

〈主 題〉

ATM LAN 에서의 Multiprotocol

홍 석 원

(명지대 전기전자 공학부 조교수)

□차 례□

I. 서 론	IV. 통합의 시도 : Multiprotocol over ATM
II. 첫번째 시도 : LAN Emulation	V. I-PNNI
III. 또 다른 시도 : IP over ATM	VI. 결론 : 시작의 끝

I. 서 론

Ethernet을 중심으로한 현재의 LAN 기술은 1980년대를 거치면서 기술과 응용에서 더욱 성숙되어 컴퓨터를 사용하는 사람에게는 없어서는 안될 기본적인 환경이 되었다. 이러한 LAN 환경은 현재 널리 사용되고 있는 인터넷에서 기본 구성 단위인 서브네트(subnet)가 되어 그 중요성이 더욱 증대되어왔다. 그런데 최근 들어 고화질의 이미지, 동영상(비디오) 멀티캐스팅 서비스에 대한 요구가 점차 증대되면서 전송 속도나 제공할 수 있는 서비스 품질의 측면에서 점차 그 한계성이 인식되어가고 있다. 이것은 현재의 Ethernet 중심으로한 10Mbps의 속도로는 고화질의 이미지나 동영상을 전송하기에는 미흡하다는 단순한 전송 속도의 문제를 넘어서서 기본적으로 현재의 LAN 기술은 "best-effort"에 기반을 둔 데이터 전송을 목표로 한 것이기 때문에 비디오나 음성등과 같이 엄격한 전송 지연이나 전송 지연 분산(Cell Delay Variation)을 요구하는 리얼 타임 혹은 이에 준하는 서비스에 대해서는 그 요구조건을 충족시켜줄 수 없다는 좀 더 근원적인 문제에 부딪치고 있다. 따라서 단순한 전송 속도상의 문제는 FDDI나 collapsed backbone 기술로 해결할 수 있으나 새로운 서비스 요구조건을 충족하는 문제는 본질적으로 새로운 접근 방식을 요구하고 있다.

현재 광대역 서비스를 위한 교환 및 전송 기술로

널리 인정되고 있는 ATM의 기술을 LAN에 적용한 ATM LAN 기술은 위와 같은 기존 LAN의 한계를 극복할 수 있는 해결책으로 인정되고 있다. 공중망과는 달리 LAN 환경에 ATM을 적용하는 문제는 설치 비용이 적게 들고 기술적인 과제도 쉽게 해결될 수 있기 때문에 ATM 포럼을 중심으로 ATM LAN에 관련된 표준화 작업을 진행하였고, 현재 소형 ATM 교환기를 중심으로한 여러 제품이 시장에 선 보이고 있다.

ATM LAN을 통한 응용 서비스는 다음의 두 가지 분야로 요약할 수 있다. 먼저 기존 LAN의 백본(backbone)으로 활용하는 것이다. ATM 교환기를 중심으로한 ATM 망이 설치된다고 하더라도 현재 널리 보급되어 이용되고 있는 기존 LAN을 단시간에 대체할 수는 없을 것이다. 따라서 상당 기간 기존 LAN에 접속된 단말들이 라우터나 브리지를 통해 ATM에 접속하여 통신하게 될 것이다. 두번째의 활용 분야로 ATM LAN을 워크 그룹(workgroup) LAN 환경으로 이용하는 것이다. 이 경우 각 단말들은 ATM 접속카드를 장착하여 직접 ATM 교환기에 접속하여 통신을 하게되는 것이다. 이러한 두 가지 응용 분야가 서로 상충되어 존재하는 것이 아니라 먼저 기존 LAN의 백본으로서 주로 ATM LAN이 활용되면서 점차 직접 ATM에 접속하여 완전한 ATM 서비스를 제공할 수 있는 워크 그룹 형태로 나가게될 것이다.

이러한 관점에서 볼 때 앞으로 ATM 망에서 이루어질 응용 서비스는 그림1과 같은 프로토콜 구조를

갖게된다. 하나의 줄기는 기존의 네트워크 혹은 링크 제어 프로토콜을 통해 ATM 계층에 연결하는 것이다. 이것은 이제까지의 모든 응용 서비스가 기존의 IP, IPX, 혹은 Appletalk와 같은 프로토콜 위에서 동작하기 때문에 이러한 응용 서비스를 ATM 망을 통해 제공하기 위해서는 어쩔 수 없이 이러한 프로토콜이 ATM 계층과 연동되도록 해야만 할 것이다. ATM이 기존망과 분리된 채 "무인도"처럼 존재하는 것은 모든 사용자들이 원하지 않기 때문에 당분간은 새로 개발되는 서비스라 할지라도 현재의 프로토콜 위에서 동작하는 경우가 많을 것이다. 이는 현재의 인터넷에서 볼 수 있듯이 기존 프로토콜을 사용한 망과 서비스에 대한 투자가 막대하기 때문에 이러한 프로토콜을 무시한 서비스의 개발은 현명하다고 볼 수 없다.

하지만 기존에 개발된 네트워크 혹은 링크 제어 프로토콜은 ATM이 보장하는 서비스 품질을 고려하고

설계되지 않았기 때문에 이러한 프로토콜 위에서 개발된 응용 서비스는 ATM의 장점을 충분히 활용할 수가 없다. 따라서 ATM의 장점을 살리기 위해서는 기존의 프로토콜을 통하지 않고 바로 ATM 계층에 연결되는 응용 서비스의 개발이 필요하며, 이를 위해 ATM 포럼에서는 ATM 응용 프로그램 접점 규격(ATM API)을 결정하는 작업을 진행하여 거의 마무리 단계에 있다.[1]

본 논문에서는 당분간 ATM 서비스의 주류를 이루게될 기존의 프로토콜을 통한 응용 서비스에 초점을 맞추고, 어떠한 방식으로 기존의 여러 프로토콜(multiprotocol)을 ATM과 연동하느냐는 문제를 현재 진행되고 있는 ATM포럼과 IETF의 논의를 중심으로 설명하도록 한다. 이 논문에서 설명되는 프로토콜들의 규격화 작업은 아직 진행중이기 때문에 지엽적인 설명은 가능한 피하도록 하고 현재 동의가 이루어진 사항을 중심으로 논의해 보도록 한다.

