

<主 題>

ATM과 LAN의 연동을 위한 표준화 동향

임지영*, 채기준*, 이미정*, 최길영**, 강 훈**

(*이화여자대학교 전자계산학과, **한국전자통신 연구원)

□ 차 례 □

I. 서 론

II. LAN 에뮬레이션 (LANE)

III. IP Over ATM (IPOA)

IV. Next Hop Resolution Server (NHRP)

V. Multicast Address Resolution Server (MARS)

VI. Multi-Protocol Over ATM (MPOA)

VII. 결 론

I. 서 론

멀티미디어와 클라이언트/서버 응용뿐만 아니라 인터넷과 인트라넷의 두드러진 성장으로 대역폭의 요구량과 트래픽의 특성이 급격하게 달라지고 있다. 기존의 라우터 기반의 네트워크로는 이러한 요구를 만족시켜 주지 못할 뿐 아니라 점점 거대해져 가는 오늘날의 네트워크에서 요구하는 성능을 지원할 수 없다. 이러한 기존 네트워크 기술과는 달리 대역폭과 QoS 보장, 실시간 전송을 가능하게 하는 ATM 기술이 오늘날의 다양한 응용을 지원할 수 있는 대안의 하나로 등장하여 이를 효과적으로 이용할 수 있는 응용이 부족한 상태이다. 따라서 Ethernet, Token Ring과 같은 기존 LAN과 ATM 망과의 연동을 위한 작업이 반드시 필요한 실정이다.

ATM Forum과 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 LAN과 ATM 망의 상호 운용성을 제공하기 위하여 각각 다음과 같은 표준안을 제정하고 있다. IETF는 ATM 망에서 IP를 제공하기 위하여 IP 주소와 ATM 주소를 매핑해 주는 서버를 사용하는 IPOA (IP Over ATM)[1]를 제안하였고, IPOA에서 서브넷간의 통신에 있어서 라우터를 사용함에 의해 야기된 불필요

한 홉을 제거하기 위하여 IPOA를 확장한 NHRP (Next Hop Resolution Protocol)[2]를 제안하였다. 또한 연결지향형인 ATM 망에서 멀티캐스트와 브로드캐스트를 지원하기 위하여 MARS (Multicast Address Resolution Server)[3]에 대한 표준안을 제시하고 있다.

IETF가 IP를 ATM 망에서 지원하기 위한 방안을 제시한데 비해 ATM Forum에서는 모든 망계층 프로토콜을 ATM 망에서 지원하기 위하여 먼저 Ethernet, Token Ring과 같은 프로토콜을 MAC (Medium Access Control) 계층에서 에뮬레이트하여 기존 LAN에서 지원되는 서비스를 ATM 망에서 사용할 수 있도록 하는 LANE (LAN Emulation)를 제안하였다. LANE는 호스트와 서버간의 상호 작용에 대한 LUNI (LAN Emulation User to Network Interface) 버전 2.0[4]과 서버간의 상호 작용에 대한 LNNI (LAN Emulation Network to Network Interface)버전 2.0[5]으로 나누어 표준안이 만들어지고 있다. 그러나 IPOA와 같이 LANE가 서브넷간의 통신에서 불필요한 홉을 야기하기 때문에 서브넷내에서는 LANE를 사용하며 서브넷간의 통신에서는 NHRP를 사용하여 앞서 언급한 모든 연동 방안을 통합하는 보다 확장된 개념인 MPOA

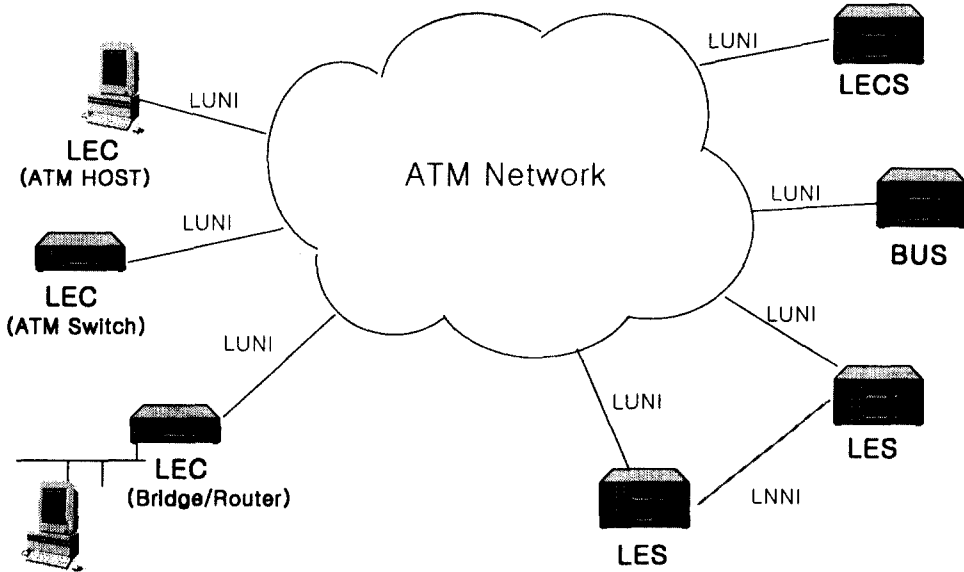


그림 1. LANE의 구성 요소

(Multi-Protocol Over ATM)[6]를 제안하였다.

본 논문에서는 MAC 계층의 연동 방안인 LANE, 망 계층의 연동 방안으로 제일 먼저 제안된 IPOA, 이를 발전시킨 NHRP, 망계층에서 브로드캐스트를 지원하려는 MARS, 마지막으로 이 모든 연동 방안을 통합한 MPOA의 순으로 각 연동 방안의 개념과 특성, 장단점을 서술하였다.

II. LAN 에뮬레이션 (LANE)

ATM Form은 ATM 망에서 Ethernet과 Token Ring을 에뮬레이트하는 LANE를 제안하였으며, 이는 망계층의 하위계층인 데이터 연결 계층 프로토콜로서 ATM 상위에 위치하는 다른 연동 방안과는 달리 LLC (Logical Link Control) 계층의 하위계층인 MAC 계층의 프로토콜로서 ATM 상위에 위치한다. LANE는 기존의 ATM 스위치를 통해 투명하게 수행될 수 있으며 ATM 망을 통해 브릿징을 제공하여 망계층과 상위계층

을 ATM 요소로부터 효과적으로 숨겨준다. 이로 인하여 TCP/IP, IPX와 같은 라우팅 가능한 프로토콜과 NetBios와 SNA와 같은 라우팅이 불가능한 프로토콜을 처리할 수 있다. 반면에 브릿징에 따른 확장성과 성능 면에서 제약을 갖고 있으므로 LANE Ethernet과 같은 기존 LAN을 대체하거나 기존 LAN의 백본으로 적합하다.

LANE는 ATM 망을 다수의 ELAN (Emulated LAN)으로 나누어 MAC 계층 근간의 가상랜을 구성한다. ELAN은 서로 독립적으로 작동하므로 ELAN간의 통신은 라우터나 브릿지를 거쳐야 하며, 망 관리의 경계를 제공하므로 망 보호와 LE 서비스의 확장을 용이하게 한다. 또한 ELAN은 논리적인 망 구성이므로 호스트의 물리적인 위치가 바뀌어도 동일한 ELAN에 속할 수 있는 유연성으로 터미널 이동과 망 관리를 용이하게 해준다.

하나의 ELAN은 그림 1에서처럼 LEC (LE Client)와 LECS (LE Configuration Server), LES (LE Server) 그리고 BUS (Broadcast and Unknown

