

## 광대역 전송기술 현황

金 在 根

韓國電子通信研究所 傳送시스템研究室

CCITT에 의해서 표준화 되고 있는 SDH(synchronous digital hierarchy) 기본의 광대역 전송방식과 이의 향후 응용 방향에 대해 개관한다. 또한 광대역 전송방식으로서 고려될 수 있는 STM(synchronous transfer mode)망과 ATM(asynchronous transfer mode)망의 구조를 살펴보고 1991년도를 중심으로 일어나고 있는 이들 각각의 국내·외적인 표준화 동향, 기술개발 현황, 그리고 망구축 동향등에 대해서 간단히 기술한다.

### I. 광대역 전송방식과 이의 진화

다가올 21세기의 고도 정보화사회에서 그 기반 구조가 될 광대역 통신망은 기존의 음성과 데이터 서비스 뿐만 아니라 초고속 데이터 파일 전송이나 HDTV 서비스등을 통합해서 전달하고, 나아가 LAN/MAN의 상호연결등과 같은 지능화된 네트워크를 실현하는 모든 통신의 프레트폼이 될 것이다.

광대역 전송망은 가입자 또는 교환기 상호간에 여러 속도의 정보에 대해 기존 전화망보다는 훨씬 개선된 신호경로를 제공해야 하며, 그 기반이 되는 기술의 하나가 고품질의 장거리 전송을 실현하는 광 전송기술이다. 또한 이와 같은 광전송기술과 결합하여 대용량 다중, 전송로의 장애에 대비한 보호능력, 그리고 저가격, 고신뢰성을 갖는 전송경로의 실현을 위해서 필요한 또 하나의 기반기술이 바로 전송노드 기술이다. 종래의 디지털 전송노드에는 다중화 장치의 회로 실현 제약 및 통신망 동기화의 미비 때문에 비동기식 다중기술이 적용되었으나 통신망의 동기화 확대와 함께 비동기식 다중은 동기식 다중으로, 신호경로의 라우팅 기능은 분배(DF: distribution frame)

가 포선 공사에 의한 수작업 형태에서 전자적으로, 그리고 전송로 OAM(operations, administrations and maintenance)은 반자동에서 자동화로 전환시키는 동시에 전송로상의 신호속도까지 동기화시킨 새로운 SDH(synchronous digital hierarchy) 기본의 망 노드 인터페이스(NNI: network node interface)가 정의되어 적용되기 시작하고 있다.

1991년도는 기존에 주로 북미, 유럽, 일본등으로 서로 다르게 적용되어 오던 비동기식 전송체계(PDH: pleisiochronous digital hierarchy)의 차이 및 단점을 제거하고 나아가 새로운 광대역 전송망의 구축을 위해서 1988년도에 CCITT에 의해 NNI가 국제적 단일 표준으로 확정된 후 3년째 되는 해이다. 국내·외적으로는 지난 30년간 전송기반을 제공해 왔던 1.544Mb/s와 2.048Mb/s 기본의 PDH 관련 기술개발을 마감하고, 향후 30년동안의 전송기반을 제공할 새로운 동기식 전송기술의 기반 확보에 초점이 맞춰진 한 해였다. 즉, 1988년도에 CCITT에 의해 승인된 SDH는 새로운 광대역 서비스를 용이하게 전달할 수 있음을 물론 궁극적으로 미래 광대역 종합 정보통신망(BISDN)의 기반구조를 제공하는 견인차로서의 역할이 인정되어 현재 범세계적으로 광범위한 승인을 받아오고 있다.

이 두 방식간의 차이를 요약하면 그림 1과 같다.

SDH상의 정보 전달 형태로는 크게 2가지의 전달형태 즉, 기존 시분할다중(TDM)과 호환성을 갖는 STM(synchronous transfer mode)과 준 패킷형 셀(cell) 구조를 갖는 ATM(asynchronous transfer mode)이 고려되고 있다. STM은 125 $\mu$ s 주기의 정방형 바이트 단위 프레임내에 미리 정의된 채널이나 타임 슬롯을 할당하는 TDM에 기본을 두며, ATM은 53 octet의 고정된 길이로 이루어진 cell 단위로 전달하는 패킷 다중방식에 기본을

구 분	비동기식 다중(기준)	동기식 다중(향후)
기 본 원 리	<p>속도가 약간 다른 전송정보들을 Package화(DSn)하여 이들을 두 지점간에 전달</p>	<p>전송정보들을 가상 컨테이너(VCn, STM-N)에 넣어서 컨테이너단위로 다지점 전달</p>
다 중 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 계층별 단계적인 다중</li> <li>- Package의 완전 해체를 통한 신호분리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중계층에 관계없이 한단계 다중</li> <li>- 임의 컨테이너에 대한 다중레벨상의 가시성</li> </ul>
망구성	<p>교환국</p> <p>FULL MESH</p>	<p>교환국</p> <p>STAR/RING/MESH</p>
전송망 OAM	수동/반자동의 운용 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전송로장에서 Network Protection 용이</li> <li>- 전국적인 통신관리망(TMN)의 기간 전송로</li> </ul>
망의 진화성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 139M 이상 속도에 대한 국제 표준 부재</li> <li>- 다중장치와 광단국 분리 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초고속 다중(Gb/s급)화의 용이</li> <li>- 다중기능과 광전송기능의 통합</li> <li>- 광대역 ISDN의 Backbone Network</li> </ul>
국제제표 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 북미식제표(1.544M기본)</li> <li>- 유럽식제표(2.048M기본)</li> </ul>	국제단일 표준(155.52M 기본)

그림 1. PDH와 SDH간 다중방식의 비교

둔다. 이는 크게 대용량 기간 전송 시스템과 가입자 무 프시스템으로 구분하여 응용될 수 있으며, 현재 CCITT에서는 STM-N(synchronous transport module-N) 전송 포맷을 채택한 전자의 NNI 표준화와 ATM에 기본을 둔 후자의 UNI(user-network interface)표준화에 역점을 두고 추진되고 있다.