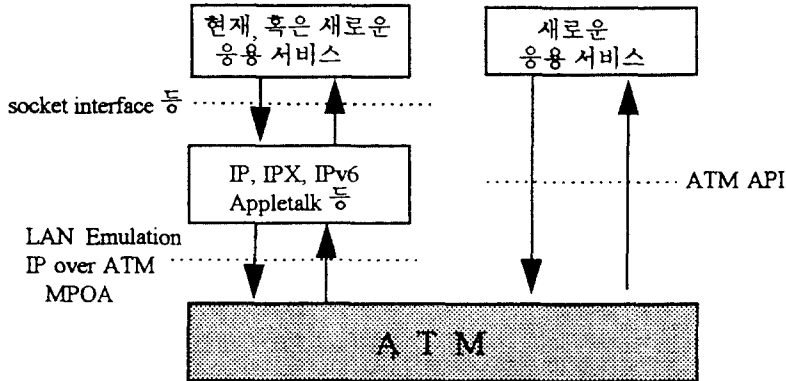


그림 1. ATM에서의 응용 서비스와 프로토콜 구조

II. 첫번째 시도: LAN Emulation

멀티프로토콜을 ATM에 연동하는 과제의 요체는 현재의 프로토콜 주소를 어떻게 ATM 주소로 변환하여 ATM 연결 방식에 따라 연결(Vc)을 설정하여 기존 프로토콜 패킷 혹은 프레임 전송하는냐는 것이다. 이 문제의 첫번째 시도는 LAN의 MAC 계층에서 ATM과의 연동을 수행하는 LAN Emulation으로서 ATM 포럼이 주관하여 이 문제를 다루었고 현재 1단계의 규격화 작업을 완료한 상태이다.[2]

LAN Emulation은 두 종류의 LAN, 즉 IEEE 802.3 Ethernet과 IEEE 802.5 토큰링에 대해서 에뮬레이션

작업을 규정하고 있다. 그림2에 보이는 바와 같이 LAN Emulation에서는 MAC 계층에서 어드레스 변환과 ATM 연결 설정이 이루어지게 된다.

2.1 구조

LAN Emulation의 기본 구성 요소는 서버와 데이터 전송을 하고자하는 클라이언트로 구분되어진다. Ethernet의 경우에는 Ethernet의 MAC 주소가 ATM 주소로 변환되며 상위 계층의 패킷은 Ethernet MAC 프레임에 캡슐화(encapsulation)되어 ATM에 전달된다. 이때 MAC 어드레스를 등록하고 변환을 담당하는 것이 LAN Emulation 서버(LES)로서, 동일한

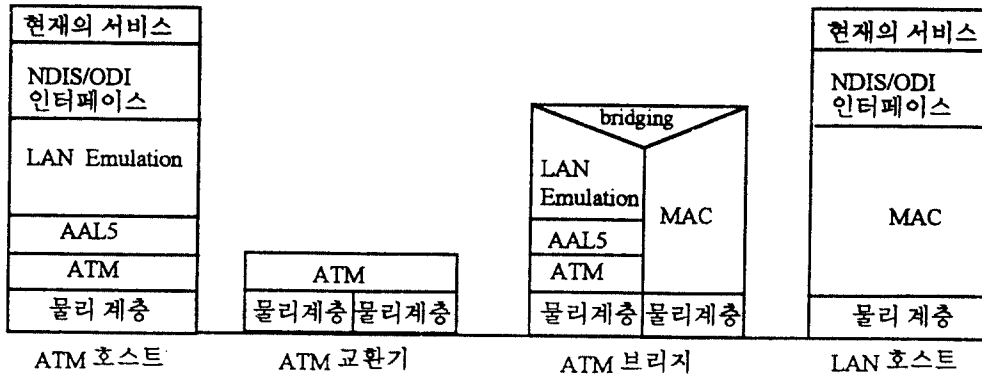


그림 2. LAN Emulation 프로토콜 스택

LES에 등록된 모든 LAN Emulation 클라이언트 (LEC)들은 하나의 세그먼트를 형성하게되며 이것을 Emulated LAN(ELAN)이라고 부른다. 이때 LES에 등록되는 LEC로는 ATM 카드가 내장된 ATM 호스트와 LAN Emulation 기능을 갖춘 브리지(bridge)가 있을 수 있다.

서버로서 LES 외에 LAN Emulation Configuration 서버(LECS)와 Broadcasting/Unknown 서버(BUS)가 존재하는데 LECS는 초기 설정의 단계에서 ELAN에 접속되는 LEC에게 LES의 ATM 주소를 알려주어 LES와 연결(VC)을 할 수 있도록하며 또한 LEC에게 ELAN의 종류나 최대 전송 패킷 크기등의 ELAN 설정 정보를 알려준다. 또한 BUS는 브로트캐스팅 서비스를 담당하는데 때로는 LES에 등록되어 있지 않은 LEC에 데이터를 보내고자할 때도 BUS의 브로트캐스팅 기능을 이용하게된다. 이러한 구성 요소로 이루어진 ELAN들 사이의 연결은 ATM 접속 기능을 갖는 라우터나 브리지를 통하게 된다. 그림3은 ELAN

의 구조와 구성 요소를 보여주고 있다.

2.2 초기 설정

LEC는 LES에 등록하기위해서 LES와 ATM 연결을 설정해야 한다. 이를 위해 그림3의 LAN Emulation 구조에서 보는 바와 같이 LAN Emulation Configuration Server(LECS)가 존재한다. LEC는 가장 첫 단계로 먼저 LECS의 ATM 주소를 찾아내어 ATM 연결(VC)을 설정한다. LEC가 LECS와 연결을 설정하는 방법으로는 SNMP의 II.MI 절차를 수행하는 방법과 네트워크 관리자에 의해 이미 정해진 ATM 주소를 이용하거나 이미 정해진 PVC(well-known PVC, VPI=0, VCI=17)를 사용하는 방법이 있다.

이렇게 LECS에 설정된 연결을 통해 LEC는 LES의 ATM 주소를 부여받게되는데 이때 LECS는 LEC에게 LES의 주소뿐 아니라 LES가 연결된 ELAN의 종류(Ethernet 혹은 토큰 링)와 최대 PDU 크기등의 ELAN 정보를 전달받게 된다.

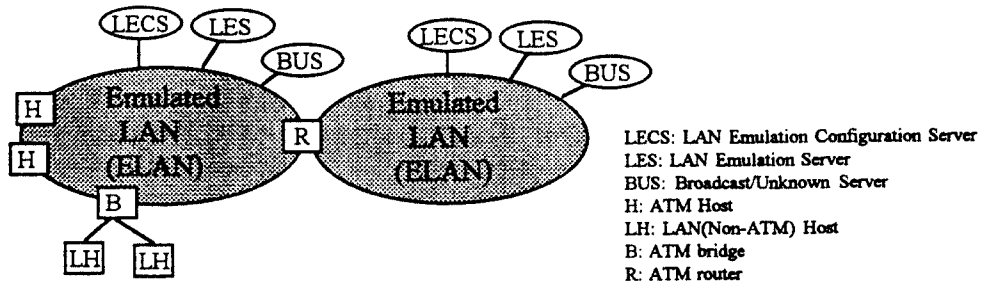


그림 3. Emulated LAN 구조

2.3 등록

LES의 ATM 주소를 알아낸 LEC는 LES와 ATM 연결(control direct VCC)을 설정하고 이 연결을 통해 자신의 MAC 주소와 ATM 주소를 LES에게 알려주어 LES에 의해 관리되는 하나의 ELAN에 자신을 등록하게 된다. 이렇게 등록이 이루어지면 LES는 LEC에게 고유번호(LECID)를 부여하고 LEC와 새로운 연결(control distribute VCC)을 설정한다. LEC는 이 과정에서 LES에 broadcast/unknown 서버(BUS)의 주소를 문의하는데, BUS는 LES에 등록되지 않은 LEC에게 프레임을 보낼때(unknown LEC에 대한 서버 역할)와 브로드캐스팅 혹은 멀티캐스팅을 할 경우 사용된다. LES로 부터 BUS의 주소를 알아내면 LEC는 BUS에 연결(multicast send VCC)을 설정하고, BUS도 마찬가지로 LEC에 대해 연결(multicast forward VCC)을 설정한다.

