

튜 토 리 얼 II

차세대 초고속 네트워크 JGN의 연구 개발 동향과 멀티미디어

- ▷ 연 사 : 이 재 기 교수 (Makuhari Giga Bit 연구센터 초빙연구원, 동아대)
- ▷ 사 회 : 최 윤 철 교수 (연세대)

차세대 초고속 네트워크 JGN의 연구개발 동향과 멀티미디어

R&D Trends of Next Generation Very High-speed Network, JGN and Multimedia

日本幕張기가비트연구센터 초빙연구원(동아대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수)

이 재 기

Research Fellow, Makuhari Gigabit Research Center(Prof., School of EECE, Dong-A Univ.)

Lee Jae Kee

요 약

인터넷의 급속한 발전과 보급에 힘입어 정보(컴퓨터)·통신(네트워크)·방송 기술 분야의 경계가 점차 모호하게 될 정도로 통합 및 융합 되면서, 통신과 방송, 고정과 이동, 유선과 무선의 구분이 무의미하게 되고 있다. 또한 정보통신 인프라스트럭처도 디지털화, 고도화, 다양화로 발전하여 브로드밴드 인프라스트럭처로 이행하고 있다. 이러한 정보통신 및 방송 기술을 궁극적인 인간 삶의 질을 향상시키면서 국가 경쟁력 향상을 도모하는데 이용하려는 세계 각국의 차세대 초고속 네트워크에 대한 연구개발이 1990년대 중반부터 시작되어 현재 활발하게 진행되고 있다.

본 논문에서는 세계 각국에서 구축되고 있는 대표적인 차세대 초고속 네트워크의 연구개발 동향과 특히 아시아 지역의 선두적인 위치에 있는 일본의 차세대 초고속 네트워크인 JGN의 연구개발 현황을 소개한다. 또한 세계 각국의 차세대 초고속 네트워크들이 지향하는 목표와 방향 및 앞으로 극복하여야 할 과제들에 대하여 기술한다.

1. 서론

최근 인터넷(Internet)의 폭발적인 수요 증가와 함께 멀티미디어 정보의 교환에 대한 요구가 다양한 형태로 나타나고 있다. 대학과 연구소 등의 연구개발, 기업 활동에의 적용, 초중등학교에서의 교육, 가정에서의 B to C(Business to Consumer)형 EC(Electronic Commerce)의 이용 등 사회 전반에서의 정보화가 진척되고 있다. 인터넷의 주요 서비스도 종래의 Telnet, Ftp, E-mail은 물론이고, 인터넷의 보급에 획기적인 역할을 담당한 웹(WWW), 인터넷 전화와 방송, 쇼핑물, 오락과 게임, 원격

교육과 원격 의료 등으로 하루가 다르게 발전하여 변모하고 있다.

또한 2000년 2월 현재, 인터넷상의 호스트 수는 약 7,240만대이며 매년 약 63%의 증가를 보이고 있다. 이와 같은 추세라면 2000년 말에는 호스트 수가 약 1억대, 2005년에는 약 10억대가 될 것으로 예측되고 있다. 우리 나라의 경우는 약 28.3만대의 호스트를 보유하고 있으며, 1999년 7월에 비하여 약 9%의 증가에 머무르고 있다. 그러나 50% 이상 호스트 수의 증가율을 보인 나라 중에서는 이탈리아(약 67% 증가, 현재 65.8만대)와 멕시코(약 81%, 현재 40.5만대) 등이 급부상하고 있다 [www.ngi.org/trends]. 인터넷 사용자 수도 1999년 말까지 전세계적으로 약 2억7천8백만 명이며, 2000년 말에는 약 3억7천5백만 명(한국은 약 1천4백만 명)이 될 것으로 전망하고 있다[www.etforecasts.com/products].

이와 같은 인터넷의 일반화와 보급에 의해, 경제·사회·문화·교육·정치 등의 다양한 분야에서 급속하게 또는 점진적으로 변화가 일어나고 있다. 여기서 문제가 되는 것은 현재의 네트워크 인프라스트럭처에서의 정보 전송 속도와 통신 품질 및 네트워크 구조와 프로토콜 등이다. 언제 어디서나 누구와도 원하는 정보를 신속·정확하게 교환할 수 있는 서비스를 지향하고 있는 정보통신 분야에서는 무엇보다도 정보의 교환에 있어 상호 대화(Interaction)성과 실시간(Realtime)성이 보장되어야 한다는 점이 중요하다. 그러나 연구개발용으로 시작되어 현재 상용화되어 있는 인터넷상에서는 멀티미디어 정보의 상호 대화성과 실시간성을 보장할 수 있는 연구개발에 제약이 많다. 그러므로 연구개발 또는 교육분야에서의 미래지향적인 다양한 애플리케이션 서비스를 제공하기 위한 독자적인 네트워크 인프라스트럭처가 요구되게 되었고, 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 차세대 초고속 네트워크의 구축이 선진국을 필두로 하여 전세계적인 기가비트 네트워크 구축 붐으로 이어지고 있다.

1996년 10월 10일 발표된 미국의 NGI(Next Generation Internet) 구상이 계기가 되어, 현재에 이르기까지 아메리카, 유럽, 아시아 지역의 국가별 국내 네트워크(National Network)는 물론이고 각 대륙에 속하는 이들 국내 네트워크들을 상호 접속하는 초고속 대륙 네트워크(Continental Network, 예를 들면 아시아의 APAN, 유럽의 TEN-155 등), 나아가 대륙간을 상호 접속하는 초고속 대륙간 네트워크(Transcontinental Network, 예를 들면 미국의 vBNS과 아시아의 APAN간의 접속인 TransPAC 등)가 운영 중에 있다. 현재로서는 이들 국내 네트워크의 정보 전송 속도가 수십 Mbps(T3)에서 수백 Mbps(155/622Mbps)가 주류이고 드물게 수 Gbps(2.5/10Gbps)도 있지만 2005년 이내에 10Gbps 이상 나아가 Tbps급, Pbps급으로 증속되어 갈 것이다.

이러한 기가비트 이상의 차세대 초고속 네트워크가 국내는 물론 국가간 나아가

대륙간을 접속하는 형태로 구축됨으로서, 기존의 인터넷상에서는 전송 속도와 지연 및 보안의 취약 등으로 인하여 실현하기 어려웠던 다양한 애플리케이션에 대한 연구개발이 진행되고 있다. 그러나 기가비트 이상의 차세대 초고속 네트워크의 실현에 의하여 사회 전반에 어떤 변화가 일어날 것인지에 대하여서는 아직까지 명확한 해답이 나오고 있지 않다. 1980년대에 인터넷이 사회 전반에 걸쳐 오늘날과 같은 엄청난 변화와 영향을 주리라고 예측하지 못하였던 것처럼 또 다른 형태의 사회적인 변화가 동반될 것이라는 정도의 기대와 예상이 되고 있다.

본 논문에서는 전세계적으로 활발하게 연구개발이 진행되고 있는 대표적인 차세대 초고속 네트워크의 구축 동향을 아메리카, 유럽, 아시아 지역을 중심으로 조사하여 보고한다. 이 중에서 특히 아시아 지역의 선두적인 위치에 있는 일본의 차세대 초고속 네트워크인 JGN(Japan Gigabit Network)의 연구개발 현황을 소개한다. 또한 이와 같은 각국의 차세대 초고속 네트워크의 연구개발이 지향하는 방향과 앞으로의 과제에 대하여 기술함으로써, 차세대 초고속 네트워크와 관련한 기술에 대한 이해를 돕고자 한다.