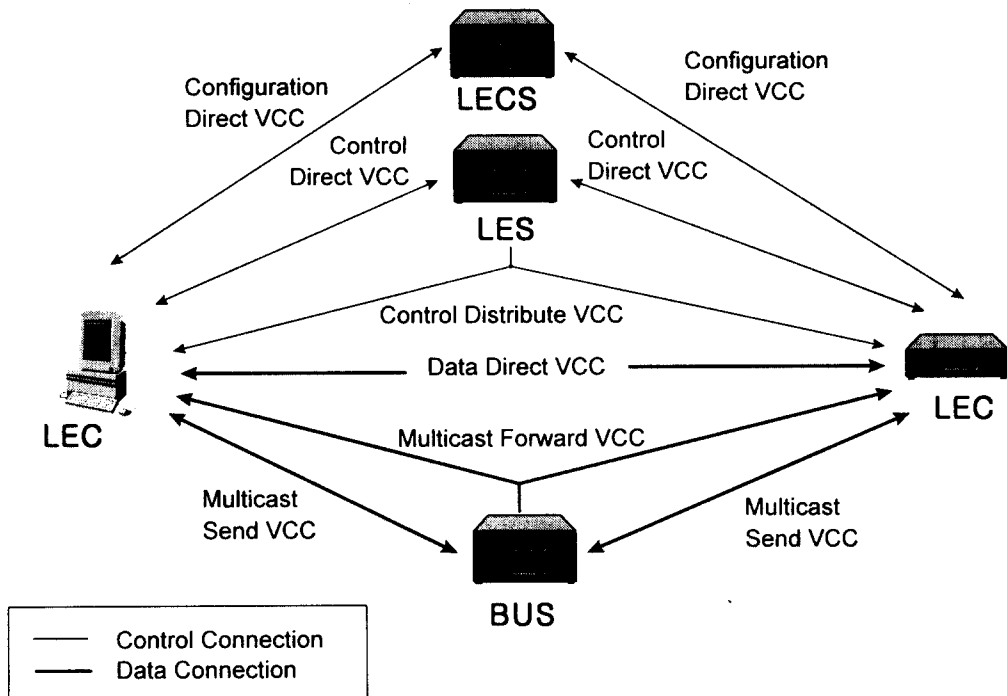


그림 2. LANE의 구성 요소간 데이터와 제어 연결

Server)로 구성된 LE 서비스로 구성되며, LEC와 LE 서비스간의 상호 작용은 LUNI에서 정의 되어 있다. LEC는 ATM에 직접 연결된 호스트나 라우터, 브릿지에 위치하며, LE 서비스들이 제공하는 서비스를 이용하여 상위계층 응용들에게 Ethernet이나 Token Ring과 같은 기존 LAN에서 MAC 서비스를 이용하는 듯한 서비스를 제공한다. LECS는 ATM 망의 LEC를 어떤 LAN (ELAN)으로 지정해 줄 것인지를 결정하여 ELAN을 구성하는 일을 한다. LES는 LANE에서 주소 해석 프로토콜 (LE-ARP)을 책임지고 있으며 LE-ARP에 의해 LAN과 ATM 주소의 매핑이 이루어 진다. LE-ARP에 의해 이루어진 주소 해석 결과에 의해 LEC 사이에 직접 SVC (Switched Virtual Connection)를 연결하여 유니캐스트 데이터 전송을 할 수 있다. 또한 LANE는 다른 연동 방안과는 다르게 주소 해석 프로토콜과 함께 BUS라는 브로드캐스트 서버를 갖고 있다. LEC나 LES가 브로드캐스트하는 책임을 지고 있다. LEC나 LES가 브로드캐스트하고자 하는 데이터를 BUS에서 포워드하면 BUS는 ELAN 상의 모든 구성원

에게 브로드캐스트하는 책임을 지고 있다. LEC가 LES의 주소 해석을 기다리는 경우 또는 기존 LAN 호스트 중 프락시로 등록되어 있지 않아 LES가 주소 해석을 할 수 없는 경우 LEC가 BUS를 통하여 데이터를 전송한다. ping과 같은 비교적 짧은 데이터 전송시 주소 해석과 연결 설정에 따른 지연없이 미리 설정된 연결을 통하여 데이터를 보낼 수 있으나 이 경우 브로드캐스팅의 오버헤드가 있다.

그림 2는 LANE의 구성 요소간 관계와 시그널링과 제어를 위한 LE 서비스간의 연결을 나타내고 있다. 하나의 ELAN에는 그림에서처럼 하나의 LES와 BUS를 두게 되어 있지만 망의 크기에 따라 여러 개의 서버를 두어 ELAN의 신뢰도를 높일 수 있다. 하나의 LES와 BUS를 두면 이들이 LE 서비스의 병목점이 될 수 있고 이 서버들 중 하나에 문제가 생기면 ELAN 전체가 마비될 수 있다는 단점이 있다. 또한, 여러 개의 LES와 BUS를 두면 이들 서버간에 동기화를 위한 상호 작용으로 오버헤드가 발생할 수 있으므로 ATM Forum에서는

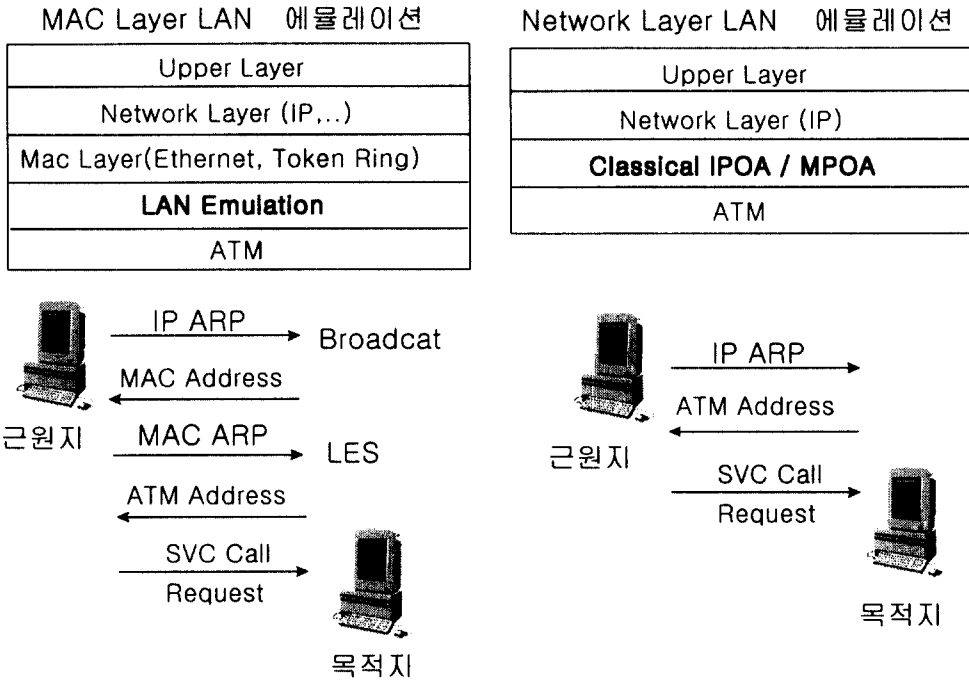


그림 3. 계층과 3계층의 주소 매핑 과정

이러한 LE 서비스간에 인터페이스를 LNNI로 표준화하였다.

LANE는 ELAN들간의 통신을 위하여 기존의 패킷 기반의 브릿지 또는 라우터를 필요로 하며 이러한 라우터들은 ATM 환경에서 처리량과 대기시간에 있어서 병목 현상을 야기한다. 이는 초당 5,000 패킷을 처리하는 오늘날 가장 우수한 성능을 갖는 라우터일지라도 ATM 스위치가 제공하는 성능의 일부만을 제공할 뿐이기 때문이다. ELAN간의 통신은 ATM에 직접 연결된 두 호스트일지라도 라우터를 거쳐야 하기 때문에 연결 설정에 따른 지연과 매 홉마다 일어나는 프로토콜 오버헤드, 라우터자체의 처리에 따른 지연으로 인하여 과도한 대기 시간을 야기한다.

망계층 연동과 달리 LANE는 망계층 주소를 ATM 주소로 전환하는 추가 과정을 포함하여 대기 시간과 추가 브로드캐스트 트래픽을 필요로 한다. 예를 들어, 그림 3에서와 같이 ELAN에서 IP 워크스테이션끼리 통신을 하려면 근원지 호스트는 BUS를 통해 모든 ELAN의 종단 스테이션에게 브로드캐스트되도록 IP ARP를 보

내면 적당한 목적지는 이에 대한 응답으로 목적지의 MAC 주소를 보낸다. 근원지 호스트는 LES에게 MAC 주소에 대한 목적지의 ATM 주소를 얻기 위해 LE-ARP를 보내고, LES는 이에 대한 응답으로 ATM 주소를 보내면 근원지 호스트는 목적지와 ATM SVC 연결 요청을 시작하기에 충분한 정보를 모두 가지게 되므로 연결을 설정하게 된다. 그러나 IPOA와 같은 망계층 연동 프로토콜에서는 같은 상황에서 근원지의 IP ARP에 대하여 MAC이 아닌 ATM 주소를 응답으로 제공하므로 한번의 요청과 응답 과정에 의해 바로 ATM SVC를 설정할 수 있는 상태가 된다(7).

LANE는 ATM 요소들로부터 상위계층 프로토콜을 숨기므로 응용들이 ATM 하부 구조에서 제공하는 QoS 성질을 사용하지 못하게 하는 단점이 있었으나 LEC와 상위계층간의 인터페이스와 연결 관리 인터페이스에서 이를 지원하는 부분이 LUNI 버전 2.0에서 새로이 추가되었다.

