

선도시험망에서 IP 망 설계

○
김 상범, 채 태일, 홍 경표

한국통신 통신망연구소 초고속통신연구팀 초고속망연동연구실
305-390 대전 유성구 전민동 463-1

A Design of IP Networks on Advanced Information Superhighway Network

Sahng-Beom Kim, Tae-Il Chae, Gyung-Pyo Hong
Telecommunications Network Lab., Korea Telecom
463-1, Junmin-dong, Yuseong-gu, Taejeon, Korea

Abstract

This paper highlights new IP network design and internetworking scenarios overlayed on the existing ATM technology network. It describes the proper network configurations to solve the IP/ATM internetworking problems on the AISN(Advanced Information Superhighway Network). The paper outlines that IP network can be constructed on ATM backbone network. The paper looks at how new design technology is to enhance the AISN in Korea. The paper concludes that new IP network design is applied to AISN and there is enough possibility that AISN can be developed to efficient NGI(Next Generation Internet).

1. 서론

수년 전에 급격히 성장하리라고 생각되었던 ATM 망과 이를 통한 순수 ATM 서비스는 현재 예상했던 것보다 진척이 안되고 있고, 근래에 들어서는 기존의 초고속 ATM 기술을 활용하여 ATM 백본을 구축하고, 이 구축된 ATM 백본 망에서 IP 망을 오버레이시키면서 기존 인터넷 서비스에서 문제되어 왔던 점을 개선한 차세대 인터넷을 구축하려는 연구가 전세계적으로 진행되고 있다[1].

ATM을 기반으로 한 차세대 인터넷은 미국, 유럽 등에서 활발히 연구가 되고 있고 망 기술 차원에서 뿐만 아니라 응용 서비스 개발 차원에서도 연구가 되고 있다. 국내에서도 기존의 초고속 ATM 망인 초고속 선도시험망을 고속의 백본망으로 하여 ATM 기술과 IP 기술을 접목시켜 IP 망을 ATM 망에 오버레이되도록 하고, 이후 이를 토대로 향후 차세대 인터넷망 구축에 대한 연구를 시도하려 하고 있다.

본 논문에서는 국내에 구축되어 있는 선도시험망이라는 고속의 ATM 백본에서 IP 계층 서비스를 지원할 수 있는 망 설계와 연동 시나리오에 대해 서술한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 초고속 선도시험망에 대해 간략히 설명하고, 3절에서는 선도시험망 위에서 구축되는 IP 망의 설계에 대해 언급한다. 4절에서는 IP 망 연동 시나리오와 실제 IP/ATM 망의 트래픽 측정 데이터를 제시한다. 5절에서는 끝으로 결론을 맺는다.

2. 초고속 선도시험망

초고속 선도시험망은 초고속 정보통신망 구축에 필요한 제반 기술의 타당성 및 적합성 검증을 지원하고 초고속 정보통신망 응용 서비스와 관련된 이용 기술의 개발 과정 및 결과를 확인, 검증, 평가하는데 제공되는 시험망이다.

선도시험망의 1단계 추진계획(1995~1997년)의 결과에 따라 국내 개발 ATM 교환기 및 2.5Gbps 광전송장치로 서울, 대전간 기간망을 구축하였고 중계망 및 광가입자망을 구축하여 이용기관에게 155Mbps급의 접속 속도를 제공하였다. 또한 11개 기관에 공동이용센터를 구축, 운영하였다.

2단계 추진계획(1998~2002년)은 서울, 대전간 기간망을 구원 가능한 최고 속도로 고속화하며 이용자 접속은 최대 622Mbps급까지 허용하고 공동이용센터의 지속적인 활성화 및 고기능화를 목표로 한다.

3단계 추진계획(2003~2010년)은 전송로 및 교환 능력을 Tbps급 이상의 최고 수준으로 제공하고 대용량의 어플리케이션 개발 환경 조성으로 선도시험망의 고도화를 추구한다. 또한 이용자의 요구에 대하여 다양한 접속 환경을 제공하고 고품질의 초고속통신 시험환경을 제공하는 것이 목표이다.

