

미국의 정보통신기술개발 동향과 전망

The Trends of Technology Development in U.S. Telecommunications

백승재(S. J. Baek) 초고속연구기획실 연구원
 김성연(S. Y. Kim) 초고속연구기획실 선임연구원, 실장
 서연희(Y. H. Seo) 초고속연구기획실 선임연구원

미국의 클린턴 행정부는 풍부한 영상 소프트웨어, 정보통신기술에서의 우위성, 고도의 네트워크를 바탕으로 21세기 정보사회에서의 주도권을 확보하기 위하여 노력하고 있다. 특히 냉전체제의 종식으로 인하여 국방분야에서의 여력이 생긴 연구개발 자원을 민생기술중심으로 전환하고 있으며, 국방분야에서 축적된 기술을 민간으로 확산하는 Spin-off 패러다임이 비판을 받으면서 Spin-on 패러다임을 동시에 구사하는 Dual-use전략을 사용하고 있다. 특히 NII구축을 통하여 다음 세기에서의 국가경쟁력을 강화하고, 국민의 삶의 질을 높이기 위한 노력을 선두적으로 추구하고 있는 상황임을 감안할 때, 미국에서의 정보통신기술정책 및 전략방향을 살펴보는 것은 초고속 기반구축사업을 추진하고 있는 우리 실정에 시사되는 바가 크리라 판단된다. 이를 위해서 미국의 정보통신기술 개발체제와 HPCC(High Performance Computing and Communications) 프로그램의 기술개발 현황을 중심으로 정보통신기술개발 동향을 분석하고 정보통신기술에 대한 장기적인 연구개발 방향을 분석하고자 한다.

I. 과학기술분야에서의 환경 변화

냉전체제의 종식이후 선진국들은 군사기술 중심에서 민간산업기술 중심으로 과학기술정책을 전환하고 있다. 특히 WTO체제 출범으로 시장의 글로벌화가 가속화되어 가히 무한경쟁의 시대가 도래하였다. 미국은 클린턴 행정부 출범 이후 기술이 경제성장의 원동력이라는 인식하에 첨단 기술개발¹⁾에 주력하고 있으며, NII구축을 통하여 정보사회에서의 주도권을 선점하기 위하여 노력을 경주하고 있다.

정보통신기술의 급속한 발전은 네트워크 정보사회로의 급속한 진전을 이루는 원동력이 되고 있다.

미국의 국가경쟁력은 점차 향상되고 있으며(IMD 보고서, 1994), 핵심기술에서의 국가경쟁력²⁾도 회복되어 대부분 우위를 나타내고 있으며(OSTP보고서, 1995), 특히 단기적인 측면에서 미국의 기술우위를 시현하고 있다. 이를 바탕으로 미국은 NII구축을 위한 정보통신기술의 중요성을 증대시킴과 아

1) 예를 들면 HPCC(High Performance Computing and Communications), ATP(Advanced Technology Program), SEMATEC, TEAM

2) 경쟁력이란 자유롭고 공정한 시장조건 하에서 어떤 국가가 한편으로 국민의 실질 수입을 유지, 확대하면서 국제시장에서의 테스트에 합치하도록 상품이나 서비스를 생산하는 능력정도를 일컫으며, 생산수준, 무역, 생산성, 투자 4요소로 측정함.

올려 환경, 보건, 국방에서의 정보통신기술의 응용을 확산하여 궁극적으로는 국가경쟁력을 확보하고 국민들의 삶의 질을 높이기 위한 노력을 가속하고 있는 실정이다.

이에 따라 미국의 과학기술정책방향은 경제성장(economic prosperity) 및 국가 안전보장(national security)의 추구를 과학기술정책 목표로 설정하고, 과학기술정책 기조로는 과학기술에 대한 투자는 미국의 장래에 대한 투자로서 경제성장, 신규 고용의 창출, 신규 산업의 창출 및 생활의 질 향상에 기여하기 위한 것으로 설정하고 국가적으로 과학기술진흥에 노력을 쏟고 있다. 이는 의회에서 2002년까지 향후 7년간 재정적자를 줄이고 균형예산을 이루기 위한 조치의 일환으로 과학기술투자예산의 33%를 삭감³⁾하고자 노력하는 가운데서도 클린턴 행정부의 첨단민간기술개발 우선 전략⁴⁾, 정부의 실패를 피하기 위한 관민공동개발에서의 원칙⁵⁾ 등에서 잘 알 수 있다.

