

회귀분석에 의한 기술가치 예측모형

이 재 역

I. 서론

기술의 경제적 가치평가는 과학기술계의 오랜 관심사이다. 최근 기술경쟁력의 중요성과 기술창업에 대한 관심이 높아지면서 기술의 경제적 가치를 보다 객관적으로 평가하고자 하는 사회적 수요가 확대되고 있다. 특히 기술개발투자의 효율성 제고를 위해서도 개발될 기술의 경제적 가치를 사전에 평가해야 할 필요성이 증대되고 있다. 그러나 불행하게도 이를 위한 방법론 개발이 지체되고 있으며, 기존의 방법론들 역시 의미 있는 발전이 이루어지고 있지 않아 확대되는 사회적 수요에 부응하지 못하고 있는 실정이다.

이 글에서는 기술가치평가와 관련된 기존의 방법론들을 정리해보고 이를 바탕으로 새로운 계량경제학적인 가치예측모형의 기본 틀을 제시하고자 한다. 기술가치평가는 이론적이거나 개념적인 문제를 해결하고자 하는 것이라기보다는 기술의 가치를 상황과 목적에 맞게 정의하고 이에 맞는 계측방법을 개발하는 작업이라 할 수 있다. 즉 학문적인 문제점 때문에 평가모형의 개발이 어렵다기보다는, 학문적으로 정립되어 있는 가치의 개념을 현실적으로 얼마나 정확하게 측정할 수 있는지가 문제시되고 있다.

이 글에서는 가용할 수 있는 자료를 통해 회귀분석모형을 추정하고 이를 바탕으로 기술가치 예측모형을 제시하고자 하였다. 계량경제학적 이론에 근거하여, 수집된 자료의 기술가치 분포도에서 새로운 기술이 갖는 상대적 위상을 결정하고, 그에 상응하는 모집단의 평균가치를 추정하는 전통적인 방법론을 제시하고 있다. 이렇게 모집단의 평균가치로서 추정된 기술가치의 개념은 기술의 개별성을 충분히 감안하지 못한다는 단점을 가지고 있기는 하나, 일반적인 경제 여건에서 기대되는 평균적 가치라는 점에서 통상적인 기술거래나 기술개발투자 결정을 위해 유용하게 활용될 수 있는 가장 좋은 기준가치가 될 수 있다.

이 글에서 제기되는 기술가치 예측모형은 하나의 완성품이라기보다는 새로운 시도로서 현실적인 구체적 가치평가를 위해서는 그 목적에 부합되도록 모형의 수정·보완이 필요하며, 이러한 많은 실용적 활용과정을 통해 완성품을 만들어 가는 지속적인 노력이 요청된다.

II. 예측모형 구축의 기본 방향

1. 기술가치 예측의 어려움

(1) 기술의 신규성

기술가치 예측모형 개발에 있어 첫째로 제기되는 문제점은 기술의 신규성이다. 이러한 문제점 제기는 주로 기술의 개별적 특성을 강조하는 인식에서 기인한다. 이러한 주장에 의하면, 신기술은 이제 새롭게 개발된 만큼 그 미래를 정확히 점진다는 것은 매우 어려우며 해당 기술이 향후 어떠한 용도로 활용될 것인지도 불확실하다는 것이다. 하나의 신기술은 다른 새로운 기술의 모태가 될 수 있으며 개발과정에서 쌓인 지식은 다양한 분야에 걸쳐 활용될 수 있어 그 한계를 확정하기도 어려울 뿐만 아니라 파급효과를 정확히 추적하기도 어렵고 파급경로를 정확히 예상하는 것 역시 매우 어려울 수밖에 없다는 것이다.

이러한 주장의 정당성을 부인할 수는 없으나 그렇다고 전적으로 올바른 주장이라 할 수는 없다. 만약 이러한 주장이 기술의 총체적 가치, 즉 소위 기술적 가치와 경제적 가치를 포괄하는 의미의 총가치를 상정한 것이라면 이러한 주장을 어느 정도 수긍할 수는 있다. 그러나 기술이 갖는 경제적 가치만을 독립적으로 생각한다면 이는 지나친 주장이라 할 수 있다.

기술의 경제적 가치는 제품의 판매를 통해서 이루어진다. 기술은 그 자체가 경제적으로 의미 있는 것이 아니라 제품에 체화되어 판매됨으로써 경제적 가치를 구현하게 된다. 이렇게 생각할 때 기술의 경제적 가치를 따져 보기 위해서는 관련 제품의 판매 상황을 이해하는 것으로 충분하며 따라서 기술적 특성보다는 제품의 특성에 의해 그 경제적 가치가 결정됨을 이해할 필요가 있다. 일단 제품의 특성과 그 생산 유통 판매의 과정을 이해할 수만 있다면 기술의 가치는 제품가치의 일정부분으로 파악될 수 있을 것이다. 따라서 비록 개별 기술이 매우 특색이 있어 그 신규성이 문제시되는 경우라 하더라도, 관련 제품의 경제적 상황에 따라 기술의 경제적 가치가 좌우됨을 이해할 필요가 있으며, 이러한 경제성의 본질에 대한 이해를 바탕으로 기술의 가치평가모형이 구축되어야 할 것이다.

