

〈主 題〉

ATM LAN상에서의 IP수용

김 광 수¹⁾, 정 일 영²⁾

(한국전자통신연구소¹⁾, 한국외국어대학교²⁾)

□ 차 례 □

- I. 머릿말
- II. ATM망에서 비연결형 데이터 통신
- III. ATM망에서 IP직접 지원방법
- IV. Multiprotocol over ATM
- V. 맺음말

I. 머릿말

ATM 기술은 멀티미디어 응용에 필수적인 높은 대역폭과 다양한 서비스 품질(QoS)의 지원을 가능케 한다[MaSp95]. 셀 네트워킹이라는 회선교환과 패킷 교환의 장점을 두루 갖춘 ATM기술은 기존의 서비스 뿐만 아니라 고속 대용량의 서비스가 요구되는 대부분의 서비스를 수용할 수 있으므로 광대역 종합정보 통신망(B-ISDN)의 핵심기술로 활발한 연구개발이 한창 진행중이다.

기존의 응용 서비스들은 라우터 혹은 브릿지로 연결되는 근거리통신망(LAN) 혹은 도심권 정보통신망(MAN)을 상호공유하는 개념에 바탕을 두고 있으므로 불필요한 트래픽을 유발시키며 서비스 품질에 따라 요구되는 대역폭을 적절히 지원할 수 없다는 문제점을 갖고 있다. 따라서 ATM망을 통하여 이들을 상호연결할 수 있다면 폭주하는 LAN접속 요구에 대한 효과적인 해결책이 될 수 있다[BCS93][Newm94].

실제로 ATM의 여러 적용분야들 가운데 ATM을 활용한 데이터통신 분야에 현재 많은 관심이 집중되고 있으며 이에 따라 ITU-T나 ATM을 활용한 데이터통신 분야에 현재 많은 관심이 집중되고 있으며 이에 따라 ITU-T나 ATM포럼, IETF(Internet Engineering Task Force) 등과 같은 표준화기구에서도 이 분야의 표준화에 많은 진전을 보이고 있다. 본 고

에서는 ATM LAN상에서 인터넷 네트워크 프로토콜인 IP를 지원하기 위한 대표적인 방법으로 고려되고 있는 LAN상에서 인터넷 네트워크 프로토콜인 IP를 지원하기 위한 대표적인 방법으로 고려되고 있는 LAN 에뮬레이션과 "IP over ATM" 접근방법을 통한 IP수용에 대해 살펴보고자 한다. 한편, IP 프로토콜 뿐만 아니라 다른 프로토콜의 수를 위해 현재 ATM 포럼에서 논의되고 있는 "Multiprotocol over ATM"에 대해서도 간략히 고찰하고자 한다.

II. ATM망에서 비연결형 데이터 통신

높은 대역폭과 다양한 서비스 품질의 유연한 지원을 가능케 하는 ATM 기술은 B-ISDN 구축에 있어 핵심기술로 자리하고 있다. 기존의 저속 문자위주의 서비스에 비해 향후에는 고속, 대용량, 멀티미디어, 실시간 응용의 필요성이 급증할 것으로 예상되는데 ATM기술이 매우 중요한 역할을 할 것임에는 이문의 여지가 없다.

그러나 이러한 서비스들이 단시간 내에 기존의 서비스를 완전히 대체할 것으로 보이지는 않는다. 오히려 기존 LAN이나 MAN에서 동작하던 응용 서비스들이 ATM망을 통해서도 전과 동일하게 서비스될 수 있어야 한다. 따라서 기존 저속망에서 고속망으로의 진화 과정에서 일반 사용자에 대한 투명한 지원방안

의 마련이 필수적이다[BCS93].

한편, 기존의 프로토콜 및 서비스 구조는 멀티미디어 및 실시간 응용을 고려하지 않고 설계되었으므로 관련 표준화 기구에서는 전달망으로써 ATM을 사용하는 문제와 함께 새로운 서비스 요구를 만족시키기 위한 수송 프로토콜 및 응용구조의 필요성이 함께 제기되고 있다.

ATM망에서 IP프로토콜 지원을 위해 이 장에서는 먼저 IP프로토콜과 LAN에 대해 간단히 살펴보고 ATM망에서 IP수용을 위해 제안된 대표적인 방법을

소개하고자 한다.

2.1 IP 프로토콜과 LAN

인터넷은 브릿지나 라우터에 의해 상호연결되는 LAN/MAN의 집합이다. 이때 브릿지는 서로 다른 LAN 세그먼트를 결합하여 보다 큰 규모의 LAN을 생성하는데 이용하며 이러한 LAN들을 상호연결하기 위해서는 라우터가 필요하다. 그림1을 이러한 LAN의 구성 예를 나타낸다.

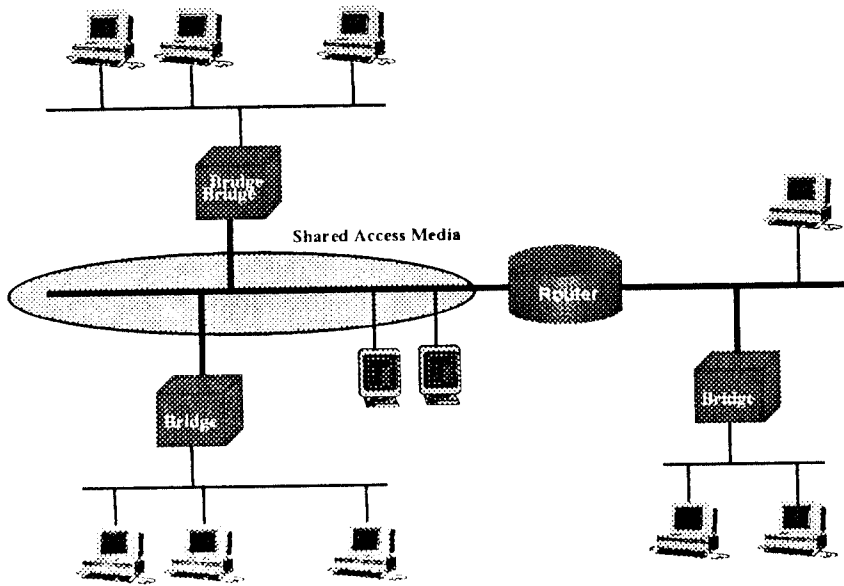


그림 1. LAN 구성 예

인터넷에 존재하는 모든 호스트는 IP주소라 불리는 망 계층 주소를 갖는데 이는 계층적으로 구성되어 있으며 IP프로토콜에 의해 인터넷 내에 패킷을 전송하는데 사용된다. IP 프로토콜은 기반을 두고 있으며 Ethernet, Token Ring, Token Bus와 같은 IEEE 802 계열의 LAN 프로토콜을 사용하고 있다. LAN 프로토콜은 ISO참조모델에서 물리계층과 데이터링크 계층 프로토콜을 정의하고 있는데 IEEE802모델에서 데이터링크 프로토콜은 다시 통신매체를 접근, 공유, 관리하는데 이용되는 매카니즘을 정의한 매체접근 제어(MAC) 계층과 서로 다른 MAC 프로토콜과 상호연동하기 위해 상이한 망 계층 프로토콜에 대한 공통 인터페이스를 정의하는 논리링크제어(LLC)계층으로 나뉘어 진다.