II. 정보통신기술개발의 체계

미국의 정보통신기술개발 추진체계는 과학기술을 담당하는 OSTP, NSTC 및 NSTC산하 9개 위원회 중 하나인 CIC가 주요 역할을 담당하고 있다. 그리

고 HPCC프로그램과 관련하여서는 NCO와 HPCCIT가 그 핵을 이루고 있으며 실질적인 연구개발은 ARPA, NSF, DoE, NASA를 비롯한 연방의 12개 기관⁶⁾이 수행하고 있다. 또한 NII추진과 관련하여서는 IITF가 있으며, 민간기구로는 XIWT가 중추적인 역할을 하고 있으며, 연방정부의 전체적인 추진체계는 (그림 1)과 같다.

OSTP(Office of Science and Technology)는 과학기술이 미래의 국부증진을 위한 요소로 인식하여 국가과학기술정책(Organization and Priorities Act)에 의하여 1976년 대통령 산하에 설치되어 국가과학기술정책에 관한 주요한 의사결정을 하고 있다.

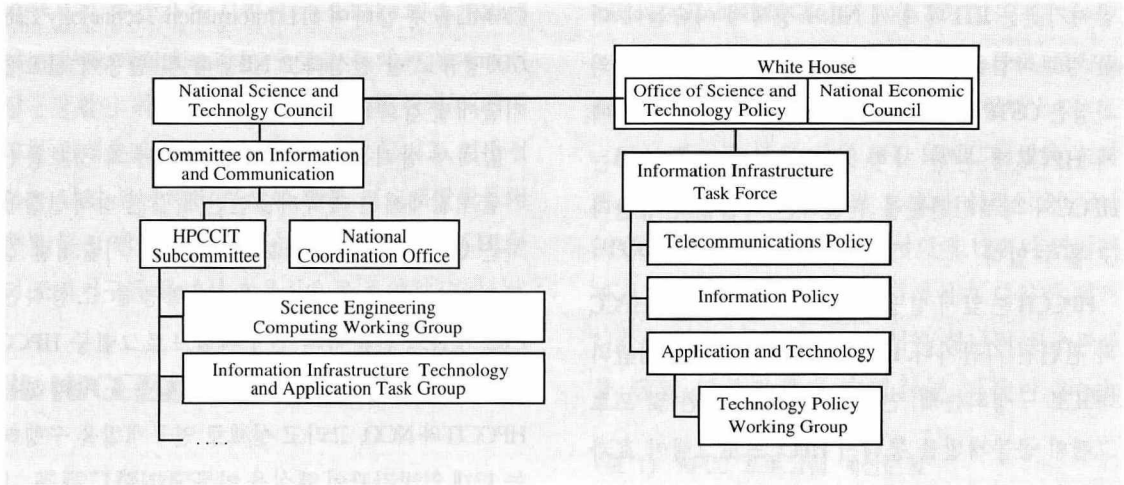
NSTC(National Science & Technology Council)는 이전에 존재하던 FCCSET(연방과학, 공학, 기술조정심의회)가 제 역할을 수행하지 못하였다고 판단하여, 1993. 11. 23. 대통령의 Executive order 12881에 의해 신설된 각료수준의 국가과학기술심의회이다. NSTC는 대통령을 의장으로 하며, 부통령, 과학기술담당 대통령 보좌관, 연방의 각 성청 장관이 구성원이 되며 정보통신, 국가안보, 기초과학 등 9개 분야⁷⁾에 대해서 기술개발전략이나 예산안을 전문적으로 다루기 위한 위원회를 두고 있다. NSTC의 임무는 과학기술 정책의 종합조정이라고 할 수 있는데 좀 더 구체적으로는 대통령이 제시하는 목표에

