

정보통신 기술로드맵 사례와 기술기획에서의 활용방안

엄기용^{*1)} · 최민석^{**} · 어운봉^{*} · 유영신^{**} · 이병남^{***}

〈 목 차 〉

1. 서 론
2. 기술로드맵의 개념 및 활용사례
3. 정보통신 기술기획과 기술로드맵
4. 기술로드맵을 활용한 정보통신 기술기획의 개선방안
5. 기술로드맵 작성 시 유용한 지침
6. 결 론

Summary: This paper addresses the issue of increasing the effectiveness of national IT R&D planning through the adoption of the technology roadmapping process. As a needs-driven technology planning tool, technology roadmapping can help identify and select technology alternatives to meet a set of market needs. Thus, it allows increasingly limited R&D investments to be used more efficiently. From this point of view, the Ministry of Information and Communication is considering introducing technology roadmapping to support its annual technology planning activity. In this contribution we explain why and how the IT technology roadmap was developed and suggest some useful guidelines to technology roadmapping, on the basis of literature review, case survey and our experience, for organizations due to employ the roadmapping process in the future.

키워드: 기술로드맵, 기술기획, 정보통신, 기술예측, 기술평가

* 한국전자통신연구원(ETRI) 기술정책연구팀 선임연구원

** 한국전자통신연구원(ETRI) 기술정책연구팀 연구원

*** 한국전자통신연구원(ETRI) 기술정책연구팀 팀장

1) 이 논문은 한국과학재단의 해외 Post-doc. 연수지원에 의하여 연구되었음.

1. 서론

최근 우리나라의 정부, 산업계 및 과학기술계에는 기술로드맵 (technology roadmap)이 유행처럼 확산되고 있다. 산업자원부는 한국산업기술평가원 (ITEP)의 주관으로 2000년 9월부터 2001년 8월까지 로봇, 무선통신기기, 단백질제품, 전지, 광섬유, 디지털가전 등 6개 분야를 중심으로 산업기술로드맵 (industrial technology roadmap)을 작성하였으며, 현재의료공학 등 새로운 6개 분야에 대해 기술로드맵을 작성하고 있다(산업자원부, 2001). 과학기술부는 한국과학기술기획평가원 (KISTEP)이 주축이 되어 2002년 3월부터 농림·수산·식품, 전자, 수송, 통신, 에너지·환경, 제약·보건의료, 건설, 문화·엔터테인먼트, 소재, 사업서비스 등 10개 분야에 대한 국가기술지도 (national technology roadmap)를 작성하고 있다 (과학기술부, 2002). 그리고, 정보통신부는 한국전자통신연구원 (ETRI)이 중심이 되어 정보통신 9대 기술분야(광인터넷, 무선통신, 디지털방송, S/W·컨텐츠, 컴퓨터, 정보가전, 정보보호, 원천기초 및 핵심부품)를 대상으로 2001년 11월부터 기술로드맵을 작성하고 있다. 산업계의 대표적인 사례로는 디스플레이 분야의 업체 및 학계 전문가로 구성된 '디스플레이 산업 발전전략위원회'의 기술로드맵이 있다. 국내 최초의 민간 주도로 이루어진 동 위원회는 2002년 5월초부터 디스플레이산업의 장기발전 비전 수립, 국내외 산업현황 및 구조 분석 등 산업기반의 재정비를 위한 전략을 도출하고, LCD, PDP, 유기EL 등 디스플레이 기술발전 로드맵을 작성하고 있다 (전자신문, 2002).

이러한 기술로드맵의 확산은 국제화와 기술경제적인 논리에 의해 촉진되고 있다. 국제화의 영향으로 국가간 또는 기업간 경쟁이 가속화되면서 기술경쟁력의 확보가 모든 혁신주체들의 최우선 당면과제가 되었다. 자원의 제약으로 인해 그 어느 나라도 모든 과학기술 분야에서 앞서 나갈 수 없게 됨에 따라, 각국은 한정된 자원의 효율적 사용을 위해 미래 경제적 잠재력이 큰 유망한 신기술 분야를 선별하여 집중적으로 육성하는 전략을 추구하고 있다. 이때 기술로드맵은 미래 상황에 대한 전망을 기반으로, 미래 수요를 충족시키기 위해 국가, 산업 또는 기업이 개발해야 할 기술대안이나 전략적 연구분야를 찾는 데 유용한 기술기획 방법론이다. 기술로드맵의 성과는 단순히 기술대안 사이의 우선순위를 제공하는 것에 국한되지 않고, 미래 시장 및 수요의 예측과 필요기술의 탐색 과정에서 참가자간 의사소통과 파트너십 구축을 촉진함으로써 혁신주체들 사이에 지식과 기술의 공유를 유도하고 미래 모습에 대한 공통된 궤의를 형성할 수 있도록 도와주어, 정부, 대학 및 산업계 사이에, 또는 기업 내 관련 부서 사이에 일관되고 조화로운 기술개발을 가능하게 해준다 (Garcia & Bray, 1997;

Industry Canada, 2000).

그러나, 이러한 장점에도 불구하고, 그 동안 우리나라 정부 및 산업계에서의 기술로드맵 활용도는 높은 편이 아니었다. 그것은 기술로드맵 이론에 대한 지식과 관련 실행경험의 공유 부족에 기인한다. 따라서, 본 고에서는 기존 기술로드맵 이론과 국내·외 작성사례들을 체계적으로 분석하고, 2002년 정보통신 기술로드맵 작성사례를 소개하며, 지금까지의 기술로드맵 지식과 경험이 주는 시사점을 제시함으로써, 향후 우리나라에서의 기술로드맵 확산 및 활용 증대에 기여하고자 한다.

본 고의 구성은 다음과 같다. 우선 제2장에서는 기술로드맵의 개념을 비판적으로 살펴보고, 국내·외 기술로드맵 활용사례를 분석한다. 제3장에서는 대표적인 정보통신 기술기획사업인 '정보통신 기술개발 중장기계획'을 소개하고, 개선방향을 모색한다. 제4장에서는 2002년도에 수행된 정보통신 기술로드맵 작성 사례를 간략히 살펴본다. 그리고, 제5장에서는 기술로드맵이 정보통신 기술기획 과정에 제공할 수 있는 기여점을 찾아보며, 향후 유사한 기술로드맵의 작성 시에 도움이 될 만한 지침을 제시한다.

2. 기술로드맵의 개념 및 활용사례

2.1 기술로드맵의 개념

본 절에서는 기술로드맵²⁾의 개념과 특징, 작성절차 및 한계점을 개략적으로 살펴보고자 한다. 먼저 기술로드맵핑(technology roadmapping)은 시장의 니즈(Needs)에 기초를 두고 있는 일종의 기술기획 프로세스로서, 시장이나 제품의 요구사항을 충족시키기 위해 필요한 기술적 대안들을 규명, 선택 및 개발할 수 있도록 도와주며, 미래에 요구되는 성능목표(performance target)와 이의 달성을 위해 필요한 연구개발활동이나 기술대안을 시간을 기준으로 표현한다(Garcia & Bray, 1997). 이 과정을 거쳐 산출된 문서화된 결과물이 기술로드맵(technology roadmap)이며³⁾, 선정된 목표를 달성하는 데 가장 효과적인 기술개발 경로를 보여준다.

2) 기술로드맵의 유형은 산업차원의 로드맵과 기업차원의 로드맵으로 구분할 수 있는데, 본 고에서는 기술로드맵을 산업차원의 로드맵으로 한정하고자 한다.

3) 일반적으로 기술로드맵은 기술발전 전망을 객관적으로 바라보는 단계와, 이를 통해 개발할 기술을 선택하는 단계로 구성된다. 이때 전자는 기술맵이라고 칭하는데, 향후 기술발전에 대한 예측활동과 동일시 할 수 있다. 반면에 후자는 기술선택 과정이라 칭할 수 있다. 그리고 기술로드맵을 구성하는 기본적인 요소로는, 1) 시간 개념을 포함하는 차트, 2) 다수의 계층, 3) 시장 및 기술에 대한 관점, 그리고 4) 시간에 따른 진화 및 예측 등이 있다(Phaal et al., 2001).

2.1.1 기술로드맵이 기술개발계획 수립에 기여하는 점

기술로드맵은 다음과 같은 특징으로 인해 기술개발계획 수립에 많은 기여를 할 수 있다. 첫째, 수요 중심 (demand-pull)의 기술기획 과정이다. 기술로드맵은 시장의 요구사항을 도출하는 것에서부터 출발한다는 점에서 기술 중심 (technology-push)의 기획활동과 구별된다. 개발한 기술의 상업적 성공가능성을 기획과정의 초기단계부터 미리 검토하므로 개발된 기술의 활용도가 매우 높다. 또한, 시장의 요구를 기초로 작성하기 때문에 기술개발의 목적이 보다 명확해진다는 장점을 지니고 있다. 이와 더불어 향후 요구되는 시장의 상황과 현재 이용 가능한 기술대안들 사이의 격차를 분명히 보여줌으로써 기술개발 주체들 사이에 자발적인 경쟁을 촉진하여 기술개발 속도를 증가시킬 수도 있다.

