

특허인용 수명분석을 이용한 기술의 경제적 수명 추정에 대한 연구

A Study on the Estimation of Technology Economic Life Using Patent Citation Life Analysis

성 옹 현* 한신대학교 정보과학대학 정보통계학과 교수 (soh@hs.ac.kr)
유 선 희 한국과학기술정보연구원 선임연구원 (sunny@kisti.re.kr)

ABSTRACT

This paper presents a new methodology that allows the influence of technological obsolescence and technology composite competitiveness to estimate technology economic life. In this paper the patent citation life analysis is used to estimate technology representative life, and technology residual life analysis is employed to estimate residual life using the linear and inverse functions. The technology economic life will be determined by combining the estimation results of patent citation life analysis and technology residual life analysis. This paper includes an example of applying it to the US patent data for 5 communications areas. Therefore, this logical concept can be applied usefully to determine the technology economic life and be expected to contribute to obtain credibility of technology valuation.

Key Word : Technology Economic Life, Patent Citation Life Analysis, Technology Residual Life Analysis

I. 서 론

산업사회에서 지식기반사회로 전환됨에 따라 기술, 지식 등과 같은 무형자산의 중요성이 갈수록 증대되고 있다. 특히 기술과 같은 무형자산 또는 무형자산을 창출하는 R&D 과제에 대한 가치를 평가하여 이를 투자 및 정책결정 목적으로 활용하고자 하는 시도가 점차 늘어나는 추세이다. 그러나 기술과 같은 무형자산의 가치를 객관적이고 정량적인 지표로 측정하는 일은 본질적으로 매우 어려운 과제이다. 더욱이 무형자산의 가치는 고정된 것이 아니며 소비시장에서의 제품, 서비스와 마찬가지로 산업 환경, 경쟁구조 및 시간의 흐름에 따라 변화되는 특성을 가진다. 또한 현재와 같은 극심한 기

술적, 상업적 경쟁체제 속에서 기술과 같은 무형자산의 가치 및 수명은 급격하게 변화하는 양상을 나타낸다.

개별기술의 경제적 수명의 결정은 기술(가치)평가(technology valuation), 기술 이전가격의 결정(technology transfer price), 라이선스 로열티율(license royalty rate) 결정 등에서 필수적인 요소이다. 특히 개별기술의 경제적 수명은 기술가치평가 방법론인 이익접근법(income approach)와 시장접근법(market approach)에서 필수적인 추정요소 중의 하나이다. 이익접근법에서 기술의 경제적 수명은 미래 경제적 수익이 발생될 것으로 기대되는 유효기간이고, 시장접근법에서 기술의 경제적 수명은 기술이전 계약 시 기술대가를 평가하고 추정할 때 유용하게 사용된다.

그러나 기술의 경제적 수명을 추정하기 위해서 합리적인 추정모형이 사용되기 보다는 전문가 설문조사 방

* 제1저자

* 본 논문은 2007년도 한신대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음
논문접수일: 2007년 4월 9일 게재확정일: 2007년 6월 15일

식을 통해 의견을 수렴하거나 관행적인 기간을 사용하고 있는 것이 현실이다. 전문가 설문방식은 시간과 비용 문제로 평가시마다 매번 시행하기 어렵다는 단점이 있고, 수명의 산정에 필요한 참조 정보가 미흡한 것이 문제점으로 제기된다. 객관적 기준값(anchor point)을 제공하지 못하는 설문조사 방식은 설문 담당자에 따라 자의적 해석이 이루어질 위험이 흔히 존재한다. 또한 전문가들에 의한 평가과정에서 수명에 대해 일정한 합의가 이루어졌다고 가정하고 있지만, 전문가들 사이에서도 특정 기술에 대한 경제적 수명의 의미를 달리 해석하고 평가하는 것이 일반적이다.

본 연구의 목적은 관행적인 방법에서 벗어나 개별 기술의 경제적 수명을 합리적으로 추정하기 위한 계량적인 추정모형을 제안하는 것이다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기술의 진부화와 수명주기의 개념을 설명하였고, 3장에서는 선행연구 결과와 수명주기의 추정방법인 특허인용분석 절차를 설명하였다. 4장에서는 특허인용분석을 통하여 기술군의 대표수명을 추정하기 위해서 통신분야 세 개 기술군에 대하여 사례 분석하였다. 5장에서는 기술군의 대표수명과 개별 기술의 경제적인 수명간 차이를 설명할 수 있는 추정모형을 설정하기 위해서 모형에 포함될 기술경쟁력과 시장경쟁력 변수를 선정하였다. 그리고 그 차이를 설명하기 위해서 선형함수와 역함수를 이용하여 개별 기술의 경제적 수명을 추정하였다. 6장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 유용성과 제한점을 포함하였다.

II. 기술 진부화와 수명주기

기술의 진부화는 기술자산 가치의 감소로 측정되고 기술의 효용(utility)이 시장의 기대와 비교해서 감소할 때 나타나게 된다. 기술의 절대적인 효용성은 변하지 않더라도 시장의 기대가 증가함에 따라 대응되는 기술자산의 가치는 감소하게 된다. 이러한 가치의 손실은 진부화 결과에 기인된다. 기능적 진부화란 기술자산의 기능, 효용, 가치를 감소시킬 수 있는 구조, 재료 혹은 디자인

등의 결점(flaw)으로부터 기인된다. 여기서 결점이란 기술의 요구 기능을 수행하는 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 자산의 결핍을 의미한다. 만약 기술자산의 시장의 요구에 부응하지 못할 경우 기술자산의 가치는 손상을 입게 된다. 최근 급격한 기술변화의 추세 속에서 기술적 진부화는 기능적 진부화의 핵심 요인이다.

전형적인 기술적 진부화는 한 시점에서 발생되기 보다는 상대적으로 우수한 신기술이 도입됨에 따라 서서히 감소하는 경향을 보이게 된다. 신기술의 채택 속도가 증가하게 되면 기존기술의 진부화 속도는 비율적으로 증가하게 될 것이다. 여기서 문제는 기존기술을 대체할 수 있는 신기술의 대체속도를 어떻게 실제적으로 평가할 수 있는지 여부이다. 신기술의 채택을 평가할 수 있는 방법은 기술대체분석(technology substitution analysis)이다. 기술대체는 일정한 기간에 걸쳐 기존 기술이 신기술에서 제공되는 능력, 성과와 경제적 효과에 의하여 일부 혹은 전체적으로 배제되는 혁신 과정(innovation process)이라고 정의될 수 있다. 신기술의 대체효과 경향에 대한 모형은 수많은 연구자에 의하여 제안되어왔고, 가장 널리 사용되는 기술 대체분석모형은 Fisher-Pry(1971)에 의하여 제안되었다.

Fisher-Pry 기술대체분석에서 신기술의 확산과 성장은 기울어진 S 자 형태를 갖게 된다. 신기술의 시장 도입은 신기술의 높은 가격, 생산합과 불완전성 때문에 채택 속도는 매우 낮게 출발하는 것이 일반적이다. 반면에 기존 기술은 규모의 경제에서 성숙한 상태에 있게 된다. 급속한 채택단계에서는 신기술이 발전이 가속화 되면서 응용분야가 넓어지게 되고, 규모의 경제와 다른 경제적 효용성 효과가 가시적으로 나타나기 시작하면서 시장점유율 증가는 가속화 된다. 그리고 기존 기술은 내재된 기술경쟁력이 감소됨에 따라 시장점유율은 급격하게 떨어지게 된다. 신기술의 대체가 가속화 되는 시점은 시장점유율이 15% 근처에서 발생되고, 이 시점부터 신기술의 가치는 급격히 증가하고 기존 기술의 가치는 급격하게 감소하게 된다. 대체의 끝 시점으로 갈수록 포화단계로 접근하게 되어 기존기술의 가치

는 0 으로 감소하게 된다. 신기술의 대체과정의 속성을 설명하기 위해서 다양한 수리적 모형이 제안되어왔고, Rai(1999)는 기술의 확산 속성에 따라 포물선(parabolic)모형, 대수-대수(log-log)모형, 거듭제곱(power)모형, 지수(exponential)모형 등 다양한 모형을 제안하였다. 이러한 모형들은 시간과 시장점유율사이의 함수관계를 다양한 비선형함수(non-linear function)로 구성되었지만, 변곡점(inflexion point) 시점만 다를 뿐 모두 기울어진 S 자 모양과 유사하게 표시된다.

