

主 題

교환기 개발 역사, 현황 및 전망

한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소 오 창 환, 이 형 호, 임 주 환

차 례

- I. 서론
- II. 교환기술 파라미터
- III. 교환기술 발달 과정
- IV. 교환기술 현황
- V. 교환기술 발전 방향
- VI. 결론

I. 서론

교환기는 1876년 미국인 A.G. Bell이 전화를 발명한 이래 전화통신망(PSTN: Public Switched Telephone Network)의 핵심노드로서 발전하기 시작하여 1960년대에는 데이터 통신을 위한 공중데이터 통신망(PSPDN: Public Switched Packet Data Network)의 패킷교환기로 발전을 거듭해왔다.

PSTN교환기와 PSPDN교환기의 기능을 하나의 교환기로 실현하기 위하여 1980년대부터 ISDN(Integrated Services Digital Network) 교환기가 탄생하게 되었다. 1990년대부터는 언제, 어디서, 누구와도 통신할 수 있도록 새로이 이동통신기술이 발달되면서 핸드오버, 위치관리, 위치등록 등의 기능을 갖는 이동교환기가 개발되어 널리 사용되어 오고 있다[1-3].

PSTN 및 ISDN 당에서는 교환방식으로서 STM(Synchronous Transfer Mode) 방식이 사용되어 왔으나 다양한 대역폭의 통신서비스 제공이 곤란하고 네트워크 효율이 저하되는 단점이 지적되

었다. 21세기 정보화사회의 통신기간망으로 주목받고 있는 초고속정보통신망에서는 이러한 STM방식의 단점을 보완하기 위하여 ATM(Asynchronous Transfer Mode)방식이 ITU-T 국제표준으로 채택되었다. 세계 각국에서는 21세기 정보통신산업의 경쟁력 확보를 위하여 초고속정보통신망의 핵심노드인 ATM교환기 개발에 심혈을 기울이고 있다. 또한, 통신대역폭 수요가 기하급수적으로 증가할 것으로 예상하고 있는 선진 각국에서는 초고속/대용량을 실현하기 위하여 광교환기술 확보에 박차를 가하고 있는 실정이다[4-5].

지금까지의 교환기는 물론 앞으로 개발될 교환기의 기술적 파라미터는 크게 4가지 즉, 교환기능, 사용자 서비스 기능, 네트워크 서비스 기능, 시스템 가격 경쟁력등으로 구분할 수 있다. 교환기기능은 교환기의 스위치가 담당하는 기능으로서 사용자 데이터를 원하는 가입자에게 전달해 주는 기능을 말한다. 사용자 서비스 기능은 사용자가 교환기를 통하여 서비스를 받고자 할 때 제공되는 사용자와 교환기간의 대화(인터페이스)기능으로 정의하고자

한다. 네트워크 서비스 기능은 망사업자가 망을 운용할 때 요구되는 각종 기능으로서 주로 망운용관리 기능 및 지능망 기능 등이 여기에 속한다. 마지막으로 시스템 가격 경쟁력은 개발된 교환기가 실제 정보통신망에 적용되기 위한 중요한 기술 파라미터로서 교환기 벤더로서는 다른 교환기와의 가격 경쟁력이 있는 교환기 개발에 노력해야 할 것이다.

본 고에서는 I장의 서론에 이어 II장에서는 교환기술 파라미터를 제시하고 III장에서는 본 고에서 제시하는 교환기술 파라미터를 기준으로 하여 교환기술 발달과정을 서술하고자 한다. IV장에서는 교환기술 현황으로 ATM교환기술을 기술하고 V장에서는 4가지 파라미터를 고려한 차세대 교환기술의 전망을 서술하며 VI장에서 결론을 맺고자 한다.

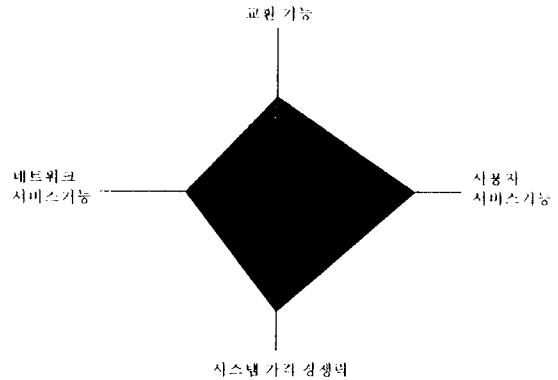
II. 교환기술 파라미터

교환기는 크게 스위치계와 제어계로 구분되어진다. 스위치계는 사용자 정보를 원하는 가입자에게 교환시켜주는 기능을 담당하며 교환방식에 따라 기계식, 전자식, 광교환방식 등으로 구분된다.

제어계는 프로세서가 구비되어 프로그램으로 각종 서비스를 제어할 뿐만 아니라 시스템 운용유지 보수 기능 등을 담당한다. 1878년에 처음으로 등장하기 시작했던 수동식 교환기에서는 사람(교환수)이 제어계를 대신하였고 두 가입자 포트를 연결시켜주는 리드선이 스위치계를 대신하였다.

지금까지의 교환기술 관련 자료들은 주로 교환방식 즉, 스위치 기술에 역점을 두어 서술해 오고 있다. 앞으로의 교환기술은 스위치의 속도 및 최대 용량 뿐만 아니라 가입자와 네트워크 운용자가 얼마나 경제적이고 편리하게 사용할 수 있는냐 하는 것도 중요한 기술적 파라미터로 작용할 것이다. 따라서, 본 논문에서는 (그림 1)에 표시된 네 가지 파라미터 즉, 교환기능, 사용자 서비스 기능, 네트워크 서비스 기능, 시스템 가격 등을 사용하여 교환기술을 서술하고자 한다.

(그림 1) 교환기술 파라미터



우선 교환기능은 얼마나 다양한 사용자 데이터 전송속도를 서비스 해 줄 수 있는냐는 것과 얼마나 많은 가입자를 동시에 서비스 할 수 있는냐 등에 관계되는 파라미터로서 주로 교환기의 인터페이스 장치와 스위치 장치에 연관 되어진다. 사용자 서비스 기능은 사용자가 교환기를 통하여 서비스를 받고자 할 때 제공되는 대화채널의 편리성이 어느 정도인가를 나타내는 파라미터로서 주로 교환기의 제어계 소프트웨어와 관련이 있다. 이는 기본 호처리 뿐만 아니라 다양한 통신서비스를 얼마나 편리하게 변경 및 추가할 수 있는냐를 나타낸다. 네트워크 서비스 기능은 망 사업자가 망을 운용할 때 요구되는 각종 기능 즉, 망사업자와 교환기 사이의 대화채널을 얼마나 쉽고 편리하게 수용하는 가를 나타내는 척도이다. 또한, 교환기의 부가서비스 기능 추가 및 지능망 기능 추가와 관련된 편리성 척도도 여기에 속한다. 여기서 지능망 기능 추가는 사용자의 편리성이 증진되므로 서비스 기능과도 관련이 있다. 끝으로 시스템 가격 경쟁력은 개발된 교환기가 실제 정보통신망에 적용되기 위한 중요한 기술 파라미터로서 교환기의 벤더로서는 다른 교환기

환기와 시장점유 경쟁력 확보를 위해서는 무엇보다도 중요한 파라미터이다.