(2) 예측성

가치평가모형 구축에 있어 또 다른 문제점은 사전적인 예측모형의 개발이다. 기술가치평가는 그 편익의 정의와 측정의 어려움으로 인해 사전적이든 사후적이든 모형 구축이 어려운 것은 사실이나, 사전적인 예측모형 구축의 필요성으로 인해 모형 개발에 있어 예측 신뢰도 제고를 위한 특별한 주의가 요청된다.

앞에서 살펴보았듯이 기술의 경제성은 해당 기술이 체화된 제품과 시장여건에 대한 정확한 전망을 통해 이루어진다. 따라서 예측과 전망의 주된 대상 역시 제품과 시장 상황의 변화에 맞추어질 때 소기의 예측모형의 개발이 가능해진다고 할 수 있을 것이다. 따라서 기술에 대한 예측

과 전망에 있어 현실적으로 마케팅 기법이 널리 활용되는 것도 이러한 이유에 기인하고 있다.

이 글에서는 통계적 분석방법론을 채택함으로써 예측의 신뢰성을 확보하고자 한다. 이 방법론은 이미 잘 정리된 이론적 배경을 확보하고 있어 모형의 예측력 평가에 있어 자의성을 배제한 객관적인 판단을 가능하게 하는 장점을 가지고 있다. 통계적 분석방법은 체계적인 방법론에 입각하여 주어진 표본으로부터 모집단을 추정할 수 있게 하는데, 이 글에서도 이러한 통계적 추정방법론에 입각하여 가치평가 예측모형을 구축하고 있다.

(3) 불확실성과 위험

가치평가모형 개발에 있어 또 하나의 중요한 관심사는 기술개발과 상업화 전과정에 수반되는 불확실성을 어떻게 합리적으로 반영할 것인가이다.

기술개발에 있어서는 기본적으로 두 가지 유형의 불확실성이 존재한다. 첫째는 기술적 불확실성이며 둘째는 경제적 불확실성이다. 이 글의 기술가치평가모형은 개발에 성공한 기술의 경제적 가치를 예측하는 모형으로서 기술적 불확실성은 원칙적으로 고려의 대상이 아니다.

경제적 불확실성은 다시 두 가지의 유형으로 구분이 가능하다. 상업화에 수반될 투자비용의 불확실성과 투자에 의해 기대되는 수익구조의 불확실성이다. 이 중 투자비용의 불확실성을 내재적인 불확실성이라고 한다면 수익구조의 불확실성은 기업 외적 요인에 의해 좌우되는 외부적 불확실성이라 할 수 있을 것이다. 평가모형 개발에 있어서는 후자의 외부적 불확실성을 어떻게 취급하느냐가 보다 중요한 관심사가 되고 있다. 왜냐 하면 투자 관련 불확실성은 기업에 의해 어느 정도 통제가 가능한 반면 외부의 수익구조 불확실성은 통제가 거의 불가능하기 때문이다.

원칙적으로 시장조사와 같은 개별적인 조사방법을 지양하면서 미래의 불확실성을 합리적으로 반영할 수 있는 방법은 과거 자료의 분석을 통한 통계학적인 추정방법이다. 기술가치 예측에 있어 불확실성에 기인한 오류를 최소화할 수 있는 방법은 수학적 방법론으로서 기댓값을 구하는 방법이다. 해당 기술의 미래 수익에 대한 여러 가지 경우의 미래성공을 예상하고 각각의 경우가 발생할 수 있는 확률을 구하여 기대값을 계산하는 방식일 것이다. 따라서 오류를 최소화하기 위해 풀어야 할 문제는 두 가지로 요약될 수 있다. 하나는 여러 가지 상황을 어떻게 구분할 것이며 각 경우의 미래성공을 어떠한 방법으로 구할 것인가이다. 이는 상황과 그 미래성공간의 인과관계의 신뢰성 문제로 귀착된다. 다른 하나는 각각의 경우에 해당되는 확률을 어떠한 방식으로 구할 것인가이다. 다시 말해서 방법론적인 관점에서 볼 때 예측 오류가 발생할 수 있는 소지는 인과관계 설정의 오류와 확률배분의 오류로 요약될 수 있다.

이러한 문제점들은 합당한 결정요인의 선정과 이를 통한 과거 기술의 경제적 성과에 관한 분포도 분석이라는 통계학적 방법론에 의해 해결될 수 있다. 즉 다양한 상황을 결정하는 변수들이 무엇인지를 파악하고 이러한 상황 변화에 따라 기존 기술들의 경제적 성과가 어떠한 변화를 보이고 있는지 상관관계를 분석하는 방식이다. 각 상황에 대한 확률은 그러한 경우의 빈도수로서 이미 분포도의 개념에 의해 파악되고 있다. 이러한 상관관계 분석은 과거자료에서 도출된 것이기는 하나 미래에 대한 가장 합리적이고 객관적인 참고자료가 될 것이다.