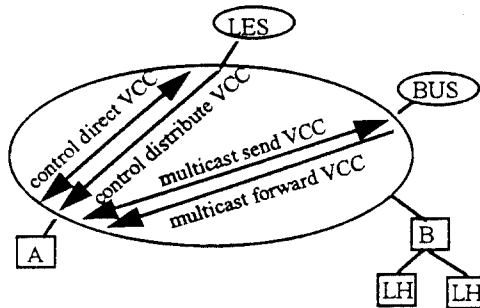


그림 4. 등록

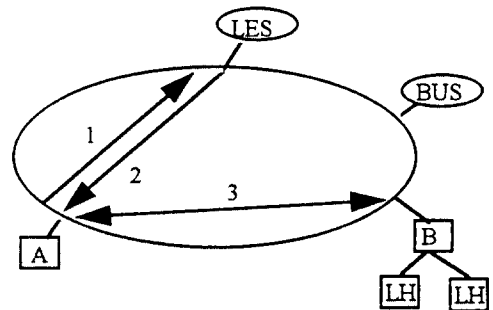
2.4 주소 변환(ARP)과 데이터 전송

이미 설정된 LEC와 LES 사이의 연결(control direct VCC)을 통해서 LEC는 통신하려는 상대방 LEC의 ATM 주소를 알기 위해 LEC에 LE_ARP 요구 프레임을 보낸다. LE_ARP 프레임에는 상대방 LEC의 MAC 주소를 실어보내는데, 이 프레임을 받은 LES는 이미 등록된 LEC의 주소를 찾아서 요청한 LEC에게 알려준다.

LEC는 LES에 LE_ARP 요구 프레임을 보내고 그 응답을 기다리는 동안 전송하고자하는 프레임을 BUS에 보내고 BUS는 이 프레임을 받아서 자신에게 연결된 모든 LEC에게 프레임을 전송한다(flooding). 그 이유는 브리지(bridge)에 연결되어 있는 LEC는 LES에 등록이 안되어 그 주소를 모를 수도 있으며, 또한 LE_ARP요청에 대한 응답이 지연되면 LEC가 전송하려는 프레임을 폐기하거나 전송 지연 자체로

인해 문제가 발생할 수 있기 때문이다.

만약 LES로 부터 상대방 LEC의 주소를 응답받으면 LEC는 그 주소를 통해 ATM의 신호 방식에 따라 연결(data direct VCC)을 설정하여 이것을 통해 프레임의 전달하게 된다. 이때 LES로 부터 응답을 기다리는 동안 BUS를 통해 전달한 프레임이 data direct VCC를 통해 보내는 프레임보다 먼저 도달하도록 flushing 작업을 수행하는데 이는 먼저 flushing 메시지를 보내고 이 메시지에 대한 응답을 받을 때까지 전달을 보류하는 것이다. 이렇게 하여 상대방 LEC에 전달하는 프레임들이 순차적으로 도달할 수 있도록 보장해 주게된다.



1. LE_ARP_REQUEST(B의 MAC 주소) 전송
2. LE_ARP_RESPONSE(B의 ATM 주소) 전송
3. ATM 신호방식에 의해 data direct VCC 설정

그림 5. 주소 변환 및 데이터 전송

2.5 빛과 그림자

LAN Emulation 방식의 장점은 그림2의 프로토콜 스택에서 볼 수 있는 바와 같이 MAC 위의 계층, 즉 네트워크 프로토콜에 대한 투명성을 보장한다는 것이다. 다시말해 ATM으로의 변환이 MAC 계층에서 이루어지기때문에 그 위의 계층은 ATM에 대해 관여 하지않고 고유의 방식으로 동작할 수 있다는 것이다. 이러한 측면에서 모든 종류의 네트워크 프로토콜(멀티프로토콜)이 ATM에 연동될 수 있는 방안을 제시해 주고있다. 또한 네트워크 계층 뿐만아니라 그림 2에 보이는 바와 같이 기존의 NDIS나 ODI와 같은 LAN 드라이버(driver)와의 접속 방식에 영향을 주지 않기때문에 기존의 드라이버를 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 이는 개발의 측면에서 비용의 절감을 의미하게된다.

하지만 이러한 장점에 비해 여러가지 측면에서 LAN Emulation 방식의 한계를 지적할 수 있다. 먼저

MAC 계층에서의 연동을 시도한 것으로 인한 단점으로 주소 변환 과정에서 생기는 불필요한 트래픽의 증가 문제를 들 수 있다. 이는 네트워크 계층에서의 연

동을 시도했을 경우와 비교하면 그 단점이 선명히 드러난다. 이 두가지 방식의 주소 변환 과정을 비교한 것이 그림6에 나와있다.

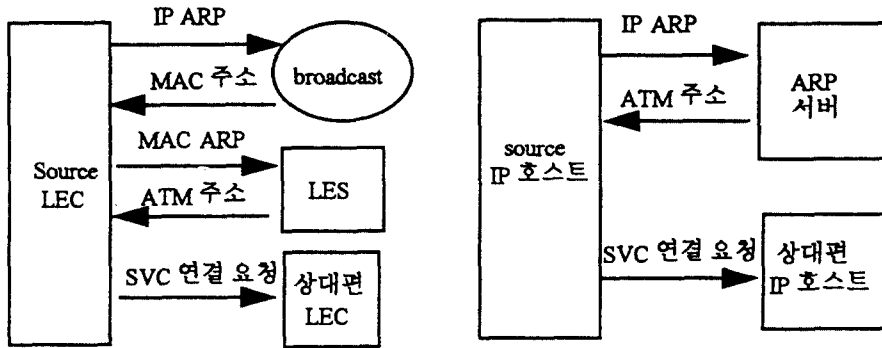


그림 6. LAN Emulation과 IP over ATM에서의 주소 변환 과정

만약 ELAN에 접속된 Ethernet의 단말이 통신을 하고자할 때 LAN Emulation에서는 먼저 상대방 LEC의 네트워크 계층의 주소를 통해 MAC 주소를 찾는 주소 변환(ARP) 절차가 필요하게된다. 예를 들면 IP 호스트에서 IP 호스트로 통신을 할 경우를 가정해 보자. 먼저 IP 호스트는 상대방 IP 호스트의 MAC 주소를 알기위해 BUS를 통해 IP 패킷을 브로드캐스팅하게 된다. 이렇게 하여 상대방 IP 호스트의 MAC 주소를 알아내게 되면 위에서 설명한 절차에 의해 다시 MAC 주소에서 ATM 주소를 찾아내고 이것을 가지고 비로소 ATM 연결을 설정하게 된다. 이에 비해 네트워크 계층에서 ATM과의 연동이 이루어지는 경우에는 상대방의 IP 주소를 갖고 바로 ATM 주소를 찾아내는 주소 변환을 수행하기 때문에 LAN Emulation 방식에 비해 주소 변환 과정을 한 단계 줄일수 있으며 이에 따른 트래픽의 감소를 가져올 수 있다.

두번째로 MAC 계층에서 연동이 이루어지기때문에 생기는 단점으로는 최대 전송 프레임 크기(MTU)의 제한이다. 예를 들면 Ethernet의 경우 최대 프레임의 크기가 1500옥텟으로 제한되어 있기때문에 동일한 ELAN에 접속된 ATM 단말은 이 보다 더 큰 MTU를 사용할 수 있을지라도 Ethernet과 동일한 크기의 프레임으로 전송해야만하며 이는 효율(throughtput)의 감소를 가져오게 된다.

