

B-ISDN을 위한 ATM 기술 개발과 현황

韓 致 文

韓國電子通信研究所 信號裝置開發室

I. 서 론

HDTV, 동화상, 고속 파일(file) 등의 전송을 자유로이 행하기 위해 통신망을 고속 광대역화할 필요가 있다는 것은 이미 알고 있는 사실이지만, 고속 광대역 통신망은 현재의 전화, 데이터 통신에 비해 방대한 통신 대역이 필요하고, 수요가 극히 불확실하기 때문에 망을 경제적으로 구성 가능케 하는 기술이 필요하게 되었다. 이러한 기술중 가장 적합한 기술로써는 현재 선진 각국에서 연구가 진행되고 있는 ATM(asynchronous transfer mode) 기술이 가장 각광을 받고 있다. B-ISDN(broadband ISDN) 구성을 위해 ATM 기술은 이미 기본기술 확인 단계를 지나 광대역 통신망에 적용하기 위한 기술개발로 진행되고 있다. CCITT에서는 ATM을 기반으로 한 B-ISDN 구성을 위해 표준화 작업이 진행되고 있으며, 표준화를 위한 기본 구성은 금회기(1989~1992년)를 넘기지 않을 전망이다.

본고에서는 B-ISDN을 위한 ATM 기술 개발과 현황을, 제2장에서는 전달기술 관점에서 ATM의 개념 및 배경, 그의 목적을 서술한다. 제3장에서는 ATM 통신망을 구성하기 위한 기반 기술에 대해 간단히 언급하고, 제4장에서는 현재까지 검토된 ATM 기술중 해결해야 할 hot issue를 중심으로 정성적으로 서술한다. 제5장에서는 망관점에서 본 ATM 기술 즉 VP(virtual path)/VC(virtual channel)망의 구성, 신호 망 및 OAM 기술에 대해 간단히 정리한다.

II. 전달기술(Transfer Technology) 관점에서 본 ATM(개념 및 특징)

1. ATM 개념 및 특징, 목적

현재, 회선 및 패킷의 2가지 전달 모드가 널리 사용되고 있지만, 회선 모드는 회선 사용 효율이 낮고, 다중화 형태를 타임 슬롯을 기본으로 하기 때문에, 미래의 서비스의 추가가 용이하지 않으며, 망자원을 효율적으로 이용할 수 없는 단점을 가지고 있다. 그래서 회선 사용 효율을 향상시키기 위하여 유음정보 부분만을 회선에 이용하는 TASI/DSI 기술과 유음정보의 유구로써 호의 설정/해제를 하는 fast circuit switching 기술이 연구되어져 왔으나 B-ISDN을 위한 전달기술로써는 적합하지 않다. 패킷 모드는, 프로토콜 처리가 통신의 대부분 비중을 차지하기 때문에 실시간성의 정보 전송에는 적합하지 않다. 따라서, 회선 및 패킷 모드 결점을 보완하는 기술이 비동기 전달모드(ATM: asynchronous transfer mode)이며, 이 기술은 선진 각국에서는, 이미 타당성 과정을 통해 실용화를 전제로 정열적으로 연구하고 있다. 회선 모드에서는, 일정 속도의 채널을 착발신 단말간에 설정해서, 호의 정보를 전용화 시킨다. 즉, 타임 슬롯을 주기적으로 배치하기 때문에 채널 속도는 $64\text{Kbit/s} \times n$ 에 한정된다. 그 결과 통신 설비가 채널속도에 의존하며, 채널 속도의 추가는 망설비의 변경을 초래하게 되고, 단말기에서는 미리 내정된 전송 정보 속도(예, 64Kbit/s)에 맞추기 위해 재어가 필요하다. 따라서 통신 효율은 증가될 수 없다. 패킷 모드에서는 정보원(source)의 정보 발생에 대응해 패킷을 보내기 때문에, 임의의 정보 속도에 능동적으로 대처할 수 있는 장점을 가진다. 그러나 패킷 모드를 이용하면, 링크-링크간 흐름제어(flow control), 오류제어(error control) 등의 복잡한 프로토콜(예, X.25)을 요구하기 때문에 실시간성을 요구하는 광대역 통신망(B-ISDN) 환경하에서 적합하지 않다.

고속 광대역 통신망에서는 가지각색의 특성을 갖는 정보원이 요구하는 속도가 불분명하고, 임의의 서비스에 능동적으로 대처가 가능하고, 전송 속도 및 정보원의 특성에 망구조가 의존하지 않는 전달 기술이 요구된다.

ATM 기술은 임의의 속도 및 특성을 갖는 정보를 처리할 수 있는 능력을 갖는 기술로서 다음과 같은 특징을 갖는다(그림 1).

- (1) 정보 발생에 따라 일정 길이의 블록(이하 셀이라 부름)을 발생하여 전송하기 때문에 임의의 속도에 능동적으로 대처하는 것이 가능하다.
- (2) 프로토콜 처리는 통신망과 단말간에 기능을 분산시켜, 통신망에서는 가능한 간단한 프로토콜을 기본으로 해서 정보를 전송한다.
- (3) 통신망에서 제공되는 간단한 프로토콜 처리 및 교환은 소프트웨어를 개입시키지 않고 하드웨어로써 처리하는 기능을 갖는다.

그러므로 그림1에서 볼 수 있듯이 ATM 전달 특징에 의해, media에 의존하지 않고 정보를 일원적으로 취급하는 것이 가능하고, 수백 Mbit/s까지의 임의의 속도를 갖는 정보를 실시간적으로 처리하는 것이 가능하다. 그러면, 궁극적으로 ATM 전달 기술에 의해, multi-media 정보를 종합적으로 취급이 가능한 통신망, 미래에 출현할 불확실한 수요에 유연히 대처할 수 있는 망, 현재까지 개별적으로 취급하고 있는 망 운용 보수 및 설비의 통합화를 목적으로 하는 전달 기술이라고 말할 수 있다.

