

기업 전략

企業의 技術計劃에 있어서 技術豫測의 役割과 重要性

金亨洙¹⁾

I. 서론

미래에 전개될 상황이 현재와 다를 것이라고 기대를 갖는 것은 당연하다. 이러한 기대가 미래에 관한 계획과 의사 결정에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 검토해 보는 일은 의사 결정자에게 중요한 문제이다. 미래 상황은 최적화 실현을 위한 의사 결정에 주어지는 제약 조건이다. 만약 의사 결정에서 그 결과가 나타날 때까지 소요되는 시간이 짧거나 환경의 변화가 매우 안정적이라면 어떠한 변화도 쉽사리 예측될 수 있고 계획에도 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 그러나 변화의 폭이 크다면 그 변화에 대한 문제를 구체적으로 파악하고자 하는 노력이 필요하며, 미래에 발생할 수 있는 여러 가지 상황을 의사 결정자가 사전에 충분히 예측함으로써 보다 올바른 미래를 계획할 수 있을 것이다.

기술 계획 수립에 있어서 의사 결정자가 당면하고 있는 딜레마는, 급변하는 환경 변화에 따른 신속하고도 유연한 대응이 요구되면서도 기술 개발의 속성상 장기적인 전망 하에서의 의사결정이 요구된다는 점이다. 이러한 두 가지 상충되는 상황에 직면하고 있는 의사 결정자에게 기술 예측은 기술 계획 수립에 있어서 중요한 역할을 하며 보다 바르직한 의사 결정을 내릴 수 있도록 도와준다. 또한 과학적인 방법을 통한 기술 예측 결과는 의사 결정자의 단순한 직관력에 비해 보다 나은 미래에 대한 인식을 가능케 해 주기 때문에 기술 예측은 의사 결정에 있어서 발생하는 불확실성을 줄여 주는 역할을 한다.

그러나 기술 예측에 대해서 일부 비판적인 견해가 있다. 기술 예측의 결과가 부정확하다는 것이다. 이러한 부정적인 견해가 나타나는 것은 예측 조사자의 기술 예측에 대한 과대선전에서 기인하겠지만 기술 예측 결과의 사용자의 수용 태도에도 일부 책임이 있는 것이다. 즉, 기술 예측 결과에 대한 주의깊은 이해없이 단순히 그 결과에만 의존한 경향이 있기 때문이다.

본 고에서는 기술 예측이 기술 계획에 있어서 어떠한 유용성을 지니고 있는지 그리고 기술 예측을 어떻게 하는 것인지를 설명하고자 하며 기술 예측의 수행과 전개와 관련하여 고려해야 할 사항을 지적하고자 한다.

II. 기술 계획에 있어서 기술 예측의 필요성

1. 기술 예측의 필요성

과학기술, 정치, 경제, 사회적 변화가 비교적 안정적이었던 과거에는 기술 계획, 자원 배분 및 관리의 문제는 커다란 어려움이 없었다. 그러나 사회, 경제적 발전과 과학기술의 발전 속도가 과거와 다르게 빠른 속도로 점차 진행되면서 기업 또는 정부는 자원 배분의 효율성을 증대시키기 위한 미래의 계획 수립이 필요하게 되었고 미래의 계획 및 목표, 그리고 그 목표에 대한 평가 문제에 점차 귀를 기울이게 되었다.

특히 기업의 경우 기업간 경쟁 심화는 물론 기술 개발 투자 비용이 급속히 증가됨에 따라 보다 바람직한 미래의 사업 계획을 수립하기 위해 새로운 방법들을 모색하지 않으면 안 될 상황에 이르게 되었으며, 이로 인해 새로운 시장 개척의 가능성을 기대하고 연구개발 성과에 대한 효율성과 수익률을 증대시키기 위해서 미래의 사업 계획에 내재되어 있는 불확실한 요소들을 가능한 한 줄이려고 노력하고 있다. 즉 효율적인 자원 배분의 우선 순위를 결정하는 데 있어 기술 예측을 통한 장기 기술 계획이 필요하다고 인식되고 있는 것이다.

엄격한 경제 이론에 바탕을 두고 구축된 자원 배분 시스템은 다음과 같은 기본적인 문제점을 가지고 있다. 즉 어떠한 연구 분야가 획기적인 기술 혁신을 이룩할 가능성이 높은지 그리고 어떠한 획기적인 기술 혁신이 가장 새롭게 발전할 가능성이 있는지를 판단할 수 없다는 점이다. 그러나 기술 예측은 이러한 문제점을 해결할 수 있도록 도움을

주기 때문에 R&D 계획 수립자들에게 있어 기술 계획의 수립시 기술 예측이 필요한 것이다.

기술 예측의 필요성은 대체로 다음과 같은 이유 때문에도 중요하다. 기술 집약적 산업에서 기업실패는 기존 제품의 경쟁력 약화, 신기술에 의한 경쟁 요인의 과소평가, 그리고 시장성이나 개발 전망이 낮은 신기술에 대한 과대 평가 등에 기인한다. 기업이 실패하게 되는 원인은 도전과 기회를 제대로 파악하지 못했거나 했다 하더라도 잘못된 의사 결정 때문이라 할 수 있다. 즉, 지나치게 보수적이거나 신기술에 대해 지나치게 열광적일 경우 합리적인 판단을 내리기 어렵다. 이러한 점에서 기술 예측은 보다 나은 의사 결정을 내릴 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 즉, 기술 예측은 사업 전체 또는 특정한 제품이나 생산 공정에서의 기술적 기회와 위협을 확인하고 탐색할 수 있도록 해주는 역할을 하며, 기술 변화에 따른 시장의 움직임을 사전에 인식할 수 있도록 해 준다.