2. 회귀분석모형의 활용

(1) 회귀분석모형 활용의 기본 논리구조

이 글에서 개발하고자 하는 가치평가모형은 기본적으로 사전적인 예측모형이다. 이를 위해서 이 글에서는 회귀분석기법을 활용하고자 한다. 회귀분석모형은 일반적으로 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 분석하는 기법으로서 그 결과를 미래의 예측에도 활용할 수 있다.

미래가치 예측의 기본 개념은 이미 활용되고 있는 기존 기술과 새로운 기술 사이의 상대적인 위상 비교를 가능하게 하자는 것으로 요약될 수 있다. 기존 기술들은 다양한 경제적 환경 속에서 다양한 수익성을 나타내며 일정한 분포를 형성하게 될 것이다. 새로운 기술이 이 분포도에서 어디에 위치하는 기술인가를 파악할 수 있다면 신기술의 경제적 가치를 예상하는 것이 가능하다. 여기서 회귀분석모형은 신기술의 상대적인 위상을 결정해 주는 기준이 된다. 분포도에서 위상이 결정되면 통계적 방법에 의해 동일 위상에서의 모집단의 평균값을 추정할 수 있으며 이러한 방법으로 새로운 기술의 경제적 가치를 예측할 수 있다.

이러한 접근방식은 상대적인 위상 비교방식이라 할 수 있다. 기존 기술의 경제적 성과의 분포를 파악하고 이를 결정하는 주요 핵심 결정변수들을 파악한 후 새로운 기술들이 갖는 이들 결정변수들의 값을 구하여 모형에 대입함으로써 새로운 기술의 경제적 성과를 예측하는 방법이다. 즉 몇 가지 한정된 변수들을 통해 새로운 기술이 기존의 성과분포에서 차지하는 위상을 파악하여 해당 기술의 미래가치를 예측하는 방식이다.

이러한 접근방식, 즉 제한적인 변수들을 통해 상대적인 경제성을 비교하는 방식은 기술가치평가모형 개발에 있어 핵심적 사항이다. 새로운 기술과 기존의 기술들은 서로 많은 점에서 차이가 날 수 있으며 이러한 차이는 경제적 성과에도 영향을 미치게 될 것이다. 이러한 차이점들 중에는 상대적인 비교가 불가능한 차이들도 있다. 기술분야가 다르며 활용되는 기술적 상황이 다를 경우 이를 일률적으로 비교하는 것이 반드시 가능한 것은 아니다. 이러한 차이점들을 모두 부각시킨다면 상대적인 비교모형을 구축한다는 것이 애초에 불가능할 수도 있다. 따라서 제한적이거나 비교 가능한 변수들에 의한 경제성과분석이 필요하다.

다행히도 기술적 특성의 차이에도 불구하고 경제적 성과를 결정짓는 요인들 중에는 공통적으로 활용될 수 있는 변수들이 있다. 이미 설명한 바와 같이 경제적 성과는 해당 기술이 체화된 제품들의 판매상황에 따라 결정되며 이는 다시 시장 상황에 따라 좌우된다. 그래서 관련 국내외 시장의 성장률, 해당 기업의 시장점유율 변화 등은 기술적 특성의 차이와 무관하게 상대적인 비교를 가능하게 하는 변수들이라 할 수 있다.

일반적으로 회귀분석을 통한 미래 예측은 대개의 경우 시계열 분석모형을 통해 이루어진다. 즉 현재까지(또는 자료수집이 이루어진 시점까지)의 축적된 자료를 분석하여 추세선을 구하고 이를 미래의 시점으로 연장하여 예측하는 방식이다. 이 때 물론 미래의 환경변화가 현재까지와 어떻게 다른지를 입력함으로써 미래의 환경 변화를 수용하게 된다. 이러한 시계열 분석방법은 기술가치 예측에 있어서는 그리 유용한 방법론이라 생각되지 않는다. 기술가치를 어떻게 정의하는가에 따

라 유용성이 좌우될 수 있으나, 만약 파악하고자 하는 기술가치가 본 연구에서처럼 스톡 변수(즉 기술수명기간 동안의 총가치)로 정의될 때에는 시계열 분석방법이 활용될 여지가 거의 없기 때문이다. 시계열 접근법은 기술가치가 가격의 개념으로 정의되고 시간이 경과함에 따라 가격이 어떻게 변화될 것인가를 분석하기에는 적합한 분석방법이다. 그러나 이러한 일정 시점에서의 기술가치 변화를 분석해야 할 현실적인 필요성이 그리 많아 보이지는 않는다.

이 글에서 활용하고 있는 방식은 이러한 시계열 접근방식이 아니라 오히려 횡단면 분석방식이다. 이 글의 관심사는 새로운 기술이 향후 기술수명기간 동안 가져다 줄 총가치가 얼마나 될 것인지를 예측하는 것이다. 기술가치가 이렇게 스톡 변수로 정의될 때에는 오히려 횡단면 분석방법이 합당해 보인다.