2. 차세대 초고속 네트워크의 연구개발 동향

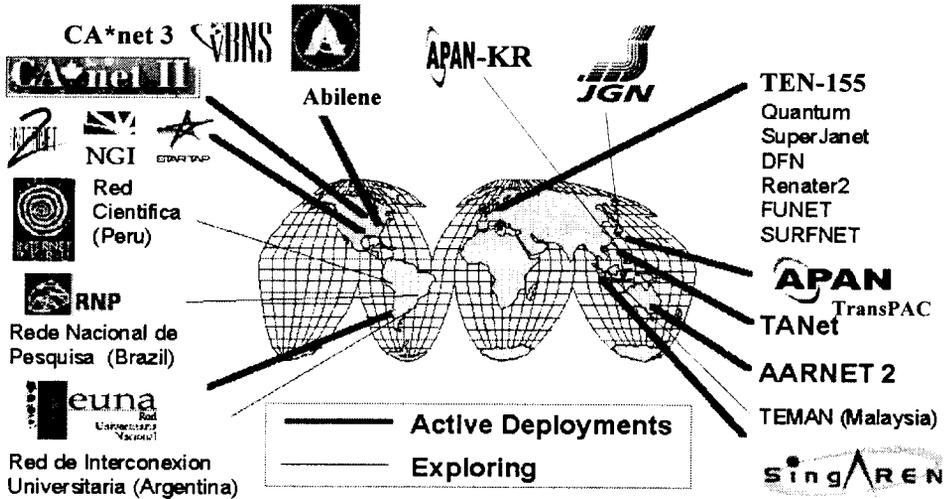
현재 전세계적으로 차세대 초고속 네트워크(차세대 인터넷이라고도 함) 기술 개발을 목표로 한 수많은 프로젝트가 진행되고 있다(그림 1). 이들 차세대 초고속 네트워크에 대한 연구개발의 주제는 초고속 네트워크 기반 기술 개발과 이를 이용한 고도의 애플리케이션 개발이며, 기반 기술과 애플리케이션 기술간을 이음매 없이 연결하는 미들웨어 기술에 대한 연구개발도 진행되고 있다.

2.1 아메리카 지역

(1) 미국

미국에서는 1997년부터 NGI 프로젝트를 국가(연방정부) 주도에 의해 차세대 네트워크 기술에 대한 연구·개발·실험과 NGI 테스트베드 개발 및 이들 네트워크 기반 위에 국가적인 목표와 임무를 충족시키는 혁신적인 애플리케이션 개발을 목표로 추진하고 있다. 또 NGI와 관계를 유지하면서 추진되고 있는 차세대 초고속 네트워크 프로젝트로는 DARPA의 SuperNet, NASA의 NREN(NASA Research & Education Network), NFS/MCI의 vBNS(very-high-performance Backbone Network Service), DOE의 ESnet(Energy Sciences Network) 등이 있다. 그리고 대학을 중심으로 교육 및 연구를 위한UCAID(University Corporation for Advanced

Internet Development)의 프로젝트인 약 170여 대학으로 구성된 Internet2를 지원하는 Abilene 등이 있다.



Internet Laboratories vs. replacement for current Internet

<그림 1> 전세계적인 차세대 초고속 네트워크 연구개발 프로젝트

이중 NGI 프로젝트는 파장 분할 다중(WDM : Wavelength Division Multiplexing) 전송과 초고속 라우터 등의 고도 통신 기기, 통신 서비스 품질(QoS : Quality of Service)의 보증과 보안 기술 등의 통신 기반 기술, 원격 교육과 원격 의료 및 연방 정부 정보 서비스와 슈퍼컴퓨터를 고속 네트워크로 연결한 초고속분산 컴퓨팅 기술 등 수많은 기초 기술과 애플리케이션 기술의 연구개발을 추진하고 있다. 특히 DARPA가 추진하고 있는 SuperNet은 미래 인터넷의 핵심을 이루는 기술을 개발하는 프로젝트로 주목을 받고 있다[www.darpa.mil/ito/research/ngi]. 또한 NFS와 MCI WorldCom사가 공동으로 1995년 4월에 구축하여 운용을 개시한 vBNS는 622Mbps(OC-12)의 전송 속도로 고성능의 연구개발 플랫폼을 지원하는 초고속 네트워크이다. NGI와 Internet2 프로젝트의 공통 백본인 vBNS는 현재 2.5Gbps로 업그레이드되어 있고, MCI WorldCom사가 자체적으로 미국내의 모든 고등 교육 기관과 연구 기관을 대상으로 T1에서 OC-12c의 범위로 새로운 초고속 네트워킹 서비스인 vBNS+를 제공하고 있다[www.vbns.net/vBNS+].

NGI는 최첨단의 차세대 인터넷 구축을 목적으로 정부 기관들의 네트워크 연구개발을 효율적으로 수행하기 위해 정부 기관, 대학, 연구소, 산업계가 연계하여 각종 활동을 통합하는 프로그램이며, 구체적인 목표는 다음과 같다[1][2].

① 차세대 초고속 네트워크 기술의 연구·개발·실험 추진

- QoS, 보안, 신뢰성, 부가 가치 서비스(멀티캐스트, 오디오/비디오 등), 네트워크 관리(대역 할당 및 공유 등) 등의 기술에 의하여 인터넷의 병목 현상을 해소하며, 평가 시험 후에 인터넷에 기술 파급
- 파장 분할 다중 방식에 의한 Tbps급 네트워크 개발(제2단계)

② 현재 인터넷보다 100배에서 1000배 고속인 네트워크로 대학과 국립 연구소 연결

- End-to-End의 성능(100Mbps ~ 1Gbps), 다수의 시설 연결
- 테스트베드 구축 : 현재 인터넷보다 100배 이상의 성능을 갖는 100곳의 사이트와 1000배 이상의 성능을 갖는 10곳의 사이트 → NFS의 vBNS, NASA의 NREN, DoD의 DREN(Defence Research and Engineering Network), DoE의 ESnet, DARPA의 SuperNet 등을 통합

③ 중요한 국가 목표와 업무를 달성하는 혁신적인 애플리케이션 개발

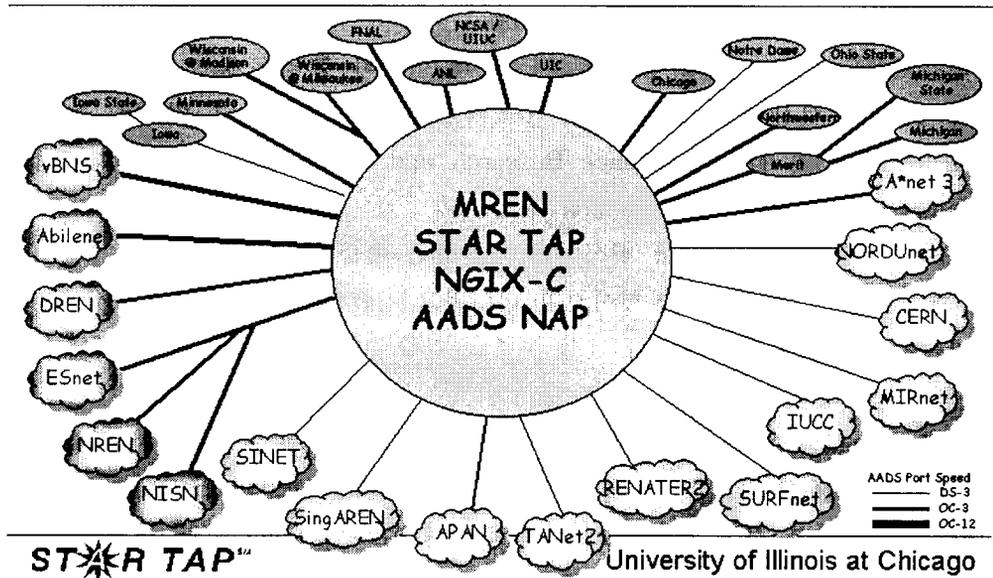
- 100개 이상의 고도 애플리케이션과 네트워크 기술을 테스트하기에 적합한 애플리케이션을 실험하여 NGI의 달성 수준을 실증적으로 평가

한편 Internet2는 NGI의 산과역을 한 UCAID의 프로젝트이며, 고도의 애플리케이션을 개발하는 Internet2 멤버들을 지원하기 위해 GigaPOP(Gigabit capacity Point of Presence)이라고 하는 지역 네트워크 접속점(Access Point)들을 연결한 고속의 백본 네트워크인 Abilene을 1999년 1월부터 이용하고 있다. Internet2 멤버들은 전용의 Abilene을 이용하여 연구와 교육 분야를 선도하는 네트워크 기반의 애플리케이션과 서비스를 연구개발하고 있다. Internet2 프로젝트의 핵심인 고도 애플리케이션은 오늘날 인터넷으로는 실현이 불가능한 실시간 협동 작업(Collaboration)과 상호 대화적인 정보 교환을 할 수 있는데 초점을 맞추고 있다. 대표적인 Internet2의 애플리케이션 분야는 원격 몰입감(Tele-immersion), 가상 실험실(Virtual Laboratories), 디지털 도서관(Digital Libraries), 원격 교육(Distance-independent Learning) 등이다[www.internet.edu].