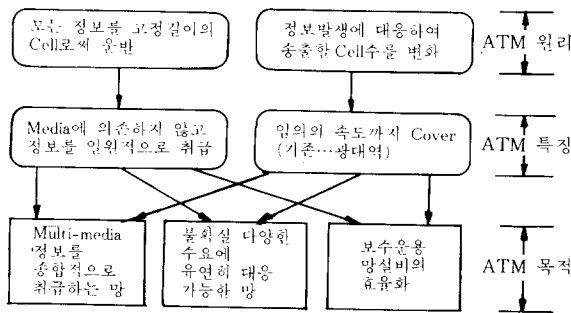


그림 1. ATM의 원리, 특징, 목적

2. ATM Transport Network

B-ISDN 환경하에서, 출현할 서비스를 예측하는 것이 극히 애매 모호하고, 요구되는 품질도 서비스 특

성에 따라 지연 특성을 중요시하는 서비스와 셀 손실 특성을 중요시 하는 서비스등 다양할 것으로 예상된다. 이러한 다종 다양한 서비스를 일원적으로 제공할 수 있는 광대역 통신망, 즉 multi-media화가 가능한 망 구조 및 기능이 요구되는 동시에 유연성을 갖는 통신망을 구축하는 것이 중요하다. 그러므로, ATM 전달망을 대체로 다음과 같은 능력을 갖는 것이 바람직하다.

- 사용자-망 인터페이스를 개입시켜, 동 화상급의 정보를 수 채널까지 제공 가능한 임의의 속도를 제공할 수 있어야 하고
- 음성 및 영상등과 같은 연속적인 비트(bit) 흐름을 일정 속도로서 지연의 변동없이 전송할 수 있는 능력과 데이터 및 가변속도 부호화된 정보를 정보 발생에 따라 버스트(burst) 적으로 제공할 수 있는 능력을 가져야 하고
- 단말이 요구하는 품질을 적절히 만족시킬 수 있는 서비스의 다품진화를 실현할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

이상의 전달 능력을 제공해 주기 위해, 그림2와 같이 ATM 망에서는 단말에서 발생하는 정보를 셀이라고 부르는 정보 블록을 이용하여 전달하며, 서비스에 의존하는 기능은 단말 또는 망에 인터페이스를 도입하여 일임하는 방식으로 구성한다. ATM 전달망은 크게 다음과 같이 기능적으로 나눌 수 있다.

(1) 셀(cell)화 기능

정보를 셀의 형태로 변환해서 전달하기 때문에, 장래의 서비스 추가, 변경이 용이하다. 또 사용자의 정보송출 요구에 따라 셀을 할당하기 때문에 버스트적 트래픽에 대해 효율적으로 대응 가능하다.

(2) 전달기능

전달에 필요한 기능은 모든 서비스에 공통으로 셀

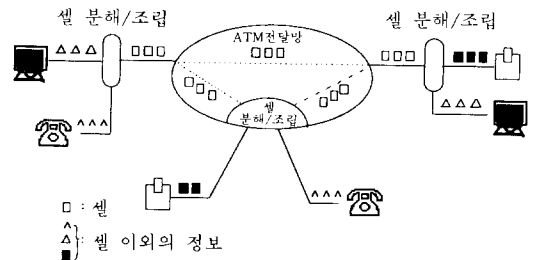


그림 2. 셀에 의한 통일적인 정보 전달 개념

전송에 필요한 최소한의 기능(cell header)과 셀의 조립, 분해, 흐름 및 오류제어, 셀의 지연 변동 보상등은 서비스에 의존하는 기능(cell information field)으로 나누어 전달한다.

(3) Routing path 설정 기능

셀이 어느 채널에 속하는 가는 header내의 라벨에 의해 식별된다. 라벨값은 호설정시 할당/호 종료시 해제하는 것을 원칙으로 한다. 호 설정시, 착단말까지의 경로는 루팅 규칙에 의해 설정되며, 노드간의 링크 및 가상채널 번호의 대응관계가 주어진다. 연속해서 입력되는 셀은 가상채널 번호만을 식별해서 루팅하기 때문에 기본적으로 셀 순서는 망내에서 보존된다.

III. ATM 기반 기술

1. 셀프 루팅 스위칭 기술(self routine switching technology)

ATM 환경하에서 모든 정보는 53 바이트 길이의 셀로 나뉘어 지고, 다수의 호(cell)에서 만들어진 셀과 제어용 셀이 통계적으로 다중화되어 전달된다. 각 셀이 속한 호의 구분은 셀 헤더에 포함된 가상채널표시(VCI)와 가상경로표시(VPI)에 의하여 이루어진다. 송출할 셀이 미처 준비되지 않았을 때는 역시 53 바이트 길이의 빈 셀(empty cell)이 대신 전송된다. 따라서 스위치 입력 단자에 도착하는 셀은 매 셀단위로 출력단자를 달리할 가능성이 있게 되며 스위치 전체로 볼때 어느 특정 출력단자에 두개이상, 최대로 입력단자수 만큼의 셀이 동시에 입력될 가능성도 있다.

스위치의 입출력 단자속도가 155Mbit/s일 때, 한 셀의 지속시간은 2.73 μsec 이하임으로 매 셀 지속시간마다 스위치망을, 현재의 회선교환 스위치와 같이, 외부의 컴퓨터가 재구성한다는 것은 거의 불가능하므로 각 셀이 스위치망에 입력되기 전에 루팅헤더가 부착되고 스위치망 내부에서는 이 루팅헤더를 참조하여 하드웨어 로직에 의하여 출력단자까지의 경로를 찾는 방식인 셀프루팅 스위칭 기술을 이용한다. 또한 하나의 출력단자로 두개이상의 셀이 집중되는 경우와 스위치망 내부의 언블러킹 특성에 의한 셀의 유실을 방지하기 위하여 스위치망의 입력, 출력 또는 내부에 버퍼를 구비하게 되는데 버퍼의 위치, 블러킹 해소방법, 스위치망 토폴로지의 선택에 따라 그림 3과 같이 다양한 스위치 형태가 나타나게 된다.

셀프루팅 스위치의 설계에 있어서 고려해야할 사

Buffer Position Contension Control Algorithm Topology

$$\left[\begin{matrix} \text{입력} \\ \text{출력} \\ \text{입출} \\ \text{내부} \end{matrix} \right] \times \left[\begin{matrix} \text{고속화} \\ \text{동적인 속도 할당} \\ \text{Scheduling} \\ \text{Sorting} \\ \text{Buffering} \end{matrix} \right] \times \left[\begin{matrix} \text{Matrix} \\ \text{Bus} \\ \text{Ring} \end{matrix} \right]$$

분류	내부/Buffering /Matrix	입출력/고속화 /Matrix	입력/Scheduling /Matrix	내부 or 영역 /Sorting/Matrix
개요 Buffer				
특징	Buffer내장으로서 고효율화, 회선규모가 큼, 범용성 있음	회선규모가 작은 고속화가 가능	Scheduling에 의해 고효율화가 가능, Control Algorithm 복잡	대용량화가 가능, Cell순서가 보존되지 않음

그림 3. ATM 교환 방식의 분류 및 특성

향으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 동일호에서 발생한 셀의 순서가 보존되어야 하며
- 높은 스루풋 특성을 얻을 수 있는 구조
- 우선 제어기능을 쉽게 실현할 수 있는 구조
- 낮은 지연 특성을 갖는 구조
- 버퍼의 사용효율을 향상 시킬 수 있는 구조
- 1 대 1, 1 대 n 및 방송 기능을 쉽게 제공할 수 있는 구조 등이다.

