

主題

## 초고속통신망에서 차세대 인터넷 서비스를 위한 GigaPoP 구축

한국통신 통신망연구소 홍경표, 조효열

차례

- I. 서론
- II. 차세대 인터넷 구조 및 GigaPoP의 기능
- III. GigaPoP 구축 요소기술
- IV. 선도시험망 GigaPoP 구축계획
- V. 맺음말

### I. 서론

인터넷은 초기에는 교육 및 연구분야를 지원하기 위한 목적으로 발전되어 왔으나 사용이 대중화 되면서 일반 목적 및 상업적인 목적의 액세스가 증가하게 되었다. 이에 따라 인터넷 서비스 제공 사업자들이 많이 등장하게 되고 ISP(Internet Service Provider) 네트워크 간의 연결이 확대됨에 따라 현재의 인터넷 구조는 집중화된 구조에서 많은 ISP들이 제공하는 네트워크들이 연결된 분산 구조로 변경되었다[1]. 서비스 측면에서는 텍스트 기반의 서비스에서 WWW의 등장으로 하이퍼텍스트 형태의 서비스로 발전하였으며, 현재는 원격교육, 주문형 방송, 전자 상거래 등과 같이 실시간 특성을 가진 대화형 멀티미디어 서비스를 요구하고 있다.

현재의 인터넷은 백본 및 서버들의 용량이 트래픽 증가속도에 못 미치고 있으며, 구조적으로 개방된

네트워크들로 구성되어 있어 보안성 및 신뢰성 등에서 문제를 보이고 있다. 또한 대부분의 사용자들이 저속 모뎀에 접속을 의존하고 있어 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기에는 많은 문제가 있다. 그러나 xDSL, FTTx, HFC 등과 같은 고속 액세스 기술의 발달과 Terabit 급의 스위칭 및 라우팅 기술의 등장으로 차세대 인터넷 서비스를 제공하기 위한 기반 기술은 확보가 되었다. 또한 IP 네트워크 상에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 단대단 품질 보장, 확장성있는 멀티캐스트, 주소 부족, 네트워크 보안, 단말 이동성 등의 문제를 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다[2].

초고속정보통신망은 가입자망, 백본교환망, 기간 접속망 및 정보유통망으로 구성되며, 가입자들은 기존의 dial-up 모뎀 및 N-ISDN을 이용한 저속 접속과 xDSL, FTTx, HFC의 액세스망을 통한 고속 접속이 가능하다. 따라서 일반 가입자들에게

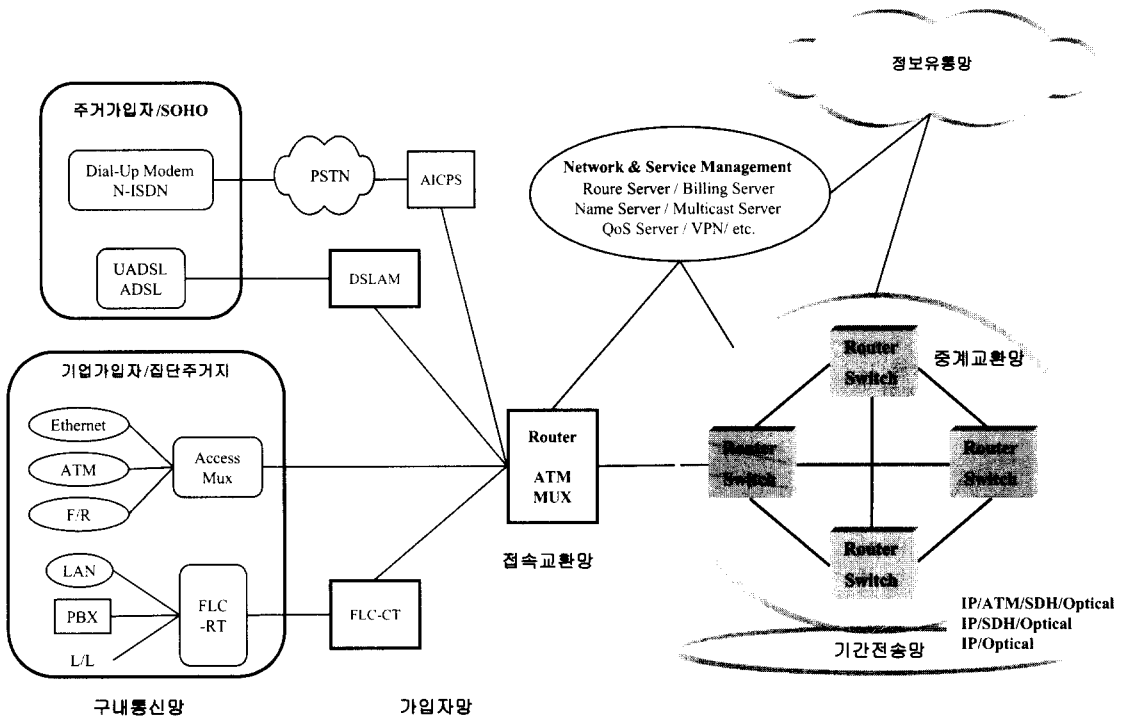


그림 1. 초고속정보통신망 구조

MPEG2급의 영상서비스 제공이 가능한 환경이 조성되었다. 기간통신망은 지역별로 다중화된 트래픽의 전달을 위해서 Terabit 급의 스위칭 및 라우팅망으로 구성된다. 또한 차세대 인터넷에서 요구하는 네트워킹 서비스의 제공과 트래픽, 서비스 및 네트워크 관리를 위한 서버들이 주요 노드에 설치되고, 이러한 서비스/네트워크 관리 서버들과 기간통신망의 가상망 구성 능력을 이용하여 정보유통망을 구성한다. <그림 1>

초고속정보통신망에서 기간통신망의 노드와 서비스/네트워크 관리 서버들이 설치된 곳이 GigaPoP(Gigabit Point of Presence)으로 정의된다. GigaPoP에는 가입자망과 ISP, 차세대 인터넷 등과 같은 Virtual Network 들이 연결되는 개방된 접속점이 되어 기존의 POP(Point of Presence)과 NAP (Network Access Point)

의 역할을 수행한다.