기술 수명주기는 기술예측(technology forecasting)의 한 분야로 볼 수 있다. 기술예측에 관한 개념은 여러 학자들에 의하여 정의되어 왔다. Martino(1993)는 기술예측을 “유용한 기계, 공정 혹은 테크닉 등의 미래 속성에 대한 전망” 혹은 “미래에 발생할 기술이전 과정에 대한 확률적 평가” 라고 정의하고 있다. 즉, 기술예측은 경제/사회/문화/환경적 변화가 불확실한 미래 사회에서 경제적·사회적 파급효과를 최대한 발생시킬 수 있는 발명, 기술적 특성 및 차원 또는 성능을 예측하는 것이다. 기술예측은 기술혁신이 가속화될 것으로 예상되는 미래 일정기간 동안 (1)기술의 발전 추세, (2) 혁신과 확산 패턴, (3)R&D 기술의 실현시기, (4)R&D 기술의 상용화 가능성, (5)기술의 경제사회적 파급효과 등을 다양한 접근법을 통하여 분석 평가하는 것이다.

기술예측의 목적은 미래 사회에서 산업 경쟁력과 국가 경쟁력을 확보할 수 있는 기술적 니즈를 파악하여

장기적인 R&D 전략 관점에서 유망기술을 체계적으로 조사하는 것이다. 이러한 과정에서 미래시장에 대한 예측을 바탕으로 기업 또는 산업차원에서 향후 개발하여야 할 필요기술과 제품을 예측하여 최선의 기술 대안을 기획하는 로드맵이 서술적으로 작성된다. 반면에 기술 수명주기(technology life cycle) 분석 목적은 특정 세부 기술군 혹은 특정 기술에 대한 기술수명의 주기를 예측하는 것이다. 기술 수명주기는 기술의 중장기 확산 패턴 및 단계별 속성을 계량적으로 분석하여 설정된 기술의 유효수명을 의미한다. 따라서 기술 수명주기의 추정과 예측은 정성 분석보다는 정량 분석 과정을 통하여 산출된다. 기술은 도입, 성장, 성숙, 쇠퇴의 일반적인 수명주기 패턴을 따르게 된다. 즉, 새로운 기술이 개발되어 다른 기술이나 제품, 서비스 등에 활용되다가 경제적 효용성이 떨어지거나 대체기술이 개발되면 시장에서 사라지는 과정을 거치게 된다. 유선희(2004)는 기술의 발전과정을 제품 수명주기 단계와 유사하게 구분하고, 대응되는 기업의 경쟁우위를 [표 1]과 같이 정리하였다. 기술의 수명주기도 제품의 수명주기와 유사하게 신기술 단계(기술개발, 도입), 발전기술 단계(성장), 핵심기술 단계(성숙), 표준화 기술 단계(진부화) 등 단계를 거치게 된다. 기술 수명주기 정의는 기술이 도입되어 향후 기술이 더 이상 사용되지 않거나 혹은 기존 기술이 미래 신기술로 대체될 때까지의 기간을 의미한다.

[표 1] 기술 수명주기 단계별 경쟁우위

기술 수명주기 단계	경쟁우위에 대한 기술의 중요성
신기술 단계 Emerging technology	아직 경쟁 기반을 변화시킬 수 있는 잠재력이 크지 않음.
발전기술 단계 Pacing technology	경쟁 기반을 변화시킬 수 있는 잠재력 갖춘.
핵심기술단계 Key technology	제품과정에 적용되고, 가치창출(비용, 성과, 품질)에 중요한 영향을 미침.
표준화 기술단계 Base technology	가치창출에 소규모 영향을 미침. 모든 경쟁자에게 공통적인 기술로 인정됨.

III. 기술 수명주기 추정 방법

1. 선행연구 검토

기술수명에 대한 추정은 다양한 시장적 요인과 기술적 환경변화 등 여러 요인에 의하여 영향을 받기 때문에 신뢰성 있는 추정 모형은 아직까지 정립되지 못한 상태이다. Abernathy 와 Townsend(1975)는 기술수명 개념을 주기로 파악하고, 기술발전과 공정의 진화단계를 비조정 단계, 분화 단계, 체계화 단계 등 세가지 단계로 구분하여 설명하였다. Abernathy 와 Utterback(1978)은 제품혁신과 공정혁신에 대한 상호관계를 기술 수명주기를 이용하여 설명하였고, Ford Ryan(1981)은 기술 수명주기 단계에 따라 기술가치 수준을 설명하였다. Merino (1990)는 타이어코드에 사용되는 기술에 대하여 50년간 시계열 자료 분석을 통해 기술이 기울어진 S 곡선 형태의 속성을 가지고 발전하였고, 더 이상 기술적 개선이 불가능할 때 새로운 기술로 혁신이 일어남을 제시한 바 있다. 이들 연구는 기술수명 개념적인 관점에서 접근하였으며 계량적으로 추정하기 위한 방법은 상대적으로 미흡하다고 판단된다.

기술수명에 대한 계량적 분석 방법으로 특허나 문헌 데이터를 이용하여 특허수명의 진부화를 추정하는 연구가 이루어져 왔다. Bosworth(1978, 2001)는 특정 연도에 등록된 특허들의 갱신이력 데이터를 이용하여 특허의 잔존건수 자료를 구성하고, 신기술 창출에서부터 폐기에 이르기까지의 수명에 대한 통계를 분석하여 기술 지식 진부화를 추정하였다. Goto 와 Suzuki(1989)는 산업별로 기술지식의 진부화를 추정하기 위해 설문조사에 의한 기술(특허)의 기대수명을 이용하였다. Pakes와 Schankerman(1984)은 특허가치 분포를 확률 모형으로 추정하는 과정에서 특허 갱신데이터를 이용하여 기술 진부화를 추정하였다. 상기와 같은 특허 갱신자료를 사용할 경우 특허의 갱신기간¹⁾이 주기적으로 설정되기 때

문에 특허의 갱신분포 산출이 설정된 기간에 종속될 수밖에 없다. 특허 갱신자료를 이용하려면 대상 특허의 법적 권리기간까지의 자료가 확보되어야 하고 법적 권리기한이 만료된 과거의 특허만을 사용해야 하기 때문에, 현재와 미래 경향을 반영하지 못하는 단점이 있다. 또한 특허별로 갱신이력을 추적하는데 있어 전수조사의 한계가 있어 샘플링에 따른 대표성 문제가 제기될 수 있다. 이러한 특허갱신 자료를 사용한 추정 문제에 대한 대안으로 특허 인용정보를 사용할 수 있다.

특허 인용정보를 이용하여 특허 또는 기술 수명주기를 평가하거나 국가 단위의 기술적 위치를 분석하는 것은 기존연구에서 활발히 제시되고 있다. Ernst(1997)는 기술의 누적 특허 출원빈도를 이용하여 특허정보가 기술 수명주기 모형을 표현하는데 유용한 정보를 제공할 수 있음을 검증한 바 있다. Trajtenberg(1990)는 특허기술의 인용빈도를 기술혁신의 가치를 표현하는데 적합한 지표로 평가하였다. 물론 여기서 말하는 가치는 혁신활동이라는 공급측면에서의 가치를 의미하는 것으로서, 시장상황에 따라 결정되는 경제적 가치와 동일한 개념이 아닐 수 있다.

