

主題

# 차세대 인터넷에서의 초고속응용

서울대학교 이영석, 최양희

차 례

- I. 서론
- II. 초고속통신망 = 차세대 인터넷
- III. 초고속응용 서비스
- IV. 결론

## I. 서론

전세계적으로 초고속 통신망으로 진화하기 위한 시도가 광범위하게 진행되고 있다. 100여 년 넘게 지속된 전화 서비스 위주의 기존 통신망을 획기적으로 바꾸려는 시도인 초고속 통신망은 사회 각 분야에 있어서 엄청난 파급 효과를 일으킬 것이고, 국가 경쟁력의 중요한 초석이 될 전망이다. 즉, 초고속정보통신망과 이를 선도할 수 있는 응용들은 행정, 교육, 의료 보건, 기초 과학, 경제, 문화 등의 각 분야를 획기적으로 변화시킬 것이다.

특히 미국, 캐나다, 유럽 및 일본 등의 선진국에서는 모든 산업 분야의 근간이 될 초고속 정보통신망 구축에 국가와 민간 부문에서 총력을 다해 투자하고 있는 실정이다. 특히 미국은 인터넷을 만들어 정보통신망을 주도해왔고, 앞으로 차세대 초고속 정보통신망에서의 패권도 장악하기 위해 차세대 인터넷 프로젝트를 과감하게 진행시키고 있고, 이를 선도할 초고속 응용 프로젝트에 많은 투자를 하고 있다.

초고속통신망은 크게 두가지 음성과 데이터 트래픽을 고속의 전송률과 서비스 품질을 통해 효과적으로 지원하게 될 것이고, 초고속 망의 특성을 이용한 다양한 응용으로 발전할 것이다. 각국에서 추진하는 초고속통신망 및 응용 사업은 각 지역의 특성을 반영하는 동시에 모두 차세대 인터넷이라는 공통의 지향점을 바라보고 있다. 이는 인터넷이 짧은 역사에도 불구하고 다양한 응용에 힘입어 폭발적인 사용자, 호스트, 및 트래픽 증가로 정보통신망을 대표할 수 있는 정도로 발전했기 때문이다. 특히 그림 1과 같은 최근의 데이터와 음성 트래픽의 전망은 더욱 차세대 인터넷 기반의 초고속 망 구축 필요성을 절실하게 한다.

이러한 최근의 인터넷 발전은 다양한 정보의 빠른 유통과 전자 상거래, 홈쇼핑, 전자 정부 등을 가능하게 만들었다. 또한 앞으로 출현하게 될 초고속통신망에서 음성, 정지영상, 동영상, 데이터 등의 멀티미디어 데이터를 총괄적으로 포괄하는 응용의 형태로

<b>Projected traffic demand growth</b>		
<b>Comparative total worldwide network demand (Gbps)</b>		
	<b>Data</b>	<b>Voice</b>
<b>1996</b>	<b>135</b>	<b>948</b>
<b>1997</b>	<b>273</b>	<b>1,107</b>
<b>1998</b>	<b>588</b>	<b>1,294</b>
<b>1999</b>	<b>1,572</b>	<b>1,511</b>
<b>2000</b>	<b>4,451</b>	<b>1,766</b>
<b>2001</b>	<b>11,328</b>	<b>2,063</b>
<b>2002</b>	<b>27,645</b>	<b>2,411</b>

그림 1. 예상 세계 네트워크 수요(Gb/s)  
(자료 출처 : America's Network, May 15, 1998)

다양한 활용 분야로 확대될 전망이다.

초고속 통신망은 여러 혼재되어 있는 네트워크를 통합하거나 연동하여 다양한 응용을 보다 효과적으로 쉽게 사용자에게 접근할 수 있도록 설계되어 구축되고 있다. 인터넷의 성공은 초고속통신망을 차세대 인터넷이라는 구체적인 목표를 향해 진행시키게 하였다. 따라서 초고속통신망에서의 응용 서비스를 살펴보기 위해서 현재 각국에서 진행시키고 있는 차세대 인터넷망과 이들의 응용을 우선적으로 살펴볼아야 할 것이다.

따라서 본 고에서는 초고속정보통신망의 근간이 될 차세대 인터넷망의 개요와 차세대 인터넷 응용을 살펴볼 것이다.

## II. 초고속 통신망 = 차세대 인터넷

초고속통신망은 현재 다양한 방법으로 구축되고 있으나 하나의 공통점은 바로 차세대 인터넷의 근간

이라는 점이다. 이는 짧은 역사 속에서도 다양한 응용, 특히 WWW로 폭발적인 증가와 인터넷이 보여준 무한한 가능성은 현재 세계 각국에서 차세대 인터넷의 네트워크 플랫폼 및 관련 응용을 경쟁적으로 발전시키도록 하게 되었다. 특히 미국은 차세대 인터넷에서도 계속적인 주도권을 쥐기 위해서 중앙 정부, 각 연방, 민간 대학 및 연구소 등 다양한 부분에서의 연구 개발을 장려하고 있다.

미국의 Internet2, NGI(Next Generation Internet), 캐나다의 Canarie, 아시아 지역의 APII/APAN(Asia Pacific Information Infrastructure/Asia Pacific Advanced Network), 유럽 지역의 TEN-155(Trans-European Network Interconnect at 155 Mbps) 등이 바로 차세대 인터넷을 선도해가고 있는 주요 프로젝트들이다.

### 1. 미국의 차세대 인터넷



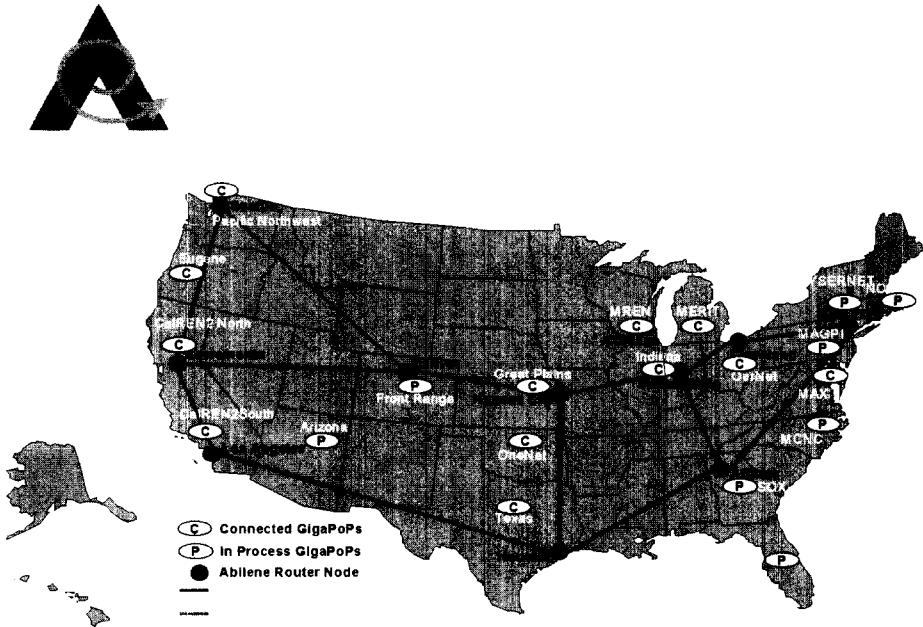


그림 3. Abilene Network 구성도

Service(vBNS), Energy Sciences Network(ESnet), NASA Integrated Services Network(NISN), National Lab for Applied Networking Research (NLANR), University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID), Internet2 등의 각 연방이나 민간 부분의 차세대 인터넷망과 각 부분에서의 활동 및 다양한 분야의 응용 개발과 지원 활동을 진행하고 있다.

