
선진 연구 교육망의 현황 분석을 통한 한국 첨단망의 발전 방안 연구

Approaches to Improve Korean Advanced Network Based on the Analysis of Global Research and Education Networks

주복규
홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과
Bok-Gyu Joo(bkjoo@hongik.ac.kr)

요약

인터넷 기술은 지난 30여 년간 비약적으로 발전하여 모든 산업분야를 변혁시키고 개인과 기업의 필수도구로서 국가의 중요한 기반시설로 자리 잡았다. 1990년대 중반부터 선진국들은 인터넷을 과학 및 교육 분야의 발전에 가장 중요한 기반시설의 하나로 인식하고 국가 연구 교육망을 구축하고 이를 새로운 망 기술과 과학 기술 개발을 위한 도구로 제공하고 있다. 이 논문에서 우리는 선진국의 연구 교육망 발전 현황을 종합적으로 살펴보고, 국내 첨단망 활동을 선진국과 비교하여 문제점 분석하고, 이를 토대로 한국 첨단망의 발전 방안을 제시하였다.

■ 중심어 : | 연구 교육망 | 람다 망 | 초 고속 인터넷 | 첨단망 정책 |

Abstract

In the last decades, inter-networking technologies advanced more rapidly than any other field. Today, the Internet is one of the most important infrastructure to society as becoming an indispensable tool of people and companies. During mid-1990's, developed countries recognized the advanced network as a basic infrastructure for the future science and technology development. They developed national research and education networks for the development of future science and network technology. In this paper, we made a comprehensive review of global research and education network developments. We also made analysis of Korea's activities on advanced network comparing with those of developed nations, then suggested approaches to improve Korean advanced networks.

■ keyword : | Research and Education Network | Lambda Networking | High-Speed Internet | Policy on Advanced Networks |

I. 서론

인터넷 기술은 지난 30여 년간 다른 어느 분야보다 빠르게 발전하였다. 초기에 과학자들이 중심이 되어 발전

하던 인터넷은 1980년대부터 시작된 컴퓨터 및 정보통신 기술의 급속한 발전으로 모든 기업에 필수적인 도구로 되었으며, 1990년대의 웹(Web) 기술의 탄생으로 인터넷의 대중화는 급속도로 이루어졌다. 이제 인터넷은 모든

* 본 연구는 2003년도 홍익대학교 교내연구비에 의해 수행되었습니다.

접수번호 : #051109-002
접수일자 : 2005년 11월 09일

심사완료일 : 2006년 02월 17일
교신저자 : 주복규, e-mail : bkjoo@hongik.ac.kr

산업분야를 변혁시키고 인간의 일상생활에서 가장 중요한 사회 기반 시설로 자리 잡았다.

인터넷의 대중화와 상업적 성공은 연구자들에게 새로운 망 기술을 개발하고 시험하기 위한 독립적인 도구를 필요로 하게 만들었다. 미국은 1990년대 중반부터 정부 주도로 차세대 인터넷 망(NGI)을 구축하기 위한 투자를 시작하였다. 다른 선진국들도 새로운 인터넷 망 기술 개발과 미래 과학 연구의 기반시설을 구축하고자 첨단 연구 교육망 구축 및 고도화 사업을 지원하고 있다. 21세기에 들어서는 광 전송기술의 발전으로 각국의 연구 기간망이 10Gbps(Gbps= 초속 10억 비트) 이상의 대역폭으로 구축되고 전 세계의 연구망들이 고속으로 연결되고 있다. 최근에는 북반구 주요국을 환(ring) 상의 고속 광망으로 연결하는 국제 협업연구망이 탄생함으로써 세계 과학 기술 발전의 새로운 전기를 맞고 있다.

우리는 이 논문에서 전 세계의 첨단 연구 교육망 구축 현황을 종합적으로 살펴보고 이를 토대로 한국의 첨단망 구축과 활동을 분석하고 개선 방안을 제시한다. 이는 미래 컴퓨터 망의 발전 방향을 예측할 수 있게 해주며 한국의 첨단망 관련 연구와 정책 결정에 기초 자료를 제공할 것이다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서 연구 교육망의 필요성과 관련 연구 결과를 기술하였다. 제 3장에서 세계 주요 연구 교육망과 대륙 연결망 발전 현황을 종합적으로 기술하고, 제 4장에서 한국의 첨단망 구축 현황과 활동을 분석하고 발전 방안을 제시하였다. 그리고 5장에서 결론을 맺었다.

II. 연구 교육망 개관 및 관련 연구

초기의 컴퓨터 망은 대학교와 연구소의 연구자들에 의해 개발되고 발전하였으며 주 사용자도 그들이었다. 기업과 개인의 인터넷 사용이 폭발적으로 증가하며 1990년대부터 상업적으로 망 서비스를 제공하는 인터넷 망 사업자(ISP)들이 출현하며 인터넷은 기업과 개인에게 급속도로 보급되었다.

1. 연구 교육망의 필요성

인터넷의 상업화는 망 연구자들에게 새로운 망 기술과 응용들을 시험할 더 앞선 독립된 망을 필요하게 만들었다. 또한 과학 기술의 발전으로 연구과제들은 대형화 복잡화 되었고 과학자들은 상용 인터넷망보다 고 대역폭이며 앞선 서비스를 제공하는 첨단 망을 요구하게 되었다.