그러나 기술가치의 하락은 기술 진부화와 직접적인 연관이 있기 때문에 특허 인용분석은 기술수명과 연관성 높다고 판단된다. Jaffe 와 Trajtenberg(1996)는 특허 기술의 인용빈도를 통하여 지식이 확산되고 진부화 과정을 지수 함수 과정으로 결합하여 분석하였다. 이러한 관점에서 특허인용정보는 기술의 확산과 진부화 개념의 핵심 정보를 포함하고 있기 때문에 기술수명을 추정하는데 매우 적합한 수단이라 할 수 있다. 특허인용 분석을 통한 기술 변화 관련 측정지표로 미국 CHI Research 에서 제시하고 있는 TCT(Technology Cycle Time)가 있다. 정의상 TCT는 특허가 출원되었을 때 그것이 인용하고 있는 특허들의 년 수, 즉 인용-피인용 특허 시차의 중앙값을 의미한다. TCT는 특허수명을 대표하기 보다는 기술변화 속도를 나타내는 지표로 활용되는 것이 타당하지만, 특정 시점에서 과거의 기술들에 대한 횡단적인 정보를 제공하므로 정보의 동태성이 떨

1) 미국특허의 경우 특허권의 최대 보존기간 20년을 기준으로 등록이후 4년, 8년, 12년에 갱신한다.

어진다는 단점을 가지고 있다.

2. 특허인용 수명주기 추정 방법

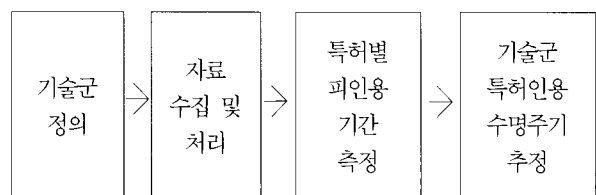
기술의 수명은 기술이 개발된 후 더 이상 사용되지 않거나 혹은 기존기술이 신기술로 대체될 때 까지 기간을 의미한다. 마찬가지로 특허의 수명은 특허가 더 이상 사용되지 않거나 타 특허에 의해 대체되는 기간으로 정의된다. 이는 특허가 등록된 후 처음 인용된 시점부터 마지막으로 특허가 인용된 시점까지의 기간으로 해석할 수 있다. 따라서 특허인용 데이터를 이용하여 특허별 인용간격의 분석 결과를 대리지표로 이용하여 기술군의 수명으로 표현할 수 있다고 판단된다. 특허 인용분석에서 피인용 건수의 감소현상은 기존기술(특허)의 활용도 감소 또는 신기술(특허)의 등장으로 신기술이 기존기술(특허)을 대체하고 있음을 의미한다. 즉, 특허가 제품/서비스로 사업화되는 과정은 경제적 요인과 연결되어 있으므로 기술수명과 피인용 건수의 종로시점사이에는 강한 양의 상관관계를 있음을 가정할 수 있다. 그러나 개별 기술수준에서 그 정합성이 낮을 수 있기 때문에 같은 유형의 기술을 그룹화한 기술군 단위로 분석하는 것이 적절하다고 판단된다. 특허인용 주기분석은 기술 수명주기와 논리적으로 같은 유형이기 때문에 기술 확산의 동태적 관점에서 기술수명을 대리할 수 있는 논리적 장점을 가지게 된다.

인용이란 논술이나 주장의 출전으로서 다른 저자의 논문이나 논고, 자료 또는 구술을 차용하는 것이다. 특허 인용빈도(patent citation frequency)는 특정 특허그룹 내에서 개별 특허가 인용된 특허의 수를 의미한다. 예를 들면, A 특허의 특허 인용빈도수가 100이라면 전체 특허에서 A 특허를 인용한 특허의 수가 100개임을 의미한다. 특허인용 수명의 경우 기술이 외부에 공식적으로 노출된 시점(미국특허의 경우, 특허등록일)을 해당 기술의 인용 시점으로 간주하여 특허 등록일 기준으로 한다. 분석 프레임은 기술군내 개별 특허의 연차별 인용범위에서 개별 특허당 후행 피인용 기간을 계

산한 다음 기술군별 기술통계량(descriptive statistics)으로 구성된다. 유선희(2006)가 제안한 특허 인용빈도를 이용한 기술 수명주기 추정절차는 다음과 같다.

첫번째 절차는 특정 기술군 내의 전체 특허를 대상으로 인용관계를 파악하는 것이다. 인용빈도는 상호 인용빈도수인 인용 특허와 피인용 특허가 특정 기술군 내에 함께 포함된 경우 인용이 일어난 것으로 한정하여 인용빈도수를 계산한다. 이것은 해당 기술군의 동질성을 확보함으로써 그 기술군의 속성을 더욱 잘 설명할 수 있기 때문이다. 두번째 절차는 하나의 특허마다 등록년도부터 최종으로 인용된 연도까지 연차별(0년차, 1년차, 2년차……)로 해당특허가 기술군내 타 특허에 의해 인용된 횟수가 측정하는 것이다. 그리고 측정된 연차별 인용 데이터를 기준으로 연차별 인용분석표를 작성하면 연차별 인용빈도와 평균 인용빈도를 통해 기술군의 인용빈도 변화추이를 파악할 수 있다. 마지막 절차는 기술군내 피인용 특허의 활성화기간을 특허별로 계산하여 기술군 자료를 기술통계량으로 표현하는 것이다. 특정 기술군의 특허인용의 수명주기를 추정하기 위한 단계별 절차를 요약하면 (그림 1) 과 같다.

(그림 1) 과 같은 특허인용 수명주기 분석에서 기술군을 분류함에 있어서 가장 중요한 것은 최대한 기술적으로 동일한 유형의 기술들을 군집화하는 것이다. 이는 기술군 전체의 기술 수명을 대표값으로 표현하는데 발생할 수 있는 오류를 최소로 하기 위해서다. 기술군 단위는 미국특허 클래스를 사용하였다. 미국특허 분류체계는 유사 용도로 사용되는 기술들을 동일한 유형의 기술로 분류하고 있기 때문에, 기술 수명을 추정하기 위한 기술군 정의에 적합한 분류체계라고 판단하였기 때문이다.



(그림 1) 기술군의 특허인용 수명주기 추정 절차

상기와 같은 특허인용 수명주기 추정의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 최근에 등록된 특허의 경우 미래 시점의 인용부분이 고려되지 못한 절단 문제(truncation problem)가 제기될 수 있다. 둘째, 특허인용에서 추정된 수명주기는 기술군의 수명주기의 대표값으로 적용될 수 있지만 개별 기술의 경제적 수명에 영향을 미치는 기술적 속성과 시장적 속성을 충분히 반영되지 못하는 문제가 남아있다.

IV. 특허인용 수명주기 추정 결과

본 연구에서 서술한 방법론에 따라 분석을 수행하기 위해 복수의 통신분야 전문가 의견을 수렴하여 5개 특허군을 선정하여 분석하였다. 기술군을 선정하기 위해서 기술개발 및 상업화가 활발하게 이루어지고 있는 산업분야와 국내 산업에서 관심도가 높은 분야를 고려하였다. 선정된 특허군의 이해를 돕기 위하여 연관된 국가과학기술 분류체계를 함께 기재하였다. 분석 대상 세가지 특허군의 과학기술분류²⁾, 미국특허분류³⁾, 국제특허분류⁴⁾ 내용은 [표 2]와 같다. 해당 특허군은 그 특허군의 정의에 따른 세부 기술분야를 대표할 뿐 상위 기술분류 또는 전체 통신분야를 포괄하지는 않는다. 선정된 Telegraphy(USC 178)와 Tele- phonic communications (USC 379)는 전신 및 전화통신 관련 기술로서 전송기술의 하위분류에 해당하며 기술 유형상 기반기술에 속한다. Pulse or Digital communications(USC 375)와 Telecommunications(USC 455) 분류는 디지털

정보 전송 및 원거리 통신 관련 기술로 무선·이동통신의 핵심기술이 출원되는 분야이다. Communications (USC 342)은 라디오와 통신 시스템 및 그 장비와 관련된 기술로서 국가과학기술 분류체계상 방송·위성기술분류에 속한다. 해당분류는 방송·위성시스템에서 가장 필수적인 기술, 즉 무선전파의 사용에 의한 제반 시스템 및 장치에 대한 기술 집합이라 할 수 있다.