III. 교환기술 발달 과정

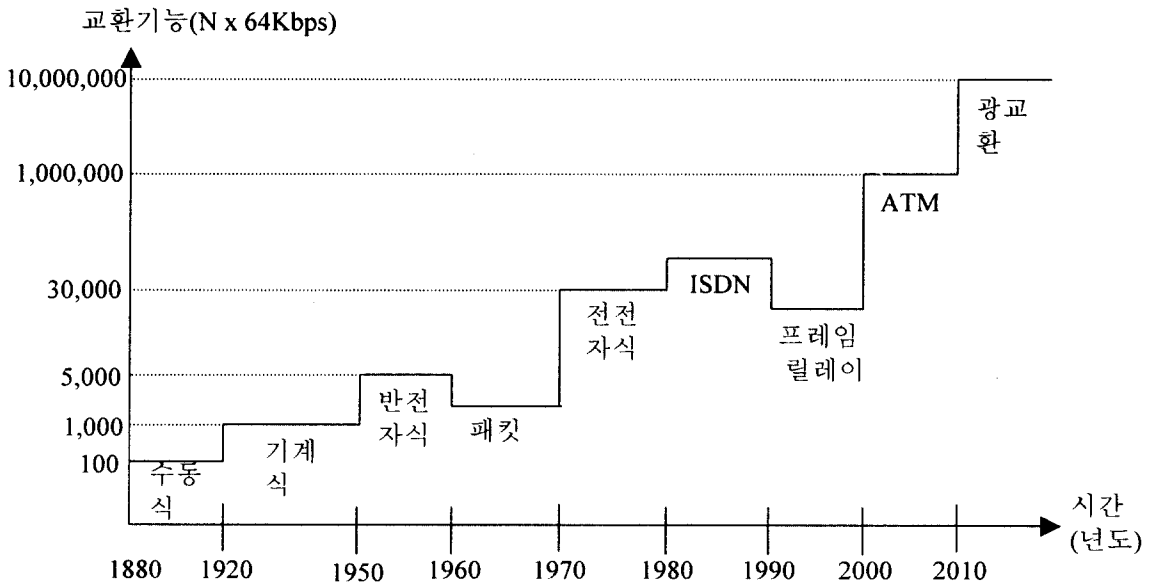
3.1. 교환 기능

교환기능은 크게 회선교환과 패킷교환으로 구분된다. 회선교환은 전화통신의 발전과 더불어 ISDN 교환기가 개발되기 전까지 하나의 가입자 선에 하나의 음성서비스만을 제공하여 왔다. 패킷교환기술은 컴퓨터기술이 발달되어 컴퓨터 수가 점점 늘어남에 따라 이들 사이의 통신이 요구되면서부터 본격적으로 개발되기 시작하였다. 교환기능은 음성서비스뿐만 아니라 저속에서부터 고속까지 다양한 속도의 통신서비스를 제공해 줄 수 있는 것과 얼마나 많은 가입자를 동시에 수용할 수 있는 것 등의 두가지 측면이 있다. (그림 2)는 교환기능의 발달과정과 함께 각 교환기능의 최대수용능력을 나타내고 있다. 본 그림에서 나타난 도표의 눈금 간격은 정확한 것이 아님을 밝혀 둔다.

교환기의 본격적인 역사는 Stroger가 만든 기계식 자동교환기로부터 시작되었다. 스트로저 자동교환기는 수동식 교환기에 비하여 교환기능을 획기적으로 증가 시킬 수 있었으며 발신가입자의 다이얼 펄스에 의해 각 단단(step-by-step)스위치를 접속하는 직접제어 시스템으로 개개 제어회로의 기능은 간단하지만, 시스템 전체로서는 사용능률이 낮고 동작시간이 길며 고장발생률 또한 높은 단점이 있었다. 반전자식 교환기에서부터 스위치계와 제어계로 구분하여 시스템을 구성하는 새로운 개념이 도입되었다. 반전자식 교환기에서는 제어계는 컴퓨터 기술을 도입하였으나 스위치계는 여전히 전기적 공간스위치 즉, 릴레이를 연결하여 구성하였기 때문에 이를 반전자시스템이라 불리운다. 1960년대부터 등장한 패킷교환기는 기존의 회선교환 개념이 아닌 가상 회선교환기능을 수용하여 이를 소프트웨어로 실현하였기 때문에 교환기 전체 용량은 감소되었으나 대역폭 사용 효율면에서는 회선교환기보다 훨씬 앞섰다고 말할 수 있다.

전전자식 교환기는 제어계뿐만 아니라 스위치계까지를 디지털로 구성하였다. 스위치계의 디지털

(그림 2) 교환기능 발달 과정



기술은 이미 그전부터 국간 전송에서 사용되어 왔던 펄스부호 변조(PCM: Pulse Code Modulation) 기술 원리를 이용한 타임스위치(time switch) 개발로 실현이 가능하게 되었으며 따라서 교환능력이 급격히 증가할 수 있었다. 우리나라에서도 1986년에 1만회선 용량의 TDX-1을 시작으로 TDX-1A를 거쳐 1988년에 2만회선 용량의 TDX-1B가 성공적으로 개발되었고 1991년에 10만회선 용량의 TDX-10을 개발함으로써 국내의 전화적체 해소는 물론 해외 수출을 통하여 우리나라의 통신기술을 세계에 알리는 계기가 되었다. 최근에는 TDX-10을 개량하여 새로운 교환기능뿐만 아니라 용량 또한 대폭 증가된 TDX-100교환시스템이 등장하게 되었다.

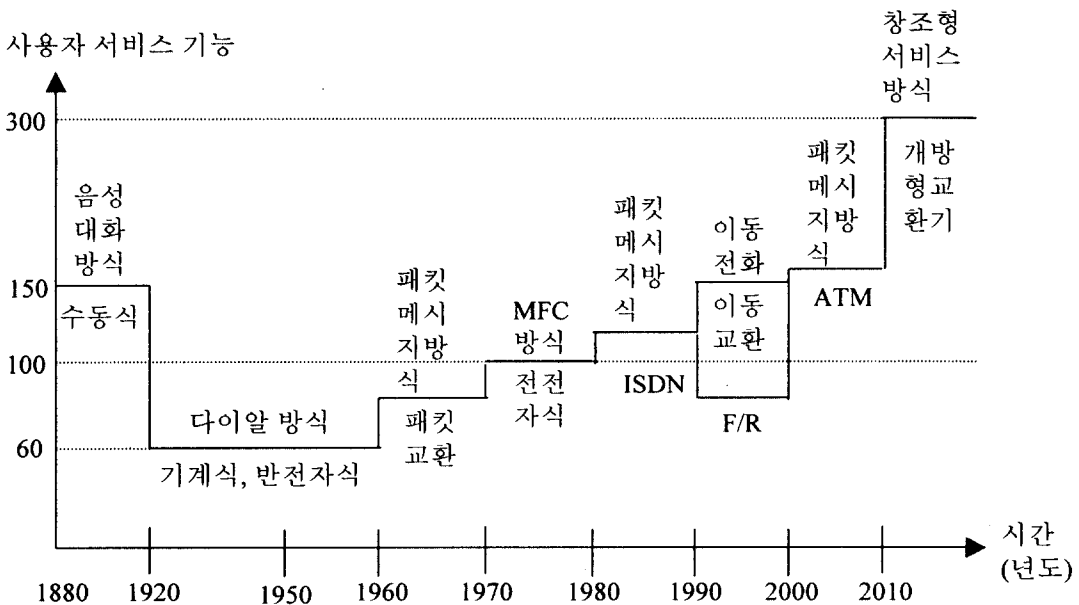
동일한 통신망을 통하여 회선교환서비스와 패킷교환서비스를 종합하여 제공할 목적으로 ISDN교환기가 탄생하게 되었다. 1990년 이후에는 데이터 서비스가 증가함에 따라 고속 데이터서비스 제공을 목적으로 Frame Relay교환기가 개발되었다. 패킷교환기에서는 link-by-link로 에러 검출 및 패킷 재전송기능이 이루어졌으나 Frame Relay기능에서는 이러한 기능들을 end-to-end로 처리토록 함으로써

보다 간단한 교환기능으로 폭 넓은 대역폭을 수용할 수 있었다. ISDN교환기에서부터 64Kbps의 음성서비스뿐만 아니라 16Kbps 및 64Kbps의 패킷서비스를 동시에 제공할 수 있었다. 그러나, 이러한 ISDN교환기는 고화질의 동영상과 초고속데이터 서비스를 제공할 수 없기 때문에 새로이 ATM교환기가 탄생하게 되었다. 모든 사용자 데이터를 고정길이의 ATM셀로 분할하여 전송 및 교환시키는 ATM교환기는 세계 각국에서 활발히 개발되고 있으며 바야흐로 2000년부터 초고속정보통신망의 기간을 이룰 것으로 예상된다. 현재의 실험실 기술 수준으로 160Gbps ~ 1 Tbps급의 ATM교환기가 개발되고 있으나 정보화사회가 본격적으로 실현되는 2010년대에는 가입자당 Gbps급 링크가 요구될 것으로 예상되어 수십 Tbps ~ 수백 Tbps급의 스위치용량이 요구되므로 광교환기 수요가 급증할 것이다.

3.2. 사용자 서비스 기능

사용자 서비스 기능이라 함은 사용자가 교환기를 통하여 어떠한 통신서비스를 받고자 할 때 요구되는 대화채널 기능을 의미한다. 이러한 대화채널

(그림 3) 사용자 서비스 기능 발달 과정



은 음성대화 방식, 다이얼 방식, MFC(Multi-Frequency Code)방식, 패킷메시지 방식 등으로 발전 되어 왔으며 차세대 교환기에서는 창조형 서비스 방식 등으로 전개되어 나아갈 것이다. (그림 3)은 전전자식 교환기의 사용자 서비스 기능 파라미터를 100으로 기준할 때 시대적으로 변화해 온 각각의 교환기의 사용자 서비스 기능 파라미터를 상대적으로 표시한 것이다. 본 그림에서 나타낸 도표의 눈금 간격은 정확하지 않다. 수동식 교환기에서는 가입자가 교환기를 통하여 서비스를 요구할 때 다이알링이나 Call set up 메시지를 송신하는 것 대신에 교환수와의 음성대화로서 원하는 가입자와 통신할 수 있었기 때문에 사용자 서비스 기능값은 현재의 전전자식 교환기보다 오히려 높다고 말할 수 있다. 기계식 및 반전자식 교환기에서는 로터리식 전화기를 통하여 다이알 펄스를 교환기에 송신해야 되었기 때문에 서비스를 받는데 까지의 시간이 오래 걸렸으며 또한 다양한 부가서비스 기능도 보유하지 못함으로써 지금까지의 교환기 중에서 가장 낮은 사용자 서비스 기능값을 갖는다.

