광대역 ISDN과 교환기술

朱 成 淳, 任 周 煥
韓國電子通信研究所

Ⅰ. 머릿말

여러 부문의 기술 발전 역사를 살펴보면 사용자의 요구와 기술은 서로 끌고 당기면서 발전하여 나간다는 것을 알 수 있다. 교환기술 분야에서도 예외가 아니어서 과거의 교환기술 발전 역사에 사용자의 정보통신 요구가 기술 발전의 주요 촉매였다면, 미래는 기술의 발전이 사용자의 서비스 이용 욕구를 창출하는 추세라고 할 수 있다.

입과 귀를 입출력 도구로 음성을 이용한 정보 전달의 요구는 1876년 전화기의 발명으로 전기통신 시대를 열었으며, 곧 이은 1878년 최초의 수동식 교환기를 거쳐 1900년 자동식 교환기로 보다 많은 사용자에게 정보 전달의 기회를 제공하게 되었고, 신뢰성 있고 만족스러운 전화서비스를 요구하는 사용자들에게 컴퓨터 기술과 반도체 기술의 발전은 1960년대에 SPC 교환기와 1970년대의 디지탈 교환기를 가능케 하였다. 한편 인간의 손과 눈을 입출력 도구로 데이타 전달을 통한 정보 공유의 요구가 1970년대에 패킷 교환기를 등장케 하였다. 여기에 단일 접속을 통하여 음성과 데이타를 동시에 제공하려는 노력이 1980년대에 결실을 맺어 두개의 64Kbps 채널과 한개의 16Kbps 채널의 베어러 서비스를 제공하고 기존 교환기술을 사용하여 동시에 음성과 데이타의 교환 서비스를 제공하여 주는 ISDN 서비스가 1990년대 초에 상용화 되었다.

이제 1990년대는 이미 시작된 정보 산업혁명으로 생성되는 정보량의 급격한 증가와 이 정보를 공유하려는 사용자의 확산에 따라 정보 교환의 대용량화, 고속화, 지역적 확산 등을 필요로 하고 있으며, 인간에게 보다 자연스럽고 자유로운 통신 방법을 제공하여 새로운 수요를 창출하려는 기술 발전의 노력과 더불어 새로운 개념의 광대역 통신을 요구하고 있다.

이 글에서는 아나로그 교환기와 디지탈 교환기를 거쳐 기존 음성과 데이타 교환기술을 단순히 하나의 시스템내에로 모은 협대역 ISDN 교환기로 부터 진정한 교환기술의 도약이 요구되는 광대역 교환기술에 대하여 생각해 본다. 먼저 광대역 ISDN의 특성을 알아보고, 이를 만족시키기 위한 교환기술의 요구조건을 살펴본 후, 이에 적합한 교환기술로 ATM 교환 방식이 선택되기 까지의 과정과 ATM 교환의 기본적 원리를 알아본다. 실제로 광대역 교환기술을 실현시키기 위한 노력을 교환기의 개발 현황과 상용화 전망등을 통해 알아보고, ATM 교환기의 실현을 위해 해결해야 할 남아있는 문제들을 정리해 본다.

Ⅱ. 광대역 ISDN의 요구조건과 교환기술

1. 광대역 ISDN의 요구조건

광대역 ISDN에서는 정보 교환의 대용량화, 고속화 추세와 더불어 고품위 TV전화, 비디오 메일, HiFi 음악 방송, 화상회의, 오락 비디오 분배 서비스, HDTV 방송서비스 등 인간의 보다 자연스러운 정보 전달의 욕구를 만족시키는 서비스가 다양화, 고 기능화, 세분화하여 등장하게 된다. 이들 서비스의 특성은 수십 Kbps의 저속에서 150Mbps의 고속까지의 다양한 대역폭을 가진다는 것, 정보의 흐름이 양방향, 편방향, 방송 등 대칭적 또는 비 대칭적이라는 것, 서비스의 종류에 따라 고정 전송속도를 갖거나 가변 전송속도를 갖는다는 것, 정보의 전송지연과 정보손실의 정도에 따라 다른 통신품질을 갖는다는 점 등을 들 수 있다. 따라서, 이러한 특성의 광대역 ISDN을 실현시키기 위한 교환

기술에의 요구조건으로는[1]

○다양화, 고속화, 고기능화된 서비스의 교환을 위하여 서비스 특성에 따른 통신속도와 방식에 제약을 주지않는 교환기술

○전송로의 효율적 이용과 운용 유지보수의 노력의 감소를 통한 경제적인 통신망 구축을 위하여 교환방식의 단일화와 사용자 망간 인터페이스의 통합으로 전송과 교환의 통합을 이룩할 수 있는 교환기술

○예측키 어려운 광대역 ISDN 서비스의 수요에 안정적으로 대처할 수 있고, 새로운 서비스의 출현으로 인한 불확실한 트래픽에 대응할 수 있는 융통성과 확장성이 보장된 교환기술 등을 들 수 있다.

2. ATM 교환기술의 출현

이러한 요구조건을 만족시키는 교환기술이 없을까 하는 의문점은 우선 기존 교환기술을 살펴보게 한다. 기존의 회선 교환기술을 사용하는 경우 통신 접속중 고정된 대역폭을 제공한다는 특징 때문에 다양한 대역폭별로 스위치 네트워크를 구축할 필요가 있고, burst 형태의 정보 전송시 채널사용이 비효율적이며, 새로운 대역폭을 요구하는 신규 서비스의 수용시 융통성이 없다. 또, 고속 전송 및 교환을 위하여 다중화/역다중화 장치가 필요하고, 가변 전송 속도를 필요로 하는 서비스를 위한 압축/역압축화 장치가 필요하며, 정보에 대한 교환 노드간 에러 검출 방법이 없다[3] 한편 기존 패킷 교환의 경우 대역폭을 동적으로 할당할 수 있으며, 채널을 효율적으로 사용할 수 있으나, 전송지연에 따른 품질 저하를 보전할 수 없으며, 기존 프로토콜로는 높은 대역폭을 요구하는 서비스를 제공할 수 없다.