또한 NGI 구상과 Internet2에 공통의 국제적인 백본 네트워크 접속점으로써의 역할을 담당하고 있는 STAR TAP(Science, Technology And Research Transit Access Point)은 1995년 2월 GII와 GIBN의 일환으로 G7 국가와 중진국의 초고속 네트워크를 상호 접속하는 국제적인 네트워크를 구축한다는 계획에 의해 NSF가 시카고의 일리노이대학에 설립하여 운영하고 있으며, 모든 NGI 백본 네트워크가 이곳에 접속되어 있다. 그림 2는 STAR TAP에 접속되어 있는 국제적인 백본 네트워크의 논리적인 구성도를 나타내고 있다. STAR TAP은 국제적인 협동 작업을 활성화

합과 동시에 현재 국제적으로 수행되고 있는 과학 응용 분야의 공동 연구뿐만 아니라 계산 과학과 공학 문제 및 컴퓨터와 통신 기술 분야에 대한 공동 연구도 추진하고 있다[3].

STAR TAP Logical Map



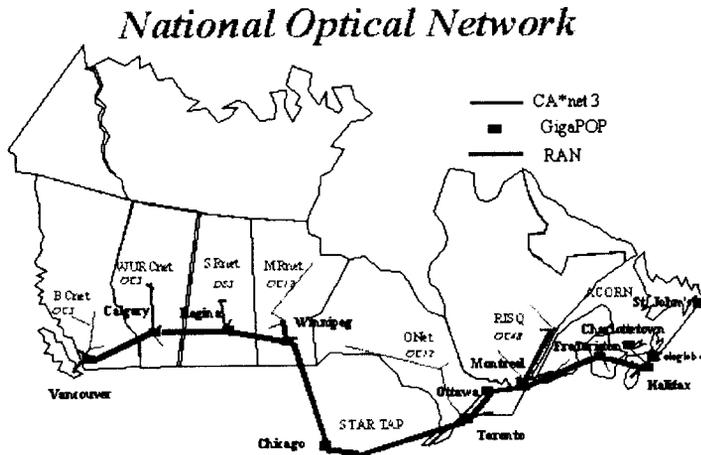
<그림 2> STAR TAP의 논리적인 구성도[www.startap.net/images/]

(2) 캐나다

캐나다의 차세대 초고속 네트워크 구축 및 연구개발을 담당하고 있는 기관은 CANARIE(Canadian Network for the Advancement of Research Industry and Education) Inc.라는 곳이며, 네트워크 자원의 효율적인 운용과 관리를 위한 기관은 ARDNOC(Advanced Research and Development Network Operation Center)이다. 산업계 주도의 비영리 단체로 1993년에 오타와에 설립된 CANARIE Inc.는 1994년까지 제1단계(1990년에 구축되어 연구와 교육 분야에서 이용되어온 최초의 인터넷 용 백본 CA*net의 강화)와 1995년부터 1999년까지 제2단계[차세대 인터넷 구축 프로젝트인 CA*net 2는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 기술을 기반으로 한 백본 네트워크로, 네트워크 기술과 애플리케이션 기술을 개발함은 물론 미국, 아시아, 유럽의 대학과 연구 기관과의 국제적인 접속 시험 수행]의 프로젝트를 실시하였고 현재 제3단계의 CA*net 3 프로젝트를 추진하고 있다.

CA*net 3은 세계 최초의 광케이블 전용의 인터넷 구축 프로젝트이며, 1998년 3월에 활동을 시작하였고, 1999년 7월말에 OC-192(10Gbps)로 캐나다를 횡단하는 광케이블 네트워크를 설치하여 가동하고 있다(그림 3). CA*net 3의 궁극적인 목표는 광케이블 상에서 IP over ATM, IP over SONET, IP over WDM의 각 서비스를 HDWDM 기술을 이용하여 통합하고, 백본 네트워크 상에서 OC-3084(160Gbps)의 전송 속도를 실현하는 것이다.

CA*net 3의 애플리케이션 개발은 CA*net 2의 경험을 살려서 Human to Human(실시간 음성, 비디오 원격 의료, 원격 몰입감을 실현하는 VR 등), Human to Computer(웹, 음성 메일, 비디오 서버 등), Computer to Computer(전자 우편, 웹 캐싱, 멀티캐스트, 데이터베이스 동기 등)의 세 가지 유형으로 구분하고 있다. 장차 인터넷 트래픽은 Human to Computer 보다도 Computer to Computer가 더욱 지수함수적으로 증가되는 경향이 있는 것으로 분석하고 있다.



<그림 3> CA*net 3의 국내 접속도

또한 1999년 6월에 시작된 CANARIE Inc.의 ANAST(Advanced Network Application, Services and Technologies)는 고속 캐싱과 콘텐츠 전달, 원격 및 무선 액세스, 고도의 애플리케이션 개발 및 네트워크 서비스 기술 분야에서의 연구 등을 목표로 하고 있다. 이 프로젝트의 주요한 테마는 SchoolNet Caching, Advanced End-to-End Applications, Advanced Network Technology로 구분된다.

주목할 점은 CA*net 2/3 및 SchoolNet(1993년에 학교와 공립 도서관을 인터넷에 접속하여 캐나다 국민의 효과적인 정보 기술 이용을 목적으로 구축된 네트워크)의

통합에 의해, FTTH(Fiber to the Home) 보다는 GITH(Gigabit Internet to the Home, 2005년까지 완성 목표)와 GITS(Gigabit Internet to the School)을 실현하려는 전략이다. 이것은 기존의 전화망이나 케이블 TV망 등의 서비스를 교체하는 것이 아니고, 다양한 서비스 제공의 일환으로 현재의 케이블 모뎀이나 xDSL 서비스보다 한발 앞서 가기 위한 정책이라고 할 수 있다.

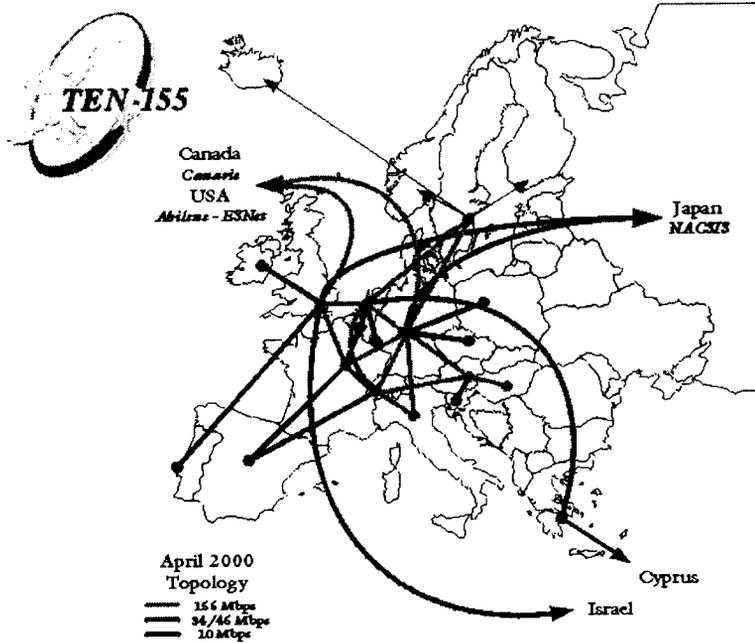
2.2 유럽 지역

유럽에는 대부분의 국가가 연구 및 고등 교육용(NRN/NREN : National Research Network/National Research and Education Network) 차세대 초고속 네트워크를 구축하여 계속적으로 발전시켜나가고 있거나 구축 중에 있다. 대표적인 유럽의 차세대 초고속 네트워크로는 영국의 JANET/SuperJANET/SuperJANET4, 독일의 DFN, 프랑스의 Renater/Renater2, 네덜란드의 SURFnet/SURFnet4/SURFnet5, 북유럽지역(덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이 스웨덴) 네트워크인 NORDUnet/NORDUnet2, 스위스의 SWITCH/SWITCHng, 스페인의 RedIRIS, 이탈리아의 GARR, 오스트리아의 ACOent, 벨기에의 BELNET 등이 있다.

