

기 술 예 측
이론과 응용

1999. 5. 29

성균관대학교 시스템경영공학부
홍 순 기

1. 서 론

21세기를 눈앞에 둔 오늘날은 이른바 **콘트라티에프의 장기파동**에서 말하는 제 5 주기의 문턱을 지나고 있는 시점이다. 이 이론에 의하면 오늘날의 세계경제는 1930년 이래 **석유화학·전자공업이 주도한 제 4주기(1940s~1990s)**의 말기에서 제 5주기(1990s 이후 진행중)로 이행하는 전환기에 있으며 **제 5주기를 이끌 신기술로서 정보·통신 기술, 신소재와 생명공학** 등을 들고 있다.(아래표 참조)

정부는 1995년부터 32조원을 투입하여 2010년까지 국가기관, 교육·연구기관, 기업연구소 등을 연결하는 초고속 국가 정보망과 공중통신용 B-ISDN을 3단계로 나누어 구축하는 초고속 정보통신망 계획을 수립하였으며 이미 1단계사업(1995-97년)이 끝나 현재는 2002년까지를 목표로 한 2단계 사업이 진행중이다. B-ISDN서비스는 기존의 통신서비스와 비교할 때 **음성중심에서 영상중심으로, 단일 미디어에서 멀티미디어로, 서비스 제공자에서 이용자 중심으로, 그리고 다량소품종 서비스에서 소량다품종 서비스로 발전할** 것이다. 이것이 달성되면 21세기의 작업환경과 생활패턴은 여러모로 변화될 것이다.

우리 정부는 2020년까지 이른바 **G7권의 기술선진국**에 도달한다는 목표를 세우고 이를 달성하기 위해 **국가의 총 R&D지출을 GNP의 4%선** 까지 끌어올리는 야심찬 계획을 수립하고 있다. 앞으로의 10~15년간은 바로 '신기술체계'를 중심으로 우리나라의 과학기술의 기반을 구축하고 장기파동의 제 5주기를 이끌 기술주도국으로 부상할 수 있는가를 결정하는 중요한 시기가 될 것이다. 따라서 오늘날에서 바라본 미래한국의 과학기술이 어떻게 전개될 것인지 우리의 능력범위내에서 어떠한 미래를 실현하는 것이 바람직하고 가능한 것인지를 검토하는 것은 의의있는 일이라 아니할 수 없다.

Successive waves of technical change

Long waves or cycles		Key features of dominant infrastructure			
Approx. timing	Konratieff waves	S&T education and training	Transport communication	Energy systems	Universal and cheap key factor
First 1780s-1840s	Ind. revolution : factory production for textiles	Apprenticeship, learning by doing, dissenting academies, scientific societies	Canals, carriage roads	Water power	Cotton
Second 1840s-1890s	Age of steam power and railways	Professional mechanical and civil engineers, institutes of technology, mass primary education	Railways(iron), telegraph	Steam power	Coal, iron
Third 1890s-1940s	Age of electricity and steel	Industrial RD labs, chemicals and electrical, national laboratories	Railways(steel), telephone	Electricity	Steel
Fourth 1940s-1990s	Age of mass production (‘Fordism’) of automobiles and synthetic materials	Large-scale industrial and government RD, mass higher education	Motor highways, radio and TV, airlines	Oil	Oil, plastics
Fifth 1990s-?	Age of microelectronics, computer networks	Data networks, RD global networks, lifetime education and training	Information highways, digital networks	Gas/oil	Microelectronics

자료 : Freeman, C. and Soete, L., *The Economics of Industrial Innovation*,

MIT Press, 1997, p. 19

1.1 기술에 축의 필요성

가. 급속한 기술변화

새로운 원료, 기계, 시스템의 기술능력이 과거에 비해 가속적으로 증가하고 있으며, 이에 따라 생산방법, 시기와 비용에 심대한 영향을 미침 (예) 집적회로

나. 단축되는 제품(또는 기술)수명주기

보다 뛰어나고 새로운 기술(과 제품)이 등장함에 따라 기존 기술(제품)의 시장 경쟁력이 급속히 약화됨

(예) PC 286 → 386 → 486 → Pentium I → Pentium II → 686 →

다. 막대한 기술개발 소요자금

기술개발에 소요되는 자금·인력·정보가 전에 비해 그 규모가 대폭 증가됨

(예) ULSI, B-777, Super-Conductive Collider, 자동차 개발 등

라. 국가자원으로서의 기술

-戰時가 아닌 평화시기(1960년대 이후)에도 국가적인 목적을 위해 기술자원 확보의 중요성을 인식

(예) 컴퓨터, 통신기기, 에너지 개발 등

-기술을 보유한 기업이 타 기업으로부터의 기술도입에 유리함

(예) Cross Liscence, Strategic Alliance....Dances with wolves

마. 기술영향평가의 실시

기술개발이 환경과 사회에 미치는 나쁜 영향을 사전에 탐지해서 예방

(예) OTA, 환경부.....Ozone layer, Rain forest, Green house effect

바. 조직화된 R&D의 증가

- 과거 : 소수의 천재들이 기술개발을 주도

(예) Benz, Edison, Ford, Westinghouse, Siemens, Phillips, DuPont, 마츠시다 등

- 현재 : 기술이 융합화, 첨단화되면서 다분야 협력(Multi-disciplinary)에 의한 연구가 증대되면서 수많은 과학기술자들이 체계적인 관리에 의해 team work으로 기술개발을 수행.

사. 기술과 기술을 둘러싼 환경요소들간의 상호작용의 복잡화

1.2 기술예측의 역할

※ 의사결정의 질을 향상하기 위한 기술예측의 역할(by Ralph Lenz)

- ① 기술발전의 한계점 확인
- ② 기술의 발전속도 전망 → 계획수립의 활용
- ③ 기술적 대안의 선택 가능
- ④ 바람직한 기술수준의 달성가능성 제시
- ⑤ 계획의 준거로써 활용
- ⑥ 의사결정자에게 경보신호(Warning Signal) 제공

※ 궁극적으로 예측은 의사결정자가 필요로 하는 특정한 정보를 제공.

1.3 국내외 기술예측 활동

가. 미국 등

- 1900년대 초 Dr. Gilfillan은 예측방법을 탐구적 예측(능력지향적 : Capability - Oriented)과 규범적 예측(목표지향적 : Goal-Oriented)으로 구분.
- 1940~1960년대에는 미 육군의 Von Karman, 해군의 Cetron, 공군의 Lenz, Martino 와 Linstone 등이 TF 에 관한 연구를 수행.
- 1959년 Harvard Business School에서 기술에 관한 강좌를 개설하고 1961년부터 Bright 등이 TF를 강의.
- 1968년 Futures, 1969년 TF & Social Change, Long-Range Planning 등 학술지 발간.
- OSTP(과학기술정책국), COSETPUP(과학, 공학 및 공공정책위원회), NSF(국립과학재단), OTA(기술평가국), NSA(과학원), NAE(공학원), DOE(에너지청), DOC(상무성), DOD(국방성), NIST 등에서 기술예측 및 기술계획수립 실시.

DOC : Emerging Technology

OSTP : National Critical Technology

- SRI, ADL, Data Quest 등 민간부분의 수많은 기술시장 조사회사에서 수탁연구 또는 multi-client project 형태로 각종의 장, 단기 기술동향·예측, 시장예측을 수행.

나. 일본

- 과학기술청

1971년 이후 30년 장기기술예측을 5년마다 수행. 1998년 「제6회 기술예측조사」 보고서 발간 : Delphi 방법을 사용, 1900명의 전문가가 1149개 기술예측.

- 통상산업성

「21세기를 개척하는 기초기술」(1987), 「산업기술의 동향과 과제」(1988), 「90년대의 전자기술 예측」(1989), 「차세대 산업기술에의 도전」(1992) 등 다양한 기술예측 및 동향 조사를 수행.

- 경제기획청

1992년에 「2010년 기술예측 101」이란 보고서에서 101개의 첨단기술에 대해 기술수준의 국제비교, 기술의 실용화 시기 및 시장규모를 예측.

- NRI, MRI, Yano 연구소, Diamond 社, 일본능률협회 등에서 정기적으로 광범위한 기술분야에 대해 기술동향, 주요 R&D 활동, 기술수준, 시장규모에 관한 국내외 현황 및 전망자료를 발간.

다. 한국

- 과학기술처

과학기술 정책수립과 함께 「과학기술 5개년 또는 10개년 계획」작성.

- 과학기술 정책관리 연구소 (STEPI)

- 2000년대를 향한 과학기술발전 장기계획(1986)

1987년 부터 2001년 까지 주요 기술분야별 장기발전계획.