## 2. 캐나다의 차세대 인터넷

캐나다는 1997년부터 Canarie(8)라는 프로젝트로 차세대 인터넷 백본을 구축하고 있다. 캐나다 역시 중앙 정부 및 민간부문에서 활발하게 참여하고 있으며 미국의 Internet2와 경쟁적으로 진행하고 있으며 보다 진보된 기술인 현재 IP over WDM

기술로 CA\*net3 단계로 주요 도시를 GigaPOP 중심으로 1999년에 구축할 예정이다. CA\*net3 네트워크 구조는 그림 4와 같다. 캐나다는 CA\*net, CA\*netII 까지 진행시켜서 다양한 차세대 인터넷 응용을 실험하고 있다.

## 3. 아시아의 APII/APAN

아시아 지역에서는 일본, 한국, 싱가포르, 호주 등이 주도적으로 참가하여 APII/APAN(Asia-Pacific Advanced Network)이라 불리는 차세대 인터넷 실험망을 구축하고 있다. 특히 APAN [9](그림 5 참조)은 민간 분야의 Consortium 형태로 현재 일본에서의 TokyoXP가 StarTAP과의 연결을 통해 미국 Internet2과의 연동 서비스를 제공하고 있으며 한국은 SeoulXP와 TokyoXP를 연결시켜 참여하고 있다.

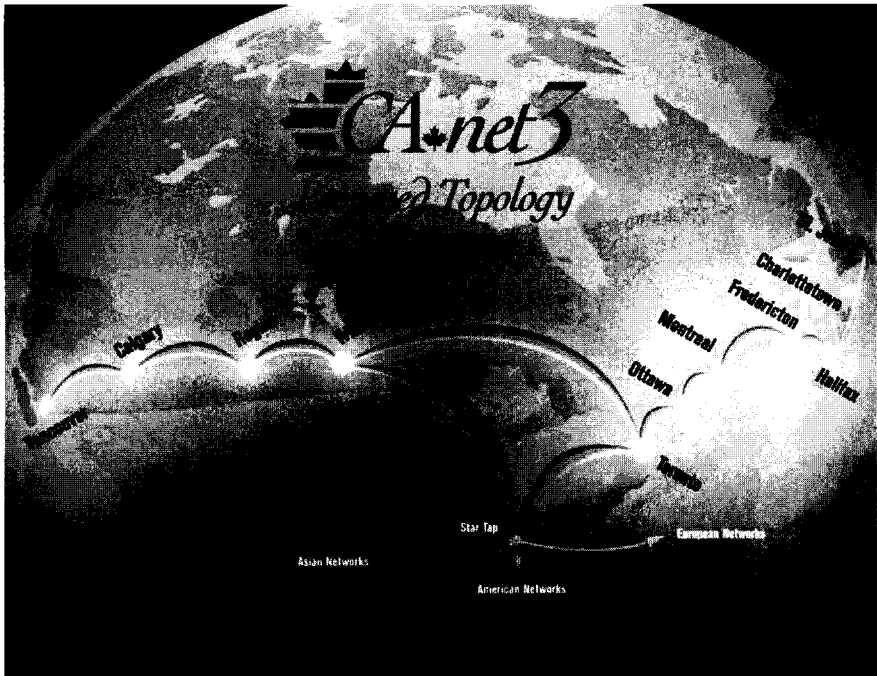


그림 4. CA\*net3 네트워크 토폴로지

### APAN Network Topology

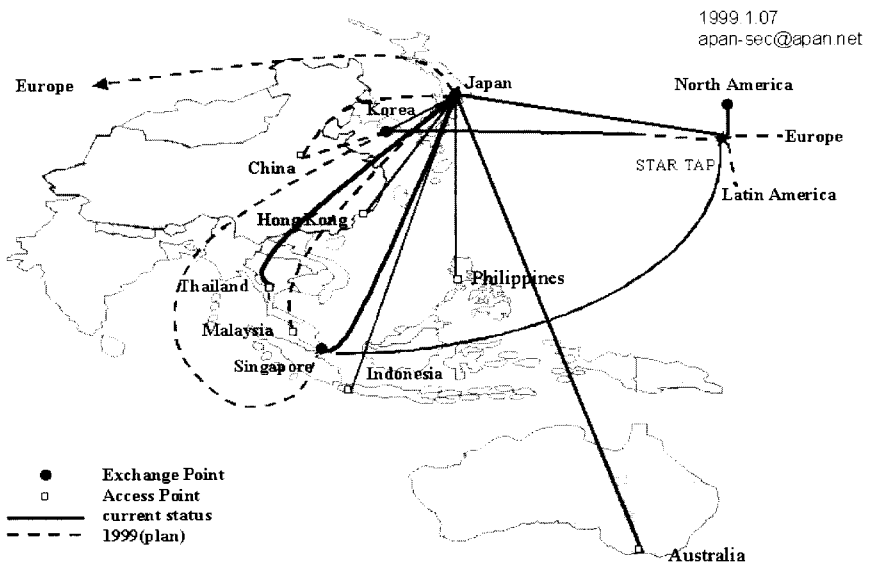


그림 5. APAN 네트워크 구성도

#### 4. 유럽의 차세대 인터넷

또한 유럽의 차세대 인터넷 실험망으로 구축되고 있는 TEN-155[12] 네트워크는 유럽의 다양한 국가들이 참가하여 주요 링크들을 OC3로 연결하고 있으며 토폴로지는 그림 6과 같다.

나 멀티캐스트 또는 고속의 전송 기술 등의 초고속 통신망의 차별화된 기능을 이용할 것이다.

다음은 초고속 응용의 몇가지 특징과 일반적인 응용의 종류와 함께 각 차세대 인터넷에서 진행되는 프로젝트를 통해 초고속 응용의 예를 살펴보기리 한다.