본 논문에서는 이들 국가의 연구 및 교육용 네트워크를 상호 접속하는 DANTE(Delivery of Advanced Networking Technology to Europe) Ltd.의 Quantum(Quality Network Technology for User-oriented Multimedia) 프로젝트의 결과로서 구축된 TEN-155(Trans-European Network at 155Mbps)와 TEN-155의 뒤를 이어 구축될 GEANT(2000년부터 2004년까지)에 대하여 기술한다. DANTE Ltd.는 유럽의 연구자들을 위한 초고속 컴퓨터 네트워크 인프라스트럭처를 구축하는데 전력하며 유럽 지역의 연구개발과 산업 및 글로벌 경제 있어 국제적인 경쟁력을 향상시키기 위한 역할을 담당하고 있다. 이를 위해 종래의 EuropaNET에 이어서 1997년 2월부터 1998년 12월까지 운용된 TEN-34(34Mbps)를 대체하여 1998년 12월 11일에 TEN-155가 운용을 시작하였다(그림 4). 현재 21개국(폴란드와 이스라엘을 포함)의 NRN이 접속되어 있으며, 미국의 Abilene(1999년 10월 8일)과 ESnet, 캐나다의 CANARIE, 일본의 NACSIS와도 접속되어 있다[www.dante.net].

TEN-155에 접속된 유럽 각국의 NREN에서 수행되고 있는 고도 애플리케이션 연구개발 주제로, NORDUnet2(1999년부터 2001년까지 추진)에서는 원격 교육과 평생 교육, 원격 의료, 디지털 도서관, 미들웨어(QoS, 멀티미디어 서비스, 모바일 네트워크, 멀티캐스트, 디렉토리 서비스, DNS, PKI 등에 대한 연구개발)이고, 네덜란드의 SURFnet5(GigaPort 프로젝트, 1999년 1월에 시작)에서는 전자상거래, 원격 협동 작업, 정보 검색, 원격 의료 등으로 아메리카 지역과 유사한 내용이다.

TEN-155의 뒤를 이어 유럽의 차세대 초고속 네트워크로 등장할 GEANT는 2000년 중에 백본을 2.5Gbps로 증속하고, 2003년까지 10Gbps로 고속화하는 계획을 세우고 있다. 또한 아직 TEN-155에 접속되어 있지 않는 유럽의 나머지 국가들을 포함하여 완전한 유럽 국가들에 의한 글로벌 백본 네트워크 실현을 목표로 하고 있다.



<그림 4> TEN-155의 네트워크 구성도

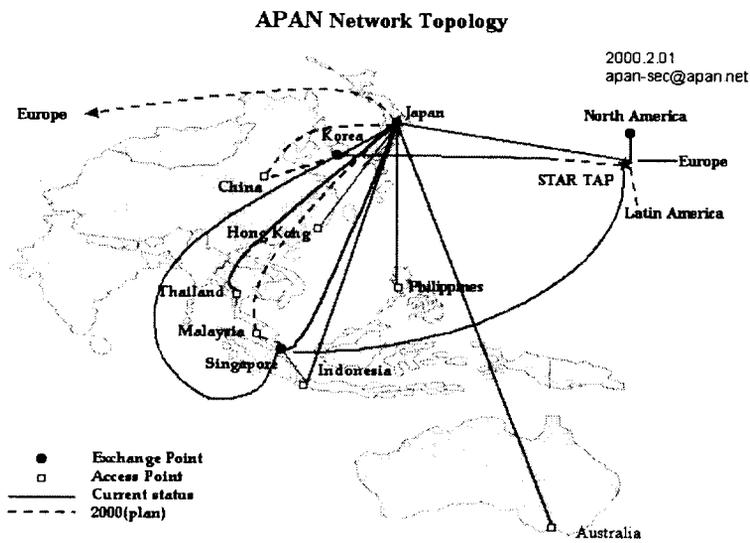
2.3 아시아 지역

아시아 지역에서도 미국의 NGI 구상에 영향을 받아 각국에서 자체적인 차세대 초고속 네트워크 구축을 진행하고 있으며, 일본의 JGN, 싱가포르의 SingAREN (Singapore Advanced Research and Education Network), 대만의 TAnet(Taiwan Academic Network)/TAnet2, 이스라엘의 IUCC(Israel Inter-University Computation Center), 한국의 APAN-KR(KOREN) 등이 있다.

여기서도 대부분의 아시아 지역 국가가 보유 또는 구축하고 있는 NRN/NREN을 상호 접속하여 아시아·태평양 지역에서 고도 애플리케이션과 서비스에 대한 연구 개발을 위해 1997년 6월 3일에 구축된 APAN(Asia Pacific Advanced Network)과 미국의 vBNS를 STAR TAP을 경유, 상호 접속하여 연구와 교육 분야에서의 국제적인 협동 작업을 목적으로 1998년 9월에 구축된 TransPAC을 중심으로 기술한다.

APAN은 아시아·태평양 지역을 연결하여 차세대 인터넷을 목적으로 한 교육과

연구용 네트워크이다. APAN은 일본을 중심으로 한국, 싱가포르, 호주, 태국, 홍콩, 인도네시아, 필리핀을 접속하고 있으며, 중국과 말레이시아, 유럽과도 접속될 계획이다. 한국에서도 일본, 싱가포르와 직접 연결이 되어 있고 중국과도 접속될 계획에 있다. APAN은 그림 5와 같이 대륙간 및 대륙내의 링크로 구성되어 있으며, 백본은 XP(eXchange Point, APAN Hub)-Tokyo(일본), XP-Seoul(한국), XP-Singapore(싱가포르)를 상호 접속한 형태를 취하고 있다. APAN의 정보 전송 속도는 2~45Mbps이며, 수년 내에 통합적인 대륙간 초고속화를 위해 155Mbps로 증속될 계획이다. APAN의 NOC(Network Operation Center)는 한국, 일본, 싱가포르, 호주에 두고 지역 네트워크를 운영하고 있다. APAN의 연구개발은 네트워크 기술(캐싱, 6Bone, Mbone, 측정/평가, 네트워크 설계, 보안, 위성 인터넷 등), 네트워크 애플리케이션(멀티미디어, 몰입형 VR), 사용자 공동체(생물 정보, 교육, 공학, 환경, 의료 정보, 과학 등)의 세 영역으로 구분하여 운영되고 있다[www.apan.net].



<그림 5> APAN의 접속 상태

또한 아시아와 미국과의 공동 연구를 수행하기 위한 TransPAC 프로젝트는 미국의 인디애나대학이 vBNS와 APAN을 시카고에 있는 STAR TAP을 경유하여 광대역폭의 국제 인터넷으로 접속하고, 이것을 사용하여 많은 애플리케이션의 공동 연구를 수행하는 계획을 NFS에 제안하여 실현되었다. TransPAC의 목적은 APAN의 연구 및 교육 기관과 미국의 고성능 컴퓨터 센터를 시작으로 30개소 이상의 연구

기관간의 협동 작업을 지원하는 것이다. 이를 위해 한국의 한국통신(KT), 일본의 KDD, 미국의 AT&T가 참가하여 TransPAC의 네트워크 인프라스트럭처를 제공하고 네트워크의 특성 및 성능 모니터링의 연구를 인디애나대학과 이들 세 회사가 협조하여 추진하기로 하고 있다.