연구 교육망이란 상용 인터넷 망과 구별되어 국가의 연구와 교육의 목적으로 구축 운영되는 망을 말한다. 연구 교육망은 항상 상용 망 보다 속도 면에서나 기술적 서비스 측면에서 앞서왔다. 이런 이유로 연구 교육망은 선도 망 또는 첨단 망이라 부른다. 현대의 연구 교육망은 망 연구자들에게 새로운 망 기술과 첨단 망을 이용한 과학 기술 분야의 새로운 연구를 위한 시험장을 제공한다.

독립된 연구 교육망이 필요한 구체적 환경을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 상용 인터넷으로 지원하지 못하는 고 대역폭을 요구하는 과학 분야의 새로운 응용들이 여러 분야에서 대두하였고, 둘째, 망 연구자들이 새로운 서비스들(예를 들면, 멀티캐스트, IPv6 등)과 혁신적인 기술을 설치 실험할 수 있는 독립적인 선도 망이 필요했고, 셋째, e-사이언스, 람다, 그리드 등의 발전에서 보듯이 점점 과학 연구와 기술 개발이 망 기반으로 발전하고 있는 것이다[1].

2. 관련 연구

세계의 연구 교육망 구축과 관련 조직들의 활동에 관한 최신 정보는 첨단망 관련 학회에서 발표된다. 우리는 현황을 파악하기 위해 첨단망 학회의 발표 자료들과 주요 연구 교육망 웹사이트의 내용, 그리고 학술지에 발표된 문헌들을 조사 정리하였다(첨단망 관련 학회와 주요 연구 교육망 웹사이트는 부록에 있다).

1990년대까지의 인터넷 망의 역사에 대한 자료는 국제 인터넷 협회(Internet Society)의 웹페이지에 많은 자료가 있다. [2]는 인터넷의 발생부터 1990년대까지의 역사를 잘 정리하였고, [3]은 1990년대 말까지의 인터넷 망 구조의 발전을 기술하였다. 통신학회의 2003년 11월 첨단 망 특집호에 여러 편의 보고서들이 있다. [4]는 미국과 유럽 연구망 과제들을, [5]는 일본의 연구망 관련 활동을, [6]은 국내 연구 활동을 중심으로 외국의 동향을

기술하였다.

국내 첨단망 학술대회(ANW) 발표 자료집 [7][8]은 선
도 망 관련 최신 기술과 국내 연구망 활동에 대한 좋은
안내서이다. 첨단망을 이용한 과학 연구에 대해서는
2003년 11월 CACM의 '고성능 컴퓨팅' 특집호에 고성능
연구망을 이용한 주요 연구 활동이 소개되어 있다[1][9].

III. 세계의 연구 교육망과 대륙 연결망 현황

우리는 이 장에서 미국을 중심으로 세계 주요 지역의
연구 교육망 현황과 이들을 고속으로 연결하는 대륙 연
결망 구축 현황을 살펴본다. 전 세계는 미국을 중심으
로 북미 지역, 유럽 연합 지역, 아시아 태평양 지역이 주
요 지역 망을 형성하며 발전하고 있다. 최근에는 남미 지
역 망이 새로이 구축되고 있으며, 다른 아시아 지역과 아
프리카 지역은 망 구축을 시작하려는 단계이다. [표 1]은
세계의 주요 지역 연구망을 요약 정리하였다.

표 1. 세계 주요 지역의 첨단 연구 교육망

연구교육망	지역	운영조직	망 대역폭	구축 시기
Abilene	미국	Internet2	10Gbps	1999~2003
NLR	미국	NLR	10~40Gbps	2003~2005
CA*net	캐나다	CANARIE	~40Gbps	개선 중
GEANT	유럽	DANTE	~10Gbps	개선 중
APAN	아시아태평양	APAN	~10Gbps	1997~
RedCLARA	남미	CLARA	155Mbps	2004~2006

1. 북미 지역

미국은 컴퓨터와 컴퓨터 망의 발명자로서 또한 인터넷
과 정보 산업의 주도자로서 망 기술 분야에서도 지속적
인 투자와 기술 개발에 앞장서고 있다. 현재 미국에는 전
국 규모의 연구 교육망 애블린과 전미 광 철도망 NLR이
있으며, 정부기관 소속으로 NREN(항공 우주국 연구 교
육망) 등 네 개의 비공개 고속 연구망이 있다.

애블린(Abilene)은 미국의 대표적인 연구 교육망으로
서 지역 연구교육 망들을 연결하여 전국의 주요 대학과
연구기관에 첨단 망 서비스를 제공한다. 1999년 2월에

운영을 시작하였고, 1999년 말에 2.5 Gbps 중추 망이 완
성되었다. 그 후 애블린은 10 Gbps로 개선되고 순수
IPv6 통신 기능이 추가되어 2003년에 현재의 망이 완료
되었다[10]. 애블린은 미국의 다른 중추망은 물론 전 세
계의 첨단 망과 연동되고 있으며, 미국 200개 이상의 대
학과 주요 연구기관을 회원사로 하는 인터넷2 협회
(Internet2)가 설치 운영하고 있다.