이상의 두 문제보다 좀 더 근원적인 문제는 두 개 이상의 ELAN이 상호 연결되는 경우이다. 그림 3의

LAN Emulation 구조에서 볼 수 있는 것같이 여러개의 ELAN을 서로 연결하기 위해서는 기존의 LAN을 브리지나 라우터를 통해 연결하는 것같이 ATM 연동 기능을 갖는 브리지나 라우터를 통해 연결해야만 한다. 이렇게 라우터를 통해 연결될 경우 하나의 ELAN 내에서 설정된 ATM 연결(VC)은 라우터에서 종단되고 다른 ELAN에서는 또 다시 위에서 설명한 방식에 의해 ATM 주소를 찾아서 새로운 연결을 설정하여야 한다. 이것은 현재의 고성능 라우터에 의해 연결된다 하더라도 ATM의 기준으로 볼 때는 커다란 연결 설정의 지연을 야기시키는 것이다. 이 문제는 하나의 서브네트(subnet)가 ATM 망을 통해 상호 연결될 때 발생하는 Large Cloud의 문제로 이를 위해서는 LAN Emulation과는 다른 방식의 접근이 필요하다.

마지막으로 LAN Emulation의 한계로 이것이 제공하는 서비스의 제한을 지적할 수 있다. LAN Emulation에서 제공되는 서비스는 ATM 포럼에 규정한 서비스 클래스(service class) 중 ABR(Available Bit Rate)과 UBR(Unspecified Bit Rate)에 한정되어있는데 이것은 MAC 계층이 브로트캐스팅에 기초한 비연결형 LAN 트래픽을 목표로 하기때문에 당연한 결과라 하겠다.

III. 또 다른 시도: IP over ATM

기존의 프로토콜과 ATM과의 연동은 LAN Emulation과는 다르게 네트워크 계층에서 이루어질수

도 있다. 이러한 시도로 대표적인 것은 현재 IETF에서 추진하고 있는 IP over ATM이다[3]. 이것은 IP 패킷을 ATM 망을 통해 전송하기 위해 IP 주소를 ATM 주소로 변환하는 과정과 IP 패킷을 AAL5 프레임으로 실어보내기 위한 캡슐화 방법을 규정하고 있다. IP over ATM은 네트워크 프로토콜 중에서 현재 가장 널리 사용되는 IP 프로토콜을 대상으로 하고 있기 때문에 LAN Emulation에서와 같이 멀티프로토콜을 ATM에 연동시키는 방법이라 할 수는 없다. 이런 의미에서 IP over ATM은 multiprotocol over ATM이라고 하기보다는 superprotocol over ATM이라 할 수 있을 것이다. 하지만 현재 IP 프로토콜이 차지하는 현실적인 영향력이 막대하기 때문에 IP over ATM 방식의 의미는 크다고 할 수 있다.

3.1 구조

이 방식의 기본적인 구성 단위는 Logical IP subnetwork(LIS)라고 불리우는데 이는 하나의 IP 어드레스 변환 서버(ARP server)에 의해 관리되는 IP 서브네트에 해당된다.

LIS의 구성 요소는 그림7과 같이 기존의 LAN을 ATM에 연결시켜주는 라우터와 ATM 접속 기능을 갖춘 ATM 호스트, 그리고 하나의 ARP 서버로 구성된다. 동일한 LIS내에서는 동일한 서브네트 마스크(subnet mask)와 최대 전송 패킷의 크기(MTU)를 갖어야 한다. LIS는 LAN Emulation의 ELAN과 마찬가지로 기본 구성 단위가 되며 LIS 간의 연결은 라우터를 통해 이루어진다.

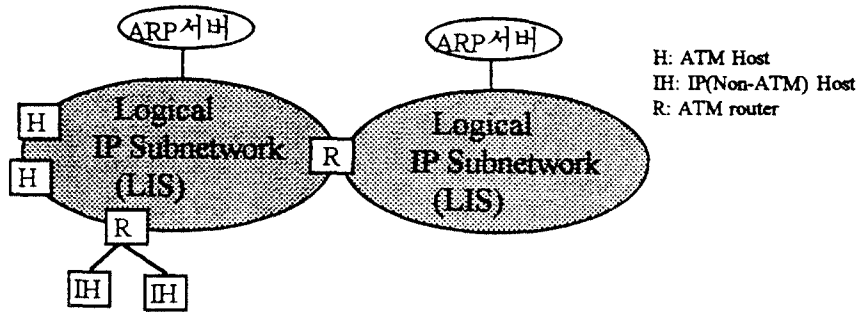


그림 7. Logical IP Subnetwork(LIS)의 구조

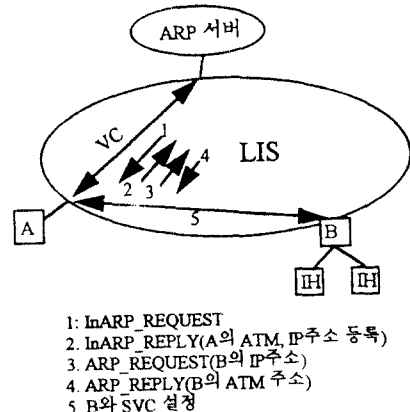
3.2 주소 변환과 데이터 전송

ATM망을 통해서 IP패킷을 전송하고자할 때 제일 먼저 해결해야할 문제는 주소 변환이다. 주소 변환은 연결을 하려고하는 상대방 IP 호스트의 IP 주소로부터 ATM 주소를 알아내어 ATM 신호 방식에 의해 연결을 설정하여 IP 패킷을 전송하게되는데 LIS내의 ARP 서버에 의해 수행되게된다.

ARP 서버는 LIS내의 IP 호스트들에게 미리 설정된 연결(PVC)을 통해서 InARP_REQUEST 패킷으로 등록 요청을 하게되며, 요청을 받은 IP 호스트는 자신의 IP주소와 ATM 주소를 InARP_REPLY 패킷을 통해서 ARP 서버에 알려주고 서버는 LIS내의 IP 호스트에 대한 주소의 매핑(mapping)을 ARP 테이블에 기록하여 후에 주소 변환에 사용한다.

일단 이렇게 등록된 후에 IP 호스트는 통신을 원하는 상대방 IP 호스트의 주소를 ARP서버에 보내어 서버로부터 상대방 ATM 주소를 알아낸 뒤 ATM

의 신호 방식에 의해 연결 설정(VC)을 하고 IP 패킷을 전송하게 된다. 그림8은 이러한 등록과 주소 변환 절차가 나와 있다.