### Ⅲ. 초고속 응용 서비스

차세대 인터넷에서의 초고속 응용은 다양한 범위에 걸쳐 있다. 특징적인 것들은 데이터 양이 절대적으로 많다는 것과 동시에 멀티미디어 데이터로 인해 네트워크로부터 적절한 서비스 품질을 보장 받아야 한다는 것이다. 그리고 기존의 인터넷에서는 불가능했던 MPEG2와 같은 고성능 비디오, 오디오 응용이 차세대 인터넷에서는 지원될 것이다. 또한 초고속 응용들은 네트워크로부터 일정한 서비스 품질이

#### 1. 특징

##### (1) 고성능 비디오, 오디오 서비스

먼저 차세대 인터넷에서 가능한 초고속 응용들은 고성능 비디오, 오디오 서비스를 필요로 한다는 것이다. 특히 가상현실, 가상 연구실, 원격 의료, 원격 교육 등의 초고속 응용들은 대부분 멀티미디어 응용 기술을 포함하는데, 그 중 가장 핵심적인 기술은 MPEG2와 같은 고화질의 비디오 데이터를 고속으로 전송하는 서비스를 필요로 한다는 것이다. 보다 넓은 의미에서의 디지털 비디오의 개념에서는 초고

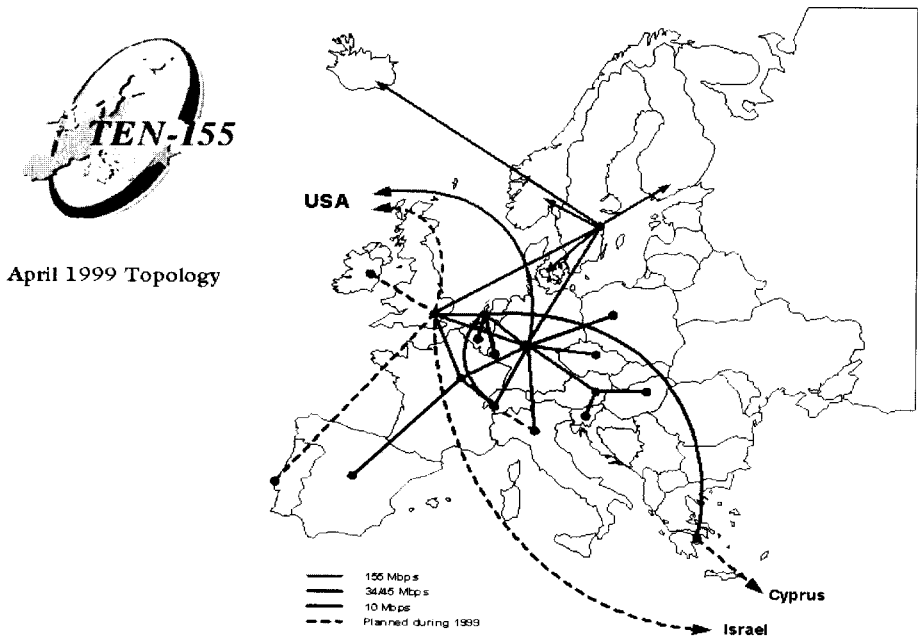


그림 6. TEN-155 유럽 차세대 인터넷 망 구성도

속 응용의 전반에 걸쳐 고성능 비디오 오디오 기술을 이용하게 될 것이라는 점이다.

최선형 서비스만 지원하는 기존의 인터넷에서도 저대역폭 비트 전송률을 이용한 비디오, 오디오 스트리밍 기술들이 등장하게 되었고, 고성능 비디오, 오디오를 이용한 초고속 응용의 전망을 밝게 하고 있다. 초고속망으로 네트워크가 발전하면서 현재의 낮은 전송률을 가입자망과 기간망을 Gbps, Tbps 급으로 지원하게 되면서 다량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있게 되었다. 고속의 전송률 뿐만 아니라 사용자가 요구하는 일정한 수준의 서비스 품질을 제공할 수 있게 되었다.

## (2) 서비스 품질(QoS : Quality of Service)

초고속 응용 중 실시간 데이터를 이용하는 것들은 필요한 대역폭, 손실률 및 지터 등의 보장을 요구한다. 멀티미디어 응용 뿐만 아니라 가상 실험실과 같은 가상환경 응용 등의 다양한 협동 작업을 필요로 하는 것들은 사용자 들간의 피드백이 실시간으로 전송되어야 한다는 것이다. 서비스 품질을 제공하는 방법으로는 최선형 서비스와 일정한 서비스 품질을 제공하는 방법과 다양한 서비스 품질의 등급을 제공하는 방법이 있을 것이다.

이와 관련된 인터넷의 서비스 품질 보장 방법은 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)와 종합서비스(Integrated Services)를 이용하여 플로우의 서비스 품질을 보장하기 위한 방법과 주요 네트워크 입/출력 구간에서의 차등적인 서비스(Differentiated Services)를 제공하는 방법이 있으면 Internet2에서 현재 QBone이라는 프로젝트로 진행되고 있다.

## (3) 다자간 통신(Multipoint Communication)

초고속 응용은 흔히 다자간 멀티미디어 응용을 기본으로 이용하여 다량의 데이터를 활용할 것이다. 이 때 필요한 네트워크 기능은 바로 다자간 통신 기

능이다. 즉 한 사용자의 데이터를 동시에 다수의 사용자에게 데이터를 전송할 수 있는 서비스이다. 현재 인터넷에서는 IP 멀티캐스트를 이용할 수 있는 Mbone(Multicast BackbOne)을 이용한 화상회의 및 비디오 중계 서비스를 실험하고 있다. 기존의 인터넷에서는 H.261, MJPEG과 PCM, DVI 등의 저속의 인코딩 방법에 의하여 전송하였으나 점차 MPEG1/2 등 고성능 디지털 비디오 응용을 실험하고 있다.

멀티캐스트 응용은 화상회의, 디지털 비디오 방송, 분산 대화형 시뮬레이션(Distributed Interactive Simulation) 등의 다양한 분야에서 이용될 것이며 초고속 응용이 필요로 하는 주요한 네트워크 기능이다.

## 2. 초고속 응용의 구분

### (1) 디지털 도서관(Digital Library)

디지털 도서관[1]은 초고속망에서의 가장 핵심이 되는 응용 서비스이다. 디지털 도서관은 현재의 도서관의 모든 기능 즉 다양한 정보의 저장, 검색, 대출 등을 디지털하여 초고속 네트워크 기능을 이용하는 것이다. 특히 다양한 분야의 정지 영상, 동영상 등 많은 정보를 JPEG, MPEG1/2/4 또는 다양한 형식의 디지털 부호화 형식으로 저장, 인덱싱하여 검색 가능하게 한다. 또한 디지털 도서관은 사용자에게 내용 기반 검색이나 친숙한 사용자 인터페이스를 제공하게 된다. 그림 7에서 전형적인 디지털 도서관의 구조를 보여주고 있다.

디지털 도서관은 교육(가상 대학, 원격 교육), 정보 분배(가상 도서관 및 가상 박물관), 정보 검색(비디오와 이미지의 콘텐츠 기반 검색)등의 분야의 정보 수집, 검색 및 교류를 활성화시켜 사회 전반의 발전을 주도할 것으로 예상된다.

