controller) iATC 2952, 2선 가입자

선로단의 선로 인터페이스에 사용되는 Mitel사의 DNIC (digital network interface circuit) MT 8972가 있으며 이러한 VLSI를 사용하여 NT1의 주 기능을 수행하도록 구성한다. 2선 가입자 선로단의 activation/deactivation, 국 급전을 위한 DC/DC 변환회로 및 극성반전 감지회로와 NTE의 전체 기능을 제어하는 프로세서를 위의 VLSI와 결합하여 NTE의 하드웨어 회로를 설계한다.

Ⅲ. NTE 전송기술 및 동향

동기식 데이터통신에서 사용되는 다진부호는 디지털 통신 선로상에서 정보전송에 적합하도록 2진 코드 정보를 일정한 스펙트럼을 갖는 일련의 펄스로 전환시킬 필요를 갖는다. 이러한 스펙트럼의 성질은 DC 성분이 없어야 하며, 타이밍동기의 축출이 용이하여야 한다. U 인터페이스를 통하여 전이중 방식으로 데이터를 전송하기 위한 디지털 전송기술 특히 선로부호의 특성 및 이들에 대한 전송성능을 실측자료 혹은 시뮬레이션 결과를 토대로 비교한다. ECH 전송

표 1. 선로 환경에 따른 biphas, MMS43 code의 실측치 비교

거리	환경						BER			비고
	'87년도			Simulator			Biphase		MMS43	
	직경	저항	손실 (db/100khz)	직경	저항	손실 (db/100khz)	'87	Simulator	Simulator	
(1) 0.8km	0.4	228	15.5	0.4	221		0.0×10^{-7}	0.0×10^{-7}	0.0	* 실선 impulse 3/15분 (-40dBv)
(2) 2.2km	0.4	550	22	0.4	590		0.0	0.0	0.0	* 실선 impulse 0/15분 (-40dBv)
(3) 2.4km	0.4	588	26	0.4	636		8×10^{-6}	0.0	0.0	* 실선 impulse 0/15분 (-40dBv)
(4) 2.8km	0.4	712	28	0.4	744		5.0×10^{-5}	0.0	0.0	* 실선 impulse 0/15분 (-40dBv)
(5) 2.8km	0.4	706	28	0.4	744		0.0	0.0	0.0	* 실선 impulse 1/15분 (-40dBv)
(6) 2.958km	-	-	-	0.4	792			0.0	0.0	
(7) 3.0km	0.4	756	29	0.4	800		3.9×10^{-5}	6.25×10^{-7}	0.0	* 실선 impulse 0/15분 (-40dBv)
(8) 3.05km	-	-	-	0.4	841			1.75×10^{-4}	0.0	
(9) 3.2km	0.4	726	37	-	-		LOS	LOS	0.0	* 실선 impulse 0/15분 (-40dBv)
(10) 3.9km	-	-	-	0.4	1030		LLOS	LOS	0.0	
(11) 3.95km	-	-	-	0.4	1048		LOS	LOS	2.25×10^{-4}	
(12) 4km	-	-	-	0.4	1048		LOS	LOS	4.34×10^{-4}	
(13) 3.85km	-	-	-	0.4	1020		LOS	LOS	0.0	* impulse 1800/15분 (-40dBv)
(14) 2.8km	-	-	-	0.4	744			0.0	0.0	*
(15) 2.6km	-	-	-	0.4	692			0.0	0.0	* BT 1개 (400m) 최대
(16) 3.6km	-	-	-	0.4	950		LOS	0.0	0.0	* BT 1개 (400m) 최대
(17) 1.5km	-	-	-	0.4	406			0.0	0.0	* BT 2개 (400, 300m)
(18) 3.4km	-	-	-	0.4	902			LOS	0.0	* BT 2개 (400, 300m)

방식은 biphase 코드 및 AMI와 같은 선형전송부호와 4B3T 코드나 2B1Q 코드와 같은 블럭코드로 나누어진다. NTE의 2선 가입자 선로에서의 전송 부호별 디지털 전송능력을 측정하기 위하여 88년 12월에 실제 가입자 선로와 동일한 조건에서 실시한 biphase 코드와 MMS43 코드의 일종인 4B3T 코드에 대한 성능 시험의 결과를 표 1에서 실측 비교치를 제시하였다.