광대역 전송기술의 발전방향은 무엇보다도 향후 구축 될 예정인 BISDN 전송망의 구축에 목표를 두고, 현재의 전송망으로부터 점진적으로 망을 진화시켜 궁극적으로 BISDN 전송망으로 발전될 수 있도록 하는데 두어야 한다. 이러한 BISDN은 STM이나 ATM으로 실현될 수 있으나 CCITT를 중심으로 하는 최근까지의 연구에서는 ATM을 궁극적인 해로서 결정하여 이에 대한 표준화가 상당부분 진척된 상태이다. 여기서 SDH 전송포맷인 STM-N 패이로드(또는 VC 패이로드)는 기존 PDH 신호를 쉽게 수용할 수 있는 호환성을 가질 뿐만 아니라 동시에 광대역 ISDN에서의 다양한 ATM 정보들을 용이하게 수용할 수 있도록 정의되고 있기 때문에 기존 PDH망으로부터 SDH망으로, 나아가 BISDN망으로의

점진적, 경제적인 진화를 허락하는 가교역할을 담당할 것이다. 이러한 BISDN의 NNI 개념은 BISDN의 UNI까지 확장되어 CCITT에서는 SDH에 기본을 둔 BISDN의 UNI를 draft 권고안으로 확정할 바 있다.

광대역 전송망에서 중요한 이슈로서 다루어야 할 또 다른 분야는 망의 멀티미디어화, 망관리 및 유지보수의 자동화에 필수적인 OAM&P(operation, administration, maintenance and provisioning)의 능력제고이다. 기존의 전통적인 유지보수 및 관리는 주로 수작업에 의한 반자동이 주를 이루었으나 SDH를 기본으로 하는 OAM&P 기능은 동기식 전송망의 신호단위인 VC(virtual container) 단위 또는 ATM cell 단위의 신호경로, STM-N 단위의 전송구간에 대한 강력한 성능 감시 및 유지보수 능력을 제공한다. 또한 VC 단위의 전송로 재구성을 위한 채널/신호의 할당관리를 통해서 전송대역의 융통성 있는 조절, 신호장애에 대비한 보호, 특수서비스에 대한 전용선 관리등의 자동화 능력을 제공한다. 이들 기능들은 초기 SDH 시스템에서는 기존 전송로의 수작업에 의한 OAM&P 정보를 STM 기본으로 적용하

고 궁극적으로 ATM 레이어를 통해 제공하게 될 것이다.

이는 향후 통신망의 주된 부분을 점유할 서비스인 개인 휴대통신으로 발전되면 호의 설정 및 관리를 위한 막대한 양의 호정보의 전달이 대두될 것이며, 동시에 사실망의 구축 급증으로 인한 관리능력이 요구될 것이다. 특히 앞으로 확대가 예상되는 개인 통신 서비스를 전국 규모로 실현키 위해서는 수 Mb/s이상의 제어정보가 망내를 전송하기 때문에 신호망의 용량확대와 고도화가 필요하게 된다. 동시에 이들은 각 동기식 망요소(NE : network element)와 집중운용관리 시스템(TMN OS)간의 운용관리 명령의 전달이 가능토록 설치되어야 할 것이다.

## II. 광대역 전송망의 구조

광대역 통신망은 그림 2와 같이 전달망과 상위 기능망으로 구성된다. 전달망은 기간망과 가입자망, 상위 기능망은 망을 관리하고 제어하는 통신관리망(TMN : telecommunication management network)과 가입자에게 통신 서비스를 제공하는 서비스관리시스템 즉, 지능망(IN: intelligent network)으로 구성된다.

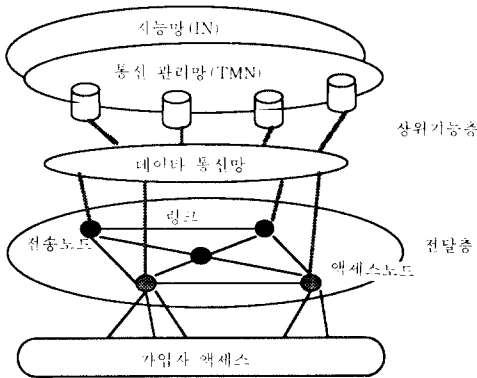


그림 2. 광대역 통신망의 기본 기능구조

### 1. SDH 기본 STM망

STM망은 서로 다른 속도를 갖는 여러 종속신호의 수용능력을 가지면서 일정한 크기와 구조적 관계를 갖는 VC의 전달개념에 바탕을 둔다. 이 VC단위는 종속신호나 그 내용을 모르는 여러 서비스들을 전송로 상에서 다

중, 교환, 분배가능토록 한다. 더 나아가 각 VC들은 STM-N 프레임내에서 프루우팅된 상태로 존재하며, transit 노드에서는 VC 프레임의 재배열이 필요치 않도록 구조화되어 있다. 즉, 프레임 구조는 여러 종속신호 또는 서비스들을 각각의 용량에 따라 마련된 여러 레벨의 VC에 직접 사상(맵핑)하고, 이들은 필요한 경우에 다시 상위 VC로 다중화 하여 최종적으로 SDH 프레임인 STM-N으로 다중화한다. 이때 각 다중화 단계에서는 다중프레임상에서 저속 VC 프레임의 위치를 포인터로 지시하는 포인터 동기기법을 사용하므로써 비동기된 망에서도 포인터의 조정에 의해 클럭차가 보상되도록 하고, 동시에 다중화해야될 저속 VC프레임의 재정렬이 필요없으므로 전송 지연 및 전송장치의 메모리 양을 최소화할 수 있는 특징을 갖는다.

이러한 특징을 갖는 동기식 NNI는 트렁크망, 로컬망, 시외망상에서 여러가지 망배열 형태로 적용될 수 있다. 이의 주된 응용은 기존의 비동기식 전송망을 동기식 전송망으로 진화시키는 것이며, 또다른 중요한 응용은 국제간 연동이다. 즉, SDH 기본 STM망은 국제 단일 표준으로서 1.544Mb/s와 2.048Mb/s 기본의 종속신호들에 대해서 호환성있는 다중방법을 채용하기 때문에 보다 간단한 국제간 연동배열을 허락하며 적당한 VC 형태를 선택함으로써 여러 망요구에 응할 수 있다. 이러한 예로는 국내에서는 VC3, 국제간 연결에서는 VC4를 적용하고, 64Kb/s로부터 139Mb/s급의 서비스까지 광범위한 속도를 허락하며, 1.544Mb/s 신호와 2.048Mb/s 신호간의 연동을 가능케 하는 것등이 있다.

