

## ATM 교환기술 개요

方 閔 學

韓國通信 電子交換運用研究團

### I. 서 론

음성 위주의 서비스만을 취급하던 교환망은 축적 프로그램 제어방식과 공통신 신호방식의 도입으로 다양한 서비스를 제공할 수 있게 되었을 뿐만 아니라 교환의 디지털화를 통해 경제성과 서비스 품질 향상을 이룩한 동시에 회선과 패킷교환을 통합한 64Kbps계의 ISDN 서비스가 가능하게 되었다.

그러나 정보통신 서비스에 대한 사용자의 요구는 점차 고도화, 다양화, 개인화 추세로 고급화 되어 가면서 동영상과 같은 고속, 대용량의 정보전달이 필요하게 되었다. 이러한 다양한 형태의 서비스별로 요구되는 품질을 만족시키고 모든 서비스를 경제적인 단일 통신망에 수용하므로써 현대역 ISDN 서비스 및 고속의 광대역 영상서비스까지 제한없이 처리 가능한 광대역 종합정보통신망(B-ISDN)에 필요한 교환기술은 CCITT에서 정의한 ATM(asynchronous transfer mode)을 근간으로 회선 및 패킷교환의 잇점을 상호 보완하여 기존의 고정 채널 교환방식에서 가상채널 교환개념을 도입하게 되었다.

이와 같은 ATM 교환기술은 150Mbps급 이상의 고속 교환처리와 64Kbps에서 수백 Mbps까지 대역폭이 다양하게 할당되는 서비스의 일괄처리 기능과 미래의 새로운 서비스 수용이 용이해야 할 뿐만 아니라 서비스 제어기능을 갖는 지능망(IN)이나 망을 구성하는 노드나 링크를 감시 및 제어관리하는 망운용관리(OAM)의 발전에 쉽게 대응할 수 있도록 융통성을 가져야 한다.

선진 각국에서는 향후 도래할 본격 정보통신 시대의 주도권 선점을 위해 고유의 ATM 스위치 개발에 많은 연구개발비를 투입하고 있고, 시장규모는 2000년 경에

약 1000억엔, 2001년에는 2000억엔<sup>[1]</sup> 정도가 될 것으로 예측하고 있다.

본고에서는 B-ISDN과 교환기술의 관계정립을 통해 ATM 교환기술의 원리 및 요구사항 그리고 교환방식을 고찰한 후 각국의 연구개발 현황에 대하여 살펴보고자 한다.

### II. 광대역 ISDN과 교환기술

#### 1. B-ISDN 서비스 속성과 교환기술의 요구조건

광대역 ISDN은 기존의 PSTN/PSDN 그리고 N-ISDN에서 제공되는 기본 및 부가서비스를 포함하여 궁극적으로는 각종 영상 및 고속 데이터 전송등의 고속 정보서비스까지를 동일한 망에서 제공할 수 있는 종합망으로 정의할 수 있다.

이러한 통신망에서 제공되는 서비스의 일반적인 특성은 다음과 같이 네 가지로 요약할 수 있다. 첫째 서비스의 종류에 따라 다양한 대역폭이 요구되고, 둘째 정보의 흐름이 편방향, 양방향으로 대칭 또는 비대칭적이며 서비스 형태면에서는 대화형(conversational), 검색형(retrieval) 등의 교신성(interactive) 서비스와 방송 및 비디오 신호등의 분배성(distributive) 서비스를 모두 제공하고, 셋째 서비스의 종류에 따라 고정 혹은 가변 전송속도를 갖으며 넷째, 정보의 전송지연과 정보손실 정도에 따라 서로 다른 통신품질을 갖는다.

이와같은 다양한 특성을 갖는 각종 서비스를 수용 처리할 수 있는 광대역 ISDN에 있어 교환기술의 요구조건은 고속화된 서비스의 특성에 따른 통신속도와 방식에 제약이 없어야 하고, 불확실한 광대역 서비스 수요에 안정적으로 대처할 수 있으며 신규 서비스 출현에

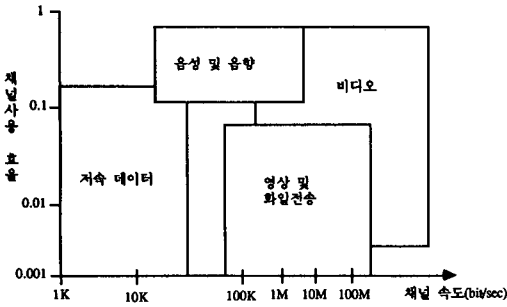


그림 1. B-ISDN 서비스 특성

유연하게 대처할 수 있는 융통성 및 확장성을<sup>[5]</sup> 가져야 하는 기술적인 측면과 경제적인 측면으로는 전송로의 효율적인 이용과 운용 및 유지보수의 편리성을 통한 경제적인 통신망의 구축을 위해 교환방식의 단일화와 사용자-망간 인터페이스의 통합으로 전송과 교환의 통합을 이룩할 수 있는 교환기술이 요구된다.