그러나 기업의 의사 결정자들은 기술 계획에 있어서 기술 예측이 필요하다고 인식하면서도 낙관적인 기술의 시장 예측치만을 가지고 그들의 기술 계획을 수립하는 경향이 있다. 신빙성 있는 자료를 근거로 해서 이루어진 기술 계획은 커다란 문제를 야기시키지는 않지만 맹목적으로 수많은 미래의 전망치를 그대로 받아들인다면 문제가 있는 것이다. 즉 연구개발의 우선 순위를 왜곡시킬 수 있고 다른 계획 수립자들의 판단을 흐리게 할 수 있다.

세계에 널리 알려져 있는 Dataquest, Frost & Sullivan, Business Communications 등과 같은 시장 조사 기업들은 현재와 앞으로 나타날 것으로 예상되는 신기술 분야에의 시장 수요 전망치를 정기적으로 발행한다. 그러나 이들 기업들의 전망치를 사업적인 견지에서 맹목적으로 받아들임으로써 실패를 한 경우가 종종 있다. 예를 들면, 1980년대 초반 이후 수많은 기업체들은 시장 조사 기업들이 발표한 산업용 로봇의 막대한 미래 수요를 기대하고 투자를 시작했다. 그러나 산업용 로봇의 수요자인 제조업체들은 로봇을 사용한 현대적인 생산 설비를 거부하고 재래식 자동화 설비를 고수함으로써 로봇 생산업체들은 투자에 실패하였다. 인공 지능 산업도 비슷한 경로를 밟았다고 볼 수 있다. 컴퓨터 산업을 획기적으로 재편할 수 있는 인공 지능 산업의 가능성에 대해 새로운 투자의 물결이 이어졌다. 그러나 그 기술이 실험실에서 나와 시장으로 연결되기가 어려워지자 막 피기 시작했던 인공 지능 산업도 시들어 버렸던 것이다.

이러한 실패를 회피하기 위해 미래의 기술 계획에 있어서 의사 결정자가 반드시 고려해야 할 미래적 사안은 세 가지가 있을 수 있다. 즉, 무엇이 일어날 것인가(what will happen?), 무엇이 일어날 수 있는가(what could happen?) 그리고 무엇이 일어나야만 하는가(what should happen?) 하는 것이다. 이에 대한 해답을 얻기 위해서 고려해야 할 요인은 기술적, 경제·사회적, 정치적 및 환경(ecological)적 요인 등을 꼽을 수 있다.

기술 예측에 참여하는 과학기술자는 이러한 여러 요인에 대한 고려를 소홀히 하고 기술적인 요인만 강조하는 경향이 종종 있기 때문에 기술적 가능성(feasibility)만을 가지고 미래의 기술 계획을 수립한다는 것은 무의미하다. 따라서 기술적 가능성뿐만 아니라 미래의 경제·사회적, 정치적, 환경적 요인에 대한 파악이 함께 이루어져야 한다.

기술 예측은 미래에 일어날 것을 정확히 예견한 것은 아니다. 따라서 기업의 경영자 또는 의사 결정권자는 기술 예측 결과를 올바르게 해석하고 기술 계획 및 전략 수립에 이를 반영하는 데에 있어 주의가 반드시 요구된다. 기술 예측을 통해 앞으로 일어날 중요한 문제점이 대체로 드러날 수 있다. 이를 조기 경보로 받아들이는 자세가 중요하다. 또한 기술 예측은 확률과 함께 결과를 제공하므로, 만약에 예측된 결과의 실현 확률이 낮으나 그 결과가 현실화되었을 때 중대한 위기를 초래한다면 그 위기에 대한 유연한 대응이 가능하도록 신속하게 대책(contingency plan)을 마련해 놓아야 한다.

한편 기술 예측은 이따금 기술 계획에 별다른 도움을 줄 수 없는 경우가 있다. 이는 기술 예측을 통해서 실현 가능한 기술이 파악되지 않을 경우 더욱 그러하다. 또한 과학기술의 불연속적이고 우연적인 발견이나 예상치 못한 정치·사회, 경제적 변화 등 때문에 예측된 과학기술발전 방향이 빗나가는 경우가 있다. 예를 들면 초전도체의 발견이라든지 근년의 공산주의의 몰락이라든지 하는 것들이 있다. 그럼에도 불구하고 기술 예측은 이러한 noise를 제외하고 과학기술 전체의 흐름에 대한 전망을 가능케 해 준다.

2. 기술 예측 과정

기술 예측 과정은 <그림 1>에서와 같이 설명될 수 있다. 우선 먼저 예측 과정의 투입 요소로서 충분한 기술적 데이터가 필요하다. 데이터는 출판된 형태로 있을 수 있지만 대부분의 기존 데이터는 기술 예측 분석에 적합하지 않은 상태로 널려 있는 경우가 많으며, 짧은 기간 내에 확인하기 어려운 경우가 많다. 따라서 예측의 오류를 회피하기 위해서는 데이터가 분석에 적합하고 정확한지를 확인하는 절차가 필요하며 경우에 따라서는 예측가가 데이터를 직접 생산·가공해 내야만 한다. 특히 주의해야 할 것은 실험적인 연구에서 얻어진 데이터와 언제든지 이용 가능한 기술에서 얻어진 데이터를 서로 혼합해서 분석하지 말아야 한다는 점이다.