한편 SDH 기본 STM망 요소로는 그림 3과 같은 다양한 기능들이 존재할 것이며, 이를 이용한 전형적인 SDH망의 구조는 그림 4와 같다. 이 SDH 망의 구조는 추후에 설명할 ATM 기본망과도 동일한 구조를 가질 것으로 예상된다.

동기식 STM 전송망 요소로는 크게 3가지 형태가 적용될 것이다. 이는 기존 PDH 신호를 동기식 SDH 신호로, 또한 SDH 신호를 상위 SDH 신호로 다중화하는 동기식 다중장치, 전송로 사용효율을 높이는 목적으로 각종 신호 속도의 VC 단위 신호경로에 대한 라우팅 기능을 갖는 분배형 장치(DXC : digital cross-connect), 그리고 SDH 신호상에 존재하는 임의의 VC들을 직접 삽입, 추출하는 분기형 장치(ADM : add drop multiplexer)등으로서 이들은 광대역 동기식 STM 망을 구성하는 기간 전송장치로서 적용될 것이다. 또한 이들 장치들은 각 VC 신호들의 ATM 수용능력 때문에 향후 BISDN 전송망의 구축에도 기여하게 될 것이다. 여기서 트래픽 용량

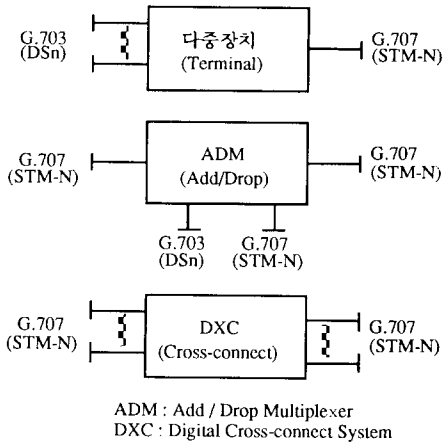


그림 3. SDH NNI의 응용

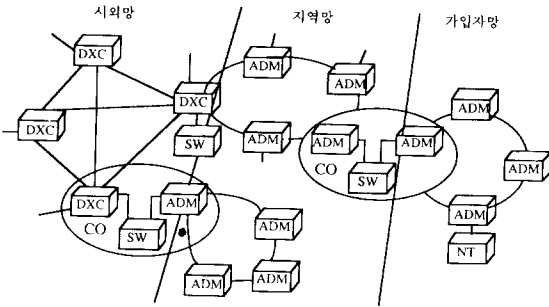


그림 4. SDH망의 전형적인 구성 예

이 비교적 작은 로컬 교환망간에는 ADM 기능을 이용하여 망을 링형으로 구성하되 링망장애에 대비한 보호루트를 구성하고, 가입자 망에도 가입자군의 규모에 따라 신호를 분기/삽입시키는 소규모 링형구성이 적합할 것이다. 또한 중계 트래픽이 비교적 큰 중심국 이상에서는 DXC 기능을 도입하여 완전 메쉬 또는 스타형의 트렁크 및 장거리 대용량의 보호망으로 구성하는 것이 바람직할 것이다.

2. SDH 기본 ATM망

ATM 기술은 STM 기술에 비해 대규모 논리회로를 필요로 하는데 비해서 다양한 속도의 신호들을 교환, 다중화할 수 있고, 인터페이스의 구조가 간단하여 신호속도에 구애 받지 않는 특징을 갖는다.

이러한 ATM의 전송개념은 VP(virtual path)에 바탕

을 둔다. ATM 전달망은 계층적 구조 즉, 전송매체, 경로, 회선(circuit)층의 전달층과 고기능의 상위층으로 구분하며, 이 중에서 전송 기능은 전송매체와 경로층으로 구성된다. 경로층은 물리적인 전송매체와 적합하도록 전송속도와 회선속도간의 정합역할을 담당하며 동시에 전송로 장애시에 전송경로를 재구성함으로써 고신뢰성을 갖는 전송망이 되도록 하는 역할을 갖는다. VP는 상기된 경로층을 ATM화한 개념이며, 경로층에는 VP 중단 기능, VP 분배기능, 복수 VP의 다중기능, 그리고 전송매체등이 속한다. 모든 ATM cell들은 자체 헤더부내에 이러한 VP식별자(VPI)를 가지고 있으며, ATM VP를 처리하는 모든 ATM 링크 시스템내에는 경로 제어 및 운용 시스템에 의해서 VPI에 따른 물리링크의 재분배 테이블이 마련되어 수신 cell들의 VPI 값에 따라 물리링크 재분배 또는 재 라우팅 기능이 수행된다.

ATM망 요소기술은 급속히 발전되고 있는 반도체기술과 소프트웨어 기술을 배경으로 하여 수년내에 경제성을 확보할 것으로 예상된다. VP에 의한 BISDN 전달망의 전형적인 기능배열은 그림 5와 같다.

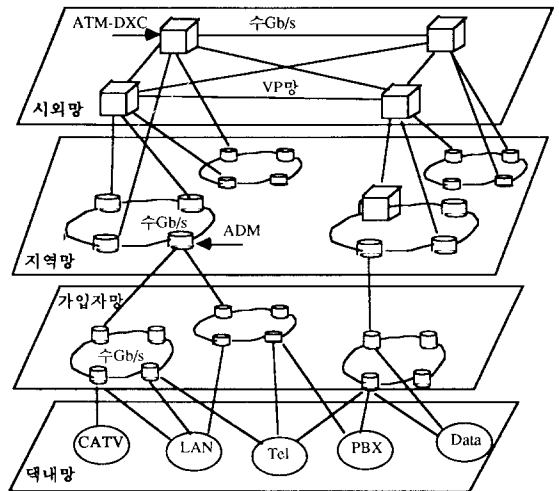


그림 5. ATM 기본 BISDN 전달망의 전형적인 구성 예

중계제의 노드는 주로 고속 다중 및 셀 분기 분배 기능으로 구성되며, 트래픽 수요가 클 시외중계망의 경우는 ATM분배(ATM-DXC), 트래픽 수요가 상대적으로 작은 시내 중계망은 ADM을 이용하여 구성될 것이다. 가입자제는 가입자로 부터 원격다중, 분기 분배 노드까지의 액세스제와 원격 다중 노드 상호간 및 교환 노드까

지를 묶는 가입자 전송계로 구분하여 구축하는 것이 바람직할 것이다. 여기서 액세스계는 보안성 측면을 고려하여 원격다중노드(ADM 또는 ATM-DXC)를 중심으로 하는 스타망을, 가입자 전송계는 신뢰성 측면을 고려하여 링형 구성이 바람직할 것이다. 특히 VP 경로 및 용량 요구 정도에 따라서 원격 노드에 1:1 및 1:n 접속을 갖게하면 분배형 서비스도 용이하게 제공할 수 있을 것이다.