패킷교환기에서는 Call set up 메시지를 통하여 사용자가 서비스를 요구하며 제어메시지를 통하여 교환기와 단말사이에 서비스 제어를 수행할 수 있는 장점이 있다. ISDN교환기와 ATM교환기에서도 패킷교환기와 마찬가지로 메시지를 통하여 사용자 서비스를 요구하며 이들 교환기들은 회선교환서비스뿐만 아니라 패킷교환서비스까지 제공할 수 있다는 측면을 고려하여 기존의 패킷교환기보다 사용자서비스 기능값을 높게 설정하였다. 전전자식 교환기에서는 MFC다이알링이 가능해짐으로써 서비스 요구시간이 짧아졌을 뿐만 아니라 단축다이알, 모닝콜, 호전환, 호대기 등의 특수서비스도 제공할 수 있게 되었다. 이동교환기의 개발로 언제 어디서 누구에게나 통신할 수 있는 이동전화 시대가 열렸으며 이로 인해 사용자 서비스 기능은 한층 더 개선되었다. 지용망 기술의 발달로 사용자의 편리성이 증진되었을 뿐만 아니라 이동전화망에서의

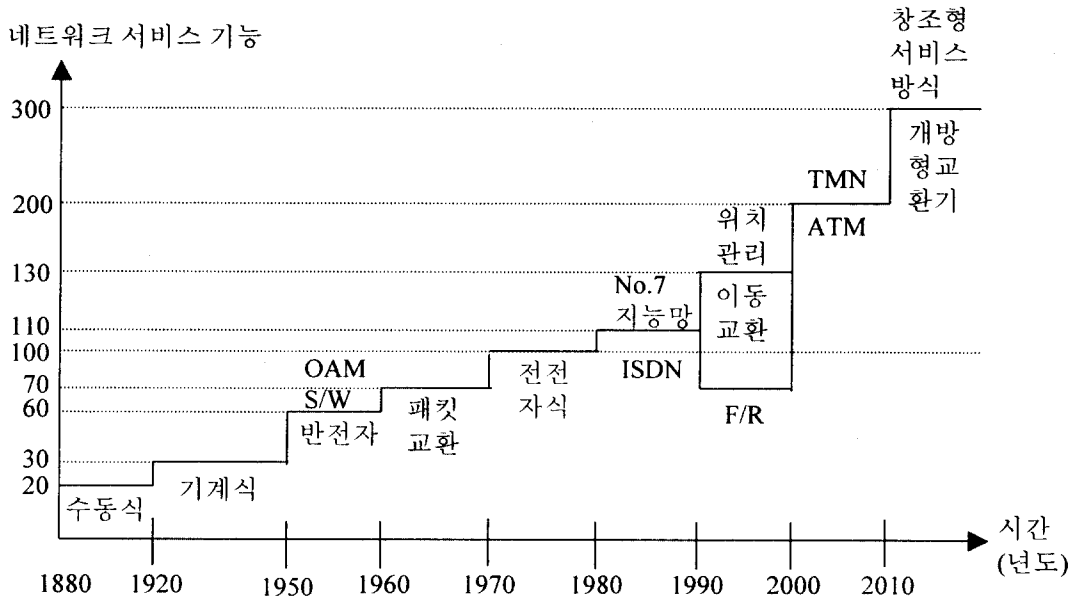
위치관리 및 위치등록 등의 데이터 관리 기능에도 많이 활용되었다.

지금까지의 교환기는 주로 호처리 관련 프로그램과 M&A(Maintenance and Administration)프로그램으로 이루어져 있으며 교환기 벤더 고유의 소프트웨어 구조를 가지고 있기 때문에 기존 교환 소프트웨어에 새로운 기능을 추가하고자 할 경우에는 관련 소프트웨어 기능 전체를 수정해야 하는 어려움이 있다. 또한, 일반가입자들은 교환기측에서 제공하는 서비스만을 사용해야 함으로 인해 새롭게 요구되는 다양한 서비스를 수용하기가 곤란한 실정이다. 차세대 교환시스템에서는 서비스플랫폼을 구축하여 모든 응용소프트웨어가 Plug & Play 개념으로 동작될 수 있을 뿐만 아니라 Active Network개념을 도입함으로써 사용자가 원하는 서비스를 생산해 낼 수 있는 창조형 서비스 방식이 가능해 짐에 따라 사용자 서비스 기능은 지금까지의 교환기와 비교하여 현저히 개선될 것으로 예상하고 있다. 또한, 교환기내에 고도의 HMI(Human Machine Interface)기능을 장착 시킴으로써 수동식 교환기에서와 같이 대화형식으로 모든 서비스 제공이 가능해 질 것이다.

3.3. 네트워크 서비스 기능

앞에서 설명한 바와 같이 네트워크 서비스 기능은 망사업자 입장에 본 망운용 편리성을 나타낸다. (그림 4)에서는 각 교환기의 네트워크 서비스 기능을 상대값으로 표시한 것이다. 본 그림의 눈금 간격은 정확하지 않다. 수동식과 기계식에서는 소프트웨어 프로그램이 장착되지 않으므로 시스템 상태를 오퍼레이터가 쉽게 조사할 수 있는 기능을 보유하지 못하였다. 본격적인 네트워크 서비스는 제어계에 소프트웨어 프로그램이 장착되기 시작했던 반전자식 교환기에서부터였다. OAM(Operations And Maintenance)소프트웨어가 교환기내에 구비되면서부터 네트워크 운용자는 교환기의 fault, error, fail 상태 등을 조사하여 이에 즉각적으로 대응할 수 있게 되었다. 1970년대에 전전자식 교환기

가 등장하였고 1980년대에는 ISDN교환기가 출현하였다. PSTN 및 ISDN교환기에서 No.7공통선 신호(그림 4) 네트워크 서비스 기능 발달 과정



방식을 이용한 지능망 서비스까지 가능하게 되었으며 이동교환기에서는 hand-off 서비스를 위한 위치관리 및 위치등록 서비스 제공이 가능해졌다.

ATM교환기에서는 TMN(Telecommunications Management Network)개념이 도입되어 새로운 네트워크 서비스 시대가 도래되었다. TMN에는 크게 5계층 즉, EL(Element Layer)계층, EML(Element Management Layer)계층, NML(Network Management Layer)계층, SML(Service Management Layer)계층, BML(Business Management Layer)계층 등으로 이루어져 있다. ATM교환기에서는 고장관리, 성능관리, 구성관리, Accounting관리, 보안관리, 트래픽 관리 등을 수행하며 이러한 관리정보는 MIB(Management Information Base)형태로 TMN에 전달된다. 차세대 교환기인 개방형 교환기에서는 Active Network개념을 도입하여 망관리뿐만 아니라 각종 부가서비스는 물론 새로운 네트워크 서비스 창출도 쉽게 가