본 고에서는 차세대 인터넷 구조와 차세대 인터넷 접속점으로서 GigaPoP의 기능 및 구축 요소기술을 살펴보고, 국내 차세대 인터넷 기술 시험환경을 제공하기 위한 초고속 선도시험망 GigaPoP 구축 계획에 대해 기술하고자 한다.

## II. 차세대 인터넷 구조 및 GigaPoP의 기능

### 1. 차세대 인터넷 구조

네트워크내에 존재하는 개방된 접속점으로는 지역망 및 ISP 네트워크들 간의 교환 접속을 위한 NAP과 인터넷 접속점으로서 일반 가입자들에게 제

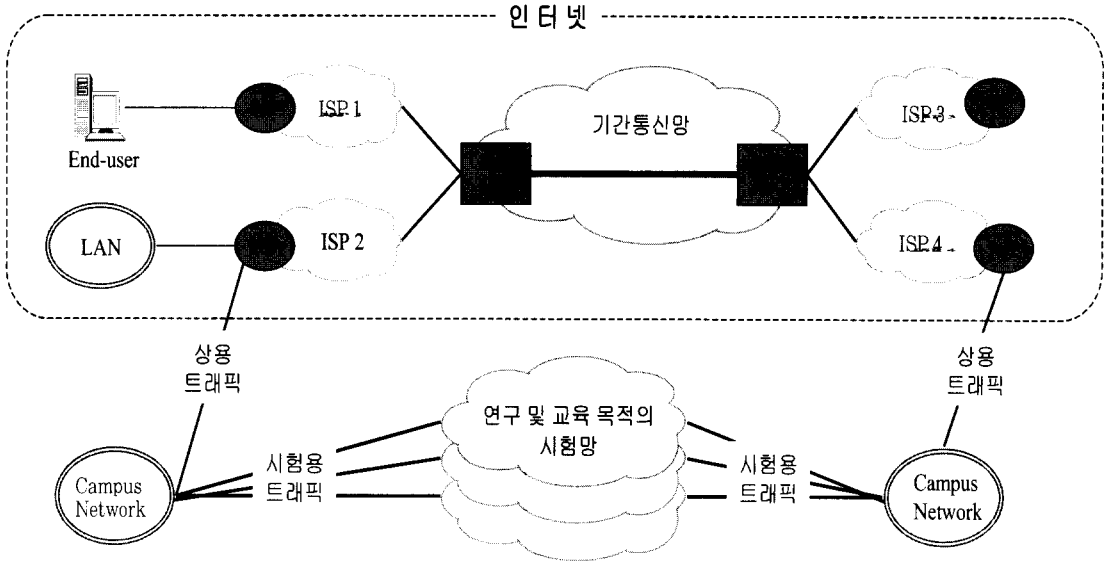


그림 2. 기존의 인터넷 및 시험망 접속 방식

공하는 POP이 있다. 기존의 인터넷은 이러한 NAP과 POP을 통하여 인터넷네트워킹을 수행하는 구조를 가지고 있기 때문에 대학 및 연구기관의 지역망을 상호 연결하기 위해서는 개별 기관별 또는 목적 네트워크 별로 별도의 회선을 구축하여 접속하는 구조를 가졌다. <그림 2>

따라서 회선 구축 비용에 대한 부담이 컸으며, 대학 및 연구기관 내의 구내망에서 관리해야 할 라우팅 정보가 많아짐에 따라 라우팅 성능이 저하되고 관리가 복잡해지는 문제가 있었다. 또한 인터넷 트래픽이 급격히 증가하고 목적별로 접속해야 할 서비스 네트워크가 다양화 됨에 따라 경제적으로 네트워크를 구축하고 트래픽을 관리해서 라우팅 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 네트워크 접속방식에 대한 논의가 시작되었다.

이러한 논의의 결과 NAP과 POP의 개념을 포함하는 새로운 네트워크 접속 방식인 GigaPoP이 제안되어 미국의 Internet2 및 캐나다의 CA\*net II와

같은 초고속통신 시험망에서 구축 운용되고 있다. GigaPoP 개념의 등장으로 네트워크 구조는 GigaPoP 간을 연결하는 기간통신망, 정보 제공(IP) 및 인터넷 액세스 서비스(ISP)를 제공하는 정보유통망, 가입자 구내망으로 구분이 된다.

따라서 대학 및 연구기관에서는 GigaPoP까지 하나의 회선으로 접속하며, GigaPoP에서는 시험용 트래픽과 상용 트래픽을 구분하여 라우팅 및 스위칭을 수행하여 줄 수 있게 되었다. <그림 3>

## 2. GigaPoP의 기능 및 요구 사항

GigaPoP은 사용자들에게 개방된 네트워크 접속점 제공, 인터넷네트워킹을 위한 트래픽 교환과 네트워크의 성능 향상 및 Virtual Network의 구성을 위한 장치들로 구성된다. GigaPoP에서 제공하는 기능은 다음과 같다.