둘째, 기술로드맵 작성과정은 사실적인 자료에 근거한 합의형성(Consensus Building)의 과정이다. 기술로드맵의 작성에는 보통 1년 이상의 긴 작업기간과 다수의 참가자들 간 협조가 필요하기 때문에 원활한 의사소통이 중요하며, 이를 위해서는 되도록 객관적인 자료의 이용과 의사결정 원칙의 선결이 필요하다. 더구나 5년 이상의 향후 시장 및 기술의 변화추이를 예측함에 있어 모든 참가자들의 합의를 이끌어내기 위해서는 타당성을 가진 객관적인 근거가 절대적으로 요구된다. 비록 객관적 자료의 부족문제를 극복하고, 미래에 대한 선구자적 안목을 반영하기 위해 객관적 사실보다는 전문가의 통찰력과 직감에 많이 의존해야 한다는 주장이 제기될 수도 있으나, 기술로드맵의 기본 원칙은 모두가 공감할 수 있는 미래에 대한 전망을 도출하기 위해서는 판단근거의 객관성이 전제되어야 한다는 것이다. 이렇게 객관적인 자료와 사실에 근거하여 기술로드맵이 작성되므로, 참가자 공통의 합의를 이끌어낼 수 있고, 모두가 일관된 목적과 방향성을 가지고 기술개발을 수행할 수 있으며, 산·학·연 참가자집단 간 조화로운 기술개발을 통해 시너지효과를 창출할 수 있다.

셋째, 기술로드맵은 가장 효과적인 대안을 선택하는 것 못지 않게, 다른 가능한 모든 접근 방법을 찾고 고려하는 데에도 의의를 부여한다. 다시 말해서, 기술로드맵은 개발해야 할 구체적인 기술의 선택과정일 뿐만 아니라, 설정된 개발목표⁴⁾를 달성하는 데 이용 가능한 모든 수단을 살펴보는 과정이기도 하다. 특히, 최근과 같이 기술의 혁신주기가 빠르고 다수의 신기술이 동시에 등장하는 환경에서는, 개발할 기술을 고정하기보다 개발목표를 정한 후 주기적인 연동계획 (rolling plan)의 수립을 통해 기술개발의 방향을 조정하는 것이 바람직한데, 기술로드맵은 이러한 목적에 적합한 기술기획방법이다.

4) 여기서의 개발목표는 시장 수요의 관점에서 본 기술적 요구사항(또는 성능목표)을 의미한다.

2.1.2 기술로드맵 작성단계

기술로드맵의 작성절차는 일반적으로 세 단계로 나눌 수 있다. 첫째, 공감대 형성의 단계로서, 기술로드맵 작성을 본격적으로 시작하기 전에 참가자들 사이에 기술로드맵의 필요성을 공유한다. 이때 작성하고자 하는 기술로드맵의 목적과 범위를 명확하게 결정해야 하며, 향후 작업에 필요한 모든 결정사항들도 구체적으로 명시하는 것이 바람직하다.

둘째, 기술로드맵을 실제로 작성하는 단계로서, 시장의 요구사항을 기술적 요구사항으로 전환시키고, 이의 충족을 위해 필요한 기술적 대안이나 기술확보방안을 검토한다. 그런데, 이 과정이 보통 다수의 전문가들이 참가하는 그룹토의의 형태로 운영되기 때문에 참가자들 사이의 원활한 의사소통과 합의도출을 위해서는 효과적인 의사소통 원칙이 필요하다.

셋째, 기술로드맵을 작성한 후에 할 일들로서, 기술로드맵에 포함된 내용에 대해 그룹토의에 참가하지 않은 외부 전문가들의 의견이나 비판을 개진하고, 일반인들을 대상으로 이를 공표하며, 구체적인 향후 실행계획을 준비하는 과정이 필요하다 (DOE, 2000; Garcia & Bray, 1997).

2.1.3 기술로드맵의 한계점

한편 기술로드맵은 위에서 제시한 장점뿐만 아니라 다음과 같은 근본적인 한계점도 함께 지니고 있다. 첫째, 작성과정의 비효율성으로 인해 기술로드맵은 적용범위가 제한될 수 있다. 기술로드맵은 장기간의 작성과정⁵⁾, 많은 사전 준비작업, 인내심이 요구되는 합의도출과정 등을 필요로 하기 때문에 그 성과가 대규모의 투입량에 비해 비효율적일 수 있다. 즉, 일정 수준 이상의 시간적 및 경제적 자원⁶⁾을 필요로 하는 기술로드맵은 투입되는 자원의 양에 대해 로그함수 형태로 증가할 가능성이 큰 결과 때문에 확실한 효과가 기대되는 분야가 아니면 적용하기 힘들다. 따라서, 기술로드맵은 단기간 내에 의사결정을 내려야 하는 경우보다 장기 또는 대형 기술개발 기획에 적합하며, 여기에서도 적용범위는 가급적이면 구체적이고 좁게 한정하는 것이 바람직하다.

둘째, 기술로드맵은 미래상황에 대한 가정에 기초하여 작성되기 때문에 결과에 대해 관련 전문가들 사이에 의견의 대립이 있을 수 있다. 미래에 대한 예측이나 전망에 기반 하는 모든 의사결정방법론에는 이와 같은 위험이 항상 존재하지만, 더욱 복잡하고 불확실한 미래 시장에서의 요구에 기반 하는 기술로드맵의 경우, 그 결과의 타당성에 더 많은 의문이 제기

5) 기술로드맵이 기술기획 도구로서 보편화되는 데 걸림돌이 되고 있다.

6) 전문가 동원, 합의 도출, 필요한 자료의 수집, 모임을 위한 물류 지원 등에 많은 시간과 자원을 필요로 한다.

될 수 있다. 시장의 요구사항은 소비자에 의해 끊임없이 변화함을 인식하고 있기 때문에 기술로드맵은 시장상황 변화에 따른 재고의 여지를 언제나 내포하고 있다. 이러한 불확실한 시장의 요구가 기술로드맵의 적용범위를 제한하기도 한다. 미국 반도체산업협회 (SIA)나 캐나다 산업부 (Industry Canada)의 사례에서 보듯이, 기술로드맵은 주로 제조업 분야에서 많이 활용되고 있다. 특히, 제조업 중에서도 알루미늄산업이나 반도체산업 등과 같이 제조 공정 기술이 중요한 분야를 주요 대상으로 하고 있는데, 이것은 이들 분야가 일반 소비자들을 대상으로 하는 산업보다 시장의 요구사항을 이해하고 예측하는 것에서 상대적으로 더 쉽기 때문이다.

2.2 국내·외 기술로드맵 활용사례

기술로드맵은 아래의 <표 1>에 나타난 바와 같이 작성대상에 따라 1) 제품기술 (product technology) 로드맵, 2) 유망기술 (emerging technology) 로드맵, 그리고 3) 이슈관련 (issue-oriented) 로드맵 등으로 나눌 수 있으며, 다시 작성주체에 따라 각각 1) 정부주도 (government-led) 로드맵, 2) 산업주도 (industry-led) 로드맵, 3) 기업주도 (company-led) 로드맵으로 구분할 수 있다 (Garcia & Bray, 1997). 본 절에서는 정부주도로 작성된 기술로드맵 중심으로 사례를 살펴보고자 한다.