미국의 NGI에서는 NSF, ARPA, NASA에 의해 지원되는 DLI(Digital Library Initiative)

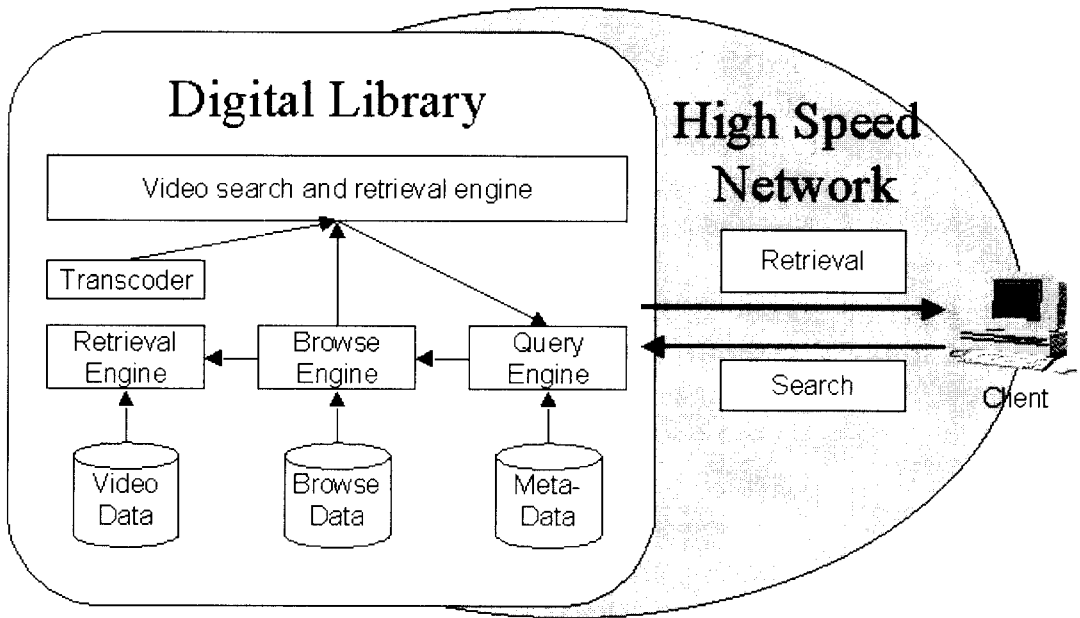


그림 7. 디지털 도서관 구조

라는 프로젝트를 국가 정보 기반망(National Information Infrastructure)을 주도할 핵심 프로젝트로 진행시키고 있다.

## (2) 분산 공동 멀티미디어 응용(Distributed Collaborative Multimedia Applications)

분산 공동 멀티미디어 응용은 매우 다양한 분야를 포함할 수 있는데 다자간 통신, 멀티미디어 통신, 대화형 통신을 기반으로 하고 있다. 즉 다수의 사용자가 참여할 수 있는 작업 공간에서 화상회의의 또는 저장된 멀티미디어 스트림 전송 등을 이용한 대화형 응용이 대부분이다.

예를 들어 가상 여행 안내 시스템[2]을 예로 들면, 한 명의 관광 가이드가 비디오 스트림을 이용한 여행 안내 화면을 전송하고, 각 참여자는 사진이나 이미지, 텍스트 또는 하이퍼 문서로 된 여행 정보를 동시에 받아보거나 여행 가이드에게 질문을 하면서 가상의 여행을 즐길 수 있는 응용이다.

이러한 응용들은 초고속망의 고속 데이터 전송 서비스 뿐만 아니라 분산 컴퓨팅 환경을 제공할 수 있는 다양한 미들웨어(middleware) 서비스를 요구한다. CORBA(Common Object Request Broker Architecture), DCOM(Distributed Common Object Model)와 같은 미들웨어 서비스가 있어 네트워크 멀티미디어 응용을 위한 기능을 제공할 수 있어야 한다.

## (3) 원격 실감 응용(Tele-immersion Application)

원격 실감 응용은 분산 응용을 보다 현실감있는 응용으로 만들기 위한 것으로 원거리에 있는 사람이나 사물 등의 객체를 현실감있게 표현하기 위한 다양한 기술을 사용하게 된다. 따라서 이에 수반되는 대량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 초고속망 기능 뿐만 아니라 호스트의 컴퓨터 시각화, 가상 현실, 고성능 계산 능력 등의 발전은 상호 공동 응용을 더욱 발전된 모델의 가능성을 보여주고 있



다.

가상의 공유 공간 속에서 참여자들이 오디오나 비디오의 특수 장치(Head Mounded Display, Data Glove, Body Suit, 3D Sound)를 이용한 가상 현실 응용이나 원격지에서 과학자가 공유 공간 속에서 분자 모델을 만들면서 연구할 수 있는 환경을 제공할 수도 있다.

원격 실감 응용은 많은 정보(비디오, 오디오, 데이터)의 흐름을 동기화시킬 수 있어야하고, Gbps 또는 Tbps급의 데이터를 서비스 품질을 보장받는 환경에서 전송할 수 있는 초고속망과 슈퍼컴퓨터 급 호스트의 연산 능력 및 주변 장치를 필요로 한다.

#### (4) 온라인-공동체 응용

인터넷에서의 WWW(World Wide Web)는 인터넷을 전세계로 확산시키는 역할을 하였고, 정보화 시대를 이끄는 중요한 응용으로 평가된다. 인터넷에서의 다양한 정보 제공, 강력한 정보 배포 기능, 전자 우편, 뉴스그룹, 채팅 등의 도구들은 온라인 공동체

를 생성시켰고, 멀티미디어 기술과 초고속 정보통신망의 발전은 이들을 보다 강화시키고 있다. 즉 3D 그래픽 기술을 이용한 3D 가상 공동체, 또는 MUD(Multi-User Dungeons), MOO(MUD Object Oriented) 등의 응용들이 온라인 공동체의 단면을 보여주고 있다.

사회 각 부분에서는 전자 정부의 출현, 직장 및 지역 공동체 등의 출현과 전자 투표, 전자 상거래의 활성화 등으로 사회 기반 구조를 변화시킬 것으로 전망된다.