3. 차세대 초고속 네트워크 JGN의 연구개발 현황

최근 인터넷을 시작으로 컴퓨터 네트워크의 발전 및 보급과 함께 텍스트와 음성 나아가 화상 등의 멀티미디어 정보 교환에 의한 트래픽이 폭발적으로 증가하고 있어 시스템 전체의 성능 저하가 심각한 문제로 대두되고 있다. 이 문제의 기술적인 해결에는 회선 용량을 대폭적으로 확충하여 기가비트급 이상으로 고속화하는 것이 필수적이다. 일본에서도 21세기의 초고속 대규모 네트워크 실현을 목표로 초고속 네트워크 기술과 고도 애플리케이션 기술을 중심으로 하는 연구개발을 위한 시설로서 JGN을 구축하여 운영하고 있다[3][4].

3.1 JGN의 개요

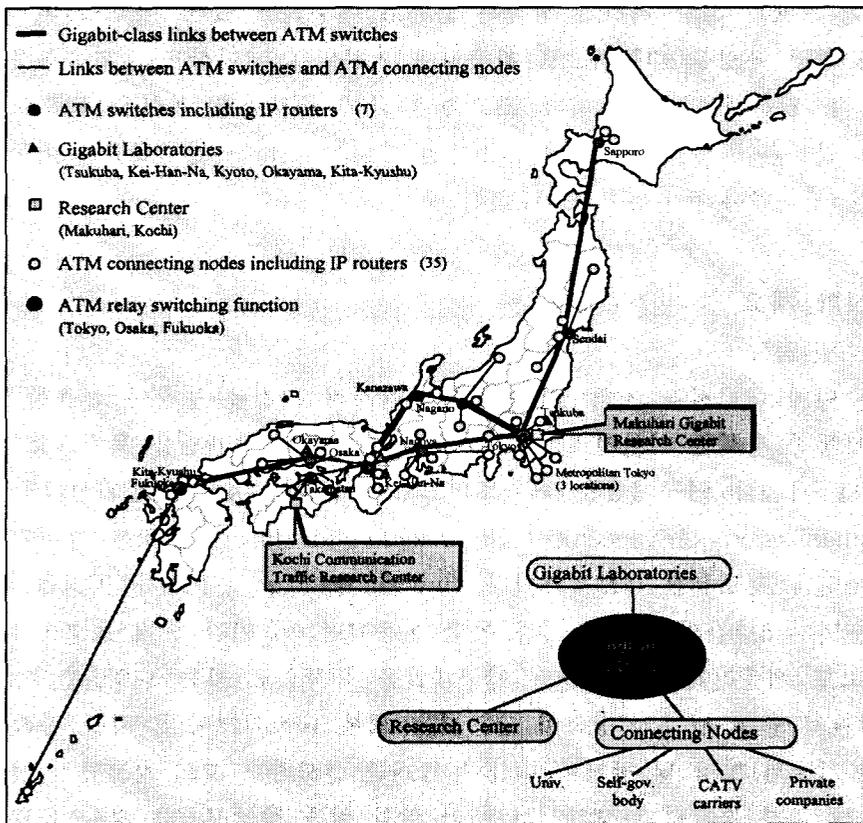
(1) JGN이란[5]

JGN은 언제 어디서나 지식 및 정보를 유통시켜 그것을 누구나 공유할 수 있는 고도 정보통신 사회를 실현시키기 위한 기반 기술의 연구개발을 목적으로 하여 다양한 첨단 기술의 연구개발용 테스트베드로서 1999년 4월 방송통신기구(TAO : Telecommunications Advancement Organization for Japan)에 의해 정비된 일본의 차세대 초고속 정보통신 네트워크이다[www.shiba.tao.go.jp/JGN/]. JGN은 1999년부터 2003년까지 5년간의 한정된 기간 동안 운용되며, 이 기간 중에 초고속 네트워크 기술과 고도 애플리케이션 기술의 연구개발을 목적으로 하는 대학, 연구소, 기업, 지방자치단체 등에 널리 개방하여 활용되는 백본 네트워크이다. 이를 통하여 고도 정보통신 기술의 향상 및 발전과 더불어 세계를 선도하는 고도 정보통신 사회를 실현함으로써 국가 경쟁력 향상과 국민들의 삶의 질을 향상시키는 것을 목표로 하고 있다.

(2) JGN의 구성과 특징[3][4]

JGN은 기가비트급의 초고속 광통신 네트워크인 “기가비트 네트워크 통신 회선”과 “네트워크 운영 센터(NOC)”, 개방형 실험 시설인 “공동 이용형 연구개발 시설”, TAO 자체의 연구개발 시설인 “연구 센터(Research Center, RC)”를 주요 구성 요소로 하고 있다.

기가비트 네트워크 통신 회선은 그림 6과 같이 전국 10개소에 설치된 ATM 교환기를 기가비트급 회선으로 접속하고, 이들 ATM 교환기에서 회선을 연장하여 35개소에 접속 장치를 배치하고 있다. 사용자는 연구개발 목적이면 이들 45개소의 액세스 포인트에서 네트워크를 자유로이 이용할 수 있다. 이들 액세스 포인트는 북단의 Sapporo에서 남단의 Okinawa에 걸쳐 설치되어 있다. 동경에 있는 JGN 네트워크 운영 센터에서는 액세스 포인트까지의 각종 네트워크 장비에 대한 관리와 감시 업무를 수행하고 있으며, Sendai, Tokyo, Nagano, Nagoya, Awaji 등과는 2.5Gbps로 접속되어 있다.



<그림 6> 연구개발용 기가비트 네트워크 JGN의 구성

현재 공동 이용형 연구개발 시설은 Tsukuba, Keihanna, Kyoto, Okayama, Kitakyushu의 5곳에 설치되어 있다. 예를 들어 Keihanna 공동 이용형 연구개발 시설 내에는 음성 및 영상 축적 전송 실험 설비, 고도 영상 전송 실험 설비, 대용량 데이터 지적 처리 연구개발 설비, 디지털 콘텐츠 편집 지원 설비, 초정밀영상 기술

연구개발 설비, 보안 보호 실험 설비, 시뮬레이션 설비, 각종 네트워크 환경 시험 설비 등 최신의 설비 기기를 갖추고 있다. 여기에서 진행되고 있는 주요한 연구개발 주제로는 고도 영상 통신과 지적 통신의 실증 연구 등이다.

연구 센터에서 수행하는 직할 연구는 그 성격 상 다른 공동 연구나 공모 연구와 중복이 되면 의미가 없으므로, 보다 앞 선 연구와 JGN 전체의 발전에 공헌하는 연구에 초점을 맞추어 진행하고 있다. 직할 연구의 주요한 연구 주제는 초고속 대규모 네트워크의 운용 기술 등에 관한 연구(초고속 네트워크 기술 연구)와 초고속 대규모 네트워크를 이용한 고도 애플리케이션 및 공동 창조 공간의 연구개발(고도 애플리케이션 기술 연구)의 두 가지로 구분할 수 있다.

JGN은 연구개발을 주제로 하는 어떤 사용자나 조직이라도 이용할 수 있는 개방성, 전국에 걸친 차세대 초고속 대규모의 기가비트 네트워크 테스트베드를 실현하고 있다는 점, Makuhari·Kochi에 TAO 직할의 기가비트 네트워크 관련 연구를 집중적으로 수행하는 JGN 연구 센터를 설치하고 동경대학·동북대학에도 직할 연구 설비를 갖추고 있다는 점, ATM 서비스 제공, 글로벌 어드레스 획득에 의한 IP 서비스 제공, 각종 이벤트도 가능한 인프라스트럭처를 구축하고 있다는 점 등의 특징을 가지고 있다.