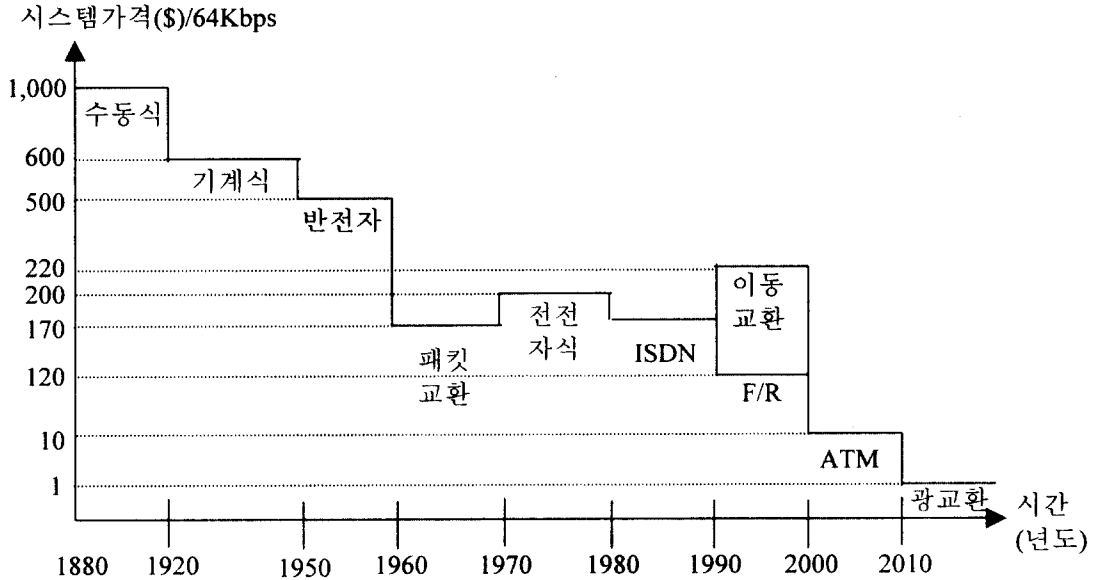
3.4. 시스템 가격 경쟁력

어떤 교환기가 다른 교환기와의 시장 경쟁에서 우월성을 갖기 위해서는 가입자당 시스템 가격이 저렴해야 한다. (그림 5)는 64Kbps 음성전화 서비스 가격을 기준으로 하여 교환기의 시스템가격 변동 과정을 나타내고 있다. (그림 5)에서 나타내고 있는 시스템 가격은 실제적으로 정확하지 않고 개략적인 흐름을 표시하였으므로 보다 상세한 시스템 가격 변동 과정은 추후 연구과제로 계속 연구되어야 한다. 또한, 본 그림의 눈금 간격도 정확하지 않음을 밝혀둔다. 시스템 가격이 대폭적으로 절감되었던 시기는 디지털 기술을 이용한 전전자교환기 부터이다. 패킷교환기가 전전자식 교환기보다 가격이 낮게 설정된 것은 패킷교환기의 특성인 통계적 다중화 효과를 고려했기 때문이다. ATM교환기에 접어들어 반도체 기술이 급격히 발전하게 됨에 따라 하드웨어 가격이 저하되었으며 이에 따라 전체적인 시스템 가격 또한 낮아지게 되었다.

2000년대 이후에는 광고환기가 상용화되기 시작할 것이며 광고환기술이 보편적으로 사용되기 시작되는 시점에서는 시스템가격 경쟁력은 더욱 높아질 것이다.

다. 현재 세계 각국에서는 PSTN 및 ISDN교환기, 패킷교환기, 프레임 릴레이 교환기 등이 개발되어 사용되고 있으나 이들 교환기술에 관해서는 참고 문헌[3]을 참고하기 바람과 본 고에서는 교환기술

(그림 5) 시스템 가격 변동 과정



템 가격 변동 과정

현황으로서 ATM교환기의 개발현황에 대하여 기술하고자 한다.

IV. 교환기술 현황

반도체 및 광전송 기술의 비약적인 발전으로 기존의 음성, 데이터, 정지영상 뿐만 아니라 고속 데이터 서비스 및 동영상 서비스 등을 유연하게 제공할 수 있는 광대역종합정보통신망(B-ISDN)의 실현이 가능해졌다. 최근에는 무선통신 기술의 발달로 언제, 어디서, 누구와도 고속으로 데이터를 송수신할 수 있는 이동 및 위성 통신기술이 세계적으로 각광을 받고 있다. 또한, 인터넷의 폭발적인 확산으로 정보통신 인프라에서 요구되는 대역폭은 기하급수적으로 증가하고 있다. B-ISDN망, 무선망, 인터넷 망 등을 통합하여 서비스하기 위해 ITU-T에서는 ATM기술을 표준 통신방식으로 권고하고 있

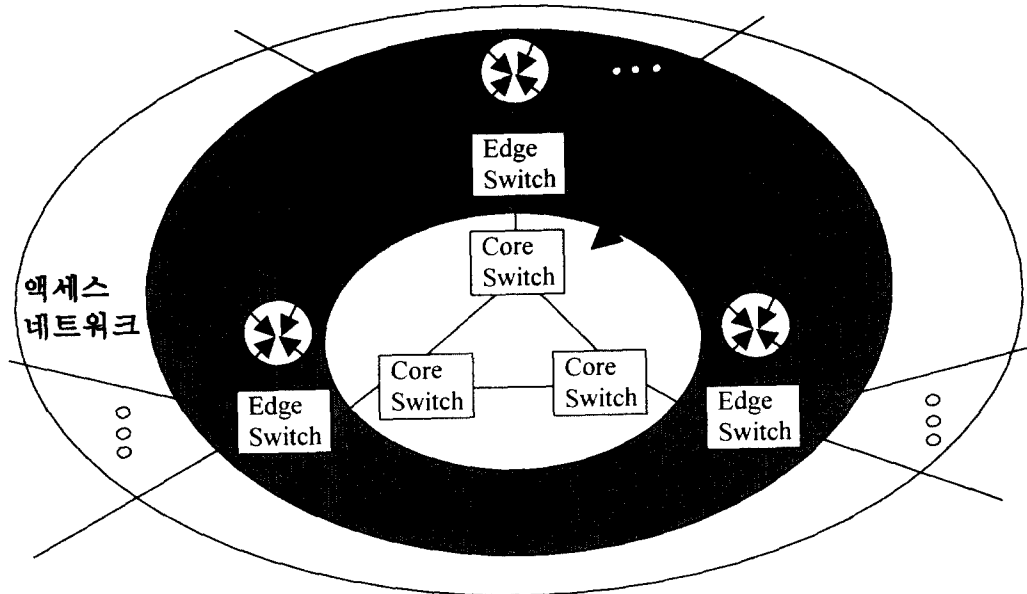
4.1. ATM 네트워크 구성

정보통신서비스는 연결방식에 따라 크게 두 가지 즉, 연결형서비스와 비연결형 서비스가 있다. 연결형 서비스는 지금까지 통신사업자들이 제공해 왔던 서비스로서 대표적으로 전화서비스를 들 수 있다. 비연결형 서비스는 패킷통신 서비스로부터 발전하여 현재 인터넷 서비스에 이르고 있다. 이들 두 서비스는 트래픽 특성이 서로 다르고 이용자들 또한 서로 다른 그룹이었으므로 별개의 망 개념으로 발전을 거듭해 왔다. ISDN망에 이르러 ISDN교환기를 통하여 전화서비스와 패킷 서비스가 동시에 제공이 가능해졌다. ATM교환기 개발을 계기로 ATM네트워크는 모든 연결형 서비스는 물론 비연

결형 서비스인 LAN통신서비스, 고속 데이터 서비스, 인터넷 서비스 등을 제공하려 하고 있다[6-7].

(그림 6)은 ATM네트워크 구성을 보여주고 있다. ATM네트워크는 액세스 네트워크, 저속 멀티 서비스 네트워크, 초고속 백본 네트워크 등으로 구성된다.

(그림 6) ATM 네트워크 구성



액세스 네트워크는 가입자 혹은 가입자 망으로부터 Edge Switch 사이의 망을 일컬으며 멀티미디어 서비스의 기틀을 이룬다고 말할 수 있다. Edge Switch와 Core Switch 사이의 네트워크는 저속 멀티 서비스 네트워크로서 인터넷서비스를 위한 고속 라우터와 ATM교환기가 서로 공존하면서 각종 멀티미디어 서비스를 제공한다. 초고속 백본 네트워크는 대용량/초고속 ATM교환기가 서로 연결되어 ATM네트워크의 근간을 이룬다.

ATM망을 기반으로 하여 데이터 서비스를 위한 프로토콜들 즉, LAN에 물레이션, MPOA(Multiprotocol over ATM), IPOA(Classical

IP over ATM), NHRP(Next Hop Resolution Protocol)등이 제안되어 연구되어 오고 있다. LAN 에멀레이션은 기존의 이더넷이나 토큰링 LAN응용 프로그램을 변경 없이 ATM망에서 사용할 수 있도록 MAC프레임을 ATM망에 전달하는 프로토콜이다. MPOA는 네트워크 계층 경로 계산과 트래픽

forwarding을 분리하는 가상 라우팅 기법을 채택하여 ATM망 환경에서 2계층 브리징과 3계층 라우팅 기능을 동시에 제공하기 때문에 ATM망 및 기존 LAN에 접속된 단말간에 라우터 개입 없이 종단간 통신이 가능하도록 해준다. IPOA와 NHRP는 서버로부터 IP주소에 대응된 ATM 주소를 얻어 가상연결을 설정한 후 IP 패킷을 전달하는 서버 기반 프로토콜이다. 본 고에서는 인터넷 서비스를 위한 인터넷 스위치와 ATM교환기를 분리하여 교환 기술의 현황을 기술하고자 한다.

4.2. 인터넷 스위치 기술 현황

ATM네트워크를 통한 인터넷 서비스에는 앞에서 설명한 오버레이 구성 외에 ATM교환기와 연

동하여 인터넷 데이터를 전달 및 교환하는 인터넷 스위치 기술이 알려지고 있다. 본 고에서 인터넷 스위치라 함은 ATM스위치의 고속성을 활용하면서 라우팅 기능만을 수행하는 별도의 스위치를 의미한다.

입실론 IP스위치는 ATM스위치에 IP라우터를 접속한 형태로 구성되며 ATM스위치를 통하여 라우터로 입력된 패킷은 통상의 라우터와 동일한 방식으로 처리된다. 이 때 라우터가 연속된 동일 경로의 패킷 흐름을 감지하면 연속된 패킷은 라우터를 거치지 않고 ATM 스위치를 통하여 직접 전달될 수 있도록 가상연결을 설정함으로써 통상의 라우터에 비하여 성능을 개선할 수 있는 기술이다 [8].