LAN에 접속되어 있는 모든 호스트는 6바이트로 구성된 MAC주소라는 수평주소 공간을 갖는데 이는 유일한 물리적 주소를 나타낸다. 한 호스트에서 다른 호스트로 데이터를 보내기 위해서 송신 호스트는 수신 호스트의 MAC주소를 알아야만 하는데 두 호스트가 모두 동일한 LAN세그먼트에 있다면 송신 호스트는 수신 호스트의 MAC주소를 알아야 하며 라우터에 의해 연결된 서로 다른 LAN세그먼트에 있다면 라우터의 MAC주소를 필요로 한다.

2.2 ATM 개요

IEEE 802 LAN이 공유매체에 기반을 두고 있는 비연결형 구조인 반면 ATM망은 원래 연결지향형(connection oriented)구조를 갖는다. 즉, 두 ATM호스

트 간의 데이터 전송을 위해서는 먼저 연결이 수립되어야 한다. 일단 두 노드간에 연결 혹은 가상 채널 (VC)이 만들어지면 데이터가 53바이트 고정길이를 갖는 ATM셀에 의해 전송된다. 가상 채널은 가상채널 식별자(VCI)에 의해 구별되는데 하나의 가상채널이 여러 링크에 걸쳐 만들어 지는 경우 각각의 링크는 서로 다른 VCI값을 갖는다. 셀 헤더에 포함되는

VCI값은 망 내에서 스위치에 의해 입력 링크에서 출력링크로의 경로배정을 하기 위해 적절히 변경된다. 모든 ATM호스트는 계층적으로 구성된 8바이트 길이의 ISDN 전화번호 체계인 E.164를 따르거나 ATM포럼에 의해 제안된 20바이트 길이의 ATM주소를 갖는다. 이러한 주소체계는 그림2에 나타나 있다.

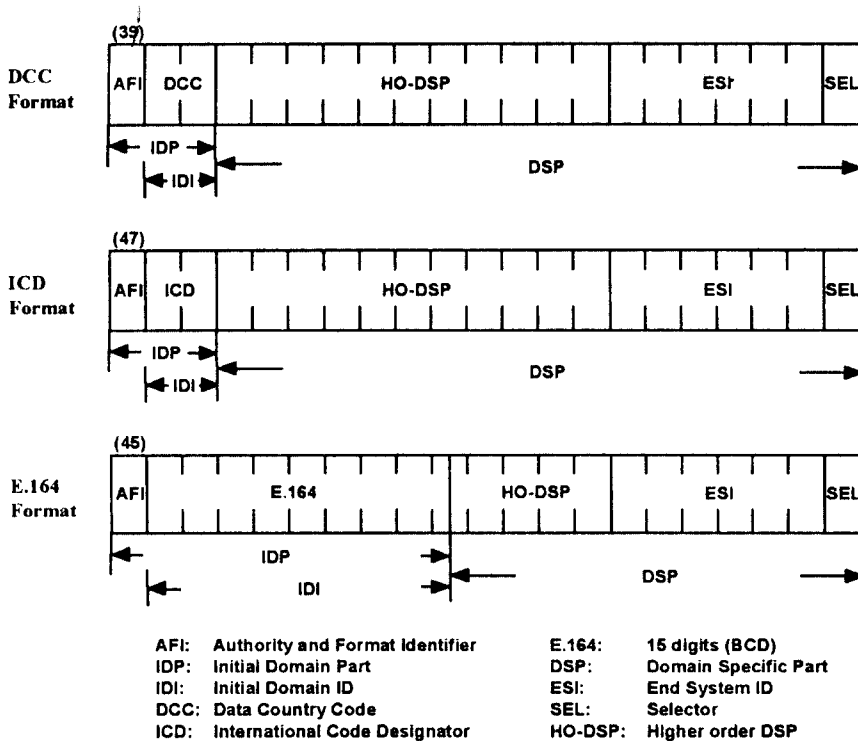


그림 2. NSAP 주소체계

2.3 ATM망에서 IP프로토콜의 지원

IP 프로토콜을 지원하기 위해 ATM은 독자적인 데이터링크 계층 프로토콜 혹은 LLC하위의 MAC프로토콜로 구성될 수 있다. 전자의 방법이 통상 "IP over ATM"이라 불리우는 것으로 IP 혹은 다른 망 계층 프로토콜을 ATM위에 바로 구현하는 것인데 반해 후자의 방법은 바로 LAN에물레이션(LE)의 핵심 요소이다. [Alle 95]. LAN 에물레이션은 점대점으로 연결된 ATM스위치가 가상적인 공유매체로서 역할하도록 하는 것으로 기존의 "Legacy LAN"에 접속된 ATM호스트 혹은 스위치에 대해 투명한 상호운용성을 제공한다.

가. LAN에물레이션

공유매체 접속의 핵심요소는 모든 통신이 방송에 기반을 두고 있는 것으로 LAN내의 모든 호스트들은 방송되는 모든 패킷을 수신하여 필요한 패킷만을 필터링한다. 따라서 연결지향형 구조를 갖는 ATM에서 LAN 에물레이션 기능을 수행하기 위해서는 LES, LECS, BUS등과 같은 전용서버를 사용하도록 정의하고 있다.

LAN 에물레이션에서는 ATM계층과 망계층 사이에 ATM MAC 계층 서비스를 제공하여 두 계층 사이의 중계 기능과 함께 기존 LAN MAC 계층과의 변환기능을 제공한다. 따라서 LAN 에물레이션은 IP 프로토콜 뿐만 아니라 IPX등과 같은 "Legacy LAN"

응용을 수용할 수 있는 장점을 제공하지만 방송기능을 담당하는 멀티캐스트 서버에 병목현상이 발생할 수 있으며 ATM스위치를 통한 점대점 연결의 장점을 이용하지 못하는 한계성을 갖는다. 그러나 IEEE 802 계열의 LAN프로토콜에 있어 공유매체의 방송기능에 의존하는 대표적인 ARP기능을 효과적으로 애플리케이션함으로써 성능향상을 기할 수 있다. 즉, ATM스위치 및 LE 클라이언트가 ARP질의만 멀티캐스트 서버에 의해 처리되도록 하고 그밖의 모든 데이터 전달은 ATM스위치를 통한 점대점 연결이 가능하도록 하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 LE-ARP라고 불리는 MAC주소를 ATM주소로 사상하는 기능과 연결관리 수행기능의 두가지 기능을 필요로 한다.