3.2 JGN의 활용 상황

JGN을 이용한 연구개발은 1999년 4월부터 시작되어 실질적으로 1년 정도밖에 경과하지 않아 아직 구체적인 성과는 나와 있지 않은 상태이다. 그러므로 연구 계획과 지금까지의 보고서 및 JGN의 연구개발과 직접적으로 관련된 몇 곳을 직접 방문·조사한 내용을 정리한다. JGN은 현재 인터넷과 비교하여 현저하게 고속인 회선을 이용할 수 있어 그 점을 살린 화상을 포함한 애플리케이션 연구가 중심이 되어 있다. 다시 말하여 기가비트 네트워크 상에서의 각종 고도 애플리케이션에 관한 연구와 이들 애플리케이션에 대한 실시간성과 상호 대화성을 효율적으로 지원하는 초고속 네트워크 기술에 관한 연구를 수행하고 있다.

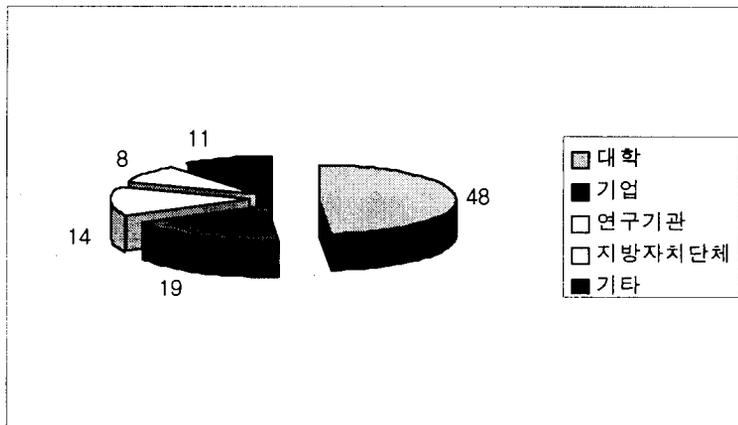
초고속 네트워크 기술에 관한 연구에서는 IPv6의 실증과 실험, Diffserv에 의한 QoS 지원 실험, 멀티캐스트에 의한 콘텐츠 전송 실험, 화상 미디어로서 DV(Digital Video)의 IP 전송 실험 등이 수행되고 있다. 한편 고도 애플리케이션으로서는 원격 교육, 고화질 의료 화상 전송에 의한 원격 진단, 3차원 VR을 이용한 협동 작업 지원, 네트워크를 이용한 디지털 박물관 및 도서관, 지역 주민용 공동체 정보 네트워크 실험 등이 수행되고 있다.

(1) JGN의 연구개발 체계

JGN은 TAO의 정비에 의해 구축되어 JGN NOC에서 전반적인 운영과 유지 및 관리 업무를 수행하고 있다. 또 전국 5곳에 있는 공동 이용형 연구개발 지원 시설에 의해 해당 지역의 액세스 포인트에 접속되어 있는 기업, 대학, 연구 기관, 지방자치단체에 대하여 고속 통신 회선과 각종 고가의 연구개발 장치 및 기술 지도를 수행하고 있다. 나아가 차세대 초고속 네트워크 추진위원회에 의해 JGN의 운용 및 연구개발의 추진에 대한 자문과 각종 평가 위원회에 의한 연구 성과의 평가를 수행하고 있다.

(2) JGN의 이용 현황[4]

1999년 4월부터 운용을 시작한 JGN의 통신 회선에 의한 연구개발 프로젝트 수는 2000년 3월 말 현재, 일반 및 직할 연구 45와 공모 이용 연구 10의 총 55 개다. 이들 프로젝트에 참가하고 있는 기관의 수는 일반 및 직할 연구에 92, 공모 이용 연구에 40, 총 132개의 기관(중복되어 참가하고 있는 기관은 제외)이 참가하여 단독 또는 공동 연구를 수행하고 있다. 이 가운데 대학이 64, 기업이 25, 연구 기관이 18(TAO의 직할 RC 포함), 지방자치단체가 11, 기타 14곳으로 되어 있다. 역시 대학이 약 50%정도의 비율로 JGN의 연구개발 프로젝트에 참가하고 있음을 알 수 있다(그림 7).



<그림 7> JGN의 기관별 이용 점유율

또 전국 5개소에 있는 공동 이용형 연구개발 지원 시설은 1999년도에 Tsukuba가 30, Kehanna가 26, Kitakyusu가 24, Kyoto와 Okayama가 각각 7, 총 94개의 연구개발 지원을 수행하였다[6][7].

(3) JGN의 연구개발 설비

JGN과 관련하여 설치되어 있는 연구개발 설비는 기가비트 네트워크 관련 설비와 컴퓨팅 및 영상 처리 등의 연구개발과 관련한 장치로 구분할 수 있다. 기가비트 네트워크 관련 설비는 JGN NOC와 전국 5곳에 있는 공동 이용형 연구개발 지원 시설 및 다수의 대학 등을 접속하고 있는 ATM 교환기(10개소)와 접속 장치 그리고 IP 라우터에 의하여 구성되어 있으며, 최대 2.5Gbps의 광섬유케이블 회선으로 연결되어 있다.

주요 접속 장치와 그 규격은 <표 1>에, 제공하고 있는 ATM 서비스와 IP 서비스는 <표 2>에 나타낸다. 이와 같은 ATM 기반의 접속 장치는 JGN NOC, 5곳의 공동 이용형 연구개발 지원 시설, Makuhari 기가비트 RC·Kochi 통신 트래픽 RC 등에 설치되어, 기가비트 관련 연구개발은 물론, 대학·기업·연구기관·지방자치단체 등에 ATM 서비스 또는 IP 서비스를 제공하고 있다.

<표 1> 주요 접속 장치와 그 규격

장치 유형	물리적인 인터페이스 속도(Mbps)	표준 및 권고 등	수용 형태
ASX1000	622	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속
	155	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속 DSU 접속
ATOMIS7	622	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속
	155	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속 DSU 접속
	45	TTC 표준 JT-G703-a	DSU 접속
	6	TTC 표준 JT-G703-a	DSU 접속
	1.5	TTC 표준 JT-1431-a	DSU 접속
NS8000	155	TTC 표준 JT-1432.2	DSU 접속
	622	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속
GX550	622	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속
	155	TTC 표준 JT-1432.2	직접 접속 DSU 접속

<표 2> ATM 서비스와 IP 서비스

서비스 종별	항목	내용	
ATM 서비스	이용 단위	VC	
	커넥션 형태	Point-to-Point	
	QoS	CBR, UBR	
	물리적인 인터페이스 속도(Mbps)	622, 155, 45, 6, 1.5	
IP 서비스	최종 사용자 회선	접속 형태	ATM PVC
		물리적인 인터페이스 속도(Mbps)	622, 155, 45, 6, 1.5
	ATM Encapsulation		RFC 1483
	IP 접속용 라우터		Cisco 7513, 7507
	IP 접속용 라우팅 프로토콜		BGP4

또 공동 이용형 연구개발 지원 시설과 Makuhari 기가비트 RC와 Kochi 통신 트래픽 RC는 이와 같은 초고속 네트워크 접속 장치 외에도, 고가인 멀티미디어 처리·저장·전송을 위한 장비들을 갖추고 있다. 예를 들면, Makuhari 기가비트 RC에는 SHD(Super-High Definition) 이미지 통신 시스템, 원격 몰입형 시스템, 가상 스튜디오 시스템, QoS 측정 시스템, 대용량 데이터 서버 시스템, 콘텐츠 작성 시스템 등을 보유하고 있어 초고속 네트워크를 이용한 고도 애플리케이션의 연구개발을 수행할 수 있는 환경이 마련되어 있다.

3.3 JGN의 주요 연구개발 주제

JGN과 관련한 직할 RC의 주요 연구는 초고속 대규모 네트워크의 운용 기술 등에 관한 연구개발과 고도 애플리케이션 및 공동 창조 공간에 관한 연구개발의 두 가지로 크게 구분할 수 있다[3][6].