(2) 문제점 극복

이러한 ‘위상비교법’은 신기술 가치평가와 관련하여 제기되고 있는 문제점들, 즉 기술의 신규성, 예측성, 불확실성 등을 극복할 수 있는 유효한 접근방법이다. 회귀분석모형의 이러한 방법론적 장점은 이미 잘 알려진 사실이다.

기술의 신규성 문제에 있어서는 이미 지적한 바와 같이 기술의 특성이 아닌 관련 제품과 시장이 기술의 경제성을 좌우한다는 관점에서 제품과 시장에 관련된 설명변수들을 채택함으로써 해결될 수 있다. 이 경우 어떠한 설명변수들을 채택해야 모형의 설명력과 예측력을 증대시킬 수 있는가 하는 설명변수 선택의 문제가 중요한 과제로 남게 된다.

예측성의 확보는 일반적인 회귀모형 분석의 자연적인 귀결이다. 회귀분석모형은 과거의 정보를 통해 회귀식(Regression line)을 추정하게 되고 이를 통해 모집단을 유추하는 방법을 제시해 주고 있다. 회귀분석모형은 이러한 예측력에 있어 한계가 있으나 이러한 한계범위 내에서는 방법론적으로 매우 신뢰성 높은 예측이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 모형의 신뢰성은 수집 가능한 자료의 규모와 신뢰성에 크게 좌우되는데 이를 위한 지속적인 노력이 필요하다.

불확실성의 문제도 회귀모형 분석에 의해 극복될 수 있다. 이 글에서는 기술이 개별적이고 특수한 환경 속에 가져다 줄 수 있는 가치를 예측하고자 하는 것이 아니라 평균적인 상황 속에서 기대되는 가치를 예측하고자 한다. 따라서 개별적 상황에 의한 불확실성은 회귀분석을 통해 자연스럽게 포용될 수 있다. 또한 이 글에서는 점추정법(Point estimation)이 아니라 구간추정법(Interval estimation)에 의해 기술가치를 예측함으로써 미래의 불확실성을 합리적으로 감안하고자 하였다.

III. 예측모형의 구축

한 시점 t 에서의 기업이윤(Z_t)은 일반적으로 아래와 같이 정의될 수 있다. 즉, 이윤(π_t)은 총수입(R_t)에서 생산비용(G_t)과 기술개발투자(I_t)를 제외한 부분이다. 여기서 Q_t 는 판매량,

T_t 는 기술수준을 의미한다.

$$\pi_t = R_t(Q_t; T_t) - G_t(Q_t) - I_t(T_t) \quad (3.1)$$

여기서 총수입(R_t)은 개념적으로는 다시 두 가지로 구분할 수 있다. 기술개발에 의해 추가적으로 발생된 매출(E_t)과 이러한 기술개발과는 무관하게 기존의 판매추세에 의존되는 매출부분(S_t)으로 구분이 가능하다.

$$R_t = S_t(Q_t) + E_t(T_t) \quad (3.2)$$

마찬가지로 생산비용도 이러한 개념적인 구분이 가능하다. 이러한 구분은 개념적으로만 가능하며 실질적으로 이러한 구분이 이루어질 수 있기를 기대하기에는 무리가 있다. 그러나 이러한 개념적인 구분을 제시하는 이유는 이 글에서 뿐 아니라 일반적으로 기술혁신에 따른 비용구조의 변화를 도식화하기 위함이다. 이들을 개념적으로 구분하여 정의한다면, 기술혁신이 이루어지기 이전의 추세를 반영한 생산비용 C_t 와, 기술혁신에 따른 생산비용의 변화 H_t 로 구분할 수 있다.

$$G_t = C_t(Q_t) + H_t(T_t) \quad (3.3)$$

이러한 개념적 구분을 고려할 경우 기업이익은 아래와 같이 정의될 수 있다.

$$\pi_t = S_t(Q_t; T_t) + E_t(Q_t) - C_t(Q_t) - H_t(Q_t) - I_t(T_t) \quad (3.4)$$

이 경우 어느 한 시점에서의 기술가치(w_t)는 아래와 같이 정의될 수 있다.

$$w_t(T_t) = E_t(Q_t) - H_t(Q_t) - I_t(T_t) = \pi_t - S_t(Q_t; T_t) + C_t(Q_t) \quad (3.5)$$

이렇게 정의된 기술가치는 유량(flow)의 의미로 정의된 가치이다. 즉 어느 한 시점 t에서의 가치를 의미한다. 이러한 가치는 일반상품의 가격과도 유사한 개념으로서 시장의 상황에 따라 지속적으로 변화하게 될 것이다.