LAN 애플리케이션이 ATM계층을 LLC하위의 MAC 프로토콜로서 정의함에 따라 애플리케이션 위 LAN상위의 IP지원은 기존의 IEEE 802 LAN 상위의 IP지원방법과 동일하다.

LAN 애플리케이션은 ATM LAN에서 IP수용을 위한 대표적인 방법 중의 하나이지만 이에 대한 자세한 사항은 본 특집의 다른 부분에서 다루어질 예정이므로 본 고에서는 생략하기로 한다.

나. "IP over ATM"

"IP over ATM" 방법은 IETF에 의해 고전적 모델 [Laub94]이 표준화된 이래 거의 모든 ATM어댑터카드 및 스위치 등 ATM장비에 탑재되고 있다. 이 방법에서는 현재 널리 사용되고 있는 IP프로토콜을 대상으로 하여 ATM적용계층(AAL)과 IP망계층 사이에서 필요한 변환기능을 수행한다. 호스트 인터페이스는 LAN 주소로 변환하는 표를 갖는다는 점이 다르다. 이때 IP 주소를 ATM주소로 변환하는 가장 쉬운 방법은 IP-ATM-ARP 서버라 불리는 하나의 서버를 운영하는 방법이다.

한 호스트에서 다른 IP호스트로 패킷을 전송하기 위해서는 주소캐쉬로부터 ATM주소를 알아낸 뒤 연결관리 기능을 수행하는 개체에 IP패킷과 ATM주소를 보내게 된다. 주소캐쉬가 수신 IP호스트에 대한 정보를 가지고 있지 않은 경우 그림 3의 첫번째 메시지를 이용해서 ARP질의가 송신된다.

여기서 VCI0-U는 IP-ATM-ARP 서버가 알고 있는 VC에 대한 가상채널식별자이다. 이 메시지를 받고서 IP-ATM-ARP 서버는 두번째의 ARP 응답 메시지를 통해 송신측에 목적지 ATM주소 (ATM_s)를 보낸다.

VCI used	Payload				
	Type	Field 1	Field 2	Field 3	Field 4
VCI-U	ARP query	IP _s	ATM _s	IP _d	?

VCI used	Payload				
	Type	Field 1	Field 2	Field 3	Field 4
VCI-ATM-S	ARP reply	IP _s	ATM _s	IP _d	?

그림 3. 주소사상을 위한 패킷 전송 예

주소사상이 이루어지면 연결수립 및 데이터전송이 시작된다. VCI 캐쉬가 수신 ATM주소에 대한 VCI 값을 갖고 있는 경우 VCI와 IP 패킷이 AAL5/ATM 처리기로 보내지며 다시 ATM 셀로 바뀌어 전송된다. 이때 ATM 계층은 서로 다른 망 계층 프로토콜에 대해 인터페이스를 제공해야 할 필요가 생기게 된다 [Heim93]. 첫번째 방법은 하나의 ATM 가상 회선 위에 복수 프로토콜을 다중화하는 방법인데 이때 전송되는 PDU의 프로토콜은 IEEE 802.2 헤더를 붙임으로써 구별할 수 있다. 또다른 방법은 상이한 프로토콜마다 서로 다른 VC가 빠르고 경제적으로 생성될 수 있다면 VC-기반 다중화가 적합함을 알 수 있다. 한편, ATM망가 영구가상회로 (PVC)만을 지원하는 경우에는 LLC캡슐화가 보다 적합하다. 보다 자세한 사항은 다음 장에서 소개하기로 한다.

III. ATM망에서 IP직접 지원방법

3.1 "Classical IP over ATM"

"IP over ATM"과 같이 오버레이 방식으로 임의의 망 프로토콜을 ATM으로 전송하기 위해서는 패킷 캡슐화와 주소사상의 과정을 필요로 한다.

가. 패킷 캡슐화

IETF에서는 ATM(AAL5)연결을 통하여 다양한 망 혹은 링크계층 패킷을 전송하고 동일한 연결에 상이한 여러 패킷들을 다중화하기 위한 방법을 정의하고 있다. LAN 애플리케이션과 마찬가지로 여기서도 임의의 두 노드간에 데이터 전송을 위해 동일한 연결을 재사용하는 방법을 정의하고 있는 UBR 혹은 ABR 트래픽에 대해 초기 연결수립 후 재연결에 따른 지연을 없애 수 있으며 연결자원을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 연결 재사용을 위해서는 ATM연결을

통하여 패킷을 수신하는 노드가 어떠한 종류의 패킷을 수신했는지와 이 패킷을 어떠한 개체에 전달해야 하는지를 알 수 있어야 한다. RFC 1483 [Hein93]에서는 이를 위한 두가지 방법을 정의하고 있다.

1) LLC/SNAP 캡슐화

이 방법에서는 표준화된 LLC/SNAP헤더를 통해 식별되는 캡슐화된 패킷유형을 이용하여 단일 연결에 복수 프로토콜 유형을 지원한다. 여기서 LLC/SNAP를 이용한 캡슐화는 이를 이용하는 모든 연결이 패킷 다중화가 이루어지는 종단시스템의 LLC계층과 이루어짐을 의미한다. 이 방법은 "IP over ATM"에 사용되고 있으며 ITU-T 및 ATM포럼에서 ATM망을 통해 복수 프로토콜 전송시 사용되는 기본 캡슐화 방법으로 채택된 바 있다.

2) VC다중화

이 방법에서는 연결수립시 암시적으로 식별되는 프로토콜 유형에 따라 하나의 ATM연결에 오직 하나의 프로토콜만이 전송된다. 따라서, LLC/SNAP캡슐화 방법에서 필요로 하는 다중화나 패킷유형 부분이 필요없게 된다. 데이터 패킷에 대해 LAN에물레이션에서 사용되는 캡슐화 유형이 바로 VC다중화의 한 예가 된다.