광 철도망 NLR(National LambdaRail)은 미국의 주요
지역 망과 관련 기업 및 연구기관이 주도하여 미국 전역
을 관통하는 광섬유를 소유 운영함으로써 전혀 새로운
망 기술을 개발하려는 야심찬 시도이다. 즉, 기존의 연구
교육 중추망이 통신회사에서 대역폭을 빌려서 인터넷을
구축하던 것과는 달리, NLR은 망의 하부 구조(dark
fiber)까지를 소유, 관리할 수 있게 됨으로서, 여러 가지
새롭고 독창적인 고성능 망 기술을 실험할 수 있다. 2004
년에 제 1단계로 미국 북부를 횡단하고 동부 연안과 서
부 연안 지역을 연결하는 망을 완성하였다. 2005년 말까
지 제 2단계 구축을 완료하면 미국 남부지역을 동서로
관통하는 망까지 완성된다[11]. 향후 NLR은 애블린을
비롯한 미국의 다른 연구 교육망의 하부 구조로 사용될
것으로 예상된다.

캐나다는 국가 중추망인 CA*net과 10여개의 지역망으
로 구성되어 있다. 연방정부가 지원하고 대학, 정부, 기
업이 공동으로 소유하는 중추망 CA*net은 비영리 기관
인 카나리(CANARIE)에서 구축 운영하고, 각 지역 연구
망은 지역 통신 회사들이 ISP로서 사업을 한다. 캐나다
의 첨단망 구축과 관련기술은 미국과 비슷한 속도로 발
전하고 있으며, 현재 연방정부가 지원하여 10 Gbps 이상
의 중추망 CA*net4를 구축하고 있다.

2. 아시아 태평양 지역

아시아 지역에서는 1997년 한국과 일본을 중심으로 아
시아 태평양 지역 첨단 망 협회(APAN)을 설립하고, 이
지역 국가 연구망을 연결하여 동명의 첨단 망 APAN 망
을 구축하고 발전 시켜오고 있다[12]. 현재 APAN 망은
한국, 일본, 중국, 미국, 싱가포르, 호주 등 아시아 태평양
지역 국가들의 연구 교육망들을 연결한다.

일본은 일찍부터 첨단망 구축에 적극적으로 투자하고

있다. 연구 교육망으로는 교육부가 지원하고 주요 대학들을 연결하는 과학정보망 SINET과 총무통신부가 지원하고 첨단 망 기술과 응용 기술을 연구 개발하기 위한 초고속 연구 개발망 JGN2가 있으며 각각 10 기가비트 중추망을 운영하고 있다. 일본은 국책 정보통신기술연구소 NICT를 중심으로 첨단망 관련 기술을 개발하고 있다. 미국과의 연결은 JGN2와 SINET이 가지고 있는 두 개의 10 Gbps 회선을 포함하여 50 Gbps 연결을 갖추고 있으며, 한국 중국을 비롯한 많은 태평양 연안 국가들과 연결하였고, 아시아 국가 중 외국과의 연결이 가장 많다.

중국은 한국이나 일본에 비해서 연구망 구축이 늦었지만, 최근에 전국의 연구 교육망을 구축하고 그 중추 망을 광망으로 발전시키는 등 망 기술에서나 대역폭 측면에서 선진국 수준에 접근하고 있다. 연구 교육망으로는 전국 대학들을 연결하는 교육연구망 CERNET과 중국 과학원 산하의 연구소들을 연결하는 과학기술망 CSTNET이 있다. 이들은 최근 10 Gbps 중추 망을 갖추고 특히 IPv6 전환을 빠르게 추진하고 있다. 또한 최근 탄생한 국제 협업 연구망 글로리아드의 주요 회원국으로 미국, 러시아, 유럽과도 고속으로 연결되었다.

3. 유럽 및 기타 지역

영국 프랑스 등 유럽의 선진국들은 미국과 비슷한 속도로 국가 연구 교육망을 구축 발전시키고 있다. 네덜란드의 SURFnet은 세계에서 첫 번째로 람다 망을 건설하였고 암스테르담의 네드라이트(NetherLight)는 미국과 유럽의 광망을 연결하는 주 집합점이다. 유럽 연합(EU)은 회원국들의 연구 교육망들을 연결하고 러시아까지 포함하는 범유럽 연구교육 중추망 GEANT를 구축 발전시키고 있다. GEANT는 각국 연구망들이 연합해서 만든 단테(DANTE)가 설계 구축 운영하며 유럽연합의 적극적인 지원을 받고 있다. 현재 7세대 범 유럽 중추망인 GEANT2 구축과 함께 선도적인 망 기술 연구 과제들을 수행하고 있다. 2004년 말 현재 주요 국가들은 10 기가비트 대역폭으로 연결되어 있고 소규모 국가들은 수십에서 수백 Mbps(Mbps= 초속 100만 비트)의 속도로 연결되어 있다[13].

중남미 대륙의 국가들은 연구 교육망 구축이 다른 지역보다 늦은 편이다. 이들은 2001년 미국의 지원으로 아르헨티나 브라질 등이 미국 플로리다로 45 Mbps 급 해저 광케이블로 연결함으로써 본격적으로 세계 연구 교육망에 연결되었다. 2003년부터는 유럽의 지원으로 라틴아메리카 연구망협회(CLARA)를 설립하고, 지역 중추망인