- 제 1 회 과학기술처 과학기술 예측조사연구 (1994년 9월).

Delphi 방법, 1600명의 전문가 1174개 기술과제 예측.

- 한국, 일본, 독일의 중장기 기술예측 결과 비교분석연구(1994년 12월)

3국간의 비교가 가능한 316개 기술과제의 실현시기 예측, 중요도를 비교분석

- 2010년을 향한 과학기술 발전 장기계획 - 총괄 및 부문계획(1994년 11월)

- ① 정보·전자 기술
- ② 기계·설비 기술
- ③ 소재·물질·공정기술
- ④ 생명과학 기술
- ⑤ 원자력·자원·에너지
- ⑥ 대형복합 기술
- ⑦ 공공복지 기술
- ⑧ 기초연구·미래원천 기술

- 제 2 회 과학기술부 과학기술 예측조사연구 (1999년 5월 현재 수행중).

예측방법: Two-round Delphi 방법,

예측대상기간: 2000-2025년

조사대상분야 및 과제수: 15개 분야, 1156개 과제

참여 전문가수:

1차조사-4,500명중 1,883명의 전문가가 응답(회수율 41%)

2차조사-1,833명중 1,429명 응답(회수율 78%)

- 산업연구원, 21C 위원회, 미래학회, 생산기술 연구원, 전자통신 연구소, 산업은행 등에서 다양한 기술예측 및 수요조사 사업을 벌이고 있음.

2. 기술에측의 개념과 방법

2.1 Def. of Technology

- Webster Dictionary

인간의 생존과 안락에 필요한 객체를 제공하기 위해 사용하는 제반 수단의
종합성 : The totality of means employed to provide objects necessary for
human sustenance and comfort

- Rossegar의 정의

생산에 응용된 지식 또는 투입요소를 산출로 변환하는 방법에 관한 지식

- ① 제품과 공정에 관한 문서화된 정보로써 청사진, 설계도면, 작업매뉴얼,
기술문헌과 기타 문서화된 정보
- ② 기록된 정보를 생산적으로 활용하는데 필요한 기록되지 않은 노하우

- Mansfield의 정의

- 기술(technology) : 산업기계에 관한 지식의 사회적 보유.
- 기예(technique) : 반복되는 연습과 실제 경험에 의해 축적된 생산방법

science : 자연·현상에 대한 이해(understanding)
- knowwhy, discovery, analysis
technology : 자연을 인간의 목적에 맞게 이용(use)
- knowhow, invention, innovation, synthesis

2.2 기술의 3가지 구성요소

- ① physical things : tools, machine and material, hardware
- ② software : 열처리공정, computer program, OR기법 등, 교통관제시스템 등
- ③ definitional system : KS규격(표준화), 안전규격 등
(cf : 사회보장 program, 복지 program, 통화제도 → social technology)

2.3 예측의 정의

- Bright: 논리적인 체계를 통해 미래의 상황 또는 조건에 대해 진술
- Webster Dictionary: 합리적인 연구와 이용가능한 자료분석의 결과로서 미래의 사상(event) 또는 조건과 상황을 전망하는 것

2.4 기술예측의 정의

- Bright : 특정한 논리체계에 따라 설계, 생산, 기계·재료 및 공정의 이용과 관련된 기술특성의 변화정도, 기술속성과 시기에 관한 정량화된 전망.
 - 이러한 정의의 주요 특성은 예측 결과가 어떤 논리체계를 통해서 같은 결과(replicability)가 나올 수 있다는 것을 의미하는 추론의 특정성
 - 이러한 논리체계는 명시적으로 제시된 일련의 관계설정, 자료 그리고 가정에 따른다는 점에서 의견, 추측 및 예언과는 다른 개념
- 미래를 보는 3가지 관점

- What will occur/what will be 어떻게 될 것이다.
- What could occur/what could be 어떻게 될 수 있다.
- What should occur/what should be 어떻게 되어야만 한다.

2.5 기술예측의 4가지 구성요소

가. 예측시기(Time of the forecast)

: 기술이 실현되는 미래의 시기

- 시점(single point in time)
- 구간(time span)
- ~까지(by)

※ 예측결과의 해석상의 오류는 예측시기의 불분명한 선택에 있음.

나. 예측대상 기술(Technology being forecast)

- technical approach : 특정한 기능을 수행하거나 문제를 해결하는 수단
- technology : 같은 기능을 수행하거나 공통적인 특성을 갖는 일군의 technical approaches

- 예측가가 기술접근으로서의 turbo jet 와 turbofan 을 구분하기를 원할 때 전체 jet엔진은 기술이 되며 piston 엔진과 구분됨.
- 예측가는 개개 기술접근을 대상으로 하는지 또는 보다 포괄적인 기술을 대상으로 하는지를 명확히 밝혀야 함.
 - 기술접근을 대상으로 한다면 동 기술접근이 같은 기술내의 타 기술접근과 어떻게 구분되는지를 명확히 밝혀야 함.
 - 기술을 대상으로 할 때는 같은 기능을 실현하는데 사용되는 다른 기술과 어떻게 구분되는지 명확히 해야 함.

다. 기술의 특성 (characteristics of the technology)

- functional capability : 특정 기능을 수행하거나 특정한 문제를 해결하는 기술능력의 정량화된 측정치.
 - 기능모수(functional parameter) : 해당기술이 사용자의 요구를 만족시키는 범위를 직접 측정하는 모수.
(예) jet 엔진은 추력을 경제적으로 공급하기 위해 개발된 것으로 이의 기능모수에는 총추력, 연료소비율과 중량대 추력비율 등이 있음. 이러한 모수들은 사용자에게 직접적인 관심을 불러 일으킴.
 - 기술모수(technical parameter) : 엔진 설계자 등은 이러한 기능모수들을 가지고 곧 바로 연구하는 것은 아니라 turbine 입구온도와 압축비율등과 같은 모수를 가지고 개발함. 이러한 기술모수들을 조정함으로써 설계자는 엔진 사용자가 원하는 기능모수의 조합을 달성하게 됨.

라. 확률 (Probability)

: 특정수준의 functional capability 를 실현하는 가능성.

┌ 100%
└ 50%

※ 예측결과의 해석상의 오류는 실현확률과 관련하여 발생함.

2.6 예측의 가치

- 예측의 자기조정 능력(self-altering forecast) : 기술예측의 결과로 미래 상황(조건)에 대해 변화를 유도함
 - ① self-fulfilling : 증권에측/환율예측
 - ② self-defeating : 공해기술/철강재 부족
- 기술예측의 장점은 실현유무의 정확성에 있는 것이 아니라 유용성에 있으며 그러한 유용성은 그러한 상황이 실제 일어나지 않더라도 현재보다 나은 의사결정에 도움을 주는 utility에 달려 있음

2.7 기술혁신과정의 8단계

- 기술예측과 평가를 할 때는 동기술이 현재 기술혁신과정의 어느 단계에 속하는지 또 미래의 특정시점에 어느 단계에 도달하는 지를 명확히 기술해야 함.
- 단계 1 : 기원(Origin)
 - ① 경험이나 신지식의 탐구로부터 얻어지는 과학자와 엔지니어들의 사고, 가설, 추론을 의미하는 과학적 제안
 - ② 새로운 현상이나 개념을 인식하는 의도적 혹은 우연적인 발견
 - ③ 필요 또는 기회에 대한 인식
 - (예) 무선통신 : 1846년 Michel Faraday가 훗날 과학적 제안으로 연결되는 실험 실시
- 단계 2 : 개념의 제안(Proposal of Concept)
 - 이론의 제안이나 설계 개념의 제안으로 최초로 실제로 이용되는 기술혁신의 토대가 되기에 충분한 기술 개념.
 - (예) 무선통신 : 1864년 Maxwell이 전자파의 존재를 수학적으로 예측
- 단계 3 : 검증(Verification)
 - 제안된 이론이나 설계 개념의 타당성을 확인하는 실험.
 - 유용한 목적에의 응용과는 구별되는 것으로 특정 효과에 대한 검증을 의미.
 - (예) 무선통신 : 1886년 Hertz가 전자파를 생성하고 Maxwell의 이론을 증명

◦ **단계 4 : 실험실 검증(Laboratory Demonstration)**

- 기술 개념을 유용한 형태로 나타낸 최초의 원시적 모형.
- 신공정이나 신재료에 대한 실험실의 “도마형(Bread Board)”모형.
(예) 무선통신 : 1894년 Lodge가 왕립연구소에서 방과 방 사이의 무선송신