초기 ATM의 도입은 협/광대역 서비스를 통합 수용하는 가입자 액세스 계의 주기능인 ATM 접속기능과 ATM 사실교환기를 중심으로 시작될 것이며, 이때 ATM 사실망 간의 접속은 ATM 전용로로서의 SDH 기본 STM 설비들이 활용될 것이다. 특히 이 기간중에 기존 STM 기본 광대역 회선 분배 기능의 전용로 및 전송로의 물리층 라우팅 기능과 ATM 교환기 소요이전 단계에서 국지적으로 ATM cell의 VP 경로 층만을 처리하여 cell 단위의 분배를 통해 물리링크를 선택하는 ATM-DXC 기능이 도입될 것이다. 따라서 초기 단계는 맥내망을 중심으로 ATM 회선망이 구축되고, 가입자 전송 및 중계 전송계는 완전한 VP망으로 구성될 것이다. 이후 서비스 액세스 노드에 ATM 교환기의 설치가 확대되면 지역망 → 전국망순으로 공중망이 완전한 ATM 회선망으로 구축될 것이다.

또한 물리적인 ATM 링크 시스템 관리 차원의 OAM은 STM망과 동일하나 ATM 레이어 차원의 서비스 측, 에러성능 감시, 트래픽 제어 및 감시, 유지보수등이 추가되어야 할 것이다. 또한 ATM 링크요소 사이 및 ATM 링크 시스템과 TMN OS(operation system)간의 OAM 정보전달방법은 초기상태에서는 STM망과 동일하게 DCC(data communication channel)를 통해 운용될 것으로 보이나 궁극적으로는 망정보를 실어나르는 ATM cell을 통해서 전달될 것으로 보인다.

### Ⅲ. 국외 기술 현황

#### 1. 국제 표준화 현황

광대역 전송과 동일한 의미를 갖는 SDH 기본 NNI의 표준화는 크게 CCITT와 미국 ANSI에 의해서 주도되고 있다. 이는 1984년부터 미국 Bellcore에서 시작하여 1986년부터는 CCITT에서도 다루어져 왔으며, 이들 두 기관의 연구활동은 서로 매우 밀접한 관계를 보이고 있다. CCITT의 SDH 관련 표준화 일정을 보면

크게 3단계로 나누어 볼 수 있다. 1단계는 1988년에 승인된 SDH 및 관련 NNI의 표준화, 2단계는 1990년에 만들어진 NNI 응용장치의 특성, 3단계는 1992년까지 완료될 OAM&P의 표준화등이다.

먼저 1988년의 SDH 및 NNI와 관련된 3개의 권고안(G707, 708, 709)은 세계적으로 새로운 동기식 광대역 전송의 문을 열었고, 1990년도의 표준화는 SDH 망에 적용될 여러 서로 다른 형태의 기능을 갖는 장치의 특징 즉, 기존 DSn 신호 다중형, SDH 신호 다중형, 신호 분기형, 신호 분배형 등에 공통적으로 적용될 수 있는 여러 기능 블록과 기준점을 설정하여 각 기능 블록간 정보의 흐름을 규정한 G.781, 782, 783 권고안이 그것이다. 여기서는 특히 장치와 전송망 관리를 목적으로 하는 일반화된 오버헤드의 제공은 물론 각 기준점 상에서의 감시, 경보, 제어와 관련된 정보 흐름을 규정함으로써 장치간 유지보수의 호환성을 실현시키는 중요한 내용들을 포함하고 있다. 또한 1990년도에는 광전송시스템의 여러 광파라미터를 규정한 G.957, 958 권고안이 마련되었다. 이에 따라 타사 제품간에 광전송시스템의 호환성을 갖지 못했던 기존 시스템의 단점이 완전히 보완되어 다중기능과 광전송기능이 통합된 SDH 전송설비의 세계적인 호환성을 성취하기에 이르렀다.

현재 CCITT의 주된 연구는 모든 통신망 요소의 집중관리를 위한 TMN의 피관리 망 요소인 SDH 설비의 OAM&P(OAM & provisioning)관련 표준화이며, 이는 1992년까지 완료될 예정으로 있다. 이를 위해서 G.784 권고안에는 SDH 설비상의 DCC 채널을 이용한 OAM&P 정보 전달 프로토콜이 정의되고 있는 상태이다. 여기서는 SDH망이 TMN의 일부 망으로 운용될 수 있도록 전송망 관리자원의 조직적 모델화를 추구하고 있다. 현재 이러한 모델링 작업의 중요성이 인정되어 CCITT의 표준화 작업이 크게 가속화 되고 있는 상태이다.

#### 2. 기술 개발 현황

현재 세계 각국에서는 CCITT의 표준화 일정에 부합되는 상용장치들을 경쟁적으로 발표하고 있는 상태이며, 1991년 들어 발표되고 있는 대부분의 장치들은 2단계 CCITT 표준을 만족하고 있다. 동기식 광전송기술을 선도하고 있는 국가로는 미국과 일본을 들 수 있으며 선진 각국의 개발 동향을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

미국은 대부분의 통신회사들이 CCITT 표준과 호환성을 갖는 SONET 제품을 개발하고 있다. 이의 대표적 인 회사로는 AT&T, Rockwell Collins, Alcatel사를 들

수 있으며, AT&T는 1991년 말 현재 155M, 622M, 2.5G급 시스템 개발이 완료되었고, DS3급 신호에 대한 분배기능을 갖는 SONET 호환의 광대역 회선분배 시스템의 개발이 진행되고 있는 상태이다. 또한 가입자망을 위한 SONET 호환의 액세스 노드시스템의 경우, 2000 가입자 용량이 이미 개발 완료된 상태이다. Rockwell사의 경우도 AT&T와 유사한 기능의 제품을 개발하고 있으며, 155M급은 1991년도, 622M와 2.5G급을 1992년까지 상용화시킬 계획으로 추진되고 있다. 한편 Alcatel은 1991년도에 155M와 622M 시스템을 개발 완료하고 2.5G급 시스템은 1992년도까지 완료할 예정으로 있으며, 50M급의 ADM장치 개발을 완료한 상태이다. 한편 미국과 유사한 통신권을 형성하고 있는 캐나다의 NT사는 S/DMS TN(transport node)라는 SDH 전송장치를 1990년도에 개발하였고, 1991년도에는 이들이 기능을 ADM 형으로 보완을 완료할 계획으로 있다.