<표 1> 기술로드맵의 유형별 적용범위

구분	유형	적용범위	대표사례
작성 대상별 구분	제품기술 로드맵	제품·공정에 대한 수요를 바탕으로 작성되며, 기술적 기회와 위협을 확인하고 분석함	일반적으로 이용되는 각종 로드맵
	유망기술 로드맵	제품에 대한 현황 및 특성을 제시하기보다는 유망 기술(Emerging Technology)의 개발 및 확보 전략에 초점을 둠	모토로라의 기술로드맵
	이슈관련 로드맵	특정 이슈와 관련한 프로젝트 기획 및 예산배분에 초점을 두고 작성됨	미국 에너지부의 환경복원/쓰레기관리 로드맵
작성 주체별 구분	정부주도 로드맵	기술로드맵 작성의 기획부터 실행단계에 이르기까지 정부주도로 이루어지며, 관련 이해당사자집단이 효과적인 의사결정을 할 수 있도록 비전을 제공하기도 함	캐나다 산업부의 8대 분야 로드맵과 미국의 제조 기술 4대 분야 로드맵
	산업주도 로드맵	일반적으로 개별기업이 감당하기 어려운 위협을 감소시키기 위해 산업협회나 기업컨소시엄 등을 통해 작성하며, 시장에서의 공존을 목적으로 함	미국 반도체협회의 반도체 기술 로드맵과 전력연구소의 전력기술 로드맵
	기업주도 로드맵	기업간 경쟁에서 우위를 확보할 목적으로 개별기업이 추진하며, 자사의 목표와 우선순위에 초점을 두고 작성함	필립스, 루스텍테크놀로지 등의 로드맵

2.2.1 해외사례

정부주도 로드맵의 대표적인 사례로는 캐나다 산업부 (Industry Canada)의 8대 분야 로드맵을 들 수 있다⁷⁾. 캐나다 정부는 산업계, 학계, 연구소 및 정부부처를 대표하는 분야별 전문가를 선정하여, 전략적 연구개발계획의 수립을 추진하고자 하였다. 따라서, 정부가 주도적으로 산업계에 기술로드맵 개념을 소개하였음은 물론, 산업계 최고경영진의 적극적인 참여를 유도하였다. 그러나, 실제 기술로드맵 작성에 있어서는 산업계가 주도하게 함으로써 기술 중심이 아닌, 산업별 특성이 반영된 시장 중심의 전략이 되도록 하였다.

이와 유사하게, 미국 에너지부의 산업기술국 (Office of Industrial Technologies)에서도 에너지 집약적이고 환경과 밀접하게 관련된 9대 산업을 중심으로 기술로드맵을 작성한 바 있다⁸⁾. 이 작업에서도 산업계의 적극적인 참여를 유도하고 최종수요자의 니즈를 반영하기 위해 정부는 중립적인 위치에서 전체 일정을 추진하였다.

이 밖에도 미국 IMTI (Integrated Manufacturing Technology Initiative)가 5개 정부부처의 지원 하에 7개 컨설팅회사와 공동으로 작성한 제조기술 4대 분야 기술로드맵이 있다⁹⁾(IMTI, 2000). 이 기술로드맵 작업에는 150여 개 조직에서 300명 이상의 전문가가 참가하였으며, 매년 분기별로 제조업 분야의 전문가를 대상으로 한 워크숍을 개최하고, 워크숍 결과를 바탕으로 기술로드맵을 수정 및 보완하였다. 특히, 다른 기술로드맵과는 달리, 목표로 부터 비전, 핵심사업 및 당면과제를 도출하는 등, 차별화 된 방법론을 적용하였다.

2.2.2 국내 사례

국내의 경우, 먼저 한국전자통신연구원이 1995년 「2015 정보통신 비전 및 기술발전계획」을 수립하면서, 정보통신 서비스 발전전망, 네트워크 진화전망, 단말 및 어플리케이션이 연계된 기술로드맵을 작성한 바 있다. 이 기술로드맵은 국내 정보통신분야 최초의 로드맵으로서 정부 및 산·학·연 기술개발 주체들 사이에서 널리 회람되었으며, 인력 양성 및 기술 기획 역량의 향상에 기여한 것으로 평가되고 있다. 그 후로 정보통신부는 1997년에 IMT-2000 및 이동 멀티미디어 서비스에 대한 서비스-기술연계도를 작성하였고, 1998년에는 CDMA 경쟁력 강화, 인터넷 활성화, 교육 정보화, 산업 정보화, 산업기반 강화 등 5대 분

7) 8대 분야는 항공설계, 제조 및 정비, 임업, 목재판널, 지구과학가상기술, 전력, 판매 및 부가가치 목재제품, 의료영상, 그리고 금속주조이다.

(http://strategis.ic.gc.ca/sc_indps/trm/engdoc/homepage.html 참조).

8) 9대 산업은 농업, 알루미늄, 화학, 임업, 유리, 주조, 광업, 석유, 그리고 철강이다.

(<http://www.oit.doe.gov/tools.shtml> 참조).

9) 제조기술 4대 분야는 정보시스템, 모델링 및 시뮬레이션, 제조 공정 및 장비, 그리고 기업통합이다.

야의 기술로드맵을 작성하여 선도기반연구개발사업의 신규과제 기획 등에 활용하였다.

산업자원부는 2001년에 단백질제품, 무선통신기기, 로봇, 디지털가전, 전지, 광섬유 등 6대 기술분야를 대상으로 산업기술로드맵을 작성하였다(산업자원부, 2001b). 분야별로 기술개발 가이드라인을 제시하고자 시도된 이 사업은, 현행 기술개발 프로그램의 취약한 부분을 전략적으로 보완하는 데 중점을 두고 시행되었으며, 2002년에는 2차 작업으로 의료공학, 컴퓨터기술, 추진장치, 생리활성정밀화학, 멀티미디어, 선박 등 6대 분야에 대한 기술로드맵을 작성하였다. 산업자원부의 기술로드맵 작성절차 및 내용을 간략히 살펴보면, 우선 산학연 전문가로 구성된 6대 분야별 위원회에서 산업 비전을 도출하고, 향후 시장의 발전방향과 세부 요소기술별 기술발전방향을 전망하였다(산업자원부, 2001a). 또한 분야별 및 세부 요소기술별 이미지 시나리오를 작성하여 미래 발전모습을 구체적으로 기술하였다. 기술로드맵은 각 요소기술에 대해 작성되었는데, 연도별 성능발전 목표와 함께 기술적 우선순위, 실현가능성, 기술개발계획(순수연구, 상용화개발, 표준화 및 아웃소싱) 등을 포함시킴으로써 연구개발계획을 보다 구체화시켰다. 뿐만 아니라, 기술 포트폴리오 개념을 도입하여 기술적 중요도, 기술적 성숙도 및 상대적 경쟁지위를 고려함으로써 연구개발이 필요한 세부 기술을 도출하였으며, 기술개발계획의 수립 시 근거로 이용할 수 있도록 하였다.

최근 과학기술부도 2002년 3월부터 10대 산업을 대상으로 국가기술지도 작성을 추진하였다¹⁰⁾(과학기술부, 2002a, 2002b). 이 작업에서는 향후 10년까지의 산업별 발전전망 및 기술동향 분석에 기하여 핵심기술/니즈 또는 기능을 도출하고, 과학기술에 관한 국가 차원의 비전을 산업분야별로 제시하였다. 기술지도 작성은 크게 두 단계로 이루어졌다. 우선 제1단계는 기술지도 작성대상인 핵심기술을 선정하기 위한 단계로서, 국내·외 산업 및 기술발전 전망분석, 산업분야별 국가경쟁력 확보를 위한 10년 후의 비전 도출, 향후 사회경제적 파급효과가 큰 전략분야 선택 및 각 분야별로 전략적으로 연구개발할 제품/니즈 또는 기능 도출, 전략제품/니즈 또는 기능의 개발에 필요한 기술의 정리 및 기술지도 작성대상 핵심기술 선정 등을 수행하였다. 제2단계는 실제로 기술지도를 작성하는 단계로서, 기술지도 작성대상인 핵심기술 선정결과를 국가 기술개발전략과 제품의 핵심시스템에 대한 구성요소 및 조건 측면에서 검토함으로써 주요 기술영역을 도출하고, 핵심기술별로 기술지도를 작성하였다. 이 기술지도에는 기술의 특성, 기술의 실현시기, 기술개발의 최첨단 동향 및 기술의 발전전망, 우리나라의 기술수준, 기술대안 및 SWOT 분석 등이 포함되었으며, 포괄적인 수준의 로드맵을 작성하였다¹¹⁾.

10) 10대 산업은 농수산 및 식품, 전자, 수송, 에너지·환경, 제약·보건의료, 건설, 문화·엔터테인먼트, 소재, 방송·통신, 그리고 사업서비스업이다.

11) 세부 로드맵 및 구체적인 실행계획은 개발자가 작성하기로 하였다.

이외에 기초기술연구회는 2001년에 보건·의료 분야에서 5대 기술목표 영역¹²⁾을 대상으로 생명공학 전문가 70여 명을 동원하여 기술로드맵을 작성하였다. 이 작업에서는 기술영역 별로 목표 달성에 요구되는 기술의 흐름도 작성과 미래 핵심기술의 국내 수준을 분석·제시하는 데 주력하였다.

3. 정보통신 기술기획과 기술로드맵

본 장에서는 정보통신 기술로드맵 작성의 배경과 필요성을 2001년 하반기에 수립된 「정보통신 기술개발 중장기계획 (2003~2007)」의 추진현황 및 한계점을 중심으로 살펴보고, 2002년 정보통신 기술로드맵의 작성절차와 특징을 소개하고자 한다.