표 1에서 나타낸 바와 같이 비트오율 10^{-7} 을 보상하는 최대전송거리가 biphase 코드의 경우 약 3km 정도로 나타난 반면 MMS43 코드의 경우는 약 4km 정도로 나타났다. 국내 전화 가입자의 거리별 분포 현황을 고려한다면 가입자 선로에 리피터없이 수용할 수 있는 가입자 수는 전체 가입자 수에 대하여 biphase 코드의 경우 75%와 4B3T 코드의 경우 88% 정도로 나타났다. 이와 같은 결과는 ISDN 가입자-망간 가입자 선로단에서의 향후 선로부호의 결정의 중요성을 제시하여 준다. 이제 ECH 방식 중에서도 북미지역에서 국내 규격으로 채택된 2B1Q 방식과 독일에서 이미 샘플의 생산까지 완료한 4B3T 전송 부호방식에 대해 국내 지절연 케이블에 대한 시뮬레이션 결과를 토대로 장단점을 고찰한다. 2B1Q 코딩방식은 선형 및 블럭부호의 2가지 성질을 함께 가지고 있으며 표 2와 같이 입력 이진 데이터 스트림의 2비트를 한쌍으로 첫번째 비트는 부호를 두번째 비트는 크기를 결정하도록 함으로써 4진 코드로 변환시킬 수 있다. 반면 4B3T 블럭 부호의 경우에는 이진 데이터를 3개의 3진 부호로 표 3에서 나타낸 코딩방식에 따라 변환시킨다.

참고문헌[2]에서는 이들 2가지 부호의 전송능력을 비교하기 위하여 통신시스템을 모델링하고 선로 손실 및 누화에 대한 주파수 특성을 고려하여 국내 지절연 케이블의 선로 정수를 바탕으로 수치적인 해석방법으로 비교하였다. 그림 3에서 나타낸 부호별 전력밀도 스펙트럼은 프레임 구성하는 프레임 비트와 유지보수 비트의 영향을 고려되지 않은 것이다. 여기서는 간단히 그 결과에 대하여만 기술한다.

표 2. 2B1Q 코딩 table

입력 이진 데이터	출력 4진 데이터
10	+ 3
11	+ 1
01	- 1
00	- 3

표 3. 4B3T 코딩 table

입력 이진 데이터	state (S)			
	S 1	S 2	S 3	S 4
0001	0 - + 1	0 - + 2	0 - + 3	0 - + 4
0111	- 0 + 1	- 0 + 2	- 0 + 3	- 0 + 4
0100	- + 0 1	- + 0 2	- + 0 3	- + 0 4
0010	+ - 0 1	+ - 0 2	+ - 0 3	+ - 0 4
1011	+ 0 - 1	+ 0 - 2	+ 0 - 3	+ 0 - 4
1110	0 + - 1	0 + - 2	0 + - 3	0 + - 4
1001	+ - + 2	+ - + 3	+ - + 4	--- 1
0011	0 0 + 2	0 0 + 3	0 0 + 4	-- 0 2
1101	0 + 0 2	0 + 0 3	0 + 0 4	- 0 - 2
1000	+ 0 0 2	+ 0 0 3	+ 0 0 4	0 -- 2
0110	- + + 2	- + + 3	- + + 4	- + 3
1010	+ + - 2	+ + - 3	+ + - 4	- - 3
1111	+ + 0 3	0 0 - 1	0 0 - 2	0 0 - 3
0000	+ 0 + 3	0 - 0 1	0 - 0 2	0 - 0 3
0101	0 + + 3	- 0 0 1	- 0 0 2	- 0 0 3
1100	+ + + 4	- + - 1	- + - 2	- + - 3