일본은 1989년도에 NTT망에 SDH장치가 처음 도입된 이래 NTT, Fujitsu, NEC, Hitachi를 중심으로 매우 활발한 기술개발이 추진되고 있다. 1991년말 현재 대부분의 업체가 155M, 622M, 2.5G급 시스템의 개발을 완료한 상태이며, 이중 일부는 상용화 되었거나 1992년도까지 상용화 할 계획으로 있다. 이들 개발품중 일부는 1991년도에 스위스 제네바에서 열린 "Telecom '91"에 연구실 prototype이 출품된 바 있으며, 많은 제품들이 신호 분기기능을 갖도록 구성되고 있다. 독일의 Siemens사는 155M와 622M 시스템을 이미 상용화 하였으며, 2.5G급 시스템은 1991년 현재 상용화 단계에 있다. 이들 시스템들도 대부분이 ADM 기능을 갖는다.

SDH망의 구축현황을 보면, 미국은 1990년도 부터 SONET 장비의 도입이 시작되어 1992년부터는 T1 커리어를 SONET으로 공급할 계획으로 있으며, 향후 도입될 BISDN은 SONET으로 공급할 계획으로 있다. 이들은 특히 1992년 부터는 SONET 호환성을 갖는 DXC망에 도입하여 전송신호의 PTMP 전송을 실현하고, 이와 같은 동기식 전송망을 2005년까지 완료할 계획으로 있다. 또한 일본은 SDH 설비를 1989년도 부터 도입하여 2010년까지 동기식 전송망 구축을 완료할 계획하에 추진 중에 있으며, 유럽의 영국, 스웨덴, 이태리, 스위스, 오스트레일리아, 뉴질랜드등도 월등히 세고된 동기식 전송망의 OAM&P 기능의 활용을 위해서 SDH망의 구축 계획을 세워 추진하고 있는 상태이다.

한편 10Gb/s급 광전송기술은 1991년도에 미국 AT&T, 일본 NTT, Hitachi, Toshiba등에서 prototype으로 구현된 상태이며, '92년도에는 실용화 단계에 들 것으로 예상되고 있다.

ATM 전송기술은 1991년 현재 선진국을 중심으로 실용화 연구 개발되고 있는 상태이며 빠르면 1993년도에 활용할 수 있을 것으로 보인다. 이들 ATM이 공중망에 적용되기 위해서는 신호방식, 운용, 유지보수등의 표준화가 필요하나 아직 미비된 상태이며, 따라서 이들의 표준화 이전까지는 전용선 형태로 적용되다가 빠르면 1995년경에 공중망을 이용한 상용서비스가 가능할 것으로 전망된다. 한편 ATM 기술의 활용은 현재 급속히 확대되고 있는 FDDI(fiber distribution data interface)를 수용하는 LAN, MAN등을 ATM 기본의 BISDN과 호환성을 갖도록 하는 연구가 진행되고 있으며, 이들은 앞으로

표 1. BISDN을 위한 ATM 개발동향 예측(참고문헌[3]참고)

91 년	92 ~ 93년
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Telecom '91에 ATM prototype 발표</li> <li>○ Supercomm '91과 TCA쇼에 ATM 교환기와 광파이버를 이용한 멀티미디어통신 데모</li> <li>○ CCITT에서 92년 예정의 ATM 상세권고내용 검토</li> <li>○ NTT, ATM 노드시스템과 링크시스템 기술 사양의 통일화 및 시제품 발주</li> <li>○ ATM 기술을 사용한 초고속 광ATM 시스템이 차례로 제품화</li> <li>○ ATM 이용한 52M 및 156Mb/s의 고속 전송선 서비스 검토 시작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ CCITT에서 ATM 상세 권고 완성</li> <li>○ ATM의 신호방식, 트래픽 제어, 운용, 유지보수방식의 표준화 작업</li> <li>○ NTT, ATM개발 Partner기업에서 ATM시제품 도입, 그후 시험 및 평가를 통해 빠르면 93년 중반에 ATM 상용화</li> <li>○ 통신사업자로부터 52M/156Mb/s의 고속 전용선 서비스 개시</li> <li>○ 데이터, 화상등의 멀티미디어 통신을 NTT가 전용서비스로 일부 공급 개시</li> <li>○ 사설망에서 ATM 기술을 이용한 LAN간, 디지털 PBX간 접속 시작</li> <li>○ ATM사향의 멀티미디어 단말 등장</li> <li>○ 미국에서 Bell계 전화 회사에 의한 고속 LAN간 접속에 ATM 이용한 BISDN상용서비스 개시</li> </ul>

1~2년내에 실용화 될 것으로 보인다. 한편 BISDN의 ATM 관련 prototype들은 스위스 제네바에서 열린 Telecom '91에 다양한 형태로 출품되어 큰 각광을 받은 바 있으며, 91-93년 기간의 ATM 관련 연구개발 동향을 보면 표1과 같다.

BISDN 물리레이어는 SDH를 기본으로 한다는 것이 미국과 CCITT에서 지지 되었으며, SDH 설비의 가입자망 침투는 가입자 루트상에서의 광섬유 채용증가와 일치하게 될 것이다. 외국에서 SDH 설비의 가입자망 침투는 90년대 초부터 확대될 것으로 보이며, 초기단계는 FTTC(fiber to the curve)형태로, 궁극적으로는 SDH 설비가 가입자 때까지 침투되는 FTTH(fiber to the home)형태로 발전될 것이다. 이때 STM-N 패이로드의 이용형태를 보면, 초기단계에서는 주로 기존 PDH 기본 DS1, DS3, DS4급 신호를 사상하고, 다음으로 기존 LAN, MAN과 같은 데이터 통신 정보와 H1, H2, H4급 광대역 서비스의 사상, 궁극적으로는 ATM cell의 사상등으로 발전될 것으로 보인다.

SDH UNI는 광대역 서비스의 침투 초기에는 STM 기본 시분할 다중 서비스만을 지원하다가 SDH상에 ATM cell이 직접 액세스되는 ATM 접속형태로 진화될 것이며, 이러한 기술은 1993년경에 가용케 될 것으로 예상된다.