MTU (Maximum Transmission Unit)는 ATM 인

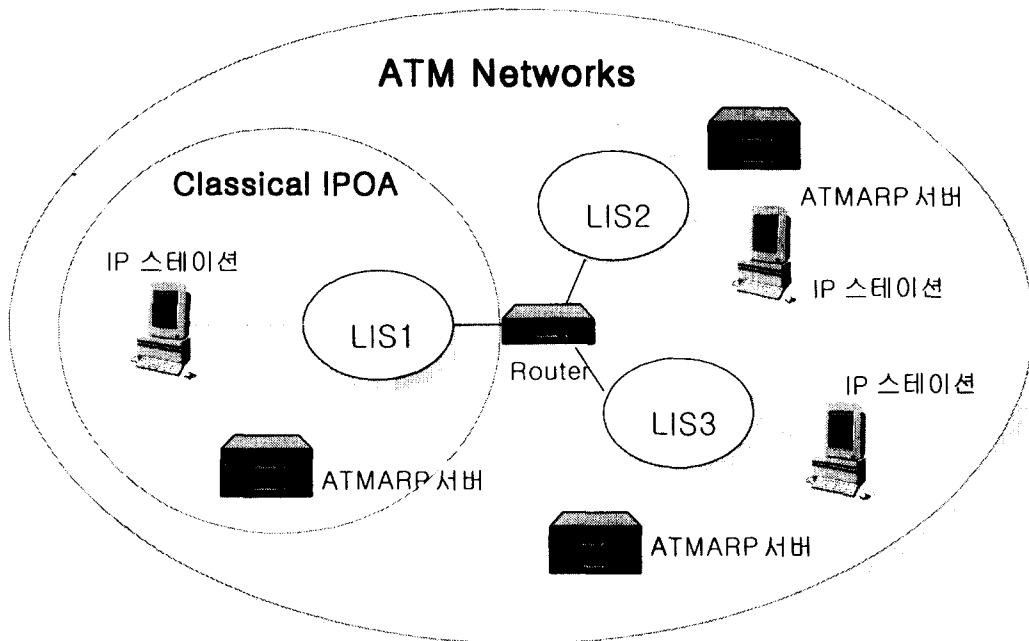


그림 4. IPOA 망내의 LIS

터네트워크의 성능 면에서 중요한 요인이 된다. LANE 는 하나의 ELAN 에서는 모두 동일한 MTU를 사용하도록 하므로, 1500 바이트를 사용하는 Ethernet 장치와 이보다 더 큰 MTU에서 더 좋은 성능을 나타내는 ATM 장치를 모두 포함하고 있는 ELAN으로서는 MTU가 1500 바이트로 제한될 수 밖에 없다. 반면에 망계층 프로토콜은 IP 분할과 MTU의 협상으로 더 좋은 성능을 제공할 수 있다.

III. IP Over ATM (IPOA)

ATM 망을 이용한 가입자 망이 점차로 증가함에 따라서 ATM 망을 통한 대규모 LAN과 WAN을 상호 연결하기 위해서 망 계층 프로토콜이 필요하며, IETF에서는 IP를 ATM 위에서 제공하기 위하여 Classical IP Over ATM (RFC 1577)과 Multiprotocol Encapsulation over AAL5 (RFC 1483)(8)를 제안하였다. IPOA는 그림 4와 같이 ATM 망을 같은 IP 망주소와 넷 마스크를 갖는 기존의 서브넷, 즉 LIS (Logical IP

Subnet)로 나누며, IPOA가 작동되기 위해 필요한 IP 주소를 그에 대응하는 ATM주소로 해석해 주는 메커니즘이 IP 프로토콜의 기본적인 성질을 변형 없이 사용하므로 'Classical IP over ATM'이라 한다. IPOA는 IP의 ARP/RARP처럼 ATMARP/InATMARP 서버를 사용하여 IP와 ATM 주소의 매핑을 지원한다. LIS 내의 ATMARP 서버는 IP 주소를 ATM 주소로 변환하기 위한 데이터베이스를 가지고 있으며 화일 서버나 워크스테이션 등에서 수행되는 소프트웨어 모듈로 존재하거나 라우터나 ATM 스위치 같은 망 장치에 존재할 수도 있다.

LIS 내의 모든 구성원은 ATM망에 직접 연결되고 LIS 내의 다른 구성원과 ATM VC를 통하여 직접 통신할 수 있다. 그림 5에서와 같이 각각의 스테이션은 초기에 ATMARP 서버에 연결을 설정하고 그 자신의 주소를 등록해야만 한다. ATMARP 서버는 연결된 호스트의 IP 주소와 대응하는 ATM 주소를 결정하기 위하여 InATMARP 요청을 사용하며, 후에 다른 스테이션들로부터의 요구에 응답할 수 있도록 호스트로부터 받은 주소 정보를 테이블로 유지한다. LIS 내의 호스트가 목적

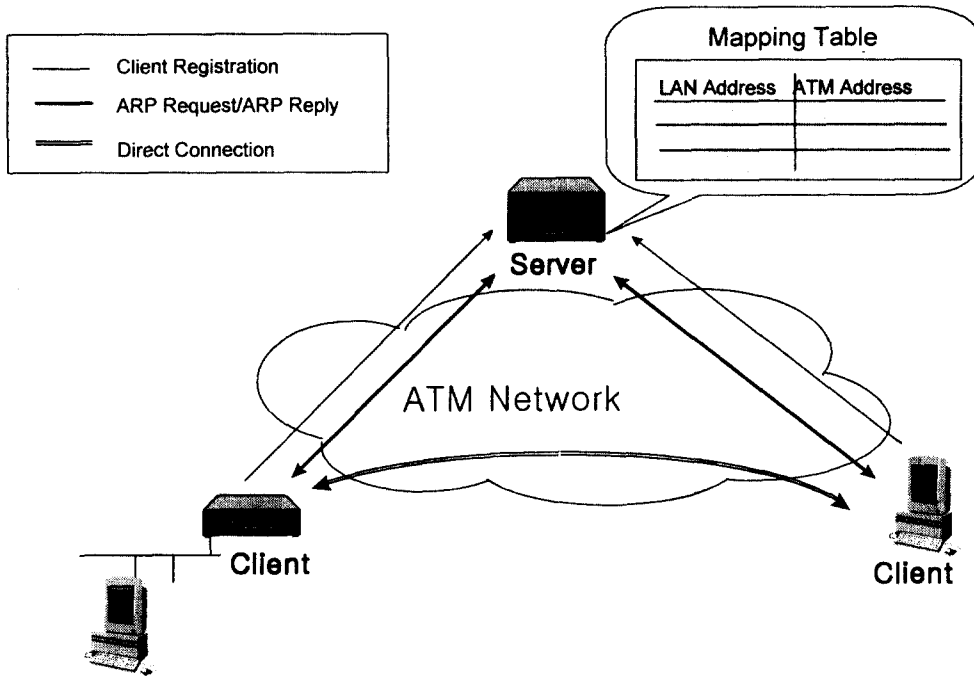


그림 5. IPOA 망의 주소 해석과 데이터 전송

지 IP 주소에 대응하는 ATM 주소를 알기 위해 서버에게 ATMMARP 요청을 보내면 ARP 서버는 IP 주소에 대한 주소 매핑이 발견되면 응답을 하고 그렇지 않으면 ATM-NAK을 보낸다.

IPOA의 망계층에서 ATM 계층을 직접 매핑함으로써 LANE에서 제기되었던 프로토콜 오버헤드, 브로드캐스트 트래픽과 호스트사이에서의 연결 설정을 위한 대기 시간 등을 줄일 수 있다. 이에따라 ATM에 직접 연결된 호스트에서 수행되던 멀티플렉싱과 디멀티플렉싱 작업의 양 또한 단순해졌다. 또 다른 이점은 IP 분할이 지원되므로 보다 큰 9180 바이트 MTU의 사용을 가능하게 한다는 점이다. 이는 ATM에 직접 연결된 호스트사이에서 성능 향상을 가져온다.

IPOA는 LLC/SNAP 멀티프로토콜 인캡슐레이션을 사용하여 IP 데이터 패킷을 전송한다. 또한 IPOA IP 망의 라우팅 구조를 그대로 유지하므로, LIS의 경계를 지나는 트래픽은 직접 VC를 연결할 수 있더라도 근원지로부터 라우터까지, 라우터에서 목적지까지는 IP 패

킷들을 전송시킨다. IP는 ATM을 단순히 Ethernet과 FDDI, Token Ring, Frame Relay 등과 같은 또 다른 형태의 서브넷으로 간주하기 때문에 이러한 여러 종류의 매체에 대한 환경에서 각기 라우터를 통해 다른 망과 통신할 수 있다.