전 세계적으로 인용정보가 포함된 특허 데이터베이스는 Derwent 사의 WPI(약 40개국의 전문분야 특허의 인용정보 포함)와 미국특허청(USPTO), IBM 및 KISTI 서 제공하는 미국특허 데이터베이스가 있다. 본 분석에서는 KISTI 에서 보유하고 있는 인용정보가 포함된 미국특허 데이터베이스인 USPA 를 사용하였다. USPA 데이터베이스를 대상으로 분석대상 기술에 대하여 과거 20~30년(1976년~2004년)간 미국특허를 추출하였다. 기술군별로 수집된 개별 특허에 있는 UR(특허인용) 필드의 특허인용정보를 추출하여 등록일 기준으로 연차별 특허 인용빈도를 측정하여 연차별 특허 인용빈도 그래프로 표현하면 [그림 2]와 같다. 연차별 특허 인용빈도는 시간이 지남에 급격히 상승하였다가 서서히 감소하는 경향을 보이고 있다.

본 분석에서 개별 특허의 수명은 특허가 최초 인용된 시점에서 마지막으로 해당 특허가 인용된 연도까지 기간으로 설정하였다. 특허 수명자료를 종합한 전체 기

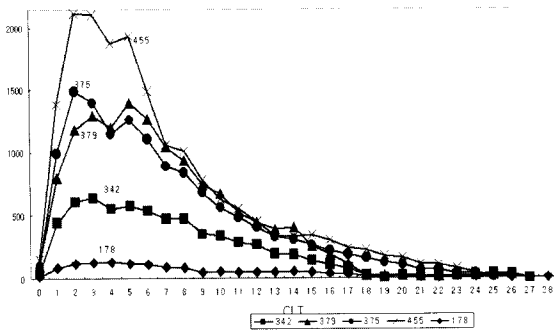
[표 2] 분석대상 미국특허 분류코드(통신분야)

구 분	USC	내 용	IPC
전송기술 (K1)	178	Telegraphy	H04L, G09G G06K, H01B
	379	Telephonic communications	H04M, H04B
무선이동 통신기술 (K5)	375	Pulse or digital communications	H04B, H04L H03K, H03D
	455	Telecommunications	H04H, H04B, H03C
방송위성 기술 (K7)	342	Communications: directive radio wave systems and devices	H01Q, G01S H04B

2) 과학기술분류체계는 2001년 12월 STEPI 보고서를 기반으로 개정되었다. 분류는 12개 분야(전기 및 전자, 정보통신, 기계, 소재 및 화학, 생명공학, 보건의료, 환경, 에너지, 원자력, 건설 및 교통, 지구 및 우주과학, 기술혁신 및 과학정책 등), 94개 대분류, 577개 중분류, 2752개 소분류로 구분된다.

3) 미국특허분류(US patent Classification)는 기능중심의 분류이고 클래스와 서브클래스를 사용한다.

4) 국제특허분류(International Patent Classification)는 섹션, 클래스, 서브클래스, 메인 그룹, 서브그룹의 계층적 구조를 갖는다. 섹션, 서브섹션은 A-H 알파벳 대문자 1개, 클래스는 2자리 숫자, 서브클래스는 알파벳 대문자 1개로 표현된다.



(그림 2) 기술군의 연차별 특허 인용빈도 그래프

술군의 인용특허수명(CLT: Cited-patent Life Time) 자료에 대한 기술통계량(descriptive statistics)은 [표 3]과 같다. 특허인용 수명분포의 속성을 살펴보기 위해서 중심위치와 산포범위를 측정하였다. 특허인용 수명분포의 중심위치를 대표할 수 있는 값은 일반적으로 표본평균(sample mean)과 중앙값(median)이 사용된다. 표본평균은 자료의 대표값으로 가장 널리 사용되고 있지만, 표본평균의 약점은 자료 중에 매우 큰 값이나 매우 작은 값인 이상값(outliers)이 포함되어 있는 경우(자료 분포의 비대칭이 심한 경우)에 그 값에 민감하게 영향을 받을 수 있다.

[그림 2]에서 특허인용 수명분포를 살펴보면 모든 분포의 형태가 오른쪽으로 크게 치우친 비대칭분포임을 알 수 있다. 따라서 특허인용 수명분포로부터 대표수명을 추정할 때 표본평균의 적용은 적절하지 않다고 판단된다. 반면에 중앙값은 자료를 크기순으로 나열할 때 가운데(50%)에 위치하는 값이고 이상값에 영향을 받지 않기 때문에, 특허인용 수명분포로부터 대표수명을 추정할 경우 표본평균보다는 중앙값을 이용하는 것이 적절하다고 판단된다. 그리고 특허인용 수명분포의 산포범위를 파악하기 위해서 분포를 네등분하여 누적퍼센트가 25%, 50%, 75%에 해당되는 값을 각각 일사분위수(Q1: first quartile), 이사분위수(Q2: second quartile), 삼사분위수(Q3: third quartile) 등으로 표시하였다. 이 사분위수 Q2는 중앙값을 의미하고, 일사분위수(Q1)와 삼사분위수(Q3)는 개별기술의 경쟁력 속성에 따라 대표수명으로부터 감소 혹은 증가될 수 있는 한계값으로

해석될 수 있다.

특히 기술군의 대표수명을 *TRL*(Technology Representative Life)라고 표시하면, 기술군의 대표수명의 추정값(\widehat{TRL})은 특허인용 수명분포에서 구한 중앙값(Q2)이 된다. 기술군별 대표수명 추정값을 살펴보면 Telegraphy(USC 178)인 경우 7년으로 산출되었다. Telephonic communications(USC 379), Pulse or Digital communications(USC 375), Communications (USC 342)인 경우 모두 6년으로 산출되었고, Telecommunications(USC 455)인 경우 5년으로 산출되었다. 기술군별로 살펴보면 Telegraphy(USC 178) 기술군의 대표수명 추정값이 가장 긴 것으로 나타났다. 이것은 해당 기술군에 기반 기술이 많아 꾸준히 인용되는 기술적 특성이 있기 때문이다. 또한 Telecommunications(455) 기술군은 기술 경쟁이 치열한 것으로 알려진 무선통신 분야로 대표수명 가장 짧은 것으로 나타났다.

직관적으로 개별 기술수명을 기술이 속한 기술군의 대표수명(*TRL*)으로 설정할 수도 있다. 그러나 이러한 논리는 개별 기술마다 서로 다른 속성을 고려할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 왜냐하면 개별 기술의 수명은 해당 기술의 기술경쟁력과 시장경쟁력에 따라 기술군의 대표수명으로부터 차이가 발생할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 차이를 설명할 수 있는 영향요인을 탐색하고 평가한 결과를 반영하여 수정한 기술수명을 기술의 경제적 수명(*TEL*: Technology Economic Life)이라고 정의하였다.

(표 3) 특허인용수명(CLT) 추정결과

구분(USC)	178	379	375	455	342
특허인용	1,462	13,154	13,292	18,063	6,529
평균	8,291	6,820	6,997	6,688	7,242
중앙값	7	6	6	5	6
표준편차	5,954	4,412	5,083	5,105	5,016
일사분위수	4	3	3	3	3
삼사분위수	12	9	10	9	10

V. 기술의 경제적 수명 분석

기술은 궁극적으로 시장에서 수익을 창출할 수 있을 때 의미를 가질 수 있으며, 이런 관점에서 기술에도 경제적 수명이 있다. 이제부터 기술의 경제적 수명에 영향을 미치는 주요 요인을 탐색하여 평가한 다음, 앞에서 구한 기술군의 대표수명 추정 결과와 결합하여 기술의 경제적 수명을 추정할 수 있는 논리적 절차를 제시하였다.