(1) 초고속 네트워크 기술 연구

초고속 네트워크 기술에 관한 연구에서는 단순히 시뮬레이션 하는 것이 아니라 실제 네트워크 상에서 트래픽을 측정하고 분석하는 일이 중요하다. 그래서 JGN의 실제 운용 데이터를 이용하여 기가비트 네트워크의 특성 파라미터를 도출하고 나아가 새로운 유형의 트래픽에 대응한 QoS 개선과 회선 제어 기술의 연구개발을 수행하여 고속·고품질의 통신 방식과 효과적인 네트워크 운용 방법의 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위한 대표적인 연구 주제로는 QoS 개선 기술, 회선 제어 기술, 초고속 네트워크 기술, 초기가비트 네트워크의 구축에 관한 연구 등이 있다.

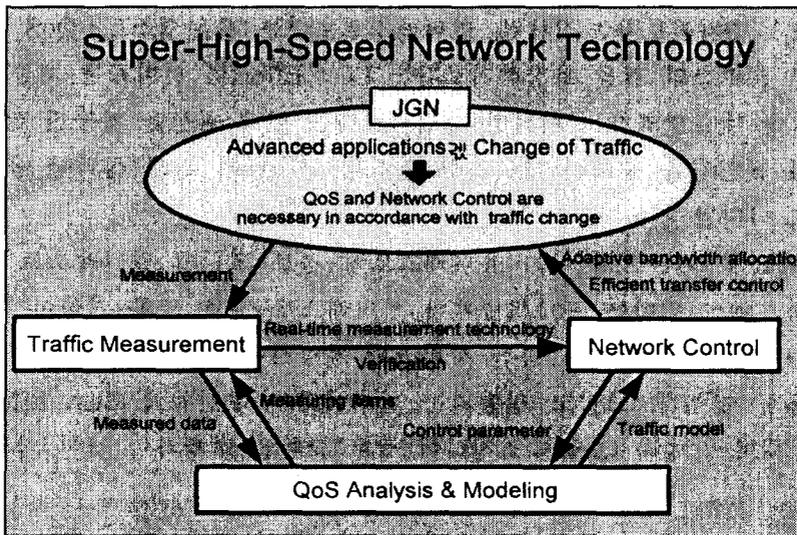
(2) 고도 애플리케이션 기술 연구

한편 고도 애플리케이션 기술 연구에서는 초정밀, 대용량, 3차원으로 된 화상을 멀티포인트에서 이용할 수 있도록 하는 고도 애플리케이션의 연구개발을 사용자와 일체화하여 수행하고, 네트워크의 요구 조건 추출과 기가비트 네트워크 상에서의 프로토타입 실현 및 새로운 네트워크 애플리케이션의 개발을 목적으로 한다. 이를 위한 대표적인 연구 주제로는 원격 교육, 원격 의료, 디지털 영화관, 디지털 박물관, 초대용량 분산 데이터베이스에 관한 연구 등이 있다.

더욱이 초고속 네트워크 기술과 고도 애플리케이션 기술과는 일관성 있는 형태로 연구개발을 진행하여 최종적으로 실제 초고속 네트워크를 이용한 실증 및 실험을

수행하는 것에 의하여 그 유효성을 검증한다. 그림 8은 초고속 네트워크 기술과 고도 애플리케이션 기술 연구간의 관계를 나타내고 있다.

이와 같은 JGN과 관련한 직할 RC의 연구 외에도 전국 40여 곳에 이르는 TAO의 각종 RC, 그리고 대학과 기업 및 지방자치단체에서 JGN을 이용한 연구 또는 단독 연구를 수행하고 있다. 이 중에서 멀티미디어와 관련한 대표적인 연구 주제로는 고임장감 안과 의료 화상 전송 기술, 고도 3차원 동화상 정보의 통신 기술, CATV 망에 의한 통신·방송 융합 서비스 기술, 글로벌 멀티미디어 이동체 위성 통신 기술, 콘텐츠 필터링 기술, 멀티미디어 가상 실험실(MVL), 몰입형 가상 융합 공간의 구축·제시 기술, 지능형 영상 기술, 멀티미디어 네트워크 공통화 기술, 멀티미디어 네트워크 제어 기술, 차세대 영상 콘텐츠의 합성·편집·검색, 실환경과 가상 환경을 융합한 협동 작업 통신 환경, 멀티모달 사용자 인터페이스를 갖춘 고차 통신 공간, 네트워크형 다면 디스플레이를 사용한 입장감 통신, 실화상에 의한 초고화질 3차원 화상 모델 형성 등이 있다[3].



<그림 8> 초고속 네트워크 기술과 고도 애플리케이션 기술과의 관계

4. 차세대 초고속 네트워크의 과제

현재 미국과 캐나다를 시작으로 차세대 초고속 네트워크에 관한 연구개발이 활발하게 추진되고 있다. 또한 유럽과 아시아·태평양 지역에서도 대륙 내 국가간의 전용 초고속 백본 네트워크가 구축되어 보다 발전된 형태의 정보통신 기술을 통한 국

가 및 대륙의 경쟁력 향상과 개인의 삶의 질 향상을 도모하고 있다. 이들 차세대 초고속 네트워크 인프라스트럭처 상에서 서비스될 애플리케이션은 대부분 멀티미디어 정보를 이용하여 3차원·실시간·상호 대화적 요소를 포함하여 실현되고 있다. 점차 단독 시스템 상에서의 서비스보다는 네트워크, 특히 WAN을 통한 원격 서비스가 기본이 되고 있다. 특히 주목할 점은 미국을 비롯한 대부분의 국가에서 차세대 초고속 네트워크 구축 및 연구개발을 정부 기관의 주도로 국가적인 차원에서 수행하고 있다는 점이다. 이것은 앞으로의 국가 경쟁력 지표가 정보통신 기술에 좌우됨을 인식하고 있다는 판단에서이다.

4.1 차세대 초고속 네트워크의 연구개발 방향

(1) 기본과 선택에서의 변화

기존의 인터넷은 발생하는 트래픽 폭주와 이로 인한 지연 그리고 QoS 조정의 어려움 및 취약한 보안 등으로 인하여 실질적인 멀티미디어 정보를 교환하는데는 한계가 있다. 그러므로 네트워크를 통한 가상 공간 구축에서도 트래픽을 최소화하기 위한 방안으로 3차원보다는 2차원, 멀티캐스트보다는 유니캐스트, QoS 조정 등에 의한 다양한 서비스의 질을 보장하기보다는 Best Effort형 서비스를 제공하고 있다. 차세대 초고속 네트워크가 구현되면 그래픽보다는 실제 화상을 가능한 많이 활용하여 사실감과 몰입감을 증대시키는 가상 환경을 구축하기 위해 실화상 융합이 기본적인 형태로 나타날 것이다.

또한 TCP/IP를 기본으로 하는 유니캐스트형 정보 교환에 멀티캐스트형 정보 교환을 선택적으로 지원하는 프로토콜에서 멀티캐스트 정보 교환 기능이 기본적으로 포함된 1 대 N 및 N 대 N의 통신 서비스를 제공하여 이를 이용한 각종 애플리케이션에 대응할 것이다. 그리고 전송되는 미디어와는 무관하게 Best Effort형 정보 교환에서 미디어에 따라 QoS를 조정하여 정보 교환을 수행하는 것이 기본이 될 것이다.

전송 매체로는 현재 가장 많이 사용되고 있는 동선(트위스티드 페어선, 동축케이블)이 점차 광섬유케이블로 대체되며, 이로 인하여 보다 광대역 정보 전송을 가능하게 하는 파장 분할 다중 기술을 기본적으로 이용하는 차세대 초고속 네트워크 구축이 급속하게 진행될 것이다.

현재 고도 애플리케이션에서 요구되는 실시간성과 상호 대화성은 단독 시스템 상에서 또는 부분적으로 네트워크 시스템 상에서 지원되는 경우도 있지만, 차세대 초고속 네트워크 상에서는 실시간성과 상호 대화성이 필수적이고 기본적인 기술 요소로 포함되어 각종 애플리케이션 개발을 주도할 것이다.