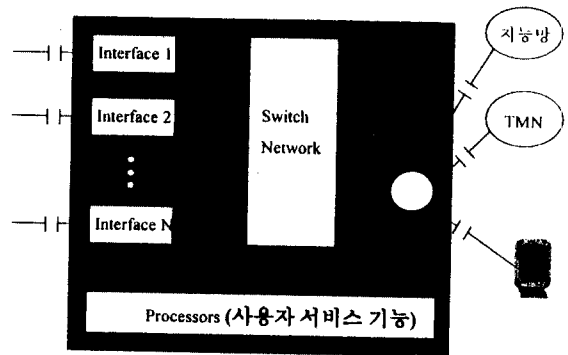
태그 스위치는 Cisco회사에서 제안한 방식으로서 태그 에지 라우터에서 라우팅을 처리하고 태그 스위치는 단순히 스위칭만을 수행하게 함으로써 성능을 높일 수 있는 방식이다. 태그를 ATM셀의 VCI값으로 대응시킬 경우 ATM 스위치를 태그 스위치로 활용할 수 있으며 에지 라우터는 통상의 3계층 라우팅 기능을 수행하므로 2계층만으로 구성된 망의 확장성 한계를 극복할 수 있다. 또한 동일한 목적지를 향하는 패킷에는 동일한 태그를 할당하므로 흐름 기반 방식과는 달리 과도한 가상채널이 요구되지 않는다.

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 IETF에서 표준화를 진행하고 있는 프로토콜로서 에지 라우터와 레이블 스위치로 구성된다. 에지 라우터는 망에 입력되는 트래픽에 레이블을 할당하여 스위치로 전달하고 레이블 스위치는 레이블에 의하여 트래픽의 forwarding을 수행한다. 레이블의 할당은 3계층 프로토콜과 독립적이므로 다양한 3계층 프로토콜을 지원할 수 있을 뿐만 아니라 프레임 릴레이, 이더넷, SONET 등 다양한 망에 적용할 수 있다.

4.3. ATM 스위치 기술 현황

앞에서 설명한 바와 같이 ATM교환기는 기능에

따라 크게 Edge Switch와 Core Switch로 구분된다. Edge Switch는 다양한 인터페이스를 제공해야 하며 Core Switch는 초고속/대용량 교환능력이 요구된다. (그림 7)은 ATM교환기의 개념도를 나타내고 있다. 앞 장에서 설명한 바와 같이 교환기의 기술 파라미터에는 교환기능, 사용자 서비스 기능, 네트워크 서비스 기능, 시스템 가격 경쟁력 등이 있다. 교환기능은 (그림 7)에서와 같이 인터페이스와 스위치 네트워크기능과 많은 관련이 있으며 사용자 서비스 기능은 프로세서와 소프트웨어 기능 등에 달려 있다. 네트워크 서비스 기능에는 지능망과의 인터페이스 기능은 물론 TMN 서비스 기능 뿐만 아니라 오퍼레이터와의 인터페이스도 중요한 요소로 작용한다. 본 고에서는 현재 국내에서 개발 중인 HANbit ACE ATM교환기와 제외국의 ATM (그림 7) ATM 교환기 개념도



교환기들의 기술 파라미터를 비교하고자 한다.

4.3.1. 교환 기능

일반적으로 Edge Switch는 2 ~ 20 Gbps급의 스위치 용량을 가지며 트래픽 집선 및 분산 기능을 주로 담당한다. Edge Switch에는 Stratacom BPX, Alcatel 1100 HSS, Cascade Model 500, Cisco Lightstream 1010, FORE ASX 1000, IBM 2230 N-ways, NEC AtomNet M7, Newbridge 36150, Nortel Passport, Stratacom IGX 등이 있다. Core Switch는 10 Gbps ~ 1 Tbps 급의 스위치 용량을 가지며 초고속 성능의 백본 기능을 제공한다. 또한, Data Throughput, Processing Power 측면의 scalability 제공과 함께 ATM망과 타 망 사이의 인터워킹 기능도 제공할 수 있어야 한다. Core Switch에는 Alcatel 1000 AX, Fujitsu Fetex 150 ESP, GDC Apex Strobos, IBM 2220 N-ways, Lucent Tech. Globeview 2000, NEC America M20, Newbridge 36170, Nortel Concorde, Siemens 36190 등이 있다. 교환기능은 크게 스위치 분야, ATM 정합분야, 비 ATM정합분야, 트래픽제어 분야 등으로 구분하여 설명하고자 한다.

(1) 스위치 분야

현재 세계적 수준의 ATM교환기는 최대 80 Gbps 의 throughput을 가지며 추후 1년 이내에 160 Gbps까지 확장할 계획을 발표하고 있다. 또한, 향후 2 ~ 3년 이내에 640 Gbps까지 제공 가능한 시스템을 개발하겠다는 계획이 보고되고 있다. AT&T, NTT, Fujitsu 교환기의 스위치 모듈 처리율이 20 Gbps로 발표되고 있으며 HANbit ACE교환기는 5G ~ 40Gbps의 throughput을 가지고 있고 1999년도에는 160Gbps throughput의 교환기를 개발할 예정이다. HANbit ACE 교환기의 스위치 방식은 공통버퍼 방식을 채택하고 있으며 이는 제외국의 다른 교환기에서도 널리 사용되고 있는 방식이다. NTT교환기는 Crosspoint Input Output 스위칭 방식을 채택하고 있다.

(2) ATM 정합 분야

Core Switch는 DS1/E1, DS3/E3, STM-1, STM-4

급의 ATM 정합 기능을 지원하고 있으며 Edge Switch는 25 Mbps UTP, 100 Mbps(TAXI), n x T1(Inverse Multiplexing over ATM), LAN Emulation, Ethernet, Token Ring, Classical IP 등과 같이 다양한 인터페이스를 제공하고 있다. 한 개의 ATM 정합카드에서 제공하는 포트수는 STM-1 기준으로 1개(Newbridge 36170, Fujitsu Fetex 150, IBM 2220 N-ways 등), 2개(HANbit ACE), 4개(Lucent GlobeView 2000, GDC Apex, Hitachi AMS 5010 등), 8개(Stratacom BPX)로 구현되어 있다. 그러나, ATM정합카드의 크기가 교환기마다 서로 다르므로 포트수만으로 하드웨어 밀집도를 정확히 비교할 수는 없다. 링크 당 제공 가능한 최대 연결 수로는 Siemens 36190, Magellan Concorde 교환기가 최대 4,096개를 지원할 수 있으며 GlobeView 2000은 512개, HANbit ACE 교환기는 1,024개를 최대로 지원할 수 있다. 일반적으로 ATM 정합기능은 사용자의 선택에 따라 물리층의 이중화가 가능하도록 구성되어 있으며 특히 Core Switch에서는 이중화 기능이 주요 기능으로 간주되고 있다.

(3) 비 ATM 정합 분야

ATM교환기가 제공하는 비 ATM 정합기능에는 Frame Relay, FUNI, Circuit Emulation, ISDN 정합 기능 등이 있다. 비 ATM인터페이스 서비스의 최대 전송속도는 대부분 T1/E1 정도이지만 Alcatel 1000 AX 기종과 HANbit ACE 기종은 45Mbps까지 수용한다. AAL2에 의한 VTOA(Voice and Telephony over ATM)기능 관련 권고안이 현재 I.363.2에서 표준화 작업 중에 있으며 세계 각국의 ATM교환기는 표준화가 완성되는 시점부터 이를 수용하고자 노력하고 있다.

(4) 트래픽제어 분야

대부분의 ATM교환기가 ATM Forum에서 정의한 5가지의 트래픽 클래스 즉, CBR, RT-VBR, NRT-VBR, UBR, ABR 등을 모두 지원하고 있다. HANbit ACE 교환기는 현재 ABR서비스가 지원되고 있지 않으나 트래픽제어 기능을 보완함으로써

1999년 초부터는 상기 모든 트래픽 클래스를 지원할 예정이다.

4.3.2. 사용자 서비스 기능

사용자 서비스 기능을 제공하기 위한 프로세서 구조에 대해서 우선 서술하고자 한다. 대부분의 ATM교환기는 분산 프로세서 구조를 가지며, 메인 프로세서와 하드웨어 장치 제어용의 Peripheral Processor로 구성된다. 메인 프로세서는 호제어와 신호처리를 담당하는 호처리용 프로세서와 OAM 프로세서로 이루어진다. 신뢰성을 고려하여 각 교환기마다 독특한 이중화 제어방식을 채택하고 있다. ATM 교환기의 분산 프로세서간의 통신방식은 분산 컴퓨터 환경에서 사용되는 고속통신망(고속 Ethernet)을 활용하는 방식과 ATM셀을 기반으로 ATM 스위치 경로를 활용하는 방식으로 대별되고 있으나 최근의 교환기에서는 HANbit ACE 교환기에서와 마찬가지로 주로 후자의 방식을 채택하고 있다.