이상 살펴본 바와 같이 음성, 데이타, 화상의 통합적 처리와 융통성에서 뛰어난 패킷 교환방식이 필요한데, 패킷교환의 속도를 현저히 높여야 함을 알 수 있다. 이와 같은 노력으로는 1970년대 후반부터 LAN 분야에서 데이타 뿐만 아니라 음성과 화상등의 정보를 동시에 처리하려는 통합 패킷망 연구가 시도되어 부분적으로 이용되었으나, 복잡한 X, 25 프로토콜로는 음성, 화상 등을 실시간으로 처리하는데 한계가 있었다. 한편 프랑스의 CNET은 다중화 및 교환분야에 동일한 기술의 적용, 고정된 짧은 길이의 패킷(128바이트)사용, 가상회선 연결방법, 기존 패킷 교환에 대해 에러 및 흐름 제어가 없는 프로토콜 구조등의 개념을 가진 교환기술을 1980～1981년에 정의하였다. PRELUDE라 명명된 교환기를 60Mbps 화상전송을 목표로 1982년에 설계를 시작하여 1984년에 이를 발표하였고, 이 교환 개념을 ATD(asynchronous time division multiplexing)로 1985년 12월 CCITT에 제안하였다. 이와 별도로 미국의 AT & T는 간략화된 프로토콜 처리와 이를 스위칭 하드웨어로 실현하여 한계를 극복하려는 fast packet switching 연구가 진행되고 있었다. 이후 CCITT에서 ATD 및 FPS에 대한 논의가 활발히 진행되다가 1987년 2월에 새로운 전달모드로 ATM(asynchronous transfer mode)이라는 용어를 정의하고 이에 대응하는 STM(synchronous transfer mode)이란 용어도 만들어져 공식화 되었다. 이 후 광섬유 기술과 고속 LSI 기술을 바탕으로 ATM의 타당성이 입증되어 광대역 ISDN의 정보 전달 모드로 1989년 CCITT에서 ATM을 확정함으로써, 사용자에게 통신 속도와 교환 모드의 제약으로부터 해방시키며, 전송과 교환 및 사용자와 망간의 통합을 이룩할 수 있고, 수요에 따라 융통성과 확장성을 지닐 수 있는 교환망의 구축이 현실로 다가오게 되었다.

3. ATM 교환의 원리 및 기술적 특징

ATM의 원리는 그림1과 같이 패킷교환과 회선교환의 장점을 살리며 패킷교환의 단점을 보완하는 방향으로부터 시작되었다. 전자에 해당하는 것으로는

○사용자 정보를 셀(cell)이라 불리우는 고정적 단위 길이의 패킷으로 나누고,

○사용자 정보의 전송량에 따라 셀을 동적으로 할당하여,

○셀 헤더의 논리채널번호와 논리경로번호로 논리채널의 다중화 및 라우팅을 수행하게 한다.

후자에 해당하는 것으로는 광섬유 기술의 발달로 저렴한 가격의 품질좋은 고속 전송로를 확보할 수 있으며, 150Mbps 급의 CMOS 스위치용의 LSI 기술이 제공되므로 소프트웨어의 도움없이 고속 스위칭이 가능하다는 점을 바탕으로

○흐름제어와 에러제어를 단말간 처리하게 하여 망내에서의 프로토콜 처리를 간략화하고

○호 설정시 connection-oriented의 논리채널 및 논리경로 번호를 부여하여

○셀 헤더의 하드웨어적 처리만으로 교환을 수행하게 한다.

따라서, ATM 교환은 기존 회선교환이나 패킷교환

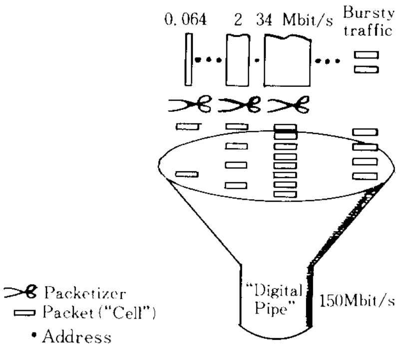


그림 1. ATM의 원리[2]

과는 달리 다음과 같은 특성을 갖게 되었다.

○ 모든 서비스 정보를 셀에 의해 통일적으로 다루게 되어 서비스의 추가에 유연하게 대처할 수 있다.

○ 셀의 동적할당으로 통계적 다중화가 이루어져 전송망의 사용이 효율적으로 되었으며, 고정 단위 길이의 특성에 따라 고속화 및 병렬처리가 가능하게 되었다.

○ 전송속도의 유연성이 확보되어 통신중 속도 변환 및 대역의 동적 할당이 가능하므로, 고정 및 가변 전송속도를 갖는 서비스도 수용할 수 있다.

○ 망내에서는 셀 헤더의 채널식별, 다중화, 라우팅 등의 셀 전송에 필요한 최소한의 기능으로 단일 교환기능을 수행하며, 사용자 망간 또는 망과 망간의 동일 접속을 실현함으로써 경제적인 통신망의 구축이 가능하다.