- (1) ATM connectivity 제공을 위한 레이어 2 계층에서의 트래픽 교환(스위칭)

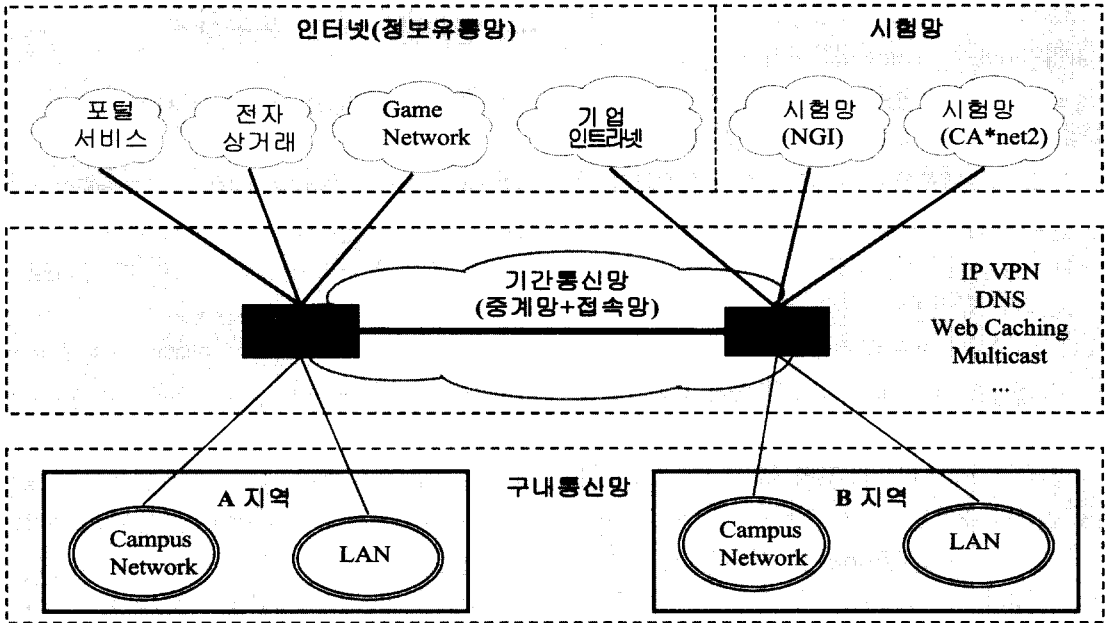


그림 3. GigaPoP을 이용한 인터넷 및 시험망 접속 방식

- (2) 레이어 3 계층에서의 트래픽 교환(라우팅)
- 정책기반 라우팅에 의한 지능적인 트래픽의 집선 및 분배 기능을 수행
  - 단대단 네트워크 품질보장, Native IP Multicast, Native IPv6 등과 같은 서비스 네트워크(Overlaid Virtual Network)의 선택적 접속 수행
- (3) 서비스 네트워크 구성을 위한 서버 제공
- 차별화된 서비스 제공을 위한 QoS 서버
  - 멀티캐스트 서비스를 위한 멀티캐스트 라우터 또는 터널링 서버
  - IPv6 를 위한 IPv6 라우터 또는 터널링 서버
  - 라우팅 성능 향상을 위한 루트 서버(Route Server)
- (4) 캐쉬 서버, Video 서버, 디렉토리 서버 등과 같은 부가 서비스 서버 제공

GigaPoP이 상기와 같은 기능을 제공하기 위해서는 다음과 같은 기술적인 요구조건을 만족하여야

한다.

(1) 프로토콜

차세대 인터넷 서비스를 위해서는 다양한 종류의 프로토콜이 요구된다. 기존의 인터넷 서비스를 위한 IPv4의 지원 및 네트워크 어드레스의 고갈, 보안성, 이동성 등의 문제를 해결하기 위해서 제안된 IPv6의 제공이 요구된다. IPv4와 IPv6의 공존 및 진화를 위해서는 터널링 기능 및 프로토콜 변환 기능이 요구된다. 또한 멀티캐스트를 지원하기 위한 MBGP, PIM-SM, PIM-DM 등의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 필요하다. 단대단 품질보장을 위해서는 RSVP와 같이 단대단 품질보장 서비스를 위한 IP 시그널링 프로토콜 및 QoS 라우팅 프로토콜이 필요하다.

(2) 라우팅

가입기관 및 네트워크의 사용 협정에 따라 선별적으로 접속을 허용하기 위한 정책기반 라우팅(Policy-based Routing)의 제공 및 라우팅 성능을 향상시키기 위한 루트 서버가 지원되어야 한다.

(3) 속도

가입기관에서 GigaPoP 까지의 접속 용량 및 GigaPoP 간의 접속 용량은 사용 트래픽 양에 따라서 달라질 것이나, 교환기 및 라우터의 용량은 최소한 GigaPoP 내부에서는 패킷 손실이 발생하지 않을 정도로 제공되어야 한다.

(4) GigaPoP간의 연결

백본망을 구성하는 기술 방식에 따라 ATM PVC, SONET 또는 WDM이 될 수 있으며, 미국의 vBNS, 캐나다의 CA\*net II 등과 같은 1단계 차세대 인터넷 테스트베드는 ATM을 기반으로 구축되어 GigaPoP 라우터 간에 ATM PVC로 연결되어 있으며, 2단계 차세대 인터넷 테스트베드라고 할 수 있는 미국의 Abilene은 SONET을 기반으로, 캐나다의 CA\*net III는 WDM을 기반으로 구축되고 있다.

(5) 네트워크 관리 기능

GigaPoP간을 연결하는 백본의 관리 위해서 장애 감시 및 처리, 성능측정 및 관리, 네트워크 보안 관리 등이 요구된다.

### III. GigaPoP 구축 요소기술

#### 1. 루트 서버(Route Server) 시스템

Internet Backbone, ISP 및 지역망들의 접속 점에서 각 접속망들의 라우팅 정책에 따라 트래픽을 원활히 소통시켜 주기 위해서는 각 Border Router들 간에 BGP Peering을 맺어 라우팅 정보를 교환하고 교환된 정보를 라우팅 정책에 맞게 선택하여 그 결과에 따라 실제 라우팅이 수행되어야 하며, 이를 위해 각 라우터들은 Full Mesh형태로 BGP Peering을 맺어 서로의 라우팅 정보를 교환하게 된다. 이러한 구조는 네트워크의 수가 증가하고 인터넷의 규모가 커질수록 각 Border Router들의 부하를 가중시키고, 새로운 네트워크가 추가될 경우 라우팅 정책에 따라 모든 Border Router의 재구성이 요구되는 등 Border Router들을 라우팅 정책에 맞게 구성하고 유지하기 위해 드는 비용 및 노력의 증가를 가져오게 된다.