2. 트래픽 제어 기술

ATM 망은 다양한 종류의 트래픽을 요구된 성능을 만족시키면서 전송하기 위하여 다음과 같은 트래픽 제어능력을 가져야 한다!!

- 연결 수락 제어(connection admission control)
- 사용 파라미터 제어(usage parameter control)
- 망 파라미터 제어(network parameter control)
- 우선 순위 제어(priority control)
- 폭주 제어(congestion control)

연결 수락 제어는 호설정 단계에서 가입자의 연결 요구를 수락할 것인지 또는 거절할 것인지를 결정하는 과정으로서 요구된 QOS(quality of service) 등급, 현재, 사용가능한 망내 자원등이 고려된다. 연결 요구 시 가입자는 신호 메시지에 트래픽 특성치와 요구할 QOS를 포함시켜 망으로 보내는데 이와 관련되는 트래픽의 특성치로는 평균속도, 최고속도, 버스트성 및 최고속도 유지기간 등이 있다. 구체적인 QOS 등급에 관해서는 CCITT에서 계속 연구중이며, 앞으로도 검토되어야 할 과제이다.

사용 파라미터 제어는 접속된 호의 정보전달 단계에서 수행되는 기능으로 연결수락제어 단계에서 망과 이용자간에 약정된 내용의 위반여부를 감시하게 된다.

망 파라미터 제어는 망간의 사용 파라미터 제어를 말하는데 사용 파라미터 제어시 사용되는 각종 절차에 따른다. 또한 가입자는 셀 손실 우선(cell loss priority) 비트를 이용하여 트래픽에 우선순위를 부여할 수 있으나 이에 관한 자세한 내용은 계속 연구사항이다.

ATM 망의 폭주 제어는 위의 연결 수락 제어를 통하여 망에서 폭주현상이 발생하지 않도록 근본적으로 방지하는 방법, 사용 파라미터 제어 및 망 파라미터 제어를 통하여 망으로 유입되는 트래픽을 망의 입구에서 감시하는 방법, 우선 순위 제어를 이용하는 방법 등이 종합적으로 수행되며 기타 부가적인 방법은 계속 연구할 사항이다.

이상과 같은 각종 트래픽 제어 관계를 종합적으로 나타낸 모델은 그림4와 같다.²⁾ 그림4에서 볼 수 있듯이 트래픽제어는 망 레벨/호 레벨/셀 레벨로 나누어 생각할 수 있다. 망내 트래픽 관리 센터에서는, 망내 각 교환 노드에서의 트래픽 데이터(회선부하, 셀 크기, 지연등)를 수집하여 망내의 경로(path) 용량을 설정한다. 호 레벨에서는 호 설정시에 단말이 망에 신고한 파라미터를 이용하여 호연결 수락제어를 행한다. 지금까지의 연구에 의하면, 망내의 트래픽 다중화 특성이 입력 트래픽 특성(peak치, burst 기간등)에 크게 영향을 준다. 셀 레벨에서는 망의 입구에서 통신중에 있는 호의 트래픽이 호 설정시에 신고한 규정치 이내에서 운용되는 가를 판정하는 기능을 가지며,

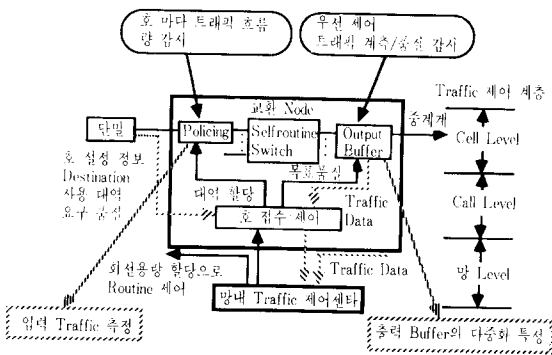


그림 4. ATM 망의 traffic 제어 모델

규정치 위반시 망내 트래픽 상태에 따라서 요구되는 품질을 만족시키기 위해 셀 크기 등의 제어기능을 행한다.

3. 셀 (cell)화 기술

ATM 교환기에서의 통신처리는, ATM 망내의 셀 레벨에서 전송제어 개념과는 다르며 end-to-end 프로토콜에 의해 실현된다. 그러므로 media에 의존하는 end-to-end 프로토콜을 ATM layer에서 실현되고, 셀의 분해 조립 (CAD : cell assembly/disassembly)를 수행하는 기능이 필수적이다. ATM 망에서 CAD의 배치도는 그림5처럼 ATM 인터페이스에 접속된 단말, 또는 기존 단말을 수용하는 사용자-망 인터페이스측, 기존망과 접속에 필요한 접속장치에서 요구된다.

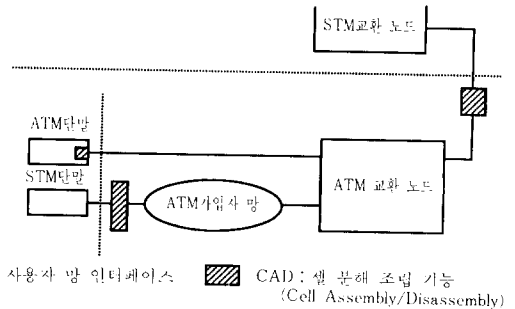


그림 5. ATM 망에서의 CAD 위치

사용자측은 media마다의 속성에 적합한 CAD가 필요하다. 예를들면, 동화상 전송에서는 셀크기를 고려해서 고주파 특성과 저주파 특성으로 나누어서 셀화하고, 저주파 특성의 셀이 우선권을 주는 방식을 생각할 수 있다.³⁾ 망측에서는, 다중화된 정보에 대해서 호마다 셀의 조립 분해 기능이 필요하기 때문에 CAD 다중처리 기술이 중요하다. 또 상위 레이어에 부하를 경감시키는 방식으로써 적절한 길이의 프로토콜 데이터 유닛(PDU : protocol data unit)를 결정해야 하고, 버퍼 용량 감소 및 하드웨어 규모, 저가적으로 구성할 수 있는 구조를 갖는 셀화 기술이 중요하다. 현재 PDU 버퍼를 개별호마다 두지 않고 공통적으로 이용할 수 있는 방법이 검토되고 있다.⁴⁾

