

ATM LAN 기술표준화 동향

김지영, 최봉근, 이상홍
한국통신 기술평가센터 기술표준팀

1. 개요

분산 멀티미디어 응용이나 급격한 수요 증가를 보이고 있는 데이터 통신 등 광대역, 저지연을 요구하는 사용자 간의 통신 수요가 증가함에 따라 이를 수용하기 위한 기술들이 개발되고 있다. ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 성능면이나 대역폭, 확장성 등을 고려할 때 이러한 요구들을 수용할 수 있는 적합한 기술이나 기존의 LAN(Local Area Network) 설비를 보유하고 있는 사용자들이 대부분인 환경에서 종단간을 ATM으로 연결하여 사용하기는 어려운 상황이다. 따라서 기존 LAN과 고성능의 ATM을 상호 연결하는 ATM LAN 기술이 발전하게 되었다.

ATM LAN 기술은 LAN에 연결된 호스트 간 또는 LAN 호스트와 ATM 호스트 간에 ATM망을 통해 직접적인 통신을 제공하는 것으로, 중첩 모델(Overlay Model)과 통합 모델(Integrated Model)의 두 가지로 분류할 수 있다.

중첩 모델에서 IP와 같은 기존 프로토콜은 ATM 망 상위에서 운용되며 ATM과는 다른 주소체계와 라우팅 프로토콜을 사용한다. ATM 종단점은 ATM 주소와 상위계층의 주

소로 식별되므로 기존 프로토콜 주소를 ATM 주소로 변환하기 위한 주소 변환 과정이 필요하다. 또한 ATM 망을 통해 전달되는 기존 패킷은 ATM 라우팅 기능을 사용하여 라우팅된다. 중첩 모델은 ATM으로부터 상위계층을 분리함으로써 계층별로 독립적으로 개발할 수 있는 장점이 있다. IETF의 Classical IPOA(Internet Protocol Over ATM), ATM Forum의 LAN 에뮬레이션, MPOA(Multi-Protocol Over ATM) 등이 여기에 속한다.

이에 비해 통합 모델은 기존 프로토콜의 주소 체계가 ATM에도 적용되는 모델이다. 따라서 ATM 종단점은 IP 주소와 같은 기존의 네트워크 계층 주소로 구분된다. 또한 기존 네트워크 계층 라우팅 프로토콜을 사용하므로 새로운 라우팅 프로토콜을 정의할 필요가 없으며 연결 설정 시 ATM 신호 프로토콜이 아닌 다른 신호 프로토콜을 사용할 수 있다. 그러나 통합 모델은 ATM 스위치를 다중 프로토콜 라우터처럼 동작하게 함으로써 주소 변환 프로토콜은 불필요하나 복잡성이 증가되는 단점이 있다. 예로는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 IP 스위칭과 태그 스위칭, ATM Forum의 I-PNNI(Integrated Private Network Node Interface) 등을 들 수 있다[1].

한편 ITU-T에서는 공중 B-ISDN에서 위에 예시한 모델을 모두 고려한 새로운 모델을 개발하기 위한 표준화를 SG13을 중심으로 진행 중이다.

본 고에서는 중첩 모델에 해당하는 Classical IPOA, LAN 에뮬레이션, MPOA와 통합 모델에 해당하는 IP 스위칭, 태그 스위칭, I-PNNI를 개괄하고 이들의 표준화 동향을 다룬다. 또한 ITU-T의 ATM LAN 관련 최신 동향을 소개한다.

2. 중첩 모델

2.1 Classical IPOA

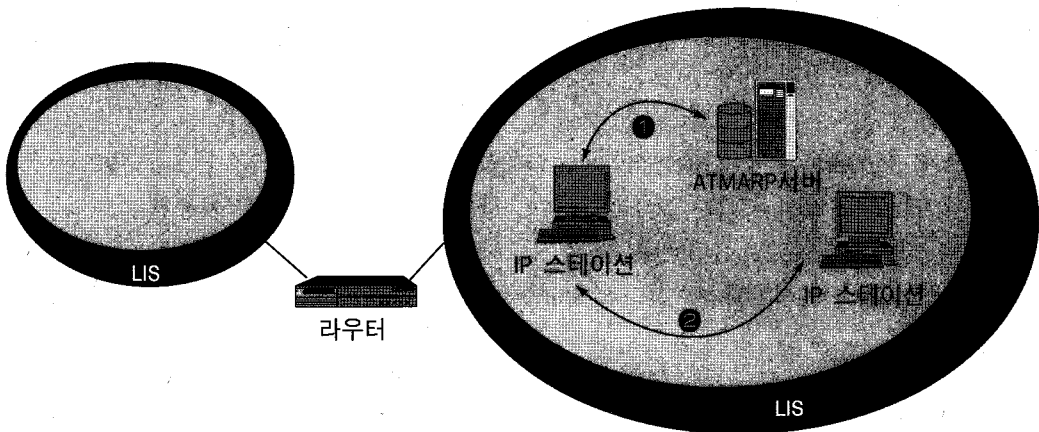
Classical IPOA은 하나의 LIS(Logical IP Subnet) 내에 있는 IP 호스트 간에 ATM망을 이용하여 직접 통신할 수 있도록 하는 절차와 주소 변환 방법 등에 관하여 규정한 것으로 IETF의 RFC2225 (이전 RFC1577) 등에

기술되어 있다. LIS란 동일한 네트워크 및 서브네트워크 주소를 가지는 호스트들로 구성된 하나의 영역으로 해석된다.

IPOA에서 핵심적으로 다루어야 할 부분은 IP주소를 ATM주소로 변환해주는 주소 변환이다. 주소 변환을 위해 LIS 내에 ATMARP(ATM Address Resolution Protocol) 서버를 두어 모든 호스트의 주소 변환 요구를 처리한다.