식(3.5)로 정의된 기술가치의 개념은 기업의 사적 가치를 나타내 주고 있으며 기업 내부의 정보

자료분석을 통해 기술의 사후적인 가치를 평가하는 모형으로는 유용한 개념이다. 일반적으로 E_t 나 H_t 등에 대한 자료는 기업 내부에서도 수집하기에 어려움이 있으며 특히 기업 외부로는 쉽게 공개되지 않는 자료들이기 때문이다. 따라서 회계업무의 필요성에 의해 기술투자의 감가상각이나 기술가치의 산정 등의 목적으로 활용될 수 있는 개념이다.¹⁾

기술의 가치를 예측하기 위해서는 이렇게 기업의 내부정보가 아니라 보다 객관적인 정보에 의해 판단될 수 있는 모형의 개발이 필요하다. 이를 위해서는 기술이 시장의 상황 변화에 따라 어떻게 그 가치가 변화되는지에 대한 예측모형의 개발이 필요하다. 예측모형은 신기술의 강점이 현실화되는 과정, 즉 상업화 과정을 사전적으로 포착할 수 있어야 하며 이를 통해 기존 기술의 경제적 성과의 분포와 새로운 기술의 경제적 상황이 비교·분석될 수 있어야 한다.

이렇게 사전적인 예측모형의 개발을 위해서는 기술가치가 예측이 가능한 다양한 결정요인들과의 상관관계를 먼저 규명할 필요가 있으며 이러한 변수들의 변화에 따라 미래의 가치를 예측하는 모형의 개발이 필요하다. 또한 기술가치를 상기와 같이 유량(flow)의 개념으로서가 아니라 스톡(stock)의 개념으로 정의할 필요가 있다. 기술가치를 예측함에 있어서는 미래 어느 한 시점에서의 기술가치보다는 새로운 기술이 미래에 가져다 줄 총미래가치의 예측에 보다 큰 관심이 두어지기 때문이다.

기술의 총미래가치(V)는 여러 가지 설명변수(X)들에 의해 결정되는데 다음과 같이 나타낼 수 있다²⁾.

$$V \equiv \sum_{t=1}^n w_t(X) = V(X) \quad (3.6)$$

이 글에서는 기업의 기술가치 V가 어떠한 함수관계를 나타내고 있는지를 파악하고자 한다. 만약 이러한 함수관계를 이해할 수 있다면 새로운 기술의 기술가치를 이러한 함수관계에 의해 구할 수 있을 것이기 때문이다. 즉 X 변수의 구체적인 값을 전문가들이나 기초자료분석을 통해 결정하고 이를 추정된 함수식에 대입하면 해당 기술의 가치를 구할 수 있게 된다. 따라서 기술가치를 구하기 위해서는 통계학적으로 의미가 있고 신뢰할 수 있는 함수식의 구체적인 모습을 구해야 할 것이다.

IV. 모형의 추정

1. 설명변수의 선택

1) 소위 소득접근법, 비용접근법, 시장접근법 등은 이러한 개념을 바탕으로 하고 있음
 2) 보다 엄격하게는 현재가치화한 값의 합으로 나타내야 하나 할인율을 0로 가정하여 수식을 단순화함

기술의 가치에 영향을 미치는 요인들은 매우 다양하다. 이를 기존의 연구를 중심으로 구분한다면 크게 기술 요인, 시장 요인, 전략 요인 등 세 가지로 분류할 수 있다.

첫째, 기술적 요인이다. 이는 기술의 가치를 평가하고자 할 때 우선적으로 고려해야 할 요인이나 계량화가 용이하지 않다는 문제점을 가지고 있다. 고려해야 할 기술적 측면에서의 영향 요인들은 기술의 목표(또는 수준), 기술의 수명적 위치, 기술의 완성도, 기술의 연관성, 기술의 파급효과 등 다양하다. 이 글에서는 기술수준(TR)만을 채택하였다. 둘째, 시장요인이다. 기술의 부가가치가 실현되는 것은 시장거래를 통해서이다. 따라서 기술의 경제적 가치평가를 위해서는 이러한 시장요인들을 얼마나 정확하게 계측할 수 있는냐가 평가의 신뢰성을 크게 좌우하게 된다. 고려해야 할 시장 관련 영향 요인들은 시장규모, 시장 확산 속도, 시장의 하부구조 등 다양하다. 이 중 시장규모의 변화(MK)를 채택하였다. 셋째, 전략적 요인이다. 기술과 시장 요인과는 별개로 기술을 사용하고자 하는 주체들의 경영전략에 따라 기술의 가치는 크게 달라질 수 있다. 이 글에서는 자료의 제약으로 인해 기술개발투자(RD)를 전략적 변수로 채택하였다.

이 글에서는 분석목적에 맞는 자료를 따로 수집하는 대신 “공업기반기술개발사업 (일명 공기반사업) 10년 성과분석 및 개선방안수립연구” 과제 설문조사에서 수집된 데이터³⁾를 발췌하여 사용하였다. 공기반사업 데이터는 산업기술정책연구소/산업자원부에서 1997년 8월 1일에서 1998년 7월 31일까지 수집한 자료로서 공기반사업의 10년('87 - '97) 간의 사업성과를 분석하기 위해 수집되었다. 총 1,200 여개의 수집된 설문지 중에 이 글의 목적에 알맞은 설문지는 최종적으로 83개에 불과하여 아쉬운 실정이다. 설문조사가 애초부터 이 글의 목적을 위해 수행된 것이 아니기 때문에 이러한 결과가 초래되었다.