Ⅲ. 광대역 교환기술의 과제

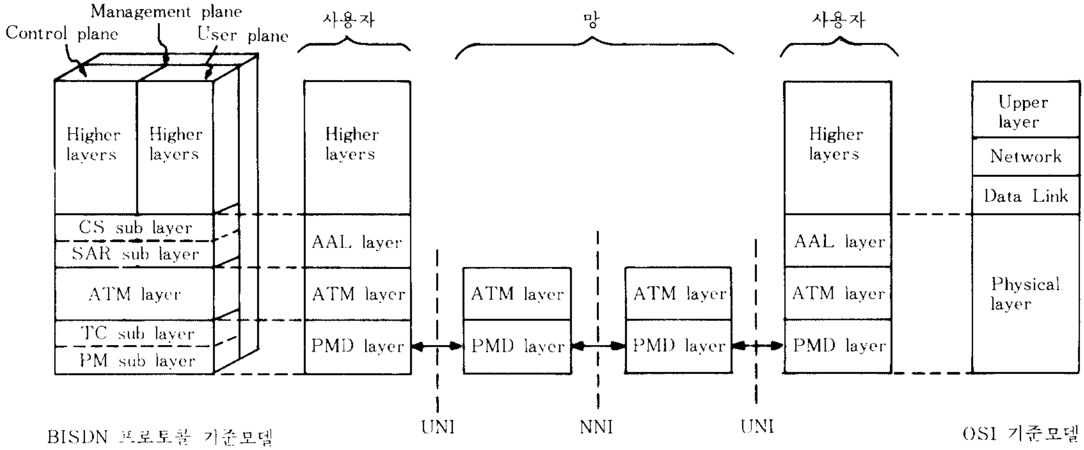
광대역 ISDN의 전달 모드로 ATM이 CCITT에서 결정되고 난 후 ATM 교환기술을 연구해 오고 있던 연구그룹은 물론 기존 회선 교환기술을 통해 광대역 교환을 실현하려 했던 그룹에 의해서도 ATM 교환의 실현 가능성은 이미 확인되었다. 이제는 ATM 교환기의 실제 상용화를 위한 연구가 전반적인 추세이다. ATM 교환기의 상용화를 전제로할 때는 교환기능은 물론 운용 유지보수등 교환시스팀의 경제성과 신뢰성을 생각하지 않을 수 없다. 이 장에서는 교환 기능을 중심으로 지금까지 정립된 기술들을 살펴보고, 실제 실현시 고려해야할 과제들을 가입자/중계선 정합부, 스위치 네트워크, 제어부등의 부분으로 나누어 알아본다.

1. 가입자/중계선 정합

1) 광대역 ISDN 프로토콜 기준모델

ATM은 망내에서 전송에 필요한 최소한의 기능을 수행하며 고속 처리하는 것이 설계개념이므로, 셀은 채널 식별, 다중화 라우팅등에 필요한 정보만을 갖는 5 바이트의 헤더와 실시간 처리 서비스를 염두에 두어 정보처리 지연과 전송 효율의 트레이드 오프를 고려한 48 바이트 길이의 정보 영역등 전체 53 바이트의 고정 길이를 갖도록 하였다. 셀은 그림2와 같이 사용자 망간 인터페이스(UNI)와 망 노드 인터페이스(NNI)에서 사용되는데, 헤더부는 그림3과 같이 통신 채널의 라우팅을 위한 논리채널번호(VCI)와 논리경로번호(VPI), 셀의 정보 영역이 사용자 정보인지 망관련 정보인지를 구분하는 PT, 망의 트래픽 상태에 따라 셀 제거시 우선 순위를 나타내는 CLP, 헤더부의 다수 에러 검출 및 단일 에러 정정에 사용되는 HEC등으로 구성되며, UNI에서는 사용자가 흐름 제어를 위해 사용하는 GFC가 NNI에서는 VPI로 사용된다는 것외에는 동일하도록 하였다. 정보 영역은 서비스의 특성에 따라 셀의 분리 및 재조합이 가능하도록 SAR 헤더 및 테일을 갖도록 하였다.

셀의 ATM 교환기내에서의 처리는 표준화된 광대역 ISDN 프로토콜 기준 모델에 따라 계층적으로 수행되는데, 그림2와 같이 PMD 계층, ATM 계층, AAL 계층등으로 구분되며, 이들은 호 제어를 위한 제어 평면, 사용자 정보처리를 위한 사용자 평면, 운용관리를 위한 관리 평면등의 수행을 위하여 사용된다. PMD 계층은 비트 배열과 전송, 선로 부호화/복호화, 수신 클럭 추출 및 수신 비트 재생등 디지틀 전송에 관련된 기본 기능을 처리하며, 동축 케이블이나 광 케이블등 전송매체 특성에 따라 다른 물리접속을 처리하는 PM 부계층과 전송방식에 따라 HEC를 이용하거나 SDH(synchronous digital hierarchy) 또는 PDH (piesiochronous digital hierarchy)에 따른 전송 신호의 프레임의 동기와 HEC를 이용하여 셀을 분리하며, HEC를 처리하는 헤더의 에러 검출 및 정정을 수행하고, 정보영역의 역 스크램블링을 통해 셀을 재생하며, 휴지 셀(idel cell)을 제거하는 등의 과정을 통해 유효한 셀을 ATM 레이어로 전달하는 TC 부계층으로 구성된다. ATM 계층은 셀 정보의 종류에 따라 역 다중화 하며, VPI 및 VCI의 해석에 의해 새로운 VPI 또는 VCI로 변환한 후 라우팅, 즉 교환하거나 AAL 계층으로 전달한다. AAL 계층은 타임 동기특성, 비트 속도, 연결형태등의 특성에 따라 구분



UNI : User-Network Interface
NNI : Network Node Interface
PMD : Physical Media Dependent
ATM : Asynchronous Transfer Mode
AAL : ATM Adaptation Layer
PM : Physical Medium
TC : Trnsmission Convergence
SAR : Segmentation And Reassembly
CS : Convergence Sublayer

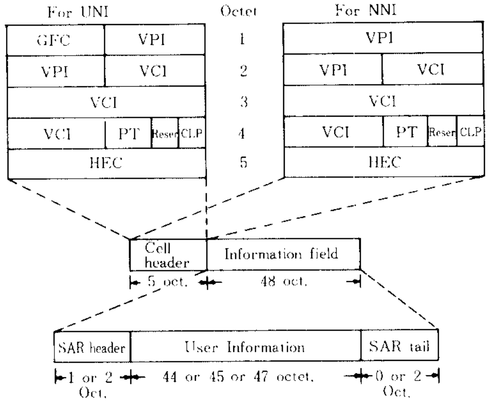
그림 2. BISDN 인터페이스

되는 서비스의 종류에 따라 전달 정보를 셀의 정보 영역에 적당하게 분해/결합을 수행하는 SAR 부계층과 보다 세분된 서비스를 위한 상위 계층과의 접속을 수행하는 CS 부계층으로 나뉜다.