나. 주소 변환

"IP over ATM"지원을 위해서는 IP 주소를 대응하는 ATM주소로 변환하는 과정이 필요하다. 예를 들어 두개의 라우터가 ATM망을 통해 연결되어 있다고

가정할 때, 한 라우터가 LAN인터페이스를 통해 패킷을 받는다면 어느 포트를 통하여 이 패킷을 전달할 것인지를 결정하기 위해 'next-hop table'을 참조한다. 이때 이 패킷이 ATM이 인터페이스를 통해 전달되어야 한다면 라우터에서는 수신 라우터의 ATM 주소를 알아내기 위해 주소사상표를 참조하게 될 것이다. 이표는 수동으로도 갱신할 수 있지만 확장성의 문제가 있으므로 IETF IPATM 실무그룹에서는 RFC 1577에서 "Classical IP over ATM" 프로토콜과 함께 논리적 IP 종속망(LIA: Logical IP Subnet)이라는 개념을 정의한 바 있다. 보통의 IP 종속망처럼 LIS도 동일한 IP종속망에 속하며 하나의 ATM망을 통하여 연결되는 IP 노드들의 집합으로 구성된다.

임의 LIS 내에 존재하는 노드의 주소사상을 위해서 해당 LIS는 하나의 ATMARP 서버를 필요로 한다. 이때 새로운 노드가 기존의 LIS에 추가되는 경우 해당 노드는 우선 ATMARP 서버에 연결하며, 이를 감지한 ATMARP 서버가 Inverse ARP 패킷을 LIS 내의 다른 클라이언트에게 보내는 동시에 추가된 노드에게는 IP 주소 및 대응하는 ATM 주소를 요청하여 이를 ATMARP표에 저장하게 된다. 최근에는 Inverse ARP 패킷을 삭제하고 클라이언트 메시지를 해석하여 서버가 정보를 얻도록 하는 방법이 논의되고 있다. 예를 들어 IP가 아닌 다른 망계층 프로토콜을 지원하는 노드의 경우에도 불필요하게 계속적으로 폴링을 시도하기 때문이다.

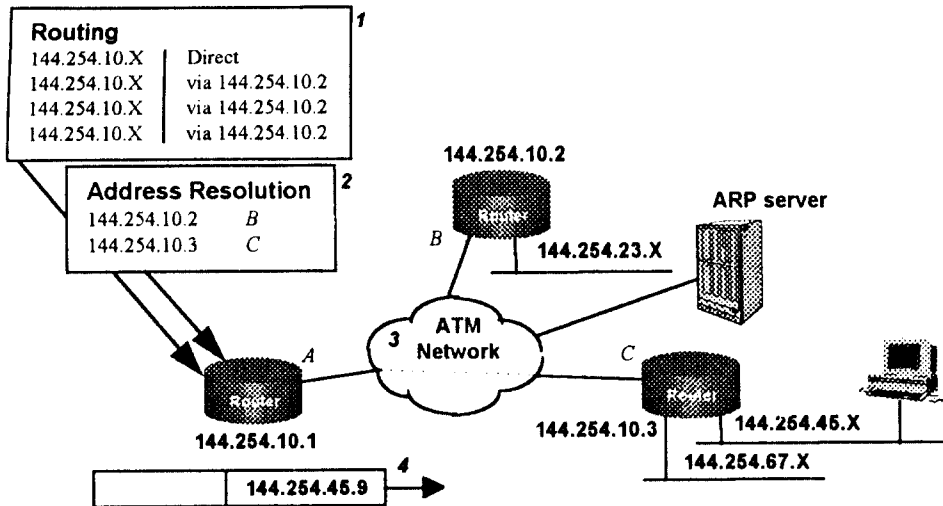


그림 4. 고선적 모델에서 ATM 망을 통한 라우팅 방법

수신노드의 ATM주소를 찾고자 하는 노드는 우선 서버에게 'ATMARP Reply'를 통해 해당정보를 제공하며 그렇지 않은 경우는 'ATM_NAK Response'를 보낸다. 상대방 호스트의 ATM주소를 찾은 경우에는 연결설정 방식에 따라 연결 수립과정이 약간 달라진다. 먼저 SVC인 경우에는 두 IP호스트 상이에 VPI/VCI값이 할당되고 이 채널을 통해 패킷을 전송하게 되며 PVC인 경우는 미리 VPI/VCI 값이 설정되어 있으므로 목적지 ATM 주소를 사상(mapping) 표에 기록한 후 패킷전송시 사용한다.

한편, 고전적 모델에서 ATM을 통한 라우팅 방법을 살펴보면 그림 4와 같이 동작한다. 즉, 데이터를 전송하고자 하는 목적지의 IP 주소가 144.254.45.9인 경우 라우팅표에서 이 노드가 다음홉에 접속되어 있음을 알 수 있다(1). 이때 주소사상표를 참조하여 다음 홉 IP주소에 대응하는 ATM주소를 찾는다.(2). 주소사상표에서 이 값이 'C'임을 알 수 있으며 이 주소를 가지고 라우터간 ATM가상 연결을 수립한다.(3). 마지막으로 수립된 연결을 통해 해당 노드가 패킷을 전송할 수 있게 된다.(4).

이 고전적인 모델의 동작은 매우 간단하지만 몇가지 제약사항도 가지고 있다. 가장 대표적인 제약사항

은 '고전적'이라는 단어가 의미하는 것처럼, 수신 노드가 송신노드의 IP종속망 외부에 존재하는 경우 패킷들을 라우터로 보내야 한다는 요구사항에 따라 동작한다는 점이다(그림 5 참조). 이 요구 사항은 그러나 "IP over ATM" 및 X.25나 프레임 릴레이와 같은 비방송형 복수접근(NBMA: Non-Broadcast Multiple Access)망의 동작에 잘 맞지 않는다. 이들은 모두 복수 LIS의 정의가 가능하며 망 자체가 서로다른 LIS 내에 존재하는 두 호스트간의 직접통신을 지원하기 때문이다.

현재 RFC 1577에 정리된 'Classical IP over ATM'에서는 과거 고전적인 호스트 요구사항에 따라 서로다른 LIS 내에 존재하는 두 호스트간의 직접통신을 위해서는 반드시 출발지에서 목적지에 이르는 경로 내의 중간 ATM라우터를 반드시 거치도록 정의하고 있다. 따라서 ATM라우터에 심각한 병목현상이 발생할 수 있을 뿐만 아니라 두 통신노드 간의 요청된 Qos를 만족하는 단일한 연결의 수립을 배제하는 문제점을 가지고 있다. 현재 이러한 문제점을 극복하기 위한 노력이 진행중인데 이를 다음절에서 설명하고자 한다.