1995년 7월에 구성된 선도시험망은 서울의 광화문 전화국과 대전의 유성 전화국에 국내의 ATM 시제품 교환기인 TDX-ATM를 설치하고 이들 간을 2.5Gbps 광전송장치로 연결하였다. TDX-ATM 기간망 교환기는 1998년에 HANbit ACE 64 국산 교환기로 대체될 예정이다. 한편 선도시험망은 31개의 개별 이용자를 수용하여 가입자 회선을 구성하였다. 또한 11개의 공동이용센터 설치하고 운영하여 선도시험망 구축 여건이 어려운 이용자들에게 선도시험을 이용, 시험할 수 있도록 하였다.

3. 선도시험망의 IP/ATM 설계

3.1 설계 요구사항

최근들어 ATM 기술을 기반으로 한 초고속망을 native ATM 서비스 제공보다는 IP 기반 서비스의 제공에 사용되도록 하는 것에 망 사업자가 주력하고 있다. 이러한 초고속 망을 통한 고속의 IP 망은 best effort 서비스, guaranteed 서

비스, predictive quality 서비스 등을 제공하도록 요구되고 있다. 상이한 지역망을 연동시킬 경우 현재 공중망과 사설망 사이에 신호 방식, 주소 방식의 불일치로 ATM 계층에서 완전한 연동이 보장되고 있지 않다.

본 선도시험망에 대한 설계 요구사항은 best effort 서비스, guaranteed 서비스를 제공하도록 하는 것이며, PVC 방식에 의한 연결을 통해 신호방식, 주소방식의 연동 미보장 문제는 요구하지 않는 것으로 한다. 한편 핵심망에 사용되는 HANbit ACE 64 교환기의 물리적 포트 수가 64 x 64로 제한되어 있는 관계로 선도시험망 가입기관 전체를 수용하기 위해 집선 장치를 도입하도록 한다. 설계는 주로 기술적 측면에서 이루어지며 향후 운용적 측면을 고려하되 경제성 검토는 본 논문에서 언급하지 않는다.

3.2 설계 내역

기본적으로 기 구축된 선도시험망의 ATM 망 자원에 오버레이 모델을 사용하여 IP 서비스를 계층을 두는 IPOA(Classical IP over ATM)[2] 기술 위주로 선도시험망에 대한 IP 망을 설계한다. 부가적으로 LANE(LAN Emulation) 기술도 IP 망 설계에 도입한다. 이를 통해 초고속 선도시험망과 IP 망의 오버레이 방식의 연동 구조를 확립하고 전체 선도시험망의 원활한 연동 구조를 정착시키는 것이 제안되는 설계의 기본 원칙이다.

서울 해화 전화국과 대전 번호 안내국 간의 HANbit ACE 64 ATM 교환기를 통한 선도시험망 기간망은 현재 ATM 공중망과 사설망 간의 신호 및 주소 연동 문제의 해결을 통해 완전한 SVC 서비스를 제공될 수 없으므로 PVP 터널링을 사용하는 PVC 연결로 잠정 가정한다. 선도시험망에 대한 IP 오버레이 연동은 IETF 단체의 IPOA 방식과 ATM Forum

단체의 LANE[3] 방식에 대한 검토에 따라 IETF의 RFC 1577에 기술되어 있는 IPOA 방식을 접속 표준으로 하기로 한다. IPOA와 LANE 방식 중에서 기본 접속 표준 방식으로 IPOA를 선정 한 과정은 별도 문헌[4]에서 기술하였다.

11개의 선도시험망 공동이용센터, 31개의 선도시험망 가입기관 중에서 IPOA 접속이 가능하고 multiple PVP 터널링이 가능한 기관은 백본망에서 PVP 터널링에 의해서 상하간의 연동을 수행한다.

위의 설계 방식을 통해 수용이 안되는 기관에 대해서는 라우터를 이용하여 연동을 수행한다.