ATM 교환기의 가입자/중계선 정합에 해당하는 부분으로 PMD 계층의 프로토콜은 헤더 오류 제어 기능과 스크램블링 방식에 대한 논의가 계속되고 있으며, 가입자/중계선 정합부가 가져야 할 기능들의 적절한 분할과 이를 LSI화 하기 위한 방안이 실제 과제로 남아있다.

2) 전송방식

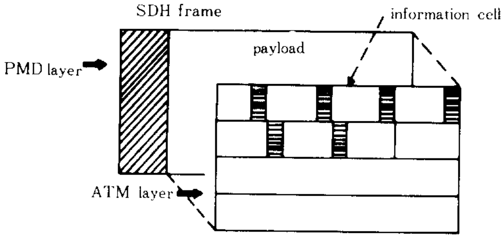
ATM 셀은 어떠한 전송 계위나 시스팀을 통해서도 전송가능하므로, 셀을 기본으로 하거나 디지탈 계위를 기본으로 하는 전송 방식이 고려된다. 셀을 기본 인터페이스로 하는 전송방식은 그림4와 같이 외부 프레임을 사용하지 않고 ATM 셀 자체의 흐름으로 전송시키므로, 전송 효율이 좋아 UNI에 적용시키는 것이 유리할 것이다. 다른 방법으로 STM 전송망의 기존의 비동기식 디지탈 계위(PDH)상이나 동기식 디지탈 계위(SDH)상에 셀을 매핑하여 전송하는 방식이 있다. 기존 PDH상의 전송 방식은 SDH 전송망이 완전히 구축되기 전에 ATM에 의한 광대



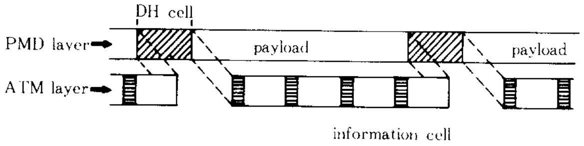
GFC : Generic Flow Control
VPI : Virtual Path Identifier
VCI : Virtual Circuit Identifier
PT : Payload Type
CLP : Cell Loss Priority
HEC : Header Error Check

그림 3. ATM cell 구조

역 ISDN을 실현시키고자 할 때 적절한 방법이다. SDH 상의 전송 방식은 셀의 흐름을 CCITT 권고 G. 707, 708, 709에 규정된 SDH의 VC-4에 매핑시키고 다음 단계로 VC-4 POH와 함께 C-4 컨테이너에

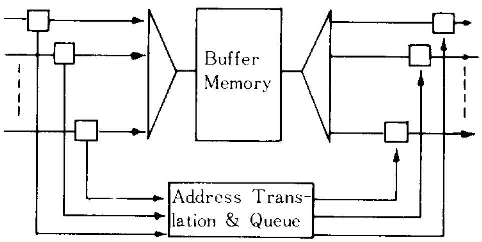


(a) SDH frame type interface

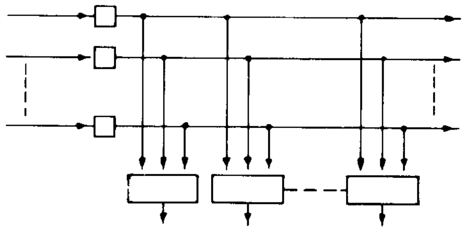


(b) Full ATM type interface

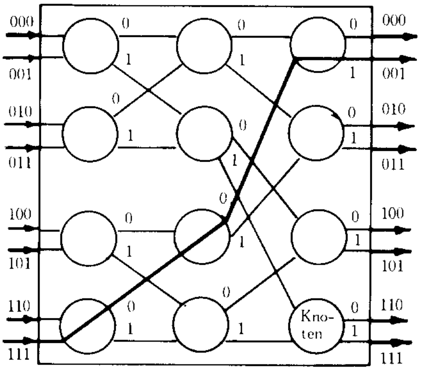
그림 4. ATM 전송방식[4]



(a) 공유버퍼 구조



(b) 버스구조



(c) Banyan 구조

그림 5. ATM 스위치 네트워크의 분류

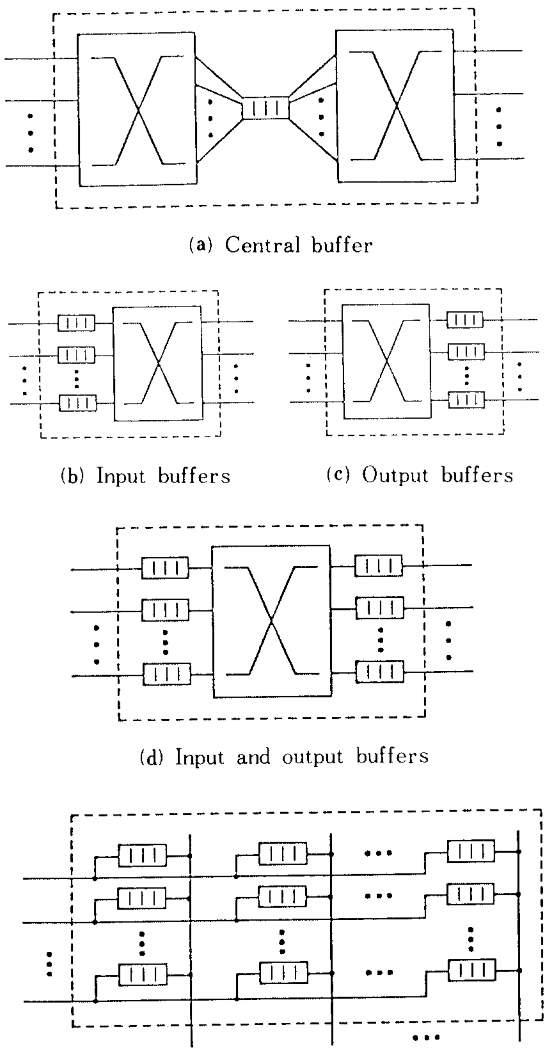
수용시켜 전송하며, 셀의 분리는 C-4 페이로드 내의 H4 옥텟을 이용하여 셀 경계를 알아내고, 셀은 HEC에 의해 식별해 낸다. 이 방식은 동기식 다중화의 특성으로 다중화 및 역 다중화가 간편하고 낮은 속도로부터 미래의 높은 속도의 신호에까지 유연하게 대응할 수 있으므로, NNI에 적합할 것이다.[5]