<표 1> 자료 설명

변수	평균	표준편차	내 용
기술가치(V)	238.3672	852.5570	이윤증가분, 즉 매출증가분×산업별평균수익율, (단위: 억원)
기술수준(TR)	1.1647	1.3057	기술개발후의 수준 / 해외최고기술수준
시장규모변화(MK)	250.2898	745.0675	국내시장규모의 변화(완료시-착수시), (단위: 억원)
기술개발투자(RD)	166.9142	685.5006	해당기업의 R&D 투자액 ('97), (단위: 억원)

2. 모형의 추정

기술가치(V)가 상기의 3가지 설명변수들에 의해 좌우된다면 이는 아래와 같은 함수식으로 나타낼 수 있을 것이다.

3) 산업자원부, 공업기반기술개발사업 10년 성과분석 및 개선방안 수립연구, 1998.8.

$$V \equiv \sum_{t=1}^n w_t(X) = V(TR, MK, RD) \quad (4.1)$$

불행하게도 위 함수식의 구체적인 모습이 밝혀진 바가 없다.⁴⁾ 따라서 모형의 추정에 있어서는 다양한 유형의 추정식 중 가장 신뢰도가 높은 모형을 선택하는 수밖에 없다. 아래 식은 이러한 다양한 추정의 결과 가장 신뢰도가 높게 나타난 모형으로서 Cobb-Duglus 모형의 하나이다.⁵⁾

$$\ln V_t = \alpha + \beta_1 \ln TR_t + \beta_2 \ln MK_t + \beta_3 \ln RD_t + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

여기서,

V_t : 이윤의 개념으로 정의된 기술가치

TR_t (technology ratio): 기술수준을 나타내는 것으로

개발 후의 기술수준을 세계 최고 기술수준으로 나눈 비율

MK_t : 시장의 성장규모

RD_t (R&D): 해당 기업의 기술개발투자규모

ε_t 는 오차항

$\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: 계수항

이 모형을 공 기반 사업으로부터 수집된 자료에 의해 추정된 결과는 아래 표와 같다. 각 계수들의 추정 결과는 일반적인 경제학적 이론과 합치하는 결과를 보여 주고 있으며 전반적으로 유의 수준 역시 상당히 높게 나타나고 있어 대체적으로 만족할 만한 결과를 보여주고 있다. 기술수준은 개발된 기술이 세계적인 최고 기술과 대비하여 어느 정도인지를 나타내는 변수로서 이것이 기술가치(즉 기술이 가져다 준 이윤의 크기)에 미치는 영향이 1.182로 나타난 것은 기술수준 변화에 따른 이윤 증대효과가 매우 탄력적임을 의미한다.

반면에 시장규모(MK)의 변화는 탄력성이 1보다 작은 것으로 나타나고 있는데 이는 시장규모의 증가가 여러 경쟁기업들 사이에 배분되는 효과로 이해될 필요가 있다. 즉 단순한 시장규모의 증가는 여러 경쟁기업들 사이에 증가된 규모를 점유하기 위한 경쟁을 촉발하게 되는데, 계수 추정의 결과는 이렇게 가열된 경쟁으로 인해 시장규모 증가가 반드시 해당 기업에 유리하게만 전개되지는 않는다는 사실을 말해주는 것으로 이해될 수 있을 것이다.

마찬가지로 기술개발투자(RD)의 경우에도 단순히 기술개발투자의 증가가 이윤 증대에 탄력적이지는 않음을 나타내 주고 있다. 이러한 결과는 기술개발투자의 결과로서 나타난 기술의 수준제고 효과에 따라 이윤변화의 크기가 결정됨을 의미한다. 이러한 현상은 경쟁력에서 기술수준이 매우 핵심적인 역할을 담당하고 있다는 객관적인 증거라 할 수 있을 것이다.

4) 일반적으로 외생변수의 변화는 shift(예: 수요곡선의 이동)로 나타나는데 이에 대한 이론적 모형이 제시되고 있지 않음

5) 이는 일방적인 가정이 아니라 추정에 있어 log-log 모형이 가장 설명력이 높게 나타났기 때문에 유추된 결과임.