2. 교환방식과 ATM

광대역 ISDN에서는 서비스의 다양한 대역폭 요구와 고속 데이터 패킷교환등의 문제로 종래의 협대역 ISDN에서 이용하는 교환방식으로는 소화할 수 없게 되었다. 즉 협대역 ISDN은 기존의 음성 및 데이터등의 서비스를 제공하기 위해 미리 채널을 규정하고 고정속도로 전달되는 정보를 회선교환이나 패킷교환으로 처리하는 방식을 채택하고 있는데, 기존의 회선교환방식으로는 다양한 서비스 채널을 수용할 수 없으며 효율적인 전송 대역폭의 사용이 불가능하고, 기존의 패킷교환방식에서는 데이터 전송에 따른 확인 신호전달과 패킷손실에 의한 재전송등의 문제로 인해 전송지연이 발생함에 따라 실시간 전송에 필요한 서비스 제공이 어렵다. 따라서 이러한 난점을 극복하기 위한 초기의 광대역 교환기술

로는 그림 2에서 분류한 고정속도와 가변속도의 상관관계로 나타난 교환방식에서 처리 기존의 회선 및 패킷 교환방식의 단점을 수정, 보완한 몇가지 방식이 시도되었는데, 대표적인 것으로는 다중속도 회선교환(multi-rate circuit switching)과 고속회선교환 (fast circuit switching) 그리고 고속 패킷교환 (fast packet switching) 등을 들 수 있다.<sup>[2]</sup>

기본속도의 다수배로 교환되는 다중속도 회선교환과 짧은 호 접속시간 (100-200msec)으로 효율을 높이고 가변대역폭 이용을 시도한 고속회선교환은 공통적으로 비트 스트림의 동기(synchronization)가 어렵고, 고속 제어가가 요구되어 실제 구현상 어려움이 있다. 고속패킷교환은 가입자 또는 망의 개입없이 망에 유입되는 패킷의 양에 따라 대역폭을 가변적으로 할당하는 방식이다. 이것은 다량의 연속적인 정보전송에는 적합하나 B-ISDN에서 통합교환기능을 수행하기 위해서는 음성 및 영상 서비스등의 실시간 형태의 정보도 처리가 가능해야 하고 이를 위해서는 초당 수백만 패킷의 교환이 가능해야 하며 1 msec 이하의 짧은 교환지연시간이 요구된다.

초기에 선진 각국에서 채용한 광대역 교환방식은 고속패킷교환 (FPS) 계열로 광대역 교환의 요구사항인 융통성과 음성, 데이터 및 영상등의 통합적인 처리를 위해 패킷교환의 속도를 현저히 높여야 하기 때문에 통합패킷망 연구가 시도되어 부분적으로 이용되었으나 복잡한 X.25 프로토콜로는 음성, 영상등을 실시간으로 처리하는 데는 한계가 있었다.

그후 프랑스의 CNET(Centre National d' Etudes des Telecommunication)는 1984년 고정된 길이의 패킷(128bytes)을 사용한 가상회선 연결방법, 기존 패킷교환에 비해 에러 및 흐름처리가 없는 간단한 프로토콜 구조등의 개념을 갖고 60Mbps 영상 전송을 목표로하는 Prelude라는 광대역 스위치를 발표하였으며 이 개념을 ATDM(asynchronous time division multiplexing)이라 하였다. 한편 미국의 AT&T에서도 간략화된 프로토콜 처리와 이를 하드웨어적으로 실현하여 고속도의 한계를 극복하려는 고속패킷교환에 대한 연구가 진행되었다. 이러한 고속패킷교환(FPS)은 그림 3과 같이 LAP-D와 CCITT Q.931 프로토콜을 기반으로 하는 최대 2.048Mbps의 전송속도를 갖는 frame relay 교환방식과 ATM과 DQDB(distributed queue dual bus) 프로토콜을 사용하는 155Mbps의 전송속도를 갖는 cell relay 교환방식으로 구분된다.<sup>[6]</sup>

이후 CCITT에서 ATDM과 FPS에 대한 논의가 활발

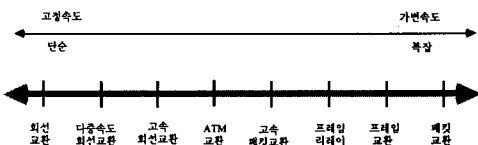


그림 2. 교환방식 스펙트럼

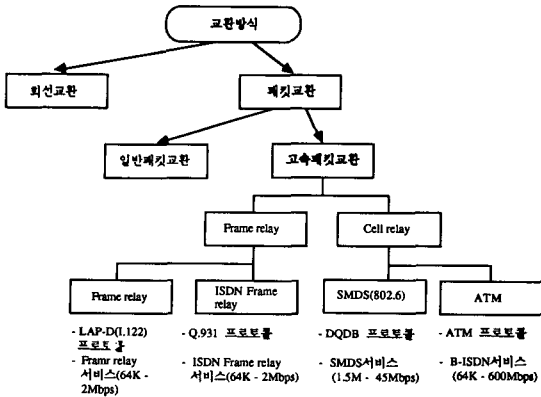


그림 3. 교환방식의 분류

히 진행되어 1987년 ATM이라는 새로운 정보전달모드를 정의하였고, 광섬유 기술과 고속 VLSI 기술을 바탕으로 ATM의 타당성이 입증되어 1989년 CCITT에서는 광대역 ISDN의 정보전달모드로 ATM을 확정 권고한 후 SG XVIII에서는 '90. 11월에 B-ISDN 관련 13개 권고안을<sup>[3]</sup> 채택하였으며 '92. 6월에 2개의 권고안을 추가하였다. (그림4 참조)

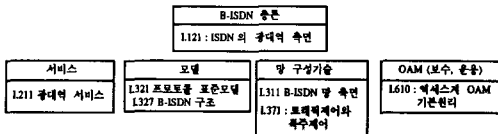


그림 4. B-ISDN 관련 권고

3. ATM 교환의 특징

ATM은 셀(cell)이라는 고정길이(53bytes)의 정보블럭을 ATDM 방식을 이용하여 정보를 전달하는 것으로 개념적으로는 패킷전달모드와 동기식 전달모드(STM :

synchronous transfer mode)의 중간적 위치에 있는 새로운 전달모드라 할 수 있다. 즉 전달되어야 할 정보의 유무에 관계없이 고정크기의 셀이 주기적으로 전달되며, 전달되는 정보가 있을 때는 총 정보량을 일정크기로 분할하여 셀에 실어 전달하는 방식으로서 접속지향(connection-oriented)을 원칙으로 하여 비연결성 서비스를 포함한 모든 서비스는 ATM으로 전달될 수 있다. 여기서 개념상 유의할 사항을 ATM이 비동기 전달모드라 하여 전송이 비동기식이 아니라 서비스 이용측면에서 송신과 수신자간 정보전달방식이 비동기식이라는 것이다.