4. 버스트 (burst) 부호화 기술

ATM 망에서 필요한 또하나의 기반기술은 버스트성이 있는 정보원의 부호화 기술이다. 부호화 기술은

종래의 일정속도의 부호화 방식과 버스트 부호화 방식을 상상할 수 있다. ATM 망에서는 일정속도의 부호 방식보다 가변속도 특성에 적합한 버스트 부호화 기술에 의해 이상적인 부호화 방식에 가까도록 하는 것이 가능하게 되고, 고품질의 특성을 기대할 수 있다. 동화상의 고효율화 방식, 특히 시간축 방향의 상관관을 이용하는 프레임간 부호화를 이용하면, 셀 폐기 영향이 후속 프레임에 파급효과를 유발하는 경향이 있다. 그러므로 ATM 통신망에 적합한 버스트 부호화 기술이 ATM실용화를 위한 기반기술의 하나라고 생각할 수 있다. ATM 전달망내에서 버퍼 사용효율을 증가시킬 수 있는 부호화 기술과 망내에서 캐기되는 셀 대책에 용이한 부호화 기술, 또는 셀 폐기에 의해 통신 품질의 영향을 적게 주는 부호화 기술에 대한 연구가 필수적이다.¹⁾ 이 부호화 기술은 ATM 망내에서 트래픽 제어 방법과도 상관관계가 있지만 기본적으로 버스트 부호화 특성의 모델화, 망내의 셀 캐기 대책, 망내의 지연 변동에 대한 보상이 용이한 버스트 부호화 방법이 검토되고 있다.

5. 실장기술

스위칭 속도가 증가되고 스위치의 규모가 커짐에 따라 고속소자의 발열 문제와 스위치내의 스테이지간의 상호접속시 배선 길이의 차이로 인한 문제가 대두되고 있다. 스위치의 소비 전력을 감소시키기 위하여 사용되는 CMOS 또는 BiCMOS 기술은 속도의 제한성으로 병렬전송 방법이 사용되고, 이에 따라 PBA (printed board assembly) 간 연결에 필요한 컨넥터수가 대폭 증가되어 기존에 PBA의 전후 가장자리에 컨넥터를 실장하던 방법에 부가하여 상하면을 이용하는 방법에 대한 필요성이 강조되고 있다. 또한 냉각 방법도 기존의 강제공냉 방법과 자연공냉 방법대신 간접액냉 기술의 연구가 요구된다. 스위치 스테이지간 배선 방법에 있어서는 종래의 서가형 실장방법에서 생기는 배선간 길이의 차이(배선수 100개 정도에서 길이 차이가 1m 정도 있는 것으로 보고된 바 있음)에 따른 문제를 극복하기 위하여 각 스테이지를 직교배치하는 방법이 사용되고 있는데 이 방법에 따르면 배선수 700개 정도에서도 길이 차이를 20cm 이내로 유지하는 것이 가능하다.

IV. ATM 실현을 위한 Hot Issue 기술

B-ISDN(ATM)을 실현하기 위한 기술들이 실험실 레벨에서 확인되어, ATM 망 구성을 위한 필요한 기술들이 연구진행되고 있는 추세이다. 앞장에서는 ATM

의 기반기술에 대해서 간략히 언급하였다. 본장에서는 ATM 실용화를 위해 필요하고, 중요한 기술들을 언급하고, 연구되어야 할 hot issue를 중심으로 언급한다.

1. ATM 스위치 회로망의 대응량

B-ISDN의 기본 구조는 각 가입자에 150Mbit/s급의 전송 속도를 제공하는 것은 기본으로 하고 있으며, 동화상 등의 서비스는 오히려 일반 주택 가입자에 먼저 나타날 전망이다. 그러므로 ATM 스위치의 대응량에서는 현재 N-ISDN에서 사용하는 회선 규모 정도로 요구된다고 말할 수 있다. 여기서 회선 규모라함은 광대역 ISDN의 150Mbit/s급이 N-ISDN의 B-채널에 상응하는 개념이다. ATM 스위치의 대응량화 방안으로 기존 회선 교환망의 스위치 개념을 이용한 3단 clos 회로망에서 닐블로킹 스위치 망 구성이 검토된 예가 있다.²⁾ 이때, 내부 링크 속도는 입력속도의 2배, 중간 스위치의 수는 1차 스위치수의 2배가 필요하다. 이는 호 설정시 가상호의 개념을 근거로한 회선 교환 이론을 적용한 것이다. 또 다단화에 따른 내부 링크의 폭주 상태를 방지하기 위한 루팅(routing)이 필요하며, 또 다단화에 따른 셀손실 및 지연의 증가, 효율저하의 문제가 발생한다. K. Y. Eng이 제안한 3단 ATM 스위치 구조는 최종단에서는 버퍼를 갖고 1,2단에서는 버퍼를 갖지 않는 닐블로킹 스위치 구조를 제안하였지만, 셀의 최적 폐기 특성을 얻기 위해 실시간 루팅 제어 알고리즘이 필요하며, 최적 셀 루팅 방식에 의한 셀 손실을 동반하는 것이 단점이 대³⁾ 그러므로, 다단화에 있어서 ATM 스위치 개념을 적용한 루팅 방식, 블로킹 특성을 갖는 스위치망의 구성법 및 해석이 주요한 과제이다. 그러나, 단위 스위치 특성을 갖는 방법으로 대응량화 방법이 검토된 예가 있으나⁴⁾ 초대용량화는 다만 접속 방식으로 구성될 것이다.

2. Resource 극대화를 위한 Traffic Descriptor 및 제어 방법

ATM 망은 제2장에서 언급하였듯이 media을 의식하지 않고 통일적으로 취급할 수 있는 장점을 가지는 반면, 망자원을 극대화하기 위해 망내 트래픽 제어는 복잡하다. 왜냐하면, ATM 망은 다중 다양한 특징을 갖는 트래픽 입력을 가정해서 망을 효율적으로 운용하고, 각 호에 대해 사용자가 요구하는 품질을 보증하지 않으면 안된다. 현재까지 검토된 방법

은 사용자가 조금 불편하더라도 트래픽 제어를 용이하게 하기 위하여, 호 설정시 단말이 사용대역 및 요구 품질을 망에 알려주는 방식을 택하고 있다. 그러면 ATM 망은 사용자 단말이 신고한 트래픽 특성을 기본으로 하여 호 설정시 호 접속제어 및 호 진행중에 트래픽 제어를 행한다. ATM 망에서 자원(resource)을 극대화 하기 위해 그림6과 같은 상관관계를 상상할 수 있다.