IP 패킷이 ATM 망을 통해 전달될 때는 IP 패킷이 실릴 AAL 형태, 프레임의 최대 크기, ATM 망에서 사용되는 신호절차 등이 규정되어야 한다. IP 패킷은 AAL5(ATM Adaptation Layer 5) 프레임에 캡슐화되어 전달되며 LIS 내에서 사용되는 최대 프레임 크기는 9180옥텟이다. 또한 ATM망을 통해 전달하기 위한 신호절차는 ATM Forum의 UNI3.1(User Network Interface 3.1)을 기반으로 사용하며 UNI4.0 신호방식에 기초한 보완 작업이 진행 중이다[2].

간략한 Classical IPOA 구성도는 그림 1에



<그림 1> Classical IPOA 구성도

나타낸 것과 같다. 종단 스테이션이 SVC를 사용할 경우 먼저 ATMARP 서버로 ATMARP 요구를 보내 목적지 종단 스테이션의 주소를 알아낸 후 이 주소를 가지고 목적지 종단 스테이션과 ATM 연결을 설정하는 방식으로 정보 전달이 이루어진다.

Classical IPOA은 IP 계층과 ATM 계층 간에 직접적인 매핑을 제공함으로써 IP 주소를 MAC 주소로 변환하고 이를 또 다시 ATM 주소로 변환해야 하는 LAN 에뮬레이션 모델보다 연결 설정을 위한 처리 단계를 줄일 수 있어 지연율이 낮아지는 장점이 있다. 또한 LAN 에뮬레이션 모델보다 큰 크기의 프레임을 전달할 수 있다. 그러나 IPOA 모델은 서로 다른 LIS 간 통신 시에는 라우터를 필요로 한다는 단점이 있으며 여러 네트워크 계층 프로토콜 중 IP 프로토콜에 대한 사항만 규정하고 있어 다른 네트워크 계층 프로토콜은 수용할 수 없다. 또한 ATM의 장점인 QoS(Quality of Service)를 사용할 수 없으며 네트워크 계층 멀티캐스트 트래픽 처리를 위해서는 MARS(Multicast Address Resolution Server)나 MCS(MultiCast Server)와 같은 별도의 서버를 필요로 한다.

Classical IPOA 등에서 서로 다른 LIS 간 통신 시 라우터가 필요한 단점을 보완하기 위해 개발된 프로토콜이 NHRP(Next Hop Resolution Protocol)이다. NHRP는 종단 스테이션들이 직접 연결을 설정할 수 있는 동일한 NBMA(Non-Broadcast Multiple Access) 망 내에 속해 있어도 LIS가 다른 경우에는 라우터를 통해 연결을 설정해야 하는 단점을 해소하기 위해 동일한 NBMA 망 내에서는 라우터 없이 직접 연결을 설정할 수 있는 방법을 제공하는 프로토콜이다. LIS 간 주소 해결

을 위해서는 NHS(Next Hop Server)를 사용한다[3].

현재 Classical IPOA에서 사용하는 UNI3.1 등은 대부분의 네트워크 계층 모델이 지원하는 멀티캐스트 서비스를 제공할 수 있는 신호방식을 지원하지 않는다. ATM 레벨에서의 멀티캐스트 지원 방법은 점대다중점 VC를 그룹 형태로 연결하여 사용하는 VC mesh 방법과 ATM레벨 멀티캐스트 서버(MCS)를 사용하는 방식의 두 가지가 있다. MCS를 사용할 경우에는 MCS가 점대다중점 VC를 관리하고 멀티캐스트 정보를 전달한다. 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해 어떤 모델을 사용할 것 인지는 두 모델의 특성을 고려하여 제공하고 자 하는 시스템 환경에 적합한 모델을 선정하여야 한다. 멀티캐스트 주소 해결을 위한 MARS는 ATMARP 서버를 확장한 형태로, ATMARP 테이블이 LIS 내의 모든 종단점에 대한 {IP, ATM} 어드레스를 보유하고 있는 반면 MARS는 {계층3주소, ATM.1, ATM.2, ..., ATM.n} 형태의 주소 즉, 하나의 계층3 주소에 대한 그룹 ATM 주소를 테이블의 구성 요소로 가진다[4].

IPOA의 규격화는 IETF의 ION(Internet-working over NBMA) 연구그룹에서 다루고 있는데, 이 그룹은 기존의 IPATM(IP over ATM) 연구그룹과 ROLC(Routing Over Large Clouds) 연구그룹을 통합하여 생성되었다. 이 그룹에서는 NHRP, MARS, IPv6 over ATM 등의 연구를 진행하고 있다.

2.2 LAN 에뮬레이션

LAN 에뮬레이션은 이더넷이나 토큰링 LAN에 연결된 호스트가 ATM망을 사용하여

서로 통신하거나 ATM 호스트와 통신할 수 있도록 해준다. 따라서 IPOA 모델이 IP만 지원하는 데 비해 LAN 에뮬레이션은 네트워크 계층 프로토콜이 어떤 것이든 상관없이 모두 수용할 수 있다는 장점이 있다.