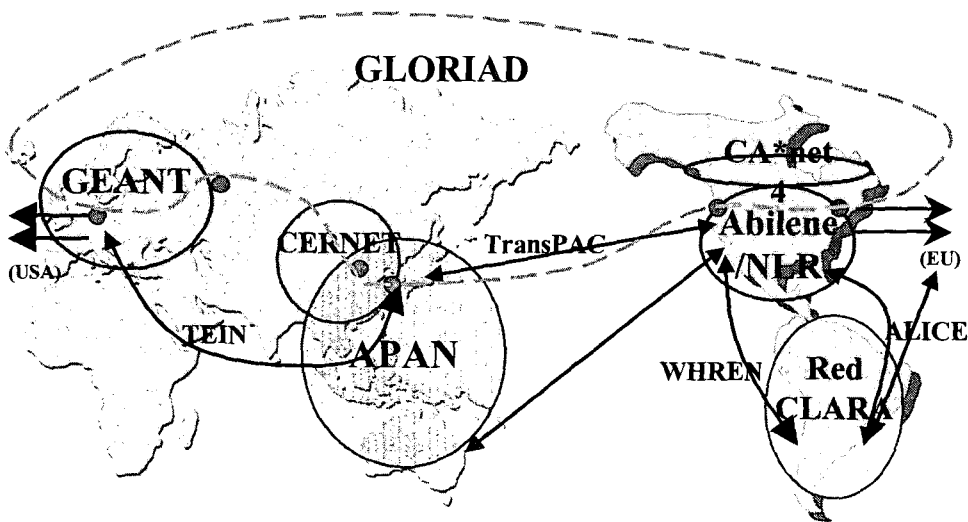


그림 1. 세계 주요 연구 교육망과 대륙 연결망

RedCLARA를 구축하고 유럽, 미국과 고속망을 구축하고 있다[14].

4. 고속의 대륙 연결망 구축

앞에서 우리는 미국을 비롯한 세계 주요 지역의 연구 교육망 현황에 대해 살펴보았다. 여기서는 미국과 유럽의 주도로 대륙 연결망을 고속화하고 세계 망을 구축하는 현황을 알아본다. [그림 1]은 세계의 주요 연구 교육망과 그들을 연결하는 대륙 연결망을 보여준다. (이 그림에서 지역망은 타원형으로, 대륙 연결망은 화살표로 표시하였고 북반구의 점선은 세계망 글로리아드를 나타낸다.)

미국 과학재단 NSF는 인터넷의 초기부터 현재까지 미국 선도망 연구 개발에 가장 큰 후원자 역할을 하고 있다. NSF는 21세기에 들어서면서 과학 기술 발전을 위한 주요 투자처로 가상 기반시설 구축으로 정하고 국제 연구망 연결(IRNC) 프로그램을 시작하였다. 이는 미국과 전 세계의 과학기술 연구 및 교육 조직들과의 통신을 고도화하기 위한 프로그램으로, 이를 통해 미국은 국내 초고속 망 기술의 개발을 지원하는 동시에 전 세계 연구 교육망 연결을 주도하고 있다.

IRNC 프로그램은 총 5개의 과제를 선정 향후 5년간 매년 500만 달러를 지원한다. 2005년에 이 프로그램에서 선정된 주요 과제는 세계 과학기술 협업 연구망 글로리아드(GLORIAD) 구축, 태평양 횡단 망 TransPAC2 구축, 시카고에 전세계 광망의 접합점 스타라이트(StarLight)와 태평양 연안에 광 접합점을 구축하고 이를 NLR로 연결하는 미. 횡단 램다망 트랜스라이트(TransLight) 건설, 그리고 남미 지역 망 RedCLARA를 미국의 동부와 서부로 연결하는 서반구 연구교육망(WHREN) 구축 과제들이다[15].

유럽의 GEANT와 APAN의 연결은 2001년 12월 34 메가비트로 프랑스와 한국 간에 개통된 유라시아 횡단 정보망 TEIN이 있고, 현재 TEIN의 대역폭은 155Mbps이다[16]. 2006년 초 개통 예정인 TEIN2 망은 홍콩과 싱가포르를 기반으로 중국, 동남아시아 국가들, 그리고 호주를 유럽의 GEANT에 연결하기 위한 것이다.

최근의 국제 연구 교육망 발전에 획기적인 사건은 북

반구의 과학 강국들을 환상으로 연결하는 세계 협업 연구망 글로리아드의 탄생이다. 글로리아드는 미국, 캐나다, 네덜란드, 소련, 중국, 한국을 거쳐 다시 미국으로 연결되는 초고속 광망으로서, 선도적인 망 서비스를 연구와 교육 활동에 제공하기 위한 첨단 망이다[17, 18]. 이 망은 기존의 미국과 러시아를 연결하는 연구 연결망 NaukaNet을 고도화하고, 미개척 분야였던 러시아와 중국을 연결하는 시베리아 횡단 망을 건설하고, 한국을 지나서 다시 미국으로 연결된다. ([그림 1]의 북반구 점선 참조) 글로리아드의 최종 목표는 2008년 초까지 복수개의 10 Gbps 램다 망을 갖는 복합망(회선 및 패킷 스위칭 겸용 망)을 구축하는 것이다. [표 2]에 전 세계의 주요 대륙 연결망을 요약하였다.

표 2. 주요 연구망 접합점과 연결 망

대륙 연결망	지역	망 대역폭	참고
TransLight	미국 서부-동부	20Gbps~	
EuroLink	미국-유럽	20Gbps~	
TransPAC2	APAN-미국	10Gbps	
TEIN	APAN-유럽	155Mbps	
WHREN	미국-남미	622Mbps	
ALICE	유럽-남미	622Mbps	
GLORIAD	세계	155~10Gbps	2004~

5. 망기술의 발전과 과학연구의 새로운 방향

최근의 망 기술의 특징은 고속 전송을 실현하는 램다 망 구축과 관련된 기술의 발전이다. 1990년대의 원거리 망(WAN)은 주로 ATM기술과 광섬유를 이용한 SONET 기술에 의존해 왔다. 기존의 SONET 기술은 하나의 광섬유에 하나의 파장만을 이용하여 대역폭이 낮고, 망 연결 스위칭시 광전 변환을 거쳐야 하므로 원거리의 단-대-단 고속 전송을 보장할 수 없었다.