IPOA는 ATM망의 노드가 너무 많지 않으면 잘 작동한다. 그러나 LIS 간의 통신에 있어서 라우터를 거쳐야 한다는 점은 ATM 망이 커지고 LIS의 수가 많아지는 경우에 거쳐야 할 홉의 증가와 각 홉에서 라우터로 인한 IP 처리 시간으로 인하여 기존의 라우터 기반의 망에서 처럼 패킷에게 많은 지연을 안겨준다. 이로 인한 제약은 LANE와 같으며 IETF의 ROLC (Routing Over Large Clouds)는 이러한 문제를 해결하기 위하여 NHRP (Next Hop Resolution Protocol)를 제안 하였다.

IPOA가 오직 IP 프로토콜에 대해서만 정의되어 IPX, NetBios 등의 다른 망계층 프로토콜 환경은 제공하지 못하기 때문에 어떻게 하면 ATM에 여러 프로토콜

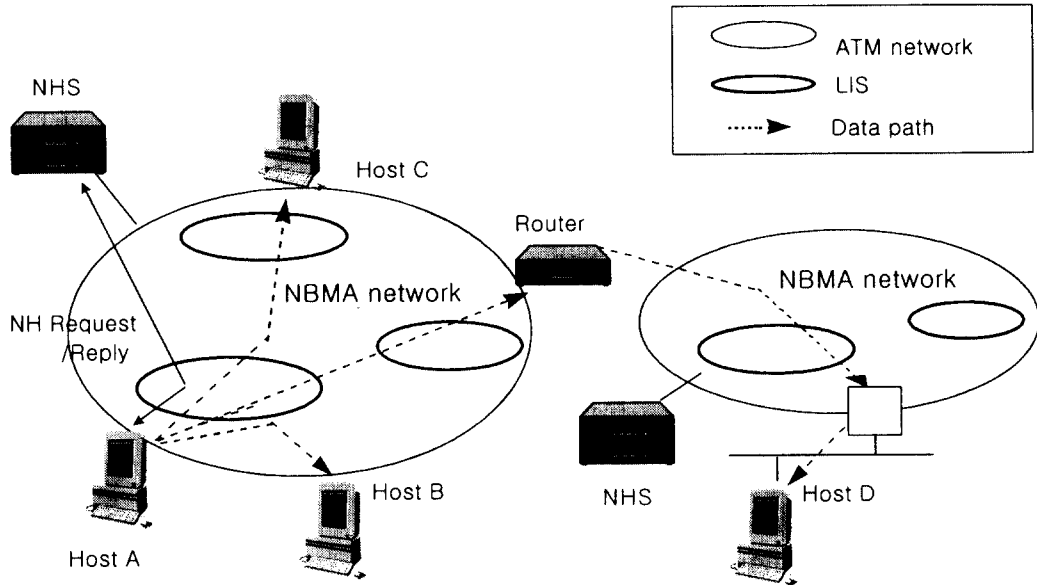


그림 6. NHRP 망의 주소 해석과 데이터 전송

을 전송시키도록 하는 방법에 대하여 표준안을 만들기 위하여 노력하고 있다. 또한 IPOA는 QoS에 대한 언급이 없으므로 ATM 망이 지원하는 QoS를 지원할 수 있도록 프로토콜을 추가할 필요가 있다.

LANE와 IPOA는 모두 ATM VC를 직접 연결할 수 있더라도 라우터를 거쳐야 하는 단점을 가지고 있지만 다음과 같은 장점을 있다. 서로 다른 관리 제어를 받는 ELAN에서 물리적으로 서로 다른 곳에 연결되었다더라도 논리적으로 다른 ELAN으로 구성될 수 있으므로 보안을 효과적으로 제공할 수 있다. 또한 LANE가 IPOA에 비해 갖는 가장 큰 장점은 같은 ELAN에서 ATM과 기존 LAN의 호스트를 지원할 수 있다는 점이며, IPOA의 장점은 LAN이 ATM 스위치만 포함한다면 프로토콜 스택을 단순화시킬 수 있다는 점이다[7].

IV. Next Hop Resolution Server (NHRP)

서로 다른 서브넷 사이에서 직접 통신할 수 없는 IPOA는 많은 서브넷으로 정의된 ATM 기반의 망에서는 중요한 제약을 야기한다. NHRP는 ATM 망에 연결

된 호스트들이 라우터를 거치지 않고 직접 통신할 수 있도록 하여 IPOA가 갖고 있는 매체를 통한 불필요한 홉을 제거함에 의하여 낮은 비용과 성능 향상을 제공한다.

NHRP는 ATM이나 SMDS (Switched Multi-gigabit Data Service) 등의 NBMA (Non-Broadcast Multi-Access) 망을 모델링하기 위하여 NBMA 망을 LAG (Local Address Group)로 나눈다. 이 논리적인 서브넷은 호스트와 라우터의 집합이며 IPOA의 LIS와의 차이는 로컬/원격 포워딩의 결정에 있다. LIS는 호스트가 같은 IP의 망 또는 서브넷 주소를 가져야만 직접 통신할 수 있는 것에 비해 LAG는 두 호스트가 같은 NBMA 망에 있다면 IP 주소에 관계없이 직접 통신할 수 있다. 이와 같이 LAG는 목적지 주소가 아닌 트래픽의 성격이나 QoS에 따라 로컬/원격 포워딩을 한다.

논리적인 NBMA 서브넷에는 NBMA 망에서 NHRP 서비스를 제공하는 하나 이상의 NHS (NHRP 서버)가 있으며 각 NHS는 NBMA 네트워크에 직접 연결되거나 라우터를 통해 연결될 수 있는 목적지 호스트들에게 NHRP 서비스를 제공한다. 또한 NHRP 서비스를 받으려고 요청을 시도하는 호스트에는 NHC (NHRP 클라

이언트)가 있으며, 이들은 등록 패킷을 사용하여 NHS 중 자신을 서비스할 NHS에게 그들의 주소를 등록하여야 한다. NHS는 이 정보로 테이블을 구축하고 이에 대한 주소 해석 요청을 받으면 이 정보를 authoritative하여 주소 해석 응답을 한다. 또한 NHS는 LIS 내에서 NHC를 갖지 않는 호스트에게 classical ARP 서비스를 지원 가능하도록 ARP 서버의 기능을 포함한다. NBMA 서브넷 내의 다음 홉을 해석할 수 있도록 서로 협조하며 여러 개의 NHS와 ATMARP 서버의 정보를 동기화하기 위하여 SCCP (Server Cache Synchronization Protocol)를 사용한다.

그림 6과 같이 NHRP의 주소 해석 프로토콜은 다음과 같다. 근원지 호스트와 목적지 호스트가 같은 LIS에 있는 경우에는 classical ARP나 미리 구성된 테이블을 사용해서 주소 해석을 할 수 있다. 목적지 호스트가 근원지 호스트와 서로 다른 LIS에 있는 경우 ARP 요청을 NHS에 보내어 그 주소가 NHS에 등록되어 있으면 서버는 목적지 호스트의 ATM 주소를 반환하고 그렇지 않으면 목적지를 향한 다음 홉에 요청을 보낸다. 여기서 다음 홉은 목적지를 향하는 패킷을 전진시키는 라우터일 수 있으며 주소 해석 요청은 논리적인 NBMA 망의 경계를 넘어갈 수 없다.

NBMA 서브넷내에서 목적지 호스트를 담당하는 NHS를 찾았다면 그 서버는 해당하는 ATM 주소를 응답으로 보낸다. 따라서 주소 해석 요청은 목적지 호스트에 전송되지 않으며 이는 LANE와 다른 점이다. 응답이 근원지 호스트로 전송되는 방법은 응답을 하는 NHS와 요청을 보낸 NHC 사이에 연결이 존재한다면 직접 응답을 보낼 수 있으며, 그렇지 않은 경우에는 요청이 지나온 길을 되돌아오며 그 동안 지나온 NHS에 응답 정보가 캐쉬되므로 다음에 어떤 노드가 그 주소를 원한다면 바로 연결시킬 수 있다. 그러나 이 정보를 사용하여 통신을 시도하였을 때 실패하는 경우에 대비하여 이 정보는 NHC에게 서비스를 제공하는 NHS가 아닌 중간 NHS로부터 온 응답이라는 것을 표시하여 (non-authoritative) 주소 해석 응답을 하여야 한다.

목적지가 NBMA 서브넷 내에 없으면 NHRP 요청은 다음 홉이 목적지로 패킷을 전송할 수 있는 라우터의 주

소가 되며 NBMA 서브넷 경계에서의 트래픽은 다른 망과 연동가능한 망 계층 라우터를 통하여 목적지가 있는 다른 망으로 보내질 수 있다. 따라서 이 라우터에 필터링이 구현 가능하다. 또한 NHS의 모든 메시지는 IPOA처럼 LLC/SNAP 인캡슐레이션되어 보내진다.