◦ **단계 5 : 실용 가능성 검토(Field Trial)**

- 실물형 시험이나 실제 이용 가능성을 검토하는 단계
- 상업적으로 이용되기 시작하는 기술혁신의 원형
- 화학분야의 시험공장(Pilot Plant)이 이에 해당.
(예) 무선통신 : 1896년 Marconi가 9 mile간 송신

◦ **단계 6 : 상업적 도입(Commercial Introduction)**

- 최초의 생산 및 판매 등 기술혁신이 타당하고 구체적 형태로 사용되는 시기.
(예) 무선통신 : 1897년 Marconi가 British Marconi 설립

◦ **단계 7 : 다수의 채택(Widespread Adoption)**

- 혁신이 상당한 사회적 영향을 가지기에 충분한 규모로 이용되는 단계.
- 사회적 영향은 혁신을 채택하는 혁신기업이나 이용자들이 받는 이익을 말함
(예) 무선통신 : 1910년 Marconi가 항해용으로 널리 보급, 1913년 막대한 이익 창출

◦ **단계 8 : 확산(Proliferation)**

- (1) 원래의 목적 이외에 기술장치를 적용시킴
(예) 경찰의 고속도로 순찰에 레이다를 이용)
- (2) 다른 기능에 기술원리를 적용시킴
(예) 전자기파에 레이다 마이크로 웨이브 기술 이용)
(예) 무선통신 : 1920년 음성 radio, 상업방송 시작, 1928년 TV 실험, 1938~39년 radar가동, 1964년 상업위성통신 개시

3. 기술예측 기법분류

3.1 기술예측의 3가지 접근

기술예측활동을 지원하는 하나의 수단이 기술예측방법이다. 오늘날 기술예측은 광의로는 조직의 관리활동인 예측, 기획, 평가를 대상으로 하기 때문에 그 방법으로는 기술 발전추세의 예측에서 R&D과제의 평가와 R&D계획수립 방법에 이르기까지 다양하다.

기술예측 방법은 예측의 목적, 예측의 범위, 기술의 속성 및 자료의 축적정도에 따라 여러 가지 형태로 발전되어 왔다. 특히 미국의 Lenz, Jantsch, Cetron, Bright, Martino, Linstone과 일본의 牧野昇 등 많은 예측전문가들에 의해 수십 가지의 기술예측기법이 개발되어 왔는데 크게는 직관적, 탐구적 및 규범적 방법으로 구분되고 있다.

가. 직관적 방법(Intuitive Forecasting)

직관적 방법은 전문가들에게 (배경정보를 제공하고) 미래의 전망에 관한 그들의 견해를 체계적으로 평가하는 방법이다. 장기적인 사회경제, 기술문제에 대하여 계량분석적인 접근의 한계가 제기됨에 따라 전문가들의 직관, 지식과 판단력을 충분히 활용하는 기법이 필요하게 되었다. 직관적 예측방법에는 델파이법을 위시해서 브레인스토밍, 교차영향분석(cross impact analysis) 등이 있다.

나. 탐구적 방법(Exploratory Forecasting)

탐구적 방법은 기술능력 지향적인(capability-oriented) 예측방법으로서 일반적으로 강도, 파워, 속도, 크기 등과 같은 기술의 능력이 시계열적 일관성 또는 패턴에 따라 규칙적으로 변화한다고 가정하는 예측방법으로서 이에는 성장및 대체곡선, 상관분석, 경향외삽법, 계량경제분석법 등이 이에 속한다.

다. 규범적 방법(Normative Forecasting)

규범적 방법은 목표지향적인(goal-oriented) 예측방법으로서 기술이 인간의 요구를 충족시키고 조직의 목표를 달성하기 위해 개발되고 실현된다고 가정한다. 구조분석의 다양한 기법을 이용하여 미래기술의 중요성과 가치, 또는 관련기술의 출현시기를 예측하는 방법으로서 대표적인 예로는 연관나무(relevance tree)가 있다.

3.2 기술예측기법의 비교

예측기법	용 용	장 점	단 점
경향외삽법 (Trend Extrapolation)	<ul style="list-style-type: none"> 기술능력 제품판매고 신제품 개발시기 	<ul style="list-style-type: none"> 비용이 저렴 이해가 용이 많은 S/W가 이용가능함 	<ul style="list-style-type: none"> 부정확함 인과관계에 근거하지 않음 예측대상기간이 단기
시계열 추정법 (Time Series Estimation)	<ul style="list-style-type: none"> 기술성능 제품 판매고 신제품 개발시기 	<ul style="list-style-type: none"> 비용이 저렴 외삽법보다 정확 	<ul style="list-style-type: none"> 인과관계에 근거하지 않음 예측대상기간이 단기 부정확함
회귀분석법 (Regression Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> 기술성능 제품 판매고 신제품 개발시기 	<ul style="list-style-type: none"> 비용에 비해 비교적 정확함 	<ul style="list-style-type: none"> 원인이 되는 변수와 이 미래 예상치를 알아야
계량경제 분석법 (Econometrics)	<ul style="list-style-type: none"> 장기적인 기술성능과 제품 판매고 	<ul style="list-style-type: none"> 예측결과가 일정범위를 벗어나지 않음 사실상 인과관계를 내포 	<ul style="list-style-type: none"> 너무 복잡하여 정확성이 낮음 (특히 장기에서)
시스템 동학법 (System Dynamics)	<ul style="list-style-type: none"> 기술진보과정에서 상호 작용하는 요인들 파악 시나리오의 기초자료 	<ul style="list-style-type: none"> 특정한 문제의 통찰에 도움이 됨 	<ul style="list-style-type: none"> 복잡함 잘 알려져 있지 않음 일반화된 Software 없음 세상이 항상 순환적이거나 그렇지 않음
성장곡선법 (S - Curves)	<ul style="list-style-type: none"> 시장점유율 기술능력 상황적용적 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> 성장의 한계를 강조 비용이 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 관련 기술자료를 좀처럼 이용할 수 없음
역사적 유추방법 (Historical Analogies)	<ul style="list-style-type: none"> R&D 소요액 파악 연구인력구조의 형태 파악 각 전략이 내포하고 있는 의미 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 비용이 막대한 과실의 반복을 회피 다른 사람들이 어떻게 문제점을 해결하는지에 	<ul style="list-style-type: none"> 관련자료가 이용가능할 경우에만 효과가 있음 비용이 많이 듦

예 측 기 법	용 용	장 점	단 점
투입-산출연관분석 (Input-Output Materices)	<ul style="list-style-type: none"> 기술의 변화가 경제에 미치는 영향분석 	<ul style="list-style-type: none"> 승수효과를 포함한 제반 경제효과가 산출가능 	<ul style="list-style-type: none"> 산업연관표가 필요 부분적인 특정문제의 을 위해서는 비용이
특허 추세분석법 (Patent Trend Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> 기술의 모니터링 투자 의사결정 새로운 경쟁자 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 경쟁자들의 R&D 동향에 대한 정보제공 필요한 software 이용가능 	<ul style="list-style-type: none"> 타 추세분석보다 비용 산 편 18 - 36개월 정도의 과료임 모든 R&D가 특허화5
과학문헌 분석법 (Scientific Literature)	<ul style="list-style-type: none"> 기술의 모니터링 기업 R&D 분석 유망 기술영역 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 특허 추세분석보다 널리 알려져 있음 필요한 software 이용가능 	<ul style="list-style-type: none"> R&D 노력의 일부분만 판됨 적정한 자료를 구하지
이용자정보 분석법 (User Created Data base)	<ul style="list-style-type: none"> 기술의 모니터링, 정밀조사, 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> 출판된 자료 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 아직 이용가능하지 않음 타 비관련 자료에 묻혀 수 있음
면담조사법 (Interviews)	<ul style="list-style-type: none"> 신제품 또는 신공정 도입 기술의 가능성 및 동향분석 	<ul style="list-style-type: none"> data base 불필요 정성적인 통찰력 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 설문조사보다 비용이 들
설문조사법 (Questionnaires)	<ul style="list-style-type: none"> 신제품 또는 신공정 도입 기술의 모니터링/성능 미래의 기술환경 	<ul style="list-style-type: none"> 신속하며 비용이 많이 들지 않고도 많은 응답을 얻을 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 후속연구가 어려움 설문의 구성이 응답을 시킴
델파이 기법 (Delphi)	<ul style="list-style-type: none"> 신제품 또는 신공정 도입 기업(주로 대기업)에 필요한 핵심기술 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 의견일치가 강요됨 	<ul style="list-style-type: none"> 강요된 의견일치 비교적 비용이 비싼 편