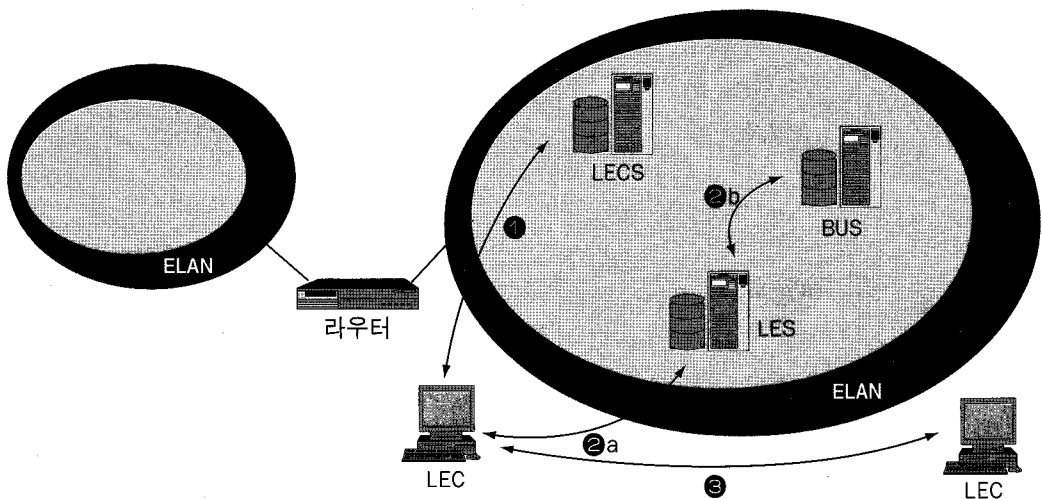
LAN 에뮬레이션에는 모두 네 종류의 구성 요소가 있는데, 기존의 토큰링이나 이더넷 드라이버를 대체하는 요소인 LEC(LAN Emulation Client)와 중앙 집중화된 논리적 서버인 LES(LAN Emulation Server), BUS(Broadcast Unknown Server), LECS(LAN Emulation Configuration Server)가 여기에 속한다.

LES는 LAN 에뮬레이션 호스트인 LEC 간의 통신을 위한 주소 변환을 담당하는 서버이다. 여기에서 주소 변환이란 MAC(Media Access Control) 주소를 ATM 주소로 변환해 주는 것을 말하는데, 각 LEC가 자신이 통신하고자 하는 목적지 LEC를 찾고 그들과의 연결을 설정할 수 있도록 해주는 역할이다.

브로드캐스트 영역으로 볼 수 있는 ELAN 내에서의 방송형 데이터는 BUS에서 처리한다. LECS는 LEC들을 ELAN (Emulated LAN)에 합류시키고 ELAN을 구성할 수 있도록 해주는 역할을 담당한다[5].

LAN 에뮬레이션의 동작 절차는 그림 2에 나타낸 바와 같다. 먼저, LEC가 LECS로 연결을 설정하여 LES의 주소를 얻고 이 주소를 가지고 LES에 등록하여 해당 ELAN에 합류한다. LES로부터 BUS의 주소를 알아낸 후 BUS와도 연결을 설정하며, 정보를 교환하고자 하는 상대 LEC의 주소를 LES로부터 받아서 ATM 연결을 설정한 후 정보를 주고받는다.

LAN 에뮬레이션은 IP만 수용할 수 있는 Classical IPOA에 비해 다양한 네트워크 계층 프로토콜을 수용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 IPOA와 마찬가지로 ELAN 간의 연결 시는 라우터를 경유해야 하며 ATM의 QoS 특성을 사용하지 못하는 단점이 있다. 프로토



<그림 2> LAN 에뮬레이션 구성요소와 동작 절차

콜 오버헤드로 인한 지연이나 작은 프레임 크기로 인한 성능 제한 등의 단점도 가진다. 또한 네트워크 계층 주소를 ATM 주소로 변환하는 과정에서 한 단계를 더 거치는데 따른 지연이나 브로드캐스트 트래픽도 감수해야 한다.

LANE 1.0은 하나의 ELAN 내에서의 동작만 규정하고 있으며 서로 다른 ELAN 간의 통신은 LANE 2.0에서 LUNI와 LNNI로 나누어 표준화하였다. '98년 4월 회의에서 LNNI 부분에서는 LNNI 동기화 관련 사항을 변경하였다. 또한 제어 평면에서 점대다중점 VCC도 사용할 수 있게 하였으며 SCSP 패킷 포맷을 수정하였고 ELAN 형태에 따라 멀티캐스트 MAC 주소 그룹을 등록할 수 있도록 하였다. 또한 VCC-Mapped BUS의 구현 예를 규격의 내용에 추가하는 등 LANE 2.0 LNNI 규격의 정비가 있었으며 계속적으로 표준화가 진행되고 있다[6]. LNNI 규격에서 추가적으로 연구되어야 할 사항으로는 서버의 추가/삭제, 연결 관리, 동기화와 연결을 위한 LES/SMS 절차, 선호하는 LES, BUS/BUS 연결과 데이터 전달, SMS/BUS 연결과 데이터 전달, Join에 대한 유효성 검사, SMS와 non-SMS 클라이언트 간 직접 연결 등이 있다.

2.3 MPOA

LAN 에뮬레이션이나 Classical IPOA 등이 가지는 단점을 해결하면서 높은 성능과 확장성을 제공하고자 ATM Forum에서 규격화한 모델이 MPOA이다.

MPOA의 구성요소에는 IASG(Internetwork Address Sub-Group), MPS(MPOA Server),

MPC(MPOA Client), 에지 디바이스등이 포함된다. IASG는 다양한 3계층 주소와 호스트를 포함하는 요소이다. IP의 경우 IASG는 IP 서브넷과 동일하다. MPS는 라우팅 테이블을 보유하고 경로를 결정하며 계층3 주소를 ATM 주소로 변환하기 위하여 기존의 라우터나 다른 MPS와 통신한다. MPS에는 NHRP에서 사용되는 NHS도 포함된다. MPS는 독립적으로 구현될 필요는 없으며 기존 라우터나 스위치에 기능을 구현하면 된다. MPC는 ATM망에 연결된 LANE 서비스를 연결해주는 개체로 에지 디바이스나 ATM망에 연결된 LANE 호스트에 구현될 수 있으며 계층3 트래픽을 감시하고 전달하는 역할을 담당한다. 에지 디바이스는 프로토콜 계층에 상관없이 기존 인터페이스와 ATM 인터페이스 간에 패킷 전달 능력을 가지는 물리 매체로, ATM에 연결된 허브를 예로 들 수 있다.