ATM 셀은 헤더(5bytes)와 사용자 정보영역(48bytes)으로 구성되는데 구조는 그림 5와 같다. 헤더의 주기능은 가상채널(virtual channel)을 설정하고 헤더내의 레이블에 의해 채널을 식별(label multiplexing)하는데, 기존의 STM에서는 고정길이의 프레임 내에 위치한 타임슬롯이 할당되면 정보의 유무에 관계없이 계속적으로 점유되어 해당채널은 주기적으로 나타나는 타임슬롯에 따라 식별(time position multiplexing) 된다.

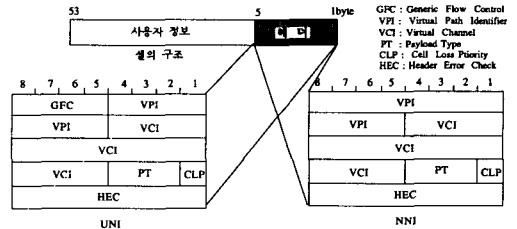
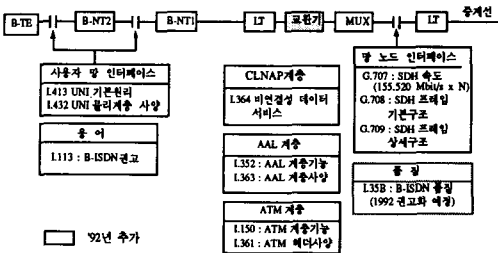


그림 5. ATM 셀의 구조



ATM 방식은 액세스 채널별로 정보의 유무에 따라 필요시에만 채널이 할당되므로 STM이 고정적으로 채널이 할당되는 것에 비해 전송효율을 증가시킬 수 있고,<sup>[26]</sup> 채널속도의 가변성으로 인해 다양한 속도의 서비스가 가능한 유리한 점이 있으나 헤더의 추가에 따른 처리능이 복잡해지는 단점도 있다. ATM 교환은 회선교환과 패킷교환의 장점을 살리면서 패킷교환의 단점을 보완하는 방향으로 시작되어 짧은 지연과 작은 지연변이 특성을 가짐으로써 음성과 같은 지연에 민감한 서비스에도 적용시킬 수 있다. 시간특성이 개선되는 요인으로는 고속의 전달속도(155Mbps이상)와 가변길이의 프레임 사용 대신에 짧고 고정된 길이의 셀을 사용하기 때문이다.

ATM 교환의 주요 특징으로는 첫째, 정보를 일정길

이의 셀로 처리하므로써 서비스 추가에 유연성을 가짐과 동시에 고속 및 병렬처리가 가능하고 둘째, 정보의 전송량에 따라 셀을 동적으로 할당하므로써 전송망의 사용효율을 증대시키고 고정 및 가변속도의 서비스가 수용 가능하며 셋째, 망 내에서의 프로토콜을 간략화하여 하드웨어적으로 처리되는 셀헤더의 가상채널번호(VCI)와 가상경로번호(VPI)를 이용한 다중화 및 라우팅 등의 셀 전송에 필요한 최소한의 기능만 담당하고 흐름제어와 에러제어는 단말간에서 처리토록 함으로써 회선교환과 같은 고속성을 실현할 수 있다.

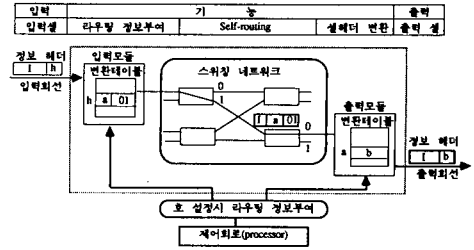


그림 7. ATM 교환의 기본원리

### III. ATM 교환기술

#### 1. ATM 교환원리

ATM 교환이 기존의 시분할(TD) 교환과 두드러진 차이점은 우선 155Mbps 급 이상의 정보를 교환하는 것과 스위칭 네트워크에서 정보단위인 셀을 하드웨어에 의한 self-routing 처리, 그리고 정보의 종류와 양에 따라 셀 헤더에 포함된 가상채널번호(VCI)와 가상경로번호(VPI)를 이용하여 채널단위 또는 동일경로로 전달될 채널들의 묶음인 경로단위로 그림 6과 같이 교환계위(local, toll, tandem)에 따라 교환될 수 있는 점을 들 수 있다.