예측 기법	용 용	장 점	단 점
아이디어 창출법 (Idea Generation)	<ul style="list-style-type: none"> 신제품 또는 신기술 파악 (8 - 12인의 전문가 집단) 	<ul style="list-style-type: none"> 창조적인 견해가 수집됨 많은 아이디어가 모아질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 한 사람의 생각이 지배 가능성이 매우 높음 아이디어가 억압될 수 있음
명목그룹 이용법 (Norminal Group Technique)	<ul style="list-style-type: none"> 기술진보 또는 어떤 제품의 시장성에 관련된 문제 파악 기업 핵심기술 파악(8 - 12) 	<ul style="list-style-type: none"> 많은 창조적인 아이디어가 수집됨 	<ul style="list-style-type: none"> 아이디어의 상호작용을 고려하지 못함
시나리오 기법 (Scenarios)	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 기술환경을 예측 전략 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 상황적응적 계획의 수립이 강조됨 특히 상황변화가 일어나기 	<ul style="list-style-type: none"> 일부는 너무 정성적임 비교적 비용이 비싼 편
시뮬레이션 기법 (Simulations)	<ul style="list-style-type: none"> 상황적응적 계획수립 전략분석 	<ul style="list-style-type: none"> 대안적인 계획들에 대한 고려를 강요함 	<ul style="list-style-type: none"> 민감도 분석이 용이한 적 모델이 요구됨
관련 수목법 (Paths and Trees)	<ul style="list-style-type: none"> 기술문제를 세부적으로 나눔 기술구조 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 기술구조의 면밀조사 계획경로의 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 규범적인 판단임 대안적인 목표를 무시할 수 있음 예측력이 낮음
포트폴리오 분석법 (Portfolio Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> 경영분석을 위해서 기술목록을 산업별로 세분 	<ul style="list-style-type: none"> 보다 창조성 있고, 수익성이 높게 기존기술을 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 포트폴리오의 구성이 새로운 통찰력을 제공할 수 없음 기술의 성공가능성을

* 자료원 : Stephen M. Millett and Edward J. Honton, "A Manager's Guide to Technology Forecasting and Analysis Methods", Battlle Press, 1991, pp. 89 - 90.

** 주 : \$로 표시된 비용은 해당기법을 적용하기 위한 컨설팅요청 시 소요되는 제반 비용 즉 인력, 자료, software, hardware 비용의 중앙값 추정치이며 소요기간은 자료가 이미 수집되어 이용가능하다는 가정하에 계산된 것이다.

3.3 기술예측 기법의 활용과 전망

Battelle연구소의 Millet과 Honton은 1991년 미국에서의 지난 10년간의 기술예측에 관한 연구수행과 기업자문 경험을 토대로 1990년대에는 다음과 같은 경향이 대두될 것으로 전망하고 있다.

- ① 기술예측 기법들은 여러 번의 시행착오를 거쳐 보다 잘 예측기법이 보다 고도화될 것이다. 그리고 이러한 기법들이 관리자의 요구에 보다 잘 부응할 것으로 기대된다. 이러한 도전에 응하는 것이 관리자와 예측가 모두의 책임이라는 의식이 확산될 것으로 전망된다.
- ② 예측기법들이 보다 결합되어 사용될 것이다. 추세분석, 전문가 판단과 관련수목, portfolio분석 등과 같은 복수선택분석(multi-option analysis) 등 세 가지 분류의 기법이 조합이 되어 사용될 때 예측결과가 개선될 잠재력이 크다. 수많은 기법의 조합 가운데 특히 선호되는 기법은 다음과 같다.
 - ㉠ 예측조사에 적합한 질문의 틀을 잡기 위한 전문가 판단(특히 면접과 조사)
 - ㉡ 예측조사의 범위에 포함되어야 할 issue, 요인, 추세, 변수등을 파악하기 위한 전문가 판단(특히 idea창출과 nominal group technique 또는 이들의 변형)
 - ㉢ 예측의 범위에 포함된 각 요인의 과거, 현재 및 가장 타당한 미래를 잘 파악하기 위한 경향분석(특히 경향외삽, 시계열, 특허경향분석 등)
 - ㉣ 제반 추세를 종합해서 규범적 전망을 포함한 미래전망의 대안을 제시하기 위한 복수선택분석(multi-option analysis : 특히 scenario와 simulation)
 - ㉤ 예측 결과로부터 사업에 대한 의미있는 제안과 전략적 선택을 끌어내기 위한 전문가판단(특히 idea generation과 nominal group technique)
 - ㉥ 계획수립의 목적을 위해 심층적인 미시분석을 하기위해 경향분석(특히 경향외삽과 시계열)과 다른 예측 기법(특히 계량경제 분석 및 재무예측)의 결합

③ 다음 방법들은 앞으로 그 사용이 상대적으로 증가할 것으로 기대되는 기법들이다.

- 경향외삽 • 시계열 추정 • 회귀분석 • 역사적 유추 • 특허추세분석
- 학술문헌 정보분석 • 사용자 Data Base분석 • 면접조사 • 설문조사
- idea 창출 • nominal group technique • scenario • simulation

④ 다음 방법들은 앞으로 그 사용이 감소할 것으로 기대되는 기법들이다.

- 계량경제분석 • system 동학 • S 곡선 • 투입-산출 행렬분석
- Delphi 방법 • path and tree • portfolio 분석

⑤ 1990년대에 새로이 등장할 한 가지 예측 기법은 computer 분석용 사용자 자체의 data base 창출이다. 분명히 우리가 모든 분석기법을 다 알 수는 없다. 그러나 한 가지 예측결과에 의해 모형화된 세계보다는 실제세계가 훨씬 복잡하다는 사실을 최근 경영층이 인식하고 있기 때문에 또다른 복수선택기법(multi-option tool)이 틀림 없이 등장할 것으로 예상된다.

20 개의 주요 기술예측기법의 활용현황과 1990년대의 전망을 살펴보면 다음 표와 같다.

< 기술예측 기법응용의 현황과 전망 (미국) >

방 법	현 황		1990 년대 전망	
	특정 기술예측	복수의 기술예측	특정 기술예측	복수의 기술예측
· 경향외삽				고
· 시계열 분석		고		고
· 회귀분석		중		고
· 계량경제분석	중	중	저	
· 시스템 동화	저		0	
· S - 곡선				저
· 역사적 유추	저	저	저	중
· 투입 산출 분석		저		
· 특허추세 분석	저		저	중
· 과학문헌 정보분석		저		
· 사용자 D/B 분석				중
		0		
· 면접기법				중
· 설문기법		중		고
· Delphi		중		0
· Idea창출기법		저		저
· N.G.T.		저		중
		저		
· 시나리오	저			중
· 시뮬레이션				중
· 관련수목기법	중	저	저	
· Portpolio분석기법	중		저	

고 : 거의 모든 기업에서 사용

저 : 소수 기업에서 사용

중 : 많은 기업에서 사용

0 : 거의 사용되지 않음

4. 기술예측의 평가와 결과의 활용

4.1 기술예측작업의 평가

예측결과의 궁극적인 유용성 여부는 예측결과가 수용되어 의사결정과정에서 사용되는가의 여부이다. 의사결정자가 받아들이지 않으면 예측작업은 무용지물이고 낭비가 된다.

예측작업이 훌륭히 잘 설명이 되지 않기 때문에 사용되지 않을 수도 있다. 예측결과의 질과 그 유용성이 즉시 명백하게 전달되어야 한다. 특히 예측결과는 유용해야하며 또한 믿을 수 있어야 한다. 의사결정자가 유용한 가치를 인정하지 않거나 또는 그 예측결과를 믿지 못하면 예측결과는 결코 받아들여지지 않는다.

유용성의 관점에서 볼 때 예측결과는 의미가 있어야 하고 이해가 되어야 한다. 의사결정자는 예측결과가 그의 의사결정의 관점에서 의미를 지녀야 하며 또한 예측결과는 의사결정자가 이해할 수 있도록 되어야 한다. 예측결과는 예측에 사용된 원시자료보다 더욱 “의미”를 가져야 하며 또한 쉽게 이해되어야 한다.

신뢰성의 관점에서 볼 때 예측결과가 가용한 과거자료와 최적의 예측기법을 토대로 구한 미래에 관한 최선의 전망치라는 것을 믿게 하지 않으면 안된다.

이상의 관점에서 볼 때 의사결정자는 스스로 다음과 같은 질문을 하고 이에 대한 답을 구하려고 노력해야 한다.