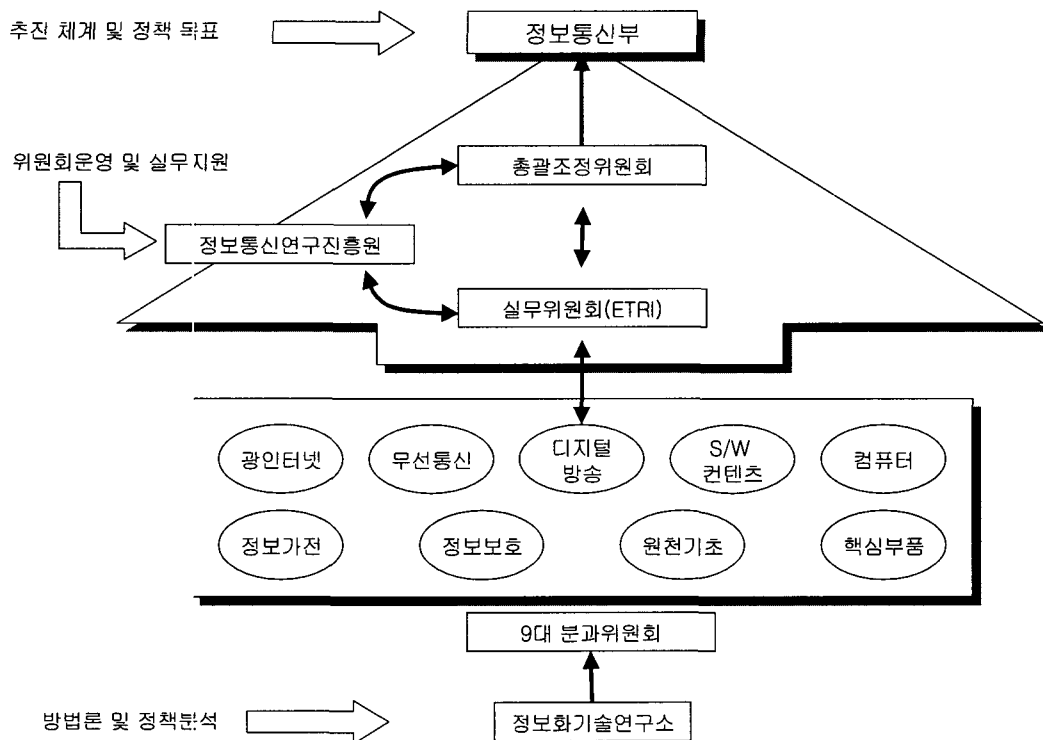
3.1 정보통신 기술개발 중장기계획의 추진현황

정보통신 기술개발 중장기계획을 수립하는 이유는 정보통신분야의 정책변화, 기술전망, 산업동향을 파악하고, 비전, 중점 기술분야 및 추진체계, 인력 및 재원, 추진전략 등을 분석하여 기술개발 중장기계획을 수립함으로써 기술개발정책의 일관성 및 계획성을 확보할 수 있기 때문이다. 「정보통신 기술개발 중장기 (2003~2007)계획」은 「정보통신 기술개발 5개년 계획 (2000~2004)」과 2001년도 「연동계획 (rolling plan)」, 그리고 「정보통신 기술개발 중기계획 (2002~2004)(시안)」을 근간으로 수립되었다.

이러한 중장기계획 수립의 추진주체를 살펴보면, 중장기계획 수립의 추진체계와 정책목표를 담당하는 정보통신부, 중장기계획 비전 및 전략연구, 방법론, 파급효과 분석 등을 담당하는 한국전자통신연구원 (ETRI), 그리고 관련 위원회 운영, 기술개발 평가 등을 담당하는 정보통신연구진흥원 (ITA) 등으로 구성되어 있다. 정보통신 기술개발 중장기계획 수립을 위한 추진체계는 <그림 1>과 같다.

추진주체별 역할을 살펴보면, 총괄조정위원회에서는 실무위원회/분과위원회에서 된 중장기계획 시안을 검토하고 조정하며, 실무위원회에서는 중장기계획의 수립방향, 세부추진계획, 재원계획 그리고 개발주체 검토 및 중장기계획을 작성한다. 분과위원회에서는 기술분야별 중장기계획을 수립하고, 수정·보완하는 역할을 담당한다.

12) 유전체학 (genomics), 단백질체학 (proteomics), 대사체학 (metabolomics), 생물정보학 (bioinformatics) 및 세포체학 (cellomics)(http://www.krcf.re.kr/html/mirae_2.htm 참조).



<그림 1> 정보통신 기술개발 중장기계획 수립을 위한 추진체계

기술개발계획의 수립에 있어서 가장 먼저 고려하여야 할 것은 기술개발정책이 추구하는 국가의 비전과 이러한 비전을 달성하기 위한 기술개발정책 목표를 도출하는 것이다. 중장기 기술개발계획의 수립과 관련된 비전은 장기적으로 우리나라가 지향하는 국가 모습을 달성하기 위해 정보통신 분야에서 최대한 기여할 수 있는 바를 고려하여 도출하였으며, 기술개발정책 목표는 중장기적인 차원에서 구체적으로 성취할 수 있는 기술적인 목표를 정성적 및 정량적 차원에서 도출하였다.

기술정책의 비전은 “창조적 지식정보대국 e-Korea 건설”로 설정하였는데, 이것은 고도의 지식정보기반과 첨단 기술력을 바탕으로 정보통신산업이 국가의 핵심산업을 형성할 뿐만 아니라 세계시장에서도 경쟁우위를 확보하는 국가를 지향하는 것을 의미한다.

따라서, 기술정책의 비전에서는 국가 정보화의 완성과 세계적 정보통신산업 대국의 건설을 강조하였다. 그리고, 기술개발의 정책목표는 “핵심기술 개발을 통한 산업육성”으로 설정하여, 국가 전반의 정보화 완성을 위한 초고속 디지털화 실현, 지식정보 유통의 안전기반 구

축, 세계적 정보통신산업의 육성, 그리고 정보통신 핵심기술 및 융합기술을 중점 개발하는 내용을 포함하고 있다.

중점기술개발 분야 및 분야별 핵심 개발기술은 Top-Down 방식을 적용하여 한정된 연구개발 자원으로 기술개발 비전 및 정책목표를 가장 효율적으로 달성할 수 있는 분야에 대하여 집중과 선택의 논리를 적용하여 도출하였다 (<그림 2> 참조).

중점기술개발 분야는 계층적 의사결정기법 (AHP)을 적용하여 수렴된 전문가의견을 기술개발 비전과 정책에 연계함과 동시에 기존의 기술개발계획과의 일관성을 고려하여 결정하였다. 먼저 핵심기술 개발을 통해 정보통신산업 전반의 경쟁력을 강화할 수 있는 광인터넷, 무선통신, 디지털방송, S/W·컨텐츠, 그리고 컴퓨터 등 5개 중점분야와 응용기술개발을 통해 국내 내수기반을 안정적으로 확보하기 위한 정보가전과 정보보호 등 2대 전략분야, 그리고 원천기술개발을 통해 기술자립 및 국산화율을 제고시킬 수 있는 원천기초와 핵심부품 등의 2대 기반분야 등, 9대 분야를 도출하였다.