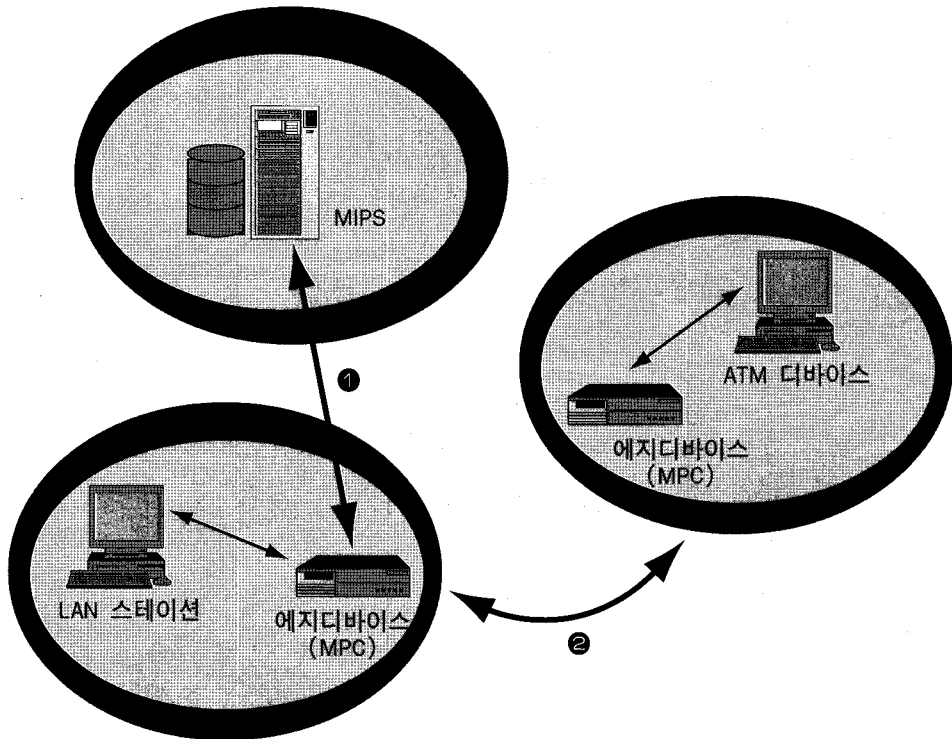
서브넷 레벨에서 MPOA는 LAN 에뮬레이션 규격과 동일한 방식으로 동작한다. 즉, TCP/IP 프로토콜 스택을 수행하는 호스트는 IASG 내의 ATM 트래픽을 송수신하기 위해 LAN 에뮬레이션을 사용한다.

복수 개의 IASG가 있는 경우 호스트들 간의 3계층 전달 동작은 그림 3에서 나타낸 순서와 같이 진행된다. 먼저, LAN이나 워크스테이션, 서버, 라우터 등이 PVC나 SVC를 사용하여 ATM에 접속된 에지 디바이스에 연결된다. ATM에 연결된 디바이스와 통신하고자 할 경우 LAN에 연결된 종단 스테이션은 에지 디바이스로 패킷을 보낸다. 에지 디바이스는 목적지 MAC 주소나 네트워크 계층 주소를 검사한 후 그 주소에 해당되는 ATM 주소를 찾기 위해 자신의 캐쉬를 검사한다. 에지 디바이스가 ATM 주소를 모를 경우에는

ATM 주소를 얻기 위해 MPS로 질의를 보내는데, 이때 MPS가 ATM 주소를 알고 있으면 단순히 에지 디바이스에 알려 주면 되나 그렇지 않은 경우에는 해당 ATM 주소를 알기 위해 여러 라우팅 프로토콜 중 하나를 사용하여 기존의 라우터나 다른 MPS와의 통신을 시도한다. 이 프로토콜들에는 RIP(Routing Information Protocol), OSPF(Open Shortest Path First), NHRP, I-PNNI 등이 포함된다. 이러한 과정을 거쳐 에지 디바이스가 ATM 주소를 알게 되면 목적지 종단 스테이션과 연결을 설정하고 데이터를 주고받는다. MPOA에서는 목적지 종단 스테이션이 다른 서브네트웍에 속해 있는 경우에도 연결을 설정할 수 있는데, 이것은 에지 디바이스가 셀을 전송할 때 MPS를 경유하지 않고 목적지 종단 시스

템으로 직접적으로 셀을 전송할 수 있도록 해주기 때문이다. 이 과정을 cut-through routing이라 한다. Cut-through routing이 가능함으로써 라우터를 통해 연결을 설정해야 하는 부담을 덜어주어 빠른 속도의 데이터 송수신이 가능하다.

그러나 cut-through routing은 상대적으로 연결 설정 시간이 길게 소요되므로 전송량이 적은 경우에는 효과적이지 않을 수도 있다. MPOA에서는 연결을 설정하지 않고 홉 간 라우팅을 사용하여 데이터를 전송할 수 있는데, 이때는 LANE의 LEC가 BUS로 패킷을 전송하는 것과 마찬가지로 에지 디바이스가 MPS로 패킷을 전송할 수 있다. 에지 디바이스는 또한 흐름 감지 능력을 보유하고 있어 전송량이 많은 경우에는 목적지 종단 스테이



<그림3> MPOA 구성 요소와 동작

선과 연결을 설정할 수도 있다.