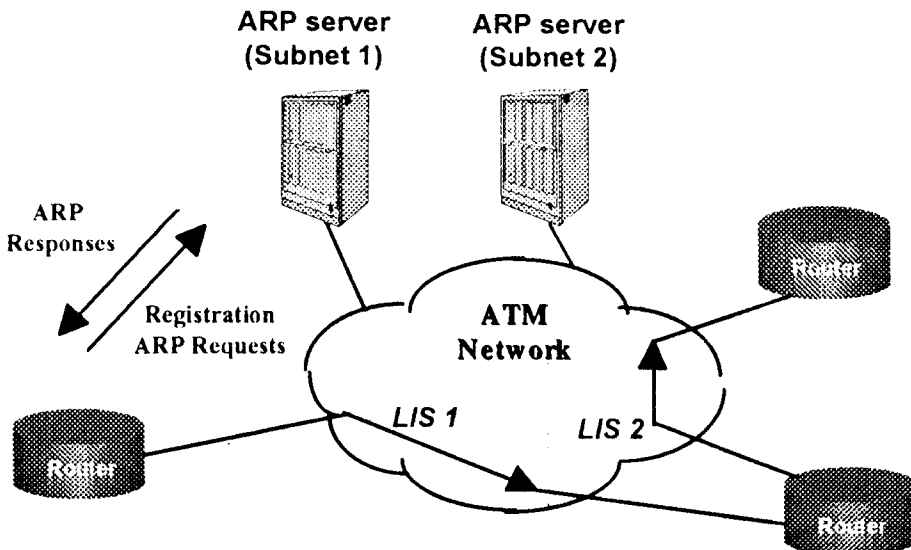


그림 5. 고전적 모델에서 LIS들간의 라우팅 방법

3.2 NHRP(Next Hop Routing Protocol)

위에서 살펴본 바와 같은 기존의 호스트 요구사항에 다른 단점을 극복하기 위해 IETF의 "ROLC(Routing

Over Large Clouds)" 실무그룹에서는 NHRP 프로토콜 [KaPi95]을 표준화하기 시작하기 거의 완성단계에 있다.

NHRP는 고전적인 IP모델에 기반을 두고 있다는

접에서는 위와 같으나 '논리적 IP 종속망(LIS)'의 개념 대신 '논리적인 비방송형 복수접근(NBMN)망'의 개념을 정의하여 사용하고 있다. 이 망의 특징은 문자 그대로 비방송형 모델이기 때문에 여러 장치들이 하나의 망에 접속될 수 있도록 하며 이들간의 직접적인 연결을 허용하고 있다는 점이다. 그러나 여기에서 주의해야 할 점은 이러한 특성으로 말미암아, 실제로는 동일한 하나의 물리적인 망이지만 여기에 복수 관리영역을 지원함으로써 경우에 따라서는 직접적인 연결이 허용되지 않는 경우도 있다는 것이다. NHRP는 기본적으로 각각의 관리영역 내에서만 적용할 수 있으며 다른 관리영역으로 들어가는 지점(ingress point)에 대해서만 접적인 연결을 허용한다.

ARP 서버 대신 NHRP에서는 NHRP 서버(NHS)를 사용한다. 각각의 NHS는 관련된 모든 노드의 IP 주소 및 대응하는 ATM주소로 구성되는 "next-hop resolution" 캐쉬표나 NHS에 연결된 다른노드(예를 들면 라우터 등)를 통해 접근할 수 있도록 하기 위한 IP Prefix들을 유지한다.

NHS는 두가지 방법으로 사용될 수 있는데 '서버' 모드에서는 망 내의 다른 NHS에 의해 제공되는 목적지의 IP주소들로 미리 구성된다. 이 방법은 기존의 RFC 1577에 따라 동작하는 망에 대해 NHRP를 적용하는 것과 같은 소규모 NBMA망에서 사용하기 적합하나 NHS간의 구성이 필요한 제약사항을 가지고 있다.

또다른 방법으로 NHS에서는 '조직(fabric)' 모드를 정의하고 있는데 도메인내 혹은 도메인간 라우팅 프로토콜을 이용함으로써 다른 NHS에 의해 제공되는

목적지 정보를 수집할 수 있도록 하고 있다. 더우기 특정한 목적지 정보를 제공하는 NHS는 그 목적지에 이르는 경로 상에 존재하는 것으로 가정한다. 이 말은 NBMA 망의 모든 진출(egress)라우터들은 NBMA 망 외부에 존재하는 모든 목적지에 대해 연결할 수 있도록 하는 NHS로 동작하는 동시에 NBMA 망에 접속되어 있는 호스트들에 대해서도 NHS로 동작해야 함을 의미한다. 이 방법의 가장 큰 장점은 중단 시스템에 대한 투명성이다. 즉, 한 노드가 NBMA 망을 가로질러 패킷을 보내기 위해 특정 ATM주소를 찾아야 할 필요가 있는 경우, NHRP Request 패킷을 만들어 그 노드의 NHS에게 전송하기만 하면 된다. 만일 NHS가 원하는 목적지 정보를 갖고 있다면 NHS는 그 목적지의 ATM 주소를 NHS Reply 패킷에 실어 보내게 된다. 그렇지 않은 경우에 해당 NHS는 자신의 라우팅 표를 참조하여 목적지로 이르는 경로 상에 존재하는 다음 NHS를 찾아 요청 패킷을 재전송한다. 이러한 방법은 목적지의 ATM주소를 찾기 까지 반복된다. 일단 목적지의 ATM주소를 찾으면 이를 요청한 노드에게 요청한 역순에 따라 Reply 패킷이 전달되며 이 주소를 이용해서 직접적인 데이터 연결을 수립하게 된다. 응답이 요청경로를 따라 전달되도록 하는 이유는 이 과정을 통하여 모든 중간 NHS 들이 그러한 경로정보를 배우고 이를 캐싱하도록 하기 위함이다. 따라서 동일한 요청이 발생하는 경우 또다시 경로에 따른 재전송이 필요없이 응답이 가능하다. 이러한 과정은 그림 6에 나타나 있다.