그리고 기술 예측 과정에 투입되는 다른 중요 요소는 예측가의 전문성이다. 고도의 전문성이 갖추어져 있다면 일정한 가정 위에서 훌륭한 통찰력을 이끌어 낼 수 있다. 따라서 합리적인 한계 내에서 예측의 범위를 정하기 위해 가정을 세우는 것이 필요하게 된다. 이때 가정은 현재의 상황과 그 추이를 제대로 반영하고 있는지 충분히 검토되어야 한다. 가정이란 절대적인 확실성을 담고 있는 것이 아니라 높은 개연성을 반영하는 것이다.

그밖에 중요한 것은 어떤 예측 기법을 이용하느냐 하는 문제이다. 예측 기법은 투입된 정보를 재구성하고 가공해 내는데 반드시 필요한 것이다. 기술 예측에는 수많은 방법이 있으나 이는 예측을 위한 도구에 지나지 않는다. 따라서 예측의 목적에 맞게 적절한 기법을 선택해야 할 것이다. 그러나 이러한 예측 기법의 선택이 투입된 정보 즉, 데이터의 질이나 예측가의 전문성을 보완해 줄 수 있는 것은 아니다.

무엇보다 중요한 것은 기술 예측 과정을 통해서 얻어진 예측 결과의 내용이다. 예측 결과가 의사 결정자에게 유용한 형태로 제공되기 위해서는 미래의 기술 발전이나 특정 기술 분야의 혁신에 대해 애매 모호하게 일반화된 정보 보다는 구체적인 정보를 담고 있어야 한다. 따라서 기술 예측은 기술의 실현 시기와 기술 과제의 기술적 속성 등에 관한 계량적 결과뿐만 아니라 이의 구체적인 실현 확률 등의 정보를 제시할 수 있어야 한다.

<그림 1> 기술 예측의 과정



III. 기술 계획에 있어서 기술 예측의 역할

1. 기술 계획 과정과 기술 예측의 역할

기술 계획 과정은 <그림 2>에서와 같이 여러 단계를 포함하고 있다. 이러한 단계는 비교적 단순화된 것이지만 대부분의 경우에 적용할 수 있으며 7가지 단계로 나누어 볼 수 있다.

제1단계(기초 정보) : 기초 정보의 수집과 假定 수립

제2단계(기술 기회) : 기술 기회는 기초 정보에 의거하여 기업이 성장할 수 있는 기술 영역을 찾게 한다.

제3단계(기술 목적) : 기술 목적은 과거의 기술 수준을 넘어서고 기술 기회와 기업 내의 동원 가능한 자원 범위 내에서 세워진다.

제4단계(기술 전략) : 기술 전략은 기술 기회에 의해 가능한 최대의 범위 내에서 기술 목적을 달성하기 위한 것이다.

제5단계(실행 계획) : 실행 계획은 연구자가 연구개발을 실천해 나가는 구체적인 것을 담고 있다.

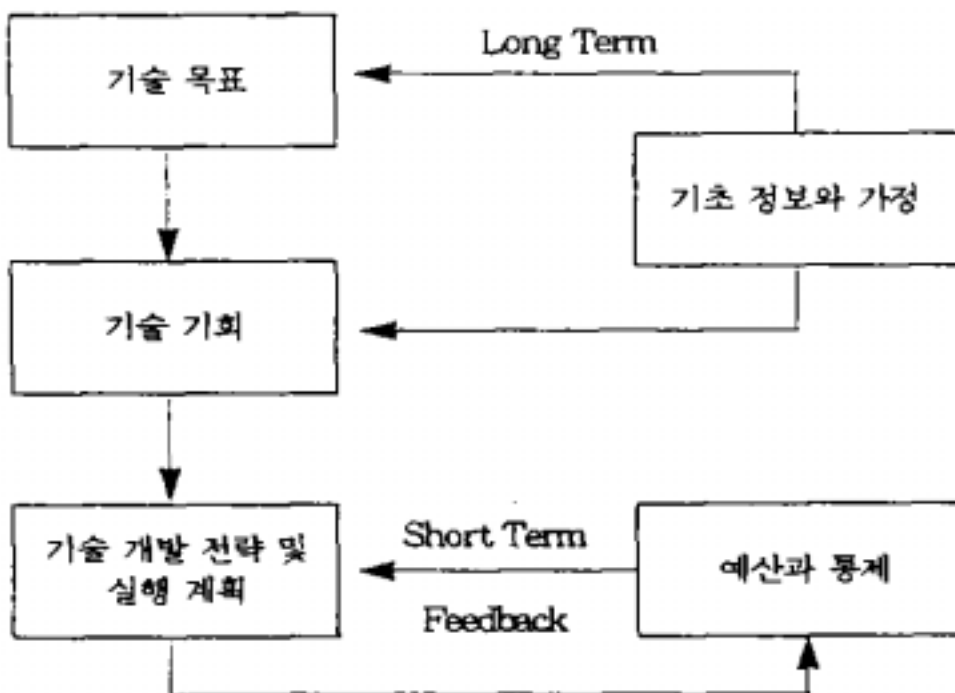
제6단계(예산) : 예산은 계획 수행의 계량적 표시이다.

제7단계(관리 및 통제) : 연구 관리자는 세워진 목표를 차질없이 수행해 나아가기 위해 예산과 실행 계획을 관리해 나간다.

이와 같은 7가지 단계 중에서 가장 중요한 것은 계획가가 기초 정보를 어떻게 얻느냐의 문제이다. 그것은 기술 예측을 통해서 얻어진 정보를 적절히 활용 및 수용함으로써 가능한 것이다. 따라서 기술 예측은 계획가에게 보다 바람직한 의사 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주며 기술 계획 과정에서 매우 중요한 정보를 제공하는 역할을 한다.