(2) 단독과 통합으로의 변화

기존의 대학이나 기업 등의 내부 백본 네트워크 구성은 대부분 선형적인 버스나 스타 및 링 토폴로지가 일반적이다. 그러나 차세대 초고속 네트워크에서는 지역 네트워크간, 국내 네트워크간, 대륙 네트워크간은 기존의 백본 네트워크를 통합하면서 메쉬(Mesh) 토폴로지를 주로 취하고 있다. 이들 메쉬 네트워크에 대학이나 기업의 백본 네트워크를 접속하여 최종 사용자에게 보다 신뢰성 높은 광대역 회선을 제공할 것이다.

또한 유선 네트워크와 무선 네트워크는 단독 또는 부분적으로 무선 네트워크가 유선 네트워크를 보완하는 형태로 구축이 되어 있지만, 점차 유선과 무선이 통합된 형태의 네트워크에 의하여 일관성 있는 각종 애플리케이션 개발이 수행될 것이다. 문제는 유선 네트워크에 비하여 무선 네트워크의 전송 속도와 통신 품질이 현저하게 차이가 난다는 점이며, 이러한 경향은 당분간 지속될 것으로 전망된다.

(3) 미들웨어의 중요성

차세대 초고속 네트워크 상에서의 미들웨어 개념은 하부의 네트워크 인프라스트럭처와 상부의 각종 애플리케이션간에 위치하는 소프트웨어 계층으로, 보통 식별(Identification), 인증(Authentication), 권한(Authorization), 디렉토리, 보안 등의 서비스를 제공한다. 현재 인터넷상의 애플리케이션들은 이들 서비스를 자체적으로 제공하고 있지만, 표준화와 상호 운용성을 보장하여 보다 용이하게 고도 애플리케이션을 구현할 수 있는 기반을 구축하는 것이 중요하다.

지리적으로 분산된 사이트간 원격 협동 작업과 원격 의료 및 원격 교육 등의 애플리케이션 개발을 용이하게 하고 견고한 시스템을 구축하며, 데이터 관리를 지원하고 전반적인 운영 효율을 증대시키기 위해서는 조직간에 상호 운용이 가능한 미들웨어가 필수적이다. Internet2에서는 모든 미들웨어 서비스에 공통인 코어 미들웨어(식별, 인증, 디렉토리, 권한, 보안 등)와 애플리케이션 쪽에 가까운 상위 미들웨어(비즈니스 전용과 연구 전용 등)로 다시 구분하고 있다.

4.2 차세대 초고속 네트워크의 연구개발 과제

(1) 기술 지향적 연구개발

일반적으로 새로운 시스템이 태동하는 경우는 사회적인 요구(Needs)와 그에 부응하는 새로운 기술(Seeds) 지원이 뒤따른다. 그러나 차세대 초고속 네트워크를 인프라스트럭처로 한 고도 애플리케이션 개발에서는 명확한 사회적인 요구보다는 새로운 기술에 의하여 이 사회적인 요구를 앞서 달성하려는 역현상을 볼 수 있다. 그러

므로 단일 미디어인 라디오에서 멀티미디어인 TV로 방송 기술의 변화 이상으로 차세대 초고속 네트워크 상에서 구현될 고도 애플리케이션이 어떠한 사회적인 영향을 미칠 것인가에 대해서는 아직 분명한 결론이 나 있지 않다.

경우에 따라서는 개개인의 삶의 질을 향상시키는 도구인 기술을 위한 기술 지향적인 연구개발이 될 우려가 없지 않다. 이렇게 되지 않기 위해서는 단순히 고속화·대용량화에 의하여 어떻게 개개인의 삶의 질이 향상될 수 있는지에 대한 보다 명확한 고찰이 동반되어야 한다. 기존의 텍스트나 2차원의 시각 중심의 정보 교환에서 화상과 음성을 포함한 시각과 청각 및 촉각을 포함한 다감각 중심의 정보 교환이 이루어질 경우에 발생할 수 있는 장점과 단점을 구체화하는 연구가 선행되어야 한다.

(2) 생활 패턴의 획일화 및 양극화

차세대 초고속 네트워크가 전세계의 각국에서 구축이 되고 있으며, 이들 국가간을 연결하는 대륙 네트워크, 나아가 대륙 네트워크를 연결한 대륙간 네트워크가 구축되고 있다. 이러한 차세대 초고속 네트워크 상에 고도 애플리케이션이 실현되었을 때, 정보통신 기술을 적극적으로 활용하는 수혜자와 반대로 이에 적용을 하지 못하는 비수혜자간의 괴리(양극) 현상이 지금보다 더욱 심각하게 나타날 것이다. 또한 일상 생활이나 업무가 때와 장소(가정과 직장 등)에 무관하게 발생함으로써 전세계적으로 개개인의 생활 패턴이 획일화될 우려도 있다. 이를 극복하기 위해서는 정보통신 관련 분야뿐만 아니라 문학·예술 등의 비정보통신 분야를 포함한 재교육 프로그램의 활성화와 각국의 문화와 전통 등을 살린 다양한 애플리케이션의 개발을 통하여 차세대 초고속 네트워크 구축에 의한 실질적인 혜택을 개개인이 최대한 공평하게 누릴 수 있는 제도와 기술적인 지원이 필요하다.

5. 결론

지금까지 국외의 대다수 국가에서 구축되고 있는 차세대 초고속 네트워크의 구축 현황과 고도 애플리케이션 연구개발 동향을 아메리카 지역, 유럽 지역, 아시아 지역으로 구분하여 기술하였다. 특히 아시아 지역의 선두적인 위치에 있는 일본의 차세대 초고속 네트워크인 JGN의 연구개발 현황을 보다 구체적으로 정리하여 이 분야의 이해를 돕고자 하였다. 또한 차세대 초고속 네트워크의 일반적인 경향과 해결해 나가야 할 과제를 들어보았다.

국내에서도 차세대 초고속 네트워크와 관련한 연구개발 지원을 위해 정보통신부

에서 주관하고 있는 선도시험망(KOREN) 사업에서 서울과 대전 구간에 상용 ATM 교환기와 2.5Gbps급 광전송 장치를 설치하여 백본 네트워크를 구축하고 개별 이용 기관(서울대, KAIST, ETRI 등 32개소) 수용 및 공동 이용 센터(연세대, 충남대 등 11개소)를 설치·운영하고 있다. 또한 한국과 일본간, 한국과 싱가포르간 APII 테스트베드 사업을 추진하고 위성망과의 연동 시험을 하는 등 2000년까지 선도시험망을 국내 및 아시아·태평양 지역의 차세대 인터넷 거점으로 육성할 계획에 있다.

이와 같은 국내외의 차세대 초고속 네트워크와 관련한 연구개발에서 멀티미디어는 네트워크 인프라스트럭처에서부터 고도 애플리케이션에 이르기까지 핵심적인 위치를 차지하고 있으며, 점차 멀티미디어와 관련한 연구개발의 비중이 높아갈 것으로 전망된다. 아직까지 기존의 인터넷 기술의 연장선상에서 많은 네트워크 기반 기술과 애플리케이션 기술 및 미들웨어 기술의 연구개발이 수행되고 있는 경향이 강하므로 보다 혁신적인 애플리케이션 개발을 통해 개인의 삶의 질을 향상시키는 데 멀티미디어 관련 연구자들의 보다 적극적인 노력이 절실하게 요구된다.

<참고문헌>

- [1] NGI, Next Generation Internet Initiative, NGI Concept Paper, 1997. 7.
- [2] NGI, Next Generation Internet, Implementation Plan, 1998. 2.
- [3] 齊藤 忠夫, “21세기를 향한 차세대 초고속 네트워크에 대하여”, 2000년 전자정보통신학회총합대회 발표자료(기조 연설), 2000. 3. 29.
- [4] 이재기, 기가비트 네트워크의 활용에 관한 연구, TAO 결과보고서, 2000.
- [5] JGN, Japan Gigabit Network, JGN, 1999.
- [6] TAO, 통신·방송기구 99, TAO, 1999.
- [7] TAO, “기가비트 네트워크 운용 상황 보고”, TAO, 1999.