MPOA는 모든 네트워크 계층 프로토콜을 지원하면서 동시에 동일한 ATM망에 접속된 호스트는 IASG가 다르더라도 하나의 VC를 설정하여 통신할 수 있도록 설계된 모델이다. 또한 네트워크 계층 프로토콜이 ATM망의 QoS를 이용할 수 있도록 하였다. 이것을 위해 MPOA에서는 IETF의 NHRP와 RFC1483의 멀티프로토콜 캡슐화 방식을 그대로 적용하였으며 멀티캐스트 지원 방식도 Classical IPOA에서 사용하는 MARS/MCS 개념을 그대로 적용하여 ATM Forum에서 규격화한 모델임에도 불구하고 IETF와 상당한 호환성을 유지하고 있다. 즉, MPOA는 LAN 에뮬레이션에 IETF의 NHRP와 MARS/MCS를 더한 모델로 네트워크 계층 프로토콜에 덜 민감하고 라우팅 기능을 제공하며 지능적인 브리징 처리를 해주는 장점이 있다[7].

이러한 장점에도 불구하고 MPOA는 네트워크 계층의 비연결 지향적 특성을 가지는 동시에 ATM의 연결 지향적 측면도 가지며, 3계층 처리 과정을 거치지 않고 대형 네트워크에서 2계층 스위칭 성능 상의 장점을 수용하려고 시도함으로써 3계층 라우팅 프로토콜 중심으로 구성된 기존의 네트워크 토폴로지를 모호하게 하는 단점이 있다. 따라서 MPOA는 구현이 다른 모델에 비해 복잡하고 멀티캐스트 전송을 효과적으로 하지 못하며 MPOA 토폴로지가 동적 자동 구성을 허용하지 않기 때문에 인접 라우터를 찾기 위해서는 라우터에서 수작업으로 구성해야 하는 단점도 있다.

MPOA는 ATM Forum의 MPOA 연구그룹에서 계속 표준화되고 있는데, '98년 4월 회의에서는 규격의 오류 부분을 수정하였으며 테스트를 위한 PICS Proforma를 규격 본문에

추가하였다. 또한 QoS 기반 인터넷 서비스를 지원할 수 있도록 MPOA를 확장하기 위한 연구를 진행하기로 결정하였다. 여기에는 RSVP를 사용하는 방법, IP 헤더의 TOS(Type of Service) 필드를 사용하는 방법, 계층4 정보에 기반한 흐름 식별 등의 방법을 사용할 수 있다는 의견이 있었다.

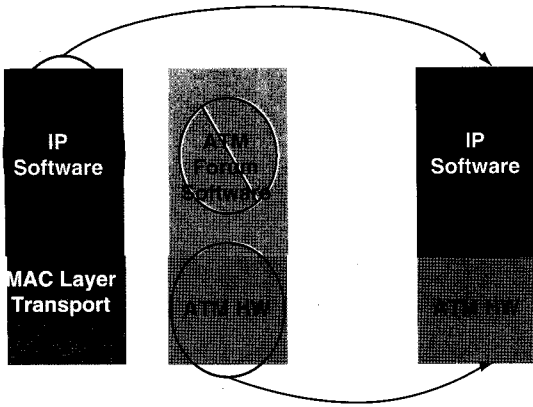
또한 프레임 릴레이를 액세스할 수 있는 점대점 MPOA를 규격화하기로 하였다. 서비스 연동일 경우 프레임릴레이 패킷을 수신한 MPC는 이 패킷을 RFC1483에 정의된 캡슐화 방법으로 변환하여 ATM PVC를 통해 전송한다. 네트워크 연동인 경우에는 MPC가 수신한 프레임 릴레이 데이터 패킷을 변환 과정 없이 적절한 ATM PVC를 통해 송신한다. 점대점 MPOA에서는 LECS나 LE-ARP를 사용하여 디바이스를 찾기 어렵기 때문에 MPOA 구성 요소를 찾는 방법과 현재의 MPOA 1.0 디바이스와의 연동 관련 사항도 living list에 추가하고 연구하고 있다. 또한 VPN을 지원하기 위한 기능도 추가될 예정이다[6].

3. 통합 모델

3.1 IP 스위칭

고속의 ATM 스위칭 기술을 IP에 적용시킨 모델인 IP 스위칭은 Ipsilon사에서 개발하였으며 IETF의 MPLS(MultiProtocol Label Switching) 연구 그룹에서 다루고 있다. IP 스위칭은 그림 4와 같이 ATM 하드웨어 상위에 IP 프로토콜 스택을 구현한 형상이다.

IP 스위칭은 ATM 스위치 하드웨어를 그대로 사용하나 AAL5 상위에 있는 제어 프로세



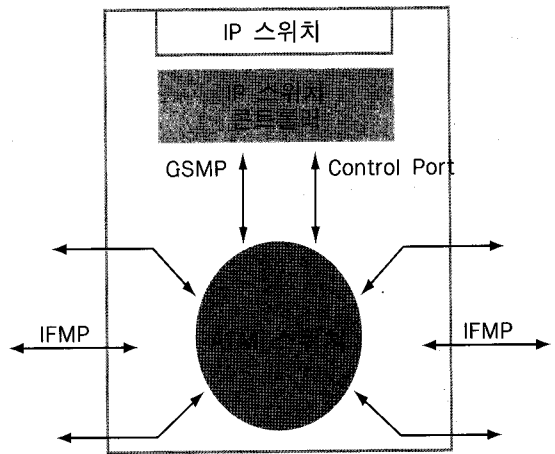
〈그림 4〉 IP 스위치 형상

서 소프트웨어를 제거하고 대신 간단한 GSMP(General Switch Management Protocol)을 사용한다. IP 스위치 컨트롤러는 표준 IP 라우터 소프트웨어를 실행시키는 프로세서로 스위칭 하드웨어를 사용하도록 확장한 것인데, 이 확장에는 IP 흐름을 ATM 가상연결과 결합시키는 간단한 흐름관리 프로토콜인 IFMP(Ipsilon Flow Management Protocol)과 각 흐름의 스위칭 여부를 결정하는 흐름 분류, 스위치 하드웨어를 제어하는 GSMP가 포함된다.