- 1: InARP_REQUEST
- 2: InARP_REPLY(A의 ATM, IP주소 등록)
- 3: ARP_REQUEST(B의 IP주소)
- 4: ARP_REPLY(B의 ATM 주소)
- 5: B와 SVC 설정

그림 8. 등록과 주소 변환 절차

3.3 멀티프로토콜 패킷 캡슐화(multiprotocol encapsulation)

IP 패킷은 ATM 망을 통하여 전달될 때 AAL5 프레임에 실려서(encapsulation) 설정된 ATM 연결(PVC 혹은 SVC)을 통해서 전달된다. IETF에서는 여러 종류의 프로토콜 패킷 혹은 프레임이 동일한 ATM 연결 경로를 타고 전달될 때 고려해야 할 멀티프로토콜 패킷의 다중화 문제를 해결하는 방법을 RFC 1483의 "Multiprotocol Encapsulation over AAL5"에서 제시하였다[4]. 이 방식에 의하면 여러 프로토콜의 PDU가 AAL 5 프레임에 실릴때 헤더 부분에 각 프로토콜의 형태(type)을 나타내는 LLC/SNAP 헤더를 덧붙이게 된다. 자세한 내용은 참고 문헌을 참조하기 바란다[3][4]

3.4 멀티캐스팅

앞절에서 설명한 IP over ATM 방식에 멀티캐스팅 기능을 추가하는 작업이 현재 진행 중이며 최종 RFC의 마무리 단계에 있다[6]. ATM에서 IP 멀티캐스팅은 ATM 포럼이 규정한 UNI 3.1의 신호 방식에 기반을 두고 있다. UNI 3.1에서 정의된 신호 방식의 가장 큰 특징은 point-to-multipoint 연결을 설정할 때 오로지 단방향(unidirection) VC만을 설정할 수 있다는 점이다. 그리고 멀티캐스팅 그룹 중에서 모든 멤버 노드(leaf node)가 임의로 가입 탈퇴를 할 수 없고 오직 하나의 루트 노드(root node) 만이 다른 멤버 노드의 가입 탈퇴를 주관할 수 있다는 점이다.

ATM에서의 IP 멀티캐스팅은 두 가지 방법을 통해서 이루어진다. 첫째로 멀티캐스트 그룹내의 모든 IP 호스트간에 VC를 설정하는 VC 메쉬 모델(VC mesh model)과 둘째로 멀티캐스트 서버를 통하는 방법으로 이것은 LAN Emulation에서 설명한 BUS를 통한 방법과 유사하다.

VC 메쉬 모델에서는 멀티캐스트 ARP 서버(MARS)에 의해 멀티캐스트 그룹이 관리되는데 전체적인 절차는 유니캐스트(unicast)의 경우와 유사하다. LIS 내의 멀티캐스트 그룹에 속하는 호스트들은 MARS에 자신이 속한 멀티캐스트 그룹의 멤버로 자신의 IP 주소와 ATM 주소를 등록하는데 멀티캐스트 그룹 주소는 Class D의 주소 중 하나를 사용한다. 만약 IP 호스트가 자신이 속한 그룹에 멀티캐스팅하려고 하면 MARS에 그룹 IP 주소를 실은 주소 변환 요청 패킷을 보낸다. 요청을 받은 MARS는 주소 테이블에서 그룹(멀티캐스팅 그룹 IP 주소)에 속한 모든

IP 호스트의 ATM 주소를 응답 패킷에 실어보낸다. 응답을 받은 호스트는 그룹내 모든 호스트에 대해 단방향 ATM 연결(unidirection VC)을 설정한다.

만약 MARS가 관리해야 하는 멀티캐스트 호스트가 많아지면 설정해야하는 VC도 많아지고 연결 설정의 짐이 커지게 된다. 이런 경우에는 특정 그룹에 대해서는 멀티캐스트 서버를 통해서 관리함으로써 VC 설정의 부하를 줄일 수 있다. 멀티캐스트 서버 모델에서는 MARS가 멀티캐스트 서버에 의해 관리되는 특정 그룹의 주소에 대해서는 멀티캐스트 서버의 ATM 주소를 갖게된다. 따라서 멀티캐스트 그룹내의 한 호스트가 MARS에게 그룹내 멤버 호스트들의 ATM 주소를 요청했다면 MARS는 응답 패킷에 멀티캐스트 서버의 ATM 주소를 실어 보낸다. 응답을 받은 호스트는 멀티캐스트 서버에 ATM 연결을 설정하고 패킷을 전송한다. 그러면 멀티캐스트 서버는 전송된 패킷을 자신이 관리하는 그룹 멤버에 대해서 단방향 VC를 설정하여 멀티캐스트하게 된다.

이 두가지 방식은 LIS내의 IP 호스트에게는 투명하게 존재하게 된다. 다시말해 IP 호스트에게는 자신이 VC 메쉬 형태로 멀티캐스트 서비스를 받는지 멀티캐스트 서버를 통해 받는지는 상관하지 않아도된다는 것이다. IP 멀티캐스트의 자세한 내용은 참고문헌을 참조하기 바란다[3][6].

3.5 Large Cloud의 문제

위에서 설명한 하나의 LIS 내에서 IP 호스트 간에 주소 변환과 데이터 전송 방식은 통칭 "classical IP over ATM"으로 불리운다[5]. classical이란 이름이 의미하는 것은 이러한 IP over ATM에서는 기존의 IP 호스트에 요구되는 사항, 즉 소스(source) IP 호스트가 속한 서브네트(subnet) 밖의 호스트에 전달되는 IP 패킷은 디폴트 라우터(default router)를 통해 전달된다는 요구 조건을 그대로 유지한다는 점이다[7].

이러한 classical IP over ATM의 제약은 하나의 ELAN에서 정의된 LAN Emulation과 마찬가지로 다수의 LIS가 ATM 라우터를 통해 연결되는 Large Cloud에서 드러난다. 서로 다른 LIS에 접속된 IP 호스트 사이에는 직접적인 연결이 가능하지않고 항상 LIS 사이에 존재하는 ATM 라우터를 통해서 연결되어야 한다는 점이다. 이렇게 되면 ATM 라우터에서 연결이 중단되고 새로운 연결이 다시 설정되어야하기 때문에 전송 지연을 초래하게 되며 단일 ATM 연결을 통해 QoS를 보장한다는 ATM의 목적을 이룰 수

없게된다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 하나의 ATM 망 내 서로 다른 LIS에 접속된 호스트들 간에 직접 ATM 연결을 설정할 수 있어야 한다. 이 문제는 어떻게 서로 다른 LIS내 호스트들간에 주소 변환을 할 수 있는냐는 문제와 어떻게 다른 LIS내의 호스트에 도달하기 위한 경로를 찾을 수 있는냐는 문제로 압축할 수 있다.

IETF의 ROLC(Routing Over Large Cloud) 워킹 그룹에서는 이 문제를 해결하기 위해 NHRP(NBMA Next Hop Resolution Protocol)이라는 방안을 제시하였다[8]. NHRP에서는 IP over ATM의 LIS와 마찬가지로 구성 단위가 되는 논리적인 망으로서 Non-Broadcast Multaccess Network(NBMA)을 상정하고있다. NBMA는 이름이 의미하는 바와 같이 기존 LAN과는 달리 브로드캐스팅이 쉽게 허용되지 않는 망으로서, X.25나 Frame Relay 그리고 지금 이 글에서 대상으로 하는 ATM망이 여기에 해당된다. 여기서는 ATM망을 NBMA로 하여 설명하기로 한다.