HANbit ACE 64 교환기의 물리적 포트 수(64 x 64)가 제한되어 있는 관계로, 모든 가입기관에 대해서 HANbit ACE 64 교환기의 물리적 포트를 제공할 수 없다. 따라서 Edge 교환기, ATM MUX 또는 CANS와 같은 집선 기능을 갖춘 부대장치를 이용하여 회선을 집선하는 구조를 가진다.

선도시험망의 전체 가입자는 기 확보된 2개의 C 클래스급 주소공간을 기본으로 하여 주소할당을 실시하며 필요시 2개의 subnet으로 구성한다. 기 확보된 주소공간은 210.123.254.x와 210.123.255.x이다.

ATM ARP 서버는 일반 서버 뿐만 아니라 특정 라우터, 특정 ATM 교환기를 사용하여 구축될 수 있다. 따라서 본 제안되는 설계에서는 ATM ARP 서버를 특정 서버로 구축하는 대신 서울의 선도망운용센터에 설치된 소형 ATM 교환기를 통해 ATM ARP 서버가 구축되는 것으로 가정한다. 한편 LANE 망 구성시 필요한 LES, BUS, LECS도 서울의 선도망운용센터에 구축되는 것으로 제안되는 설계에서는 가정한다. 설계된 선도시험망의 IP 오버레이 망에 대한 전체 기본 구조는 그림 1에 나타내었다.

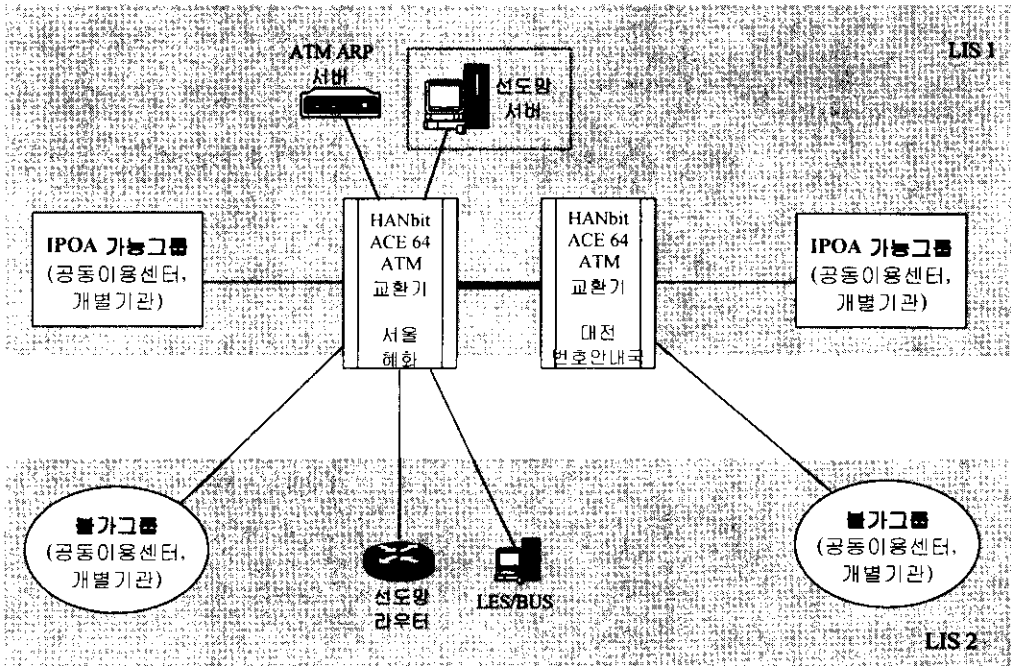


그림 1 선도시험망의 IP 망 전체 구조

4. 선도시험망의 IP 계층 서비스 제공

4.1 IPOA 를 통한 시나리오

선도시험망의 가입기관중 IP/ATM 연동에 대해 IPOA를 사용하는 가입자에 대한 연동 시나리오는 다음과 같이 IPOA 연동 구조는 그림 2 에 나타내었다.