3. 전송 OAM망

기존 전송망이 PDH 기본 PTP(point to point) 반송 개념의 하드웨어 위주였던 것에 비해서 향후에 구축될 SDH 기본 STM/ATM망은 전송신호(또는 cell)의 PTMP(point to multi-point)에 기본을 두기 때문에, 그리고 전송 트래픽의 급증과 광대역화에 따른 효과적인 운용관리가 요구되기 때문에 보다 효율적인 전송망의 OAM이 요구된다. 이를 위해서 기존의 기종별, 제품별로 고유하게 적용되던 OAM 기능을 지원하기 위한 장치의존적인 집중운용 관리 방법에서 탈피하여 전송 시스템의 물리적 실체의 다양성에 의존하지 않는 논리적 관리 객체를 추출, 정보화 하여 종합적 관리 체계를 구축하는 것이 필요하다. TMN 개념은 이러한 필요성에 따라 CCITT에 의해 표준화되고 있으며, 여기서는 데이터의 표준화된 객체지향의 모델링 기술과 개방형 인터페이스를 바탕으로 하고있다.

SDH 기본 STM망은 제충화된 OAM 능력실현에 바탕을 두고 각 VCn 및 STM-N 별로 신호경로와 전송구간에 대한 OAM용 오버헤드를 확보하고 있다. 즉 VCn

의 경우 해당 VC의 생성점과 종단점까지의 VCn 경로상의 성능감시, 유지보수를 위한 경로 오버헤드(POH : path overhead)가 확보되어 있으며, STM-N의 경우 해당 전송구간과 중계구간간의 OAM을 위한 구간 오버헤드(SOH : section overhead)가 확보되어 있다. 여기서 SOH와 POH내에는 1 바이트이상의 사용자 채널이 확보되어 있으며, SOH내에는 12바이트 용량의 메세지 지향 데이터 통신 채널(DCC : data communication channel)이 확보되어 있다. 이들은 경보, 제어, 유지보수용으로 사용하고 있고, 따라서 고도화된 융통성 있는 OAM 능력을 갖도록 하고 있다. 특히 DCC 채널은 TMN OS를 지원하는 개방형 OSI 7레이어 프로토콜을 사용하고 있고 응용레이어의 OAM&P 관련 서비스 요소들 또한 TMN OS와의 접속을 바탕으로 하는 객체지향형이기 때문에 STM 기본 전달망을 TMN의 기본전송로로서, 또한 TMN OS와의 직·간접 접속을 허락 하므로서 전국적인 집중 망운용관리를 가능케 할 것이다.

IV. 국내 기술 현황

1. 국내 표준화 현황

한국통신(KT)은 1989년도에 1.544Mb/s 신호 대신에 2.048Mb/s 신호를 적용하는 기존 PDH 체계를 개정하여 2.048Mb/s-6.312Mb/s-44.736Mb/s-139.264Mb/s-564.992Mb/s로 확정하였다. 또한 광역대 전송 인터페이스를 위해서 155.520Mb/s-622.080Mb/s의 SDH 표준을 제정하였으며, 이는 1991년도에 표2와 같은 SDH 표준으로 보완, 개정되었다. 이는 CCITT 권고 G.707의 국제 단일 표준과 미국 ANSI의 SONET 기본 레벨인 STS-1(synchronous transfer signal)을 혼합시킨 형태이다.

표 2. KT의 SDH 표준

레벨	속도
STM-0	51.840Mb/s
STM-1	155.520Mb/s
STM-4	622.080Mb/s
STM-16	2,488.320Mb/s

또한 SDH 관련 NNI의 표준화는 CCITT 권고 G.708, 709를 기초로 하여 1991년 초에 제정되었으며, 이의 다중화 구조는 그림 7과 같다. KT 표준 특징은 기존 KT

망의 PDH 신호인 1.544Mb/s와 44.736Mb/s 신호를 수용하고, 동시에 1991년말부터 KT망에 도입되어 운용될 2.048Mb/s 신호를 수용하고 있다. 또한 향후 BISDN에서 ATM 정보의 수용에 가장 크게 이용될 것으로 예상되는 DS4급(139.264Mb/s) 신호를 수용할 수 있도록 하고 있다. 한편 STM-N 다중경로의 설정은 현재 KT망의 국간 전송신호의 주종을 이루는 DS1 및 DS3 신호의 PTMP 전송을 위해서 해당 가상 컨테이너들인 VC1과 VC3로의 경로를 밟도록 하고 있다. 이들 DS1 신호와 DS3 신호는 모두 VC3 단계에서 만나게 되며, 1.544Mb/s 신호의 과도기적인 적용을 감안하여 1.544Mb/s 신호를 2.048Mb/s 신호용 TU12신호로 사상시키는 다중경로가 추가로 설정되고 있다.

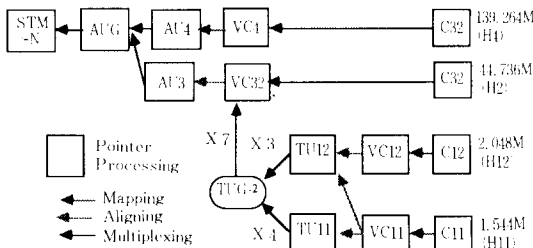


그림 6. KT의 동기식 다중체계 표준

### 2. 망 구축 계획

KT의 동기식 전송망 소요 요소 기술의 개발 및 망 구축 계획을 살펴본다. 1990년에 확정된 “통신망의 조기 디지털화 계획”에 따르면 국내 SDH 망 요소로서 155Mb/s, 622Mb/s, 2.5Gb/s급 다중시스템과 광대역 회선분배 시스템(BDCS)을 고려하고 있으며, ATM망에서는 상기된 모든 STM 망 요소에 ATM 수용능력을 실현하는 즉, STM망으로부터 ATM망으로의 점진적인 진화를 실현하는 것을 바탕으로 하고 있다. 여기서 STM망 요소는 1994년도에 155Mb/s 시스템의 도입을 시작으로 해서 1995년에 622Mb/s, 2.5Gb/s 시스템을 도입할 계획으로 있고, 1997년에는 BDCS를 도입, 적용하는 것으로 되어 있다. 또한 현재 기간 전송로상에 도입되고 있는 565Mb/s급 광전송시스템은 622Mb/s 시스템의 도입시까지 한시적으로 적용할 방침으로 있다.