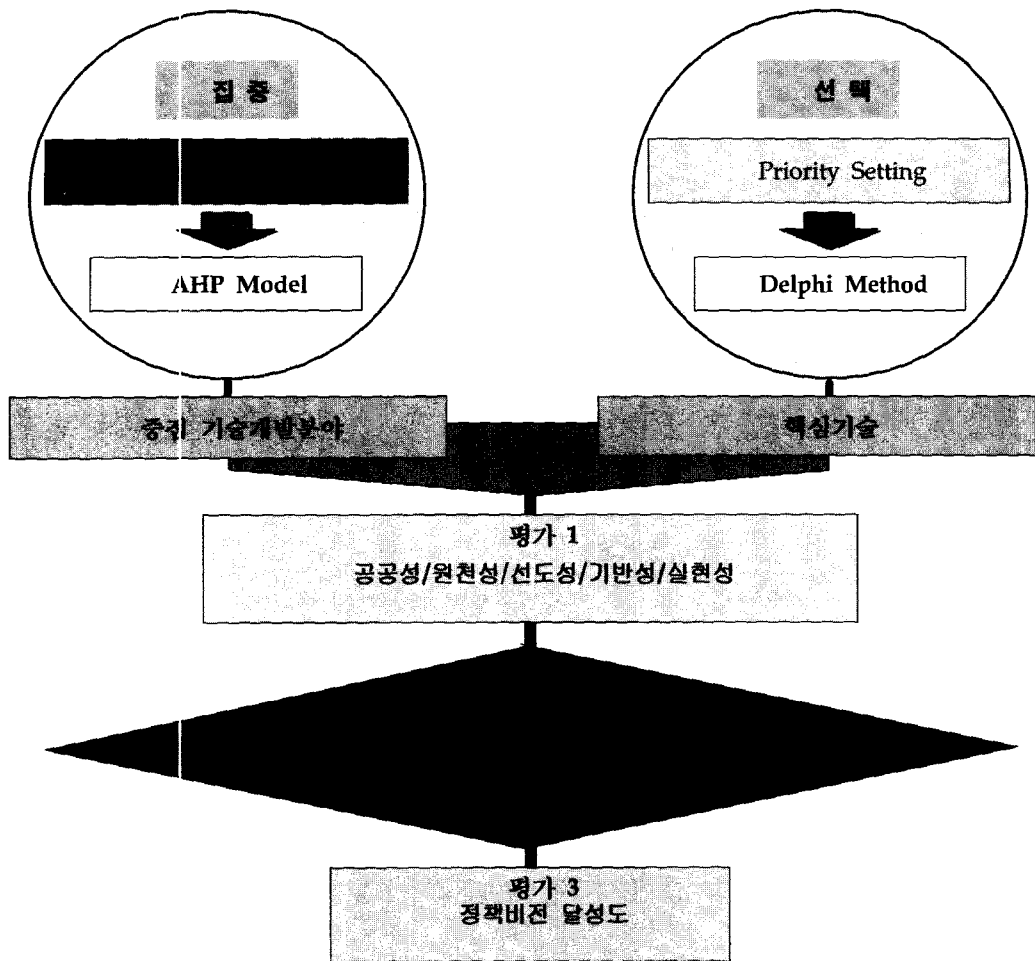
그리고, 분야별 핵심개발기술은 분야별 분과위원회에서 핵심기술 후보군을 도출하고, 이러한 핵심기술 후보에 대해 분과위원회 위원 및 외부 전문가를 대상으로 공공성, 원천성, 선도성, 기반성, 실현성, 정책목표 달성도, 기술적 기여도, 타분야와의 연관도, 경제적 파급효과와 사회문화적 영향 등 10가지의 평가기준에 따라 2단계의 Delphi 설문조사에 의한 평가를 실시하고, 우선순위 및 가용자원에 따라 핵심기술을 도출하였다¹³⁾.

3.2 정보통신 기술개발 중장기계획 수립 과정의 한계점

「정보통신 기술개발 중장기 (2003~2007)계획」은 우리나라 정보통신 분야의 중추적인 기술개발계획으로서 의의가 매우 크다. 본 중장기계획이 의도하고 있는 목표를 보다 효과적으로 달성하기 위해 향후 개선이 필요하다고 판단되는 점들을 정리해보면 다음과 같다.

먼저 정보통신 기술개발 중장기계획의 수립은 하나의 단발성 행사로 그쳐서는 안되며, 계획수립을 장기적으로 총괄 책임질 수 있도록 전문성을 가진 상시 연구기획 기능을 구축하는 것이 필요하다. 따라서, 기술기획을 매년 과제단위로 서로 다른 기관에 맡기기보다는 한 전문기관을 지정하여 지속적으로 기획연구를 수행하도록 하는 것이 필요하다. 이렇게 되면, 기술기획 관련 통합적 지식관리시스템의 구축이 가능해지고, 중장기계획 수립과정의 모든 산출물을 데이터베이스로 구축됨에 따라 기획연구의 연속성과 전문성을 향상시킬 수 있다.

13) 평가항목의 가중치는 기술특성을 고려하여 분과위원회에서 결정하도록 하였다.



<그림 2> 집중과 선택의 논리에 따른 핵심기술의 도출

둘째, 정보통신 제품 및 서비스가 공급자 중심 (technology-push)에서 수요자 중심 (demand-pull)으로 변화하고 있는 현실을 반영해야 한다. 따라서, 기술수요조사를 강화해야 할 뿐만 아니라, 분과위원회 구성 및 외부 전문가 선정 시에도 이러한 점을 고려해야 한다. 또한 개발할 기술도 활용되는 곳과 시점을 고려하여 시장 지향적으로 선택해야 한다.

셋째, 기술의 융합화가 확산되고 있는 추세를 반영해야 한다. 즉, 유·무선 통합을 비롯하여 IT-BT 및 IT-NT의 융합, 단말기기의 통합 등 새롭게 대두되고 있는 융합기술의 발전 추세에 신속히 대응해야 한다.

넷째, 기술간 경합관계를 고려해야 한다. 하나의 요구되는 기능을 구현할 수 있는 기술대는 여러 가지가 있을 수 있고, 이러한 대안 중 어느 것을 선택하느냐에 따라 향후 관련 시

장에서의 경쟁력이 좌우될 수 있다. 예를 들면, 이동통신 기술 중 무선접속 방식에서 우리나라는 기존의 TDMA 방식이나 FDMA 방식 대신에, 아직 상용화 가능성이 검증되지 않았던 CDMA 방식을 선택함으로써 뒤늦게 진출한 이동통신 시장에서 독보적인 경쟁우위를 확보할 수 있었다. 따라서, 기술기획 시에는 유망한 핵심기술을 도출하는 것뿐만 아니라, 그 기술을 구현하는 데 적용 가능한 다양한 기술대안의 발전잠재력도 검토해야 한다.

다섯째, 지금까지의 정보통신 기술기획 연구를 보면, 기술발전 비전 및 산업·서비스 발전 방향에 대한 합의가 부족함으로 인해 기술개발투자가 전략적 분야에 집중되지 못하고 분야별로 단위과제 중심으로 분산됨으로써, 가시적인 성과를 산출하지 못하는 경향이 있었다. 따라서, 합의된 명확한 기술정책방향을 설정하고, 우선순위 분야 및 상호연계된 기술개발과제에 전략적으로 집중 투자해야 할 것이다.

이러한 정보통신 기술기획 과정의 문제점들은 앞으로 소개할 기술로드맵을 도입함으로써 어느 정도 해결이 가능하리라 예상된다. 비록 기술로드맵이 완벽한 방법론은 아니지만, 기술정책 담당자나 기술기획에 종사하는 연구원들에게 유용한 도구가 될 것이다.

3.3 2002년 정보통신 기술로드맵의 작성절차와 특징

2002년 정보통신 기술로드맵은 9대 IT 기술분야(광인터넷, 무선통신, 디지털방송, S/W·컨텐츠, 컴퓨터, 정보가전, 정보보호, 원천기초, 핵심부품)를 대상으로 작성되었으며, 총 87명의 산·학·연 전문가들이 3-4차의 분과위원회 개최를 통해 의견을 모으고 합의를 형성한 결과였다. 본 기술로드맵은 「정보통신 기술개발 중장기계획 (2003-2007년)」 과 긴밀히 연계되어 있어, 기술정책 수립의 연속성 및 일관성을 제고하고, 중장기 기술개발계획의 실행가능성을 높여주고자 하였다.

정보통신 기술로드맵의 작성목적 및 활용방안은, 첫째, IT기술 분야의 '선택과 집중'을 구체화하고, 둘째, 2001년도 중장기계획의 타당성을 재점검하며, 셋째, IT 기술개발 사업에 대한 정부, 산업계, 학계 및 출연(연) 관계자 간 의견수렴을 통한 공감대를 형성하는 것이었다. 본 기술로드맵의 성격은 앞서 설명한 Garcia & Bray (1997)의 분류에 따르면 유망기술 로드맵과 정부주도 로드맵이며, <그림 3>의 Kappel (2001)¹⁴⁾의 분류에 따르면, 과학/기술 로드맵과 산업 로드맵의 복합형태라고 정의할 수 있다.

기술로드맵 작성을 위한 사전연구로서, 국내·외 기술로드맵 작성 및 활용 사례(미국 반도체산업협회¹⁵⁾, 미국 에너지부, 캐나다 상무부, 우리나라 산업자원부 및 과학기술부 등)를 조

14) Kappel (2001)은 기술로드맵을, 분석단위와 작성목적에 따라, 과학/기술로드맵, 산업로드맵, 제품-기술로드맵 및 제품로드맵으로 구분하고 있다. 각 로드맵의 특징은 그림 안에 요약되어 있다.

사하였으며, 기술로드맵 관련 방법론 및 이론에 대한 세미나를 개최하였다. 이러한 기술로드맵 사례연구 및 방법론 세미나를 통해 습득된 정보와 지식을 바탕으로 기술로드맵 작성을 위한 매뉴얼(작성지침)을 마련하였다.