- (1) IPOA 연동이 가능한 선도시험망 가입자들을 하나의 LIS로 설정한다.
- (2) IPOA와 PVP 터널링을 지원하는 ATM 교환기를 이용하여 구대망을 구축한 기관 간에는 IPOA 방식으로 상호 연동이 가능하다.
- (3) 이 경우 각 선도시험망 가입기관의 교환 노드 간에는 Full Mesh 형태의 VP가 설정되어 있어야 한다.
- (4) 서울에 IP 주소와 ATM 주소 간의 매핑을 지원하는 ATM ARP 서버를 설치하며, 모든 가입자 교환 노드 및 단말 ATM ARP 서버 사이에는 채널을 형성시킨다.
- (5) A 단말은 가입자 교환기에게 ATM ARP 서버에 대한 접속을 요구한다.
- (6) 가입자 교환기는 백본 교환기를 통해서 가입자 교환기와 ATM ARP 서버 사이에 이미 설정되어 있는 채널을 이용하여 A 단말과 ATM ARP 서버를 연결시킨다.
- (7) ATM ARP 서버로부터 B 단말에 대한 ATM 주소를 얻는다.
- (8) 가입자 교환기 A와 가입자 교환기 B 사이에 설정된 VP를 통해서 신호 메시지를 보낸다.
- (9) A 단말과 B 단말은 앞서 기술한 VP를 통해 PVC 연결이 설정된다.
- (10) A 단말과 B 단말 사이에 통신을 수행한다.

선도시험망에서 모든 가입기관을 IPOA 방식으로 IP/ATM 간 연동을 시키는 것이 기본 설계 원칙이나 가입기관이 보유하고 있는 사설 ATM 교환기가 IPOA를 위한 소프트웨어를 지원하지 않는 경우가 있다. 이를 위해 다음과 같은 LANE 시나리오를 제시한다.

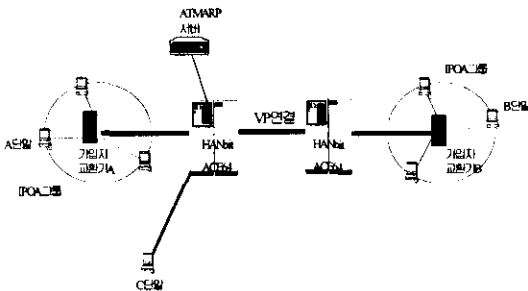


그림 2 선도시험망에서 IPOA 연동

4.2 LANE를 통한 시나리오

선도시험망에 접속하기 위해서는 IPOA를 지원하여야 하나, 현재 이를 지원하지 않는 가입 기관이 상당수 있다.

향후 이러한 기관들은 점진적으로 설치된 장치를 IPOA를 지원하는 장치로 교체할 것을 권고하며, 중간 단계의 해결책으로서 라우터를 이용하여 상호 연동을 제공한다. LANE 방식을 통한 연동 시나리오는 다음과 같이 구성되는 그림 3 에 나타내었다.