3) 그러한 조치의 하나로 기술평가 업무를 담당하는 OTA페이지(1996, 예산 삭감), NTIA의 예산 삭감으로 인력감축 위기에 처함

4) ACTS (Advanced Civilian Technology Strategy)의 예

5) 민간의 50%이상 자금 부담, 관민공동연구의 틀이 민간에 의해 주도되고 동시에 기업의 투자와 밀접한 조정이 필요, 경쟁제안에 대하여는 전문가의 평가, 특정기술, 기업군에 정부지원을 집중시키지 않을 것 등이 있다. 우리나라의 경우 1992년 현황을 보면, 개발(61%), 응용연구(26%), 기초연구(13%)

6) ARPA(Advanced Research Projects Agency), NSF(National Science Foundation), DoE(Department of Energy), NASA (National Aeronautics and Space Administration), NIH (National Institutes of Health), NSA(National Security Agency), NIST(National Institute of Standards and Technology), NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration), EPA (Environmental Protection Agency), ED(Department of Education), AHCPR(Agency for Health Care Policy and Research), VA(Department of Veterans Affairs)의 12개 기관임



(그림 1) 미국의 정보통신기술개발 추진체계

출처: *Evolving the High Performance Computing and Communications Initiative to Support the Nation's Information Infrastructure*, National Academy Press, 1995.

과학기술에 관한 정책결정 및 계획이 합치되도록 하며, 연방정부의 정책과 프로그램의 개발 및 실행에 중요한 과학기술적인 이슈들이 고려되도록 하고 과학기술활동의 국제협력을 추진하는 것이다.

CIC(Committee on Information and Communications)는 NSTC가 국가목표 달성을 위하여 과학기술 관련 연구개발전략 및 예산제안을 준비하기 위하여 설치한 9개의 목표지향적인 위원회의 하나로서 정보통신분야의 연구개발에 관한 전반적인 책임을 가지고 있다. CIC는 정보통신기술의 개발과 응용에 관한 연방정부의 연구개발 노력에 대한 전반적인 효과 및 생산성을 향상하기 위해서 NSTC를 보조하

고 조언한다. CIC의 주요임무는 연방정부의 정보통신 연구개발활동에 대하여 연구개발 참여기관간 정책개발 및 조정에 관한 본격적인 메커니즘을 제공하고 역할분담에 관한 국가정책을 설정하는 것이라고 할 수 있다. 이를 통해서 CIC는 연방정부가 수행하는 정보통신연구개발을 효과적으로 계획, 조정될 수 있는 구조가 설정되도록 하여 균형있고 포괄적인 연구개발프로그램이 추진되도록 한다.

NCO(National Coordination Office)⁸⁾는 정보통신분야에서 연방정부가 수행하는 다양한 연구개발 프로그램 중에서 가장 핵심적인 HPCC와 관련된 기관이다. NCO는 HPCC 참여기관간의 역할을 조정하고 의회, 주정부, 외국정부, 산업계, 대학, 그리고 일반에게 창구역할을 한다. 예를들면, NCO와 HPCC

7) Health, Safety and Food R&D, National Security R&D, Civilian Industrial Technology, Fundamental Science, International Science, Engineering, and Technology R&D, Environment and National Resources Research, Education and Training R&D, Transportation R&D, Information and Communication R&D

8) NCO의장은 현재 John C. Toole로 1995년 2월에 임명되었으며 HPCCIT의 의장을 겸하고 있다.

- National Education R&D Network gopher완성 등

2) 1996년 추진목표

'96년도에 BRHR이 추진할 주요 목표를 알아보면 다음과 같다

- Embedded system을 위한 그래픽 프로그램 환경 시연
- 교육적 기술도구와 커리큘럼의 적정성을 결정하기 위한 네트워킹 기술 평가 프로젝트 완료
- 산업과 연구소에 근무하는 박사후 연구자의 박사후 연수 프로그램 주도 등

앞서 설명된 HPCC 구성요소별 개요를 보면 HPCC 프로그램은 고도화된 소프트웨어 및 알고리즘을 개발하는 ASTA를 중심축으로 하여 하드웨어를 개발하는 HPCS 그리고 애플리케이션을 개발하는 IITA가 배치되어 있음을 알 수 있다.