2. 스위치 네트워크

1) 스위치 네트워크의 분류

스위치 네트워크의 구성은 단위 스위치 - 기본 스위치 - 전체 스위치의 세단계로 나누어 생각해 볼 수 있다. 단위 스위치는 스위치 구성의 최소 단위로 banyan 네트워크의 경우 2×2 혹은 d×d의 스위치 셀이나 크로스바 스위치의 접점(cross point)이 여기에 해당된다. 기본 스위치는 단위 스위치를 적당한 형태로 구성하여 넌블럭킹이나 그에 가깝게 교환 효율을 높이도록 한 것으로 용량 증대의 기본 단위가 된다. 전체 스위치는 대규모 ATM 스위치를 구성하기 위하여 Clos 네트워크 형태로 다단계 구성을 하거나, 기본 스위치의 토폴로지를 그대로 유지하며 보다 큰 규모의 스위치로 실현한 것이다. 이들 세단계의 구분중 기본 스위치의 성질에 따라 교환의 성능 특성이 잘 나타나므로, 기본 스위치의 분류에 따라 스위치 네트워크를 구분해 보면, 그림5와 같이 단단계로 구성된 기본 스위치로서 출력 충돌을 해결하기 위한 방법에 따라 공유 버퍼 구조와 버스 구조로 구분되며, 단위 스위치를 다단계로 구성하여 셀프 라우팅 성질을 갖게 한 기본 스위치로서 넌블럭킹이나 내부 블럭킹을 감수하는 구조에 따라 batcher-banyan이나 buffered banyan 등으로 구분할 수 있다.[6] 이들 구조에서는 근본적으로 출력 충돌이나 내부 블럭킹이 발생하므로 버퍼의 채용이 필수적인데, 스위치 네트워크를 버퍼의 위치에 따라 그림6과 같이 구분할 수도 있다.

공유 버퍼형 스위치 네트워크는 회선교환의 타임 스위치의 개념과 유사한 버퍼를 시분할적으로 운용



(a) Central buffer

(b) Input buffers (c) Output buffers

(d) Input and output buffers

(e) Crosspoint buffers

그림 6. 버퍼 위치에 의한 스위치 네트워크의 분류

교환하는 방식으로 하나의 버퍼 공유 방식, 다수의 소규모 버퍼 공유 방식, 공유 버퍼를 큐로 운영하는 방식등이 있다. 이 스위치 네트워크는 입력 트래픽의 변동에 유연하며, 출력 충돌의 해결이 용이하고, 방송기능의 실현이 간편한 장점을 가진다. 그러나 교환속도가 메모리 속도에 의존하므로, 입출력 스위치 규모를 N×N으로 대규모화 할 때 스위치의 내부 동작속도가 링크 속도의 N배 고속이어야 하므로 스위치 네트워크의 대규모화에 제한이 따른다.

버스 구조의 스위치 네트워크는 전용버스 구조와 공유버스 구조로 나눌 수 있는데, 공유버스 구조는 단순한 반면, TDM 버스의 속도를 모든 입출력 링크 속도의 합보다 크게 해주어야하며 버퍼 제어가 복잡하다. 전용 버스 구조는 매 입력 링크마다 독자적인 버스를 갖게하여 버퍼 제어가 간편하나 출력 충돌의 해결 방법이 주요 문제이다.

Banyan 스위치는 N 입출력 링크의 교환을 위해 2×2 단위 스위치를 $\log_2 N$ 단으로 배열하고 각 단간을 일정 규칙으로 연결하여 임의의 입력과 출력 링크간 유일한 경로를 존재시킴으로써 셀프 라우팅이 가능하도록 한 스위치 네트워크로 구성이 단순하고 고속화, 대용량화에 적합하다. 그러나, 이 스위치는 내부 경로에 블럭킹 현상이 발생할 수 밖에 없으므로, 이를 해결하기 위한 방법에 따라 여러 스위치 네트워크로 분류된다. 입출력 단자간 복수개의 경로를 제공하거나 2개 이상의 스위치망을 병렬로 배치하는 방안등이 있으나, 대표적인 것으로 단위 스위치내에 버퍼를 두는 buffered banyan 스위치 네트워크와 banyan 망이 넌블럭킹이 되도록 sorting망을 banyan망 앞단에 부가한 것으로 batcher-banyan 망 등이 있다.

2) ATM 스위치 구성기술

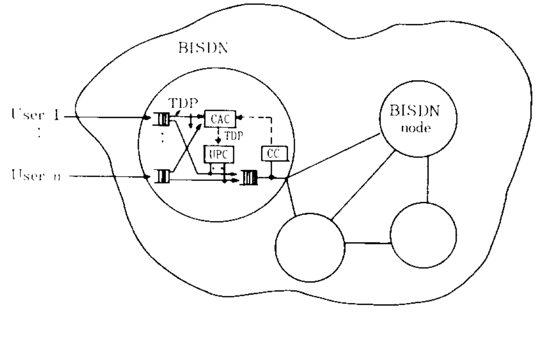
앞서 분류한 스위치 네트워크 구조들은 그 타당성이 입증되었으나, 실제 수천내지 수만 회선정도의 규모에 terabit 정도의 교환용량을 갖는 ATM 교환기를 구성하려 할 때는 풀어야 할 과제가 많다. 우선 스위치 네트워크 구조의 관점에서 예측키 어려운 트래픽 수요를 수용할 수 있도록 모듈화 된 스위치 네트워크를 경제적으로 대규모화할 수 있으며, 광대역 ISDN의 주요 서비스인 방송 서비스를 제공할 수 있는 기본 스위치를 선정하여야하고 그 확장 방법을 고려해야 한다. 또한 고속 동작이 필연적인 ATM 교환기에서 LSI의 특성에 따라 발생하는 여러 난점을 해결할 수 있는 실장 기술도 고려되어야 한다.