기술 계획은 지도(map)에서 선택한 일종의 경로와 유사하다고 볼 수 있으며, 기술 예측은 지도와 유사한 측면이 있다. 즉, 기술 예측은 미래의 여러 가지 가능한 사건들과 그러한 사건이 거치는 경로를 기술한다. 따라서 기술 예측의 역할은 계획가에게 여러 가지 대안을 제공함

<그림 2> 기술 계획의 기본 모형



과 동시에 가능한 목적지에 도달할 수 있는 방법과 경로 그리고 각각의 경로에 대한 거리와 어려운 문제점 등을 알려 준다. 또한 기술 예측은 계획가에게 특정 기술 분야의 선택을 강요하지 않는 대신 단지 설명을 통해 밝혀 줄 뿐이다.

그러나 기술 계획과 경로, 기술 예측과 지도 사이의 관계가 완전히 유사한 것은 아니다. 여행자는 대개 지도에서 도시와 교차로를 찾을 수 있으며 지도상의 거리가 정확한 것으로 기대한다. 그렇지만 아무리 훌륭한 기술 예측이라 하더라도 정확한 도시나 교차로를 알려 주지 못하며, 더욱이 기술 예측에 의한 거리는 지도상의 거리만큼 정확하리라 기대할 수는 없다.

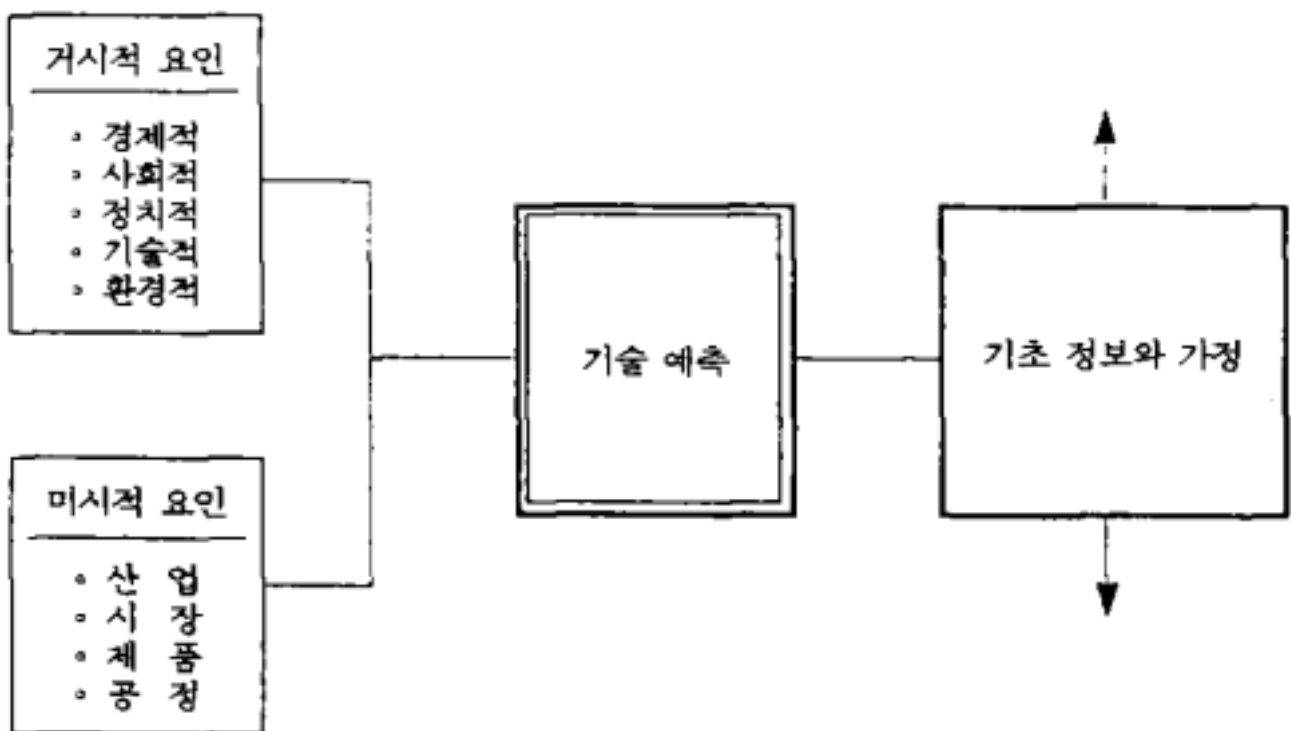
이처럼 기술 예측이 정확하지 못함에도 불구하고 가능한 미래의 대안을 제시해 주는 역할을 한다. 즉, 가능한 목표

와 그 목표를 달성할 수 있는 경로가 무엇인가? 라는 물음에 기술 예측을 통해 해답을 얻기를 기대한다는 사실은 기술 예측이 미래의 불확실성을 제거하는 것이 아니라 줄여 준다는 것을 의미한다. 따라서 기술 예측은 기술 계획 과정에서 발생하는 미래의 불확실성을 줄여 주는 역할을 한다.

2. 기초 정보로서의 기술 예측

기술 계획가는 기술 계획 수립시 포괄적으로 수집·정리되는 정보의 내용을 기업의 기술 목표에 부합하도록 재구성해야 한다. 이러한 기초 정보는 근본적으로 현재의 기업 활동 상황과 미래 상황의 추이를 담고 있어야 하며, 거시적 차원에서 경제 상황, 산업 생산, 금융 여건, 국내외의 사회학적 정치적 지표, 그리고 국가 기술 발전 동향 등을 내포하고 있어야 한다. 또한 미시적 차원에서는 개별 기업과 단기적이고 직접적으로 관련되는 산업 및 시장 동향과 인력,

<그림 3> 기술 예측과 관련된 요인



금융, 고정 자산 등을 포함한 기업 내의 가용 자원, 기업의 기술 수준, 기업의 경쟁 요소 등을 포함하고 있어야 한다.