ASTA의 중요성은 1995년에 이루어진 National Research Council(NRC)이 수행한 HPCC프로그램에 대한 검토 작업에서도 찾을 수 있다. NRC는 HPCS에 관련하여 몇 가지 사항을 지적하였다. 첫째로 NRC는 HPCS를 통해서 하드웨어 부분에 많은 발전이 있었음에도 불구하고 실제로 고성능 컴퓨터 시스템의 이용에 병목이 되는 것은 성능수준이 아니라 HPCS가 작동되게끔 하는 고도화된 소프트웨어와 알고리즘이 부족한 상태에 있기 때문이라는 것을 지적한다. 따라서 특별히 연구해야 할 필요성이 있지 않는 한 새로운 HPCS에 대한 연구를 추진하지 말 것을 권고하였으며 상당부분의 예산이 ASTA로 이전되어야 함을 주장하였다. 둘째는 HPCS를 통해서 행해지는 산업체를 위한 상용 하드웨어 개발의 지원을 중단하라는 것이다. 셋째는 Teraflops 컴퓨터의 개발을 연구의 중차점으로 보지 말고 연

구의 방향으로 인식하여야 한다는 점이다.

앞서 NRC의 권고중 첫번째인 ASTA의 중요성은 <표 5>에 나타난 연도별 구성요소 예산에서도 알 수 있다. 1993년 이래 HPCC프로그램 예산중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 구성요소는 앞에서 본 바와 같이 ASTA로 전체 예산의 36% 가량을 차지하고 있다. 그리고 HPCS와 관련된 예산은 점차 줄어가고 있음을 알 수 있다. 또한 미국의 NII구상 발표와 함께 1994년부터 시작된 IITA의 경우는 그 예산이 급속하게 증가하고 있음을 알 수 있다.

<표 5> 연도별 HPCC 구성요소의 예산

(단위: 백만 달러)

구분	HPCS	NREN	ASTA	IITA	BRHR
1993년	205.5	114.4	334.9	-	140.4
1994년	171.2	142.1	352.1	156.0	116.5
1995년	177.9	163.5	351.3	240.0	106.3
1996년	155.7	186.1	390.4	326.9	106.7
계	710.3	606.1	1,428.7	722.9	469.9

* 1993~1995년은 Blue Book, 1996년은 Implementation 자료임

IV. 정보통신부분의 장기 연구개발 방향

NSTC산하의 CIC는 1995년 전략적 실행계획에서 장기적으로 이루어지는 과학기술 투자를 성공적으로 이끌기 위해서는 정부가 기본적인 연구전략들을 확인하고 조정하는 것이 필수적이라는 인식 아래 연방의 모든 과학기술 프로그램이 부응하여야 할 6개의 사회적 목표를 다음과 같이 제시하였다.

- ① 정보통신기술의 이용과 개발(harnessing)
- ② 고용창출과 경제성장
- ③ 국가 안전의 강화
- ④ 과학, 공학, 수학분야의 세계적 리더쉽

⑤ 건강하고 교육받은 시민대중

⑥ 개선된 환경의 질

그리고 이에 부응할 수 있는 6개의 전략분야 (strategic focus area)와 주요 7개 연구개발 활동 분야의 도출을 통해서 장기적으로 연방기관들이 추구하여야 할 연구개발 방향을 설정하였다. 우선 전략 분야는 장기적으로 추구하여야 할 연구분야로서 Global Scale Information Infrastructure Technologies, High Performance/ Scalable Systems, High Confidence Systems, Virtual Environments, User-centered Interfaces & Tools, Human Resources and Education이 설정되었는데 이는 연방이 연구개발투자의 방향을 설정한다. 각각에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

① Global-Scale Information Infrastructure Technologies

이것은 애플리케이션 개발자와 이용자가 이용 가능한 고도화된 Application Building Block과 폭넓게 접근 가능한 정보서비스들로 National Challenges에 요구되는 대규모의 통합되고 분산된 애플리케이션 구축을 위한 네트워크 인터페이스를 제공한다. 예를 들면, Usage Metering 및 Payment 서비스들과 Network-linked Object의 Building Repository를 위한 기술들 그리고 애플리케이션 분할을 위한 Mechanism 들이 포함된다.