1. 기술의 경제적 수명에 미치는 영향

특정 기술(지적)자산이 장기간의 법적 유효수명을 가지고 있다고 하더라도 기술의 경제적 수명은 더 짧은 것이 흔히 발생된다. 이러한 제한된 기술의 경제적 수명은 기업수명과 구별될 수 근본적인 차이점이다. 기업은 기간에 따라 동적이고 점진적으로 혁신하는 주체이다. 기업의 생산라인 하나가 사라지더라도 다른 라인으로 대체되게 되고, 기업이 특정 특허가 종료되더라도 새로운 특허가 추가되는 것이 일반적이다. 이러한 이유 때문에 기업가치를 평가할 때 성공적인 현행기업(going-concern business enterprise)을 가정하여 기업수명을 장기적으로 설정하게 된다.

Rai(1999)는 기술의 수명은 기술의 진부화와 대체기술의 출현에 의하여 결정된다고 하였다. Clark(1984)는 혁신 확산과정에서 좀 더 광범위한 영향을 미치는 중요한 요인으로 시장공급보다는 시장수요라고 하였다. Parker(1974)는 혁신의 확산비율에 영향을 미치는 중요한 요인으로 경쟁상태를 주장하였다. Linstone 와 Sahal(1976)은 수익성이 높을수록 투자비용이 작을수록 확산비율이 높다고 제안하였다. 성웅현(2005, 2006)은 기술력평가 정보가 향후 기업의 경영성과와 부실여부에 유의한 영향을 미치고 있다고 제시하였다. 상기 결과를 종합하면 기술의 경제적 수명은 기술군의 평균수명, 개별 기술의 기술경쟁력과 시장경쟁력 등에 의하여 결정될 수 있다고 판단할 수 있다. [표 3]에서 특허인용 수명분석을 통하여 기술군의 대표수명을 추정하였

기 때문에, 남은 문제는 개별기술의 기술경쟁력과 시장경쟁력을 평가할 수 있는 항목을 개발하여 기술의 대표수명으로 설명이 불충분한 기술의 경제적 수명의 추가 변동을 평가하는 것이다.

기술경쟁력(*TC*: Technology Competitiveness)은 개별 기술이 속한 기술군의 동향분석을 통하여 경쟁기술과의 상대적 우위성을 평가하는 것이다. 기술경쟁력과 연관된 중항목은 여러 가지가 있지만, 기술의 경제적 수명의 추가 변화를 설명하기 위한 핵심 중항목으로 기술 우수성, 기술 경쟁성, 기술 권리성 등을 고려하였다. 시장경쟁력(*MC*: Market Competitiveness)은 평가대상 기술이 속한 시장의 특성 및 환경을 분석하여 상대적 우위성을 평가하는 것이다. 시장경쟁력을 평가할 수 있는 핵심 중항목으로 시장특성 및 환경, 수익성, 생산기반 우위성 등을 고려하였다. 상기 6개 중항목의 특성을 다시 세분화하여 평가하기 위하여 10개 세부 소항목으로 구성한 평가표는 [표 4]와 같고, 세부 평가 소항목 내용은 부록에 첨부하였다.

개별 소항목은 5점 척도로 설정되었고, 척도 사이의 값은 평가자의 관점에서 소수점으로 평가할 수 있다. 10개 소항목을 종합한 평점을 기술의 경제적 수명의 추가 변동을 설명할 수 있는 기술종합경쟁력(*TCC*:

[표 4] 기술종합경쟁력 평가 세부 항목 구성

요인	중항목	소항목
기술 경쟁력 (<i>TC</i>)	기술 우수성	기술의 차별성
		기술의 수명주기 위치
	기술 경쟁성	대체기술 출현 가능성
		기술의 응용 및 확장 가능성
기술권리 우수성	권리 안정성 및 확보 가능성	
시장 경쟁력 (<i>MC</i>)	시장 특성 및 환경	시장의 성장성
		관련 산업 동향과의 부합성
	수익성	매출 기대성장성
		수익성 수준
생산기반 우수성	생산시설 확보 용이성	

Technology Composite Competitiveness)으로 표시하였다. TCC 의 상한값은 50점이 되고 TCC 가 30점일 때 평균수준의 경쟁력을 의미한다. 기술가치평가의 대상이 되는 TCC 의 하한값을 20점으로 가정하였다. 기술종합경쟁력 세부 항목이 기술의 경제적 수명에 미치는 영향을 요약하면 다음과 같다. 기술의 차별성(TC_1)은 기존 기술대비 기술의 독창성, 효율성 및 신기술 분야 개척가능성 등을 고려하여 차별성을 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 기술의 차별성이 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 기술의 수명주기 위치(TC_2)는 해당기술이 수명주기상의 위치와 관련 기술 및 본 기술의 혁신 속도를 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 성장기의 기술로 상당기간 활용이 가능할 경우 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다.

대체기술 출현 가능성(TC_3) 일정 기간 내에 동종 및 유사 기술의 출현 가능성을 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 향후 일정기간 내에 유사기술 출현 가능성이 낮을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 기술의 응용 및 확장 가능성(TC_4)은 기술의 활용수준 및 범위 등을 고려하여 산업환경 및 수요자의 요구에 따라 다양한 종류의 기술로 개발 가능한지를 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 동종 및 유사기술로의 발전성과 활용성이 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 권리 안정성 및 확보 가능성(TC_5)은 등록된 권리가 무효화되지 않고 안정적으로 유지될 가능성(무효심판 제기가능성, 선행기술조사결과 등을 고려) 여부를 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 권리의 무효화 가능성이 낮을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다.

시장의 성장성(MC_1)은 동업종 최근 3년간 시장성장률과 시장자료를 통해 평가기술이 속한 시장의 향후 예상 성장률을 예측하여 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 향후 시장 성장성이 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 관련 산업 동향과의 부합성(MC_2)은 해당기술이 현재(최근) 기술 및 산

업동향과 얼마나 부합하고 발전과 성장 가능성 등을 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 부합성과 성장 가능성이 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다.

매출 기대성장성(MC_3)은 최근 2년간 매출액 증가율의 평균을 통해 평가대상 기술이 어느 정도 외형적인 성장성에 기여하고 있는가를 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 산업평균 성장률보다 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 수익성 수준(MC_4)은 업계 영업이익률에 근거해서 평가 대상 기술과 연관된 사업을 수행하고 있는 업체들의 수익성 정도를 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 영업이익률이 높을수록 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다. 생산시설 확보 용이성(MC_5)은 기존시설의 활용 혹은 새로운 시설의 필요성 등을 평가하고, 다른 조건이 유사할 때 기존 시설의 활용도가 높을수록 투자비용이 절감되므로 기술의 경제적 수명에 긍정적 영향을 미치게 될 것이다.

2. 기술의 경제적 수명 추정 방법

본 추정모형에서 기술의 경제적 수명의 상당부분은 기술군의 대표수명(TRL)에 의하여 설명될 수 있고, 나머지 추가 변동의 대부분은 기술경쟁력과 시장경쟁력 수준에 의하여 설명될 수 있다고 가정하였다. 왜냐하면 특허 종속적인 제품(patent-dependent product)에서 기술의 경제적 수명은 기술군의 대표수명과 더불어 개별 기술경쟁력과 제품으로 인한 시장경쟁력 수준에 따라 차별적으로 설정하는 것이 합리적이기 때문이다. 이러한 논리에 근거하여 기술의 경제적 수명을 추정하기 위한 모형을 식(1)과 같이 설정하였다.

$$TEL = TRL + f(TC_1, \dots, TC_5, MC_1, \dots, MC_5) + \epsilon \quad (1)$$

식(1)에서 오차항 ϵ 은 기술의 경제적 수명 변동에 영향을 미칠 수 있으나 모형에 포함되지 못한 요인의 효과를 의미하고, 오차항의 기대값은 $E(\epsilon) = 0$ 이라고 가

정하였다. 식(1)과 같은 모형에는 기술의 경제적 수명의 변동을 설명할 수 있는 충분한 정보가 포함되었다고 판단되기 때문에 오차항의 효과는 매우 작을 것으로 기대된다. 본 분석에서 기술군의 대표수명(TRL)의 추정값으로 특허인용 수명주기 분석에서 구한 중앙값을 ($\widehat{TRL} = Q_2$) 적용하였다. 그리고 개별기술의 경제적 수명과 기술군의 대표수명 추정값사이의 차이를 잔차수명(RL : residual life)⁵⁾이라고 정의하면 식(2)와 같이 표현된다. 만약 개별 기술의 경제적 수명을 단순히 특허군의 대표수명으로 간주하면 잔차수명은 $RL = 0$ 이 된다.