2002년 정보통신 기술로드맵의 작성절차를 간략히 소개하면 다음과 같다(정보통신부, 2002). 우선 첫 단계로 기술로드맵 작성 대상기술을 선정하였다. 본 기술로드맵에서는 2001년도 중장기계획에서 도출한 핵심기술을 토대로, 9대 분야에서 총 39대 기술로드맵 작성 후보기술을 선정하였는데¹⁶⁾, 기술 및 시장환경의 변화와 정부 기술정책을 반영하여 분과별로 후보기술에 대한 유지, 수정 및 삭제와 신규 기술의 추가가 있었으며, 최종적으로 39대 로드맵 대상기술을 확정하였다. 기술 및 시장환경의 변화를 파악하기 위해서는 분과별로 전망보고서를 작성하였는데, 여기에는 해당분야의 정의 및 기술개발 중요성, 해당분야의 시장, 기술 및 표준화 동향 분석, SWOT 분석, 시장 및 기술발전 전망, 기술과 서비스/제품간 연관 분석, 핵심기술 선정배경 등의 내용이 포함되었다. 특히, NT-IT 및 BT-IT 간 융합화 추세를 반영하여, 원천기초분과, 핵심부품분과 및 소프트웨어·컨텐츠분과에서는 로드맵 대상기술로서나, 아니면 하위의 요소기술로서 이를 다루도록 하였다¹⁷⁾.

-
- 15) 비록 정부주도의 로드맵이 아닌 산업주도의 로드맵이지만, 같은 정보통신분야의 로드맵이고, 그 방법론은 분야에 관계 없이 적용 가능한 면이 많으므로 본 연구에서 참조하였다. 본 기술로드맵의 주요 특징은 미국 반도체산업의 위기 극복, 인텔 회장인 Gordon Moore의 주도, 1992년부터 2007년까지의 15년 대상, 첨단 주류 기술분야 중심, 산업계 주도, 다양한 위원회(윤영위원회, 기술위원회, 조정위원회, 프레임워크위원회, 실행위원회, 물류위원회 등)의 구성 및 운영, 워크샵을 통한 로드맵 작성, 관련분야 전문가의 검토 등으로 요약할 수 있다. 특히, 워크샵 전에 보고서 초안을 작성하고, 3일의 워크샵 기간 중에 집중적인 토의와 작업을 걸쳐 보고서를 완성하는 방법은 매우 효율적이다. 그리고, 산업계에서 존경받는 Gordon Moore와 같은 인물이 워크샵 기간 내내 자리를 지키며 참가자들을 독려한 것은 귀감이 될 수 있다. 보고서에 포함된 주요 내용으로는 기술분야의 정의 및 설명, 기술분야의 현황, 세부분야별 구체적 로드맵, 로드맵의 목표달성에 영향을 주는 핵심요인들, 최고 우선순위의 니즈, 목표달성의 장애요인들, 현재 다루고 있지 못한 니즈 분야, 대안적 접근방법들, 기술개발 추천안, 실행을 위한 추천안 등이 있다.
- 16) 기술로드맵 작성과정은 크게 시장 및 비전 분석을 통한 핵심기술 도출 과정과 도출된 기술에 대한 로드맵핑 과정으로 나눌 수 있다. 2002년 정보통신 기술로드맵의 경우, 기존 기술정책과의 연속성 유지를 비롯한 여러 가지 사정 상 앞 단계가 많이 생략되었다.
- 17) 원천기초분과의 실감가능형 인체정보통신 기술과 소자 원천 기술, 핵심부품분과의 차세대 공통 부품 기술, 소프트웨어·컨텐츠분과의 바이오 정보처리 핵심 컴포넌트 기술 등에서 집중적으로 다루었다.

로드맵 목적	일반적 추세/ 경로	과학/기술 로드맵 <ul style="list-style-type: none"> 미래에 대한 보다 나은 이해 추세 분석 및 정확한 예측 산업의 최대목표 설정 	제품-기술 로드맵 <ul style="list-style-type: none"> 제품과 시장/기술추세 간 연계 제품-기술 연관 분석 추세에 부합한 의사결정
	산업내 포지셔닝	산업 로드맵 <ul style="list-style-type: none"> 산업내 기술의 성능, 도입시기, 비용 등 예측 기술진보 및 경쟁관계 고려 산업의 달성목표 설정 	제품 로드맵 <ul style="list-style-type: none"> 제품 진화의 방향/일정 표현 제품 출하시기 스케줄링

<그림 3> Kappel의 분류에 따른 2002년 정보통신 기술로드맵의 성격

다음에는 대상기술별로 요소기술과 기술대안을 도출하였다. 요소기술은 특정 원리나 방식에 중립적인 측면에서 기술대안(요소기술을 구현하기 위해 특정 원리나 방식을 적용하는 것을 말함)과 구별되며, 일반적인 기술분류표 상에서 소분류나 세분류에 해당된다. 각 대상기술별로 약 다섯 개 정도의 요소기술을 선정하였다. 연도별 요소기술의 발전을 전망하기 위해 요소기술별 성능지표를 설정하였는데, 성능지표는 해당 요소기술의 능력이나 가치를 평가할 때 핵심이 되는 기준으로, 기술을 통해 달성하고자 하는 전송속도, 집적도, 용량, 크기, 효율성, 오류율 등 다양한 유형이 있으며, 가급적이면 계량화 가능한 지표를 선정하고자 노력하였다. 요소기술별 성능지표의 수는 가장 많은 것이 네 개였다. 그리고, 요소기술별로 경합관계에 있는 기술대안들을 규명하였는데, 요소기술 당 최대 다섯 개까지 기술대안이 도출되었다.

다음 단계에서는 향후 10년 동안의 연도별 기술발전을 전망하고, 우리나라의 기술개발목표를 설정하였다. 먼저, 세계최고 수준의 관점에서 요소기술의 성능지표별 발전양상을 전망하였고, 이어 우리나라의 보유 기술능력, 기술격차, 미래 비전 등을 고려하여 우리나라의 달성목표를 결정하였다. 요소기술의 성능지표별 발전양상과 함께, 관련된 기술대안들의 연도별 발전과정도 그림으로 삽입하였다. 전자는 객관적인 수치로 입력된 반면, 후자는 주로 기술명으로 입력되었다.

요소기술의 성능지표별, 그리고 기술대안별 발전전망이 완성된 후에는 기술대안 분석을 수행하였다. 기술대안 분석에서는 경합관계에 있는 여러 기술대안들 사이에서 어느 대안 또는 어느 대안들의 조합을 선택하는 것이 향후 우리나라에 가장 큰 도움이 될지를 결정하고자 하였다. 이를 위해, 기술대안별 상대적 장·단점, 주요국의 기술개발 동향, 기술발전 촉진

요인 및 저해요인, 기술발전 잠재력, 핵심역량 보유정도, 개발 소요기간 및 비용의 적절성, 선진국과의 기술격차 등을 ‘기술대안분석표’를 이용하여 점검하였으며, 이에 기하여 향후 우리나라가 선택해야 할 최적 기술개발경로를 추천하였다.

마지막으로 대상기술별로 기술개발 기대효과를 기술적, 경제적 및 사회적 관점에서 예측하였다.

이와 같은 2002년 정보통신 기술로드맵의 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 정보통신 9대 기술분야를 다룸으로써 정보통신기술에 대한 총체적인 시각을 갖도록 도와주고, 기술분야별로 주요 기술의 발전방향을 제시하는 동시에, 핵심기술별로 요소기술과 기술대안을 도출함으로써 제한된 자원의 선택적 집중을 가능하게 하고자 하였다. 둘째, 원천기초기술분과에서는 최근의 기술 융합 추세를 반영하여 점점 그 중요성이 커지고 있는 BT와 IT의 융합, NT와 IT의 융합 등 학제적 (interdisciplinary) 성격의 기술을 집중적으로 다루어 급속한 기술 환경 변화에 적절히 대응할 수 있도록 하였다. 셋째, 특정 원리나 방식에 종립적인 요소기술과 요소기술을 구현하기 위해 특정 원리나 방식을 적용한 것을 의미하는 기술대안 (technological alternative)을 구분하였다. 한 요소기술에 대하여 보통 두 개 이상의 서로 경합하거나 보완적인 기술대안이 존재한다. 넷째, 요소기술별로 성능지표 (performance indicator)를 찾아냄으로써 기술의 다양한 측면을 동시에 볼 수 있게 하였고, 연도별로 성능지표의 발전과정을 표현하였다. 다섯째, 기술대안 분석 시, 기술발전 과정에서 영향을 끼칠 수 있는 기술발전 촉진요인 및 장애요인을 고려함으로써, 미래 기술개발의 위험과 불확실성을 최소화하고, 기회와 위험 요인을 파악하고자 노력하였다. 여섯째, 우리나라의 현재 기술수준 및 보유 핵심역량과 세계적인 기술발전 추세를 고려하여, 우리나라 정부가 추구해야 할 최적의 향후 기술개발 경로를 제시함으로써 정책수립 담당자들의 이해와 활용을 촉진하고자 노력하였다.