② High Performance/Scalable System

High Performance/Scalable System은 통합되고 단절 없는 방식으로 작동되기 위한 High Performance와 Low End 애플리케이션을 제공함으로써 정보통신 위원회가 제안한 모든 기술의 전개폭을 넓힐 것이다. 미래의 S/W, Storage, Computing, Networking 기술이 다양한 이용자와 애플리케이션, 서비스, 커뮤니

케이션 기술에 효과적으로 채용되기 위해서는 넓은 범위의 파라미터에 걸쳐 Scalable해야 한다. High End, Scalable 기술은 매우 높은 계산능력을 요구하는 Grand Challenge와 National Challenge를 위한 고성능 컴퓨팅 기술의 개발을 촉진할 것이다. 그리고 Low End에서는 개인정보처리를 위한 High Capable, Packaged Computing Technology를 촉진할 것이다.

③ High Confidence Systems

높은 신뢰성을 가진 계산과 통신시스템은 편제된 정보기반의 다양한 이용자에게 Availability, Reliability, Integrity, Confidentiality, Privacy를 제공할 것이다.

④ Virtual Environments

원거리 이용자 그룹에게 실시간 그리고 리얼한 방법의 상호작용을 제공함으로써, 가상기업기술 (Virtual enterprise technology)는 진화하는 정보기반의 분산된 환경에서의 기업 리스트럭처링에 기본적인 역할을 수행할 것이다. 이러한 새로운 기술이 발전됨에 따라서 과학과 원격진료에서의 가상환경은 과학적 실험, 교육, 훈련에서 변화의 역할(transforming role)을 수행할 것이다.

⑤ User-Centered Interfaces and Tools

점점 증가하는 다양한 이용자는 기술 개발자들로 하여금 넓은 범위의 애플리케이션에 걸쳐서 컴퓨팅과 커뮤니케이션 기술을 user-friendly하게 만드는 방법을 이해하도록 요구하고 있다. 인터페이스는 육체적 능력, 교육수준, 문화와 관계없이 쉬워야 한다. 인간중심의 정보시스템은 정보기술의 폭넓은 사용과 NII상에서 조직이나 개인적인 활동을 위한 손쉬운 네비게이션, 정보자원의 Mining을 촉진

시킬 것이다. 결과적으로 이는 이용자로 하여금 개인의 욕구를 만족시킬 수 있는 애플리케이션과 서비스 개발을 가능하게 할 것이다.

⑥ Human Resources and Education

정보통신위원회 연구개발 프로그램의 근본적 목표는 과학기술분야의 연구를 선도하고 지식, Skill, 통찰력을 갖춘 사람들 양성하는 것에 있다. 교육 및 훈련위원회와 협력하에서 고도정보기술분야의 연구는 21세기 정보혁명에 참여할 다양한 학생 및 근로자에게 필요한 새로운 교육기술의 기반을 제공할 것이다.

다음으로 7개의 연구개발분야는 전통적인 기술 분야로서 아래와 같이 정리될 수 있다.

① 부품

부품(components)분야의 목표는 다음 세대의 정보처리 능력과 정보기술의 발전에 결정적으로 영향을 끼치는 부품기술을 개발하는 것이다. 부품기술은 정보처리 장치와 통신장비에 있어서 정보처리 디바이스를 제공할 뿐만 아니라 정보장치(information appliances)와 현실세계(그리고 사람)의 상호작용을 가능하게 하고 이를 위한 인터페이스를 제공한다. 이 분야는 CIT 위원회의 NEMI에서 연구하게 되며 컴퓨테이션(computation), 통신, 정보처리 시스템의 기본적인 building block이 포함된다.