<표 2> 계수의 추정결과 (Estimates of Coefficients)

변수	계수(β)	Standard Error	t	p
lnTR	1.182	0.393	3.010	0.004 ***
lnMK	0.249	0.097	2.570	0.012 **
lnRD	0.250	0.089	2.793	0.007 ***
α	2.129	0.473	4.501	0.000 ***
데이터수(N)	83개			
R ²	0.258			
F	9.179			

주) ** : 0.05의 유의수준에서 의미있음

*** : 0.01의 유의수준에서 의미있음

V. 기술가치 예측에의 활용

평가받고자 하는 신기술의 각 설명변수들의 값이 결정되면 아래의 추정된 회귀식에 대입하여 기술가치 추정치를 얻을 수 있다. 식(4.8)에 의해 기술가치를 추정하는 것은 점추정법으로 그 추정치가 진정한 기술가치로 해석되기에는 무리가 있다. 이러한 오차의 가능성을 최소화하기 위한 효과적인 방안은 구간추정법을 활용하는 것이다. 기술가치를 예측함에 있어 반드시 일정한 값으로 예측치를 제시하기보다는 일정한 신뢰범위로서 가치를 예측하는 것이 오히려 합리적이라 생각된다.

$$\ln V = \alpha + \beta_1 \ln TR + \beta_2 \ln MK + \beta_3 \ln RD + \varepsilon \quad (5.1)$$

이 글에서 추정하고자 하는 기술가치는 평균적인 상황 하에서 기대되는 기술가치로서, 이러한 정의에 가장 가까운 개념은 모집단의 평균, 즉 모평균으로 정의될 수 있을 것이다. 통계학 이론에 의하면 상기 식(5.1)을 활용하여 모평균의 신뢰구간을 얻을 수 있는데, 이러한 모평균(\bar{V})이 존재할 신뢰구간(Confidence Interval)을 도출하여 이를 기술의 미래가치로 제시하고자 한다.

추정된 회귀식으로부터 모평균의 신뢰구간 도출과정은 이미 잘 알려져 있다. 설명의 편의를 위해 위 추정식을 벡터로 나타내면 아래와 같다.

$$\ln V = X\beta \quad (5.2)$$

여기서 X는 설명변수들을, β는 계수항(α 포함)을 의미한다. 이 경우 모집단의 기술가치 평균값(\bar{V})

은 아래의 구간범위 내에 존재한다.

$$\text{Ln } \bar{V} = \text{Ln } V \pm t \times s \sqrt{X_0 V X'_0} \quad (5.3)$$

이를 이용하여 평균 미래가치(\bar{V})가 존재할 신뢰구간의 범위를 구할 수 있는데 이는 신기술이 미래에 가져다 줄 평균적 경제가치가 존재할 구간범위를 의미한다.

SPSS는 각 관측치의 종속변수(Ln V)의 추정치를 구한 뒤 이 추정치에 대응하는 모집단의 평균값(\bar{V})의 신뢰구간을 제시해 주고 있다. 모평균의 상한과 하한들을 각 추정치마다 제시해주고 있는데 이 값들을 통하여 기술가치의 추정치와 모평균의 분포를 개략적으로 파악할 수 있다.

SPSS에 의해 구해진 모평균의 신뢰구간(95% 유의수준)을 살펴보면 상한값은 회귀선 상의 추정치의 대략 160 - 170% 수준에 이르고 있다. 즉 추정치보다 대략 60-70% 크게 나타나고 있다. 하한값의 경우에는 추정치의 약 60-70% 정도의 값을 가지고 있어 30-40% 작은 것으로 나타나고 있다.

좀더 정확하게 파악하기 위해서 각 추정치를 '1'로 정규화(normalization) 했을 때 상한과 하한의 평균배율을 구해보았는데 그 결과가 <표 3>에 나타나 있다. 표에서 알 수 있듯이 상한과 하한의 평균은 각각 1.93과 0.56로서, 이는 95%의 신뢰수준에서 모평균이 평균적으로 추정치의 193%와 56%의 범위 내에 존재한다는 것을 의미한다. 이러한 평균배율은 몇 개의 특이한 관측치들에 의해 과대하게 나타나고 있는데, 이를 제외하는 경우 상한값의 경우 160 - 170%의 수준으로 낮아지게 된다.