- (1) 제안되는 설계에서 LANE를 지원하는 기관끼리는 LANE로서 통신을 수행하고, LANE를 사용하지 않는 기관과의 통신은 라우터를 통해서 수행한다.
- (2) 설치되는 라우터는 IPOA와 LANE가 모두 지원되는 라우터이어야 하며 이러한 라우터에 IPOA용 포트와 LANE용 포트를 설정한다.
- (3) 백본망 및 라우터에서의 트래픽 부하가 과중해 질 경우 대칭 구조의 라우터 2대를 설치한다.
- (4) LANE를 지원하는 노드 교환기와 LES/BES 사이에는 백본 교환기를 통해 채널이 미리 설정되어 있어야 한다.
- (5) A 단말과 B 단말과의 통신은 기존 LANE 통신 과정을 통해 수행된다.
- (6) LANE 단말과 IPOA 단말 (A 단말 → C 단말)과의 통신 과정은 다음과 같다.
 - (6-1) A 단말이 자신이 연결된 가입자 교환기에 LES로 연결 설정을 요구한다.
 - (6-2) 요구를 받은 가입자 교환기는 이미 설정되어 있는 채널을 통해 LES로 단말을 연결시켜 준다.
 - (6-3) LES로부터 C 단말이 LANE 단말이 아니라는 정보를 받는다.
 - (6-4) A 단말은 디폴트 라우터의 LANE 포트에 연결을 설정한다.
 - (6-5) 라우터는 자신의 IPOA 포트에 연결 설정되어 있는 C 단말로 데이터를 전송한다.
- (7) IPOA 단말과 LANE 단말 (C 단말 → A 단말)과의 통신 과정은 다음과 같다.
 - (7-1) C 단말은 ARP로 연결을 설정한다.
 - (7-2) ARP로부터 A 단말이 자신의 LIS에 없다는 정보를 받는다.
 - (7-3) C 단말은 디폴트 라우터의 IPOA 포트에 연결을 설정한다.
 - (7-4) 라우터는 LES로부터 A 단말의 ATM 주소를 받고, 자신의 LANE 포트에 설정된 채널을 이용하여 A 단말로 데이터를 전송한다.

4.3 IPOA 연동 상에서 TCP 성능 측정

선도시험망의 가입기관들을 IPOA연동을 기준으로 하여 구성하였을 때, 실제 선도시험망내의 단말간 성능분석이 체계적으로 이루어질 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 다양한 플랫폼 및 운영체제등에 적용가능한 java기반의 ttcp 도구[6]를 사용하여 광역의 초고속망상에서 가입자 단말간의 TCP성능을 측정하는 방법을 제시한다. 이를 통해서 선도시험망의 TCP 성능을 지속적으로 모니터링하고 망의 운용효율을 향상시키는데 기여하도록 한다. 본 시험을 수행하는데 적용한 구성은 그림 5와 같다. 이러한 성능 측정 도구는 UNIX 운영체제 및 WINDOWS 운영체제에서 모두 적용이 가능하며 상호간의 성능 측정 결과를 비교할 수 있다.

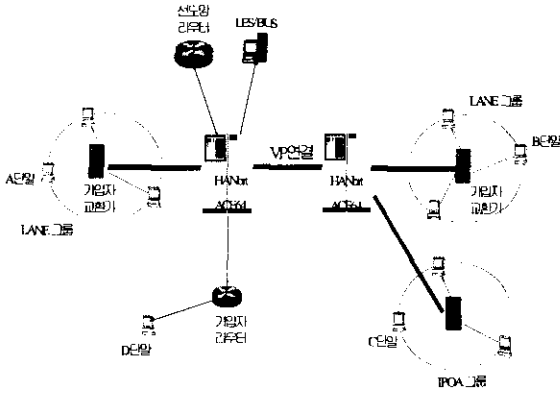


그림 3 선도시험망에서 LANE 연동

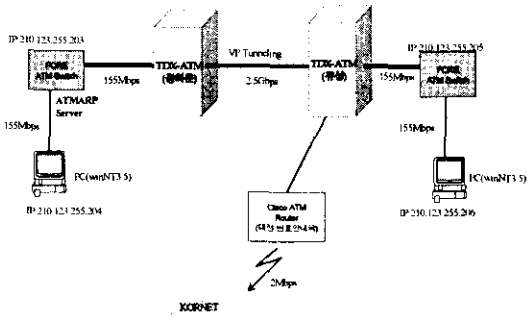
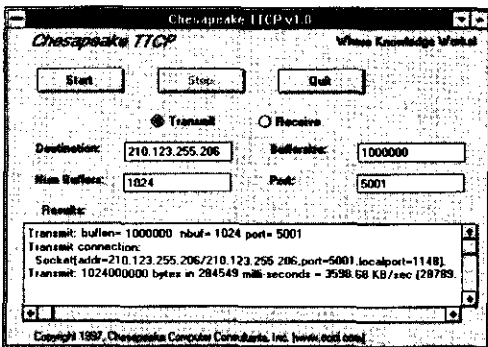