$$RL = TEL - \widehat{TRL} = f(TC_1, \dots, TC_5, MC_1, \dots, MC_5) \quad (2)$$

이제 남은 문제는 잔차수명의 변동을 설명할 수 있는 적절한 함수형태의 결정과 잔차수명 구간에 대한 설정이다. 분석에서 10개 소항목에 대한 자료와 연관된 충분한 잔차수명 자료가 없기 때문에, 10개 소항목을 합산한 기술종합경쟁력(TCC)⁶⁾을 사용하였다. 이론적으로 기술 대표수명이 일정할 때 기술종합경쟁력이 증가(감소)할수록 잔차수명은 체계적으로 증가(감소)할 것으로 기대된다. 본 분석에서 관계 패턴을 설명할 수 있는 함수의 형태로 TCC 가 변화함에 따라 일정한 비율로 RL 이 변화하는 선형함수(linear function)와 TCC 가 증가할수록 RL 이 볼록한 곡선 형태로 변화하는 역함수(inverse function)를 고려하였다. TCC 가 증가할수록 RL 이 오목한 곡선 형태를 가지는 지수함수(exponential function)도 고려할 수 있지만, TCC 의 중간부분에서 과소평가되는 가능성이 높기 때문에 제외하였다.

잔차수명은 일정한 구간 내에 존재하기 때문에 구간의 상한값과 하한값을 설정할 필요가 있다. 잔차수명의 상한값은 기술 수명분포에서 평가대상 기술의 성숙단계 중기와 대체기술의 성장단계 초기가 교체하는 시점

이 될 것으로 판단할 수 있다. 이 시점은 특허인용 수명분포에서 삼사분위수(Q_3)로 예상되기 때문에, 잔차수명의 상한값은 $RL_{max} = Q_3 - \widehat{TRL}$ 로 설정하였다. 또한 기술의 경제적 수명이 대표수명보다 작을 때 잔차수명은 음(negative)의 값을 갖게 된다. 기술의 경제적 수명의 하한값을 특허인용 수명부포의 일사분위수(Q_1)로 설정하면, 잔차수명의 하한값은 $RL_{min} = Q_1 - \widehat{TRL}$ 이 된다. 따라서 잔차수명이 취할 수 있는 가능한 구간은 $(Q_1 - \widehat{TRL}) \leq RL \leq (Q_3 - \widehat{TRL})$ 이 된다. 잔차수명 모형에서 잔차수명이 추정되면 기술의 경제적 수명 추정값은 $\widehat{TEL} = \widehat{TRL} + \widehat{RL}$ 으로 구해진다.

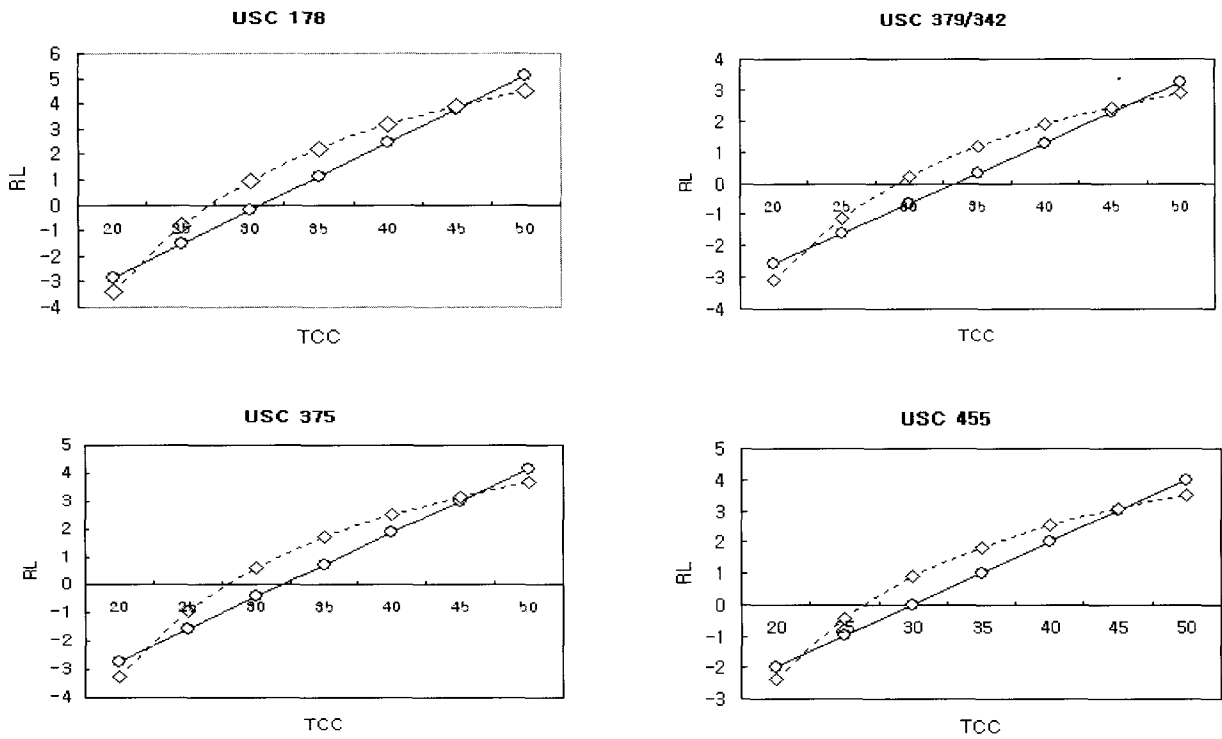
3. 기술의 경제적 수명 추정 결과

상기 추정논리에 근거하여 [표 3]에 속한 개별기술의 잔차수명을 TCC 의 선형함수와 역함수로 추정된 결과는 [표 5]와 같고 연관 그래프는 [그림 3]과 같다(선형함수는 직선으로 역함수는 점선으로 표현되었음). 잔차수명에 대한 선형함수와 역함수 추정시 적용한 자료는 $TCC=30$ (기술종합경쟁력은 평균적)일 때 기술군의 대표수명은 기술의 경제적 수명과 근사할 것으로 기대되기 때문에 $\widehat{TEL} = \widehat{TRL}$ 으로 설정하고, 이때 잔차수명은 $RL = 0$ 이 된다. $TCC=50$ (기술종합경쟁력의 상한값)일 때 기술의 경제적 수명 상한값을 Q_3 라고 가정하면, 잔차수명 상한값은 $RL_{max} = Q_3 - \widehat{TRL}$ 이 된다. 그리고 $TCC = 20$ (기술가치평가 대상이 되는 기술종합경

[표 5] 특허분류별 잔차수명 함수 추정결과

USC	추정 함수	
178	선형함수	$\widehat{RL} = -8.1371 + 0.2642 TCC$
	역함수	$\widehat{RL} = 9.7337 - 263.14 / TCC$
379/ 342	선형함수	$\widehat{RL} = -6.4229 + 0.1928 TCC$
	역함수	$\widehat{RL} = 6.8648 - 199.20 / TCC$
375	선형함수	$\widehat{RL} = -7.2800 + 0.2285 TCC$
	역함수	$\widehat{RL} = 8.2993 - 231.17 / TCC$
455	선형함수	$\widehat{RL} = -5.9943 + 0.1999 TCC$
	역함수	$\widehat{RL} = 7.4468 - 196.75 / TCC$

5) 회귀모형에서 잔차란 관측값과 추정값사이의 차이를 의미한다. 잔차수명이란 개별기술의 경제적 수명과 기술군의 대표수명 추정값의 차이를 의미한다.
 6) 기술종합경쟁력은 기술경쟁력 5개 소항목과 시장경쟁력 6개 소항목에서 평가된 평점을 합산한 것으로 $TCC = \sum_{i=1}^5 TC_i + MC_i$ 이다.