### 3. 사례 연구

#### (1) Internet2의 응용

1) Digital Video Initiative 프로젝트[4]  
 미국의 대표적인 차세대 인터넷 프로젝트인 Internet2에서는 고성능 디지털 비디오를 이용한 다양한 교육분야의 응용을 실험하기 위한 프로젝트를 운영하고 있다. 여기서의 "디지털 비디오"는 단순

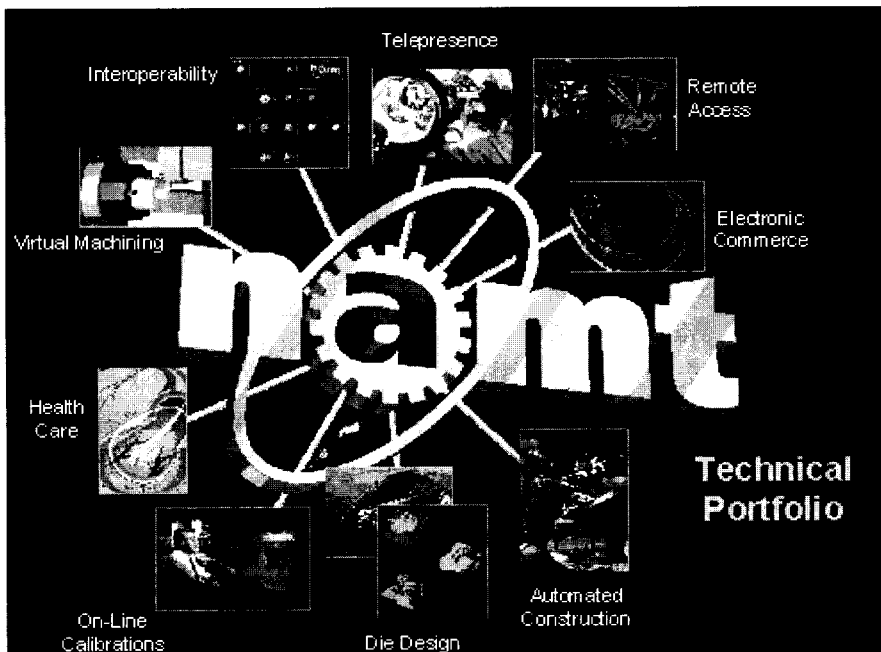


그림 8. 분산 공동 작업 응용 예: NIST NAMT(National Advanced Manufacturing Testbed)

히 아날로그 동영상 정보를 디지털화한 데이터라는 좁은 의미가 아니라 "시뮬레이션, 애니메이션, 가상 현실, 동영상, 사운드가 있는 정지 화상 등 다양한 디지털 매체로 표현된 객체"라는 포괄적인 의미이다. 특히 다양한 매체 코딩 방법을 이용하여 고성능 디지털 비디오 데이터를 실시간으로 생중계하거나 저장된 다양한 비디오 정보를 VoD(Video on Demand)로 제공하고 있다. 대역폭은 MPEG2(2~20Mbps)를 기본으로 제공하는 것을 목표로 하고 있으며 기존의 인터넷을 위해서 저대역폭 서비스도 제공하고 있다.

또한 원격의료, 원격 강의, 원격 실험 등을 위한 화상회의 서비스를 제공하기 위한 다양한 응용을 실험하고 있다. 디지털 비디오 응용은 VoD, 비디오 분배, 디지털 도서관, 화상회의 응용 등의 다양한 것들을 지원하게 된다.

DVI 프로젝트를 세분화하면 디지털 비디오 포털(Digital Video Portal)이라는 디지털 비디오를 접근하는 방법을 개발하는 기초 프로젝트가 첫번째로 디지털 비디오 도서관 서비스에서 다양한 비디오 데이터를 접근하는 방법을 제공하는 것과 검색 및 브라우징 툴을 개발하여 제공하는 것을 목표로 한다.

다음은 디지털 비디오 네트워크(Digital Video Network)이라는 프로젝트로 Internet2에서 MPEG2와 같은 고품질 비디오 데이터를 전송할 수 있는 서비스를 제공한다.

이 프로젝트는 International Center for Advanced Internet research at Northwestern University (iCAIR)에 의해 주도적으로 진행되고 있으며, MPEG2를 이용한 다양한 실시간 또는 저장형 디지털 비디오 서비스를 하는 ResearchTV(그림 9 참조), VideoSpace(그림

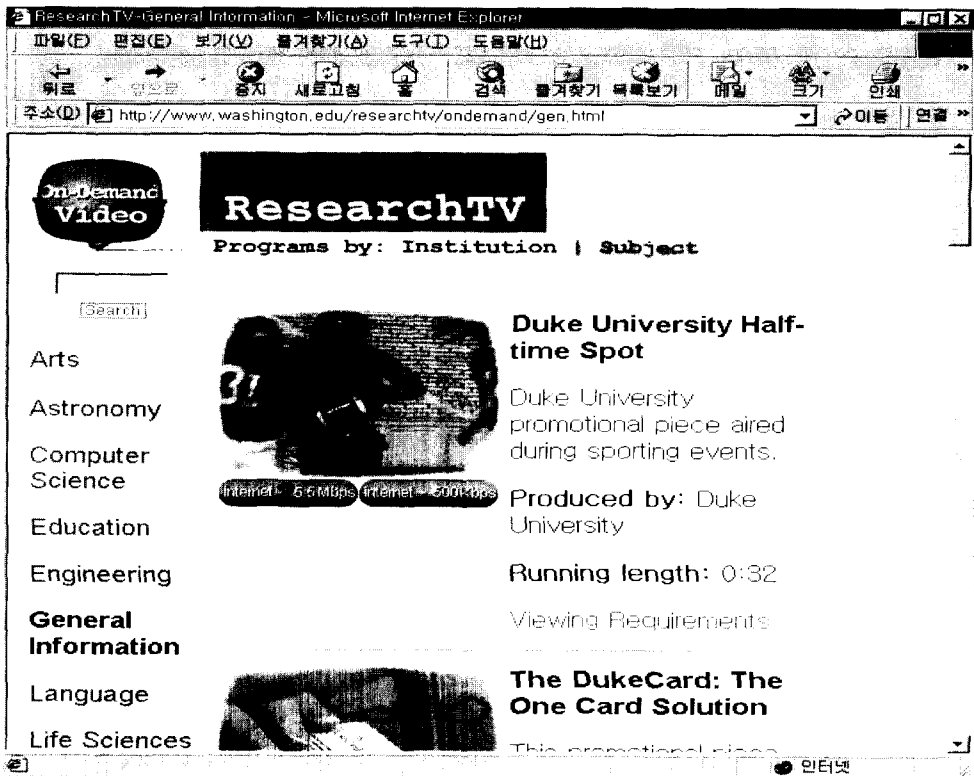


그림 9. Internet2의 Digital Video 응용 예(Research TV, <http://www.washington.edu/researchtv>)

10 참조) 등이 현재 Internet2에서 실험되고 있다. 또한 기존의 Mbone에서 저화질 화상회의가 아니라 MPEG2 이상의 고화질 화상회의 서비스와 생방송 중계 서비스를 목표로 하고 있다.

2) 분산 저장 기반(Distributed Storage Infrastructure) 프로젝트[5]

차세대 인터넷 등의 초고속망이 구축되어 다양한 응용이 실험되는 환경에서 고성능 디지털 비디오 서비스를 제공하기 위해서는 컨텐츠 저장 서버의 분산을 통해 사용자에게 보다 나은 서비스를 제공할 수 있어야한다. 즉, 네트워크에서 중심 서버의 다양한 매체를 복제(replication), 캐싱(caching) 등의 방법을 통해 가입자 망 쪽에 분산시켜 사용자에게 보다 나은 서비스를 제공하도록 하여야한다.