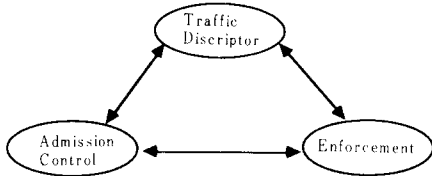


그림 6. Resource allocation 관계를 나타내는 모식도

1) Traffic descriptor

B-ISDN 환경하에서 단말(source)은 자신의 트래픽 특성을 ATM 망에 신고하는 파라미터를 어떠한 방법으로 적절하게 나타낼 수 있는가가 매우 중요하다. 이 문제에 관해서는 현재까지 수많은 연구가 있었지만 제어방식에 따라 트래픽 특성을 표현하는 파라미터의 수가 상이하며, 또는 실현 불가능한 것과 저자에 따른 파라미터의 개념의 차이로 아직까지 많은 문제점을 안고 있다. 기본적으로는 정보원(source) 특성을 나타내는 파라미터는 간결하고, 수가 적어야 하며, 적은 파라미터로 특성을 충분히 표시할 수 있어야 하고, 현실적으로는 제어가 가능한 traffic descriptor를 어떻게 제시하는가가 연구의 key issue이다. 현재까지 연구된 traffic descriptor는 평균, 분산, peak rate, 버스트 기간 등이지만⁸⁾ 이러한 파라미터를 나타내는 표현방법에 대한 연구가 중요하다. 예를 들면, 저속 비트 레이트(bit rate)를 갖는 정보원(source)와 고속 비트 레이트를 갖는 정보원의 평균치, 분산치를 표현하는데 관측 주기 T가 동일하다면, 저속 정보원의 버스트 특성은 둔화되고, 고속 정보원의 버스트 특성은 강조된 방향으로 작용하여 망 자원을 효율적으로 이용할 수 없다. 또 각 정보원의 특성에 따라 평균 및 분산치의 관측 주기를 상이하게 하면, 트래픽 제어는 더욱 복잡하게 되며, 관측 주기의 설정이 모호해지는 문제점이 발생한다. 그러므로, 정보원의 정확한 트래픽 특성을 모델링하고, 망에 신고하

는 파라미터를 정보원에 관계없이 간단하게 표현하는 방법과 실시간적으로 제어 가능한 알고리즘의 연구가 급후 제시 되어져야 할 가장 중요한 과제라고 생각된다.

2) Connection admission control(CAC)

ATM 망은 새로운 호가 발생하였을 때 새로운 호의 요구품질을 만족하는 전송로와 버퍼용량이 망 내에서 확보되고, 이미 접속된 호의 요구품질을 저하시키지 않는 새로운 호를 받아들이는 것을 원칙으로 한다. CAC는 호 설정을 시작할 때 이루어지는 것이 원칙이나, 과대한 버스트 특성을 갖는 호의 경우는 호 설정 중에서도 행하는 경우가 있다. 기본적으로 단말에서부터 신고된 정보원의 특성에 따라 호 연결 수락제어(CAC)를 행하는 방법과 단말에서 신고된 정보원의 특성과 망내 트래픽 실측치를 이용해서 CAC를 행하는 방법이 있다.⁸⁾ 전자는 정보원의 특성을 traffic descriptor에 의해 정확히 표현될 수 있어야 하고, 망내의 자원(resource)에 여유를 둔 제어방식이 필요하다. 후자는 traffic descriptor의 표현이 미비하더라도, 트래픽 실측치에 의해 보상될 수 있는 장점을 갖는다. 그러나 시간적으로 변하는 트래픽 측정방법에 대한 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다. CAC에서는 주로 주어진 traffic descriptor를 이용해서 발생한 호의 요구품질을 이미 접속된 호의 요구품질의 저하를 초래하지 않는 최적 알고리즘이 연구의 key point가 된다. 특히 실시간적으로 제어가능한 방법을 고려한 연구가 바람직스럽다.

3) Traffic enforcement

발생한 호는 단말이 망에 신고한 트래픽 특성파라미터에 의해 호가 접속된 후, 실제 망에 신고한 트래픽량으로 통신을 행하고 있는지 감시할 필요가 있다. 단말에 신고한 규정치대로 통신을 행하지 않을 때는 걱정된 제제를 가함으로써 ATM 망의 자원을 효율적으로 운용할 수 있다. 특히 ATM 망에서는 망자원을 통계적으로 할당하기 때문에 망자원을 단말측에 평균치와 상한치를 부여하여 트래픽 흐름을 제어하는 연구가 진행되고 있다. 또 망 입구에서 단말이 신고한 파라미터를 기본으로 해서 망자원의 사용 현황을 감시하는 기능이 필수적이다. 이러한 기능을 policing이라 한다. 구체적으로 policing 방법은 각 호에 대한 트래픽 규정치의 사용여부 감시기능, VP/VC에 대한 트래픽 용량 감시등이 요구된다. 단 규정된 규정치를 위반한 경우에 위반한 셀을 어떻게 처리해야 할 것인가도 중요한 key point이다. 지금까지 검

또한 대표적인 예는 규정치를 위반한 경우 망입력에서 무조건 버리는 leaky bucket 방법⁹⁾과 망이 규정치를 위반한 셀에 mark를 부가하여 망내 부하 상태에 따라 처리하는 방법¹²⁾이 있다. 이때 망이 과부하상태가 되면 mark한 셀을 우선적으로 폐기하여 ATM 망에 접속된 단말의 요구품질을 만족시키면서, 망자원을 효율적으로 이용하는 데 초점을 둔 방법이다. 또 end-to-end flow 제어를 행하는 window mechanism이 검토된 예가 있다.¹⁰⁾

이상의 traffic enforcement mechanism에 대해, 단말이 신고한 파라미터에 대해 규정치 위반 검출정도 및 위반 셀을 처리하는 알고리즘을 어떻게 실시간적으로 처리하도록 하는가가 중요한 key point로써 하드웨어 양을 적게하고, 제어를 간단하게 실현할 수 있어야 한다.

트래픽 resource allocation에 대한 상관 관계를 나타내는 3가지 파라미터가 상호 의존하고 있기 때문에 근본적으로 망자원을 효율적으로 이용하기 위해서는 다음과 같은 관점에서 문제를 해결해야 한다.