현재 KT는 국내 동기식 전송망의 세부구축 전략을 수립하여 1994년부터 진행될 KT의 동기식 전송망의 구축

에 대비하고 있다. 여기서의 궁극적인 목표는 기존 PDH망의 PTP 반송위주의 완전 메쉬망을 전송로 장애 대책 및 전송망 구성의 융통성 실현을 위해서 PTMP 전송위주의 성형 또는 메쉬망 구축을 바탕으로 하고 있다.

KT는 1991년에 BISDN에 대비한 광대역 광가입자망의 구축을 위해서 가입선로의 광케이블화를 골격으로 하는 “가입선로 광케이블화 추진 전략”을 확정한 바 있다. 여기서는 3단계로 나누어 1단계(1992-1996)에서는 대용량 가입자 빌딩 및 신축 대형건물을 대상으로 하여 광케이블로 공급하는 FTTO(fiber to the office)를 점진적으로 확대하고, 2단계(1997-2001)에는 가입자 밀집 지역을 대상으로 하는 FTTC(fiber to the curve)의 실현에 바탕을 두고 있다. 또한 3단계(2002이후)에는 광가입자망과 CATV 망의 통합 및 BISDN 서비스 제공을 바탕으로 하여 가입자 댁내까지 광케이블이 인입되는 FTTH의 구축을 지향하고 있으며, 이러한 광케이블화 추진은 2015년까지 완성한다는 것으로 되어 있다.

한편 1991년도부터 국제 통신사업에 뛰어들던 데이콤에서도 기간 전송로의 독자적인 대용량 광통신망을 구축할 계획으로 여기에 적합한 동기식 전송 방식의 도입을 추진하고 있는 것으로 전해지고 있다.

### 3. 기술개발

국내의 광대역 전송기술개발은 주로 KT의 출연으로 ETRI에 의해 주도되어 왔으며, 본 고에서는 1989년부터 본격적으로 추진된 국내 연구개발 현황을 소개한다.

#### 1) 비동기 광전송기술

1991년도는 지난 1980년대말에 국내 개발된 565Mb/s 시스템의 실용화를 마무리하는 해로서 기록될 수 있다. 즉, 1988년도에 ETRI에서 개발된 기술이 국내 4개의 광통신 업체에 이전되어 KT 주도로 실용시험을 완료하고 상용화 단계에 있다.

#### 2) SDH 기본 STM기술

1989년도부터 본격적으로 국내 개발이 추진되어온 STM 기본 동기식 전송기술은 그 개발의 기본을 155Mb/s과 622Mb/s, 2.5Gb/s급 시스템 기술간에 상호 유기적으로 활용될 수 있도록 한다는 데 두고 있다. 또한 ① 국제적 표준(CCITT 및 T1위원회)과의 호환성 성취, ② KT 표준 동기식 인터페이스의 만족, ③ SDH 망 요소(155M, 622G, 2.5G, BDCS)간의 기술공유, ④ 향후 전송망 발전(BISDN 전송망, TMN 접속)등을 고려하여 설계되고 있다.



여기서의 특징은 개발 기능이 국제적 표준 및 KT의 표준을 만족시키기 때문에 국내 망 적용 및 수출 가능성을 열어 놓고 있으며, 특히 각종 SDH 망요소들을 하나의 family 형태로 구성, 적용될 수 있도록 하고 있다는 점이다. 또한 국내 개발 제품이기 때문에 향후 국내 망의 변화 즉, ATM 기본인 BISDN이나 국내 통신망 집중 운용관리 시스템의 도입시에 융통성 있게 대처할 수 있다는 것도 매우 중요하다.

동기식 전송망과 관련된 1991년도 현황을 종합하면, 먼저 1989년부터 개발되어 오던 155Mb/s급 시스템의 개발을 완료하고 국내 6개 기업체에 기술이전을 시작하였으며 622Mb/s급 시스템의 조기 상용화를 위해서 2년간(1991-1992)에 걸친 표준화연구가 시작되었다. 또한 1989년도 부터 시작된 2.5Gb/s급 시스템의 실험 모델이 개발된 계획이다.

155Mb/s급 시스템은 국제 동기식 전송망의 기본 신호를 형성하는 장치로서 여기서 개발된 기술들중에서 동기식 다중화기술, 각종 OAM 관련 오버헤드의 처리기술, 포인터 처리기술, 유지보수 기술, 모듈/선로 절체기술, 그리고 SDH 설비간 또는 TMN 접속을 위한 개방형 OSI 프로토콜 기술등을 포함하여 대부분의 핵심기술들은 수정없이 여타의 SDH 장비로 적용될 수 있도록 개발되었다. 또한 기존 PDH 관련 장치들이 주로 하드웨어 위주의 장치인데 비해서 155Mb/s 시스템은 장치 자체의 지능화 뿐만 아니라 전송망의 지능화 실현을 바탕으로 하며, 따라서 다수의 프로세서에 의해서 소프트웨어가 처리되고 있다. 현재 개발된 여러 prototype의 제원을 보면 표3과 같다.

3) ATM 전송기술

국내의 ATM 접속/전송기술은 1988년도에 CCITT에 의해 광대역 ISDN의 기본 개념이 형성된 이래 ETRI와 학계를 중심으로 기초연구 수준으로 추진되어 왔다. 1991년에 들어서는 광대역 ISDN 접속/전송의 기본개념을 확인하기 위한 수준의 prototype이 학계에서 발표된 바 있으며, ETRI에서도 ATM 기본 BISDN의 실용화 기술 개발에 앞서 핵심기술의 타당성 확인을 위한 체계적인 연구가 1990년도부터 시작되어 1991년에는 BISDN 가입자 접속 기술의 실험실 모델 설계가 진행되고 있는 상태이다.