흐름 분류란 전송할 트래픽의 성질에 따라 전송 우선순위를 부여해주는 스위칭 기술로 IP 스위칭의 중요한 기능 중 하나이다. 멀티미디어 응용과 같이 대용량, 낮은 지연을 요구하면서 오랫동안 지속되는 흐름은 ATM 장비 내에서 스위칭함으로써 효과적으로 처리한다. 반면 데이터베이스 질의와 같이 비교적 짧은 흐름에 대해서는 스위칭 상태를 설정하는 것이 비효율적이므로 연결 단락의 홉 간 IP 전달에 의해 처리한다.

IP 스위치는 그림 5와 같이 ATM 스위치와

IP 스위치 컨트롤러로 구성된다. ATM 스위치와 IP 스위치 컨트롤러 간에 사용되는 제어는 GSMP가 담당한다. GSMP는 간단한 질의-응답 프로토콜로 IP 스위치 컨트롤러가 ATM 스위치에 질의를 보내면 ATM 스위치가 동작의 완료 상태에 따라 IP 스위치 컨트롤러로 응답을 보내는 형태로 진행된다. GSMP 메시지의 송수신을 위한 가상채널은 VPI 0, VCI 15값을 가지며 AAL5 LLC/SNAP 방법으로 캡슐화된다. IFMP는 IP 스위치 간 통신을 위해 사용되는 프로토콜이다.



〈그림 5〉 IP 스위치 구조

IP 스위치에서 QoS는 흐름 분류를 통해 제공되며 각 흐름에 대한 개별적인 QoS 요구는 RSVP(Resource Reservation Protocol)을 사용하여 지원한다.

IP 스위치는 간단하고 지능적인 IP 라우팅을 고속의 ATM 스위칭 하드웨어와 결합시킴으로써 가격과 성능면에서 경쟁력을 증진시킨 모델이다. IP 스위치는 복잡성을 증가시키지 않고 기존 망에 문제를 일으키지 않으면서

높은 대역폭, 고성능, 확장성 등의 필요를 채워준 기술이라 할 수 있다[8].

3.2 태그 스위칭

태그 스위칭은 레이블 스위핑 기술을 사용함으로써 라우터의 전달 결정을 단순화하여 성능 향상 효과를 도모한 시스코에서 제안한 기술이다. 태그 스위칭은 IETF의 MPLS 연구그룹에서 규격화하고 있다.

태그 스위칭은 전달과 제어의 두 가지 요소로 구성된다. 전달 요소는 패킷에 탑재된 태그와 패킷 전달을 위해 태그 스위치가 관리하는 태그 전달 정보를 사용한다. 제어 요소는 연결된 태그 스위치 그룹 간에 정확한 태그 전달 정보를 관리하는 요소이다.

태그의 전달은 레이블 스위핑 개념을 기반으로 한다. 태그는 네트워크 에지에서 부여되는데, 태그 스위치가 패킷을 수신하면 이 스위치는 태그 테이블 즉, TIB(Tag Information Base)를 검사한다. 태그 테이블의 각 엔트리는 하나의 입력 태그와 하나 이상의 {출력 태그, 출력 인터페이스, 출력 링크 레벨 정보} 등으로 구성되는 엔트리를 가진다. 스위치가 입력 태그를 가지는 엔트리를 검사하여 이것이 패킷에 탑재된 태그와 같을 경우 패킷의 출력 태그와 링크 레벨 정보를 변경하고 출력 인터페이스를 통해 패킷을 송신한다. 태그를 사용하는 전달 요소 즉, 레이블 스위핑은 매우 단순하며 네트워크 계층과 무관하게 동작하므로 라우팅보다 매우 빠른 속도로 동작한다.

태그 스위칭의 제어 요소는 태그와 네트워크 계층 라우팅 간의 바인딩을 위한 태그 바인딩을 생성하고 이 정보를 태그 스위치들 간에 분산하는 역할을 담당한다. 확장성을 위해 태

그 스위칭은 목적지 기반 라우팅, 계층적 라우팅 등 다양한 루팅 기능을 수용하며 RSVP나 멀티캐스트 트리에도 바인딩될 수 있다.

목적지 기반 라우팅을 사용하여 라우터는 패킷에 탑재된 목적지 주소와 라우터가 관리하는 FIB(Forwarding Information Base)에 저장된 정보에 기반하여 전달에 대한 결정을 하는데, 태그 할당과 TIB 관리를 위해서는 하방향(downstream) 태그 할당, 요구에 의한 하방향 태그 할당, 상방향(upstream) 태그 할당의 세 가지 방법이 가능하다. ATM망에서는 요구에 의한 하방향 태그 할당과 상방향 태그 할당 방법이 유용하다.

태그 스위칭은 또한 OSPF와 같은 도메인 내부 라우팅 뿐 아니라 BGP와 같은 외부 라우팅도 필요하다. 태그 스위칭은 내부 라우팅과 외부 라우팅을 분리함으로써 도메인의 경계에 있는 태그 스위치만 외부 라우팅에 의해 제공되는 라우팅 정보를 관리하게 하였다. 따라서 도메인 내부에 있는 스위치는 내부 라우팅 정보만 관리하면 되므로 스위치의 부담을 줄여주며 라우팅 시간을 줄여주는 효과가 있다.