NHRP는 또한 경로기록, NBMA 망 내의 루트집

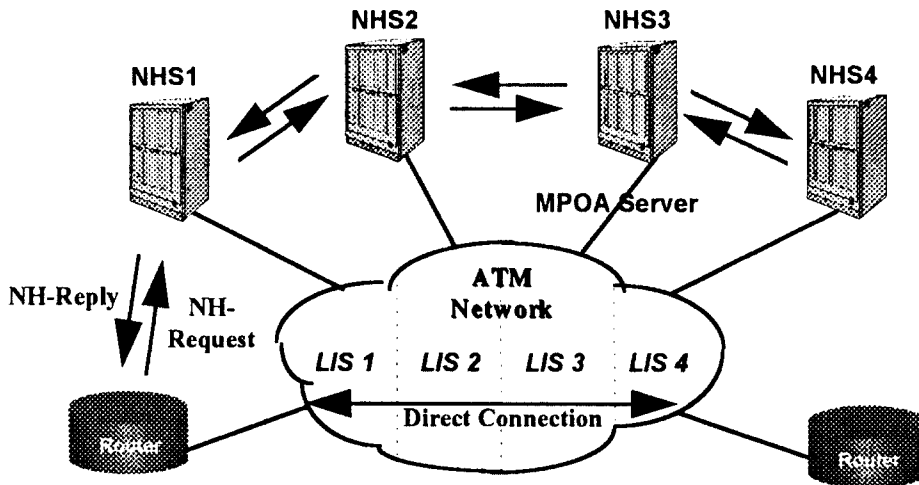


그림 6. NHRP의 동작방법

출, 패킷 송달 기능제공 등과 같은 여러가지 선택적인 특징을 제공한다. 또하나의 중요한 선택기능은 주소 집성(aggregation)기능이다. NHS는 특정 IP 주소로 찾아갈 수 있도록 하는 NBMA 주소 뿐만 아니라 이 주소와 연관된 종속망 마스크도 같이 제공할 수 있다. 따라서 이러한 정보를 요청한 종단 시스템 뿐만 아니라 중간 NHS에 캐싱함으로써 동일하 IP Prefix를 갖는 IP주소요청에 대해 동일한 NBMA 주소로 응답할 수 있게 되는 것이다. 지속적인 최신정보의 유지를 위해 다양한 타이머와 갱신 메카니즘이 사용된다.

한편 NHRP 에 의해 수립된 직접적인 라우터가 여는 지속적인 라우팅 루프를 만들 수 있는 문제점 때문에 이를 해결하기 위한 한 방법으로 NARP (NBMA Address Resolution Protocol) [Hein94]가 정의되었다. NARP는 NHRP의 기능 중에서 NBMA망에 직접 연결되는 노드의 IP 주소만을 전달하므로써 라우터간 연결을 배제하는 방법을 사용하고 있다. NARP가 루프 문제를 해결했음에도 불구하고 현재 NHRP의 강력한 기능과 적용성을 고려할 때 NHAP가 그리 널리 쓰이지는 않을 것으로 예상하고 있다. NHRP는 프레임 릴레이나 X.25망에 사용되는 라우터 뿐만 아니라 ATM망 내의 라우터간 통신을 위해 널리 사용될 것으로 전망되고 있으나 이와 함께 몇가지 단점도 지적되고 있다. 대표적인 것으로는 NHRP가 ATM 표준화의 주요 요소가 되어 왔던 자동구성(autoconfiguration)기능을 기지고 있지 않다는 점과 멀티캐스트/방송 기능을 지원하지 않는다는 것이다. 또한 현재 NHRP는 매우 IP의존적이어서 모든 NHRP메시지가 IP 패킷내에 실어 보내진다.

초기 IETF ROLC 실무그룹의 주된 목적은 RFC 1577을 구현한 종단 시스템과 NHRP를 구현한 시스템간의 상호운용성을 보장하는 것이었다. 그러나 두 프로토콜의 차이로 말미암아 직접적인 상호운용성의 보장은 점점 어려워 지고 있는 실정이다. 따라서 이를 해결하기 위한 방법으로 별도의 라우터를 이용하거나 RFC 1577/NHRP 두 스택을 모두 구현하는 방법이 논의되고 있다.

3.3 멀티캐스트 동작

고전적인 IP over ATM방식에 있어서 멀티캐스트 동작을 위한 지원이 되지 않음에 따라 LAN에멀레이션과 비교할 때 RFC 1577 프로토콜의 주요 취약점으로 인식되어 왔다. RFC 1577은 멀티 캐스트 IP 주소

를 ATM주소로 사상하는 데에 사용될 수는 있으나 어떻게 하나의 LIS내에 속해 있는 노드들이 IP 멀티캐스트 그룹에 속할 수 있는가 하는 문제나 어떻게 하나의 IP 멀티캐스트 그룹이 ATM 멀티캐스트의 형태로 사상될 수 있는가 하는 문제를 해결하지 못하고 있다.

이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 RFC 1112 [Deer92]에 기술되어 있는 IP멀티캐스트 행위를 RFC 1577에서 지원하는 방법이 제안되었다 [Armi95]. 이 방법에서는 MARS(Multicast Address Resolution Server)라는 멀티캐스트 서버와 오버레이된 점대 다점 연결을 이용하고 있다. MARS는 '클러스터'라고 불리우는 노드들의 집합을 대상으로 하는데 클러스터 내의 모든 종단 시스템들은 MARS의 ATM주소를 갖도록 설정되며, MARS는 멀티캐스트 서버들을 통하거나 오버레이된 점대 다점 연결의 "멀티캐스트 메쉬"를 이용하여 멀티캐스트를 지원한다.

3.4 직접연결 대 라우터 연결

또다른 RFC 1577의 제약사항은 연결 수립 지연 문제이다 LAN에멀레이션에서와 달리 RFC 1577 프로토콜은 주소 사상, 연결 경로 배정, 연결수립 등이 일어나기 전에 데이터를 부내기 위한 디폴트 데이터 경로를 갖고 있지 않다. 이러한 문제에 대해 Y. Rejzter는 IP 패킷 흐름이 ATM에 의해 제공되는 Qos 보장을 요구하는 경우에만 직접 ATM 경로를 사용하도록 하고 나머지 경우에는 연결수립 지연을 피하기 위해 데이터 하나 이상의 라우터를 통하도록 하는 IP 종속망 내에서 이루어 지는 경우에도 모든 데이터가 하나 이상의 라우터를 통하도록 하는 방법을 제안하였다 [ReKa95]. 그러나 이 방법을 위해서는 국부 종속망을 대상으로 전송되는 패킷에 대해 ICMP Redirects를 보내는 현재 라우터 동작을 수정하여야 한다. 너무기 라우터가 처리할 수 있는 양 보다, 보장된 Qos를 요구하지 않는 연결이 더욱 많은 대역폭을 사용하는 현실에서 이 방법이 적합한가 하는 논의가 계속되고 있다. 즉, 다른 대안으로 데이터 흐름의 "휘발성(Volatility)"에 따라 직접 연결과 라우터 중계 연결을 분리 하자는 의견도 있다. 이 제안에 따르면 오랫동안 많은 대역폭을 사용하는 데이터 흐름에 대해서는 QoS 보장 여부에 상관 없이 직접 ATM연결을 사용토록 하고 잠시동안 적은 대역폭을 사용하는 경우에는 데이터 흐름이 연결지연을 정당화하기 어려우므로 라우터 연결을 사용하도록 자자는 것이다. 실제로

SNMP 트랩이나 Telnet 트래픽은 매우 적은 대역폭을 사용하며 적은 연결지연을 요구하므로 이러한 모델에 적합하다. 또한, 많은 ATM제품에 있어서도 비연결형 서비스를 위해 라우터를 사용하고 대용량 데이터 전달을 위해서는 직접 ATM연결을 이용하는 추세에 있다.