② 통신

통신(communications)분야의 목표는 National Challenge, Grand Challenge class application의 고도화된 요구사항을 지원하는데 필요한 통신기반과 기술을 제공하는 것이다. 이 분야는 아날로그 및 디지털 형태로 정보를 교환하는 상호연결된 시스템의

기반, 서비스, 기술을 말한다.

③ 컴퓨팅 시스템

컴퓨팅시스템(computing system) 분야의 목표는 과학, 공학, 산업, 국가 보안 애플리케이션의 광범위한 분야에서 고성능을 제공하고, 낮은 가격으로 원하는 수준의 성능을 제공하는 고도화된 컴퓨터 시스템의 구조를 개발하고 시연하는 것이다. 이 분야는 계산 및 정보처리 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 구조 및 설계에 초점을 둔다.

④ 지원 소프트웨어 및 툴

지원 소프트웨어 및 툴(support software & tools)분야의 목표는 운용관리, 복잡하고 분산된 이종 시스템 사용의 단순화를 위한 신뢰할 수 있는 소프트웨어 개발 및 운용유용과 이식이 가능한 소프트웨어 부품을 생성하는 향상된 방법론과 환경증진, 그리고 소프트웨어 개발 프로세스의 생산성을 증대시키는 새로운 툴과 기술의 개발을 목표로 한다. 이 분야는 소프트웨어 생산, 발전, 유지 프로세스를 개발하고 관리하는 기술(시스템 단계의 서비스를 애플리케이션에 제공하는 애플리케이션 building block)을 포함한다.

⑤ 지능형 시스템

지능형 시스템(intelligent systems)은 지능형 인간의 필요와 요구사항에 민감한 지능형 시스템의 구축을 목표로 하며 인간의 의사 결정과 수행을 돕기 위한 능력을 자동적으로 수행하는 기술이 포함된다.

⑥ 정보관리

정보관리(information management)분야는 대형이며, 복잡하고, 분산된 정보자원에 접근하고 이를 유

<표 6> 전략적 초점분야

연구개발 분야	Global-Scale Information Infrastructure Technology	High Performance/ Scalable Systeme	High Confidence Systeme	Virtual Environment	User-Centered Interfaces and Toll	Human Resources and Education
부품	•	•••	••	••	••	•
통신	•••	••	•••	•••	•••	••
컴퓨터시스템	••	•••	••	•••	•••	••
지원소프트웨어	•••	•••	•••	••	•••	••
지능형 시스템	•••	••	••	•	•••	•••
정보관리	•••	••	••	•••	•••	••
애플리케이션	•••	•••	•••	•••	•••	•••

* R&D활동과 전략적 초점분야와의 관계 [•••: 강한지원, ••: 보통지원, •: 약간지원]

지하기 위한 정보관리기술의 개발 및 시연을 목표로 하며 애플리케이션을 지원하기 위한 정보검색, 데이터 관리, archival storage 기술이 포함된다.

⑦ 애플리케이션

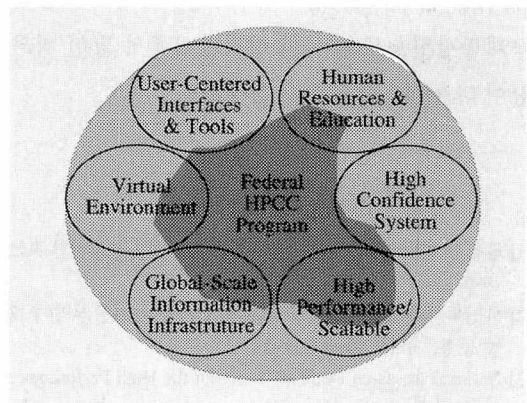
애플리케이션(applications)분야는 컴퓨테이션, 통신, 정보 관련 애플리케이션의 기초를 지원과 애플리케이션(특히, Grand/National Challenge Application) 개발 및 시연을 위한 테스트베드 제공을 목표로 하며 컴퓨테이션, 정보, 통신, 분산처리 등 혁신적인 방법의 정보기술이 주요 관심분야이다.