① 왜 기술예측이 필요한가

예측가는 의사결정의 관점에서 이에 대한 답을 주어야 하고 의사결정자가 선택할 수 있는 대안도 제시해야 한다.

② 의사결정에 관한 필요한 정보의 어느 정도가 예측결과에 포함되어 있는가?

물론 기술예측이 의사결정에 필요한 모든 정보를 제공하지는 않는다. 의사결정에 관련된 기술변화 이외에도 경제변화, 사회변화, 정책변화, 환경변화와 또 조직의 연구능력, 자원보유, 관리능력 등에 관한 정보가 필요하다. 따라서 기술예측은 필요한 정보의 일부를 제공할 수 있을 뿐이다.

③ 어떠한 예측기법이 사용되었는가?

- 의사결정자는 일반적으로 예측기법의 장단점 이외에는 구체적인 기법에 대해서는 관심이 없다. 의사결정자는 동 예측기법이 그 상황에서 정말로 적합한지의 여부, 보다 나은 방법이 있는데 사용 못했는지의 여부, 동 예측방법이 범하기 쉬운 약점 등에 관해 알기를 원한다.
- 의사결정자는 동 예측기법과 자료를 다른 사람이 사용하여 예측을 해도 같은 결과가 나오는지에 관해 궁금하게 생각한다. 따라서 최적의 예측방법과 최선의 전문가가 동원되었다는 것을 예측가에게 확신시켜야 한다.

④ 예측작업의 토대가 되는 제반 가정은 무엇인가?

예측의 토대가 되는 가정의 하나는 과거와 미래를 연결시키는 논리구조이다.

⑤ 왜 이러한 가정을 받아들여야만 하는가?

사실 또는 특정한 지식(정보) 대신에 가정을 사용할 때마다 다른 가정의 사용여부를 검토할 필요가 있다. 기술예측가는 당 예측에 사용된 가정이 여타 가정보다 합리적이거나 보다 낫다는 점을 설명할 수 있어야 한다.

⑥ 예측에 사용된 정보와 자료원은 무엇인가?

의사결정자는 부적합한 예측결과가 의도적이던 또는 반대편으로 왜곡됐을지도 모른다고 생각할 수 있다. 따라서 예측가와 권위있는 자료, 적합한 자료, 완전한 자료를 사용했다면 의사결정자는 예측결과를 보다 신뢰할 수 있게 되어 받아들여지게 된다.

4.2 기술예측시 유의할 사항

- ① 기술예측 및 평가를 할 때 해당기술의 변화는 물론, 기술을 둘러싼 경제, 사회, 정치, 생태계, 여타 기술이 당 기술에 미치는 영향은 물론 당 기술이 5개 환경요소에 미치는 영향을 고려해야 한다.
- ② 기술혁신은 통상 수십년이상에 걸쳐 일어난다. 따라서 기술예측에는 기술혁신과정 8 단계중 특정한 단계를 지정해 주어야 한다. 일반적으로는 원리규명, 실용가능성 검토, 상업화, 보급 등 4단계중 하나를 지칭해서 사용하는 경우가 많다.
- ③ 기술예측과정의 교육적이고 의사소통적인 역할을 중시하는 것이 필요하다. 경영층, 예측가, 연구원 모두 기술예측과정을 이해하여야 한다.
- ④ 적절한 예측방법을 선정하기 전에 목적을 명확히 규정해야 한다. 첫 번째 질문은 “문제가 무엇인가?”이다. 두 번째는 “이 질문에 대한 해답을 가지고 무엇을 하려고 하는가?”이다. 그러면 예측기법이 선정되어 응용된다. R&D의 배경을 더 잘 파악하면 예측기법의 사용이 보다 용이해진다.
- ⑤ 기술예측에는 한 가지 기법만이 이용되는 것이 아니라 여러 기법을 결합해서 사용하는 것이 효과적이다. 어떠한 한 가지 방법도 모든 요구사항을 다 충족시킬 수 없으므로 탐구적 분석, 직관적 분석, 복수선택분석에 속하는 여러 가지 기법을 선택적으로 결합하여 사용해야 한다.
- ⑥ 기술평가를 수행하기에 앞서 기술예측에 의해 기술성능, 신기술의 보급속도, 신기술의 확산범위에 대한 자료를 구함으로써 신기술의 경제, 사회적 효과를 보다 잘 분석할 수 있다.

4.3 기술예측작업의 조직화

① 기술예측작업의 정기화

- 중장기에측은 5년마다 단기에측은 2-3년 주기로 수행하는 것이 바람직하다.

② 기술예측작업의 전문화

- 전문성을 갖춘 소수의 전담조직이 필요하며 또한 기획 및 연구평가에 관한 전문성도 동시에 보유하는 것이 바람직하다.

③ 기술예측작업의 Data Base화

- 과제 D/B, 전문가 D/B, 예측정보D/B등 예측과정 상에서 수집된 주요정보를 D/B하고 유지보수하는 것이 바람직하다.

④ 정보통신 기술전문가의 network화

- 정보통신기술이 사회 information이며 공유성 첨단기술이기 때문에 연관된 기술과 경제사회에 미치는 파급효과가 크다.

⑤ 예측결과의 적극적인 활용

- 기술예측결과가 R&D계획수립 및 연구평가에 효과적으로 활용될 수 있도록 기술예측, 계획수립, R&D수행, 연구평가가 유기적으로 연계되어야 한다.

< 부록 >

1. 기술예측의 예

기술예측의 개념을 보다 명확하게 이해하기 위한 예로서 항공기 구조재료를 들어보자.

가. 기술예측 1 : 미래의 항공기 구조에 사용되는 재료는 오늘날의 항공기 구조재료보다 그 강도가 높을 것이다.

나. 기술예측 2 : 1995년 까지는 항공기 구조재료로서 350,000 psi의 인장강도를 갖는 복합재료의 이용이 가능할 것이다.

다. 기술예측 3 : 1995년에 항공기 구조재로 사용될 복합재료의 인장강도 기대치는 350,000 psi가 될 것이고 50% 신뢰구간은 최소 300,000 psi 최대 420,000 psi 이다.

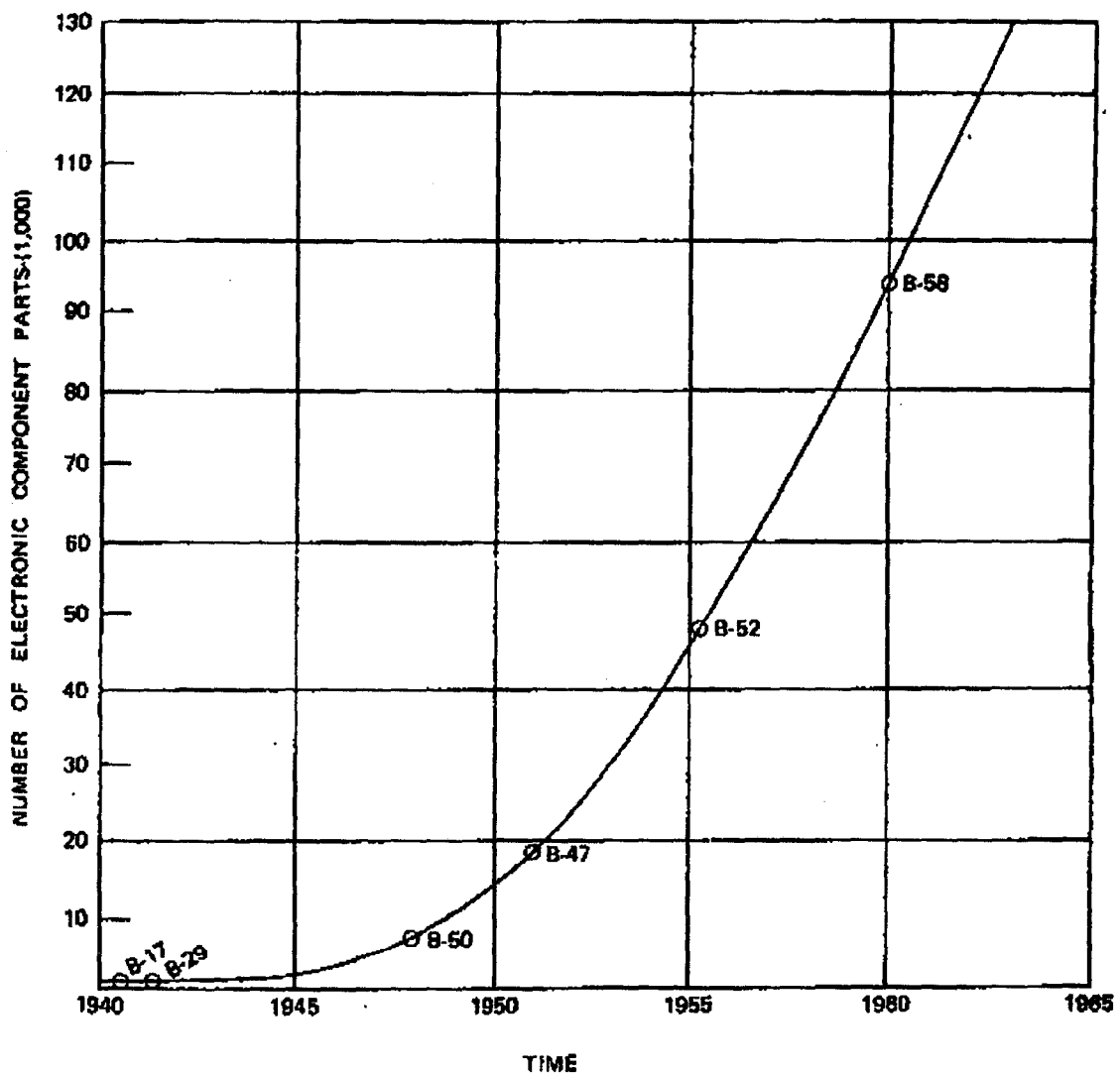
라. 기술예측 4 : 1995년에는 인장강도 350,000 psi, 신뢰도 50%, 신뢰구간 300,000 psi ~ 420,000 psi 의 다양한 항공기 구조재의 이용이 가능해질 것이다.