- 단말이 트래픽 속성을 표현하는 파라미터는 무엇으로 하는가? 또 파라미터를 나타내는 기준은 무엇인가? 모든 서비스에 대해 동일한 파라미터로 표현할 수 있는 방법은 무엇인가?

- 단말이 신고한 파라미터를 기본으로 하며, 어떠한 판단 기준으로 호 연결 수락제어를 행하는가? 또 실시간으로 구현하는 것이 가능한가? 통계적 다중화 특성은 무엇이며, 가장 적합한 트래픽 모델은 무엇인가?

- 망은 단말이 신고한 트래픽에 대해 정확하게 규정치 위반사실을 판별하는 알고리즘은 무엇인가? 이 알고리즘은 실시간성이 보장되며, 간단하게 구현 가능한가? 규정치 위반 셀을 어떻게 처리하는 것이 가장 효율적인가?

- 상기 문제를 단일 범위(category) 내에서 표준화가 가능한가? 등이다. 또 망 레벨에서 트래픽 폭주 상태가 발생하였을 때 어떻게 처리할 것인가?, 루팅을 어떻게 구현할 것인가? 등이 최근의 연구과제이며, 이러한 문제의 해결이 ATM 망의 실용화의 지름길이라고 말할 수 있다.

3. ATM 교환망 구성 기술

ATM 교환망은 B-ISDN의 하부구조로 동작할 전달망(transport network)으로 구성되며, multi-media 통신망으로 동작하기 위해 ATM 전달망 구성방법에

대한 검토가 요구된다. 정보처리를 위한 프로세서 능력과 multi-media 통신망에 적합한 프로세서 구조가 어떻게 되어야 하는가가 중요하다. 이를 위해서는, 우선 ATM 교환망에서 요구되는 신호 및 OAM 정보 용량의 파악이 선행되어야 한다. ATM 교환 모드는 가입자회선/중계회선을 수용한 ATM 교환처리 능력을 갖는 ATM 전달 기능과 서비스를 제공하는 기능처리계, OAM 모듈 및 각 모듈간 상호결합하는 자기루팅 결합구조(스위치)가 필요하다. 또 각 호마다 CAD(cell assembly disassembly) 모듈을 개입시켜서 기존 STM 교환기와 결합하는 구성도 요구된다. 사용자/망 인터페이스(UNI) 및 망/노드 인터페이스(NNI)의 셀 프레임 포맷으로써는 현재 SDH(synchronous digital hierarchy) 프레임 형태가 유력시되고 있다. 그림7과 같은 기본 구조를 생각할 수 있으나 ATM 노드 구성에 있어서 모듈간에 기능 분산 방법, 실용화를 위해 IV장 2절에서 제시한 기능 실현등이 검토되어야 할 중요한 과제이다.

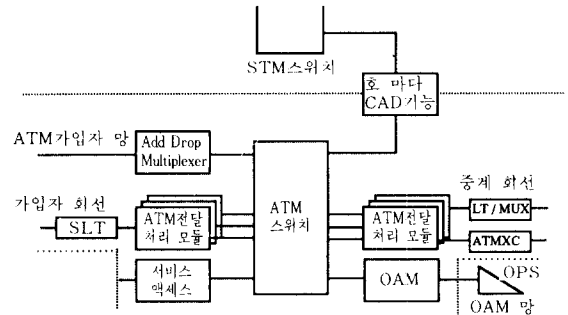


그림 7. ATM 교환 노드 구성 일례

4. ATM 가입자망 구성 기술

B-ISDN 환경하에서 ATM 가입자망 구성은 ATM 기술과 VP를 적용한 크로스 컨넥터(cross connect) 기능을 갖는 원격다중 노드와 서비스에 의존하지 않는 단일 가입자망 구성이 검토된 예가 있다.¹¹⁾ 가입자 망의 물리적 토폴로지는 경제성, 유연성, 신뢰성, 보완성을 고려하여 결정할 필요가 있다. 경제성을 높이기 위해서는, 물리망을 가입자로부터 원격다중노드까지의 액세스계 및 원격 다중노드 상호간과 서비스 액세스 노드 등을 연결하는 전송계로 이원화하여 구성하는 방식이 검토되고 있다. 전자의 토폴로지는 특히 보안(security) 관점에서 성형(star)으로 구성

하고, 후자는 신뢰성 향상 관점에서 링크형으로 구성하는 것이 바람직스럽다¹²⁾ 가입자 망에서 VP는 가입자 및 서비스 액세스 노드 혹은 영상분배 센터간에 각각의 경로 및 용량을 요구조건에 따라 성형모양으로 구성된다. 원격노드에 1대 1 접속의 경로(path)에 따라 구성되어야 한다. 특히 가입자망의 계층적 구조도 연구 대상이 되며, 영상 신호를 위해 분배방식을 위한 가입자망 구성이 주요한 issue이다.

V. 망(Network) 관점에서 본 ATM 기술

1. 가상 경로(virtual path)/가상 채널(virtual channel) 망 구성 기술

ATM 망은 셀 헤더에 포함된 VPI(virtual path identifier) 및 VCI(virtual channel identifier)의 제공에 의해 전송속도에 의존하지 않고, 동일 스위치 구조에서 다원적으로 처리가 가능하므로 망을 단순하고, 유연하게 구성하는 것이 가능하다. ATM 망에서 VC는 주로 서비스 제공용으로 이용되고, VP는 망을 구성하는데 이용된다. ATM의 장점을 최대한 이용하여 VC/VP에 의한 망의 계층화 구성에 의해 중계회선망의 간단화, 망의 장애시 VP/VC의 동적 할당에 의해 망의 유연성을 갖는 망 구성 방법이 중요하며, ATM 망의 실용화 차원에서 검토되어야 한다. 이를 위해 VP 망과 VC 망의 역할로 VP 망의 중심적 역할로써 망의 간단화, 유연화에 비중을 둔 토폴로지 관점에서 이용되고, VC망은 각 호의 트래픽 집중시 품질 보증을 위해 보완하는 방법으로 이용할 수 있다. 그림8은 ATM 레이어에서 VCI/VPI의 운용에 관한 방법을 나타내고 있다.¹³⁾ VPI는 VP 링크가 중단되는 VP 크로스 컨넥터에서 변경되며, VCI는 VC 링크가 중단되는 교환기에서 변한다. 그러므로

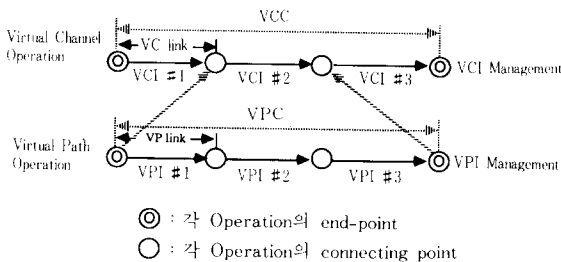


그림 8. ATM 레이어에서 VP/VC 동작의 예

입력 트래픽에 의한 VP/VC 용량 설계, 가변 방법과 망 장애시 VP/VC의 우회, 절체 방식 및 기능에 대한 연구가 선행되어야 한다.