Signaling Capability는 대부분의 교환기가 UNI3.0, UNI3.1, IISP(PNNI Phase 0), NNI, B-ICI, Q.2931을 제공하고 있으며 UNI4.0과 PNNI(Phase 1)기능도 제공할 예정이다. HANbit ACE 교환기에서는 UNI3.0 기능을 제외한 대부분의 기능을 1998년 상반기까지 제공할 예정이다. PVC(Permanent Virtual Circuit), SVC(Switched Virtual Circuit), Multicast 서비스는 대부분의 제외국 교환기가 제공하고 있으며 HANbit ACE 교환기에서는 고정모드와 예약모드의 점대점 PVC와 고정모드의 점대 다중점 PVC 및 점대점과 점대 다중점 SVC 기능을 모두 제공한다. Siemens 36190과 HANbit ACE교환기는 DDI, MSN, CLIP, CLIR, COLP, COLR, SUB, UUS, CUG 등의 부가서비스를 제공할 수 있다. PVC와 SVC에 대한 Automatic Re-establishment 기능은 대부분의 교환기가 제공하며, HANbit ACE 교환기에서도 Soft PVC와 PNNI에서 Crank-back에 의한 Automatic Re-establishment 기능을 1998년 상반기까지 제공할 예정이다.

4.3.3. 네트워크 서비스 기능

네트워크 서비스 기능에는 지능망, 운용보전, TMN 분야가 있으나 본 고에서는 운용보전과 TMN 분야에 대하여 기술하고자 한다.

(1) 운용보전 기능

GlobeView 2000의 운용보전 구조에서는 SM(Service Module) 또는 AM(Access Module)이 서로 상호 연결되고 Management Module은 하나 이상의 SM 또는 AM을 관장한다. Siemens 36190은 교환노드와 Q3 interface를 구성하면서 운용을 담당하는 46020 시스템을 따로 두고 있다. 프로그램 Upgrade를 위하여, GlobeView 2000에서는 별도의 디스크를 시스템 내에 구성 요소로 실장 시키고 있지 않으나, Siemens 36190은 시스템에서 생성되는 데이터와 관련된 데이터 저장을 위해 별도의 디스크를 장착 시키고 있다. 이들 두 시스템에서는 빠른 upgrade를 위하여 호처리 프로세서에 Flash EPROM을 든 것이 특징적이다.

HANbit ACE 교환기에서는 OMP(Operation and Maintenance Processor)프로세서 제어하에 SMU(Storage Media Unit)를 두어 프로그램 로딩 데이터, 통계, 과금 데이터 등을 저장한다. SMU는 각종 중요 데이터 정보의 무결성을 보장하기 위해 디스크 제어모듈이 이중화 구조를 가지고 있으며 하드디스크의 미러링(Mirroring)기능을 기본적으로 지원하기 위해 내부적으로 이중화 구조를 갖는다. 즉, 두개의 디스크 제어모듈, 두개의 하드디스크 모듈, 그리고 두개의 이동식 디스크 모듈로 구성된다. HANbit ACE 교환기에서는 HMI기능을 위해 텍스트, GUI(Graphical User Interface)뿐만 아니라 음성 합성 및 인식 기능을 제공하고 있다. 또한, 교환기에 긴급한 경보 상태 발생시 시스템 주변에 운용자가 없을 경우에도 해당 운용자의 호출기에 해당 경보 메시지의 코드를 전송할 수 있는 페이저 기능도 제공 가능하다.

(2) TMN 기능

현재 Network Management Protocol로서 고려되

고 있는 Protocol은 CMIP(Common Management Information Protocol)과 SNMP(Simple Network Management Protocol) 등이 있다. 일반적으로 Core Switch에서는 CMIP을 채택하고 Edge Switch에서는 SNMP를 장착하고 있다. 이는 프로토콜 구조가 간단하고 상대적으로 개발이 용이한 SNMP를 우선 선택했다는 점과 이미 많은 상용 펌드의 망구성 요소들이 SNMP를 지원하고 있다는 점이 고려되었다고 말할 수 있다. Fujitsu, IBM, NEC, NTT 등은 TMN CMIP을 중심으로 망 관리 프로토콜을 개발 중이며, Hitachi, Lucent Technologies, Nortel, New Bridge, Alcatel 등은 TMN CMIP과 SNMP 모두를 개발하여 교환기마다 선택적으로 장착할 수 있도록 구성하였다.

HANbit ACE교환기는 국제 표준화 권고 기준인 공중망용 CMIP 프로토콜을 사용하고, TMN 기반의 망관리 시스템 개발로 통신망에 대한 계층적 관리가 가능하게 되었다. 또한, TMN 시스템에 장애가 발생할 때 자동적으로 복구되며, 운용자에게 시스템 운용의 편리성을 제공하기 위한 최신행의 GUI 기능이 구현되어 있다.

4.3.4. 시스템 가격 경쟁력

앞에서 설명한 바와 같이 ATM교환기는 64Kbps 서비스당 10\$ 정도로서 기존의 전전자교환기 및 ISDN교환기에 비하여 현저히 가격이 감소되었음을 알 수 있다. ATM교환기에서는 가격 비교의 기본 단위가 포트 당 가격으로 계산되고 있다.

우선 Core Switch로 동작하며 STM-1 링크로 Full실장 시 GlobeView 2000, Newbridge 36170, HANbit ACE 64 교환기는 포트 당 \$20,000 ~ \$30,000로 알려져 있다. 한편, 이들 교환기에 DS-3 링크로 Full실장 시에는 포트 당 \$8,000 ~ \$14,000이 된다. Edge Switch로 동작할 경우에는 Core Switch 만큼의 신뢰성이 요구되지 않으므로 STM-1 링크로 Full실장 시 앞의 교환기 가격은 포트 당 \$7,000 ~ \$20,000으로 감소된다. 또한, DS-3 링크로 Full 실장 시에는 포트 당 \$5,000 ~ \$12,000으로 역시 가격이 절감될 수 있다.

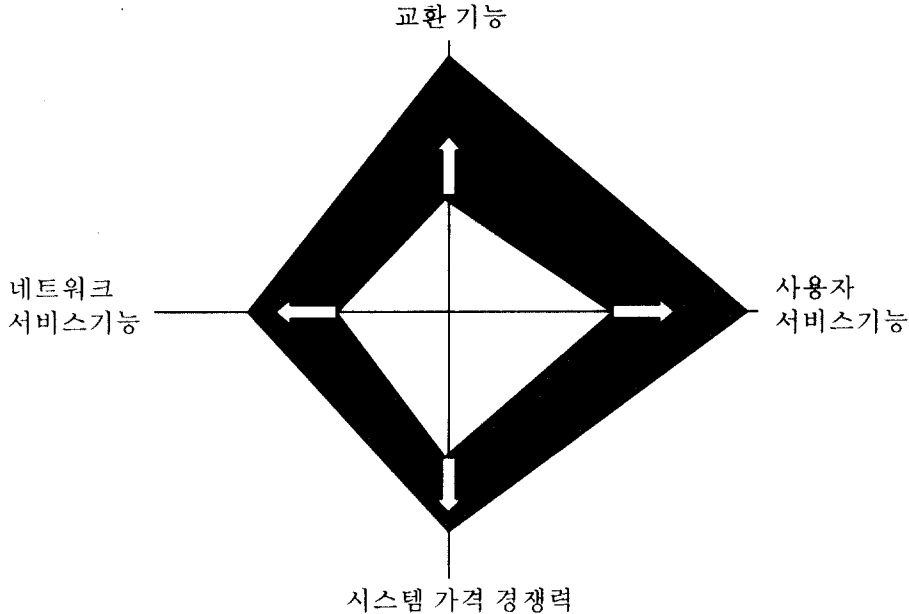
현재까지 공중망에는 약 12,000개의 ATM교환기가 설치되어 약300,000 포트가 서비스 중에 있거나 서비스 예정에 있다. 실제적으로 ATM교환기가 공중망에 설치되기 시작한 때는 1994년부터 인 점을 고려하면 초기 STM 교환기의 시장 형성보다 빠른 속도로 ATM 교환기의 시장이 형성되고 있다는 것을 알 수 있다. ATM교환기의 시스템 가격 경쟁력을 증진시키기 위해서는 하드웨어 장치들을 보다 고집적화 된 ASIC으로 구현함으로써 down-sizing시켜야 한다. 또한, 소프트웨어 개발 비용은 물론 운용 비용까지 포함하는 전체 소프트웨어 가격도 한층 절감시킴으로써 세계 교환기 시장에서 경쟁력을 갖추어 나아갈 수 있을 것이다.