GigaPoP에서는 라우팅 정책에 따른 각 접속망들의 경로 선택 및 필터링은 루트 서버가 수행하고

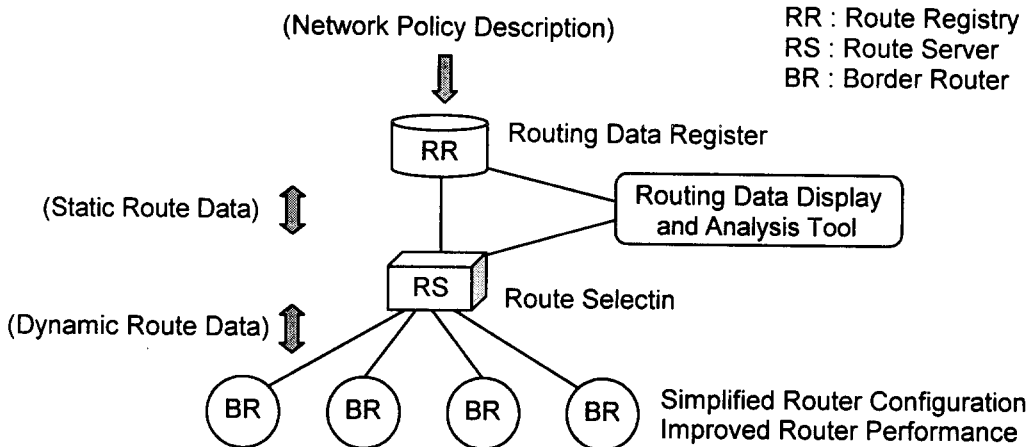


그림 4. 루트 서버 시스템

Border Router들은 필요한 라우팅 정보를 루트 서버를 통해서 얻게 되는 루트 서버 시스템을 운영함으로써, 접속망들 간의 Peering 절차를 간단하게 하는 Peering Broker의 기능을 하게 된다. 이러한 루트 서버를 사용하면 각 Border Router들이 Full Mesh BGP peering을 맺을 때에 비하여 Peering 구조가 단순해지고, 각 Border Router들은 패킷 전송만을 수행하게 되어 망의 운영 및 라우팅을 효율적으로 관리할 수 있으며 망의 확장성이 용이하게 된다[3].

루트 서버 시스템은 라우팅 정보를 저장하고 다루는 라우팅 레지스트리(Routing Registry)와 각 Border Router들과 BGP Peering을 맺어 라우팅 경로를 선택하는 루트 서버로 구성되며 개략적인 구성도는 <그림 4>와 같다.

라우팅 레지스트리는 라우팅 정보를 저장하기 위한 시스템이다. 라우팅 정보는 크게 네트워크 정보와 라우팅 정책 정보로 구분되며 라우팅 레지스트리는 네트워크 정보와 라우팅 정책 정보를 체계적으로 저장하고 검색하여 이러한 정보를 기반으로 라우팅 경로를 구성하여 이를 루트 서버로 전달한다. 또한 실제 인터넷 환경에서는 이러한 라우팅 정보들이 항상 가변적이므로 이러한 변화가 생길 때마다 라우팅 정보를 쉽게 등록 및 삭제할 수 있는 기능을 제공한다.

루트 서버는 라우팅 레지스트리의 Static Routing 정보와 Border Router의 Dynamic Routing 정보를 이용하여 접속망들의 라우팅 정책에 맞게 라우팅 경로를 선택하여 이를 각 Border Router로 전달하는 기능을 한다. 따라서 루트 서버는 BGP 프로토콜을 지원하여야 하며 Peering 맺은 각각의 라우터로부터 받은 라우팅 정보를 라우팅 정책에 따라 필터링하고, 최적의 경로를 선정하여 이를 Border Router에 전달하는 역할을 한다.

이러한 라우팅 레지스트리 및 루트 서버는 라우팅 현황을 수집하여 분석하고 라우팅 레지스트리에 저장된 라우팅 정책 정보에 따라 라우팅이 제대로 이루어지고 있는지를 검증하기 위한 분석 툴과 함께 망의 운영 및 라우팅 정보 관리에 드는 노력과 비용을 절감하면서 효율적이고 자동화된 라우팅 서비스를 제공한다.

## 2. 캐쉬 서버(Cache Server)

인터넷은 최근 들어 네트워크에 연결된 호스트 수나 사용자의 수에서 폭발적인 증가세를 보이고 있으며 트래픽의 종류도 단순한 텍스트에서 이미지, 음성 등을 포함하는 멀티미디어 데이터로 급격히 변해감에 따라 네트워크의 체증이 심해지게 되었다. 또한 인터넷의 자료 전송은 기본적으로 클라이언트-서버 구조로 이루어져 있어서 개개의 서버와 네트워크 라인이 인터넷 상의 모든 클라이언트로 부터 자료 요청을 받게 되고 클라이언트의 요청에 따라 동일한 데이터가 같은 네트워크 라인을 통해 여러번 전송된다. 이러한 클라이언트-서버 구조는 네트워크 대역폭의 낭비와 서버의 과부하를 초래하게 되고 이는 인터넷을 통한 자료 획득의 지연 등의 문제를 발생시킨다.

이러한 문제를 해결하기 위해 자주 사용되는 자료를 사용자와 가까운 곳에 저장하고, 이후의 자료 요청에 대해서는 실제 사이트가 아닌 가까운 곳에 저장된 데이터를 전해 줌으로써 사용자의 자료 요청에 대한 응답속도를 높이고 네트워크 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있는 캐쉬 시스템이 도입되었다.