2. 신호망 구성 기술

광대역 ISDN의 도입시에는 지능망이나 개인 통신 등의 서비스와 함께 신호 트래픽이 현재보다도 대폭 증가하므로 효율적인 대처가 필요하다. 또한 신호망은 망의 중추신경으로써 중요한 역할을 담당하므로 신뢰성의 향상도 필수적이다. 이런 요구조건을 충족시키면서 앞으로의 망의 진화에 경쟁적으로 대처하기 위해서는 ATM 기술을 이용하는 고속, 대용량 신호 전송방식이 고려되어야 한다.¹⁴⁾ 광대역 ISDN의 신호방식에서 요구조건들은 다음과 같다.

- Multi-connection이나 multi-party등의 각종 호 형태의 제공이 가능
- Connection이나 party의 추가 및 삭제 가능
- UNI와 NNI의 프로토콜의 통합 가능
- 향후 IN 및 개인통신등과 같은 서비스의 고속화에 유연히 대처 가능
- 운용 측면의 고속화에 적응
- N-ISDN과의 상호 접속의 용이성 등이다.

그러나 현재의 B-ISDN 신호방식의 연구 방향은 광대역 ISDN의 조기 도입의 필요성과 기존 협대역 ISDN과의 연동(interworking)을 위해 1992년에 프로토콜 확립을 목표로 하는 단기적인 방안과 상기의 모든 요구조건을 만족하는 프로토콜을 제공할 장기적인 방안으로 이원화하여 진행되고 있다.¹⁴⁾ 그림9는 단기 목표의 신호방식 구조의 한 예를 나타낸다. 단기적인 방안은 기존의 N-ISDN 프로토콜의 DSS1 및 No. 7 프로토콜을 수정하여 B-ISDN에 적용하기 위해 호 제어 및 연결제어를 동시에 수행하도록 하고, 단일 점 대 점(point-to-point) 매디어/연결 호에 대한 서비스 제공을 초기 목표로 하고 있다. 반면에

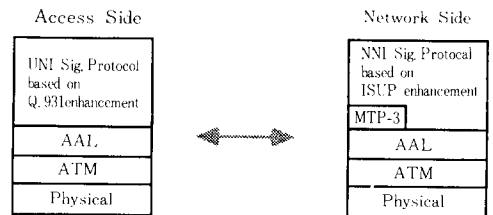


그림 9. 단기적인 B-ISDN 신호 프로토콜 구조

장기 방안은 모든 응용 계층 프로토콜을 통합한 ISCP (ISDN signalling control part)가 적용된다. ISCP는 호 제어와 연결제어를 분리하여 가입자, 국간, IN 신호 및 ATM 망에까지 적용 가능한 미래의 신호방식으로 간주되고 있다. 현재 CCITT에서는 UNI에서 N-ISDN의 TEI (terminal end-point identifier) 할당 절차와 비슷한 메타시그널링 절차, link/adaption layer의 요구 사항 및 B-ISDN 시그널링 프로토콜 요구 사항등에 대해 집중적으로 연구하고 있다.

3. OAM 망 구성 기술

사용자에게 다양한 서비스를 더 좋은 품질로 제공할 수 있는 B-ISDN에서 OAM 망은 더욱 복잡하고 대용량 및 고속 처리가 가능한 OAM (operation, administration and maintenance) 시스템이 구현되어야 하므로 다음과 계층 구조를 생각할 수 있다.¹⁵⁾

1) Infrastructure에 의한 제어 및 OAM 정보의 전송망

통신망에서의 정보는 사용자 정보 (UI: user information)와 control and OAM information (COI)로 구분할 수 있다. 통신망의 지능화 단계는 제어 및 OAM 기능의 고도화에서부터 실현된다. 그러므로 망구성 재원을 기능적 측면에서 고도화 형태로 변경할 필요가 있다. 따라서 통신망에서 필요로 하는 기능을 부품화하여 모듈형태로 실현하고, 모듈간의 인터페이스를 통일된 규격으로 새 구조를 정립하여야 한다. 또 COI를 전달하는 통신망의 계층을 ATM으로써 구현함으로써 통합된 COI 전송망의 하부구조 (infrastructure)를 이루도록 한다. 이와 같은 COI 전송망은 기존망과 ATM 망에 공통의 인터페이스를 제공할 뿐 아니라 ATM의 고속성을 이용하여 분산 데이터 베이스 환경에도 적용될 수 있다. 그러므로 사용자의 다양한 요구를 고려할 때 UI의 ATM화에 앞서 COI 전송망의 구축이 요구된다.

2) COI 전송망의 구조

UI 및 COI의 ATM화가 이루어진 ATM 망에서는 서비스 품질이나 유지보수 및 안정성 (security)를 고려할 때 두개의 전송망을 분리하여 관리하는 것이 바람직하다. 이때 분리 방법은 전송매더/VP/VC/레이어 3에서 가능하지만 ATM의 고속성을 고려할 때, 프로토콜을 공통화하기 위해서는 신호 중계 기능을 설치하여 노드간을 COI 용의 VP/VC로써 직접 연결하는 형태로 분리하는 형태가 바람직할 것이다.

한편, 통신망에서 운용 측면을 간소화하기 위해서는 한 노드에서 모듈의 추가, 변경에 대해 다른 노드에서 인지할 필요가 없도록 구성되어야 한다. 이를 위해서는 UI와 COI에서 각각의 VC/VP를 사용하는 것이 필요하다.

4. 망 ATM화를 위한 시나리오

ATM 망을 통신망의 어느 부분부터 도입하고, 어떻게 확산시켜 나가는가 하는 방법론에는 수요와 서비스 제공 내용에 따라 여러 형태로 생각할 수 있다. 기본적으로 망 ATM화를 위한 시나리오를 위해 필요한 요소를 추출하는 것이 중요하다. 망 ATM화를 위한 시나리오 요소로써는 서비스/망/대상 가입자로 생각할 수 있다. 이 파라미터를 이용해서 자국 통신망에 적합한 시나리오를 작성해서 망을 ATM화 하는 방법에 대한 검토가 필요하다.