[그림 3] 특허분류별 잔차수명 추정함수

[표 6] 기술의 경제적 수명 추정 결과

TCC	USC 178					USE 379/342				
	선형함수			역함수		선형함수			역함수	
	\widehat{TRL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{TRL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}
20	7	-2.9	4.1	-3.4	3.6	6	-2.6	3.4	-3.1	2.9
25	7	-1.5	5.5	-0.8	6.2	6	-1.6	4.4	-1.1	4.9
30	7	-0.2	6.8	1.0	8.0	6	-0.6	5.4	0.2	6.2
35	7	1.1	8.1	2.2	9.2	6	0.3	6.3	1.2	7.2
40	7	2.4	9.4	3.2	10.2	6	1.3	7.3	1.9	7.9
45	7	3.8	10.8	3.9	10.9	6	2.3	8.3	2.4	8.4
50	7	5.1	12.1	4.5	11.5	6	3.2	9.2	2.9	8.9
TCC	USE 375					USE 455				
	선형함수			역함수		선형함수			역함수	
	\widehat{TRL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{TRL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}	\widehat{RL}	\widehat{TEL}
20	6	-2.7	3.3	-3.3	2.7	5	-2.0	3.0	-2.4	2.6
25	6	-1.6	4.4	-0.9	5.1	5	-1.0	4.0	-0.4	4.6
30	6	-0.4	5.6	0.6	6.6	5	0.0	5.0	0.9	5.9
35	6	0.7	6.7	1.7	7.7	5	1.0	6.0	1.8	6.8
40	6	1.9	7.9	2.5	8.5	5	2.0	7.0	2.5	7.5
45	6	3.0	9.0	3.2	9.2	5	3.0	8.0	3.1	8.1
50	6	4.1	10.1	3.7	9.7	5	4.0	9.0	3.5	9.5

쟁력 하한값)일 때 잔차수명 하한값은 $RL_{\min} = Q_1 - \widehat{TRL}$ 이 된다. 추정된 잔차수명 함수를 이용하여 기술종합경쟁력 평점이 20점-50점 범위일 때 5점 간격으로 추정된 잔차수명)과 기술의 경제적 수명은 [표 6]과 같다.

[표 6]에서 USC 178 추정결과 기술군의 대표수명 추정값은 $\widehat{TRL} = 7$ 년이고 기술종합경쟁력(TCC) 평점이 40점일 때 선형함수인 경우 잔차수명 추정값은 $\widehat{RL} = 2.4$ 년이 되기 때문에, 기술의 경제적 수명 추정값은 $\widehat{TEL} = 9.4$ 년이 된다. 그리고 역함수인 경우 잔차수명 추정값이 $\widehat{RL} = 3.2$ 년이고, 기술의 경제적 수명의 추정값은 $\widehat{TEL} = 10.2$ 년이 된다. 개별기술의 경제적 잔차수명을 추정할 때 적용할 함수의 형태는 업종의 기술과 동향 추세를 고려하여 전문가의 관점에서 고려하여야 한다. 또한 두가지 함수로부터 추정된 기술의 경제적 수명은 기술가치평가시 기술의 경제적 수명의 적용 가능한 범위로 설정할 수 있을 것이다.

VI. 결 론

개별기술의 경제적 수명을 신뢰성 있게 추정하기 위해서는 해당 기술군의 특허동향, 개별기술의 기술경쟁력과 시장경쟁력을 종합적으로 고려하여야 한다. 기술수명의 개념적 연구와 기술 확산의 단계별 속성에 대한 다양한 기존 연구가 있지만, 기술의 경제적 수명을 계량적으로 추정하기 위한 시도는 미흡하다. 기술의 경제적 수명의 결정은 기술(가치)평가, 기술 이전가격, 라이선스 로열티율 등을 분석할 때 필수적인 요소이다. 그러나 아직까지 전문가 직관 혹은 특허인용분석 등을 이용한 기술군에 대한 수명으로 적용하고 있고, 개별

기술의 경제적 수명의 변동을 설명하기위한 연구는 제한적이다. 따라서 본 연구에서 기술의 경제적 수명의 변동을 설명하기 위해서 기술의 진부화 개념과 기술경쟁력과 시장경쟁력을 종합적으로 고려한 계량적 추정모형을 제시하였다.

본 추정모형에서 기술의 경제적 수명은 기술군의 대표수명과 기술종합경쟁력 수준에 의한 잔차수명으로 구성하였다. 왜냐하면 특허 종속적인 제품에서 기술의 경제적 수명은 기술군의 대표수명과 더불어 개별 기술종합경쟁력 수준에 따라 차별적으로 설정되는 것이 합리적이기 때문이다. 기술군의 대표수명을 객관적으로 추정하기 위해서 특허 DB 를 사용하여 특허인용 수명주기 분석 절차를 적용하였다. 그리고 기술종합경쟁력 수준에 의한 잔차수명을 추정하기 위해서 선형함수와 역함수를 이용하였다. 본 연구에서 새롭게 제시한 추정논리와 분석 결과를 기술가치평가에 적용한다면, 분석 결과의 객관성과 신뢰성을 확보하는데 유용하게 기여할 것으로 기대된다.

그러나 미래의 기술의 경제적 수명에 유의한 영향을 미칠 수 있는 기술요소 시장의 특성과 외부 환경적 변수가 본 추정모형에 충분히 반영되었다고는 할 수 없다. 따라서 본 연구결과에 대한 실증분석을 통하여 신뢰성 및 유용성을 검증하는 절차가 필요하고, 개별 기술차원에서 기술의 경제적 수명을 도출할 수 있는 추가 연구를 기대한다.

참고문헌

[국내 문헌]

- [1] 성웅현(2005), 사업성 종합지수를 이용한 기술의 사업성 상대등급 평가에 관한 연구, 지식경영연구, 제6권, 제2호, 109-121.
- [2] _____(2006), 기술력평가 자료를 이용한 중소기업 파산예측 판별모형에 대한 연구, 기술혁신학회지, 제9권, 제2호, 304-324.
- [3] 유선희(2004), 특허인용분석을 통한 기술수명

7) USC 178인 경우 기술의 잔차수명 추정절차에서 잔차수명과 기술종합경쟁력 수준과의 대응은 다음과 같다. (1) TCC= 30 일 때 기술의 경제적수명은 기술군의 대표수명으로 가정하였기 때문에 잔차수명은 $RL=7-7=0$ 이다. (2) TCC= 50 일 때 기술의 잔차수명은 기술군의 수명의 상한값(Q_3)과 대표수명의 차이로 $RL=12-7=5$ 가 된다. (3) TCC= 20 일 때 기술의 잔차수명은 기술군의 수명의 하한값(Q_1)과 대표수명의 차이로 $RL=4-7=-3$ 이 된다. 상기와 같은 세가지 기준값에 근거하여 선형회귀모형과 역회귀모형을 이용하여 추정되었다.

예측모델 개발에 관한 연구, 정보관리연구, 제 35권, 제1호, 93-112.

- [4] _____ (2006), 특허인용분석을 통한 기술분야의 수명예측에 관한 연구, 한국경영과학회지, 제31권, 제4호, 1-11.