캐쉬 시스템은 크게 Proxy 캐쉬와 Transparent 캐쉬의 두 종류로 나눌 수 있다. 사용자가 명시적으로 캐쉬 서버를 지정하여야 하는 Proxy 캐쉬의 경우 캐쉬 서버의 장애시에는 네트워크 서비스 자체가

중단되고 또한 사용자가 적절한 캐쉬 서버를 지정해야만 캐싱 시스템을 이용하게 되어 제한적인 캐싱의 효과를 가져올 수 있다. 이와는 달리 Layer 4 스위치를 사용하는 Transparent 캐시는 사용자가 명시적으로 캐쉬 서버를 지정할 필요가 없으며, 캐쉬 서버의 장애시에도 네트워크 서비스에 영향을 주지 않는다.

Proxy 캐쉬에 속하는 Squid는 이러한 캐쉬 시스템 소프트웨어로 NLANR(National Laboratory of Advanced Network Research)에서 개발하여 전세계적으로 널리 사용되고 있으며 현재에도 이 소프트웨어 사용자들의 토론과 참여에 의해 계속 개선되고 있다[4]. Squid는 HTTP 데이터 객체, Gopher, FTP를 지원하는 각종 웹 클라이언트를 위한 고성능의 Proxy 캐싱을 가능하게 하며, ICP(Internet Cache Protocol)를 사용하여 다른 캐쉬 서버와 Parent-Child 혹은 Sibling 관계를 갖는 계층적 구조의 캐쉬 연동망을 설계하는 것이 가능하고 다양한 캐쉬간 상호 연동기능(Cache Cooperation)을 지원한다. Squid는 ICP를 사용해서 Parent 및 Neighbor Cache들과 정보를 주고 받으면서 찾고 있는 데이터가 가까운 곳에 있는지를 체크하고 데이터가 가까운 캐쉬에 있으면 이들 캐쉬로부터 데이터를 가지고 온다.

Internet Backbone, ISP 및 지역망들의 접속 점인 GigaPoP에 이러한 캐쉬 서버를 설치하고, 다른 캐쉬 서버와 계층적인 구조의 캐쉬 연동망을 구축함으로써 타 망으로 유입되는 트래픽의 양을 감소시켜 네트워크 자원을 적절히 분배하고 대역폭을 효율적으로 이용할 수 있도록 해 준다

### 3. Internet 상에서의 QoS 보장 기술

현재 인터넷에서 대부분의 트래픽은 데이터 서비

스가 차지하고 있지만 음성이나 영상 정보를 이용한 실시간 서비스들도 점점 증가하고 있는 추세이다. 실시간 서비스도 트래픽의 형태에 따라서 두 종류로 나눌 수 있다. 하나는 방송이나 검색 서비스와 같이 트래픽이 한 방향으로만 흐르는 것이고 다른 하나는 전화나 화상회의 등과 같이 양방향으로 트래픽이 흐르는 경우이다. 전자의 경우에는 통신망에서 어느 정도 시간 지연이 발생하더라도 수신쪽 응용 프로그램에서 충분한 버퍼링을 통해 서비스 품질을 유지할 수 있기 때문에 후자에 비해 덜 엄격한 품질 기준을 요구한다. 그러나 후자와 같은 양방향 대화형 서비스의 경우에는 응용 프로그램에서 할 수 있는 범위가 제한되기 때문에 통신망에서 엄격한 서비스 품질 기준을 맞추어 주어야 한다.

현재의 인터넷은 최선형(Best Effort) 서비스를 제공하는데 적합하도록 설계되었기 때문에 실시간 서비스를 수용하려면 많은 어려움이 따른다. 예를 들어 실시간 서비스를 제공하려면 현재의 통신망에 충분한 설비를 갖추어서 망이 항상 저부하 상태로 있도록 유지하여야 하는데 그러기 위해서는 많은 유틸리티가 필요하게 된다. 또한 많은 경우에 있어서 단대단 연결에는 많은 통신망 요소들을 거치게 되는데, 이때 거치는 모든 통신망 요소가 저부하 상태에 있어야 원하는 서비스 품질을 얻을 수 있다. 이러한 조건은 트래픽 엔지니어링을 매우 복잡하게 할 뿐만 아니라 경제적이고 효율적인 통신망 구축을 어렵게 하는 요인이 된다.

기존 인터넷이 갖고 있는 이러한 문제점을 해결하고 인터넷을 실시간 서비스가 가능한 구조로 발전시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있는데 그 중 대표적인 것이 인터넷 통합 서비스(IS: Integrated Service)[5-7]와 차등형서비스(DS:Differentiated Service)[8]이다. 인터넷 통합 서비스는 94년부터 IETF에서 표준화를 진행하였으며 자원 예약을 통

하여 서비스 품질을 보장하는 기술이다. 인터넷 통합 서비스를 지원하기 위해서는 RSVP와 같은 자원 예약 프로토콜이 필수적이다. 그러나 RSVP 방식은 중간 라우터에서 흐름별로 상태를 관리해야 하기 때문에 오버헤드가 많이 들어서 대규모 망에 적용하기에는 확장성에 문제가 있다고 판단되어 최근에는 소규모 망에만 적용하는 것으로 일단락 지어지고 있다 [9].

인터넷 통합 서비스가 확장성에 문제가 있음이 알려지면서 IETF에서는 1997년 3/4분기부터 패킷에 우선 순위를 부여하여 인터넷이 폭주 상태에 직면했을 때 기존의 최선형 서비스보다는 우선 순위를 가지고 데이터를 전달할 수 있도록 차등화된 서비스를 제공하기 위한 인터넷 차등형 서비스 모델을 집중적으로 연구하기 시작하였다. 이러한 차등형 서비스는 RSVP와 같이 경로상의 라우터들이 시그널링이나 플로우 구별 등의 기능을 가질 필요가 없어지므로 대규모 망에 적용하는데 무리가 없다고 판단되었으며 현재 IETF에서 표준화가 진행되고 있다. 차등형 서비스는 중단간에 서비스 품질을 보장하지는 않지만 라우터마다 최선형 서비스와는 다른 차별화된 서비스를 제공한다. 차별화된 서비스를 구현하

는 방법은 전적으로 라우터에 맡겨지는데 이러한 개념을 PHB(Per Hop Behavior)라고 부른다. 라우터는 패킷 헤더에 있는 DS(Differentiated Service) 필드를 보고 처리 방법을 결정한다.