NHS에 의한 주소 해석 데이터는 단말이나 라우터에 의한 정기적인 등록으로 모아지며 라우터에 연결된 기존 LAN의 단말들은 그들의 주소를 등록할 필요가 없다. 대신, 라우터가 주소들의 집합을 등록해야 하며 그것이 곧 라우터에 연결된 단말들을 나타내게 된다. NHRP의 문제점은 라우터에 연결된 망이 너무 크거나, 둘 이상의 이러한 라우터가 ATM 망에 연결되어 있다면 단말의 주소를 모으는 것이 어렵기 때문에 잘 작동하지 않을 수 있다는 것이다. 따라서 망 관리가 어렵고 더 많은 고장 지점을 만들어낼 수 있다. 두 번째는 NHRP 요청이 전진할 때 드는 추가적인 라운드 트립 시간이다. 마지막으로 보안에서의 문제점을 생각해 볼 수 있는데 NHRP는 망계층이나 수송 계층과 같은 상위 계층에 대해서는 완벽한 스크리닝/필터링을 제공하지 못할 수도 있다.

V. Multicast Address Resolution Server (MARS)

멀티캐스팅은 근원지 호스트 또는 프로토콜 엔티티가 패킷을 하나의 지역적인 전송 연산으로 동시에 여러 목적지로 전송하는 프로세스를 말하며 유니캐스팅과 브로드캐스팅은 멀티캐스팅의 특별한 경우로 간주할 수 있다. 대부분의 네트워크 계층 모델들은 추상화된 멀티캐스트 그룹 주소를 이용하여 패킷을 전송하며 이러한 추상화는 Ethernet에서 제공하는 연결 계층에 의해 지원된다. 유니캐스트는 점대점 양방향 VC를 통하여 이루어지는 반면, 멀티캐스트는 일대다 단방향 VC를 통하여 이루어진다. 따라서 멀티캐스트의 경우 패킷을 보내는 송신자는 수신자에 대한 사전지식을 갖고 있어야 하며 명시적으로 패킷을 전송하는 자신을 루트 노드, 수신자를 단말 노드로 하여 VC를 설정하게 된다.

IETF에서는 ATM VC에 AAL5를 이용하여 패킷을

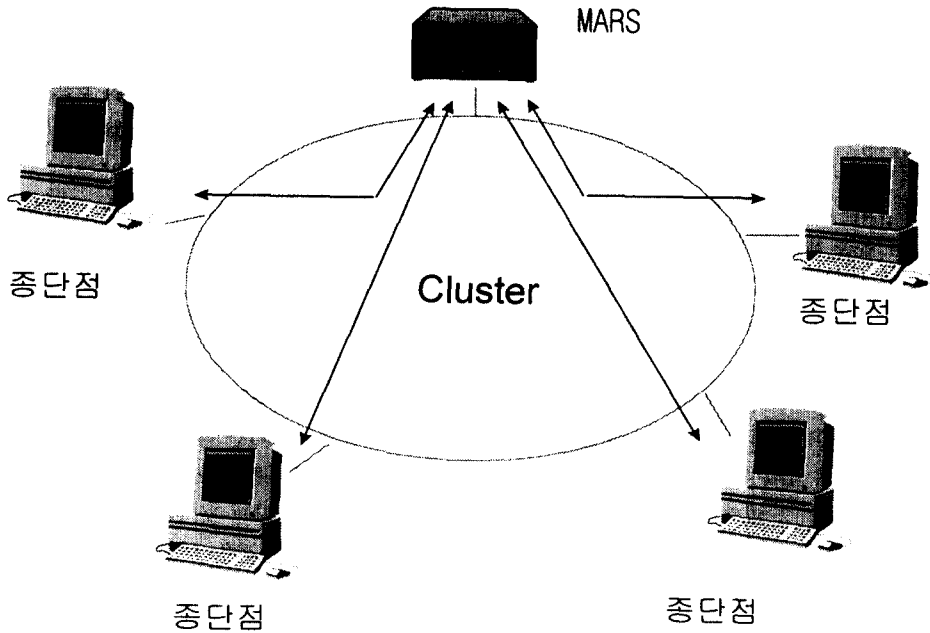


그림 7. MARS

인캡슐레이션하고 전송하기 위한 멀티프로토콜 매커니즘을 정의하고 있다. 이에 반하여 ATM Forum에서는 신호 처리를 위한 스펙인 UNI 3.0과 UNI 3.1을 발표하고 있으나 여기서는 멀티캐스트 주소를 제공하고 있지 않다. 그러므로 UNI 3.0/3.1에서 제공하는 연결 중심의 ATM 서비스에 3 계층의 비연결형 IP 멀티캐스트를 지원하기 위해서는 복잡한 과정이 요구된다. ATM에 기반한 IP 호스트와 라우터들은 ATM Forum의 UNI 3.0/3.1에서 제공하는 일대다 연결형 서비스에 RFC 1112 형태의 IP 멀티캐스트를 지원하기 위하여 MARS를 사용한다.

MARS는 RFC 1577에 소개된 ATMARP 서버의 확장된 형태이다. 이 서버는 망 계층의 멀티캐스트 그룹 식별자들과 그룹의 멤버들을 나타내는 ATM 인터페이스들을 연결시키며 멀티캐스트 그룹 내에 일대다 VC를 설정하고 관리하는 역할을 한다. 즉, MARS 메시지들은 MARS와 종단점(호스트나 라우터)들 사이에 멀티캐스트 그룹 멤버에 관한 정보를 전달하는 역할을 한다.

각 MARS는 그림 7에서 보듯이 ATM과 연결된 종단점들의 클러스터를 관리한다. 클러스터란 ATM 인터페이스들의 집합으로 하나의 클러스터는 그들의 멤버를 등록하고 변경된 정보를 얻기 위하여 같은 MARS를 사용하는 종단점들의 집합이라고 할 수 있다. 각 종단점들은 이 서버를 이용하여 주어진 멀티캐스트 그룹들에 속하는 노드들을 구별하고 종단점들 사이에 정보를 전송한다. 다른 클러스터에 속하는 인터페이스들 사이에서의 트래픽은 클러스터 간의 장치를 통하여 전송된다. IP에서 클러스터간의 장치는 각 클러스터에 논리적인 인터페이스를 갖는 IP 멀티캐스트라우터에 해당한다. 클러스터와 유니캐스트 LIS와 같은 다른 제한된 종단점들의 집합 사이의 매핑 작업은 별도의 망 관리자에 의하여 수행된다. 그러나 클러스터의 실제 영역은 어떤 주어진 시점에서 실제로 그 클러스터의 멤버들에 속하는 종단점들에 의하여 결정되지만 클러스터의 잠정적인 영역은 한 LIS의 전 멤버들을 포함하게 된다. 즉, 각 LIS는 별도의 MARS에 의하여 서비스되며 따라서 클러스터와 유니캐스트 LIS 사이에는 일대일 관계가 성립한다. 그리고 여기에 IP 멀티캐스트 라우터들에 의하여 기존의

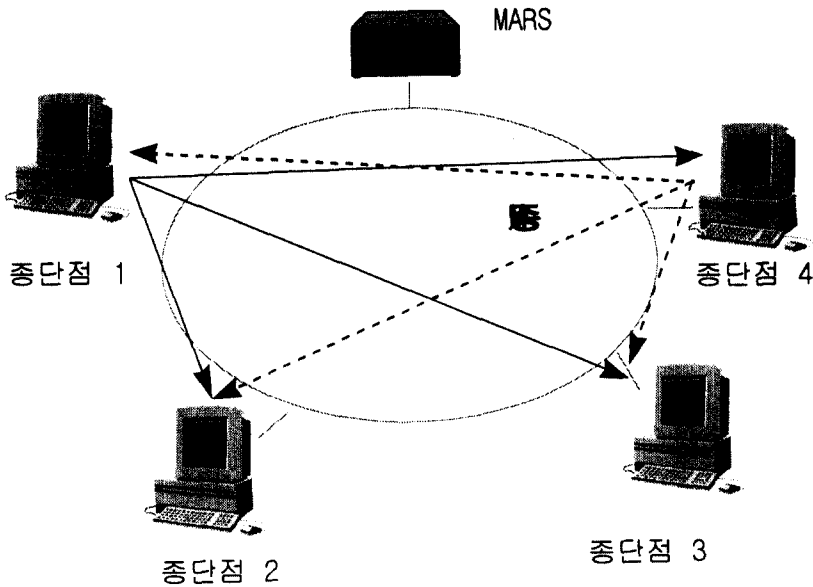


그림 8. VC 메쉬를 통한 멀티캐스트

서브넷들을 연결하였던 것처럼 각각의 LIS들이 상호 연결된다.