[국외 문헌]

- [1] Abernathy, W. J. and Townsend, P. L.(1975), Technology, Productivity and Process Change, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.7, 379-396.
- [2] Abernathy, W. J. and Utterback, J. M.(1978), Pattern of Industrial Innovation, *Technology Review*, Vol.80, No.7, 40-47.
- [3] Bosworth, D. L.(1978), The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge: a Note, *Journal of Industrial Economics*, Vol. XXVI, 273-279.
- [4] Bosworth, D. L. and Jobome, G.(2001), The Rate of Depreciation of Technological Knowledge: Evidence from Patent Renewal Data, *Economic Issues*, Vol.8, 59-82.
- [5] Clark, G. (1984), Innovation diffusion: Contemporary geographical approaches, Geo Books.
- [6] Ernst, H.(1997), The Use of Patent Data for Technological Forecasting: The Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry, *Small Business Economics*, Vol. 9, 361-381.
- [7] Fisher, J. C., and Pry, R. H.(1971), A Simple Substitution Model for Technology Change, *Technology Forecasting and Social Change*, Vol.2, 75-88.
- [8] Ford, D. and Ryan, C.(1981), Taking technology to market, *Harvard Business Review*, Vol. 59, No.2, 52-73.
- [9] Goto, A., Suzuki, K.(1989), R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXI, Iss.4, 555-564.
- [10] Jaffe, A. and Trajtenberg, M.(1996), Flows of Knowledge from Universities and Federal Labs: Modeling the Flow of Patent Citations over Time and Across Institutional and Geographic Boundaries, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol.93, 12671-12677.
- [11] Linstone, H. A. and Sahal, D.(1976), Technological Substitution: Forecasting Techniques and Applications, elsevier.
- [12] Martino, J.(1993), Technological Forecasting for Decision Making, McGraw-Hill.
- [13] Merino, D. N.(1990), Development of a Technological S-Curve for Tire Cord Textiles, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 37, 275-291.
- [14] Pakes, A. and Schankerman, M.(1984), The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources, University of Chicago Press, 98-112.
- [15] Parker, J. E. S. (1974), The Economics of Innovation, Longman.
- [16] Rai, L. P.(1999), Appropriate Models for Technology Substitution, *Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol.58, 14-18.
- [17] Trajtenberg, M.(1990), A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations, *RAND Journal of Economics*, Vol.21, 172-187.

[부록] 기술경쟁력과 시장경쟁력 체크리스트

1. 기술의 차별성

- A. 기존기술대비 차별성 정도가 매우 높아 새로운

분야의 개척이 용이하다.

- B. 기존기술대비 차별성 정도는 높으나 새로운 분야를 개척할 정도는 아니다.
- C. 기존기술대비 독창성은 높으나 효율 및 응용성이 낮다.
- D. 기존기술대비 독창성은 낮으나 효율 및 응용성은 있다.
- E. 기존기술대비 차별성이 매우 낮다.

2. 기술의 수명주기상 위치

- A. 성장기의 기술로 상당기간 동안 활용이 가능하다.
- B. 성장기 초기의 기술로 활용도가 검증되고 있다.
- C. 성숙기로 성장성이 약해지고 있으나 아직 활용도가 남아있다.
- D. 도입기로 활용도에 대한 검증이 필요하다.
- E. 기술변화가 거의 없는 쇠퇴기에 접어든 기술이고, 활용이 제한적이다.

3. 대체기술 출현 가능성

- A. 최소 5년 이상 Life Cycle 이내 동종 및 유사기술 출현가능성 없다.
- B. 3년 이내 동종 및 유사기술 출현가능성 없다.
- C. 1년 이내 동종 및 유사기술 출현가능성 없다.
- D. 현재 동종 및 유사기술이 소수 존재한다.
- E. 현재 동종 및 유사기술이 많고 경쟁이 치열하다.

4. 기술의 응용 및 확장 가능성

- A. 동종 및 유사기술로의 발전성과 활용성이 매우 뛰어나다.
- B. 원천기술에 접근해있어 다양한 용도로 사용 가능하다.
- C. 원천기술에서 파생된 것으로 동종 및 유사기술로의 개발성과 활용성이 보통이다.
- D. 기술의 개발성 및 활용성이 미미하다.
- E. 기술의 활용성이 없다.

5. 권리안정성 또는 확보 가능성

- A. 선행기술이 없어 권리의 무효화 가능성이 매우 낮다.
- B. 소수의 유사한 선행기술이 있으나 권리의 무효화 가능성은 희박하다.
- C. 소수의 유사한 선행기술이 있으나 청구범위의 축소를 통해 유지 가능하다.
- D. 유사한 선행기술이 다수 존재하여 권리가 다소 불안정하다.
- E. 기술에 대한 권리확보활동이 없다.

6. 시장의 성장성

- A. 최근 3년간 동 업종 시장 성장률이 평균 경제성장률 이상이고 시장의 성장추세로 판단할 때 향후 큰 폭의 시장 성장이 가능하다.
- B. 최근 3년간 동 업종 시장 성장률이 평균 경제성장률 이상이고 향후에도 유사한 추세로 성장이 계속될 것이다.
- C. 최근 3년간 동 업종 시장 성장률이 평균 경제성장률에는 미치지 못하나 여건이 개선되어 향후 성장률이 평균 경제성장률 수준 또는 그 이상의 수준으로 증가할 것으로 기대된다.
- D. 최근 3년간 동 업종 시장 성장률이 평균 경제성장률 정도이나 향후 시장성장은 기대되지 않는다.
- E. 최근 3년간 동 업종 시장 성장률이 평균 경제성장률에 미치지 못해 시장성장이 정체되어 있으며 향후 시장성장이 기대되지 않는다.

7. 관련산업 동향과의 부합성

- A. 해당기술은 최근의 기술 및 산업 동향과 부합되며, 해당 기술이나 산업분야를 선도할 수 있을 정도의 기술이다.
- B. 해당기술은 최근의 기술 및 산업 동향과 상당 부분 부합되는 기술로서 성장 및 발전 가능성이 있

- 는 기술이다.
- C. 해당기술은 최근의 기술 및 산업 동향과 상당부분 부합되기는 하지만, 해당기술의 성장 가능성은 크지 않다.
 - D. 해당기술은 최근의 기술 및 산업 동향과 일부 부합되기는 하나, 더 이상의 성장 및 발전 가능성이 없는 기술이다.
 - E. 해당기술은 최근의 기술 및 산업 동향과 배치되는 기술이다.

8. 매출 기대성장성

- A. 매출액 증가율이 산업평균보다 20%이상이다.
- B. 매출액 증가율이 산업평균보다 최소 5%이상이다.
- C. 매출액 증가율이 산업평균과 유사하다. ($\pm 5\%$)
- D. 매출액 증가율이 산업평균보다 낮으나 향후 2년 이내에 산업평균 매출액 증가율을 상회할 것이다.
- E. 매출액 증가율 측면에서 볼 때 산업평균 증가율보다 3년 이내에 높아질 것으로 기대되지 않는다.

9. 수익성 수준

- A. 관련업체 대부분이 15% 이상의 영업이익률을 실

현하고 있다.

- B. 일부업체만이 15% 이상의 영업이익률을 실현하고 있다.
- C. 일부업체만이 10% 이상의 영업이익률을 실현하고 있다.
- D. 일부업체만이 5% 이상의 영업이익률을 실현하고 있다.
- E. 작은 규모라도 영업이익이 실현되고 있는 업체가 극소수에 불과하다.

10. 생산시설 확보 용이성

- A. 기존시설을 대부분 그대로 활용할 수 있다.
- B. 기존시설의 약간의 보완 또는 확장이 필요하다.
- C. 기존시설을 보완 또는 확장이 필요하고 50% 미만의 신규시설이 필요하다.
- D. 기존시설을 보완 또는 확장이 필요하고 50% 이상의 신규시설이 필요하다.
- E. 기존시설의 활용이 불가능하여 신규시설이 절대적으로 필요하다.

저 자 소 개



성 옹 현 (Oong-Hyun Sung)

성균관대학교 통계학과를 졸업하고, 미국 Ohio University에서 경영학 석사 및 Texas Tech University에서 경영통계학 박사학위를 취득하였다. 현재 한신대학교 정보통계학과 정교수로 재직 중이다. 주요 관심분야로는 다변량분석, 기술가치평가, 실물옵션, 기술경영 등이 있다.



유 선 희 (Sun-Hi Yoo)

연세대학교 세라믹공학과를 졸업하고, 동 대학교에서 공학 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 한국과학기술정보연구원(KISTI) 기술정보분석팀 선임연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야로는 기술가치평가, R&D 기술의 성과 분석 및 지표, 의사결정 지원시스템, 계량정보분석 등이 있다.