이러한 모든 정보에 기초하여 기술 계획가는 최근의 기업 활동 여건과 향후 변화 추이에 초점을 맞추어 조직의 목표와 그 목표를 달성하는 데 필요한 기술에 대한 각각의 시나리오에 있어서의 잠재적인 효과를 예상할 수 있어야 한다. 여기에서 기술 예측은 미래의 변화 추이에 대한 정보를 제공함으로써 기업이 성공적으로 기술 기회를 찾고 그에 맞는 기술 목표를 세우며 이를 실행 계획에 옮겨 가는데 핵심적인 역할을 한다. 또한 미래는 현재의 연장이라고 야기할 수 있으므로 기술 예측과 기술 계획은 과거와 현재에 대해 충분한 지식을 갖추어야 하며 어떤 요인들이 기업 활동에 영향을 미치는지 잘 인지하고 있어야만 한다. <그림 3>은 기술 계획가들에게 필요한 기초 정보를 생산하기 위한 기술 예측에 있어서 고려해야 하는 요인들을 보여 주고 있다.

구체적으로 기술 계획 수립에 필요한 정보를 제공하고 미래의 상황에 대한 논리적인 접근을 가능하게 할 수 있도록 도움을 주기 위해서 기술 예측은 네 가지 정보를 포함하고 있어야 한다. 즉 정성적 요소(미래의 어떤 현상이 미래에 대한 계획에 영향을 미칠 것인가?), 정량적 요소(미래 현상을 어떻게 측정하고 어느 정도의 미래 기술 성능이 기술 목표에 부합할 것인가?), 시간적 요소(그러한 기술 수준이 언제 달성될 것인가?), 그리고 확률적 요소(그러한 기술

발전이 일어날 가능성은 어느 정도인가?) 등을 의미한다.

정성적 요소는 기술적 사안이나 제품 및 공정에 대한 서술적 표현을 의미한다. 즉, 미래에 일어날 사안에 대한 시나리오로 간주할 수 있다. 시나리오란 미래의 현상에 대한 정성적인 묘사이다. 이러한 개념은 기술 예측의 출발점이다. 무엇을 예측할 것인가를 먼저 생각해야 하기 때문이다. 올바른 문제 의식없이 즉, 정성적 요소가 잘 정의되지 않은 상태에서 기술 예측을 실시했을 경우 나머지 세 가지 정보는 별 가치가 없을 수밖에 없다.

정량적 요소는 정성적 개념에 대한 계량화를 의미한다. 다시 말하면, 기술의 성능(예를 들면 초정밀 가공 기술을 의미할 때 정밀도의 수준) 및 기술의 효율성 등을 수리적 단위로 표시하는 것을 의미한다. 정량적인 요소는 시계열 분석을 통한 기술 예측에서 특히 중요한데, 이 경우 기술의 속성에 대한 정의와 이에 대한 대표적 파라미터의 측정이 요구된다.

시간적 요소는 정성적이고 정량적인 미래 기술이 있어서 원리의 규명이나, 개발, 실용화 또는 보급되는 시기가 언제 인지를 구체적으로 밝히는 것이다. 이러한 실현 시기에 대한 예측은 확률과 함께 이루어지는 경우가 많다. 확률적 요소는 위의 세 가지 요소를 포함하여 미래 기술의 실현 확률을 의미한다.

3. 기술 예측의 한계

기술 계획가는 미래의 특정 시점에서의 기술 개발 상황에 관심을 가지며 어떻게 기술 예측에서 제시되는 기술 기호를 포착하여 활용할 것인지를 결정해야 한다. 이러한 결정 배경에는 경제적 동기가 크게 작용한다. 기술 계획은 궁극적으로 기술 개발 투자에 대한 결정을 내리게 되므로 투자 수익률을 감안하지 않을 수밖에 없다. 다시 말하면 기술 계획가는 ① 대상 기간 동안의 필요 기술 개발 상황을 예측하고, ② 필요 기술 개발의 소요될 투자액을 산정하고, ③ 시장 규모와 기술 확산 속도(잠재 시장의 성장률)를 감안하여 투자 수익률을 추정한다.

전통적인 기술 예측은 ①항에 초점을 맞추고 있다. 이는 기술 예측이(경영자가 아닌) 과학기술자에 의해서 주로 행해지기 때문이다. 따라서 예측의 결과는 기술 계획가의 입장에서 두가지의 한계를 지니고 있다. 첫째 예측가는 미래의 기술 환경이 과거와 크게 변하지 않을 것이라는 가정(stability)을 하고, 둘째로 예측가는 기술의 경제적 가치보다는 기술 그 자체에 보다 많은 관심을 갖고 있다는 점이다. 그러므로 기술 계획가는 이러한 점을 분명히 이해함으로써 기술 예측 결과를 기술 계획 과정에 적절히 활용해야만 한다.

이와 같이 과거의 전통적인 기술 예측은 기술 개발 또는 기술 발전에 제약 요인들을 고려치 않았으나 앞서 지적한 기술 예측의 한계를 극복하기 위해서는 기술을 둘러싸고 있는 여러 가지 기술적 요인뿐만 아니라 경제적, 사회적, 정치적, 환경적 요인 등을 모두 고려해야만 한다.