NBMA에 접속된 호스트간의 주소 변환 절차는 IP over ATM의 절차를 그대로 따르고 있다. IP over ATM에서의 ARP 서버는 NHRP 서버(NHS)로 대체되고 NHS는 ARP 서버와 마찬가지로 NHS에 접속된 모든 호스트의 IP 주소와 ATM 주소의 매핑 테이블을 갖게된다. NHS간에는 ATM망의 외부에 있는 라우터를 통해 서로 연결되어 있으며, 서로 표준 라우팅 프로토콜 정보를 교환한다. 어떤 호스트가 상대방 호스트의 주소 변환을 요구 할 경우 그 호스트에 연결된 NHS에 NHRP 요청 패킷을 보내게 되며 만약 NHS가 해당 호스트의 주소를 갖고있으면 그 ATM 주소를 알려준다. 만약 요청한 호스트의 주소를 NHS가 갖고 있지않으면 자신의 라우팅 테이블을 참조하여 바로 이웃(next hop)에 있는 NHS에 요청 패킷을 전달한다. 이러한 절차는 요청된 호스트의 주소를 갖고있는 NHS에 도달될 때까지 계속되며 이렇게 하여 찾아낸 호스트의 ATM 주소는 요청 패킷이 전달된 경로를 역으로 하여 원래의 호스트에 전달된다. 이렇게 하여 Large Cloud에서의 주소 변환과 경로 배정(routing)이 이루어지게 된다.

현재 NHRP 방식은 아직 연구 단계에 있으나 LAN Emulation이나 IP over ATM이 직면하는 한계 즉 하나의 ELAN 혹은 LIS를 넘어선 Large Cloud의 문제에 있어서 중요한 역할을 할 것으로 생각하고 있으며 이 방식은 다음 절에서 설명하려는 ATM 포럼

의 Multiprotocol over ATM의 작업에도 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

IV. 통합의 시도: Multiprotocol over ATM

4.1 목표

이제까지 MAC 계층에서 ATM과의 연동을 시도한 LAN Emulation 방식과 IP 네트워크 프로토콜에 대해서 연동을 시도한 IP over ATM 방식에 대해서 살펴보고 두 방식이 지니는 한계에 대해서 지적하였다. 기존의 LAN을 통해 단말이 ATM 망에 연결될 때 드러나는 문제점을 극복하기 위해서는 ATM망에 접속된 단말 간에 기존의 네트워크 계층을 통해 중간에 라우터를 거치지않고 직접 ATM 방식의 연결(end-to-end network layer connectivity)을 설정할 수 있어야 한다. 이러한 목표를 달성하기 위해 현재 진행 중인 방식으로는 ATM포럼에서 추진하고있는 MPOA(Multiprotocol over ATM) 방식을 들 수 있다 [9]. MPOA 방식에서 단말은 ATM 망에 직접 연결될 수도 있으며 기존의 LAN을 통해 ATM망에 연결될 수도 있는데, 어떤 경우이건 현재 사용중인 네트워크 계층의 프로토콜을 통해 ATM 망에 접속하게 된다. 그리고 이는 IP 네트워크 프로토콜 뿐아니라 현재 사용하고있는 모든 네트워크 계층의 프로토콜을 포함한다. 이러한 MPOA와 ATM, 그리고 네트워크 계층과의 관계가 그림9에 나와있다. 이와같이 어떤 방식으로 ATM망에 접속되었건 양 종단간의 단말 사이에서 ATM 연결을 설정할 수 있게 되면 앞에서 지적한 LAN Emulation의 ELAN, classical IP over ATM의 LIS 간의 연결에서 비롯되는 문제를 해결할 수 있게 된다.

현재 ATM 포럼에서 진행 중인 MPOA 방식은 아직 많은 부분이 논의 중이기 때문에 본 글에서 설명되는 부분은 후에 변경될 수도 있다. 여기서는 MPOA의 핵심적인 내용을 중심으로 앞에서 LAN Emulation과 IP over ATM을 설명하며 언급한 부분과 관련하여 설명하도록 한다.

MPOA의 목표는 LAN Emulation 방식과 비교할 때 더욱 선명해진다. LAN Emulation에서는 ATM과 연동의 기본 단위가 ELAN에 한정되어 있기때문에 서로 다른 ELAN에 접속된 호스트 사이에서는 직접 ATM 연결을 설정하지 못하고 ELAN사이에 라우터를 통해 연결이 되어야했다. 이렇게 되면 ATM 연결

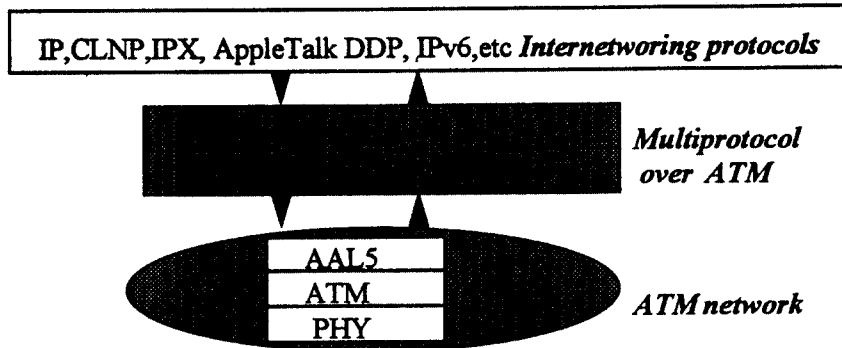


그림 9. MPOA와 프로토콜 구조

은 라우터에서 종단되고 또 다른 ATM 연결이 설정되어야하기 때문에 전송 지연과 같은 성능의 저하를 초래하게된다. 또한 LAN Emulation에서는 MAC 계층위에 존재하는 프로토콜(특히 네트워크 프로토콜)은 ATM과는 무관하게 동작하기때문에 모든 네트워크 프로토콜(multiprotocol)을 수용할 수 있다는 장점이 있었지만 이에 반해 네트워크 프로토콜에게는 ATM 계층이 숨겨져있기때문에 ATM이 본래 목표로 하는 다양한 QoS를 제공할 수 없게 된다. MPOA의 경우 ATM 망에 연결된 단말 사이에 네트워크 계층을 통해 직접 ATM 연결을 설정하고 또한 ATM 계층이 네트워크 계층에 드러나게 되어 ATM이 보장하는 QoS가 네트워크 계층에 매핑될 수 있다.

또한 MPOA방식은 LAN Emulation 방식도 포함하여 ELAN에 접속된 단말은 LAN Emulation 방식으로 통신할 수도 있다. 이는 네트워크 계층의 멀티프로토콜을 통한 연동을 지향하면서도 제2계층의 연동인 LAN Emulation을 진부분 집합으로 포함하는 것이다. 이외에도 MPOA는 네트워크 계층의 멀티캐스팅과 브로드캐스팅 서비스를 제공하고, 방화벽(firewall)과 프로토콜 필터링(filtering)의 기능을 제공하는 것을 목표로 삼고있다.

4.2 구조

MPOA의 논리적인 망 구성은 그림10에 나와있다. 기본 구조와 구성 요소는 LAN Emulation 구조의 확장으로 볼 수 있다. 먼저 ELAN이나 LIS와 같은 구성 단위로서 MPOA는 Internet Address Sub-Group(IASG)을 기본으로 하고 있다. IASG는 네트워

크 라우팅 프로토콜에 속한 네트워크 계층 주소의 범위("a range of internetwork layer addresses summarized into internetwork layer routing",[9])로 다소 어렵게 정의되어있는데 완전히 일치하지는 않더라도 IP 서브네트(subnet)의 개념과 유사하다고 볼 수 있다.