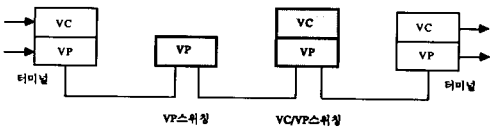


그림 6. 교환계위별 스위칭 형태

그림 7은 ATM 교환의 기본원리를 나타낸 것으로 통화로는 입, 출력 모듈과 스위칭 네트워크 그리고 제어 회로로 구성된다. 입·출력 모듈은 각 입출력 회선의 트래픽 상황을 관리하여 호접속을 제어한다. 입력 셀 헤더내에는 링크로 정의되는 16bits의 가상채널번호가 부여되어 있고, 호 설정후 링크간의 가상채널의 대응관계가 변환 테이블에 의해 유지된다. 이 테이블의 값은 호 설정시 규정되며, 통화중에는 하드웨어 동작으로 테이블을 검색하여 셀 헤더의 VCI 값을 변경한 후 셀을 전송하게 된다. 스위칭 네트워크에서는 입력단에서 변경된 VCI 값에 대응되는 라우팅 정보(routing tag)에 따라 하드웨어에 의해 자체적으로 스위칭을 수행하는

self routing 기능을 갖는다. 스위칭 네트워크에서 교환된 셀 정보는 출력단에서 또 한번의 라우팅 정보변환을 거쳐 출력되게 된다.

이러한 ATM 교환원리를 기존의 STM 형태의 교환원리와 비교하면 표 1과 같다.<sup>[21]</sup>

표 1. 스위칭 원리 비교

항목	ATM 스위칭 원리	STM 스위칭 원리
어드레싱	셀 헤더내의 VCI 값	호 설정시 결정 (타임슬롯번호)
라우팅 방법	분산제어(H/W)에 의한 Self-routing	중앙제어에 의한 라우팅
연결형태	공유 가상회로	전용 가상회로
제어	분산제어	중앙제어/분산제어
접유대역폭	정보량에 따른 가변대역폭	정보유무에 무관한 고정대역폭
동기	설 단위의 불럭	타임슬롯 단위

#### 2. ATM 교환의 일반 요구사항

ATM 스위치를 설계시 고려해야할 점은 교환시스템이 제공하는 응용서비스의 범위에 따라 달라질 수도 있겠지만 일반적인 사항으로는 첫째, 저속(64Kbps)에서부터 150Mbps 이상의 매우 다양한 비트레이트를 갖는 ATM 접속의 처리가 가능해야 한다. CCITT의 권고처럼 UNI에서 한 가입자의 컨택선당 가능한 최대 비트레이트는 155Mbps이며 이것은 향후 622Mbps 급으로 확장되어야 할 것이다. 둘째, 수천 이상의 광대역 가입자를 지원해야 하는 환경하에서 교환시스템의 스위치 구조는 대용량화가 가능한 즉 입출력의 수가 크고, 높은 성능을 유지할 수 있는 스위치로 확장이 용이해야

한다. 셋째, 스위치내의 특정 입력에서 매우 높은 부하가 발생하는 경우에도 전체 쓰루풋은 일정하게 유지되어야 한다. 즉 다수의 가입자 및 응용서비스를 제공하는 환경에서 특정서비스를 사용하는 가입자에 의해 발생하는 과부하가 다른 사용자 또는 다른 서비스에 영향을 주어서는 안된다. 넷째, 공중망의 스위치로서, 스위치 구조로 인해 전체망의 폭주특성에 영향을 미쳐서는 안된다. 다섯째, 분배형 서비스를 지원하기 위한 고유의 방송기능을 갖고 있어야 한다. 방송기능으로 인한 시스템의 부하를 최소화하기 위해 가급적 데이터는 분배경로가 나누어지는 지점에서만 복사되어야 한다. 여섯째, 수많은 가입자를 처리하는 공중망의 스위치로서 가용도(availability)가 커야하고 이를 위해서는 스위치 내부 또는 망에서 발생하는 H/W 고장이 최소화되어야 하므로 스위치의 redundancy가 필요하다. 일곱째, 소용량 뿐만 아니라 대용량 스위치 역시 동일한 기본블럭을 사용하여 구현이 가능하도록 스위치구조가 모듈화되어야 한다. 여덟째, 셀 레벨의 ATM 성능은 지정된 시간내에 셀 헤더의 비트오류나 폭주에 의한 버퍼의 overflow로 인해 목적지에 셀이 도달되지 않을 확률인 셀 손실률과 발신측 UNI에 셀의 첫번째 비트가 검출되어 수신측 UNI에 셀의 마지막 비트가 지나갈 때까지의 소요시간인 셀 전달지연(cell transfer delay)<sup>[10]</sup>으로 크게 구분되고 이러한 성능 파라미터의 목표치는 일반적으로 표 2와 같은 값을 갖는다.

표 2. ATM 교환시스템의 성능목표치 예 (Bellcore)<sup>[4]</sup>

접속형태	CBR	VBR
셀 손실률	$2 \times 10^{-10}$	*
셀 전달 지연	500 ms	5 msec
평균 셀 전달 지연	250 ms	5 msec
평균 전달지연 변이	250 ms	*

\* 제공서비스에 따라 가변

아홉번째, ATM 교환시스템의 구성요소별 일반기능은 표 3과 같이 요약할 수 있다.