기술 예측에서 왜 여러 가지 요인들을 고려해야 하는가를 기술 혁신 과정을 통해서 설명될 수 있다. 즉, 기술 혁신 과정은 단순히 기술적 요인에 의해서만 일어나는 것이 아니라 정치적, 경제적, 기술적, 사회적, 환경적 요인 등을 포함하는 복잡한 상호 작용하에서 일어난다. 제트엔진, 수치 제어, 컴퓨터, 우주 계획, 탈염수 제조, 도시 재개발 고속 전철, 대체 에너지 등과 같은 많은 주요 기술 혁신들은 정부에 의해서 발의, 감독, 지원, 통제되었으나 DDT 인공 감미료, 세균전, 자동차 배기 가스 정화 장치 등과 같은 기술 혁신들은 정부에 의해 금지되거나 규제되었다 또한 생태계 환경에서 일어나는 인구의 증가와 수질 및 대기 오염 등의 현상이 사회적 관심을 불러일으켰고 그 결과 현재 제기된 기술의 전통적인 가치에 영향을 미치는 정치 활동이 출현하게 되었다.

그러므로 기술 혁신은 기술적 요인에 의해서만 일어나는 것이 아니기 때문에 기술 예측에 있어서 예측가는 기술적 요인과 비기술적 요인을 함께 항상 고려해야만 보다 바람직한 예측결과를 제시할 수 있으며, 이를 수용하는 기술 계획가들도 이러한 사실을 유념해야만 기술 예측 결과로부터 유용한 정보를 기술 계획에 활용할 수 있는 것이다.

IV. 기술 예측 기법과 Delphi 방법

1. 기술 예측 기법의 종류

사람들에게 널리 알려져 있는 기술 예측의 기법은 수없이 많다. 그러나 기술 예측의 결과가 미래의 기술 계획 수립 및 방향 설정에 매우 중요한 역할을 한다는 점을 고려해 볼 때 기술 예측 기법의 선정에 주의를 기울여야 하며 예측 기법의 적용 대상에도 신중을 기해야 할 것이다. 여기에서는 기술 계획에 필요한 정보를 제공할 수 있는 예측 기법들을 크게 정성적 방법, 정량적 방법, 확률적 방법으로 나누어 간단히 개념 및 응용 사례를 살펴보고자 한다.

1) 정성적 방법

예측 기법	개념 및 방법	용 용
· Brainstorming	<ul style="list-style-type: none"> · 특정한 문제 해결을 위해 창조적인 ideas를 동시에 모색하는 방법 · 새로운 ideas 창출을 위해 group member 들 간에 상호 의견 교환 · 성패는 토론의 자유 보장에 있으며 고도의 전문 지식이 필요한 경우에는 부적합 	<ul style="list-style-type: none"> · 기술 및 기업 경영 분야에 광범위하게 응용
· Analogies	<ul style="list-style-type: none"> · 유사한 속성을 지닌 다른 분야의 기술 변화로부터 새로운 기술이나 원리를 예측 	<ul style="list-style-type: none"> · 태양 전지 → 가정용 난방 · 복합 소재
· Morphology	<ul style="list-style-type: none"> · 기술적 파라미터와 여러 대안을 이용 matrix를 구성하여 기술적으로 가능한 조합을 추출 	<ul style="list-style-type: none"> · 매일 가동되는 기술 시스템, 제품과 공정
· Gap Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · 기술의 격차를 이용 · Interpolations 	<ul style="list-style-type: none"> · Audi의 5실린더 엔진
· Scenarios	<ul style="list-style-type: none"> · 미래의 가상적 상황에 대한 주관적 묘사 · 다른 예측 기법을 바탕으로 여러 시나리오를 구상할 수 있다. · 데이터베이스를 바탕으로 기업 목적 함수와 제약 변수를 고려하여 시나리오를 작성, 선택, 발전시킨 다음 시사점을 분석하고 계획 수립에 반영 	<ul style="list-style-type: none"> · Limits to Growth · Energy Crisis

2) 정량적 방법

예측 기법	개념 및 방법	용 용
· Relevance Tree	· 기술 목적을 순차적으로 나열하고, 목적 달성이 가능한 수단을 찾아, 세부 기술 과제를 확정하여 연구팀의 task와 목표가 전체 기술 계획에 부합하는지 평가	· 전략적 R&D 기획과 R&D 프로그램 평가에 흔히 이용
· Growth/ Logistic Curve	· 기술의 진보가 일정 시점을 지나면서 한계 수준에 이르는 과정을 S곡선 형태로 단순화하여 과거 시계열을 이용, 파라미터를 추정하고 예측 · 한계점은(자연 법칙에 의해) 주어지는 제약	· 거의 모든 기술에 대해 적용할 수 있다.

예측 기법	개념 및 방법	용 용
· Envelope Curve	· 특정 기술이 여러 기술의 진보에 따라 발전하는 경우, 여러 개의 S곡선으로부터 envelope curve를 도출하여 예측하는 방법 · Growth curve와 유사하게 추정	· 컴퓨터 성능 · 외연 기관
· Substitution Curve	· 신기술(제품 및 공정)이 구기술을 대체하는 속도를 과거의 통계치를 이용하여 예측	· 천연 수지 → 합성 수지 · 범선 → 증기선
· Dynamic Modelling	· 수학적 모델을 이용하여 변수들의 상호 관계를 모형화하고 분석하는 시뮬레이션 기법	· Limits to Growth · Public and private transport

3) 확률적 방법

예측 기법	개념 및 방법	용 용
· Delphi	<ul style="list-style-type: none"> · 전문가 Panel을 구성하여 설문 조사를 반복적으로 실시, 의견 수렴 과정을 이용 · 설문 조사 반복 실시는 2회 정도하고 있다. · 중장기 예측에 유용하고, 시계열 자료가 없을 경우나 광범위한 기술 분야에 대한 예측에 적절한 방법 · 가끔 Relevance tree나 Cross impact 기법과 함께 이용되기도 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · RAND에서 개발되었으며 최근 일본에서 이 방법으로 5년마다 장기 기술예측을 하고 있음.
· Cross Impact	<ul style="list-style-type: none"> · Delphi 기법의 발전된 형태 · 예측 대상 기술에 대해 상호 영향을 미치는 요인을 분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 거의 모든 기술에 대해 적용할 수 있음.