그림 4 IPOA 연동시 TCP 성능 측정

<TCP 성능 측정 환경>

- tcp tool: Chesapeake java based tcp
- 단말: Pentium PC, M/M 32MB, Windows NT3.5
- NIC: Fore 155Mb/s ATM Card(PCA200)



위의 실험결과에서 보듯이 선도시험망의 IPOA연동 구성에서 서울, 대전에 소재한 PC단말간의 TCP성능이 ~30Mb/s 정도로, 이는 외국의 다른 연구기관에서 측정된 결과와 유사하며 실험에서 사용한 PC단말이 얻을 수 있는

성능 이론치와 거의 일치한다. 따라서 선도시험망상에서 초고속 TCP/IP 응용서비스를 개발, 시험하는 것이 가능하며 또한 가입자 단말들간의 지속적인 성능측정 및 망 운용의 효율성을 높일 수 있다. 이러한 측정도구를 사용하면 전체 망에서의 정체구간을 파악하는데 도움이 될 수 있다. 다음의 데이터는 동일한 도구를 사용하여 unix기반에서의 TCP성능을 측정 한 예이다.

```
hanbit:/home/tichae/java> java tcp -t pioneer
[Transmit: buflen= 8192 nbuf= 1024 port= 5001
[Transmit connection:
[Socket[addr=pioneer/147.6.65.83,port=5001,localport=32921]-
[Transmit: 8388600 bytes in 7457 milli-seconds = 886.839 KB/sec (7894.71 Kb)

hanbit:/home/tichae/java> java tcp -t goofy
[Transmit: buflen= 8192 nbuf= 1024 port= 5001
[Transmit connection:
[Socket[addr=goofy/192.188.10.2,port=5001,localport=32922]-
[Transmit: 8388600 bytes in 908 milli-seconds = 8498.49 KB/sec (67924 Kbps)
```

- 단말: SUN Sparc 20
- 운영체제: Solaris2.5.1
- pioneer: Ethernet
- goofy: Fore SBA200A ATM

5. 결론

현재 국내에서 구축되어 사용되고 있는 ATM 기반 초고속 선도시험망에서 ATM 망과 IP의 연동 능력을 확보하여, ATM 망을 통한 완전한 IP 계층 서비스 제공 기능을 선도시험망이 보유하도록 하는 것이 본 논문에서 제안한 설계와 시나리오의 기본 목적이었다.

본 설계 안대로 구축이 완료되면 성능 향상과 망 자원의 효율적 활용을 위한 연구가 진행되어야 한다. 한편 multi-level QoS 제공을 위한 망의 관리 체계에 대한 연구도 수행되어야 한다.

이로써 본 논문에서는 ATM 기반의 선도시험망과 IP 패킷망의 오버레이 연동에 대해 구현 가능한 기능적 측면의 망 설계와 연동 시나리오를 제공하였다. 이러한 IP/ATM 연동 설계 및 구현 시나리오는 선도시험망 활성화 측면에서도 수용이 필요한 기술이라고 생각된다.

참고문헌

- [1] J. Jamson and R. Wilder, "vBNS: The Internet Fast Lane for Research and Education," IEEE Communications Magazine, pp.60-63, Jan., 1997.
- [2] M. Laubach, "Classical IP and ARP over ATM," RFC1577, IETF, 1994.
- [3] "LAN Emulation over ATM, Version 1.0," ATM Forum, 1995.
- [4] 김상범, "ATM 연동 동향," TM1998-620-0023. 한국통신통신망연구소, 1998.
- [5] L. DaSilva and J. Evans, "ATM WAN Performance Tools, Experiments, and Results," IEEE Communications Magazine, pp.118-125, Aug, 1997.
- [6] Test TCP(TTCP), <http://www.ccci.com/tools/tcp>