Internet2에서는 현재 DSI(Distributed

Storage Infrastructure)라는 프로젝트를 진행하고 있는데, Internet2망의 주요 노드에 대용량의 디지털 비디오 서비스를 위한 데이터를 중심 서버로부터 복제하여 저장한 후 사용자에게는 투명한 서비스를 제공하도록 한다. 그림 11에서는 Internet2 DSI가 구축되는 주요 노드를 보여주고 있다.

3) QBone

기존의 인터넷은 최선형(Best-effort) 서비스만을 제공한다. 차세대 인터넷 기반의 초고속망으로 발전하면서 초고속 응용들은 다양한 서비스 품질을 요구하게 된다. 원격 실감 응용이나 화상회의와 같은 대화형 응용은 극히 짧은 지연시간을 요구하는 반면 주문형 비디오와 같은 응용은 약간의 정보 손실을 허용할 수 있고, 다른 데이터 응용들은 지연시간은 허용하나 패킷 손실은 허용하지 않는다.

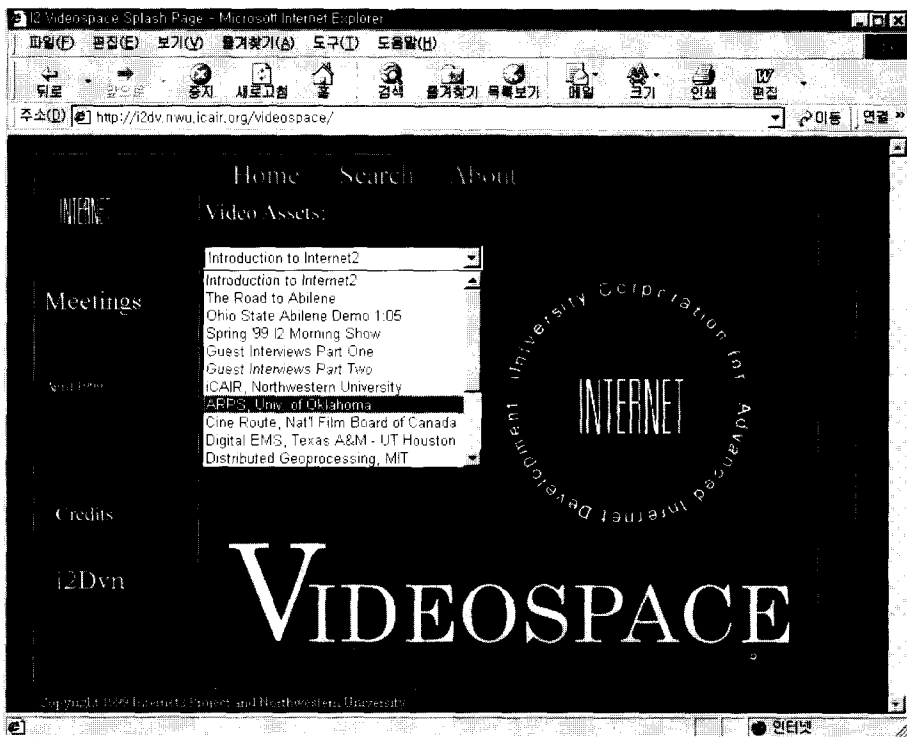


그림 10. Internet2 VideoSpace 응용

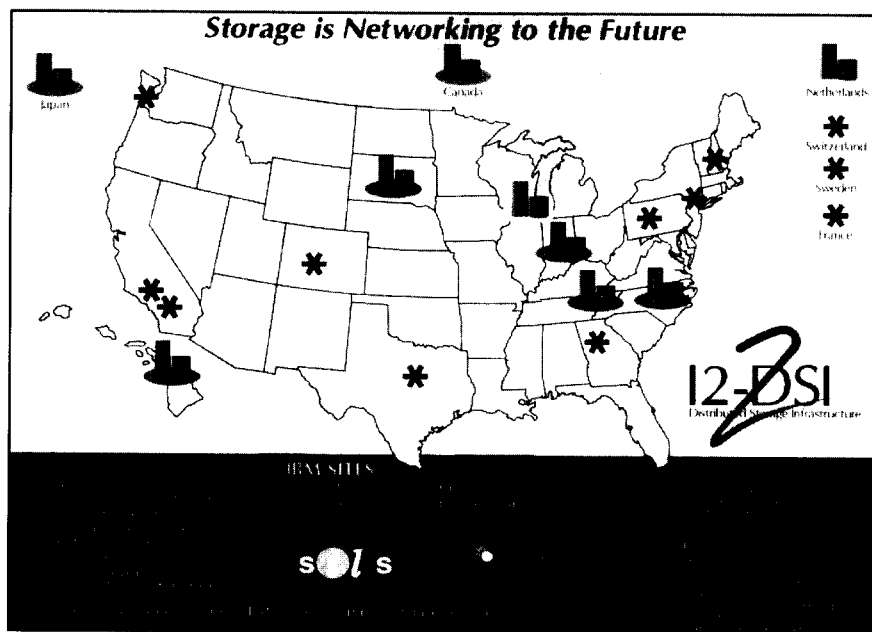


그림 11. Internet2 에서의 DSI 구조(자료 출처 <http://dsi.internet2.edu>)

따라서 차세대 인터넷 망의 근간이 될 초고속망에서의 다양한 응용을 지원하기 위한 서비스 품질제공 기능이 필수적이다.

Internet2에서는 이를 위하여 차등 서비스(Differentiated Services)라는 ISP(Internet Service Provider) 도메인 사이에서 응용 플로우(flow)를 차별적으로 서비스할 수 있는 QBone(QoS Backbone)이라는 실험을 진행중이다.

또한 차세대 인터넷의 근간인 IPv6(Internet Protocol, Version 6)에서도 플로우와 우선 순위 메카니즘을 제공함으로써 서비스 품질을 보장할 수 있는 차세대 인터넷망을 제공할 수 있도록 하고 있다.

따라서 초고속망은 이러한 차세대 인터넷의 다양한 서비스 품질을 제공할 수 있도록 설계되어야 할 것이다.

## (2) NGI(Next Generation Internet)의 초고속 응용

미국은 초고속망과 이를 주도할 초고속 응용을 정부와 민간 부분에서 동시에 진행 중인데 NGI는 정부 주도로 이뤄지는 것이다. NGI에서는 크게 보건, 환경, 교육, 산업, 재해 관리, 기초과학, 연방 정보 서비스 등으로 크게 응용 분야를 나누고 있다. 또한 각 분야에서 공통되는 기술을 다음과 같은 그룹으로 나누고 있다.