2. Delphi 방법의 특징과 문제점

앞서 언급했듯이 기술 예측에는 네 가지 요소를 포함하고 있어야 한다. 대부분의 기술 예측 기법은 정량적 요소와 시간적 요소를 예측 결과에 포함하고 있으나, 네 가지 요소를 모두 포함하고 있는 것은 Delphi 방법뿐이다. 따라서 기술 예측에서 가장 유용하게 사용되고 있는 Delphi 기법에 대해서 좀더 논의해 보고자 한다.

Delphi 기법은 1960년대 초 RAND에서 개발되었으며 그 후 많은 사람들에 의해서 꾸준히 발전되어 왔다. Delphi 기법에서 가장 중요한 점은 어떠한 기술 분야에도 폭넓게 사용할 수 있다는 점이다. 그러나 이 방법은 비용이 많이 들고 전문가를 많이 동원해야 하는 난점이 있다.

Delphi 기법의 목적은 과학기술 전문가로부터 주로 다음 다섯 가지의 문제에 대해 전문적 지식과 판단을 유도해 내어 수렴하는 데 있다.

- ① 미래의 기술 개발에 영향을 미치는 기술적 또는 비기술적 요인 파악
- ② 미래 기술의 실현 확률
- ③ 미래 기술의 실현 시기
- ④ 주어진 조건 하에서 주어진 기술적 가능성의 검토
- ⑤ 기술 속성에 대한 정량적 측정

주관적인 응답이라는 특징 때문에 Delphi 기법은 객관적 데이터가 없는 경우 흔히 사용된다. 따라서 Delphi 기법은 장기 기술 예측에 유용하며 새로운 기술 과제의 발굴이나 시계열 분석으로 불가능한 불연속적인 기술 발전에 대해 유용한 정보를 끌어낼 수 있다. Delphi 기법은 익명성과 피드백(feedback)이라는 특징을 지니고 있다. 익명성을 강조하는 이유는 對面회의(face-to-face)의 단점을 보완할 수 있으며, 설문 조사를 반복적으로 조사하면서 전단계의 정리된 정보를 다음 단계의 설문 조사에서 패널 참여자(panelist)에게 다시 제공하여 판단에 이용토록 한다.

Delphi 과정에서 가장 중요한 것은 패널(panel)을 어떻게 구성하는가이다. 패널 참여자로는 반드시 과학기술 전문가만 선정할 필요는 없다. 패널 참여자의 수는 최소한 20명 이상되는 것이 바람직하다. 그리고 설문 작성에 중요하더라도 다음 몇 가지 사항에 대해 주의가 요망된다.

- ① 예측 대상 기술 과제의 서술은 패널 참여자가 명확히 이해할 수 있어야 한다.
- ② 설문 내용은 단순해야 한다. 두 개의 설문으로 쪼갤 수 있는 내용은 피해야 한다.
- ③ 실현 시기를 늦게 잡을수록 실현 확률은 높아지므로 지시 사항을 간단하게 한다.
- ④ 제시된 설문이 기업의 기획에 합당한 것이라야 한다.
- ⑤ 전문가 1인당 응답 설문 과제는 20~25개 정도로 한다.

Delphi 기법의 특징은 시나리오(scenario)에 의해서 서술된 기술 과제에 대하여 분야별 전문가 패널을 구성하고 0 패널에 설문을 반복적으로 실시하되 중간 결과를 패널에 참여한 전문가들에게 알려줌으로써 다음 단계의 설문 응답에 반영토록 하는 것이다. 이러한 과정에는 두 가지의 효과가 있다. 첫째, Delphi 과정을 거치면서 패널에 속하는 전문가들에게 정보가 피드백됨으로써 기술 발전 추세 또는 구체적 기술에 대해서 학습 효과(learning effect)가 있다. 이는 연구개발 부서의 기술진에게 유용한 것으로서, 전문 기술진은 대체로 한정된 분야에 관심을 가지고 있으므로 다른 분야에 대한 정보가 부족하고 다른 분야의 기술 동향을 파악하기 어려운 경우가 흔히 있다. 최근 기술 융합 등이 활발하게 일어나고 있는 점은 자기 분야 이외의 기술 동향에도 관심을 가져할 필요성을 야기시키고 있다. 예를 들어 optics와 electronics의 융합은 optoelectronics라는 분야를 만들어 냈다. 따라서 Delphi를 이용한 정기적인 기술 예측은 기업내의 전문 기술진에게 기술 동향을 폭넓게 파악하는 계기가 되어 줄 수 있다.

V. 마지막 제언

기술 예측이 장기적인 기업 전략에 따른 연구개발 계획에 있어서 매우 중요하다. 그러나 기술 예측이 기술 계획의 전과정에 있어서 통합된 형태로 수행되지 않고 대체로 기술 예측에 관심있는 몇몇 기관이나 전문가에 의해서 실시되고 마는 경우가 많은 것 같다. 또한 동일 기업내에서 경제 환경 예측, 기술 예측을 행하는 경우가 자주 있으나 각각이 상호 연관없이 추진되는 경우가 많으며 특히 기술 예측만 가지고 시장 예측을 하는 경우도 있다. 그리고 예측 담당 조직은 항상 미래의 관점에서 기업을 보고 있기 때문에 단기적 가동 상태에 중점을 두고 있는 매니저들과 사고방식에 있어서 괴리가 존재한다.