교환 용량의 대규모화를 위한 방법으로는 Clos 망 구성방식, 출력단자 확장방식, 출력 그룹핑 방식등이 고려되고 있으며, 방송 서비스를 위한 구조는 실기간 셀 복제 기능이 요구되므로 공유 버퍼 구조가 간편하나, 대규모화를 고려해서 banyan 망을 이용한 방송교환이 가능하도록 복제망을 앞단에 두는 등 여러 방식이 논의되고 있다. 실장 기술로는 PBA 당 고밀도 실장, 커넥터 단자수의 증가에 따른 실장 기술, 높은 전력소모량에 의한 발열에 대한 냉각 기술, 고속 전송에 따른 시스팀내 전송지연을 고려한 각 단

간 결선 및 배선 기술등이 과제로 남아있다.[7]

3. 제어 기술

ATM 망내 제어의 특징은 근본적으로 서비스 정보를 고정 길이의 셀로 잘라 취급한다는 것과 기존 패킷 교환과는 달리 단순화한 패킷 프로토콜을 채용하여 망내에서 흐름제어 및 에러제어를 없애고 단말간에 수행하도록 한 것으로부터 비롯된다. 소요 대역폭과 요구 통신품질이 다른 호가 동일 망설비를 사용하는 환경에서 망내에 흐름제어 기능까지 없으므로, ATM 망의 폭주시 제어에는 새로운 개념이 필요하다. 또한, 여러 종류의 서비스가 셀로 통계적 다중화되므로 망의 통신품질을 유지하기 위해서 제어가 필요하다. 따라서, ATM 교환기 실현시 망 자원의 효율적 이용과 성능 및 가입자의 서비스 만족도를 높이기 위하여 그림7과 같은 새로운 개념의 트래픽 제어와 망 품질 제어는 기존 교환기와는 다른 새로운 고려 사항이다.



CAC : Connection Admission Control
UPC : Usage Parameter Control
CC : Congestion Control
TDP : Traffic Description Parameter

그림 7. ATM의 트래픽 제어

1) 트래픽 제어 기술

ATM 망에서 트래픽 뿐만 아니라 망 자원의 상태는 통계적 특성을 갖고 있으므로, 가입자의 요구를 만족하면서 망의 폭주를 사전에 예방하고, 망 자원을 최적으로 사용하기 위해서는 가입자의 호 요구시 망 자원의 할당을 고려한 호 접속 수락 여부를 결정하는 연결 수락 제어가 필요하다. 연결 수락 제어를 위하여는 가입자 서비스의 트래픽 특성을 잘 나타내줄 수 있는 트래픽 표현 파라미터가 정의되어야 하는데, 셀 손실율, 셀 지연시간, 최대 전송속도와 평균 전송속도, burst 지속시간 등이 고려되며, 특히 burst 트래픽의 특성을 어떻게 표현하는가가 어려운 문제로 광대역 ISDN 서비스의 트래픽 모델링이 해결해야 할 주요 과제이다. 또한 트래픽 특성에 따른 소요 망 자원의 실시간 계산과 최적의 망 자원 할당 알고리듬도 해결해야 할 중요한 과제이다.

ATM 망 자원의 통계적 할당은 트래픽의 평균치 및 상한치에 의해 결정되어 호 접속시 고정적으로 유지되므로, 호 설정시 약정한 것 이상으로 가입자의 과대한 트래픽 전송 요구를 방치할 경우 사용자의 QOS 및 망 자원 상태에도 큰 영향을 미치므로, 망자원을 관리하여야 할 필요가 있다. 이러한 사용 감시 제어는 감시 제어의 주기 및 신고치 이상의 트래픽 입력시 제어 방식등이 과제인데, 연구되는 제어 알고리즘으로 leaky bucket, 위반 셀 표시, 윈도우 흐름 제어, spacer-controller 등이 있으며, 실제 실현을 위한 구체적인 알고리즘의 연구가 필요하다.

ATM 망에서는 간략화된 프로토콜의 사용으로 인해 망 장애시 서비스 품질에 심각한 사태가 발생할 가능성이 있으므로, 트래픽 폭주의 신속한 검출 및 복구가 가능한 제어가 필요하다. 복구 방식으로는 호 제어 레벨의 메시지 교신에 의하여 폭주 발생 위치로 향하는 호를 규제하거나, 폭주 링크로 향하는 셀들을 셀 래벨에서 규제하는 방식을 생각할 수 있는데, 구체적인 메카니즘의 실현이 과제로 남아 있다.

2) 망 품질 제어

ATM 교환은 호 단위의 통신일 뿐만 아니라 셀 단위의 통신이기도 하므로, STM 망에서의 통신품질과는 호 단위로 뿐만 아니라 셀 레벨의 품질을 생각치 않을 수 없다. 셀 레벨의 품질은 셀 전송 지연, 셀 정보 영역 오류, 셀 분실, 셀 혼입등의 원인으로 떨어지게 된다.