차등형 서비스에 관한 연구가 진행됨에 따라 실제적인 QoS 보장 기법을 발전시키기 위해 Internet2 과제에서는 Qbone을 제안하였는데 이는 차등형 서비스를 이용하여 단대단 QoS 보장 방법을 연구하기 위한 시험망이다. 이 시험망에서 초기 단계에 구현할 차등형 서비스로 Internet2 QoS Working Group에서는 프리미엄 서비스(Premium Service)를 추천하였다[10].

차등형 서비스를 제공하기 위한 일반적인 망 구조는 <그림 5>와 같다. Edge Router는 DS영역의 입구가 되는 라우터이므로 DS영역으로 들어오는 패킷들에 대해 패킷 분류(Classification), 표시(Marking), 우선순위 처리(Prioritization), 트래픽 통제(Policing), 트래픽 조절(Shaping) 기능을 수행하여야 한다. Internal Router는 DS영역 내부에 위치하므로 우선순위 처리기능만을 가지면 된다. 일단 DS 영역에 들어온 패킷은 신뢰할

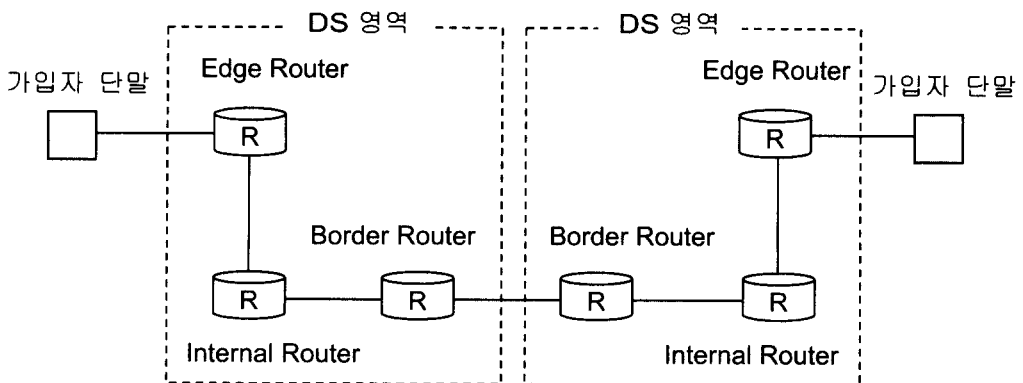


그림 5. 차등형 서비스를 제공하기 위한 일반적인 망 구조



수 있다고 보기 때문에 우선 순위에 의해서만 처리 되면 된다. Border Router는 타 DS 영역과 경계가 되는 곳에 위치하여 출입구 역할을 수행한다. Border Router를 통해 타 DS영역을 통과하는 패킷들은 타 DS영역과 사전 계약에 의해 결정된 패킷 분류, 표시, 우선순위처리, 트래픽 통제, 트래픽 조절 방법에 따라 처리되어야 한다. 프리미엄 서비스를 이용하기 위해 가입자 단말 측에 별도의 변경은 필요하지 않다.

GigaPoP에서는 Edge Router를 설치하여 논리망인 Qbone을 구축하고 이를 통하여 디지털 비디오등과 같이 높은 대역폭과 QoS 보장을 필요로 하는 응용 서비스를 제공하게 된다.

#### 4. 멀티캐스트

인터넷의 이용이 활성화 됨에 따라 인터넷을 통한 화상회의, 원격강의 등 네트워크의 멀티캐스트 응용 서비스의 요구가 점점 증대되고 있다. 1992년 IETF(Internet Engineering Task Force) 회의를 멀티캐스트를 통하여 전 세계로 중계한 이래로 멀티캐스트를 위한 각종 실험이 Mbone 상에서 이루어 졌으며, 멀티캐스트 시험망인 Mbone을 상용망으로 확장하기 위한 연구가 현재 계속되고 있다.

멀티캐스트 네트워크의 확장을 위해서는 현재 단일 라우팅 도메인으로 관리되고 있는 Mbone의 라우팅 구조를 계층적인 라우팅 구조로 변경하고, 정책기반 라우팅(Policy Routing)을 지원하여야 하며 멀티캐스트 라우팅 알고리즘의 확장성을 개선하여야 한다.

멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 그룹에 등록된 사용자들의 분포에 따라 Dense-mode와 Sparse-mode로 분류된다. Dense-mode 라우팅 프로토

콜에는 DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF (Multicast Open Shortest Path First), PIM-DM (Protocol Independent Multicast-Dense Mode) 등이 있으며, Sparse-mode 라우팅 프로토콜에는 CBT(Core Based Trees)와 PIM-SM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode) 등이 있다.

Dense-mode에서는 멀티캐스트 그룹에 등록된 사용자들이 밀집되어 있다는 전제하에 flooding 방식을 이용하여 정보를 전송하는 방법으로써, 사용자들이 넓은 영역에 분산되어 있는 경우 그룹에 참여하지 않는 링크에까지도 멀티캐스트 데이터를 전송함으로써 네트워크 자원을 낭비를 초래하게 된다. 단일 라우팅 도메인에서 DVMRP를 사용하여 멀티캐스트 데이터를 전송하고 있는 Mbone에서도, 사용자가 늘어남에 따라 네트워크 확장성에 대한 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제안된 PIM-SM은 유니캐스트 라우팅과는 독립적이고, 그룹에 등록된 사용자들이 넓은 영역에 분산되어 있는 경우에도 효율적인 라우팅이 가능하도록 지원하는 Sparse-mode 라우팅 프로토콜로서 현재 Mbone에도 시험적으로 적용되고 있다.