최근의 램다 망 기술의 발전은, 하나의 광섬유에 여러 개의 광 파장을 실어 보내는 파장 분할 다중화(WDM: Wavelength Division Multiplexing) 기술과 스위칭시 광전 변환을 거치지 않고 각 파장을 선택적으로 스위칭 할 수 있는 기술의 개발로 가능해 진 것이다[19][20]. 이에 따라 비교적싼 값으로 원거리 망의 대역폭을 10 Gbps 또는 그 이상으로 확보하고 망 연결 시 지연 시간을 최소화

화 하여 단-대-단 고속전송을 보장하는 초고속망을 실현 할 수 있게 되었다. 또한 고밀도 파장분할 다중화(DWDM) 기술의 개발로 하나의 광섬유에 수십 개의 파장을 실을 수 있게 되었다.

하나의 광섬유에 여러 개의 파장을 싣고 파장을 독립적으로 스위칭 할 수 있게 됨에 따라 NLR에서와 같이 하나의 광 하부 구조가 여러 개의 중추 망을 지원할 수 있게 되었다. 따라서 기존의 IP 인터넷 망과 램다를 동시에 수용하는 복합 망(hybrid networking) 구조 기술에 대한 연구가 진행되고 있다[21]. 이는 전통적인 인터넷(다수 대 다수 연결)을 위한 패킷 교환 망과 소수의 협업 연구자들(소수 대 소수 연결)이 요구하는 고속의 광선로를 동시에 제공하기위한 망 구조에 관한 연구이다.

현대의 주요 연구 중추망은 10Gbps 또는 그 이상의 대역폭을 가지는 램다 망으로 구축되고 대륙 연결망도 10Gbps의 고속 대역폭을 제공한다. 선진국들은 고속 인터넷 망을 과학 연구의 기본 도구로 활용하여 새로운 발전을 모색하는 e-사이언스 프로그램을 국가적인 차원에서 지원하고 있다. 상대적으로 느린 상용 인터넷 망이 아닌 초고속의 광망이 과학 기술자들 사이에 단-대-단으로 항상 제공되면서 고성능 컴퓨팅과 네트워크가 융합된 과학기술 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다.

세계 어디서나 원거리 협업 연구를 가능하게 하는 그리드(Grid) 기술은 망과 컴퓨팅자원을 미들웨어를 이용하여 연결한 것으로, 원거리 연구 자원을 전기처럼 편하게 사용하여 협업연구를 효율적으로 수행하게 한다. 높은 대역폭을 갖는 컴퓨터 망은 세계적인 과학 협력 프로그램이 수행되는 방식을 바꾸고 있다. 이에 따라 앞으로 가장 활발한 발전을 이룩할 과학 연구 분야는 유럽 핵 연구소(CERN)의 대형 입자가속기(LHC)를 중심으로 한 고에너지 입자 물리학, 가상 천문대 구축과 천문학, 그리고 VLBI 분야이다[22].

IV. 한국의 첨단망 현황 분석 및 발전 방안

이 장에서는 국내의 첨단망 구축 현황과 관련 활동을 살펴보고 선진국과 비교한 문제점을 분석하고 한국 첨단

망과 관련 연구의 발전을 위한 개선 방안을 제시하였다.

1. 국내 연구 교육망 현황

국내에는 선도 연구망 KOREN, 초고속 연구망 KREONET, 그리고 교육전산망 KREN이 있다. [표 3]은 국내 연구 교육망을 요약 비교하였다.

표3. 국내 연구 교육망 요약 비교

선도망	주관기관	중추망	가입 기관수	주요목적	지원 부처
KOREN	전산원	2.5G/40G	60여개	정통부 정책 사업지원	정통부
KREONET	과학기술정보연구원	5~20G	250여개	국가 과제 R&D	과기부
KREN	서울대	2.5G	300여개	대학 전산망 지원	교육부

선도 연구망 KOREN은 정통부의 지원으로 전산원이 계획 운영하고 있다. 1995년 정부의 초고속 정보통신기반 구축 종합계획에 따라 구축되어 ATM 장비와 기술의 시험장으로, 2001년부터는 전국의 광 기반 망을 구축하고 차세대 인터넷 기술과 응용 기술을 개발해온 한국의 대표적 연구망이다. KOREN은 서울-대전을 40Gbps로, 수원, 대구, 부산, 광주를 2.5Gbps로 중추망을 구축하고 60여개 연구 기관을 지원한다. 최근 KOREN은 기존의 망 기술 연구 중심에서 광대역 통신망(BcN) 정책을 지원하고 기업의 장비 및 서비스 사업을 위한 시험장으로 역할을 재정립 하였다[23].

초고속 연구망 KREONET은 과학기술부의 지원으로 전국의 슈퍼컴퓨터 센터와 국책 연구소들을 연결하는 국가 과학기술 망이다. 현재 전국에 13개 지역망 센터를 연결하는 5~10Gbps의 중추망을 갖추고 200여개의 연구기관들을 연결하여 슈퍼컴퓨팅, 그리드, e-사이언스 등 국가적 연구 개발을 지원한다. 또한 대덕 과학단지의 연구소들을 10Gbps로 연결하는 SuperSIReN을 구축하였으며 최근에 글로리아드에 연결하였다[24].