따라서 기업에서 기술 예측을 수행할 때 고려해야 할 몇 가지 사항을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 기술 예측을 기술 계획 과정 나아가 기업 전략 수립 차원에서 통합된 부문으로 인식하는 것이 중요하다. 기업 차원에서 기술 예측의 성패는 경영 시스템에의 접목 가능성에 달려있다. 기술 예측에 필요한 정보를 수집하고 주요 스태프를 교육시키며 매니저가 기술 예측 테크닉을 이용하도록 동기를 부여함으로써 경영 시스템에 접목시켜 나가야 한다.

둘째, 시험적 단계를 거쳐 기술 예측이 기존 경영 방식과 의사 결정 과정에 대한 적합성 여부를 평가해 본 뒤 본격적인 기술 예측을 전개해 나가는 것이 바람직하다. 이 과정을 통해 기술 예측에 대한 인식도를 높여주고 실용화 단계로 접어들 수 있도록 준비해 나가는 것이 필요하기 때문이다. 초기 단계에서는 다루기 쉽고 성공적 기대가 기대되는 분야를 택하는 것이 중요하다.

셋째, 톱매니저의 지원은 기술 예측을 실행에 옮기는데 중요하다. 대체로 기술 예측에 대한 관심은 연구개발 기획 부서에서 시작되어 톱매니저에게 받아들여지는데 이때 톱매니저가 기술예측에 지나친 기대를 거는 경우가 있다. 이는 실패의 요인이 될 수 있으므로 톱매니저의 합리적인 이해가 강구되어야 한다.

넷째, 성공적인 기술 예측, 나아가 기술 계획을 위해서 초기 단계에 교육 프로그램을 운영할 필요가 있다. 이러한 프로그램은 기술 예측에 직접적으로 참여하는 기술 전문가를 비롯하여 의사 결정 과정에 영향력을 미치는 경영자까지

지를 그 대상으로 해야 한다. 교육 프로그램은 다음과 같이 단계별로 실시하는 것이 바람직하다. 즉,

- ①외부 전문가에 의한 기업 내부(in-house) 교육
- ②기업 내부 교육 후 연구개발 부서장을 비롯한 소수를 외부 기관에 위탁 교육
- ③장기 전략 수립에 투입되는 기획 부서의 task-force를 활용한다.
- ④특정한 기술 예측을 실시함에 있어서 외부 컨설턴트(consultant)를 활용한다. 특히 중소기업 조직의 경우 기술 예측 전문가를 자체적으로 확보하기 어렵기 때문에 외부 컨설턴트를 활용할 필요가 있다. 이때 기술 예측 담당자는 외부 컨설턴트와 기업 내의 경영진과 기술진 사이에 교량 역할을 할 수 있을 정도의 기술 예측에 대한 이론적 지식들 갖추고 있어야 한다.

다섯째, 기술 예측에 있어서 담당자 또는 담당팀은 전략적 차원과 기술적 차원을 구분할 필요가 있는데, 기업에 대응해야 할 광범위한 기술 범위에 대해서는 전략적 접근이 필요하고, 각종 기술 동향, 경제 사회적 동향 등에 대한 정보는 기술적 차원에서의 접근이 요구된다.

여섯째, 기술 예측의 수행은 기업이 속한 산업 동향과 시장 성격에 영향을 받기 마련이다. 이는 예측 기법의 이론적 측면보다는 기술 예측 과정을 어떻게 다루어 나가야 할 것인가에 역점을 두어야 함을 의미한다. 만약에 기업에서 생산하는 제품이 비교적 동질적이라면 소수의 기술 분야에 대한 밀도 있는 분석이 필요할 것이고 다품종 생산 기업이라면 광범위한 기술 분야에 대한 기술 예측 활동이 필요할 것이다.

끝으로 기업의 형태가 어떠한 기술 예측에 있어서 다음 네 가지 사항에 유의해야 한다.

- ①기업을 둘러싸고 있는 총체적 환경에 대한 지속적인 동향 분석이 요구된다. 이때 비기술적 요인도 기술적 요인과 마찬가지로 전략적 차원에서 똑같이 중요하다.
- ②연구개발 부서에서 특정 기술 개발에 대한 의사 결정을 할 때 기업 전체의 자원 동원 능력과 장기 전략과 조화를 이루어야 한다.
- ③기술 예측의 전문적 지식과 기업 환경 자료의 통합이 요구된다.
- ④기업의 모든 의사 결정 단계에서 미래 지향적 사고 방식과 기술 예측의 중요성이 인식되어야 한다.

이러한 네 가지 요건을 갖추기 위해서는 정보의 흐름이 수직적·수평적으로 끊임없이 유통되어야 한다.

【참고 문헌】

- Bright J. R., *Practical Technology Forecasting*, 1978. Sweet Publishing Company
- Brody. H., "Great Expectation". *Technology Review*, July 1991, pp.39~44.
- Cetron. M. J., "A Method for Intergrating Goals and Technological Forecasts into Planning", *Technological Forecasting and Social Change* 2, 1970, pp. 23~51.
- Martino. J. P., *Technological Forecasting for Decision Making*, 1983. Elsevier Science Publishers
- Henry. B., *Forecasting Technological Innovation*, 1991. Kluwer Academic Publishers
- Jones. H. and Twiss. B.C., *Forecasting Technology for Planning Decisions*, 1978. The Macmillan Press LTD.
- Twiss. B. C., *Managing Technological Innovation*, 1992. Pitman
- Swager. W. L., Strategic Planning I : "The Roles of Technological Forecasting". *Technological Forecasting and Social Change* 4, 1972, pp. 85~99.

주석 1) 技術豫測室, 研究員