3. ATM 교환방식

ATM 교환방식에서 모든 서비스 정보는 셀로 나뉘어지고 각 셀이 속한 호의 구분은 셀 헤더에 포함된 가상 채널번호(VCI)와 가상경로번호(VPI)에 의해 이루어지고, 고속의 라우팅을 실현하기 위해 스위치 입출력

표 3. ATM 교환시스템의 구성요소별 기능<sup>[7]</sup>

시스템 구성요소	기능
광 전송 및 SONET 중단	<ul style="list-style-type: none"> <li>o O/E 변환</li> <li>o SONET 프레임과 처리</li> <li>o ATM 셀 추출</li> </ul>
ATM 셀 프로세서	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 대역폭 감시 및 감독</li> <li>o 폭주제어 및 generic flow control</li> <li>o VCI/VPI 변환(mapping) 및 필터링</li> <li>o 오류검출 및 수정</li> <li>o 셀 카운팅</li> </ul>
ATM 셀 스위칭 구조(fabric)	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 라우팅 정보 접수</li> <li>o VCI/ 각 포트별 루트할당</li> <li>o 기본 셀 스위칭</li> <li>o 부가 셀 스위칭 (멀티캐스팅)</li> </ul>
ATM 셀 버퍼 프로토콜 프로세서	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 셀 버퍼링 (폭주시)</li> <li>o AAL 프로토콜 처리</li> <li>o 사용자-망간 신호처리</li> <li>o 접속지향형 데이터 프로토콜 처리(X.25)</li> <li>o 비접속형 데이터 프로토콜 처리(SMDS)</li> </ul>
신호 프로세서	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 신호 변환처리</li> <li>o 에코 제거</li> <li>o 부호화</li> <li>o 메시지를 근간으로 한 신호변환</li> <li>o 미디어 변환</li> </ul>
자원관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 자원할당, 관리, 제어</li> <li>o 부가서비스 호 처리</li> <li>o 타 구성요소와의 연동</li> </ul>

단자의 속도가 155Mbps 일 경우 한 셀의 처리시간은 2.73msec 이하여야 하므로 각 셀이 스위치 망에 입력되기 전에 라우팅 헤더가 부착되어 스위칭 망 내부에서는 이 헤더를 이용하여 하드웨어 로직에 의한 셀프라우팅 기술을 이용한다.

셀프라우팅 스위칭 방식에 대해서는 많은 제안이 발표되었으며 동일 목적지에 복수개의 셀이 도착될 경우에 발생하는 출력충돌(output contention)을 방지하기 위해 버퍼가 필요하게 되며 이 버퍼의 배치방법에 따라 그림 8과 같이 크게 4가지 종류로<sup>[25]</sup> 구분된다.

현재 쓰루풋이 1.2 ~ 4.8 Gbps 정도 규모의 스위치 LSI 화가 개발중<sup>[20]</sup> 있으며 이러한 스위치 LSI를 단위스위치로 하여 다단 스위치망을 구성하므로써 대용량의 ATM 교환시스템 개발이 가능하게 된다.

구분	입출력 버퍼형	출력 버퍼형	크로스포인터 버퍼형	공동 버퍼형
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>동작속도가 Highway와 동일</li> <li>스위치내에서의 충돌을 피하기 위해 입력버퍼에서 Scheduling이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>쓰루풋 효율이 좋음</li> <li>스위치의 고속화가 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분산동작이 용이</li> <li>버퍼가 분산되어 전체 버퍼량이 증가하여 하드웨어 규모가 커짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>버퍼의 공동사용으로 전체 버퍼량이 적게됨</li> <li>버스트에 대해 트래픽 특성이 좋음</li> <li>고속화가 필요</li> </ul>

그림 8. 스위치의 구성 예

스위치 네트워크는 N개의 입력과 M개의 출력을 갖는 상호접속 구조와 대용량 ATM 스위치 구조 그리고 다중접속 스위치 구조로 분류할 수 있다. 상호접속(interconnection) 구조는 단위스위치로 2x2 Banyan 스위치 엘리먼트를 log<sub>2</sub> N(N은 입출력 단자수) 단으로 배열하고 각 단은 일정규칙에 따라 연결한 β-엘리먼트형과 AT&T의 knockout 스위치와 같은 crossbar형, 그리고 공유매체에 의한 상호접속형으로 나눌 수 있다.<sup>[22]</sup> Banyan형 스위치는 임의의 입출력 단자간의 loop back 경로가 존재하지 않는 특징이 있어 복수의 입출력 간 패킷전송시 스위치 내부에 블로킹 현상이 발생하게 되어 입출력 단자수가 충분히 큰 경우 성능이 20% 정도 감소되는 단점은 있으나, 구성이 단순하고 고속화와 대용량화에 유리한 장점이 있다. β-엘리먼트형 스위치로 대표적인 것은 Starlite, Moonshine (Sunshine), St. Louis 그리고 Nemawashi 등이 있다.

공유매체형 스위치는 모든 입출력 단자가 하나의 버퍼를 공유하는 방식과 다수의 소규모 버퍼를 공유하는 방식 그리고 공유 메모리를 queue로 운용하는 방식으로 구분되며 입력 트래픽 변동에 유연한 대처가 가능하고, 자원공유(resource sharing)에 의해 하드웨어 효율이 높으며 방송기능 실현이 용이할 뿐 아니라 출력충돌 문제의 해결이 쉬운 장점을 갖고 있다. 그러나 스위치의 대용량화에 있어 시분할 다중운용 특성으로 인해 내부의 동작속도가 고속을 요하기 때문에 소자기술 및 신호동기 기술이 선행되어야 하는 문제점을 안고 있다. 표 4는 이러한 상호접속 구조의 단위스위치를 각 국가