앞서 설명된 6개의 전략분야와 7개의 연구활동 분야의 관계는 <표 6>과 같이 나타낼 수 있다.

앞서 설명된 6개의 전략분야와 현재 추진되고 있는 HPCC와 관계를 개념적으로 살펴보면 (그림 2)와 같이 나타낼 수 있다.

(그림 2)에서 나타난 바와 같이 현재 HPCC는 High Confidence System과 User-Centered Interface & Tools 등을 비롯하여 개발하여야 할 영역이 아직도 많이 남아 있지만 CIC가 장기적인 연구개발과제로

제안한 전략분야를 상당 부분 지원하고 있는 것이 사실이다. 따라서 CIC는 HPCC를 CIC가 제안한 정보통신기술개발을 위한 장기계획의 제1세대로 보고 있으며 동시에 향후 지속적으로 수행될 정보통신연구개발의 기반으로 생각하고 있다. 또한 HPCC는 전략적 계획에 있어서 정부와 대학 그리고 산업을 조율하는 성공적인 모델로 평가받고 있는 바, CIC는 이를 더욱 확장하여 새로운 전략분야들을



(그림 2) HPCC 프로그램과 전략적 초점분야의 개념적 관계 출처: Foundation for America's Information Future, p. 103, 1995.

식별해 갈 것이다.

V. 맺음말

지금 세계는 이념을 중심으로 한 냉전의 시대는 종결되었으나 각국의 산업은 세계시장에서 더욱 더 치열한 경쟁에 휩싸이고 있다. 또한 WTO체제의 출범은 국가가 치열한 국제경쟁에서 자국의 산업을 지원하기 위한 각종 보조행위를 제한하고 있다. 한편 정보통신 분야를 보면 1980년대 중반부터 미국과 영국을 시발로 시작된 경쟁체제 도입은 이미 전 세계로 확산되어가고 있으며 1990년대 후반에는 국내시장의 완전한 대외개방이 예상되어 이의 대비를 위해서 각국은 자국의 기술력 향상을 위한 연구개발에 더욱 심혈을 기울이지 않을 수 없는 상황에 있다. 이러한 상황을 감안할 때 미국이 백악관의 OSPT를 중심으로 연방의 12개 주요기관의 공동 참여로 1992년부터 지난 5년간 HPCC계획을 착실히 수행하였다는 점은 이러한 상황을 대비하여 얼마만큼 치밀하게 준비하였는가를 알 수 있게 한다. 그리고 이러한 노력은 NSTC의 CIC가 장기적인 연구개발방향으로 제시한 전략분야에서 밝힌 바와 같이 더욱 확대될 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 권용수, 미국의 과학기술 체제와 정책, 과학기술정책연구소, 1995.
- [2] 서연희, 백승재, 김성연, "NII구축을 위한 정보통신 연구개발 동향," 주간기술동향, 741호
- [3] National Research Council, Evolving the High Performance Computing and Communications Initiative to Support the Nation's Information Infrastructure, 1995.
- [4] CIC/NSTC, HPCC: Foundation for America's Information Future, 1994.

- [5] CIC/NSTC, HPCC, Technology for the NII, 1994.
- [6] IITF, NII Progress Report, Sep. 1993. - 1994.
- [7] NCO, America in the Age of Information, March 10. 1995.
- [8] NCO, Information Infrastructure Technology and Applications, Feb. 1994.
- [9] NCO, HPCC Program Successes, Jun. 1994.
- [10] OECD, Communications Outlook, 1995.
- [11] OECD, Science and Technology Policy: Review and Outlook, 1994.
- [12] OSTP, HPCC: Toward a National Information Infrastructure, Jun. 1994.
- [13] OSTP, National Critical Technologies Report, Mar. 1995.
- [14] OSTP, National Security Science and Technology Strategy, Sep. 1995.
- [15] White House, Technology for Economic Growth: President's Progress Report, Nov. 1993.
- [16] OSTP, HPCC FY 1996 Implementation Plan, Apr. 1995.