QoS를 지원하기 위해서는 서비스 클래스를 구분하기 위해 부가적인 태그를 붙일 수 있으며, RSVP를 사용할 수도 있다.

이러한 태그 스위칭을 ATM에 적용할 경우에는 VCI/VPI 영역에 태그를 표시함으로써 ATM 레벨에서 태그 스위칭이 이루어질 수 있다. ATM 스위치에 태그 스위칭을 구현하면 인접한 라우터에서 ATM 태그 스위치를 라우터처럼 인식하기 때문에 ATM 스위치와 라우터를 간단하게 통합할 수 있다[9].

다음 표1은 IP 스위칭과 태그 스위칭을 비교한 것이다.

〈표 1〉 IP 스위칭과 태그 스위칭 비교

구분	IP 스위칭	태그 스위칭
적용 프로토콜	IP	프로토콜 독립성 제공
적용 미디어	이더넷, FDDI	미디어 독립성 제공
IETF 지원	RFC 1953, 1954, 1987	RFC2105, Internet-Draft
적용 범위	ISP 백본, 캠퍼스 LAN	WAN, LAN 백본
호환성	RFC 1953, 1954, 1987지원제품	시스코 장비

3.3 I-PNNI

기존의 PNNI를 확장한 I-PNNI는 ATM Forum의 RA(Routing and Addressing) 연구 그룹에서 표준화하고 있으며 1998년에 완료 예정으로 있다. I-PNNI는 IP와 ATM이 혼재된 망에서 IP와 ATM 디바이스 간에 라우팅 정보를 교환할 수 있도록 해준다. PNNI는 QoS 파라미터, 대역폭, 지연 등을 기초로 전체 ATM망을 통해 가장 좋은 경로를 찾을 수 있도록 지원하는 스위칭 프로토콜이다. I-PNNI는 PNNI와 동일한 기능을 지원하면서 IP와 ATM이 혼재된 망에서 가장 좋은 경로를 찾을 수 있도록 지원하며 라우팅 프로토콜처럼 동작한다. I-PNNI를 지원하는 기존 라우터, ATM 라우터 및 ATM 디바이스는 I-PNNI를 사용하여 네트워크 토폴로지에 관한 정보를 공유할 수 있다. I-PNNI는 기존의 라우터와 같이 동작할 수 있으므로 RIP(Routing Information Protocol)나 OSPF(Open Shortest Path First)를 대체할 수 있다. 그러나 I-PNNI 단독으로는 기존 LAN과 ATM을 통합할 수 없으며 MPOA와 같은 모델과 함께 사용해야 한다.

4. ITU-T 동향

B-ISDN에 관련된 전반적인 표준화를 담당하고 있는 ITU-T SG13 연구그룹에서는 97년 2월 서울 회의에서 'ATM망에서의 인터넷 프로토콜 지원'에 대한 연구를 Q.20의 주요 연구방향으로 설정하고 IPOA, LANE, MPOA, I-PNNI, IP 스위칭, 태그 스위칭등 기존의 여러 모델들을 바탕으로 네트워크 관점과 프로토콜 관점에서 ITU-T 모델을 찾기 위한 작업을 진행 중이다.

ITU-T SG13에서는 B-ISDN에서 비연결형 데이터 서비스를 지원하기 위해 BCDBS(Broadband Connectionless Data Bearer Service)를 정의하고 권고 I.364로 규격화한 바 있다. 그러나 BCDBS가 가지는 여러 문제점으로 인해 공중 ATM 망에서 폭발적으로 증가하고 있는 IP 서비스를 효율적으로 지원하지 못하기 때문에 이와는 별도로 "IP over ATM in B-ISDN"이라는 제목으로 iipatm 권고를 2000년 3월 완료를 목표로 개발 중이다 [10].

현재 iipatm 권고의 표준화는 거의 시작 단계로 내용에는 적용 범위, 참고 문헌, 용어, 권고의 목적, 하부구조, 프로토콜 등의 골격만 명시해 두고 있으며 실제 내용은 규격에 포함

시키지 않고 living list에 수록하여 검토 중에 있다. 지난 '98년 6월 회의에서는 모델 간 비교, 요구사항 및 고려 사항, 적용범위, 네임 서비스 등과 관련하여 기고문이 접수되었고 이들 대부분은 living list에 수록하고 검토하기로 결정하였다. Living list에 수록된 내용을 요약하면 다음<표2>와 같다[11].

B-ISDN에서 IP 지원 특성 및 요구 사항 규정 부분은 중첩 모델과 통합 모델의 차이점으로 인해 유발되는 부분으로 ITU-T에서 새로운 모델을 개발할 것인지 혹은 기존의 개념을 사용할 것인지를 결정하기 위해 기준구성, 기능구조, 인터페이스, 프로토콜 스택, 라우팅 능력, 전달 능력, 주소 변환 프로토콜, 캡슐화 등에 대해 연구하고 있다.

하부 구조 부분에는 기준 구성, 기능 구조, 인터페이스, UNI(NNI)에서의 (사용자/제어) 평면에 대한 프로토콜 스택 등이 포함되는데, 중첩 모델과 통합 모델을 구분하여 검토하고 있다.