한국 교육 전산망 KREN은 전국의 주요 대학들을 연결하는 교육망이다. KREN은 회원수 300여개로 교육부가 지원하며 KT의 KORNET이 위탁운영 사업자로 되어 있다[25]. KREN은 다른 연구망과 달리 독립된 중추 망

이 없고 KT의 상용 인터넷 망 KORNET에 각 회원사가 연결 사용한다.

외국 연구망과의 연결은 정보통신정책연구원(KISDI)가 주관하고 있는 APII-testbed와 유라시아 횡단 정보망 TEIN이 있고, 최근에는 KREONET이 참여한 세계 협업연구망 글로리아드 연결망이 있다(그림 2참조).

아태 지역 정보인프라(APII)의 시험망 APII-testbed는 한국과 일본이 중심이 되어 아태 지역 첨단망을 연결하고 공동연구를 촉진하기 위해 1998년 한국과 일본의 연구망을 연결함으로써 시작되었다. 현재 한국에서 일본과 1.2Gbps, 미국과 1.2Gbps, 중국은 310Mbps, 싱가포르는 6Mbps로 연결되어 있다(미국과의 1.2 Gbps 회선은 2005년 6월 종료됨).

앞에서 설명한 TEIN은 APII와 유럽의 GEANT를 연결하는 유라시아 횡단 정보망으로 한국과 프랑스를 연결하고 있다. 국제 협업 연구망 글로리아드 연결은 KREONET이 참여하여 2005년 8월 한국-미국, 한국-중국(홍콩) 구간 10Gbps 망을 개통하였다.

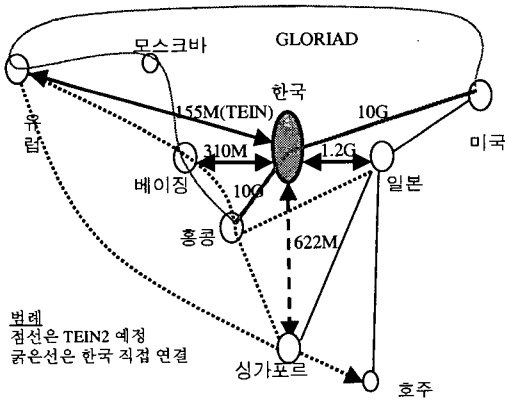


그림 2. 한국의 첨단망 연결 현황

국내 첨단망 관련 연구 활동들을 보면, 망 측정을 비롯한 네트워크 엔지니어링 분야, IPv6 등 인터넷 기술 분야, 그리드 기술 및 HDTV 전송 등 첨단망 응용기술 분야, 원격 수술 및 고에너지 물리학 같은 첨단망을 이용한 과학기술 분야의 연구과제들을 수행하고 있다. 국내 첨단망 관련 연구자들의 모임인 한국 첨단망 협회(ANF)는 기술 교류와 상호 협력을 위해 설립 활동하고 있다.

2. 국내 첨단망 분석 및 개선점

선진국들은 첨단망을 미래 연구와 교육에 가장 중요한 기반구조로 규정하고 대학교와 연구소를 연결하는 10 Gbps 이상의 중추망 구축하여 지원하고 있으며, 외국 연구망과도 초고속으로 연결하여 국제 협업 체제를 갖추고 있다. 여기서 우리는 한국 첨단망의 문제점을 분석해 보았다.

우선 연구망의 구성과 운영 측면에서 살펴보면, KREONET은 전국적으로 고속 광망을 설치하여 많은 연구기관들에게 지원하고 있으며, 글로리아드에 연결하는 등 선진국의 과학기술망과 비슷한 수준의 체계를 갖추었다. 하지만 대학들을 연결하는 첨단망이 없으며, 최근 KOREN이 망기술 개발에서 정통부의 주요 정책(IT839)을 지원하는 시험망의 성격으로 역할을 재정립함에 따라, 망 관련 기술 개발이 위축되고 있다.

대부분의 앞선 연구들이 대학을 중심으로 진행되는 상황에서 첨단 교육망의 부재는 여러 가지 문제점을 파생시킨다. 미국 연구 교육망 애블린의 목표는 망에 연결된 대학교의 모든 컴퓨터에 100Mbps의 대역폭을 제공하는 것이다. 또한 선진국에서는 대학교의 전산센터 또는 망 관련 연구실이 국가의 지원으로 망 운영센터(NOC) 운영과 기술개발을 하고 있다(표 4참조). 대학교가 첨단망 운영에 직접 접하지 못하는 것은 망 기술의 습득, 확산과 기술 인력의 저변확대에 장애 요소이다.

표 4. 선진국의 교육기관 연결망 비교

국가명	미국	중국	일본	한국
연구망 이름	Abilene	CERNET	SINET	KOREN
중추망 대역폭	10Gbps	10Gbps	10Gbps	2.5/40Gbps
외국과의 연결	50Gbps 이상	5Gbps 이하	10Gbps	3Gbps 이하
NOC의 위치	인디애나대학	칭화대학교	미상	KT

망들의 상호 연결 측면에서 보면, 현재 KOREN과 KREONET이 대전 한곳에서 1Gbps로 연결되고 KREONET과는 연결이 없는 등 연동이 매우 낮은 편이다. 이는, 서로 다른 망에 연결된 연구자들 간의 정보교류 및 공동 연구에 장애 요소이다.