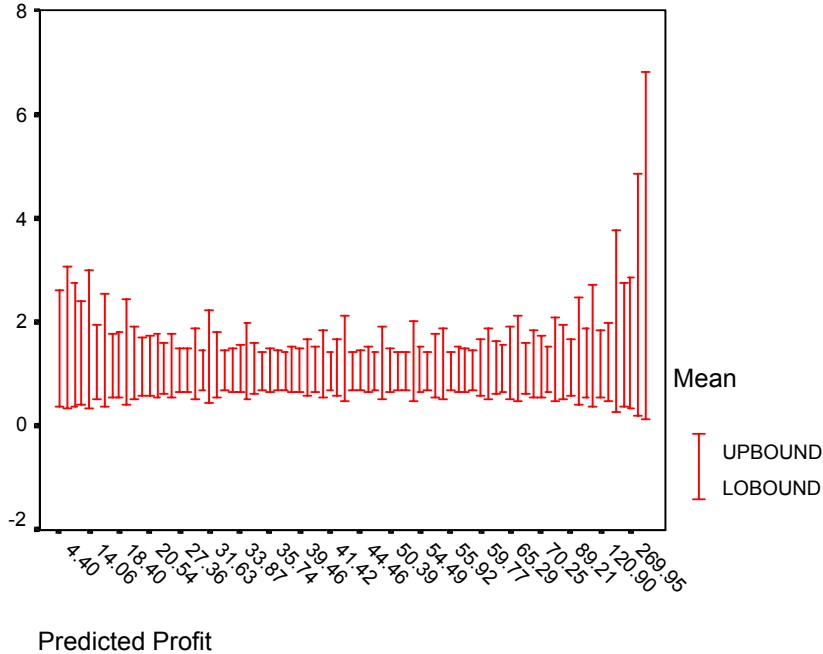
<표 3> 예측구간의 상하한의 평균

	표본수	평균배율	표준편차	최소값	최대값
상한	83	1.9380	0.7828	1.41	6.82
하한	83	0.5600	0.1253	0.15	0.71

주: 추정치를 '1'로 정규화한 경우의 배율을 구한 것임

기술의 미래가치를 예측함에 있어 이러한 정도의 구간범위는 현실적으로 충분히 수궁할 수 있는 예측결과로 생각된다. 미래 가치예측의 어려움과 예상 못할 다양한 변화를 감안한다면 이러한 정도의 가치예측은 매우 정확한 예측의 하나로 이해돼야 할 것이다.

**<그림 1> 예측이윤의 범위
(95% 신뢰구간, 각 추정이윤을 1로 정규화함)**



VI. 결론

이제까지 회귀분석에 바탕을 둔 기술가치 예측방법을 제시하였다. 이는 새로운 이론의 개발이라기보다는 기존에 정립되어 있는 계량경제학적 이론을 기술가치 예측에 새롭게 적용한 것이라 할 수 있다. 공기반 사업으로부터 수집한 기존 기술들의 경제적 성과에 관한 자료를 바탕으로 모집단의 평균이 존재할 신뢰구간을 도출하여 새로운 기술의 미래가치가 그 구간 내에 존재함을 논증하여 보여주고 있다.

일반적으로 회귀분석모형은 모집단의 예측에 매우 효과적인 방법이나 나름대로의 한계가 있다. 이 글의 예측모형도 나름대로의 유용성에도 불구하고 이러한 한계를 벗어나지 못하고 있는 것이 사실이다. 만약 보다 많은 신뢰성 높은 자료의 수집이 가능하다면 이 글에서 제시하고 있는 예측방법은 매우 효율적인 접근방식이 될 수 있을 것이며 모형의 신뢰성과 예측력을 크게 개선해 나갈 수 있을 것이다.

기술의 미래가치 예측은 어떤 다른 예측보다 어려운 작업의 하나라 할 수 있을 것이다. 안정적이며 객관적인 방법론의 개발에 뚜렷한 진척이 없는 상황에서 이 글의 결과가 하나의 의미있는 제안이 되기를 기대해 본다. 아울러 지속적인 개선을 위해 필요한 노력들이 빠른 시일 내에 이루어질 수 있기를 고대한다.

참 고 문 헌

- Angelien, G. Z. Kemna(1993), "Case Studies on Real Options", Financial Management, Autumn.
- Boer, F. P.(1999), "The valuation of technology- Business and Financial Issues in R&D," John Wiley & Sons, Inc.
- Brent, R. J.(1996), Applied Cost-Benefit Analysis, Edward Elgar.
- Dixit, A. K. and Pindyck, R. S.(1994), "Investment under Uncertainty," Princeton University Press.
- Hemantha, S. B. Herath and Chan S. Park(1999), "Economic analysis of R&D projects : An options approach", The Engineering Economist; Norcross, Vol. 44, Iss 1, pp. 1-35.
- Houthakker, H. S.(1952), "Compensated Changes in Quantities and Qualities Consumed", Review of Economic Studies, 19, pp. 155-164.
- Johnson, A. R.(1998), Applied Multivariate Statistical Analysis, Prentice-Hall.
- Link, A. N. and David P. Leech(1996), "The Economic Impacts of NIST's Software Error Compensation Research", TASC.
- _____ (1997), "Measuring the Unmeasurable : Cost-Benefit Analysis for New Business Start-ups And Scientific Research Transfers", Evaluation and Program Planning, Vol. 15, No. 6, pp. 377-387.
- Mullins, N. C.(1987), "Evaluating research programs : measurement and data resources", Science and Public Policy, Vol. 14, No. 2, pp. 91-98.
- NIST(1998), "Strategic Planning and Economic Analysis at NIST".
- Peskett, R.(1999), "Beyond DCF," Management Accounting, Vol. 77, Iss. 10.
- Smith, G. V. and Parr, R. L.(1994), "Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets, Second Edition, John Wiley & Son.
- The ARA Group(1993), Methods for Assessing the Socioeconomic Impacts of Government R&D.
- Williams, D. and A. D. Rank(1998), "Measuring the Economic Benefits of Research and Development : the Current State of the Art", Research Evaluation, Vol. 7, No.1, pp. 17-30.
- 이재익 외(2000), "연구과제의 경제성 평가모형", 과학기술정책연구원.