망계층 패킷들이 ATM 망에서 멀티캐스팅을 지원하기 위한 방법에는 일대다 VC의 메쉬를 통한 방법과 ATM 수준의 MCS (MultiCast Server)을 이용하는 두 가지 방법이 있다. MARS 구조는 VC 메쉬와 멀티캐스트 서버를 각각의 그룹에서 사용할 수 있도록 하며 VC 메쉬와 MCS 중 하나를 선택하는 일은 멀티캐스트 그룹 단위로 이루어진다.

위에서 언급하였듯이 MARS는 구조적으로 RFC 1577 주소 해석 프로토콜 서버의 발전된 형태이므로 주소 테이블의 형태 또한 유사하다. ARP 서버가 하나의 LIS내의 모든 IP 종단점들에 대하여 {IP 주소, ATM 주소} 형태의 주소 테이블을 유지하는 반면, MARS는 각 클러스터를 단위로 하여 {망계층의 IP 주소, ATM.1, ATM.2, ATM.n} 형태의 주소 테이블을 관리한다. 이러한 매핑은 정적으로 이루어져 고정될 수도 있으며 동적인 학습에 의하여 생성될 수도 있다. 여기서 망계층의 주소 포맷은 일반적으로 MARS에 의해서 풀이되지 않는다.

하나의 ATM 노드는 별도의 클러스터를 관할하는 여러 개의 논리적인 MARS들을 지원할 수 있다. 그러나 각각의 MARS는 유일한 ATM 주소를 갖게 되므로 여러 개의 MARS가 위치하고 있는 노드의 NSAP (Network Service Access Point)은 서로 다른 값을 갖고 하나의 MARS는 하나 이상의 클러스터를 지원하지 않는다.

MARS는 Cluster Control VC로 알려진 일대다 VC를 통하여 클러스터 멤버들에게 그룹 멤버의 변경 사항에 관한 정보를 전송한다. 또한 MCS들이 사용되고 있는 경우에는 등록된 MCS들에게 Server Control VC로 알려진 분리된 일대다 VC를 설정한다. 모든 클러스터 멤버들은 Cluster Control VC의 말단 노드이며, 모든 등록된 MCS들은 Server Control VC의 말단 노드가 된다.

VC 메쉬를 이용하는 방법은 멀티캐스팅의 가장 기본적인 방법으로 그림 8에서처럼 각 송신자는 자신의 독립적인 일대다 VC를 설정한다. 송신자 (루트 노드)와 주어진 그룹의 그룹 멤버 (단말 노드)사이의 인터페이스는 일대다 VC를 설정하고, 그 그룹내의 서로 다른 각각의 루트 노드들 사이를 연결하기 위하여 또 다시 VC를 설정한다.

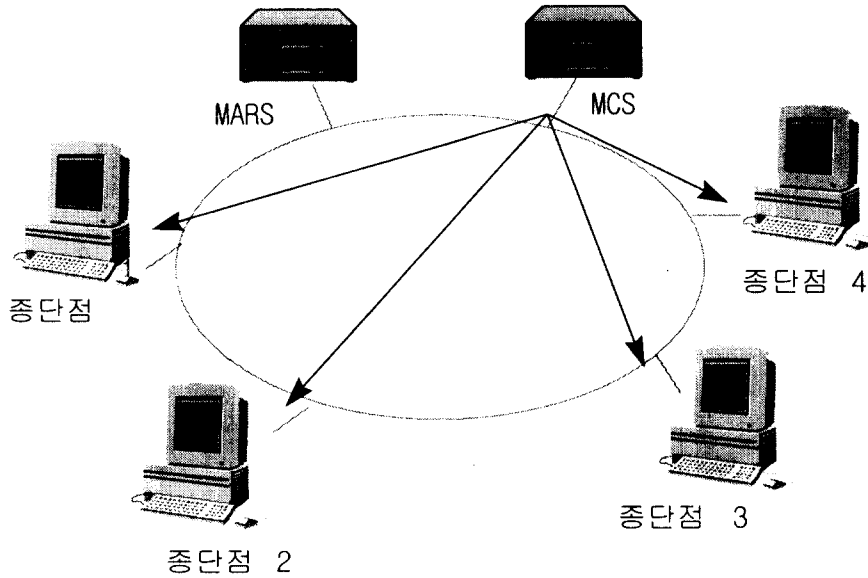


그림 9. MCS를 이용한 멀티캐스트

또한 MARS는 그림 9의 MCS를 이용하여 구현될 수도 있다. 여기서는 각 근원지들이 MCS에게 VC를 설정하고 나서 MCS가 목적지에 대하여 일대다 VC를 설정하고 관리한다. MCS의 일대다 VC의 단말 노드들은 패킷을 전송하기 전에 설정되어야 하며 MCS는 단말 노드를 식별하기 위하여 별도의 외부적인 메커니즘을 필요로 한다.

VC 매쉬와 MCS 중 어떤 것을 선택하느냐는 처리량, 대기 시간, 혼잡, 자원 소비 등을 고려하여 시스템 관리자에 의하여 결정되며 멀티캐스트 트래픽을 생성하는 응용의 성격에도 좌우된다. 데이터 경로면이나 처리량 혹은 점대점 대기 시간의 측면에서 그리고 ATM 신호 시스템 면에서는 VC 매쉬가 더 좋은 성능을 나타낸다. 그러나 송신자마다 VC를 설정해야 하므로 자원 소비가 심한 단점을 보인다. 반면, MCS를 이용하는 방법에서는 송신자의 수신 멤버들과는 단지 독립된 out과 in을 위한 두 개의 VC만이 요구되므로 매번 멀티캐스트 그룹이 변하는 경우 MCS를 사용한다면 단지 하나의 일대다 VC를 바꾸면 되므로 VC 매쉬를 이용하는 방법보다 더 효율적이라 할 수 있다.

VI. Multi-Protocol Over ATM (MPOA)

MPOA란 ATM 망상에서 망계층 프로토콜의 지름길 전송을 위해 ATM Forum의 멀티프로토콜 서브워킹 그룹에서 개발한 방안이다. ATM Forum의 LANE는 ATM 망상에 서브넷 내의 데이터를 브릿징하는 효율적인 수단은 제공하지만, 서브넷간의 데이터는 여전히 라우터를 통한 포워딩이 필요하다. 반면에 MPOA는 2계층의 포워딩을 위해 LANE를 사용하지만, 차이점은 LANE가 기본적으로 하나의 LAN 서브넷을 ATM 망상에 연결하는 반면, MPOA는 다른 서브넷의 호스트들 사이에 직접적인 ATM 연결을 허용한다는 것이다. 이를 위해 MPOA는 서브넷간 지름길 설정에 있어서 라우터를 거치지 않고 서브넷간 ATM VC를 설정함으로써 직접적인 연결을 설정해주는 ION (Internetworking Over Non-Broadcast Multi-Access) 워킹 그룹의 NHRP를 사용한다. 이와 같이 MPOA는 LANE와 NHRP를 통합하여 LANE 환경에서 효율적인 서브넷간 유니캐스트데이터 전송의 목적을 달성하고 있다.

MPOA는 홉-바이-홉 라우팅에 의한 성능 제약을 제

저하며 기존의 라우팅 기능을 에뮬레이트하는 가상 라우터라는 개념을 새로이 도입하여 유연성과 확장성을 제공한다. 주소 관리와 토폴로지 발견은 ATM 스위치-라우터 또는 ATM에 직접 연결된 라우트 서버에 위치시킬 수 있는 MPS (MPOA Server)에서 하며, 트래픽 포워딩은 ATM에 직접 연결된 ATM 호스트나 엣지 디바이스에서 함에 의하여 가상 라우터를 실현한다. 이러한 가상 라우팅 기술은 망계층 루트 계산과 포워딩을 물리적으로 분리하여 기존의 라우터에 비하여 성능 향상과 쉬운 관리를 제공하며 속도를 한층 증가시킬 수 있다. 또한 효율적인 서브넷간의 통신을 가능하게 하고, 3 계층 라우트 계산을 수행하는 디바이스의 수를 줄일 뿐 아니라, 엣지 디바이스가 라우팅이 아닌 포워딩 기능만 수행하게 함으로써 복잡성을 줄일 수 있다.

물리적으로 분리된 여러 개의 LAN 세그먼트 상에 흩어져 있는 일련의 종단 스테이션들을 그들의 물리적 위치에 상관 없이 마치 하나의 LAN에 맞물려 있는 것처럼 통신할 수 있는 가상랜의 개념을 ATM 망에 적용시키고자 할 때 MPOA를 사용할 수 있다. 이는 가상랜을 MPOA의 ELAN에 대응시키며 라우팅 기능을 해주는 서버는 MPOA에서 제공되는 가상 라우터의 개념을 적용시키면 가능하다. 이러한 가상랜은 사용자의 이동에 따른 변화 처리가 쉬우며 가상적인 작업 그룹의 형성으로 인하여 관리가 용이하다. 또한 브로드캐스트 트래픽에 대한 효율적인 제어가 가능하고 기밀성 보장을 강화할 수 있다.