4. 기술로드맵을 활용한 정보통신 기술기획의 개선방안

기술로드맵을 이용한 국가 정보통신 기술개발 계획수립의 지원방안은 크게 과정 (process)과 결과물 (output)의 두 가지 관점에서 생각해볼 수 있다. 우선 과정 측면에서 기술로드맵은 참가자 사이에 기술, 제품 및 시장에 대한 정보 및 지식의 공유와 건설적인 토의를 통해 미래의 발전모습에 대하여 합의를 형성할 수 있게 해준다. 쌍방향적인 의사소통과 학습은 새로운 지식 창출의 기회를 제공하며, 미래의 니즈와 유망기술에 대해 합의를 형성함으로써 혁신주체들이 공통된 방향으로 연구개발활동을 추진할 수 있게 해준다.

둘째, 산·학·연·정의 다양한 이해당사자집단의 참여와 인접학문분야의 교류를 촉진함으로써 다양한 형태의 파트너십 구축을 유도한다. 예를 들면, 공공부분과 민간부분 간 공동 연구개발 프로젝트를 발굴할 수도 있고, 학문분야 간 학제적 (interdisciplinary) 연구를 활성화 할 수도 있다. 특히, 방송·통신·정보기술의 융합이나, IT-BT 또는 IT-NT 융합 등 최근의 기술 융합화 추세를 고려할 때 이렇게 다양한 파트너십 구축기회는 매우 의미있는 것이다.

셋째, 국가의 혁신주체들 간 상호작용 기회의 제공을 통해 서로에 대한 이해를 높이고, 역할분담체계에 대한 논의를 자연스럽게 유도할 수 있다. 출연연구기관은 산업계와 대학의 중점 연구분야나 공공부분에 대한 요구사항을 알 수 있고, 마찬가지로 산업계는 출연연구기관과 대학의 연구분야를 이해함으로써 향후 협력기회를 모색할 수 있다. 대학은 산업계와 출연연구기관에서 시급히 필요로 하는 기초기술이나 원천기술이 무엇인지 파악할 수 있으며, 정부는 이러한 요구와 논의에 기반 하여 국가 기술정책을 수정 및 보완할 수 있다. 또한, 혁신주체들 사이에 비효율적인 중복연구를 방지할 수 있고, 중요기술인데도 불구하고 국가혁신체제 내 어느 곳에서도 연구되지 않는 문제를 방지할 수 있다.

넷째, 앞서 언급한 바와 같이 기술로드맵의 가장 큰 목적 중의 하나는, 미래 니즈의 충족을 위해 필요한 다양한 기술대안들의 장·단점을 종합적으로 비교·검토하는 것이다. 여러 참가자들이 미래 시장과 기술에 대해 서로 다른 정보와 시각을 제공하고 토의함으로써 선택된 기술선택이 초래할 위험을 최소화 할 수 있다.

이러한 과정적 측면의 이점은 비단 기술로드맵 활동에만 국한된 것은 아니다. 예를 들면, 예측결과보다도 과정 자체를 더 중시하는 기술 예측 (technology foresight)의 경우에도 이러한 부차적인 성과를 추구한다 (엄기용 외, 2000). 그럼에도 불구하고 기술로드맵 활동에서 이 점들이 강조되고 있는 것은, 미래는 예측할 수 있는 것이 아니라 만들어 가는 것이라는 주장이 설득력을 얻고 있고, 이를 위해서는 작업결과와 수준보다도 그 과정의 내실이 더욱 중요하기 때문이다. 그리고, 기술 포사이트가 미래에 개발가능한 기술 중심의 기획방법이라면, 기술로드맵은 우리가 충족시켜야 할 미래 시장수요 중심의 기획방법이라는 측면에서도 양자는 구별된다.

다음으로 기술로드맵 자체가 제공하는 고유한 이점을 생각해볼 수 있다. 첫째, 기술로드맵은 신속한 의사결정을 도와준다 (EIRMA, 1998). 어떤 (What) 기술이나 제품을 언제 (When) 개발해야 할 지에 관한 정보를 제공하므로 정책결정자들은 이에 기반 하여 적합한 의사결정을 적시에 내릴 수 있다. 특히, 구체적인 시장 니즈와 기술발전 전망이 제시되므로, 전략적 연구분야의 선정이나 신규과제 도출에 유용하게 활용할 수 있다. 또한, 기술대안별 우선순위에 기반 한 합리적 자원배분도 가능하다.

둘째, 의사결정의 불확실성 및 위험을 줄이고, 연구개발투자의 효율성을 극대화 할 수 있다. 기술로드맵 작성에는 다양한 미래 시나리오의 탐색, 여러 기술대안의 비교분석, 광범위한 지식 및 정보 풀의 활용 등 불확실성과 위험을 고려하는 요소들이 필수적으로 포함되어 있다. 더욱이, 미래에 대한 불확실성이 매우 높을 때에는 복수의 추천안을 제시함으로써 포트폴리오를 구성하여 위험을 줄일 수 있도록 해준다. 또한, 현재에 기반 한 단기적 의사결정이 아닌, 미래를 반영한 장기적 의사결정을 추구하고, 개발기술의 활용분야가 처음부터 명확히 제시되므로 기술개발투자의 효율성을 향상시킬 수 있다.

셋째, 기술로드맵은 기술개발과제에 대해 장기적인 시각을 갖도록 해줌으로써 과제 사이의 일관성과 관련성을 높여준다. 합의된 공통의 비전을 추구하고, 요구되는 기술 및 시점에 대해 동일한 목표를 가지고 있으므로, 서로 독립적으로 의사결정을 내리더라도 그 결과는 유기적으로 연결될 수밖에 없다. 따라서, 전략적 기술분야에 대한 집중 투자와 시너지효과 창출에 매우 유리하다 (Kappel, 2001).

5. 기술로드맵 작성 시 유용한 지침

이와 같이, 기술로드맵이 제공할 수 있는 많은 장점에도 불구하고, 그 실행과정에 문제가 있다면 의도한 성과를 낼 수 없다. 여기에서는 지금까지 제시한 기술로드맵 관련 문헌조사, 국내·외 사례조사 및 정보통신 기술로드맵 작성과정에서 얻은 과거경험을 바탕으로, 향후 기술로드맵의 도입 시 유념해야 할 점들을 간략히 제시하고자 한다. 유용한 지침들을 기술로드맵의 준비단계, 작성단계, 그리고 활용단계로 나누어 정리하면 아래의 <표 2>와 같다.

우선 기술로드맵 준비단계에서는 열성적인 후원자의 확보, 정부 공무원의 촉진역할, 관련 자료의 확보, 기술로드맵의 필요성에 대한 공감대 형성, 전문성 있는 참가자 선정, 참가자에 대한 동기부여 등이 중요하다. 다음으로 작성단계에서는 작업반의 효과적인 운영, 명확한 의사전달이 가능한 기술로드맵 표현양식, 정책결정자를 위한 기술개발 추천안 작성방법 등이 핵심이 된다. 그리고, 마지막 활용단계에서는 다수에 의한 기술로드맵의 타당성 검증, 기술로드맵의 홍보 및 배포, 구체적인 실행계획의 수립, 주기적인 재평가 및 수정·보완 등이 반드시 필요하다.