IV. Multiprotocol over ATM

ATM 망위에 곧바로 IP를 지원하기 위한 노력과 함께 기존 프로토콜의 단점을 극복하고 IP이외의 다른 프로토콜을 ATM 망위에 포함시키기 위해 시작하게 된 것이 바로 ATM 포럼의 "Multiprotocol over ATM(MPOA)" 표준화이다. 이를 위해 현재까지 세가지 모델이 제안된 바 있다.

4.1 동배간(Peer)모델

현재의 오버레이 모델을 대체하기 위한 많은 동배간 모델이 제안되었다[PeLi94]. 이 방법들은 기존의 동배간 모델과 달리 모든 망 계층 주소를 NSAP 주소형태로 사상시키도록 함으로써 이러한 주소를 포함하는 신호처리 요구가 P-NNI 프로토콜을 이용하여 경로설정 될 수 있도록 하고 있다. 이 방법은 별도의 주소사상 프로토콜을 요구하지는 않지만 혼합된 ATM, 라우터(비 ATM)환경에서 종단간 라우팅에 대한 문제를 해결할 수 있을지에 대해서는 회의적이다. 왜냐하면 이 방법들은 두개의 망간에서 서로 다른 라우팅 프로토콜이 동작하도록 하고 있기 때문이다. 한편, 모든 ATM스위치들도 ATM NSAP주소 뿐만 아니라 다른 주소공간을 위해 보다 큰 주소표를 갖도록 확장되어야 한다.

4.2 통합된 P-NNI

앞 절에서 언급한 새로운 동배간 모델에서는 ATM 망 외부에서도 기존의 라우팅 프로토콜을 사용하는 것을 가정하고 있다. 그러나 통합된 P-NNI(I-PNNU) 모델에서는 ATM 스위치와 패킷 라우터에 P-NNI 프로토콜을 사용하는 것을 제안하고 있다[Call94]. P-NNI가 강력한 기능과 확장가능한 구조를 가지고 있다는 전체 아래 라우터를 통한 ATM연결의 경로배정을 못하게 하는 등의 수정을 통해 셀 기반 망 뿐만 아니라 패킷망에서도 잘 동작함을 보이고자 하는 것이 이방법의 주된 목적이라 할 수 있다. I-PNNU는 QoS 라우팅을 지원하며 ATM백본과 잘 통

합됨으로써 '통합서비스 인터넷'의 라우팅 프로토콜로 채택될 가능성이 크다.

4.3 분산 라우터 프로토콜

이는 Cisco사에 의해 제안된 것으로 MPOA가 LANE기반의 제1세대 가상 LSN(VLAN)을 확장한 새로운 VLAN을 대상으로 표준화되어야 한다는 주장을 바탕으로 하고 있다[AITr94]. 제1세대VLAN의 특징은 제2계층 LAN 스위치를 중심으로 구축되며 LAN 에뮬레이션을 지원한다는 점이다. 따라서 VLAN 연결을 위한 라우터의 병목현상과 ATM망의 QoS 특성을 직접 이용할 수 없다는 단점이 존재한다.

이러한 문제점을 극복하기 위한 제2세대 VLAN 구축방안이 제시되고 있는데 여기서 사용되는 LAN 스위치는 MAC 주소에 따라 패킷을 교환하는 브릿지의 역할과 아울러 망계층 주소 및 상위계층 속성을 이용하여 패킷을 교환하는 방식을 취하고 있다. 이 제3계층 스위치가 바로 분산 라우터를 구성하게 된다.

제3계층 기반 VLAN은 LANE 기반 제2계층 VLAN에 비해 다음과 같은 장점을 제공한다.

- 이 VLAN은 서로 다른 VLAN에 속하는 두 노드 간 통신을 위해 요구되는 ATM라우터를 통한 복수 홉의 필요성을 최소화할 수 있다.
- 제3계층 스위치는 'Broadcast storm'과 같은 링크계층 문제를 줄일 수 있으며 확장 가능하고 망의 오류진단을 용이하게 한다. 특별히 제3계층 기반 시스템은 직접 모든 패킷을 라우팅함으로써 확장성에 제약이 되는 제2계층의 방송 메카니즘이 필요 없게 된다.
- 제3계층 스위치는 '고유 모드' 프로토콜을 사용함으로써 ATM의 QoS 보장 특성을 이용할 수 있다. 더우기 제3계층 스위치는 제3계층 패킷 헤더를 해석하여 처리할 수 있는 능력을 가지므로 RSVP와 같은 자원예약 프로토콜의 제어 메시지를 받아 적절한 QoS를 갖는 ATM연결을 수립하는데 이용할 수 있다.

그러나 이와 같은 제3계층 스위치의 확산을 위해서는 비용-효과면의 개선을 필요로 하며 이는 곧 기존 라우터 설계와는 다른 구조를 가짐을 의미한다.

하나의 MPOA 시스템은 기존의 LAN/WAN망을 지원하는 'Edge Devices'라 불리는 제3계층 스위치, MPOA호스트라 불리는 MPOA 프로토콜이 구현된 ATM 접속 종단 시스템, 그리고 경로(Route) 서버가

모두 ATM망으로 연결된다. 'Edge Devices'는 제3계층 패킷송달 기능을 가지나 라우팅 프로토콜을 지원하지는 않는다. 모든 MPOA 가능 장치(MPOA 호스트, 'Edge Devices', 라우터)는 하나의 MPOA 클라

이언트를 지원하는데 이는 다시 하나이상의 제3계층 주소와 하나의 ATM 주소를 지원한다. MPOA 프로토콜을 이용한 구성 예는 그림 7과 같다.