이처럼 MPOA는 다양한 프로토콜과 다양한 망 기술, 가상랜 환경에서 ATM에 효과적인 브리징과 라우팅을 종합하는 하나의 프레임워크를 제공함으로써 LANE 환경에서 서브넷간의 유니캐스트 데이터를 효율적으로 전송하는데 목적을 두고 있다.

6.1 MPOA 구성 요소

MPOA 구성 요소는 그림 10과 같으며 우선 MPC는 프로토콜 스택 상에서 상위계층과 LANE의 LEC 사이에 존재하며 물리적인 위치는 엣지 디바이스나 ATM에 직접 연결된 호스트에 하나 이상 있을 수 있다. MPC의 주요 기능은 3 계층 지름길을 통하여 트래픽을 망으로 내보내는 것이며 이 기능을 제공하기 위해 3 계층 포워딩 기능을 갖고 있다. MPC는 트래픽의 흐름을 발견하면 MPS에게 목적지의 정보를 요구하고 지름길을 받아 들일 수 있는지를 검사하며, 지름길을 받아들일 수 있다면 MPC는 SVC를 설정하고 그 길을 따라 데이터를 전송한다. MPC와 MPS는 모두 NHRP와 통신을 주고받을 수 있으며 MPC는 MPS와의 통신에서 얻은 지름길 정보를 캐쉬한다. 사용되지 않는 SVC는 타임 아웃되면 해제된다.

MPOA 라우터는 망계층 서브넷을 ATM에 매핑하도록 하는 함수들의 집합으로 라우터나 스위치 또는 하나의 라우트 서버로서 구현될 수 있다. 이는 라우팅 정보와 망계층, MAC 계층, ATM 주소 정보를 유지하며

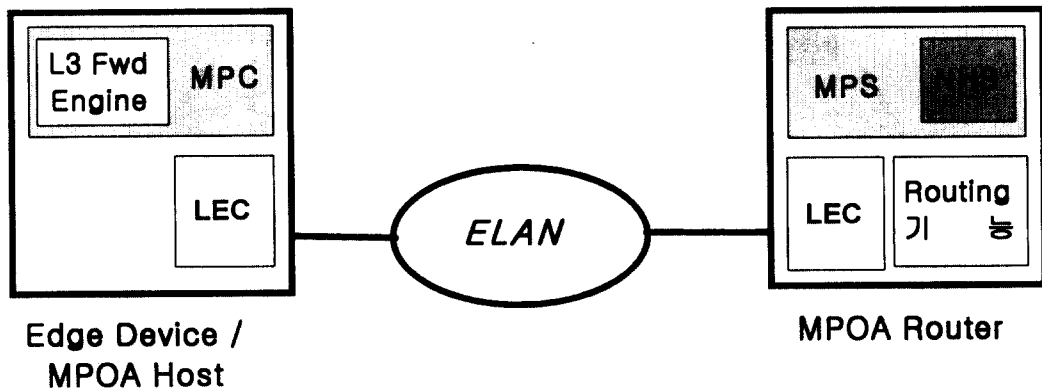


그림 10. MPO 구성 요소

MPC가 지름길을 설정하도록 목적지 주소를 해석하기 위하여 NHRP를 사용한다. 라우팅 함수들은 기존의 라우터와 라우팅 정보를 교환하기 위하여 라우팅 프로토콜을 수행하며, 이는 기존의 LAN과 WAN의 연동을 가능하게 한다.

MPS는 MPC에게 3 계층 포워딩 정보를 제공하기 위한 MPOA 라우터의 논리적인 구성 요소이며 NHS의 기능을 포함한다. MPS는 MPC의 질의에 대한 응답으로 목적지 ATM 주소와 계층 2 인캡슐레이션 정보를 제공하기 위해 연관된 라우팅 함수 또는 NHS와 통신한다.

6.2 MPOA 작동단계

MPOA 모델은 MPC를 갖고 있어 패킷을 포워딩하는 옛지 디바이스와 ATM에 직접 연결된 호스트 그리고 MPS를 갖고 라우팅 정보를 제공하는 MPS 사이에서 라우팅을 분산하여 이를 분산 라우터라고도 한다. MPC가 정확하게 포워딩하기 위하여 기존 LAN 세그먼트에서 받거나 상위계층에서 받은 패킷의 목적지 주소를 검사한다. 패킷의 목적지 주소가 MPOA 라우터 인터페이스의 MAC 주소이면 MPC는 이 패킷의 망계층 주소를 찾고 이 주소에 대해 자신의 캐쉬나 MPS에게서 요청하여 받은 정보로 주소 해석을 한 후 이 정보에 근거하여 목적지로 SVC를 설정하여 지름길 전송을 한다. 패킷의 목적지 주소가 MPS의 주소가 아니라면 같은 서브넷에

있는 호스트로 향하는 패킷이며, 이 때에는 주소 해석을 하고 목적지로의 VC를 설정하기 위하여 LANE를 이용한 디폴트 전송을 한다.

MPC가 주소 해석을 요청한 망계층 주소에 대한 적절한 ATM 주소를 MPS가 모르면 NHRP 함수를 사용하여 다른 MPS 또는 NHS에게 NHRP 주소 해석 질의를 전파한다. 목적지 ATM 주소는 호스트의 주소이거나 패킷이 포워딩될 적절한 옛지 디바이스의 주소가 된다.

이상은 MPOA의 대략적인 작동 설명으로 LANE와 MPOA 모델과의 연관 관계와 서브넷간의 패킷 흐름의 관점에서 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다. MPOA 모델은 위에서 언급한대로 디폴트 전송을 하려면 LANE의 서비스를 이용하고 이에 따라 LANE에서 MPC 또는 MPS의 존재를 알아야 한다. MPC가 있는 호스트와 옛지 디바이스 또는 MPS가 있는 MPOA 라우터와 함께 있는 LEC가 자신을 등록할 때 MPC/MPS의 ATM 주소와 MPC/MPS를 나타내는 장치형 (Device Type)을 함께 등록 요청 패킷에 담아 보내어 등록한다. 이렇게 함에 의해 LANE를 통한 디폴트 전송에서 어떤 LEC를 통하여 어느 MPC/MPS로 보내야 할지 목적지의 결정이 가능한 것이다.

패킷이 인그레스 (Ingress) MPC에서 MPOA 시스템 안으로 들어오면 제일 먼저 목적지 MAC 주소가

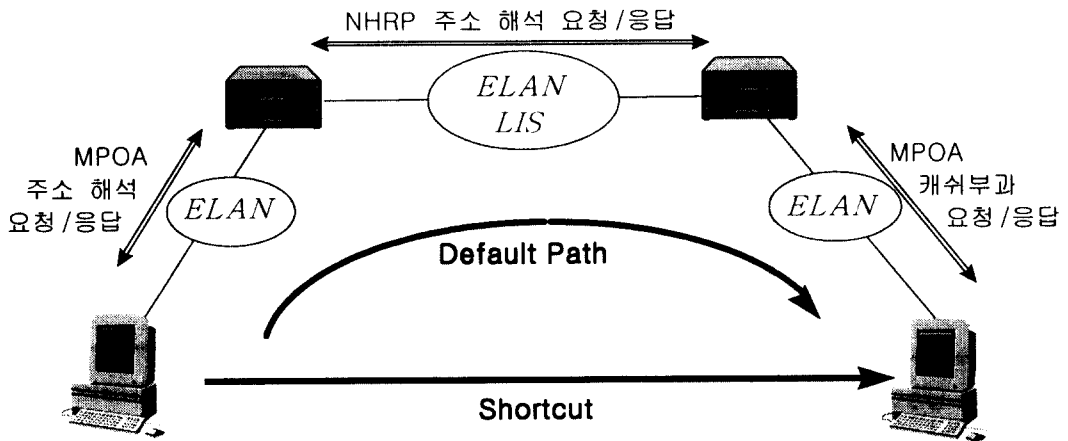


그림 11. MPOA 망에서 ELAN간의 데이터 전송

MPS의 주소인지를 검사한다. 그렇지 않다면 ELAN 내의 어떤 다른 호스트로 가는 패킷이므로 위에서 언급한 대로 LEC를 통해 LANE 서비스를 이용하여 디폴트 전송을 한다. 또한 그렇다면 이 패킷은 서브넷 즉, ELAN 밖의 다른 ELAN으로 향하는 패킷이며, 이러한 ELAN 간의 패킷 전송은 그림 11같이 다소 복잡하게 진행된다. 다음 단계로 인그레스 MPC의 캐쉬를 조사하여 캐쉬에 있다면 바로 지름길을 설정하여 데이터를 보낼 수 있다. 캐쉬에 없다면 디폴트 전송으로 목적지 MAC 주소인 MPS와 함께 있는 라우터에 도착하여 이 라우터를 통하여 다른 ELAN으로 가서 다시 디폴트 전송을 한다. 같은 목적지로 가는 디폴트 전송의 횟수가 특정 값을 넘어서면 MPC는 MPS에게 목적지 주소 해석 요청을 보낸다.