마. 기술예측 5 : 향후 3년 內에 탄소섬유복합재료의 인장강도가 20% 증가할 것이고 50% 신뢰도 下에서 개발기간(신뢰구간)은 2.5년 ~ 4년이다. 이를 달성하기 위한 R&D비용은 천만\$, 50% 신뢰도 下에서는 800만\$에서 1500만\$ 사이가 될 것이다.

2. IC개발을 촉진한 기술예측의 예

1952년 미국 Wright Field에 있는 Avionics Laboratory의 Dr. Noble은 폭격기에 사용될 전자부품의 수를 예측하게 되었다. 1940년대 초의 B-17로 부터 B-47에 이르기까지 폭격기를 대상으로 경향외삽법을 이용하여 예측한 결과 1940년대초 2000개 안팎수준에 머물렀던 전자부품이 1948년에는 7000개, 1952년의 B-47에는 18000개, 1956년의 B-52에는 45000개 이상, 1960년의 B-58에는 무려 90000개 이상으로 증대될 것으로 전망되었다. 그 당시 사용중의 진공관 회로의 고장율이 5%인 점을 감안할 때 개발계획중의 B-58의 경우 과연 “나를 수”있을까 라는 문제가 제기되었고 이에 따라 부품 및 회로 설계상의 획기적인 전환이 필요하다고 건의하였고 이러한 것이 다른 이유와 더불어 Westinghouse와 TI의 IC개발을 지원·촉진시켰다.

Trend of Complexity of Electronics in AF Weapon Systems



SOURCE : H. V. Noble, Avionics Laboratory, USAF, Wright Field. Drawn about 1952

3. 참고문헌

과학기술정책관리연구소, 독일의 미래기술예측(1993~2020년), 1995

박재혁, 정근하, 한국, 일본, 독일의 중장기 기술예측 결과 비교분석연구, 1995

한국산업은행, 2000년대를 향한 정보통신산업, 1990.

홍순기, 정근하, 임기철, 과학기술정책관리연구소, 국내산업 기술예측을 위한조사연구(1), 1991.

체신부, 정보통신연구개발관련법규, 정보통신연구관리단, 1993

신태영, 박재혁, 정근하, 김형수, 한국의 미래기술, 1994.

마끼노 노부루, 첨단기술예측, 미쯔비시 총합연구소, 1989.

이노우에 노부오, 정보통신 뉴미디어세계, 이진수, 윤경근, 장기영 편역, 전자신문사. 199

과학기술청(일본), 제5회 기술예측조사, 과학기술정책연구소, 1992.

곤도 사토루, R &D전략입안을 위한 기술예측 활용 가이드북, 아방프로듀스, 1993.

PWWF Technology Center, Technology Forecast : 1995, 1994

NISTEP & ISI, Outlook for Japanese and German Future Technology, 1994. 4

Bright, J., R. Practical Technology Forecasting : Concepts and Exercise,

Industrial Management Center, 1978.

Brody.H., "Great Expectations" Technology Review, July 1991, pp.39-44

Coats, J. F., "Some Methods and Techniques for Comprehensive Impact Assessment"
Technological Forecasting and Social Change", 6(4) : 341-358, 1974.

Coates, J.F., The Highly Probable Future -83 Assumptions about the Year 2025, 1994

Henry, B., Forecasting Technological Innovation, Kluwer Academic Pubs., 1991.

Martin, B. and Irvine, J., Reserch Foresight, Pinters Pubs., 1989.

Martino, J. P., Technological Forecasting for Decision Making, 3rd edn., McGraw Hill,
1993.

Millett, S. M. and Horton, E. J., A Manager's Guide to Technology
Forecasting and Strategy Analysis Methods

Swager, W. L., "Strategic Planning II: Policy Options", Technological
Forecasting & Social Change, 4(2):151-172, 1972.

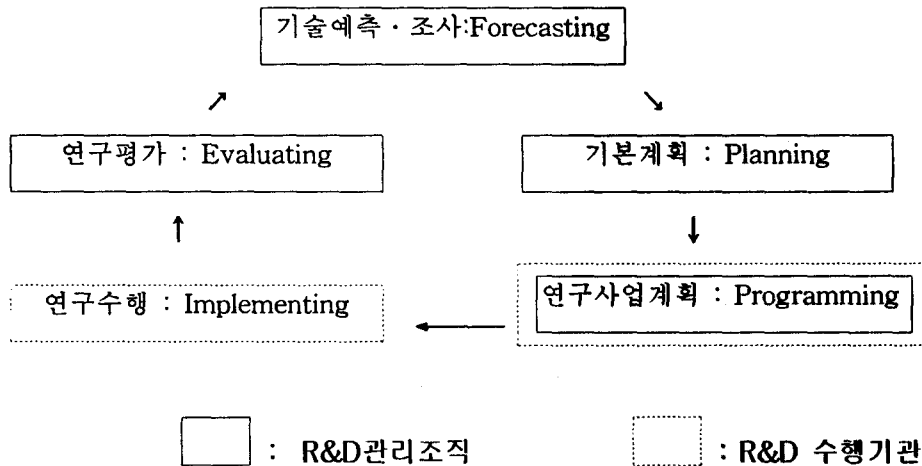
Twiss, B. C., Managing Technological Innovation, 4th edn., Pitman, 1991.

4. 사례: 정보통신 기술예측 조사작업 설계

본 예에서는 정보통신 연구개발사업의 선정 및 관리업무를 효율적으로 수행하기 위해 서 기본계획수립에 필요한 정보를 제공하는 기술예측조사의 흐름과 내용을 개괄적으로 제시하고자 한다.

4.1 연구관리 활동의 흐름구조

의사 결정용 정보를 창출하는 기술예측 조사작업이 정보통신관련 조직활동의 순환주기 에서 어떻게 연관되는 가를 살펴보면 다음과 같다.



<그림 1> 정보통신 연구관리 활동의 흐름구조

- 동 조직은 조사 및 예측작업을 통해 기술과 시장의 미래 가능성과 유망성에 관한 정보(새로운 기술시스템의 출현, 기술의 발전속도 및 한계, 시장의 규모 등)를 수집·분석·가공하고 동 조사 예측 결과를 토대로 기업이 지향하는 목표를 달성하기 위해 고안된 일련의 활동을 담은 기본계획을 수립한다.
- R&D 수행부서들은 기본계획을 추진하기 위해 동원해야 할 연구자원(연구비, 연구인력, 기술정보, 연구시설)에 관한 세부사항을 명시한 연구 사업 계획(research program)

을 수립하며 제안한다. 여기에는 특정사업에 소요되는 연구자원의 내역과 세부과제 (project)를 담당하는 연구자 및 구체적인 일정계획이 명시된다. 관리부서는 후보사업 계획을 평가하여 우선순위결정 및 조정작업을 거쳐 연구비배정을 확정한다.

- R&D 수행부서들은 연구자원이 가용하게 되면 연구를 수행하며, R&D관리부서는 수행 중 이거나 연구종료후 중간결과 및 최종결과를 평가하게 된다.