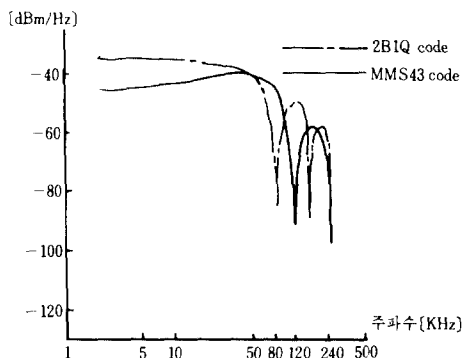


그림 3. 부호별 전력 스펙트럼

2B1Q 코드는 4B3T 코드에 비하여 낮은 주파수에서 주파수 전력 스펙트럼이 집중되므로 수신단의 inductive 성분을 야기하는 등 ISI나 echo에 대한 tolerance가 낮은 단점을 갖고 있다. 그러나, 2B1Q 방식은 국내에서 사용하는 지절연 선로 특성 파라미터를 사용하여 시뮬레이션한 결과 동일한 조건(동일 선로, 동일한 수의 disturber)에서 신호대 잡음비가 MMS 43 전송부호방식에 비하여 신호대 잡음면역성이 2~3dB 정도 우수하여 10^{-7} 비트오율을 보상하는 최대전

송거리를 상대적으로 길게 할 수 있다. 또한 부가적인 번역 테이블 회로가 필요하지 않은 등 회로의 복잡성에서 우수하다. 다만 2B1Q 전송부호방식은 북미국가들의 표준부호로 채택될 예정이며, 4B3T 전송부호방식은 유럽국가들의 표준부호로 채택될 예정이므로 이들 2부호에 대한 디지털 전송시스템의 개발은 추후의 좀더 연구검토 후 채택되어야 할 것이다.

IV. 결 론

본고에서는 ISDN에서 망-가입자간의 2선 가입자 선로를 통한 기본 액세스를 실현하기 위해 정의되는 가입자측의 NT1의 기능만을 구현한 가입자 접속장치에 대하여 기술하였다. 가입자 접속장치는 기존의 단말장치를 접속하는 TA와 2선 가입자 선로를 통하여 망측의 선로종단장치 사이에서의 2B+D채널의 정보전송과 bit/octet timing 전송 및 activation/deactivation 신호의 전송등의 기능을 수행한다. 이들 기능을 실현하기 위한 NTE의 회로구성을 살펴 보았으며, 가입자 선로단에서 전이중 방식으로 데이터를 전송하기 위한 디지털 전송기술과 선로부호의 특성을 고찰

하였다. 이들 부호에 대한 전송능력을 비교 제시되었으며 특히 biphase 부호와 4B3T 부호에 대하여는 실제로 구현한 NTE로서 실제 선로와 동일한 조건하에서 실측결과를 제시하였으며 이를 통하여 4B3T 부호가 biphase 부호에 비하여 전송효율 및 성능이 우수함이 입증되었다. 또한 아직 구현되지 않은 2B1Q 부호를 이용할 경우에 대한 전송능력을 시뮬레이션 결과를 통해 고찰하였으며 향후 4B3T 부호와 함께 이들 전송부호를 이용한 NTE의 개발은 연구검토 후 선정되어야 할 것이다.

(본 연구는 한국전기통신공사의 출연금에 의해 수행된 것입니다.)

參 考 文 獻

- [1] 오의교, "가입자 접속장치의 설계규격," ETRI, 1988. 6
- [2] 정희창, "2선 전화선로를 통한 디지털 전송기술에 관한 연구," 아주대학교, 1989. 2
- [3] ISDN 관련기술 실용화 연구, ETRI, 1988. 12
- [4] 가입자 선로기술 발전 대책, KTA, 1988. 7

筆 者 紹 介



金 明 錫
 1961年 5月 16日生
 1982年 2月 광운공대 전자
 통신과 (학사)
 1986年 3月~1988年 2月 연세대
 전자공학과 (석사)

1988年 4月~한국전자통신연구소 입소



吳 義 敎
 1959年 5月 27日生
 1982年 2月 고려대학교 전자
 공학과(학사)
 1984年 2月 고려대학교 전자
 공학과(석사)

1984年 3月~현재 한국전자통신연구소 ISDN
 시범기술본부 기술 2실 선임연구원