MPS는 자신의 캐쉬에 없다면 NHRP 주소 해석 요청으로 이를 변환하여 다른 MPS나 NHS로 이를 전파하여 응답을 기다린다. 자신이 서비스를 제공하는 MPC에 대한 주소 해석 요청이라면 MPS는 MPC에게 SVC 설정을 받아들일 수 있는지를 알기 위하여 MPOA 캐쉬 저장 요청을 보낸다. 이를 받은 이그레스 (Egress) MPC는 DLL (Data Link Layer) 인캡슐레이션 정보 등을 캐쉬에 저장하고 응답을 보낸다. 이 응답을 받은 MPS가 최초로 요청을 보낸 MPS에게 주소 해석 응답을 보내고 이를 받은 MPS는 인그레스 MPC에게 목적지의 ATM 주소를 전달한다. 인그레스 MPC는 이 ATM 주소로 목적지의 이그레스 MPC와 SVC를 설정하여 패킷의 2 계층 인캡슐레이션을 제거하고 지름길 전송을 시작한다.

이그레스 MPC로 패킷이 도착하면 캐쉬를 살펴 그에 맞는 DLL 헤더를 붙여 다시 인캡슐레이션하여 상위 계층 또는 기존 LAN 세그먼트로 패킷을 보낸다.

MPOA 시스템은 멀티프로토콜 환경에서 VCC를 설정하고 해제하는 절차를 기술하고 있는 RFC 1744 ATM Signalling support for IP over ATM을 바탕으로 연결 관리를 한다. 또한 MPOA 시스템은 LLC/SNAP 인캡슐레이션을 사용하여 모든 PDU를 전송하며, MPOA 제어와 데이터 트래픽을 같은 VCC로 또는

MPOA와 LLC/SNAP 인캡슐레이션을 사용하는 MPOA가 아닌 장치와도 같은 VCC를 사용할 수 있다. 따라서 MPOA 지름길 VCC와 LANE LLC Data Direct VCC가 같은 VCC를 사용하여 공유할 수도 있으며, 서로 다른 VCC를 사용할 수도 있다.

MPOA는 다른 3 계층 스위칭 방법과 비교하여 볼 때 다음과 같은 장점을 갖고 있다. 스위치 하부 구조하에서 컷-스루 (Cut-Through) 라우팅을 사용하여 MPOA 기반의 시스템이 초당 천만개의 패킷을 처리하고 포워딩 가능하게 한다. 또한 확장성과 성능 면에서 기존의 LAN과 WAN 연동 방안과는 비교가 되지 않으며 비용과 복잡성 면에서도 ATM과 라우터를 함께 연결하여 거대한 망을 만드는 것이 가능하다(9). ATM Forum에서는 이와 관련하여 IPOA, LANE, NHRP 그리고 MARS와 관련하여 작업을 진행하고 있다.

VII. 결 론

오늘날 거대한 네트워크에서 요구하는 성능과 대역폭을 기존의 라우터 기반의 기술로는 지원할 수 없어 이를 지원할 수 있고 또한 QoS를 보장할 수 있는 스위칭 기술이 요구되었다. 이러한 스위칭 네트워크 중 ATM을 기반으로 기존 LAN 서비스를 사용 가능하게 하자는 연구가 다른 기술에 비해 많이 진행되어 왔다. 이 연동 방안은 크게 2 계층과 3 계층에서의 연동으로 나눌 수 있으며 2 계층의 연동은 ATM Forum에서 제안한 LANE가 있고 3 계층의 연동은 IETF에서 제안한 IPOA와 이를 확장한 개념인 NHRP 그리고 ATM Forum의 MPOA가 있다. 또한 연결 지향인 ATM 망에서 브로드캐스트를 지원하기 위하여 ATM Forum에서는 LANE의 BUS를 사용하면 가능하지만 IETF에서는 그런 서버가 존재하지 않아 MARS를 제안하였다. IPOA와 NHRP, MARS는 IP만을 지원하는 반면 LANE와 MPOA는 모든 3 계층 프로토콜을 지원하지만 MPOA는 현재 IP에 대하여 고려하고 있다. 이 모든 방안은 서브넷에서는 LANE를 사용하고 서브넷간의 전송에서는 NHRP를 사용하여 불필요한 홉과 브로드캐스트 트래픽을 줄인 MPOA로 통합된다고 볼 수 있다.

루트 계산과 포워딩을 분리하는 가상 라우터와 관리가 쉬운 가상랜의 구축을 제공하는 MPOA의 표준화 작업이 진행되는 동안 멀티프로토콜 계층 스위칭이라는 다소 생소한 기술이 대두되기 시작하였다. MPLS (Multi-Protocol Layer Switching) 스위치는 종단 시스템이 직접 MPLS 스위치에 연결되지 않으며 기존 LAN을 연결해 주는 인그레스/이그레스 포인트 사이에서 패킷을 전달해 주는 일을 한다. 이 기술을 사용하는 제품으로는 임실론사의 IP 스위칭, 시스코 시스템의 Tag 스위칭, 도시바의 CSR (Cell Switched Router) 그리고 IBM의 ARIS (Aggregate Route based IP Switching) 등이 있다[10]. IETF 내에 이러한 기술을 논의하기 위한 MPLS 작업 그룹이 생성되어 기존의 LAN과 ATM의 연동 방안과 함께 연구를 수행하고 있으며, 어떤 연동 방법이 최고의 성능을 제공하는지 또한 가장 널리 사용될 지에 대한 연구가 시작되고 있는 실정이다.

[8] J. Heinanen, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaption Layer 5," RFC 1483, July 1993.
 [9] "MPOA,"
<http://www.mpoa.com/paper/protocol.html>.
 [10] "Multi-Protocol Layer Switching."
<http://www.cs.ubc.ca/nest/dsg/tevia-filenode20.html>.

참 고 문 헌

[1] M. Laubach, "Classical IP and ARP over ATM," RFC 1577, Jan. 1994.
 [2] James V. Luciani, Dave Katz, David Piscitello, Bruce Cole, "NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP)," INTERNET-DRAFT <draft-ietf-rolc-nhrp-11.txt>.
 [3] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks," RFC 2022, 1997.
 [4] ATM Forum, "LAN Emulation over ATM - LUNI Specification-Straw Ballot," Apr. 1997.
 [5] ATM Forum, "LAN Emulation over ATM-LNNI Specification-Draft 2.0," Feb. 1996.
 [6] ATM Forum, "Multi-Protocol Over ATM Version 1.0 (Letter Ballot)," May 1997.
 [7] Eric J. Andrews, "Building Next Generation LAN Internetworks,"
<http://www.vivid.newbridge.com/documents>.

임 지 영

이 미 정

- 1990년~1994년 : 이화여자대학교 전자계산학과 학사.
- 1994년~1996년 : 이화여자대학교 전자계산학과 석사.
- 1996년 ~ 현재 : 이화여자대학교 전자계산학과 박사과정.

- 1983년~1987년 : 이화여자대학교 전자계산학과 학사.
- 1987년~1989년 : University of North Carolina at Chapel Hill 전자계산학과 석사.
- 1990년~1994년 : 미국 North Carolina State Univ. 컴퓨터공학과 박사.
- 1994년 ~ 현재 : 이화여자대학교 전자계산학과 조교수.

채 기 준

최 길 영

- 1882년 : 연세대학교 수학과 학사.
- 1984년 : 미국 Syracuse Univ. 전자계산학과 석사.
- 1990년 : 미국 North Carolina State Univ. 컴퓨터공학과 박사.
- 1990년~1992년 : 미국 해군사관학교 전자계산학과 조교수.
- 1992년 ~ 현재 : 이화여자대학교 전자계산학과 부교수.
- 1996년 ~ 현재 : 이화여자대학교 정보전산원 원장.

- 1985년 : 경북대학교 전자공학과 학사.
- 1987년 : 경북대학교 전자공학과 석사.
- 1987년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 통신망기술연구실 선임연구원

강 훈

- 1980년 : 연세대학교 전자공학과 학사.
- 1987년 : Iowa State University 컴퓨터공학과 석사.
- 1993년 : Iowa State University 컴퓨터공학과 박사.
- 1987년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 통신망기술연구실장