별로 스위치의 특징과 문제점 해결방식에 대해 비교한 것이다.<sup>[2][24][27]</sup>

ATM 교환망에서의 통신품질은 기존의 디지털 교환망에서 적용되는 비트에러나 전송지연과 ATM 고유의 트래픽 특성에 기인한 통계적 다중화에 따른 지연시간의 변이, 셀 손실 등이 영향을 줄 수 있다. 따라서 멀티미디어를 취급하는 ATM 교환시스템은 종래의 회선교환에는 없었던 트래픽 제어가 필요하며 여기에는 망제어, 호제어, 셀 전송제어의 세 레벨로 구분된다. 망제어는 트래픽 측정센터 등에서 망내의 트래픽 정보수집, 교환노드간에 연결되는 path 용량, 그리고 ATM 링크의 용량을 제어한다. 호제어는 호 발생시 요구되는 대역폭이나 성능품질(손실율, 지연시간)을 근거로 호 접속제어를 하게 되며 호 접속중에는 사용대역, 품질, 트래픽 데이터 등을 토대로 요구품질이 만족되는가를 판단하게 된다. 셀 전송제어는 단말에서 발생하는 트래픽이 사용가능 대역폭을 초과하면 policing 기법을 적용하여 우선 순위가 낮은 셀은 tag를 부착하여 폐기하는 등의 제어를 하게 된다. 또한 노드내에서도 셀손실 등의 품질저하가 발생하면 망을 효율적으로 사용하기 위해 품질등급에 따른 우선순위 제어나 폭주시 품질이 낮은 등급의 셀을 선택하여 폐기함으로써 고품질 등급을 요하는 통신의 폭주제어를 수행한다. 일반적으로 셀손실과 같은 품질의 저하는 스위치 내부의 다중화와 역다중화 하는 부분에서 발생하나 스위치단의 품질관리는 전체 트래픽을 대상으로 제어할 필요가 있기 때문에 스위치 용량이 커짐에 따라 많은 어려움이 따른다.

표 4. 주요 ATM 스위치 비교

분류	스위치명	국가 (기관)	제안자 (년도)	기본구조	문제점 해결방법				특징	
					내부블러킹	출력충돌	확장성	방송기능		
다 단 상 호 접 속 형	β-엘리 먼트형 (2×2)	Starlite	미국 (AT&T)	Huang & Knauer/ (1984)	Banyan 네트워크	Sorting네트워크 추 가(Batcher-Banyan)	재배환(Trap 네트워크)	좋음	Copy네트 워크추가	○ Sorting네트워크의 규모 를 줄이기 위해 전단에 Concentrator추가 ○ 64회선×5Mbps
		Moonshine (Sunshine)	미국 (Bellcore)	Hui (1987)	Banyan 네트워크	Sorting네트워크 추가 (Batcher-Banyan)	3단계 알고리 즘(충돌 셀조 정, 인지신호, 셀전송)	중간	Copy 네트 워크추가	○ 가변길이의 패킷처리를 위해 제안 ○ 32회선×140Mbps
		St.Louis	미국	Turner (1986)	Banyan 네트워크	Buffered Banyan 네트워크 추가	Back-pres- sure구조채택 분배네트워크 추가	좋음	Copy네트 워크추가	○ 가변길이의 패킷처리를 위한 제안
		Nemawashi	일본 (OKI)	Arakawa (1990)	Banyan 네트워크	Sorting네트워크추가 (Batcher-Banyan)	Arbitration 구조채택	좋음	-	○ 32회선×300Mbps
	N×M	Roxanne	프랑스 (Alcatel)	Hehrion (1990)	ISE (Integrated Switching Element Multiple Network)	스위칭 엘리먼트 내부의 TDM과 SBM (Shared Buffer Memory)	Multiplane Multipath 구조채택	좋음	routing algorigm (multicast)	○ 가변길이의 패킷처리 가능 (packet-like-appli- cation) MSC(Multi Slot-cell) 구조. 최대 16Klink link당 150Mbps
		Athena	벨지움 (Alcatel Bell)	De Pryker	ASN (ATM Switching Network)	스위칭 엘리먼트 내부의 CMC(Central Memory Chip)	출력버퍼로 해결	좋음	추가 네트 워크 없이 routing 으 로 가능	○ 16개의 ATM inlet : 9.6Gbps(16×600 Mbps)
Cross bar형	Knockout	미국 (ATT Bell Lab)	Yeh (1987)	Knock-out tournament tree 구조 (output queueing)	Simple Delay	Out queueing	좋음	Unicast cell rout- ing module	○ ATM cell 전송용이	
공유매체형 (TDM & FIFO)	COPRIN	프랑스 (CNET)	Coudreuse (1987)	Prelude (TDM & FIFO)	square matrix(16× 16)이용	super multi- plexing	나쁨	제어큐에 서 헤더번 역시 copy	○ 28Mbps/link TDM과 Space Switching(Multi- plexing)혼용	

IV. 외국의 연구개발 동향

1. 외국 현황

선진 각국에서는 ATM 교환기의 상용화를 목표로 연구 시제품을 개발 완료하였거나 개발중에 있으며 '95년 경에는 상용화될 전망이다. 미국의 경우 고속 LAN간 상호접속을 목적으로 Bellcore에서는 ATM과 유사한 DQDB 프로토콜에 근거한 SMDS(switcheed multi-megabit data service)를 개발하여 '92년에 서비스를

개시하기 시작하였으며 90년대 중반에 ATM 방식에 의한 본격적인 B-ISDN을 구축할 계획하에 AT&T와 Bellcore 등에서는 스위치 구조에 대한 연구는 거의 완료하고 시제품 제작을 통한 실용화 가능성을 확인 중에 있으며 현재는 스위치의 대규모화 기술과 트래픽 제어 기술을 중점 연구중에 있다.

일본은 소자기술을 바탕으로 시제품은 물론 상용화를 위한 연구개발이 가장 활발히 추진되고 있는데 NTT에서는 VI&P(visual, intelligent and personal) 실현을 위해 기업과 공동으로 ATM 교환기 개발계획을 수립하여

'91. 6월에 155Mbps급 256회선 규모의 시제품 개발에 착수하여 '92. 3월에 시제품 조달을 완료하고 '95년부터 현장시험을 거쳐 서비스를 상용화할 계획이다. 또한 일본내 Hitachi, NEC, OKI, Fusitsu등의 교환기 제조회사는 ATM 스위치 소자를 각자 고유방식으로 VLSI화 하여 개발 적용중에 있다.