하나의 IASG에는 MPOA 기능을 수행하는 MPOA 호스트로서 ATM 호스트나 종단장비(edge device)가 접속되는데 논리적 구성 요소로서 종단장비는 ATM과 기존의 프로토콜 사이에서 패킷의 전달을 담당하는 장치로서 Ethernet을 접속할 수 있는 ATM 허브를 예로 들 수 있다. IASG내의 호스트나 종단 장치간의 통신은 IASG Coordination Function(ICF)을 통해 이루어지는데 ICF도 논리적인 요소로서, LAN Emulation의 LES나 IP over ATM의 ARP 서버로 이해할 수 있다. 하나의 IASG에는 ICF와 함께 항상 라우트 서버(RS: route server)가 존재하는데 RS는 IASG간의 통신을 위해 IASG 주소를 ATM 주소로 변환하며 IASG 사이의 라우팅을 위해 3계층의 라우팅 프로토콜을 운영한다. 이외에도 configuration서버, 멀티캐스트 서버, default data forwarder가 존재하는데 configuration 서버는LAN Emulation의 LECS와 유사하다고 볼 수 있다.

4.3 주소 변환 및 데이터 전송

그림 9에서 보이는 바와 같이 MPOA에서 호스트간에 통신을 하기 위해서는 먼저 주소 변환이 필요하다. 주소 변환을 통해 찾아낸 상대방 MPOA 호스트의 ATM 주소를 갖고 ATM 연결(VC)을 설정하고 멀티프로토콜 패킷을 AAL 5에 캡슐화(encapsulation)

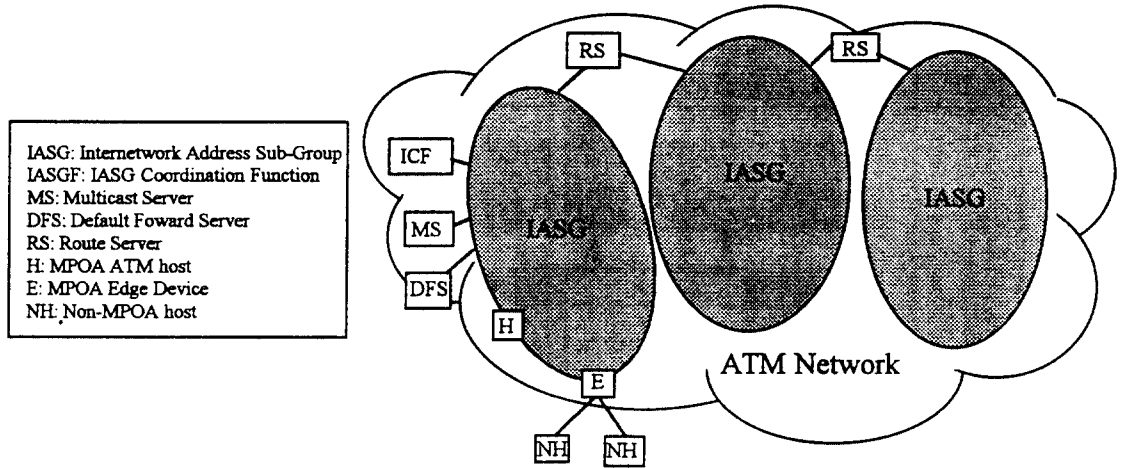


그림 10. MPOA의 구조와 구성 요소

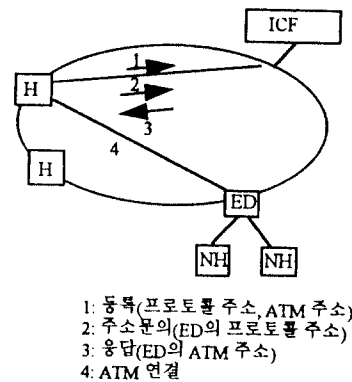
하여 전송하게 된다. AAL5에 캡슐화하는 방식은 IP over ATM에서 사용하는 RFC1483의 Multiprotocol Encapsulation over AAL5 방식을 그대로 사용한다 [4]. 만약 서로 다른 IASG에 있는 MPOA 호스트간에 연결을 하는 경우에는 라우팅의 절차가 필요하다.

먼저 IASG 내에서 MPOA 호스트간의 통신은 그림 11에서와 같이 이루어진다. 어떤 호스트가 IASG에 접속할 때 자신의 프로토콜 주소와 ATM 주소를 ICF에 등록하게 된다. ICF에 등록하기 위해서는 ICF의 주소를 알고있어야하는데 이는 Configuration 서버를 통해 알아내며 이 절차는 LAN Emulation의 초기화 등록 과정과 유사하다. 만약 IP 프로토콜을 사용하는 MPOA 호스트와 접속을 원하는 경우 소스 IP 호스트는 ICF에 상대방 IP 호스트 주소를 ICF에 보내고 ATM 주소를 요청한다. 이 주소를 사용하여 MPOA 호스트는 직접 ATM 신호 방식에 따라 연결 (VC)를 설정하게 된다.

4.4 Large Cloud

서로 다른 IASG에 속한 호스트간에 연결을 하기 위해서는 라우팅의 절차가 필요한데 이 기능을 담당하는 것이 라우트 서버(RS)이다. 그림 10에서 보는 바와 같이 RS는 서로 이웃한 IASG간에 연결되어 두 IASG 내의 MPOA 호스트의 주소를 관리한다. 그리고 RS는 표준 라우팅 프로토콜을 운영하며 요약된 라우팅 정보를 갖게 된다.

라우트 서버간에 목적지 주소의 호스트를 연결하는



- 1: 등록(프로토콜 주소, ATM 주소)
- 2: 주소문의(ED의 프로토콜 주소)
- 3: 응답(ED의 ATM 주소)
- 4: ATM 연결

그림 11. IASG내의 주소 변환과 연결 설정

경로를 찾기위해 MPOA에서는 경로 요청 프로토콜 (Query Protocol)을 정의하고 있는데 아직 구체적인 사항은 정해지지않았다. 경로 요청 정보는 RS를 통해 라우트 경로를 따라가게 된다. RS간의 라우팅 정보 전달과 라우팅 과정은 3.5절에서 소개한 NHRP의 절차와 유사하다고 볼 수 있다. 이렇게 RS를 통해 찾은 경로를 통해 MPOA 호스트간에는 직접 ATM 연결이 설정된다.

V. I-PNNI

이제까지 ATM망에서 멀티프로토콜을 연동하는 문제에 대한 통합적인 시도인 MPOA에 대해서 설명

하였다. 마지막으로 ATM 포럼에서 새롭게 논의의 바람이 불고 있는 I-PNNI(Integrated PNNI)에 대해 간단히 언급하고 이 글을 정리하고자 한다.

현재 I-PNNI은 ATM 포럼내에서 정식 워킹 그룹 이전 단계인 토의 그룹(BOF)을 구성한 상태이며 아직 발행한 공식적인 문서는 알려지지 않았다. 단지 메일링 리스트를 통해 I-PNNI BOF의 목표만을 전달 받았을 뿐이다. I-PNNI은 현재 ATM 포럼이 진행하고 있는 작업중의 하나인 P-PNNI의 결과를 토대로 새롭게 ATM 망에서 통합된 멀티프로토콜 연동을 시도하려고 한다.