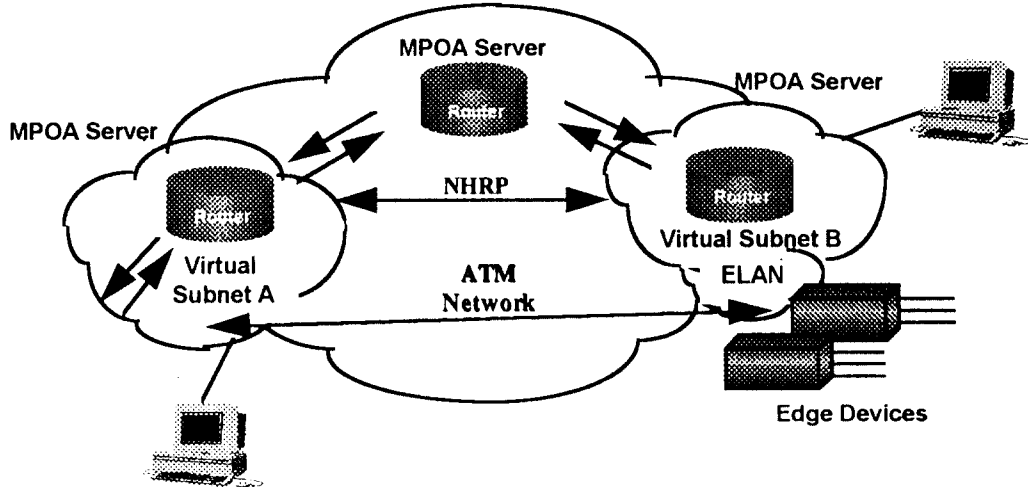


그림 7. MPOA 이용 구성 예

5. 맺음말

ATM 기술의 급속한 발전과 보급에 힘입어 기존 LAN/MAN 환경이 빠른 속도로 ATM LAN 환경으로 진화되고 있다. 가격대 성능비 면에서 월등한 ATM LAN을 학교, 기업, 연구기관 등에서 앞다투어 설치하기 시작했기 때문이다.

고속 ATM LAN 상에서는 현재 한창 개발 중인 다양한 멀티미디어 및 실시간 응용이 제공될 것으로 예상되지만 이와 함께 기존의 서비스도 무리없이 지원되어야 한다. 기존 서비스의 대부분을 차지하고 있는 IP프로토콜 기반 응용을 ATM LAN상에서 수용하기 위해서는 ATM 포럼에서 표준화되고 있는 LAN 에뮬레이션 방법과 IETF "IP over ATM" 방법을 이용할 수 있다.

LAN 에뮬레이션은 공유매체 LAN의 특성인 비연결형 서비스, 멀티캐스트 및 방송기능등을 지원하므로 곧바로 기존 응용을 ATM LAN으로 흡수할 수 있다는 장점을 제고한다. 반면에 어느 고전적이든 IP over ATM과 마찬가지로 ATM의 특성을 충분히 활용할 수 없다는 한계를 지니고 있다. 향후의 표준화 과정에서 이러한 부분을 어떻게 해결할지는 미지수이지만 IETF의 "IP over ATM" 표준화는 이에 비해 상당히 빠른 속도로 여러가지 참신한 아이디어가 제시되고 있다. 예를 들어 고전적 모델에서 발생할

수 있는 ATM 라우터의 병목현상이나 두 종단 시스템간의 요청된 QoS수용불가 문제를 NHRP라는 새로운 프로토콜을 제안하여 해결하고자 하고 있다.

기존의 LAN응용을 ATM 환경에 적합한 구조로 수용하고자 하는 이러한 노력들은 MPOA 표준화의 와성을 통해 가능할 것을 전망된다. 아직은 풀어야 할 과제가 많이 남아 있지만 진행속도를 볼 때 멀지 않은 상래에 이와 같은 목표가 현실화될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [Laub94] Laubach, M., "Classical IP and ARP over ATM", Internet RFC 15777, Jan, 1994.
- [AITr94] Alles, A. and Traina, P., "Proposal for a Work Eifort for a Layer 3 Route Distribution Protocol", ATM Forum 94-0803, Sep. 1994.
- [Alle95] Alles, A., "ATM Internetworking", Cisco Systems, Inc., May 1995.
- [BCS93] Biagioni, E., Cooper, E., and Sansom, R., "Designing a Pratical ATM LAN", IEEE Network, mar. 1993, pp32-39
- [Newm94] Newman, P., "ATM Local Area

Network", IEEE Communications Magazine, Mar. 1994, pp 86-98.

[JGST94] Jonathan Chao, H., Ghosal, d., saha, D., and Tripathi, S., "IP on ATM Local Area Networks" IEEE Communications Magazine, Aug. 1994, pp 52-59

[Deer92] Deering, S., "Host Extensions for IP Multicasting", Internet RFC 1112, Aug. 1992.

[Hein93] Heinanen, J., "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5", Internet RFC 1483, Jul. 1993.

[Hein94] Heinanen, J., "NBMA Address Resolution Protocol (NARP)", Internet RFC 1735, Dec. 1994.

[KaPi95] Katz, D. and Piscitello, "nBMA next hop Resolution Protocol (NHRP)", Internet Draft, May 1995.

[ReKa95] Rekhter, Y. and kandler, D., "IP Architecture Extensions for ATM", Internet Draft, Jan. 1995

[Armi95] Armitage, G., "Support for multicast over UNI 3.1 Baseed ATM Networks", Internet Draft, Apr. 1995.

[PeLi94] Perkins, D. and liaw, F., "Beyond Classical IP - Integrated IP and ATM Architecture Overview", ATM Forum 94-0p35, Sep. 1994.

[Call94] Callon, R., "Integrated P-NNI for Multiprotocol Routing", ATM Forum 94-0789, Sep. 1994.

[PeLi94] Perkins, D. and Liaw, F., "Beyond Classical IP - Integrated IP and ATM Architecture Overview", ATM Forum 94-0935, Sep. 1994.

[MaSp95] McDysn, D. and Sphon, D., ATM-Theory and Application, McGraw Hill, 1995.



김 광 수



- 1988년 : 광운대학교 전자계산기공학과 (공학사)
- 1990년 : 서강대학교 대학원 전자계산학과 (공학 석사)
- 1989년 : 한국전자통신연구소 연구생
- 1990년 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원
정보기술개발단 고속통신망연구실
- 관심분야 : ATM 응용, 메시징/디렉토리 시스템, 상호운용성 (정보통신), Internet 서비스 구조

- 1980년 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1990년 : 매사추세츠 주립대학 전산학과 (전산학석사)
- 1989년 : 매사추세츠 주립대학 전산학과 (전산학박사)
- 1996년 : 한국전자통신연구소 책임연구원
정보기술개발단 고속통신망연구실 실장
- 1987년 : 매사추세츠 주립대학 방문 연구원
- 1996. 3 ~ 현재 : 한국외국어대학교 정보통신공학과 조교수
- 관심분야 : ATM트래픽 컨트롤 알고리즘, 트래픽 특성 및 성능분석, ATM응용 프로토콜 (Internet over ATM) 및 API, ATM 상호운용성, 컴퓨터 네트워킹