유럽에서는 LAN간 통신수요 증가와 TV, 전화등의 서비스제공을 위해 RACE(Research and Development in Advanced Communication in Europe) 프로젝트의 일환으로 ATM 교환기에 관한 연구를 진행하고 있으며, 음성, 영상, 데이터 등의 통합서비스를 광선로에 의

해 제공하는 IBC(integrated broadband communication) 망을 95년까지 유럽 전역에 구축하여 상용 서비스를 제공할 계획에 있다. 특히 ATM 스위치는 프랑스, 독일, 벨지움을 중심으로 RACE 프로젝트의 수행결과로 개발되어 실험모델을 이용하여 기능확인 중에 있다.<sup>[8][9]</sup>

각국에서 개발된 대표적인 ATM 스위치로는 미국의 Sunshine, 일본의 MSSR(multistage self routing) 스위치와 ATOM(ATM output-buffer modular) 스위치 그리고 유럽의 SIGMA 스위치 등을 들 수 있으며 구체적인 내용을 요약하면 표 5와 같다.<sup>[11-19]</sup>

표 5. 각국의 ATM교환기 개발현황

국명	회사명	스위치명	개발년도	특징	규모	속도	소자
미국	Bellcore	Sunshine <sup>[11]</sup>	'90	○ Batche-Banyan형 구조 ○ 복수경로와 출력버퍼 사용 ○ Overflow셀은 재채환 입력 ○ 16×16단위 스위치를 3차원 배열	256×256	155Mbps	11종의 CMOS
	AT&T	Growable <sup>[12]</sup>	'91	○ Knockout스위치 개조형 ○ 8×8 단위 스위치	1024×1024	2.5Gbps	CMOS
일본	NTT	NTT실험시스템 <sup>[13]</sup>	'90	○ 가변링크 속도방식의 공통 메모리형 ○ 4×4 링크속도 가변 스위치	256×256	155Mbps	BiCMOS
	Fujitsu	MSSR <sup>[14]</sup>	'88	○ 셀프 라우팅 모듈을 다단 구성 ○ 8×8 단위 스위치를 3단 구성 ○ FETEX-150으로 상용화	512×512	1.2Gbps	BiCMOS
	NEC	ATOM <sup>[15]</sup>	'91	○ 시분할 다중버스를 이용한 출력 버퍼형 ○ 16×16 단위 스위치를 3단 구성	448×448	622Mbps	CMOS
	OKI	Nemawashi <sup>[16]</sup>	'90	○ Batche-Banyan형 구조 ○ 스케줄링 망 추가(출력충돌방지) ○ 8×8단위 스위치	32×32	32Mbps 300Mbps	CMOS, GaAs
유럽	프랑스	Coprin <sup>[17]</sup> (prelude)	'87	○ 공통 메모리형 스위치 ○ 16×16단위 스위치	16×16	280Mbps	ECL
	독일 (이태리)	SIGMA <sup>[18]</sup>	'90	○ 공통 버퍼형 ○ 16×16, 32×32단위 스위치	32×32	155Mbps	CMOS
	벨지움	실험스위치 <sup>[2]</sup>	'91	○ 공통 버퍼형 ○ 16×16단위 스위치	16×16	622Mbps	CMOS BiCMOS
	스웨덴	실험스위치 <sup>[19]</sup>	'90	○ 단위 스위치를 Ring형태로 구성 ○ 단위 스위치는 1개의 입·출력 포트와 스위치간 접속 버스로 구성	32×32	155Mbps	CMOS BiCMOS



## 2. 국내 현황

국내에서는 80년대 후반부터 연구소와 학계를 중심으로 ATM 스위치 구조, ATM 망 및 프로토콜 기술분야에 대해 소규모의 기초연구가 수행되어 왔으며, 개발 가능성 확인을 위해 '91년에 52Mbps급 4회선 용량의 ATM 교환기 실험시제품을 ETRI에서 개발한 바 있다.<sup>[23]</sup> 또한 2000년대 선진기술국으로 진입하기 위해 HAN/B-ISDN 국책연구개발의 일환으로 산,학,연 공동으로 '96년까지 155Mbps급 1024회선 규모의 연구시제품을 개발하여 '98년까지 상용화를 목표로 연구개발을 추진 중에 있다.

## V. 결 론

ATM 교환기술이 현재 실험실 레벨에서 실용화를 추진 중이거나 일부 국가에서는 실용시험을 계획 중에 있으며 해결해야 할 난제로는 가격저하와 대용량화에 있다. 이외에도 광대역 서비스 수요창출을 위해 많은 문제가 산재해 있으나, 광대역 서비스를 전화와 함께 보급하기 위해서는 정보량당 가격을 현재보다 2-3배정도 낮출 필요가 있다. STM 교환에서는 일정시간 간격의 프레임 단위로 교환처리하기 위해 회선속도의 증가와 함께 프레임당 비트 수가 증가되고 스위치 메모리량 등 하드웨어가 증가되는 반면에 ATM 교환에서는 고속화 되더라도 버퍼량은 셀 전달율에 의존하기 때문에 하드웨어의 규모는 크게 증가하지 않는다. 따라서 고속, 대용량화를 통해 정보량당 하드웨어의 규모와 가격을 절감할 수 있을 것으로 예측된다.