PNNI 자체는 기존의 프로토콜과 ATM과의 연동이라는 주제와는 무관하게 순수히 ATM 교환기들이 서로 연결될 경우 교환기 사이에 통합된 라우팅을 제공하는 것을 목표로 하고 있다[10][11]. 이것은 여러 벤더가 제공하는 ATM 교환기가 서로 연결되는 경우 공통 방식의 라우팅이 필요하기 때문이다. I-PNNI 방식은 바로 이 PNNI에서 규정한 통합된 라우팅 방식을 Large Cloud에 있어서 단일의 라우팅 방식으로 사용하는 것이다. 예를 들면 IP over ATM에서의 여러 LIS가 연결된 경우 라우팅 과정이 필요하게 되는데 이때 기존의 IP 라우팅 방식을 ATM망내에서 PNNI 라우팅 방식으로 통합하는 것이다.

Ⅶ. 결론: 시작의 끝

ATM 망에서 기존 프로토콜의 연동 작업은 주로 라우터 벤더를 중심으로 추진되어 왔다. 이들중 핵심 역할을 하는 벤더로는 Cisco, Newbridge Networks, Bay Networks등을 들 수 있다. 가장 최근의 움직임으로는 ATM 포럼 내에서 라우터 벤더들 사이에 공동으로 추진하고있는 MPOA 전선에 내분이 발생했다는 점이다. Cisco와 Newbridge Networks가 중심으로 추진하고 있는 MPOA 방식에 대해 Bay Networks는 MPOA에 반대하고 I-PNNI 방식을 추진할 것을 주장하고 있다. 최근의 보고에 의하면 Bay Networks는 "MPOA방식은 상당히 복잡한 방식이 되었다. 현재 ATM 포럼이 규격을 거의 끝낸 PNNI의 라우팅 방식에 현재의 프로토콜을 매핑하여 ATM cloud에 접속된 단말들이 연결될 수 있도록 하는 통합된 라우팅 방식이 바람직한 접근이라 생각한다."고 주장하고 있다[12]. 앞으로 I-PNNI이 어떻게 전개될지 두고 봐야 하겠지만 두 방식이 당분간 혼재하리라 생각되며 어느 쪽이 살아남을지는 최종적으로는 사용자의 손에

달려있다고 본다.

이 글에서 이제까지 기존의 멀티프로토콜을 ATM 망에 접속하는 방식으로 현재 ATM 포럼과 IETF에서 추진하고 있는 방식들을 설명하였다. 연동의 첫 단계로서 LAN Emulation과 IP over ATM은 ELAN과 LIS를 기본 단위로 하여 각각 MAC 계층과 IP 네트워크 계층에서 연동을 시도하였다. 이러한 방식은 ATM LAN의 초기 형태인 기존 LAN의 백본으로 ATM을 사용하는 분야에서 유용하게 이용될 수 있다. 즉 적은 규모의 LAN 환경에서 현재의 Ethernet이나 Token Ring에 접속된 단말과 ATM 단말 사이에서 ATM 방식에 의한 연결을 가능하게 한다.

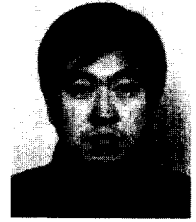
하지만 두 가지 방식은 크게 두 가지 측면에서 한계를 갖고 있다. 첫째로 다수의 ELAN이나 LIS가 상호 연결될 경우 라우터에 의해 연결되어야 한다는 점이다. 서로 다른 ELAN이나 LIS에 접속된 단말은 라우터를 통해 연결이 되어야하며 따라서 양 종단간 하나의 ATM 연결(end-to-end ATM connection)이 불가능하다. 또다른 제약은 LAN Emulation과 IP over ATM이 제공할 수 있는 QoS의 한계이다. 이는 MAC 계층 위의 계층에서는 ATM 서비스가 가려져있기때문에 ATM이 목표로 하는 다양한 QoS의 보장이라는 ATM의 장점을 충분히 활용할 수 없으며 이 점은 IP over ATM도 마찬가지이다. 이러한 약점을 보완한 통합된 멀티프로토콜 연동 방식으로 ATM 포럼의 MPOA가 있으며 가장 최근에 I-PNNI라는 새로운 움직임이 전개되고 있다.

ATM 포럼과는 별도로 현재의 TCP/IP의 기술 표준을 주관하고 있는 IETF에서는 기존의 라우터를 통한 IP망에서 ATM과 같은 다양한 QoS를 제공하기위한 노력을 ATM과는 별도로 진행하고 있다[13]. 이러한 IP 자체의 프로토콜을 통한 QoS의 제공이라는 IETF의 노력이 어떻게 진행될지도 ATM과 관련하여 앞으로 살펴볼 일이다.

현재 ATM LAN의 상용 제품은 LAN Emulation과 IP over ATM 방식을 제공하고있다. 앞으로 어떻게 MPOA로 나아가는가는 응용 서비스가 결정하리라 본다. 아직까지 기존 LAN을 통한 데이터 서비스가 주류를 이루고있으며 이미지나 동영상도 ABR로 처리하고 있는 현 단계에서는 LAN Emulation과 IP over ATM으로 충분하겠지만 본격적인 리얼타임 서비스와 같이 엄격한 QoS를 요구하며 ATM 망이 점차 확대되어 Large Cloud가 형성될 때는 필연적으로 MPOA와 같은 방식으로 나아가야만할 것이다.

참 고 문 헌

1. ATM Forum, "Native ATM Services: Semantic Description," ATMF-95-0008R3, August 1995
2. ATM Forum, "LAN Emulation Over ATM Version 2.0," ATMF-95-1081, 1995
3. 홍 석원, "IP over ATM," 정보과학회 정보통신기술, 9권 1호, pp69-87, 1995
4. Heinanen J., "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5," RFC 1483, July 1993
5. Laubach M., "Classical IP and ARP over ATM," RFC 1577, Hewlett-Packard, December 1993
6. Armitage, G., "Support for Multicast over UNI 3.1 based ATM Networks," Internet-Draft, <draft-ietf-ipatm-ipmc-10.txt>, 1996
7. Braden, R., "STD3: Requirement for Internet Host - Communication Layer," RFC 1122, October 1989
8. Katz D. and Piscitello D., "NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP)," Internet-Draft, <draft-ietf-rolc-nhrp-04.txt>, November 1995
9. ATM Forum, "Baseline Text for MPOA," ATMF-95-0824r6, February 1996
10. ATM Forum, "PNNI Draft Specification," ATMF-94-0471, 1995
11. Swallow, G., "PNNI: Weaving a Multivender ATM Network," Data Communication, December 1994
12. "Bay, Cisco Split Over ATM Legacy Routing," COMMWEEK, pp1,81, 26 February 1996
13. Braden R., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification," Internet-Draft, <draft-ietf-rsvp-spec-07.txt>, July 1995



홍 석 원

- 1979년 : 서울대학교 물리학과 학사
- 1988년 : North Carolina State Univ 전산학 석사
- 1992년 : North Carolina State Univ 전산학 박사
- 현 재 : 명지대학교 전기전자 공학부 조교수