또한 멀티캐스트 네트워크의 계층적인 라우팅을 위해서 Multiprotocol Extensions for BGP-4[11]를 이용한 MBGP(Multicast Border Gateway Protocol)가 제안되었으며 현재 이를 구현한 라우터들이 생산되고 있다. MBGP는 BGP-4에 멀티캐스트 라우팅의 기능을 추가한 것으로서 Unicast 라우팅과는 별도의 멀티캐스트 라우팅 및 정책기반 멀티캐스트 라우팅을 가능하게 하여 멀티캐스트 네트워크의 확장성을 크게 개선시키게 될 것이다. 그러나 Sparse mode 라우팅 도메인 사이에 Active Source에 관한 정보를 교환하기

위해서는 MSDP(Multicast Source Discovery Protocol) Peering을 설정해야 하며 IETF MSDP Working Group에서는 MSDP에 대한 표준화 작업이 진행중이다. MSDP는 Sparse mode사이의 Active Source에 관한 정보를 교환하기 위한 단계적인 해결책이며, 현재 이에 대한 장기적인 해결책으로 IETF IDMR Working Group에서 BGMP의 표준화 작업을 추진중이다. BGMP 규격이 완료되면 Sparse mode 라우팅 도메인 사이에 별도의 MSDP Peering 설정은 필요하지 않게 된다.

## 5. IPv6

현재 쓰이고 있는 IPv4는 인터넷의 확장 및 차세대 인터넷이 추구하는 응용 서비스 관점에서 볼 때 가용한 주소가 모자라는 상태이고, 자동구성기능, 서비스 품질 지원(QoS), 네트워크 보안, 단말기의 이동성 지원은 기존 IPv4 프로토콜로는 기술적으로 해결이 어려운 상태이다.

주소 고갈 문제를 해결하기 위해서 CIDR(Classless Inter-Domain Routing), Block of C, NAT(Network Address Translation) 등의 방법이 제안되고 있으나 근본적인 해결책이 되지 못하고 있다. 또한 IPv4 프로토콜은 IPsec(IP security) 프로토콜 추가를 통하여 기존 IPv4에 대한 보안성 확보에 주력하고 있으나 아직 기술적인 검증이 진행중에 있으며, IPv6는 IPsec 기능을 내장하고 있는 상태이다. QoS와 관련된 실시간 서비스 처리 문제 등도 IPv4의 문제이며, IPv6는 이를 해결하기 위해 헤더에 트래픽 클래스 및 플로우 개념이 도입되고 플로우 라벨 필드가 추가되었다.

IPv6가 기술적으로는 차세대 인터넷 응용 서비

스를 수용하기에 유리한 측면이 많지만 IPv6가 성공을 거두기 위해서는 현재 사용하고 있는 장치 및 응용서비스들을 수용하면서 Native IPv6망으로 진화하기 위한 전략이 요구된다. 이러한 IPv6로의 진화를 위해서 기존 인터넷상에서 IPv6를 지원하는 라우터와 호스트로 구성된 6Bone(IPv6 Backbone)이란 가상망이 구성되어 있으며, 호주를 중심으로 현재 약 40여개 국의 IPv6 네트워크 아일랜드들이 6Bone에 참여하여 IPv6와 관련된 시험을 수행하고 있다. 또한 미국과 캐나다를 중심으로 Production Level의 IPv6 서비스를 제공하고 시험하기 위한 6REN의 구축이 시작되고 있으며 이를 위해 국제 차세대 인터넷을 상호 접속하기 위한 미국의 STAR TAP(Testbed Access Point)에 6TAP을 구성하여 Native IPv6 Peering Point를 제공하고 있다.

GigaPoP에서는 IPv6와 IPv4간 연동, IPv6 터널링 및 Native IPv6 Peering 기능을 제공하여야 한다.

## IV. 선도시험망 GigaPoP 구축계획

국가 정보화 사업의 촉진을 목적으로, 국내 산학연 기관의 초고속정보통신 네트워크 기술, 초고속 응용서비스 및 관련 장치 연구개발의 활성화를 위한 첨단 연구개발 환경을 제공하기 위해 구축된 초고속 선도시험망은 현재 학교, 연구소, 산업체 각 분야의 31개 기관이 접속되어 사용하고 있으며, 개별적으로 선도시험망을 이용하기 어려운 기관을 위해서 전국에 11개의 공동이용센터를 구축하여 운용중이다. 지금까지 초고속 선도시험망은 ATM 기반의 기술 및 응용서비스에 대한 연구를 주로 수행했으나, 99년부터는 이용기관들이 단대단 품질보장, 멀티캐스트, IPv6, 단말 이동성 등과 같은 차세대 인터넷 응

용 서비스 및 네트워킹 기술 연구를 수행할 수 있는 시험환경을 제공하고, 국내외 차세대 인터넷 구축사업과의 연계를 통한 차세대 인터넷 기술 공동연구 기반을 조성할 계획에 있다.

이러한 계획의 일환으로 슈퍼컴퓨터망(HPCNet)과의 연동을 완료하였고, 서울과 대전에 초고속 선도시험망 GigaPoP구축을 추진중에 있다(그림 6). 초고속 선도시험망 GigaPoP은 Gbps 단위의 트래픽 교환능력을 가지고 인터넷 차등형 서비스(DiffServ)를 제공하며, Native IP Multicasting, Native IPv6 Peering Point를 제공함으로써 차세대 네트워크 기술 및 응용 서비스 개발을 위한 네트워크 환경을 제공하게 될 것이다.

또한 연구기관의 관심분야 및 이용자들의 요구에 따라 새로운 네트워크 서비스를 제공하고, 네트워크 현황 및 트래픽 자료를 수집분석하여 이용자들에게 제공함으로써 국내 연구기관의 차세대 네트워크 기술 및 응용 서비스 개발을 지원할 계획이다.