즉, 국내의 ATM 관련기술은 기초연구 단계이다. 그러나 국간 ATM 중계 전송기술은 현재 개발되고 있는 STM 기본 동기식 전송과 새로이 도입될 ATM 전송과의 호환성을 감안한다면 아직 관련 기술의 본격 개발은 이루어지지 않고 있으나 상당부분의 기술축적이 된 상태

표 3. 국내 155M 시스템의 성능 세원

종 류		A형(DS1,DS3 혼용)	B형(DS3전용)
기구	랙크(rack)	2200×750×550mm	
	셀크(slot)	654×257×254mm	
용 량		7560~8064ch/rack	32,256ch/rack
고속인터페이스		155.520Mb/s 40km, SMF(CCITT G.957)	
저속인터페이스		44.736Mb/s+30ppm(CCITT G.703) 2.048Mb/s±50ppm(CCITT G.703) 1.544Mb/s±50ppm(CCITT G.703)	
시스템 인터페이스		외부클럭 인터페이스(2.048Mb/s, CMI) 다합선 인터페이스(2wire/4wire) Craft 터미널 인터페이스(RS232C) DTMS 인터페이스(RS422) TMN 인터페이스(CCITT G.703) Power 인터페이스(-48Vdc)	
보호설계	장치	VC1 회로절체	7 : 1
	선로	저속다중 모듈절체 C32 신호사상 모드 고속다중 모듈절체	6 : 1 1 + 1 1 + 1
다중화 구조		<ul style="list-style-type: none"> <li>DS11-VC11   TUG21  </li> <li>DS12-VC12  </li> <li>DS3-C3   VC3-AU3-STM-1</li> </ul>	
OAM 기능		<ul style="list-style-type: none"> <li>선로 신호구간 성능감시, 관리(BPV, CV, BIP-N)</li> <li>VCn별 신호성로 성능감시, 관리(BIP-N)</li> <li>고속데이터 통신(768Kb/s)</li> <li>User facility) 액세스</li> </ul>	

로 볼 수 있다. 현재 국내 BISDN 개발이 국가 주도의 G7 프로젝트로서 확정되어 1차적으로 1996년도 까지 ATM 교환기의 실용 시제품을 개발하는 것으로 되어 있기 때문에 교환기 개발에 앞서 선행되어야 할 가입자 접속/전송, 국간 중계 전송등은 그 이전에 실용화 되도록 추진될 것으로 예상된다.

V. 결 언

통신망의 역사는 기존 시스템과 새로운 시스템이 서로 공존하면서 발전하는 끝없는 과정이기 때문에 통신망의 변화에는 장시간이 필요하다. 따라서 BISDN도 일시에 실현될 수 없으며, 기존 전화망과 광대역 ISDN, 그리고 BISDN이 서로 조화를 이루는 도입전개가 필요하다.

BISDN은 협대역 ISDN이 음성이나 중·저속 데이터, 정지/간이 화면등의 협대역 통신을 대상으로 하고 있는 데 반해 여기에 동화상 전송등의 광대역 통신 기능을 갖는 새로운 통신망의 이용기술이나 이용방법등에 있어서 종래의 통신방송의 틀을 넘는 고도정보화 사회의 필요성에 적합한 차세대 통신 하부구조로서 기대되고 있다. 또한 협대역 ISDN에서는 교환/비교환 중계망, 패킷 중계망, 협/광대역 중계망으로 나뉘어진 중계망이 하나의 형태로 통합된 명실상부한 멀티미디어 전송망이 될 것이다. 즉, BISDN은 21세기 통신 서비스의 가시화, 지능화, 광대역화, 개인화 추구에 따른 전송요구 조건을 만족시키는 형태로 발전될 것이다.

한편 향후 광대역 전송망의 도입을 예견해 본다면 1990년대 중반 경에는 주로 사업자의 수요에 의하여 전용선 성격의 광대역 ATM 서비스가 SDH 기본 프레임 내에 사상되어 적용될 것이며, 2000년 전후에는 기존망의 일부가 대용량 ATM 중계망으로 대체될 것으로 예상된다. 또한 개인 통신등의 고도화된 접속서비스의 진전에 따라 막대한 양의 신호정보 및 관리정보를 전달하기 위해서 ATM 기술이 적용될 것이다.

광대역가입자망은 현재 구축되고 있는 협/광대역 서비스의 통합제공을 바탕으로 하는 협대역 서비스망을 대용량 반송하는 광가입자 전송로의 구축으로부터 시작될 것이다. 즉, 원격지의 중·대규모 가입자 군까지 광 전송기술을 적용하는 FTTO 또는 FTTC의 구성이 1차적 현상일 것이며, 나아가 광대역 동화상 및 초고속 데이터 서비스를 가입자 맥내까지 전달해야 할 필요성이 커짐에 따라 조만간에 STM 기본의 광대역 서비스를 주축으로 하여 광케이블이 가입자맥내까지 침투되는 FTTH가 실현될 것이며, 이러한 변화는 기존 협대역 금속성 가입자 케이블로부터 광대역 광케이블 설치로의

대체를 의미하며, 이의 전환속도는 광대역 서비스의 수요증대 정도에 의존할 것이다.

### 參 考 文 獻

- [1] 한국전기통신공사, 통신망의 조기 디지털화 실현 계획, 1990. 8.
- [2] 한국통신, 가입자 선로 광케이블화 추진 전략, 1991. 9.
- [3] Ikuo Tokizawa, Katsuaki Kikuchi, and Ken-ichi Sato, "Transmission Technology for BISDN," 1991.
- [4] Tetsuo Soejima, "Flexible Path Management and Control for SDH Network", Telecom '91 Session 5, Oct. 1991.
- [5] R. Kishimoto and I. Yamashita, "HDTV Communication Systems in Broadband Communication Networks," IEEE Communications Mag., vol. 29, no.9, Aug.1991.
- [6] K.Asatani, K.R. Harrion, and R. Ballart, "CCITT Standardization of Network Node Interface of SDH," IEEE Communications Mag., vol. 28, no.8, Aug. 1990.
- [7] 김재근, "동기식 전송시스템의 연구개발 현황과 동향," 대한전자공학회, 텔레콤, 제7권 제1호, 1991. 5.
- [8] 이병기, "ATM 통신, 고속패킷통신, 그리고 동기식 전송," 대한전자공학회, 텔레콤, 제7권 제1호, 1991. 5.
- [9] 송주빈외, "전송시스템의 OAM 기술," 한국통신학회지, 제8권 제7호, 1991. 7.

### 筆 者 紹 介



金 在 根

1952年 8月 28日生

1980年 고려대학교 전자공학과 졸업

1983年 고려대학교 대학원 전자공학과(석사)

1990年 고려대학교 대학원 전자공학과(박사)

1979年 12月 ~ 현재 한국전자통신연구소 전송시스템 연구실장