- 연구 활동 성과의 만족수준(효과)

- 투입 연구자원 대비 바람직한 결과의 달성수준(효율)

- 현재 도달한 수준과 계획상의 수준의 비교

- 평가를 통해 드러난 사항들을 반영하는 새로운 예측조사가 실시되고 다시 순환주기가 시작된다.

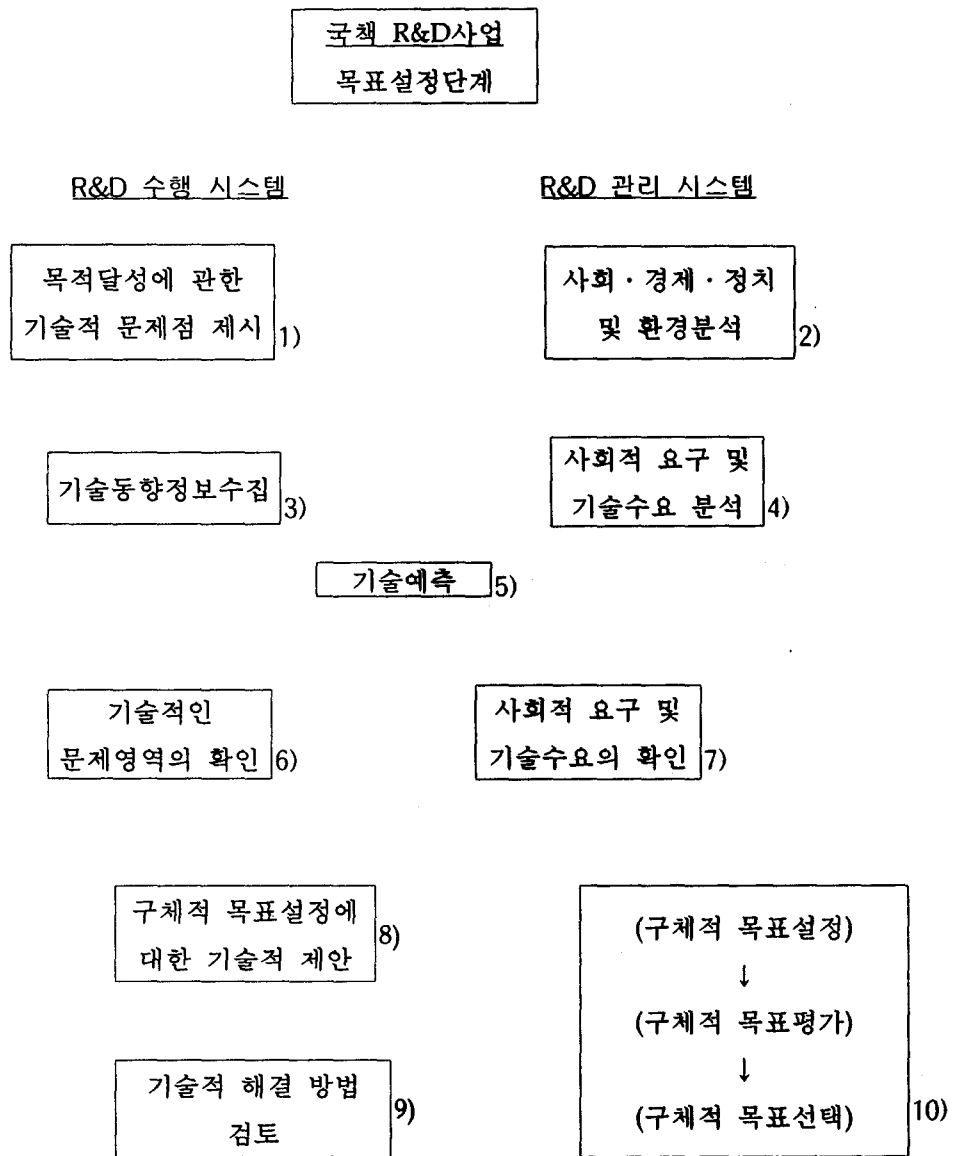
4.2 기술목표설정:기술예측과 기본계획 수립단계

정보통신 연구사업의 기술목표 설정작업은 다음의 흐름도와 같이 수행될 수 있다.

1) 목적달성에 관한 기술적 문제점의 제시

- 목적을 명확히 하고 이를 달성하는 데 걸림돌이 되는 기술적인 문제의 소재를 밝히는 과정이다.
- 우리나라에서 정보통신기술혁신이 급속하게 전개되면서 민간기업의 경쟁적 참여가 확대되고 있다. 경제와 사회발전의 하부구조인 정보통신 서비스를 공급하는 부문과 이를 이용하는 부문(예: 다른 서비스 부문)간의 불균형이 심화되고 있다. 기술개발의 목표를 명확히 설정하고 동 기술이 정보통신 기술의 발전은 물론 여타 산업의 경쟁력 향상과 眞의 사회적 효과를 해소하는데 얼마나 공헌할 수 있는 가를 검토해야 한다. 또한 고도 화·다양화하는 국민의 요구(needs)를 파악하기 위해서는 많은 전문가와 국민의 의견을 경청해야 한다. 이러한 목적달성에 관한 기술적 가능성 및 문제점을 제시한다. 보다 상세하게 분석하기 위해 2) 사회·경제·정치 및 환경분석부분과 서로 정보를 주고 받는다. 역으로 2)의 결과로부터 문제점을 재검토하는 것도 필요하다.

<그림 2> 정보통신 연구사업의 목표설정흐름: 기술예측과 기본계획 수립



R&D 수행 시스템 : R&D를 수행, 미지의 유용한 기술 시스템을 창출

R&D 관리 시스템 : R&D활동을 계획화하고 전체조직을 관리운영함

2) 사회·경제·정치 및 환경변화 분석

- 목적달성의 기술적 문제점에 관한 정보를 받아 정리하여 문제의 소재를 구체적으로 분석하는 과정이다.
- 기술혁신을 둘러싼 경제, 사회, 정치, 환경 및 사회의 문제를 폭넓게 추출하고 시나리오를 작성한다. 또한 역으로 광범위한 사회·경제·정치 및 환경분석을 행하여 그 문제점을 제시하고 목적을 설정한다. 1. 기술적 문제점은 목적에 관한 규범적 기술정보로서 3. 기술동향 정보수집으로 넘겨진다.

3) 기술동향 정보수집

- 목적에 관한 규범적 기술정보와 현재의 기술수준에서 본 탐색적 기술정보를 수집함으로써 5. 기술예측에 필요한 대상과제의 확인과 기술특성분석을 가능하게 한다.

4) 사회적 요구(needs) 및 기술수요분석

- 경제, 사회, 정치, 환경의 변화에 따른 다양한 사회적 요구에 관한 자료를 수집하고 이를 조직적으로 분석하고 정리한다.
- 사회적 요구를 구체적인 평가기준에 따라 정량화하여 요구도를 명확히 한다. 이때 시간의 흐름에 따른(예: 5년 마다) 새로운 요구의 등장과 요구의 중요도의 변화를 고려하는 것이 바람직하다. 이것은 목표설정의 하나의 기준이 된다.
- 과학·기술에 대한 요망, 사회 및 환경의 문제점, 보다 고도의 사회적 요구에 관한 정보를 수집해서 5. 기술예측과 7. 사회적 요구 및 기술수요의 확인에 공급된다.

5) 기술예측(제 3 절의 기술예측시스템의 세부설계 참조.)

- 기술정보로서 목적에 관한 규범적 기술정보와 탐색적 기술정보를 받아 정리한다.
- 다양한 예측기법을 검토하고 이를 조합하여 적절한 예측방법을 설계한다.
- 명확한 평가기준하에 기술특성을 정량화하여 그 실현시기를 예측하고 기술적 문제점의 정도를 파악한다.

6) 기술적 문제영역의 확인

- 기술예측의 결과를 받아 기술적 문제영역을 확인한다.
- 관리자로서 기술진보의 경향을 명확히 함과 동시에 연구자에게 자극을 주는 역할을 한다.

7) 사회적 요구 및 기술수요의 확인

- 사회적 요구와 기술수요 분석의 결과를 이용하여, 관리자·연구자가 사회적 요구와 기술수요를 확인한다. 동시에 연구자의 동기부여를 해야 한다.

8) 구체적 목표설정에 대한 기술적 제안

- 기술적 문제영역의 확인 및 사회적 요구의 확인 후에 목적의 달성을 위해 필요하다고 생각되는 구체적 목표에 관한 기술적 제안을 한다.
- 정보통신 기술전문가, 경제학자, 정책당국자, 정보통신시스템 이용자 등의 의견과 조직내의 관계부서의 의견을 수렴한다.