외국 첨단 망과의 연결 측면에서 보면, KREONET이

최근 글로리아드에 참여하고 미국 중국과 고속 연결망을 구축한 것을 제외하고는 연결성이 매우 낮은 편이다. 미국 일본과의 연결선을 고속화하고, 중국, 북한, 러시아 등과의 교류 확대에 발맞추어 고속의 연결망 구축 및 공동 연구의 확대가 절실하다.

연구 및 기술개발 측면을 보면, 전자기술연구소(ETRI)에서 IPv6 기술 등 일부 연구 과제를 제외하고는 대부분의 연구가 첨단망 운영 기관들(전산원, KISTI, KISDI)의 지원을 받아서 대학교 연구실을 중심으로 소규모 과제들을 진행하고 있다. 이에 반해 일본은 국책연구소 NICT를 중심으로 첨단망 운용과 기술연구를 위한 많은 연구자가 있고, 중국의 경우 칭화대학이 중국 연구 교육망 CERNET의 망 운용과 함께 기술 개발을 하고 있다.

3. 발전 방안의 제안

미국을 비롯한 선진국들은 첨단망의 구축과 활용이 미래 과학기술 경쟁력을 확보하는 가장 중요한 인프라로 인식하고 대규모 투자를 하고 있으며, 세계의 사이버 고속도로인 국가 간 대륙 간 연결망을 자신들이 유리한 방향으로 구축하기 위해 주도적으로 투자하며 영향력을 행사하고 있다. 여기서 우리는 미래 국가 과학 기술 경쟁력을 좌우할 첨단망의 발전을 위하여 다음과 같은 개선 방안을 제안한다.

첫째, 망 구축 측면에서,

① 전국 대학교의 연구와 교육을 지원하는 명실상부한 초고속 연구 교육망을 구축해야한다(또는 현재의 KOREN을 대폭 확대하여 대학의 교육 연구망 역할도 수행하게 한다).

② 국내 연구망들 상호 연결성을 높인다.

둘째, 해외 연구망과의 연결 측면에서,

① 글로리아드 연결 외에 미국과의 고속 연결선을 재구축해야 한다.

② 일본 및 중국 연결선의 증속 및 러시아, 북한과의 고속 연결선을 구축해야 한다.

셋째, 연구 개발 및 인력 양성 측면에서,

① 인터넷 망 기술을 주도하는 국책 연구소 설립해야 한다(또는 현재의 ETRI의 망 기술 연구 활동을 확대한다).

② 연구 교육망 운영센터(NOC)를 대학교에 설치하고 기술 개발 및 망 기술 인력을 양성해야 한다.

물론, 위의 제안 사항들은 투자의 확대를 필요로 한다. 우리는 초고속 인터넷의 구축이 미래 과학기술과 교육의 핵심 기반시설이라는 사실을 인식하고, 고속도로 항만과 같은 사회 간접자본에 투자 하는 것과 같이 정부가 연구 교육망의 고도화와 기술 개발에 과감히 투자할 것을 제안한다. 한편으로, 교육 기관들도 효과적인 연구와 교육을 위해서 연구 교육망에 대한 투자 우선순위를 높여야 한다.

V. 결론 및 제언

선진국들은 첨단 연구망을 과학 기술 발전의 핵심 기반시설로 규정하고 첨단망 구축과 기술개발에 많은 투자를 하고 있다. 이 논문에서 우리는 세계 주요국가의 연구 교육망과 대륙 연결망의 발전 상황을 종합적으로 조사하고 최근의 초고속 망 기술의 발전과 이를 이용한 과학 연구의 새로운 방향을 살펴보았다. 또한 우리는 한국의 첨단망 현황을 정리하고, 선진국과 비교 분석하고, 이에 근거해 한국 첨단망 활동의 발전 방안을 제시하였다.

한국의 과학기술망(KREONET)은 그 목적에 맞게 선진국 수준의 구축과 활동을 하고 있으나, 다른 부문에서는 여러 문제점이 발견되었다. 대다수의 앞선 연구 개발이 대학교 실험실을 중심으로 수행되는 것을 고려하면 대학교들을 지원하는 첨단망의 부재는 가장 큰 취약점이다. 더구나, 한국의 첨단망 기술 개발을 주도해온 선도 연구망(KOREN)이 최근 역할을 재정립함으로써 첨단망 관련 연구는 더욱 위축될 것으로 예상된다.

이와 같은 분석에 따라 첨단망을 발전시키기 위한 몇 가지 정책 제안을 하였다. 첫째, 대학의 연구와 교육을 지원하는 명실상부한 연구 교육망 구축과 국내 연구망 사이의 효율적인 연동 체계 구축해야 한다. 둘째, 현재의 글로리아드망 연결 외에 주요 선진국과의 연결을 고속화하고 중국과 북한 등 북방 국가와의 고속 연결망을 구축하고 교류를 확대해야 한다. 셋째, 미래 망 기술개발을 위해 망 관련 연구를 활성화하고 망 운영센터(NOC)를

대학교에 설치해야 한다.