V. 교환기술 발전 방향

차세대 교환기술은 (그림 8)과 같이 교환기술의 파라미터 값이 현재의 수준에서 더욱 확대되는 형태로 발전될 것이다. 우선 교환기능을 살펴보자. 21세기에 접어들어 정보화 사회가 확산되면 각 가입자로부터의 대역폭이 수백 Mbps ~ 수 Gbps로 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 교환기의 교환기능도 수 Tbps ~ 수십 Tbps 급으로 대폭 확충되어야 할 것이다. 2000년대 이후의 Tbps급 스위치를 개발하는 것에는 두 가지 접근 방식이 거론되고 있다. 그 하나는 현재의 전기적 ATM스위치 기술을 이용하여 고밀도 실장기술을 통한 초고속 스위치 개발을 목표로 하는 것이고, 다른 하나는 전기적 스위치는 초고속 용량의 한계가 있다는 점을 인식하여 광스위치로 대체하는 접근방식이다. 본 고에서는 교환기능 확충방식으로 광스위치 기술에 관하여 간단히 서술하고자 한다.

두 번째로 사용자 서비스 기능도 확충되어 음성, 데이터, 동영상 서비스뿐만 아니라 가입자 및 네트워크 사용자가 새로운 서비스를 자유 자재로 창조하여 교환기에 부가 시킬 수 있는 창조형 서비스 방식이 개발될 것이다. 창조형 서비스 중에는 전자비서 서비스, 컴퓨터/전화 통합서비스, 음성/텍

(그림 8) 교환기술 발전 방향 모델



스트 번역 서비스 등이 실현될 것이며 가상현실/입

체 영상 서비스, 원격 검진/교육 서비스 등뿐만 아니라 핸디캡 서비스도 등장할 것이다.

세번째로 네트워크 서비스 기능분야에서는 현재의 TMN 기능이 더욱 발전되어 네트워크 운용 관리자가 모든 네트워크를 원격으로 제어할 수 있을 것이며 또한, 오퍼레이터는 텍스트뿐만 아니라 음성으로도 자유 자재로 교환기의 운용 유지 보수 명령을 수행시키고 또한 음성 및 영상으로 시스템 상태를 알려 줄 수 있는 기능으로 발전되어 나아갈 것이다. 지능망 관련 서비스들은 현재의 서비스뿐만 아니라 개인과 단말의 이동성이 보장되는 UPT 서비스로 확대될 것이다. 시스템 가격 경쟁력 분야는 앞으로의 통신시장이 완전 개방된다는 점을 감안해 볼 때 교환기 시장 점유를 위해서는 더욱 중요시 될 것이다. 본 고에서는 교환기술 발전 방향으로서 교환기능 분야의 광교환기술과 사용자 서비스 기능 분야의 창조형 서비스 방식을 소개하고자 한다.

5.1. 광 교환 기술

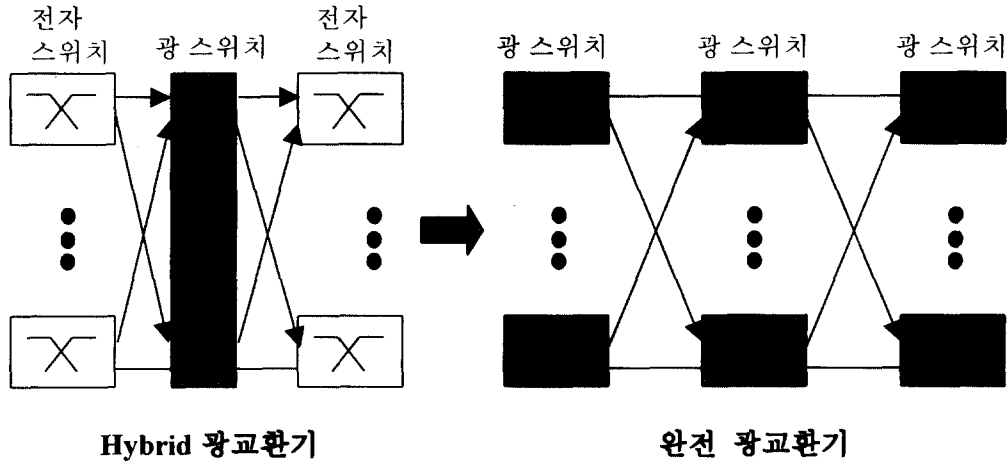
21세기 정보화 사회에서의 통신대역폭 수요는 기하급수적으로 증가되어 가입자마다 수 Gbps의 대역폭이 필요하게 될 것이다. 이러한 대역폭 서비스를 가능하게 하기 위해서는 교환기능이 초고속/대용량으로 발전될 수 있도록 광통합망이 구성되어야 한다. 광통합망은 광통신 관련 특성들, 즉 정보 전달의 광대역 및 저손실성, 스위칭의 고속성, 신호간의 무유도성, 상호 불간섭성, 병렬성 등을 활용하기 위함이다. 장래 모든 가입자 선을 광섬유로 교체하여 FTTH(Fiber To The Home)망을 구축할 때에 지역망의 전송거리를 5Km로 하면 이용 가능한 주파수 대역폭이 200THz가 된다고 알려져 있다.

그러나, FTTH망을 통한 완전 광통신망은 경제성을 고려해 볼 때 실현 시기가 늦어질 전망이다. 이는 액세스망의 미디어 기술이 광섬유뿐만 아니라 기존 전화선을 활용한 ADSL, HDSL, VDSL 기술 등이 발전을 거듭하고 있으며 동축케이블을 이

용한 CATV망이 각광을 받고 있기 때문이다.

따라서, 광교환기도 (그림 9)와 같이 두 단계로 (그림 9) 광교환기 발전 단계

Wavelength Routing 광교환기에서는 입력포트로부터 출력포트로 신호를 전달하는 루팅도구로서



구분되어 발전할 것이다.

단기적으로는 WDM(Wavelength Division Multiplex)기술을 활용한 광 스위치를 이용하여 전기적 ATM스위치를 상호 연결함으로써 교환기능을 대용량화 시킬 수 있는 방향으로 발전할 것이다. WDM기술을 이용한 광교환기는 유연성, 확장성, 단순성 등의 장점을 고려하여 세계 선진국에서 활발히 연구 개발되고 있다. WDM 광교환시스템 기술은 Broadcast Star와 Wavelength Routing Network 등으로 크게 구분된다. Broadcast Star 광교환기는 입력장치로서 파장가변 레이저 혹은 파장 고정 레이저 등이 사용된다. 서로 다른 파장 입력신호는 스타 커플러에 결합되고 이 신호들은 다시 각 출력 광파이버에 방송된다. 각 출력 파이버에 나타나는 power는 각 입력신호의 1/N이 된다. 출력장치로는 파장선택 수신기 혹은 파장 고정 수신기가 필요하다. 일반적으로 제약조건으로서는 power budget, 파장채널수의 제한, 스위치 프로토타입 등이 있다.

파장을 이용한다. 송신레이저는 입력신호를 출력포트의 해당 파장으로 튜닝하여 전송하고 수신기가 파장 선택 기능을 보유함으로써 파장 재사용의 장점을 살릴 수 있다. WDM 광교환기 용량의 가변요소로는 power budget limit, wavelength access, 스위치 제어 속도 등이 있다.

장기적으로는 WDM 혹은 OTDM(Optical Time Division Multiplex) 기반의 광스위치를 이용하여 E/O 및 O/E 변환 없는 완전 광교환기가 등장할 것이다. 완전 광교환기는 교환용량을 Hybrid 방식보다 대폭 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라 미디어 변환장치가 소요되지 않으므로 네트워크 가격도 절감될 것으로 기대되고 있다. 그러나, 파장가변 송신기, 파장변환기, 파장 다중기, 파장 역다중기, 파장가변 필터, 광증폭기 등의 광소자들이 고속으로 동작하면서 경제성을 갖기 위해서는 아직도 해결해야 할 문제들이 많이 남아 있으므로 장기적 연구 계획을 수립하여 기술개발에 박차를 가해야 할 것이다.