9) 구체적 목표의 설정, 평가, 선택(목표설정)

- 목적을 달성하기 위한 구체적 목표에 관한 기술적 제안을 받아 기술개발의 구체적 목표로 설정한다.
- 기술적, 사회적, 경제적 배경으로 부터 구체적 목표에 대해 정량적인 평가와 선택을 하고 목표항목마다 가중치를 부여, 우선순위(priority)를 결정한다.
- 또한 목표항목을 명확한 목표시스템으로서 나타낸 다음 동 결과를 연구사업계획 실시 시스템(programmming)으로 넘긴다.

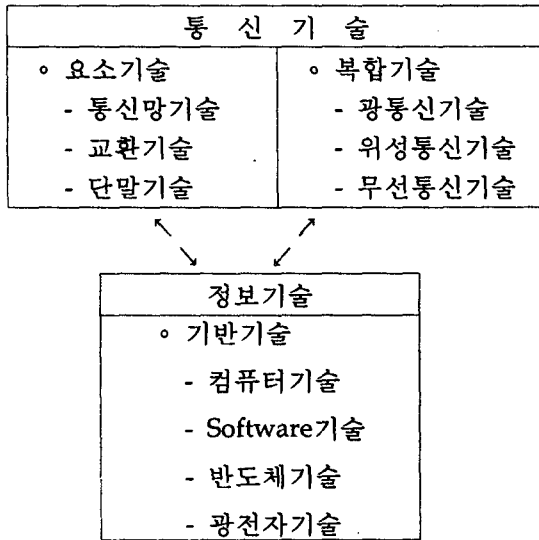
10) 기술적 해결 방법의 검토

- 구체적으로 설정된 목표 및 그 달성도의 평가기준을 받아 이에 관해 상세한 정보를 수집하고 기술적 해결방법을 검토한다.

4.3 기술에측시스템의 세부설계

정보통신 기술에측작업의 흐름을 살펴보면 다음 그림과 같다.

4.3.1 기술분류 및 체계화(예)



<그림 3> 정보통신기술의 분류

4.3.2 needs 분류 및 체계화(예)

- ① 개인화에의 대응 : 개성화에 부응하는 서비스 선택의 확대
- ② 인간과의 친밀도 향상 : 인간다움 또는 인간과의 친화성을 추구하는 서비스의 제공
- ③ 쾌적성·신뢰성의 확보 : 안심하고 쾌적한 생활의 지원 또는 재해 등에도 강하고, 신뢰도가 높은 정보통신 시스템의 제공
- ④ 산업의 효율화, 고부가가치화 : 생산이나 서비스의 향상에 도움이 되고, 경영의 효율화에 기여하는 정보통신 시스템의 제공
- ⑤ 새로운 통신환경의 조성 : 통신에 의한 FTF(face to face)의 실현이나 시간·공간·언

어 등을 극복할 수 있는 통신 시스템 제공

- ⑥ 사회환경문제해결에의 공헌 : 도시기능의 분산이나 행정효율화의 지원, 지방과의 정보격차해소와 환경문제해결에 기여

4.3.3 기술 · needs mapping 및 예측대상과제 도출

분야 목적	전송기술	교환기술	위성 및이동 통신기술	영상통신 기술	...	방송기술
문화성·쾌적성 등			이동채안정 (安定) TV 수신		...	음상(音像)공간 위치제어기술
개인화			휴대전화		...	
효율화·저비용화	장거리 무중계 방식	광교환기 자동변환	쌍방향 화상통신		...	
:						
인간과의 친밀도	고품질 음성전송	음성다이 얼 방식		현장감 입체영상 회의	...	입체방송

<그림 4> 예측과제의 도출을 위한 Frame 例

4.3.4 기술예측방법검토

본문 3.의 기술예측기법 분류 참조

4.3.5 예측대상과제선정

기술분야별 전문가 위원회가 구성되어 과제별로 중요도, 긴급도, 파급도 등을 평가하고 예측작업 소요기간, 비용, 이용가능 정보량 등을 감안하여 적절한 수의 과제를 선정한다.

4.3.6 기술특성분석

기술은 특정한 기능을 수행하거나 또는 특정한 문제를 해결하기 위해 개발된다. 바로 이러한 기능을 수행하는 정도를 정량적으로 나타내는 기술특성은 기능적 능력(functional capability)으로 표현된다. 정보통신기술의 주요 기능적 능력을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 형상의 대형화 : 화면의 대형화, rocket의 대형화
- ② 형상의 소형화 : 반도체부품의 소형화, 휴대전화기나 PC의 소형화, micro machine
- ③ 대용량화 : 전송용량의 증대, 기억용량의 증대
- ④ 고밀도화 : 집적회로의 고밀도화, 듣는 기억장치 實裝의 고밀도화
- ⑤ 고속화 : 처리나 access의 고속화, switch속도의 고속화
- ⑥ 高精度化·高精細化 : 미세가공, 高精細화면
- ⑦ 고신뢰화 : 穴長설계(fail safe), 자동진단
- ⑧ 고능률화 : energy변환효율의 향상, soft생산의 효율화, 인식의 효율화
- ⑨ 극한화 : 극저온, 초고압, 초진공, 초심해, 이론한계
- ⑩ 長수명화 : 전지나 소자의 장수명화, field 설계의 장수명화
- ⑪ 지능화 : 이해, 추론, 학습기능
- ⑫ 인간화 : 인간의 보완, man-machine interface(MMI)

4.3.7 기술예측작업의 평가

예측결과의 궁극적인 유용성 여부는 예측결과가 수용되어 의사결정과정에 효과적으로 사용되는가의 여부이다. 예측가는 다음과 같은 질문을 하고 이에 대한 답을 구하려고 노력해야 한다.

- ① 왜 기술예측이 필요한가?
- ② 의사결정에 관한 필요한 정보가 어느 정도 예측결과에 포함되어 있는가?
- ③ 어떠한 예측기법이 사용되었는가?
- ④ 예측작업의 토대가 되는 제반 가정은 무엇인가?
- ⑤ 왜 이러한 가정을 받아들여야만 하는가?

⑥ 예측에 사용된 정보와 자료원은 무엇인가?

이상과 같은 질문은 어떠한 의사결정자라도 예측과정에 대해 알고 싶은 내용을 담고 있다.

5. 성균관 대학교 시스템경영공학부의 “기술예측” 강좌의 소개

1. 강의개요

- 동 과목은 주로 기술예측에 관한 것으로 기술예측의 개념, 기술예측 방법, 기업 또는 정부의 특정한 의사결정 상황하에서 기술예측의 활용사례, 기술예측의 오류 해결방법을 다룬다.
- 주요 예측기법으로는 성장곡선, 경향외삽, 상관방법, 인과모형, 시나리오, 교차충격모형, 연관나무, 예측기법의 복합사용 등을 소개하며 예제와 연습문제의 풀이를 통해 기법을 익히도록 한다.
- 최근에 발표된 첨단기술분야의 주요 예측사례를 살펴본다.

2. 교재명

- Bright, J. R., Practical Technology Forecasting : Concepts and Exercise, Industrial Management Center, 1978.
- Jantch, E., Technological Forecasting in Perspective, OECD, 1967.
- Martino, J. P., Technological Forecasting for Decision Making, 3rd edn, McGraw Hill, 1993.
- Millett, S. M. and Honton, E. J., A Manager's Guide to Technology Forecasting and Strategy Analysis Methods, Battile Press, 1991
- Twiss, B. C., Managing Technological Innovation, 4th edn, Pitman, 1991.

3. 강의 진도계획

- 제1주 : • 복습-기술예측의 개념, 이론, 방법 등에 관한 설명
 - 예측의 대안과 주요 방법론
 - Joseph Coates의 “The Highly Probable Future - 83 assumptions about the year 2025
- 제2주 ~ 제8주 :
 - Exploratory method
 - growth curve
 - trend extrapolation
 - correlation method
 - Relevance Analysis
 - Cross-Impact Analysis
 - Scenario
 - Combining Forecasts
 - 기술수준분석
- 제 9주 : TF for Business Decision
- 제11주 : Forecasting Mistakes
Technology Review의 Why Predictions Go Awry
- 제12주 : Evaluating Forecasts as Decision Information
- 제13주 : 최근에 수행된 주요 기술예측사례
- 제14주 : 예측기법의 종합비교, 국내외 기술예측활동
- 제15주 : 기말고사