QoS 지원을 위한 사항은 IETF의 Intserv (Integrated Service) 연구그룹에서 정의한 보장 서비스와 RSVP 등 QoS 지원을 위한 사

항들을 검토하는 것이다. IP 멀티캐스트는 IGMP, DVMRP 등의 프로토콜을 사용하는 방법과 ATM 신호 방식에서 지원하는 점대다중점 연결을 사용하는 방식 등을 검토하고 있다. VPN의 지원은 여러 VPN을 지원하기 위한 사항들을 연구하는 것이며, 네임 서비스는 복잡한 NHRP를 사용하지 않고 ANS(ATM Name System)나 DNS(Domain Name System)을 사용하여 IP 주소를 ATM 주소로 변환하는 과정을 단순화하기 위한 연구이다.

코어 프로토콜 구조는 Lipatm에서 정의한 구조로 IP와 같은 상위계층과 AAL 사이에 들어가는 프로토콜이며 물리적인 백본 망에서 프레임 전달을 위한 프로토콜로 정의된다. 코어 프로토콜은 중첩 모델 구조, 비연결형 패킷 전달, AAL 상위 프로토콜, 토큰로지에 의존한 주소 할당, 데이터그램과 라우팅 정보 전달의 분리 등을 특성으로 하며 라우팅 정보량 감소, 물리적 전송로 최적화, 신호 오버헤드 감소, 서비스 가용성 증가 등의 장점을 가진다.

<표 2> i.ipatm 관련 living list

번호	제 목	변경일자
1	B-ISDN에서의 IP지원 특성, 요구 사항 규정	1998년 6월
2	세부구조	1998년 6월
3	IP에 대한 QoS 지원	1998년 6월
4	IP 멀티캐스트 지원	1998년 6월
5	가상 사설망 지원	1998년 6월
6	네임서비스의 사용	1998년 6월
7	코어 프로토콜 구조	1998년 6월
8	Draft Recommendation Lipatm	1998년 6월

5. 결론

본 고에서는 ATM LAN 기술을 중첩 모델과 통합 모델로 구분하여 중첩 모델에 해당하는 LANE, Classical IPOA, MPOA와 통합 모델에 해당하는 IP 스위칭, 태그 스위칭, I-PNNI를 설명하고 ITU-T SG13에서 규격화하고 있는 lipatm의 표준화 동향을 소개하였다.

LANE, MPOA, I-PNNI는 ATM Forum의 LANE, MPOA, RA 연구그룹에서 표준화하고 있으며 Classical IPOA, IP 스위칭, 태그 스위칭은 IETF의 ION, MPLS 연구그룹에서 규격화하고 있다. IETF의 ION 연구그룹에서는 이외에도 NHRP, MARS/MCS, IPv6 over ATM 등에 대한 연구도 병행하고 있다. ITU-T SG13 Q.20에서는 기존의 여러 모델을 기반으로 네트워크 관점과 프로토콜 관점에서 ITU-T 모델을 개발하기 위한 작업을 진행 중이다. 규격 작업은 거의 시작 단계로 IP 지원 특성, QoS와 멀티캐스트 지원 방안, 네임 서비스, 코어 프로토콜 구조 등을 중점적으로 연구하고 있다. 현재 ITU-T를 제외한 다른 표준화기구에서의 ATM LAN 관련 규격화는 거의 마무리된 상태이다.

시장면에서 보면 ATM WAN 시장은 약한 가격 경쟁력에도 불구하고 시장 규모가 증가되고 있는 추세인데, 이것은 WAN 환경에서는 ATM 기술 외에 다른 대안이 없다고 보기 때문이다. 그러나 ATM LAN 시장은 기가비트 이더넷에 비해 가격 경쟁력과 복잡성 등에서 경쟁력이 약하기 때문에 시장의 장악은 거의 포기해야 할 것으로 보인다. 기가비트 이더넷은 85% 이상 보급되어 있는 기존의 이더넷이나 FDDI로부터 전이가 쉬우며 비용이 적게 들고 새로운 응용이나 데이터 형태를 지원

할 수 있는 능력을 가지며 네트워크 설계시 융통성을 주는 등 다양한 장점을 가진다. 뿐만 아니라 98년 6월에 표준이 완료됨으로 인해 보급이 가속화될 것으로 기대되므로 ATM LAN 시장은 대부분 기가비트 이더넷이 장악할 것으로 전망된다.

참고 문헌

- [1] Anthony Alles, "ATM Internetworking," Cisco Systems, Inc., May 1995.
- [2] M.Laubach, J.Halpern, "Classical IP and ARP over ATM," RFC2225, April 1998.
- [3] J.Luciani, D.Katz, D.Piscitello, B.Cole, N.Doraswamy., "NBMA Next Hop Resolution Protocol", RFC2332, April 1998.
- [4] G.Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", RFC2022, November 1996.
- [5] ATM Forum, "LAN Emulation over ATM version 1.0", 1995.
- [6] ATM Forum, WGM-LANE-MPOA-98.04, "Working Group Minutes, LANE-MPOA Working Group, Berlin, 4/98", April 1998.
- [7] 김 지영, "ATM망에서의 가상 LAN 구축 기법", 한국통신 TM96-623-019, 1996.
- [8] Peter Newman, Greg Minshall, Tom Lyon, "IP Switching : ATM Under IP", Ipsilon Networks Inc, <http://www.iprg.nokia.com/about/technology/papers/newman0001.htm>, 1997.
- [9] Y.Rekhter, B.Davie, D.Katz, E.Rosen, G.Swallow, D.Farinacci, "Tag Switching Architecture-Overview", Internet-Draft, draft-rekhter-tagswitch-arch-01.txt, July 1997.
- [10] ITU-T, "Part I of the report of working party 2/13 (Network Capabilities included B-ISDN and interworking)", COM13-R18-E, October 1997.
- [11] ITU-T, "Meeting Report for Q.20/13 - "Support of broadband connectionless data services on B-ISDN", Temporary Document, June 1998.