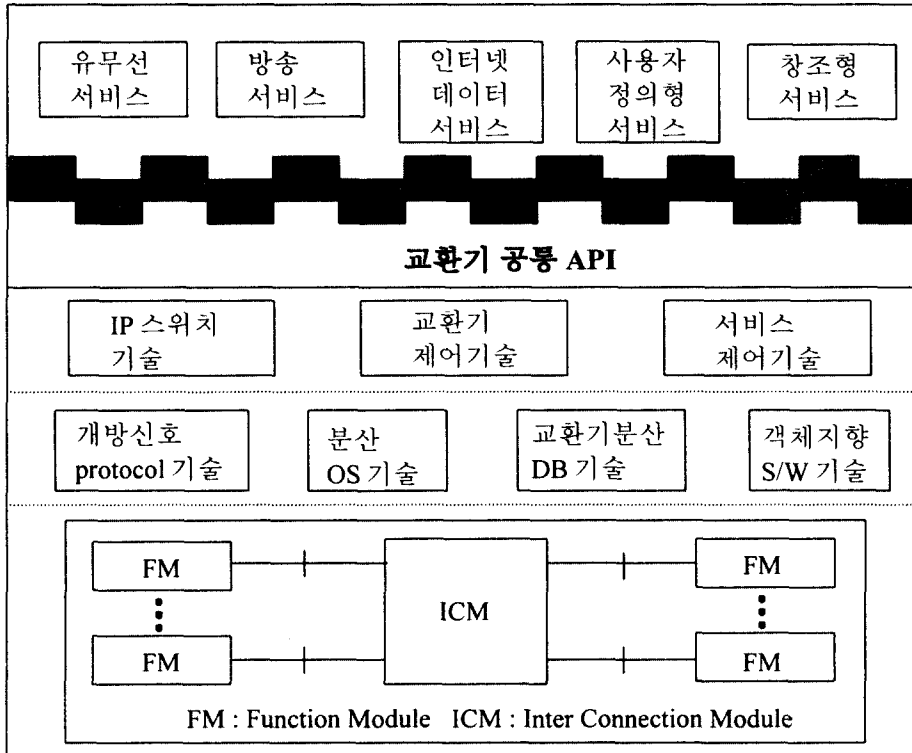
5.2. 창조형 서비스 교환 기술

21세기의 정보통신망은 개방형 구조로 발전할 것이다. 개방형 통신망에서는 망을 구성함에 있어서 어떤 특정한 벤더의 통신장치만이 아니라 모든 벤더의 통신장치들도 장착 가능해야 한다. 따라서 모든 인터페이스는 국제표준 인터페이스들에 따라 설계되어야 함은 물론 앞으로의 표준안에서는 현재의 시스템 내부도 더욱 세분화하여 권고될 것으로 예상되는 바 교환시스템 구조 설계시 이를 참고하여야 할 것이다.

기존 통신서비스 수용은 물론 새로운 통신서비

개방형 교환시스템은 하드웨어와 소프트웨어가 완전히 독립적으로 분리되고 모든 서비스 관련 소프트웨어는 API(Application Program Interface)를 통하여 서비스플랫폼과 연결 구동 된다. 소프트웨어 플랫폼에는 각각의 통신서비스에 필요한 공통적인 기능 블록들을 두어 새로운 서비스가 등장하여도 Super Plug In 개념으로 몇 개의 소프트웨어 블록들을 조합 운용함으로써 신속하고 경제적으로 대처 가능하게 된다[9].

(그림 10) 개방형 교환시스템 구성모델



스에 신속하고 경제적으로 대처하기 위해서는 소프트웨어의 생산성, 신뢰성, 유지 보수성 등을 중대시시켜야 한다. 이를 위해서는 소프트웨어가 계층적 구조이어야 하고 계층과 계층 사이의 인터페이스가 간단하고 투명성이 보장되어야 한다. (그림 10)은 개방형 교환시스템 구성모델을 나타내고 있다.

개방형 교환시스템에서 창조형 서비스를 제공하기 위한 방법으로 최근에 능동통신망(Active Network) 개념이 대두되고 있다. 능동통신망의 교환시스템은 단순히 수동적인 비트 스트림(Bit Stream)을 전달하는 기능에서 보다 능동적인 연산 엔진(computation engine)의 역할을 담당하게 된다.

능동통신망에서는 사용자 자신이 원하는 라우팅 방법, 스케줄링 방법, 새로운 프로토콜 등을 패킷에 포함시켜 전송함으로써 통신망으로부터 자신이 원하는 서비스를 받게 된다. 이러한 개방형 교환시스템 연구를 위해서는 이동 에이전트 개념뿐만 아니라 TINA 개념도 확보되어야 할 것이다.

VI. 결론

1876년 미국인 A.G. Bell이 전화기를 발명한 이래 교환기는 수동식 교환기를 시작으로 계속 발전하여 최근에는 ATM 교환기가 등장하여 점점 서비스를 확대하고 있다. 교환기의 주요 기술 파라미터로는 교환기능, 사용자 서비스 기능, 네트워크 서비스 기능, 시스템 가격 경쟁력 등이 있다. 지금까지의 여러 교환기들은 이러한 기술 파라미터 값들을 개선하기 위한 방향으로 발전해 온 것이다.

본 고에서는 교환기술 발달 과정을 위의 4가지 기술 파라미터 측면에서 서술하였다. 교환기능은 수동식에 비하여 최근의 ATM교환기가 수만 배 향상 되었음을 알 수 있었다. 이는 반도체와 디지털 기술의 발달에 힘 입은 것이다. 21세기 정보화 사회에서는 각각의 사용자가 요구하는 대역폭이 더욱 증가될 것으로 예상되어 교환기능은 초고속/대용량으로 향상되어야 할 것이다. 이렇게 교환기능을 대폭 증가 시키기 위해서는 광 교환기술 확보가 시급한 실정이다.

사용자 서비스기능은 사용자가 교환기에게 서비스를 요구할 때의 편리성을 의미한다. 수동식 교환기에서는 다이얼이나 혹은 메시지 방식이 아닌 직접 음성대화 방식을 사용하므로 지금까지의 어느 교환기보다 사용자 서비스 기능이 높다고 말할 수 있다. 차세대 교환기에서는 교환기능을 향상시키기 위한 광 교환기능이 실현되어야 할 뿐만 아니라 사용자 서비스 기능을 증진시키기 위하여 창조형 서비스 방식은 물론 음성 및 텍스트를 통한 전자비서 서비스 확충이 요구될 것이다. 또한 네트워크의 효율 및 편리성을 도모하기 위하여 네트워크 서비스

개선에도 노력해야 한다. 이러한 기능 실현은 교환기 구성에 있어서 필수적 요소이지만 이와 아울러 국제사회에서 시장경쟁력을 갖추기 위해서는 시스템가격 경쟁력을 증진시키는 데에 심혈을 기울여야 할 것이다.

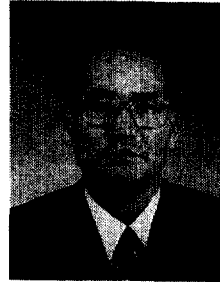
참고 문헌

- [1] 오창환, 김영선, 이형호, 임주환, "초고속 정보통신의 교환 및 전송 기술," 한국통신학회지, 정보통신 제 15권 3호, pp.1806-1825, 1998년 3월.
- [2] 오창환, "21세기 정보통신망과 열린교육," 대한전자공학회, 2000년대를 대비한 전자공학 교육연구 세미나, pp.173-185, 1997년 8월.
- [3] 한국전자통신연구원, 정보통신기술개론, "제3장 교환기술", pp.67-101, 1996.
- [4] 오창환, 이형호, "초고속정보통신망의 구축동향 및 기술," 한국전자산업진흥회, 전자진흥 제17권 제 7호, pp.27-35, 1997년 7월.
- [5] 오창환, 이형호, "초고속정보통신망의 ATM 교환기술 동향," 한국전자산업진흥회, 전자진흥 제 17권 제 8호, pp.44-51, 1997년 8월.
- [6] Thomas M. Chen and Stephen S. Liu, ATM Switching Systems, Artech House, Inc. 1995.
- [7] 오창환, 한치문, 임주환, "ATM 교환시스템 개발," 한국통신학회지, 정보통신, 제 12권 4호, pp.276-287, 1995년 4월.
- [8] 전병천, 정택원, 이형호, 임주환, "ATM기반의 초고속 인터넷 기술," 한국통신학회지, 정보통신, 제 15권 3호, pp.1837-1851, 1998년 3월.
- [9] 한국전자통신연구원, 21세기 정보통신, 핵심 기술 및 산업전망, 1997.



오 창 환

- 1980년 2월 고려대학교 전자공학과(공학사)
- 1983년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1994년 3월 오사카대학 대학원 정보공학과(공학박사)
- 1984년 2월 ~1984년 9월 스웨덴 LM Ericsson파견 연구원
- 1979년 12월 ~현재 한국전자통신연구원
교환.전송기술연구소 책임연구원
- 1995년 9월 ~현재 광주과학기술원 대우교수



임 주 환

- 1949년 2월 9일생
- 1972년 2월 서울공대 공업교육(전자)학사
- 1979년 2월 서울대 대학원 석사
- 1984년 7월 독일 Braunschweig 공대 박사
(통신 시스템 전공)
- 1978년~1979년 한국통신기술연구소 연구원
- 1979년~1984년 독일 Braunschweig 공대
통신시스템연구소 연구원
- 1984년~현재 한국전자통신연구원(책임연구원)
ISDN연구부장, 교환연구부장 역임
(현)교환.전송기술연구소장



이 형 호

- 1977년 2월 서울대학교 공업교육과 전자전공(공학사)
- 1979년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 1983년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)
- 1984년 12월 ~1986년 11월 미국AT&T Bell연구소
방문연구원
- 1995년 1월~ 현재 대한전자공학회 회지편집위원장
- 1996년 9월~ 현재 충남대학교 전자공학과 겸임교수
- 1998년 5월~ 현재 통신위원회 전문위원
- 1983년 9월 ~현재 한국전자통신연구원 교환.전송기술연
구소, 교환시스템연구부장, 책임연구원