셀 전송지연은 서비스 정보가 셀로 나뉘어 통계적 다중화되므로 착신측까지의 전송지연이 일정치 않아 발생하는 것으로 음성 등 연속정보 특성을 가지는 서비스의 경우 통신품질이 저하되므로, 원래 정보의 복원시 전송 지연을 흡수할 수 있도록 설계 되어야 한다. 셀 정보 영역의 오류는 STM 망과 마찬가지로 전송로상의 에러로 발생하며 데이터등의 서비스에 나쁜 영향을 미친다. 셀 손실은 셀 헤더 부분에 오류 발생시 정정할 수 없어 폐기되거나 오류가 검출이 되지 않아 다른 곳으로 착신되는 경우와 오버플로우로 강제 폐기되는 경우에 발생한다. 특히 셀

헤더에 오류가 발생하였으나 검출하지 못한 경우 임의의 단말로 착신되므로 셀 혼입이 일어나게 된다.[4]

Ⅳ. ATM 교환기의 개발 현황과 상용화 전망

1. ATM 교환기의 개발 현황

ATM 교환기는 지금까지 주로 스위치 네트워크의 구현에 주안점을 두고 개발되었는데, 일본의 경우 Fujitsu는 N×N 셀프 라우팅 기본 스위치를 3단으로 연결하여 8bit 병렬구조로 동작하는 bus matrix 구조의 B-ISDN 교환 모듈을 FETEX-150에 실현시켰다. NEC는 출력버퍼 LSI, 스위치 제어 LSI, 트래픽 모니터 LSI등의 전용 LSI를 개발하여 시분할 다중 버스를 이용한 넌블럭킹 출력 버퍼형 8×8 기본스위치 엘리먼트 48개를 3단 링 접속을 통한 분배단을 구성하여 최대 448 가입자에게 155Mbps의 STM-1 인터페이스를 제공하도록 하였으며, 2B+D, IEEE 802.3의 LAN, NTSC 동화상 등을 수용할 수 있는 각각의 B-TA를 개발하였다.[8] OKI 전기는 batcher-banyan 스위치에 Nemawashi 라는 별도의 입력 스케쥴링 망을 추가하여 출력충돌을 완화하는 구조를 고안하였는데, 5종의 전용 LSI를 개발하여 32×32 기본 스위치를 구성하여 155Mbps의 입출력 전송 속도를 제공하도록 하였다.[9] NTT는 실험용 ATM 교환기를 개발하였는데, 다른 ATM 교환기와 달리 실제 실현시 소프트웨어의 문제도 다루었다. 스위치 네트워크는 공유 버퍼형으로 4×4 메모리 스위치 LSI로 기본 스위치를 제작하여 256×256 스위치를 구성하였다. 소프트웨어는 자율분산 아키텍처상의 ATM 기본 호 제어방식, 네트워크 및 시스템 구성과 무관한 서비스 제어방식, 소프트웨어 유연성 향상등을 설계 지침으로 하여 ATM 기본접속 기능으로 VC 및 PVC 서비스, 부가 서비스, 교환기의 최저한의 운용 유지보수, 장애처리 기능 등을 실현하였다.[10]

미국의 경우 AT & T Bell 연구소에서는 초기 knockout 스위치를 대규모화가 가능한 새로운 구조로 변경한 glowable packet 스위치를 발표하였다. N×M, K×K 모듈로 구성되는 2단의 memoryless self-routing interconnect fabric과 M×N의 출력 패킷 모듈로 스위치 네트워크를 구성하여 출력 모듈 그룹핑으로 2048×2048 정도의 대규모 스위치가 가능함을 보였다. Bellcore에서는 batcher-banyan 망을 기본 스위치로하고 출력 충돌을 완화하기 위하여 복수의 경로와 출력 버퍼를 추가하고, 출력 버퍼를 넘치는 셀의 재전송을 위하여 trap network나 bursty 트래픽의 경우 arbitration network를 스위치 내부에 추가한 shunshine 스위치를 실현하였다.

유럽의 경우 Alcatel Bell에서는 16×16의 공유 버퍼형 기본 스위치를 위한 세 종류의 LSI를 개발하였다. 이탈리아의 CSELT에서는 16×16 이나 32×32의 공유 버퍼형 기본 스위치로 tag based 스위칭을 수행하는 SIGMA 스위치를 개발하였다.

우리나라의 경우 한국전자통신연구소에서는 ATM 교환 기술의 가능성을 확인하기 위한 실험용 교환기를 구성하였다. 스위치 네트워크는 ECL IC를 사용하여 77.76Mbps로 동작하는 unbuffered delta interconnection network에 15개까지 셀을 저장할 수 있는 버퍼를 입력측과 출력측에 채용한 8×8 augmented banyan 스위치로서 다음 단계에서 155Mbps의 64×64 스위치로 확장될 것이며, 1995년 정도에 상용 ATM 교환기를 개발할 예정으로 있다.[11][12]

2. ATM 교환기 상용화 전망

1989년 ATM을 기반으로 하여 광대역 ISDN을 구축하는 방향으로 CCITT에서 결정된 후 완전한 ATM 망을 목표로 연구방향이 수정되었으며, 일부 국가에서는 상용화의 움직임을 보이고 있다. 일본은 ATM 교환기 상용화의 선두 주자로서 NTT는 93년에 고속 LAN간 접속 등에 사용할 수 있는 ATM을 이용한 전용선 서비스를 기업 사용자에게 제공하려 하고 있으며,[13] 95년에는 ATM에 의한 공중서비스를 제공하기 위하여 Fujitsu, Hitachi, NEC, Toshiba, OKI, Northern Telecom등을 ATM 노드 제작 업체로 선정하여 추진중에 있다.