첨단 연구 교육망은 국가의 과학 기술 및 교육의 경쟁력 확보를 위한 기반 시설로 인식하고 정부 교육 기관 모두의 과감한 투자가 필요하다. 또한 첨단망에 대한 투자의 효율성을 높이기 위해 미국의 광 철도망 과제와 같이 여러 첨단 망이 망 하부구조(광 회선)를 공동으로 소유하고 운영하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] M. D. Brown, "Blueprint for the Future of High Performance Networking," Communications of ACM, Vol.46, No.11, pp.31-33, 2003.
- [2] <http://www.isoc.org/internet/history/brief.shtml>
- [3] L. G. Roberts, "The Future History of the Internet," Feb. 1999. Proceedings of 1999 Aerospace Conference, Vol.1, pp.17-31, IEEE, March. 1999.
- [4] 홍충선 외, "북미 및 유럽의 Advanced Network 현황", 한국통신학회지, Vol.20, No.10, pp.85-97, 2003.
- [5] 송왕철 외, "아태지역의 선도망 사례 고찰", 한국통신학회지, Vol.20, No.10, pp.98-109, 2003.
- [6] 김병규 외, "Advanced Network의 국내외 전체 동향", 한국통신학회지, Vol.20, No.10, pp.14-23, 2003.
- [7] ANF, Proceedings of 9th Advanced Network Workshop, Seoul, Korea, 2005.
- [8] ANF, Proceedings of 10th Advanced Network Workshop, Daejeon, Korea, 2005.
- [9] T. DeFanti, et. al, "TransLight: A Global-Scale LambdaGrid for E-Science," Communications of ACM, Vol.46, No.11, pp.35-41, 2003.
- [10] S. Cotter, "Abilene Update," Spring 2005 Internet2 Member Meeting, Arlington, VA, 2005.
- [11] D. Montano, "NLR: National LambdaRail Update," Fall 2004 Internet2 Member Meeting, 2004.
- [12] 박용진외, "APAN Status", 한국통신학회지, Vol.20, No.10, pp.24-31, 2003.
- [13] J. Boland, "GEANT and The Future of Pan-European Networking," 18th APAN Meetings, Cairns, Australia, 2004.
- [14] M. Stanton, "CLARA Update," Fall 2004 Internet2 Member Meeting, Austin, Texas, 2004.
- [15] K. Thompson and D. D. Gatchell, "NSF International Research Network Connections (IRNC) Program," NSF IRNC Program Kickoff Meeting, March. 2005.
- [16] 서보현 외, "유럽.아시아(TEIN) 및 아태지역 (APII Testbed) 연구망 발전 방향", 한국통신학회지, Vol.20, No.10, pp.43-49, Oct. 2003.
- [17] G. Cole, "GLORIAD: A Ring Around the Northern Hemisphere for Science and Education connecting North America, Russia, China, Korea and Netherlands with Advanced Network Services," TERENA Networking Conference, Poznan, Poland, June. 2005.
- [18] K. Chon, "Global Networking and Application Issues with Gloriad," Big Gloriad Opening, Seoul, Korea, Sept. 2005.
- [19] 김성운 외, 차세대 광 인터넷 기술 및 보안, 도서출판 그린, 2003.
- [20] http://www.anml.iu.edu/PDF/Lambda_Networking.pdf
- [21] S. Corbato, "Internet2: Next Generation R&E Infrastructure," Spring 2005 Internet2 Member Meeting, 2005.
- [22] H. B. Newman, et. al, "Data-Intensive E-Science Frontier Research," Communications of ACM, Vol.46, No.11, pp.69-75, 2003.
- [23] 정종렬, "광대역 통합연구 개발망(KOREN) 현황 및 발전 방향", Proceedings of 9th Advance Network Workshop, pp.9-27, 2005.
- [24] 이혁로, "KREONET Update Status", Proceedings of 10th Advanced Network Workshop, 2005.
- [25] 교육인적자원부, 2005년 대학 정보 활성화 기본 계획, 2005.

부 록

부록 1. 주요 첨단 망 학회 웹사이트

이름	웹 사이트
ANF	http://www.anf.ne.kr/
APAN	http://apan.net/
Internet2	http://www.internet2.edu/
TERENA	http://www.terena.nl/

부록 2. 주요 연구 교육망 관련 웹사이트

이름	웹 사이트
Abilene	http://abilene.internet2.edu/
APII	http://www.apiic.org/
CANARIE	http://www.canarie.ca/
CERNET	http://www.edu.cn/
CLARA	http://www.redclara.net/
CSTNET	http://www.cstnet.net.cn/
DANTE	http://www.dante.net/
GEANT2	http://www.geant2.net/
GLIF	http://www.glif.is/
GLORIAD	http://www.gloriad.org/
인터넷 협회	http://www.isoc.org/
IRNC	http://www.irnclinks.net/
JGN2	http://www.jgn.nict.go.jp/
KOREN	http://www.koren21.net/
KREONet2	http://www.kreonet2.re.kr/
NLR	http://www.nlr.net/
SINET	http://www.sinet.ad.jp/
StarLight	http://www.startap.net/starlight/
STARTAP	http://www.startap.net/
SURFnet	http://www.surfnet.nl/
TEIN	http://www.transeurasia.org/
TransPAC2	http://www.transpac.org/
TransLight	http://www.startap.net/translight/

저 자 소 개

주 보 국 규(Bok-Gyu Joo)

정회원



- 1977년 : 서울대학교 계산통계학과(학사)
- 1980년 : 한국과학원 전산학과(석사)
- 1990년 : 메릴랜드대학교 전산학과(박사)

- 1990년~1998년 : 삼성전자 중앙연구소
 - 1998년~2000년 : (주)동양시스템즈
 - 2001년~현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
 - 2004년~현재 : 아시아태평양지역 첨단망협회 학술위원회 위원장
- <관심분야> : 인터넷 프로토콜, 모바일 네트워크, 네트워크 보안, 소프트웨어 재사용