-협동작업 기술(Collaborative Technology)  
협동작업 기술은 다양한 프로젝트의 핵심적인 요소로 네트워크 기반 화상회의, 공유 문서 작업, 공유 데이터베이스, 공유 컴퓨터와 연구 기자재를 접근할 수 있는 기술들을 말한다. 이러한 기술로 과학자, 엔지니어, 관리자들은 물리적인 위치에 상관없이 협동작업을 할 수 있게 된다.

-분산 컴퓨팅(Distributed Computing)  
인터넷은 초고속망의 정보 운송수단으로써 원격 컴퓨터, 저장 시스템, 데이터 베이스, 과학 기

구, 나온 디스플레이 장치 등의 자원을 원격으로 접근할 수 있는 기술을 분산 컴퓨팅 환경에서 제공한다. 이 접근 방법은 안전해야하고, 단순한 원격지 프로시저 호출(Remote Procedure Call)이상의 연산을 제공해야한다. 인터넷의 다양함과 거대한 규모는 자원의 위치를 파악하고 적절한 스케줄링 방법을 필요로 한다. 즉, 자원 특성 결정, 자원과 연산의 조정, 다양한 통신 수단 제공(RPC, 메시지 전달, 비디오 스트리밍, 멀티캐스트), 다양한 형식의 분산된 데이터 접근 및 조작 등의 기능을 말한다.

- 디지털 도서관(Digital Libraries)  
기존의 도서관 개념을 네트워크와 대용량의 디지털화된 저장 매체를 연결한 것으로 확장한 것으로 모든 국민에게 도서관이나 박물관의 정보를 보다 쉽게 제공할 수 있게 된다.
- 원격 작업(Remote Operations)  
대부분의 NGI 프로젝트들은 기계, 작업 공정, 환경이나 재해 상황을 원격으로 제어하는 기술을 필요로 한다. 즉, "원격 작업" 기술은 원격 사용자가 관찰하고 있는 대상에 일어난 상황변화를 적절한 시간 이내에 사용자에게 결과를 발생하게 하는 기술이다. 이러한 기술이 적용되는 응용의 반응 지연시간과의 수준을 비교해보면 표 1과 같다.

수준	응용	지연시간(초)
4	날씨 스테이션 인자 조정	>100
3	화학 공장 공정 제어	10 - 100
2	기계 도구 제어	1 - 10
1	원격 수술	0.1 - 1

표 1. 원격 작업의 지연시간 허용 범위 예

- 보안(Security)  
NGI 프로젝트에서는 기반 구조, IP 수준, 시스

템 수준의 보안 뿐만 아니라 응용 수준의 보안 서비스를 제공하고 있다.

이러한 공유 기술을 토대로 NGI에서는 각 부분에서의 초고속 응용 중 다음과 같은 몇 가지 프로젝트들을 살펴보기로 한다.

- 방사선 진료 워크스테이션(The Radiology Consultation Workstation : RCWS) : OC43 링크의 ATM 망을 기반으로 한 방사선 전문의를 위한 한 환자당 50Mbit 정도의 데이터를 전송하여 분석할 수 있는 멀티미디어 의료 이미지 워크스테이션을 개발하는 것이 목적이다. 이러한 응용은 최대 100~250msec 정도의 왕복 지연시간을 요구하고, 100% 신뢰성있는 데이터 전송을 요구하고 다양한 규모의 원격 의료를 멀티캐스트 등을 통해 지원할 수 있어야 한다.
- 분산 양전자 방출 단층 X선 촬영 이미지 (Distributed Positron Emission Tomography (PET) Imaging) : 고해상도 PEG 스캔 사진을 ATM으로 4Gbyte의 데이터를 전송하여 3D 사진으로 재구성하는 시스템을 목표로 한다.
- 실시간 원격 의료(Real-Time Telemedicine) : 움직이는 객체를 관찰하여 원격으로 진료를 할 수 있는 시스템을 만드는 것을 목표로 한다. 이러한 응용은 75Mbps 정도의 전송 속도와 대화형 서비스를 위해서 250msec 정도의 지연시간을 허용한다.
- 고화질 이미지 원격 의료(High Resolution Imaging Telemedicine) : X-선 사진과 같은 고해상도 의료 이미지 데이터를 환자 당

500Mbit 정도의 데이터를 고속으로 전송시켜 원격 의료를 가능하게 하는 응용을 만드는 것이 목표이다.

- 원격제어를 이용한 원격의료(Remote Control Telemedicine) : 로봇트를 원격지에서 조정하여 원격의료를 수행하는 것으로 관련 이미지는 75Mbps정도의 전송속도를 요구한다.
- 의료 이미지 참조 도서관(Medical Image Reference Libraries) : 디지털 도서관을 의료 부분에 적용한 것이다. 의료 부분에서는 고해상도의 이미지, 동영상, 사운드 등의 참조 모델을 모아둔 후 원격지에서도 접근 가능하게 만드는 것이 목표이다.
- 현미경의 원격 조정(Telerobotic Operation of Scanning Tunneling Microscopes) : 공유 작업 환경을 만들기 위해 현미경의 미세 조정을 할 수 있는 데이터 표현 방법과 나노(nano) 미터까지 정확하게 표현할 수 있는 가상 입체물을 만드는 것이다.
- 날씨 예보 서비스(Advanced Weather Forecasting) : 날씨 예보는 관측 시스템에 새로운 도플러 레이더를 추가하여 정보를 측정하여 저장한 후 분석함으로써 얻어진다. 이러한 날씨 모델은 상당한 데이터 양을 고속 전송과 처리 능력을 요구하게 된다. 예를 들어 매 15분 마다 500Km X 500Km 지역의 정보를 계속 수집하여 저장하여 처리하는 것이다.

### (3) 캐나다

캐나다는 Canarie라는 차세대 인터넷 망을 구축하는 프로젝트를 진행하면서 Internet2와 경쟁 및 협조 관계를 유지하고 있다. Canarie의 현재 네트

워크 구축 단계인 CA\*netII에서 진행하고 있는 프로젝트는 다음과 같다.

- CA\*PHONEII(TELEPHONY OVER IP) : Vienna Systems Inc. and Bell Canada 와 더불어 Toronto의 Onet Networking에 의해서 주도되는 이 프로젝트는 CA\*net II GigaPOP들간의 IP-Phone 네트워크를 구축하여 IP를 기반으로 하는 다양한 음성 기술을 실험하여, 현재의 전화망 음성 서비스와 버금가는 것을 목표로 하고 있다.
- 디지털 비디오(DIGITAL VIDEO HOSTING AND DISTRIBUTION SERVICE) : CA\*net II 네트워크를 이용한 고대역폭 전송률을 이용할 있는 디지털 비디오 서버와 비디오 분배 서비스를 구축하는 것을 목표로 하고 있다.
- 원격 교육(DISTANCE EDUCATION COURSE ON CA\*NET II) : MBone과 같은 실시간 멀티캐스트 비디오 전송 기술을 이용하여 대학들간의 교육, 연구 활동을 지원하기 위한 프로젝트이다.
- 분산 가상 환경(DISTRIBUTED INTERACTIVE VIRTUAL ENVIRONMENT (DIVE) OVER CA\*NET II : QOS MANAGEMENT, IPV6 AND PERFORMANCE TOOLS) : 대화형 분산 가상 환경(Distributed Interactive Virtual Environments: DIVE)을 구축하여 복잡한 작업을 가상 공유 공간에서 가능하도록 하기 위한 프로젝트로 분산 QoS 관리 시스템, IPv6, 트래픽 측정 및 성능 모니터링에 초점을 두고 있다.