## V. 맺음말

1단계 차세대 인터넷 테스트베드라고 할 수 있는 미국의 vBNS, 캐나다의 CA\*net II 등은 자국내 교육연구기관들을 대상으로 차세대 인터넷 기술 시험환경을 제공하기 위하여, 초고속 인터넷 백본을 구축하고 참여기관들을 상호 접속하기 위해 GigaPoP(Gigabit Point of Presence)이라는 개념을 도입하였다. GigaPoP의 도입으로 차세대 인터넷은 GigaPoP간을 연결하는 기간통신망과 가입자망을 GigaPoP까지 연결하는 지역망으로 나누어진다. 이러한 차세대 인터넷 구조에서 GigaPoP은 Route Server, Cache Server 등을 통한 효율적인 네트워크 운용을 가능하게 하고, QoS 보장, Native Multicast, Native IPv6 등의 새로운 네트워크 서비스를 제공하며, Gbps단위의 트래픽 교환능력을 가지고 네트워크를 상호접속하는 접속점의 기능을 수행한다. 또한 GigaPoP은 연구기관의 관심분야 및 이용자들의 요구에 따라 차세대 인터넷 상에 새로운 서비스를 도입하고 시험하는 중심

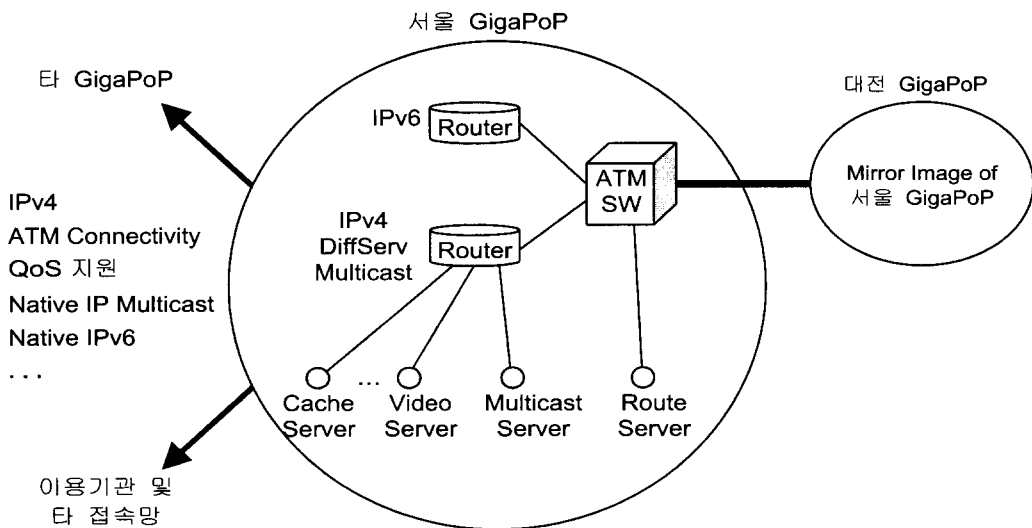


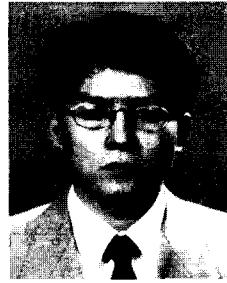
그림 6. 초고속 선도시험망 GigaPoP 구조

점이라고 할 수 있다. GigaPoP의 기능은 1단계 차세대 인터넷 테스트베드 상에서 성공적으로 구현되어 그 검증이 완료되었으며 이를 바탕으로 미국의 Abilene, 캐나다의 CA\*net III 등 2단계 차세대 인터넷 테스트베드에서는 GigaPoP의 구축을 확산시키고, 그 기능을 더욱 개선해 나가게 될 것이다.

GigaPoP은 차세대 인터넷의 광역화, 고속화, 지능화된 접속기능을 제공하고, 네트워크 부가 서비스를 위한 서버들의 하우징 기능 제공함으로써 효율적이고 경제적인 차세대 인터넷 환경을 제공하기 위한 기본단위이다. 국내에서도 연구기관의 관심분야 및 이용자들의 요구에 부합하는 초고속 선도시험망 GigaPoP의 구축을 추진중에 있으며, 이를 통하여 국내 연구기관의 차세대 인터넷 기술개발을 활성화 하고, 차세대 정보통신기술 공유기회를 확대하며 미국 등 선진국을 중심으로한 국제 차세대 인터넷 구축에 참여하여 초고속 통신망을 통한 국제 공동연구 환경을 제공하게 될 것이다.

#### ※ 참고 자료

- [1] Cisco Systems Inc., Evolution of Internet, <http://www.cisco.com/cpress>
- [2] 홍경표, 김상범, 국내외의 차세대 인터넷 기술 연구 동향, 한국통신학회지 Vol. 16, No. 2, 1999, 2
- [3] MERIT Network Inc., "Route Servers -The Next Generation", <http://www.rsng.net>
- [4] National Network Laboratory for Applied Network Research, Squid Internet Object Cache, <http://squid.nlanr.net>
- [5] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview, IETF RFC1633, July 1994.
- [6] S. Shenker, C. Partridge and R. Guerin, Specification of Guaranteed Quality of Service, IETF RFC2212, Sep. 1997.
- [7] J. Wroclawsky, Specification of the Controlled-Load Network Element Service, IETF RFC2211, Sep. 1997.
- [8] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, An Architecture for Differentiated Services, IETF RFC2475, Dec. 1998.
- [9] P. Ferguson and G. Huston, Quality of Service in the Internet: Fact Fiction or Compromise?, INET '98, pp. 21-24, July 1998.
- [10] J. Sikora and B. Teitelbaum, Differentiated Services for Internet2 (draft), <http://www.internet2.edu/qos/may98Workshop/html/diffserv.html>.
- [11] T. Bates, R. Chandra, D. Katz, Y. Rekhter, Multiprotocol Extensions for BGP-4 IETF RFC2283, Feb. 1998.



홍 경 표

1984년 한국항공대학 전자공학과 학사  
1987년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사  
1997년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사  
1987년~현재 한국통신 통신망연구소 인터넷기술연구  
실 실장



조 호 열

1988년 경북대학교 전자공학과 학사  
1991년 경북대학교 대학원 전자공학과 석사  
1991년~현재 한국통신 통신망연구소 전임연구원