유럽은 EC국가들의 2000년대 범유럽 IBCN(integrated broadband communication network)을 목표로 하는 RACE(R & D in advanced communication for Europe) 프로젝트를 크게 IBC 개발 전략 수립, IBC 소요기술 개발, IBC 서비스 및 응용 개발등의 세단계로 수행하고 있다. 프랑스는 CNET이 중심이 되어 85년의 PRELUDE 스위치를 발표하여 ATD의 가능성을 최초로 보여 주었는데, 현재 프랑스 Telecom은 Alcatel과 공동으로 ATM 스위치 기본 요소 개발과 초기 도입전략을 수립중에 있다. 독일은 DBP SEL, Siemens등을 중심으로 87년부터 BERKOM (BERlin KOMmunication system)이라는 실험망을 구축하기 시작하였다. 기존 ISDN을 기본으로 광대역 서비스를 제공하는 것을 목표로 시작하였으나, 현재는 ATM

스위치를 개발하여 STM 스위치와 같이 사용하고 있다. 벨기에는 대단위 현장 시험을 통한 B-ISDN을 구축하려 하며, 실험 시스템을 위하여 ATM 스위치, 접속 장치, LAN 게이트웨이, 분배 서비스를 위한 가입자측 다중/집선 장치등을 개발하였고, 실험 초기부터 CATV 및 비디오 서비스의 제공을 목표로 하고 있다.[14]

미국은 아직 광대역 ISDN 서비스의 시장 수요가 없어 대규모 연구개발 계획은 없으며, 현존하는 광대역 서비스 수요를 충족시키며, 앞으로의 광대역 서비스를 선도하기 위한 SMDS (switched multi-megabit data service)라는 DS1, DS3 급의 비연결성 서비스를 92년부터 상용 서비스할 예정으로 있으며, SONET 및 DCS를 이용한 전용선 서비스나 공중 MAN 등의 연구를 하고 있다.

V. 맺음말

인류에게 또 한번의 통신 혁명을 제공하게 될 광대역 ISDN 실현의 핵심 기술인 광대역 교환기술에 대하여 ATM 교환을 중심으로 그 유래와 기본 원리 및 기술적 특성등을 살펴보고, 타당성이 입증된 ATM 교환기술의 실제 실현을 위하여 현재까지 정립된 기술과 남아있는 과제들을 교환기의 가입자/중계선 정합의 관점, 스위치 네트워크의 관점, 제어의 관점에서 알아 보았으며, 세계 각국의 ATM 교환기 개발 성과와 상용화 전망에 대하여 살펴 보았다.

통신의 궁극적 목표가 인류에게 최대한 자연스러운 형태로 정보의 전달을 간편한 조작을 통하여 제공하는 것이라 할 때, 광대역 종합정보통신망의 실현은 막대한 투자가 필요하더라도 우리가 최종적으로 이루어야 할 목표이다. 지금은 제한된 투자 재원과 우리나라의 망 환경 및 진화를 고려하여 더 늦기전에 광대역 종합정보 통신망으로의 세밀한 진화 계획의 수립과 더불어 효율적인 투자가 가능하도록 산재해 있는 문제를 정리하여 산, 학, 연의 역할 분담을 통해 조직적으로 광대역 교환기술의 개발을 시작하여야 할 때이다.

參 考 文 獻

[1] 궁극적 통신시스템의 목표, NIKKEI ELECTRONICS, no. 438, pp. 122-127, Nov. 1988.

[2] B. Schaffer, "ATM Switching in the Developing Telecommunication Networks," Proc. of ISS'90, sec. 2, paper 3, May 1990.

[3] 최준균, 최문기, 임주환, "광대역 통신망을 위한 ATM 기술," 텔레콤, vol. 5, no. 1, pp. 11-22, Sep. 1989.

[4] K. Astani and Y. Ikeda, "Present Status and Future Trends of the Study on the Broadband ISDN," 일본 전자정보통신학회 논문지, vol. J72-B-1 no. 11, pp. 886-895, Nov. 1988.

[5] 이병기, "ATM 전송방식의 검토," 한국통신학회지, vol. 7, no. 5, pp. 316-329, Oct. 1990.

[6] 윤복식, 주성순, 전경표, "광대역 교환기술의 분류 및 비교 연구," 전자통신, vol. 12, no. 1, Apr. 1990.

[7] 박홍식, 송덕영, "ATM 교환기술," 주간기술동향, no. 500, pp. 57-64, June 1991.

[8] T. Yorinaga, et al., "Development of ATM Switching System," SSE90-84, pp. 13-18, 1990.

[9] 송덕영, 최대우, 박홍식, "ATM 교환기술의 최근 동향," 한국통신학회지, vol.7, no. 5, pp. 330-347, Oct. 1990.

[10] Y. Inoue and M. Kawarasaki, "Experimental switching system for broadband ISDN," *NTT R&D*, vol. 40, no. 1, pp. 33-44, 1991.

[11] D.W. Kim, et al., "Implementation of an Experimental ATM Switch," Proc. of 4th JC-CNSS, July 1991.

[12] H.G. Park, Y.K. Lee, S.Y. Kang, and H.S. Park, "Development of Switching Technologies for the Coming Broadband ISDN Era in Korea," to appear in Proc. of 6th World Telecommunication Forum.

[13] 93년 ATM 기술이용의 전용선 서비스 시작, NIKKEI ELECTRONICS, pp. 49-51, Jan. 1990.

[14] 최문기, "BISDN의 연구개발 현황 및 동향," 텔레콤, vol. 7, no. 1, pp. 46-52, May 1990.

筆 者 紹 介

任 周 煥

1949年 2月 9日生

1972年 2月 서울공대 공업교육 (전자) (학사)

1979年 2月 서울대학교 대학원 (석사)

1984年 7月 독일 Braunschweig 공대 (박사)

1978年 1月～1979年 2月 한국통신기술연구소 연구원

1979年 10月～1984年 9月 독일 Braunschweig 공대 통신시스템연구소 연구원

1984年 10月～현재 한국전자통신연구소, 책임연구원, SW공학연구부 연구위원

朱 成 淳

1957年 8月 17日生

1980年 2月 한양대학교 전기공학과 (공학사)

1982年 2月 서울대학교 전기공학과 (공학석사)

1989月 2月 서울대학교 전기공학과 (공학박사)

1983年 2月～현재 한국전자통신연구소 패킷 S/W 개발실, 선임연구원