- 분산 저장 기반 구조(DISTRIBUTED

STORAGE INFRASTRUCTURE ON CA\*NET II USING THE RFC REPOSITORY) : Internet2의 DSI와 연동하여 CA\*net II에서의 분산 저장 기반 구조를 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

- IPv6 구현(IMPLEMENTATION OF IPV6 ACROSS CA\*NET II) : 현재의 인터넷의 근간이 IPv4를 차세대 인터넷으로 발전시키기 위한 기반 프로젝트로 QoS, 보안, 이동성, 멀티캐스팅, 규모 확장성 등을 효과적으로 지원할 수 있는 IPv6를 CA\*netII에 구현하는 것(6Bone)을 목표로 하고 있다.

- 차세대 MBone : 현재의 인터넷 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 개선하여 BGP4+와 PIM 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 이용하여 차세대 MBone 망으로 발전시키기 위한 프로젝트로 원격 교육에 중요한 근간을 구축하게 된다.

#### (4) 아시아 지역의 초고속 응용

아시아지역에서의 초고속 기반 구축을 위한 네트워크로 APII/APAN\_Asia Pacific Information Infrastructure/Asia Pacific Advanced Network)에서 다양한 응용이 실험되고 있다. 특히 APAN은 1997년 민간부문 Consortium 형태로 만들어진 아시아 지역의 연구망으로 농업, 생명 정보, 지구환경 관측, 산업, 의료 정보, 디지털 도서관 등의 분야에서 차세대 인터넷의 차세대 응용들이 테스트되고 있다. 한국(APAN-KR(10))에서 참여하고 있는 프로젝트는 다음과 같다.

- 디지털 비디오 : 고성능 화상회의, MPEG2 비디오 서비스
- 인터넷 캐쉬(Internet Cache)
- 가상대학(Virtual University)

- RSVP/DS(Resource Reservation Protocol / Differentiated Services)
- 6Bone : Internet Protocol version 6 (Ipv6) Testbed Network
- 핵융합토크막 및 공정용 플라즈마 장치의 모델링 (High Energy Physics)

싱가폴은 SingAREN(11)이라는 초고속망을 구축하여 APAN과 Internet2 와 국제협력하며 다음과 같은 초고속 응용들을 실험하고 있다.

- Global Design and Manufacturing
- SEMPER-II: Digital Building Models for Intranet Collaborative Design Computing NUS, Temasek Poly
- A Comprehensive Framework to Provide Support for Complex Medical Decisions
- International Quality of Service Backbone for Video Streaming and Other Applications
- Multicast platform over hybrid satellite-terrestrial network Satellite-Internet
- IP/ATM Telephony over SingAREN
- Developing an image/multimedia database management utility and interface for accessing distributed scientific images on the Web
- Parts Library Servers over Broadband Information Infrastructure
- Telepresence Robotic Manipulation with Haptic and Stereo Vision Feedback
- Evaluation of a 3D Ultrasound Telemedical Workstation

- Global Broadband Application Development Environment (GLAD)
- Continued development of collaboratory for X-ray crystallographic data collection and processing
- Development of Interactive Virtual Tools for Project-based Teaching of Manufacturing Engineering Courses
- Case-based Virtual Design & Prototyping Tools
- Collaborative Augmented Reality Tools for System Maintenance
- Methodology for Analysis of Human-Product Interactions in a Distributed Virtual Environment
- Control and Signal Processing for the Microlithography Process

#### IV. 결 론

이상에서 초고속정보통신망 구축을 위한 세계 각국의 차세대 인터넷망과 다양한 응용들을 살펴보았다.

초고속 통신망은 다양한 분야의 응용을 지원하게 될 것이고, 차세대 인터넷이라는 구체적인 모습으로 우리에게 다가오고 있다. 세계 각국에서는 초고속정보화시대에 앞서가기 위하여 모든 노력을 다하고 있다. 특히 초고속망이라는 사회간접기반시설을 갖추는 것과 동시에 이를 선도할 수 있는 다양한 분야에서서의 초고속 응용을 연구 개발하고 있으며, 차세대 인터넷을 목표로 초고속망 사업을 추진하고 있다.

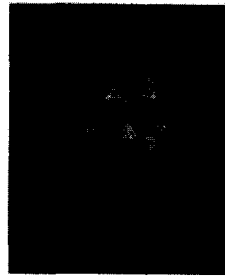
초고속응용 기술은 크게 광범위한 의미의 고성능 디지털 비디오, 분산컴퓨팅, 멀티캐스팅 및 QoS를 효과적으로 다룰 수 있어야한다. 따라서 이러한 기술을 바탕으로 디지털 도서관, 분산 공유 작업 공간

응용, 원격 실감 응용, 온라인-공동체 등의 기초 응용을 이용하여 사회 각 분야에 적용시킴으로써 초고속 정보화시대를 열 수 있을 것이다.

#### ※ 참고 문헌

- [1] J. R. Smith, "Digital Video Libraries and the Internet", IEEE Communications, Jan. 1999.
- [2] J. R. Nicol, et al. "How the Internet Helps Build Collaborative Multimedia Applications," Communications of the ACM, 42, pp. 79-85, May 1999.
- [3] Internet2, <http://www.internet2.edu>
- [4] Internet2 DVI, <http://dvi.internet2.edu>
- [5] Internet2 DSI, <http://dsi.internet2.edu>
- [6] vBNS, <http://www.vbns.net>
- [7] Next Generation Internet Initiative, <http://www.ngi.gov>
- [8] Canarie, <http://www.canarie.ca>
- [9] APAN, <http://www.apan.net>
- [10] APAN-KR, <http://www.kr.apan.net>
- [11] SingAREN, <http://www.sren.net>
- [12] TEN-155, <http://www.dante.net>





이 영 석

1995년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 학사

1997년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 석사

1997년 3월~현재 서울대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*관심분야: 차세대 인터넷, 인터넷 트래픽 측정 및 분석, 이동 멀티미디어



최 양 희

1975년 2월 서울대학교 전자공학과 학사

1977년 2월 한국과학기술원 전기공학과 석사

1984년 프랑스 ENST 컴퓨터공학 박사

1981년~1984년 프랑스 CNET 연구소

1988년~1989년 미국 IBM 왓슨 연구소

1984년~1991년 한국전지 통신 연구소 책임연구원

1991년~현재 서울대학교 컴퓨터공학과 교수 재직중

\*관심분야: 고속통신망, 멀티미디어 통신, 인터넷