<표 2> 기술로드맵 도입 시 유용한 지침

단 계	유용한 지침
1) 준비단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술로드맵 후원자(또는 자금제공자)의 헌신과 열정이 필수적이다. 특히, 처음 시작의 어려움을 극복하는 데 도움이 되며, 조직의 최고경영진이나 정부 공무원이 촉진자 역할을 할 수 있다. • 미래의 니즈 및 기술에 대한 자료, 정보 및 지식을 미리 확보하여 참가 전문가들에게 제공해야 한다. 자료가 없으면 토의가 제한되고, 작업이 지연되며, 결과물의 수준이 낮아질 수 있다. • 핵심기술의 발굴, 선정, 우선순위 결정 등과 같은 기술로드맵 작성방법에 대한 지식을 확보하고 있어야 한다. 또한, 다양한 상황에서 적용 가능한 견고한 매뉴얼을 개발해야 한다. • 미래의 비전이나 니즈에 대한 합의가 형성되어 있어야 한다. 또한, 무엇보다도 참가자 사이에 기술로드맵의 필요성에 대한 공감대가 형성되어 있어야 한다. • 최적의 전문가집단을 구성하기 위해 참가자의 전문성, 공정성 및 대인관계능력을 고루 고려해야 한다. 특히, 사회적으로 인지도가 높은 명망 있는 전문가를 포함시킴으로써 결과의 수용도를 높일 수 있다. • 작업반에 전문가를 위촉할 때에는 그에 상응하는 인센티브를 제공해야 한다. 여기서의 인센티브는 금전적인 것이 될 수도 있고, 비금전적인 것(명예 등)이 될 수도 있다. 아무 조건 없이 열성적인 참여를 기대하는 것은 무리이며, 참가자들의 이해관계가 결과물에 너무 많이 반영되는 것도 막아야 한다.
2) 작성단계	<ul style="list-style-type: none"> • 작업반별 참여인원수는 원활한 토의를 위해 너무 많지 않도록 하며, 가급적이면 다양한 이해당사자집단의 참여를 유도해야 한다. 참가자 전원이 참석하는 작업반 모임은 많을수록 좋으며, 특히, 토론과정에서 특정인이 주도하는 것을 방지하고, 참가자 모두가 골고루 의견을 제시하도록 유도해야 한다. • 기술, 제품, 산업, 시장 등에 대해 일관적이고 통합된 시각을 가질 수 있도록 다계층적인 로드맵을 작성하고, 시간 차원을 명시해야 한다. • 그래프 형태의 기술로드맵이 의사소통에 효과적이다. 그러나, 정보가 종합 및 축약되어 있으므로 이에 대한 설명을 추가해야 한다. • 보통 하나의 최적 기술개발 경로를 선택하게 되지만, 불확실성이나 위험이 매우 높을 때에는 복수의 기술대안을 동시에 추구해야 한다.
3) 활용단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술로드맵의 활용을 촉진하기 위해서는 초기 기획 및 작성과정에 고객(또는 예상 활용집단)을 참여시켜야 한다. • 소수에 의해 작성된 기술로드맵에 대한 다수의 의견과 비판을 반영하는 기회를 반드시 가져야 한다. 이때 공청회 개최나 인터넷 게시를 통한 의견수렴이 유용하다. • 기술로드맵과 함께 이에 기반 한 구체적인 실행계획이 수립되어야 한다. 여기에는 투입 예산과 인력, 소요기간 등이 구체적으로 제시되어야 한다. • 시장 요구사항 변화나 과학기술 진보와 같은 환경변화에 대응하기 위해 기술로드맵은 주기적으로 재평가되고, 최신화 되어야 한다.

6. 결 론

지금까지 본 고에서는 기술로드맵 도입 및 작성과 관련하여, 기술로드맵의 개념과 특징, 국내·외 활용사례, 정보통신 기술기획의 현황과 개선방향, 2002년 정보통신 기술로드맵의 작성 과정, 기술로드맵이 기술기획의 효과성 제고를 위해 기여할 수 있는 점, 그리고 향후 기술로드맵의 도입 시 유념해야 할 점들에 대해 설명하였다. 여기서 우리는 기술로드맵이 기술 포사이트를 비롯한 기존의 다른 기술 중심의 기술기획방법들과 구분되고, 결과 못지 않게 작업과정이 중요하며, 기술로드맵 도입의 효과성을 높이기 위해 많은 사전준비 노력과 치밀한 활용계획 수립이 필요함을 알 수 있었다.

기술로드맵의 개념과 원칙적인 방법론 및 절차에 대해서는 거의 모든 사례에서 공통점을 찾아볼 수 있다. 그러나, 로드맵을 작성하는 목적이나 상황에 따라 보고서에 포함되는 세부 내용이나 특별히 강조하는 점은 달라질 수 있다. 2002년 정보통신 기술로드맵에서는 기술선택의 중요성에 초점을 맞추어, 요소기술별 기술대안의 발굴 및 평가와 최적 기술개발경로의 추천에 많은 노력을 할애하였다. 우리나라는 뒤늦게 이동통신분야에 진출하였지만, 이미 기술적으로 검증되었던 TDMA나 FDMA 기술을 선택하지 않고, 상용화 가능성이 의심되었던 CDMA라는 무선접속기술을 선택함으로써 성공할 수 있었다. 기술개발의 불확실성과 위험성이 커지고 기술간 경합과 대체가 빈번히 발생하여 위협이 되고 있는 상황에서, 본 연구의 접근방법은 어느 정도 의의를 가진다고 사료된다.

최근 국제화와 시장개방의 급진전에 따라 기술 및 시장의 변화속도가 점점 더 빨라지고 있고, 그에 따라 기술개발의 불확실성과 위험도 증폭되고 있다. 모든 국가와 기업은 제한된 자원의 효율적 사용을 위해 긴밀한 파트너십의 구축과 함께 전략적 기술분야에 대한 선택과 집중을 요구받고 있다. 이러한 급박한 시장환경 변화에 대응하기 위한 한 가지 해결책으로서 등장한 것이 기술로드맵이며, 기술로드맵은 미래 수요 중심, 단계별 기술개발 이정표 제시, 파트너십 강조, 장기적 관점 등의 고유한 장점으로 이용자들의 기대를 충족시켜주고 있다. 따라서, 기술개발투자의 효율성 제고가 정책결정자들이 제일 중요하게 생각하는 당면과제로 인식되는 한, 기술로드맵은 지속적으로 각광받을 것으로 예상된다.

그러나, 기술로드맵도 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 우선, 어느 기술기획기법과 마찬가지로 점진적인 기술변화의 예측에는 유용한 반면, 파괴적인 기술변화에 대해서는 통찰력을 제공하기 어렵다. 시장에 대한 영향력이 큰 파괴적인 기술일수록 기술 압박적인 접근방법을 통해 개발된다는 점을 고려할 때, 다른 기술 중심의 기술기획기법들과 함께 이용되어 서로의

약점을 보완해야 할 것이다. 둘째, 기술로드맵 작성에 많은 시간, 노력 및 자원이 소요된다는 사실이 또 하나의 장애요인이 될 수 있다. 이에 대한 한 가지 해결방안으로서, 첫 번째 기술로드맵 작업은 대규모로 장기간에 걸쳐 추진하고, 이후로는 단기간 동안 소규모로 수정·보완해 나가는 것을 생각해볼 수 있다. 셋째, 기술로드맵은 미래 시장의 니즈 도출에서부터 시작되므로, 이것이 잘못 되었을 경우 그 결과가 무의미해질 수 있다. 따라서, 보다 정확하고 합리적인 미래 수요예측을 위해 기술로드맵 작업과정에 다른 인문과학 및 사회과학 분야의 전문가를 참여시키는 방안도 고려해보아야 할 것이다.

〈참 고 문 헌〉

- 한국과학기술기획평가원 (2002a), 「국가기술지도 1단계 작성가이드라인」, 서울: 과학기술부.
- 한국과학기술기획평가원 (2002b), 「국가기술지도 작성 추진계획」, 서울: 과학기술부.
- 한국산업기술평가원 (2001a), 「Technology Roadmap - 무선통신기기」, 서울: 산업자원부.
- 한국산업기술평가원 (2001b), 「Technology Roadmap - 산업기술로드맵 (Industrial Technology Roadmap) 작성」, 서울: 산업자원부.
- 염기용·박태웅·황호영 (2000), “국내·외 기술포사이트 활동 비교분석”, 「기술혁신연구」, 제8권, 제1호, pp. 1-30.
- 전자신문사 (2002), “차세대 디스플레이 국가 전략산업 육성”, 「전자신문」, 5월3일 판.
- 한국전자통신연구원 (2001), 「정보통신 기술개발 중장기 (2003-2007) 계획(시안)」, 서울: 정보통신부.
- 한국전자통신연구원 (2002), 「정보통신 기술로드맵 작성을 위한 선행연구」, 서울: 정보통신부.
- 한국산업기술평가원 (2001), 「산업기술로드맵 워크샵 - 기술로드맵 작성전략 및 모범사례」, 서울: 한국산업기술평가원.
- DOE (2000), *Applying Science and Technology Roadmapping in Environmental Management*, Office of Environmental Management, Washington D. C.: Department of Energy, USA.
- EIRMA (1998), *Technology Roadmapping: Delivering Business Vision*, Paris:

- European Industrial Research Management Association.
- Garcia, M. L. and O. H. Bray (1997), *Fundamentals of Technology Roadmapping*, Sandia National Laboratories.
- IMTI (2000), *Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project: An Overview of the IMTR Roadmaps*, Tennessee, USA: The Integrated Manufacturing Technology Initiative, Inc..
- Industry Canada (2000), *Technology Roadmapping: A Strategy for Success*, Industry Canada.
- Kappel, T. A. (2001), "Perspectives on Roadmaps: How Organizations Talk about the Future", *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 18, pp. 39-50.
- Phaal, R., C. J. P. Farrukh and D. R. Probert (2001), "Characterization of Technology Roadmaps: Purpose and Format", *Portland International Conference on Management of Engineering Technology (PICMET)*, Portland, USA.
- SIA (1999), *International Technology Roadmap for Semiconductors*, USA: Semiconductor Industry Association.