ATM 교환기술의 핵심부분인 스위치기술은 이미 LSI화 단계로써 선진 각국에서는 실용화를 적극 추진중에 있고 고속 대용량을 통한 가격저하 노력이 경주되고 있다. 트래픽제어 측면은 장래의 서비스 수요전망이 불투명하여 아직은 많은 연구가 필요한 분야이다. 또한 고속의 정보교환을 수행하는 ATM 교환시스템의 OAM 기능정립과 구현 등 해결해야 할 많은 사항에 대한 본격적인 기술개발이 요구된다.

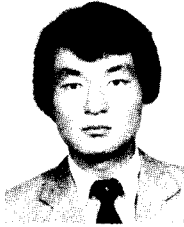
지금까지 ATM 교환기술을 ATM의 출현배경에서부터 현재까지의 개발현황에 대해 언급하였지만 이러한 기술은 아직 많은 개척의 여지가 있고 선진국의 기술보호장벽을 극복하기 위해서도 빠른 시간내에 국내에서도 핵심기술을 확보하여 정보화 시대를 앞당길 준비를 착실히 실행해야 할 것으로 생각된다.

## 參 考 文 獻

- [ 1 ] “기술 대예측”, Trigger, 1992. 1
- [ 2 ] M. de Prycker, “Asynchronous Transfer Mode : Solution for Broadband ISDN”, Ellis Horwood, p. 33, pp.48-59, pp.98-100, pp.123-196, 1991
- [ 3 ] CCITT Draft Recommendation I.150, I.211, I.311, I.321, I.327, I.361-3, I.413, I.432, I.610
- [ 4 ] Bellcore, “Broadband ISDN Switching System Framework Generic Criteria”, FA-NWT-001110, Issue 1, 1990.12
- [ 5 ] Jean-Pierre Coudreuse, “ATM applications”, Telecom '91 Technical Symposium, pp.231-234, 1991.10
- [ 6 ] D. Gitlin, “Broadband Networking”, Supercomm ICC'92, 1992. 6
- [ 7 ] G. H Dobrowski 외, “Implications of BISDN Services on Network Architecture and Switching” ISS '90, vol.1, pp.91-98, 1990. 5
- [ 8 ] Bernhard Schaffer, “ATM Switching in Developing Telecommunication Networks” ISS '90, vol.1, pp.105-110, 1990. 5
- [ 9 ] N Tat-MET, “ATM Technology Development in RACE”, Globecom '91, vol.2, pp.1506-1514, 1991.12
- [ 10 ] M.R. Noorchashm 외, “Major Performance Issue in Broadband ISDN”, Workshop on Broadband Communications, pp.172-185, 1992. 1
- [ 11 ] J.N.Giacopelli 외, “Sunshine : A High Performance Self-Routing Broadband Packet Switch Architecture”, ISS '90, vol.3, Poster Session #21, 1990. 5
- [ 12 ] K.Eng, M.Karol, “Gigabit-per-second ATM Packet Switching with the Growable Switch Architecture”, Globecom '91, Session 31A.4, 1991. 12
- [ 13 ] Hirokazu Ohnishi 외, “Switching Technologies for B-ISDN”, NTT Review, vol.3, no.3, pp.59-70, 1991. 5
- [ 14 ] Kato et al, “Experimental Broadband ATM Switching Systems”, Globecom '88, vol. 3, 1988. 11
- [ 15 ] Yoichi Fujiyama, “Broadband ISDN Switching

- System for Field Trial in The Public Network”, Telecom '91 Technical Symposium, pp.271-275, 1991.10
- [16] N.Arakawa 외, “ATM Switch for Multi-Media Switching System”, ISS '90, vol.5, Session A7.2, 1990. 5
- [17] M.Devault 외, “The 'Prelude' ATD Experiment : Assessments and Future Prospects”, IEEE SAC-6, no.8, 1988.12
- [18] Fox.A.L. 외, “RACE BLNT : A Technology Solution for the Broadband Local Network”, IEEE International Conference on Integrated Broadband Services and Network Conference, London, 1990.10
- [19] I.Gard, J.Rooth, “An ATM Switch Implementation-Technique and Technology”, ISS '90, vol.4, Session A5.4, 1990. 5
- [20] Tetsuya Miki, “광대역 노드기술”, 일본전자정보통신학회지, vol.74, no.11, 1991.11
- [21] 신언옥, “ATM 교환기술 개요”, 텔레콤, 제 7권 제 2호, 1991.11
- [22] 한치문, “ATM 스위치 네트워크 기술”, 텔레콤, 제 7권 제 2호, 1991.11
- [23] 최문기, “BISDN의 연구개발 현황 및 동향”, 텔레콤, 제 7권 제 1호, 1991. 5
- [24] 방운학 외, “광대역 교환기술”, 경영과 기술, 한국통신, 1991.12, 1992. 1
- [25] Miyaho, “ATM 교환기술의 개발동향”, ATM 교환기술 Workshop, 한국통신학회, 1991.11
- [26] 방운학, “ATM의 원리와 교환기술 응용”, ATM 교환기술 Workshop, 한국통신학회, 1991.11
- [27] 방운학, “ATM 교환기술”, 정보통신, 제 9권 제 4호, 한국통신학회, 1992. 4

## 筆者紹介



方 閔 學

1957年 8月 11日生

1980年 2月 울산공과대학 전자공학과 (학사)

1984年 2月 연세대학교 대학원 전자공학과 (석사)

1980年 4月 ~ 1983年 12月 한국전기통신연구소(현 ETRI) 연구원

1984年 1月 ~ 현재 한국통신 전자교환운용연구단 부장