NTT에서는 ATM에 의해 망 하부 구조를 변경한다는 전제하에 망 ATM화를 촉진시키기 위해 그림 10과 같은 한 방법의 시나리오를 생각하고 있다.¹⁶⁾ 이는 가입자계의 광 (optical)화에 따라 ATM을 도입하는 것으로써 망가입자계 설비의 path layer까지를 B-ISDN 서비스가 제공 가능한 하부구조를 선행 배치하는 것이 주 목적이다. 수요 및 트래픽 변화가 크게 변화하는 가입자에게 있어서 최소한의 위험성을 갖는 광가입자계 설비를 구축하는 것을 목적으로 하고 있다.

일반적으로 망의 ATM화 요구 조건은 다음과 같이 요약될 수 있다.

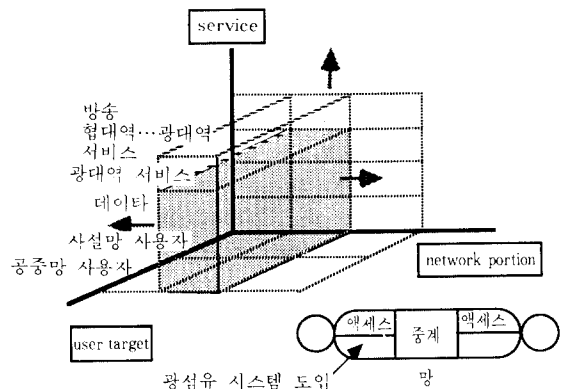



그림 10. 망의 ATM화를 위한 시나리오 요소의 일예

- 새로운 서비스 도입시에 망구성 및 물리적 조건이 변경되지 않는 것
 - 불확실한 수요에 대해서 망설비가 조기 경제적으로 대응 가능한 것
 - 과부하, 장애 등의 이상시에서 높은 스루풋(throughput)가 확보되도록 할 것
 - 망운용이 확실하고 용이하도록 하는 것 등이다.
 이상을 실현하기 위해서는 망구조가 단순하고, 노드의 종류가 적으며, 망 이상시에 대해 접속 용량이나 경로를 쉽게 변경 가능해야 하며, 서비스 제어 및 OAM계에 충실하도록 구성하는 것이 바람직스럽다. 이상과 같이 ATM을 망에 도입하기 위해 도입 시나리오의 연구가 이루어져야 한다.

VI. 결 론

본 고에서는 B-ISDN 구성에 중추가 되는 ATM 기술을 전달 기술 관점에서 그의 유효성과 개념, 목적을 서술하였고, ATM 기술을 지탱하고 있는 기반 기술에 대해 정리하였다. 현재, 선진 각국에서는 ATM 기술의 확인 단계를 거쳐 실용화를 목적으로 연구되고 있다. 본고는 실용화를 위해 해결되어야 할 기술적인 문제점을 서술식으로 살펴보았다. 21세기의 정보통신의 주역인 B-ISDN을 실현하기 위해서는 종합적인 계획수립에 이어 체계적인 연구가 동반되어 경제적인 통신망을 구성해야 한다는 것은 자명한 사실이다. 그러므로 본고에서는 ATM 기술이 지니고 있는 문제점을 현시점을 기준으로 정리하였다.

參 考 文 獻

- [1] CCITT Temporary Document, "Report of Working Party XVIII/8-General B-ISDN Aspects," Geneva, June, 11-28, 1991.
- [2] M. Hirano, "Policing Parameters for Variable Bit Rate Traffic," SSE 90-92, IEICE Technical Report, Japan.
- [3] T. Tanaka, et al., "Video Terminals for ATM Networks," NTT R&D, vol. 4, 1991.
- [4] Suzuki, et al., "A Study on ATM Adaption Layer Functions," SSE 89-106, IEICE Technical Report, Japan.
- [5] Y. Sakurai, "A Study on the Non-blocking Condition for the Multi-stage ATM Networks," Autumn National Convention Record, B-318, Japan, 1988.
- [6] K.Y. Eng. et al., "A Modular Broadband (ATM) Switch Architecture with Optimum Performance," ISS'90, Section 45, May 1990.
- [7] C.M. Han, et al., "A Large Scale ATM Switching System with 2-stage and Its Traffic Handling Characteristics," SSE 91-32, IEICE Technical Report, Japan.
- [8] 1st B-ISDN Technical Workshop 자료, Phoenix, Arizona, USA, March 1991.
- [9] Turner, J.S., "New Directions in Communications(or which way to the information age?)," IEEE Comm., May, 10, 1986.
- [10] Rathgeb, E.P., "Policing Mechanisms for ATM Networks Modeling and Performance Comparison," ITC Seminar, Morristown, 1990.
- [11] N. Tokura, et al., "Subscriber Access Network Architecture Based on ATM Techniques," Proc. GLOBECOM'89.
- [12] I. Tokizawa, et al., "Transmission Technologies for B-ISDN," NTT R&D, vol. 40, 1991.
- [13] K. Sato, et al., "Broadband a ATM network architecture based on virtual paths," *IEEE Trans., Comm.*, vol. 38, no. 8, pp. 1212-1220, Aug. 1990.
- [14] P. Distler, et al., "Towards an ISDN Signalling System Paving the Way for the Future," in Proceedings of ISS'90, vol. 1, pp. 49-54, May 1990.
- [15] Y. Inoue, et al., "Evolution and Integration of the Signalling and OAM&P Transport Network, ITC Seminar, Oct. 1990.
- [16] Y. Inoue, et al., "Networking toward B-ISDN," NTT R&D, vol. 40, 1991. 

筆者紹介



韓 致 文

1951年 5月 19日生

1977年 경북대학교 공과대학 전자공학과(학사)

1983年 연세대학교 대학원 전자공학과(석사)

1990年 일본 동경대학(The University of Tokyo) 대학원
공학계 연구과 정보통신전공(공학박사)

1977年 1月~1983年 3月 한국과학기술연구원(KIST), 연구원

1983年 4月~현재 한국전자통신연구소(ETRI) TDX개발단 신호장치 개발실장,
책임연구원

주관심 분야: ATM Switching 방식 및 성능 분석,
ATM Traffic Modeling 및 분석, Traffic Control Algorithm등