

특허인용분석을 통한 기술분야의 수명예측에 관한 연구

유선희*† · 이용호* · 원동규*

A Study on Estimation of Technology Life Span Using Analysis of Patent Citation

Sun-Hi Yoo* · Yong-Ho Lee* · Dong-Kyu Won*

■ Abstract ■

A citation-based method of estimating the life span of a patented technology is proposed in this study. The suggested framework includes : (1) estimation of citation frequency of an individual patent within a technology group (2) calculation of a mutual citation frequency between citing patent and cited patents, (3) calculation of the period for cited patents from the year of registration to the year of being cited most recently and (4) description for technology group using descriptive statistics such as mean, median, mode, etc. The framework suggested in this study was applied to the US patent data between 1976 and 2004 for 5 communications areas.

Keyword : Life Span of Technology, Depreciation Rate of Technology, Technology Life Cycle, Citation Analysis, Valuation of Technology

1. 서 론

산업사회에서 지식기반사회로 전환됨에 따라 기술, 지식 등과 같은 무형자산의 중요성이 갈수록 증대되고 있다. 특히 기술과 같은 무형자산 또는 무형

자산을 창출하는 R&D과제에 대한 가치를 평가하여 이를 투자 및 정책결정 목적으로 활용하고자 하는 시도가 점차 늘어나는 추세이다. 연구성과의 관리·확산을 위하여 최근 정부에서 주도하고 있는 공공부문의 성과평가체제 제도수립 및 관련 시스템

논문접수일 : 2005년 10월 7일 논문게재확정일 : 2005년 11월 14일

* 한국과학기술정보연구원 혁신인프라전략팀

† 교신저자

개발·구축에 관한 것이나 벤처투자업체, 컨설팅업체, 기술거래 중개업체 등의 민간부문에서 확대되고 있는 기술평가를 기반으로 벤처기업 투·융자, 기술거래, 기술도입 및 라이선싱(licensing) 등의 시도가 그 것이다. 그러나 기술과 같은 무형자산의 가치를 객관적이고 정량적인 지표로 측정하는 일은 본질적으로 매우 어려운 과제이다. 기술의 가치를 평가하는데 필요한 다양한 정보(기술수명, 표준재무정보, 시장규모, 할인율)를 계량화하기가 어려울 뿐 아니라 이에 대한 객관적 방법론이 수립되어 있지 않기 때문이다. 더욱이 무형자산의 가치는 고정된 것이 아니며 소비시장에서의 제품, 서비스와 마찬가지로 산업 환경, 경쟁구조 및 시간의 흐름에 따라 변화되는 특성을 가진다. 또한 현재와 같은 극심한 기술적, 상업적 경쟁체제 속에서 기술과 같은 무형자산의 가치 및 수명은 급격하게 변화하는 양상을 나타낸다.

그럼에도 불구하고 R&D과제의 투자 의사결정, R&D 과제의 실용화 및 기술거래를 위해서 기술의 가치를 평가하고자 하는 작업(technology valuation)은 매우 의미있는 작업이다.

기술수명은 이러한 기술가치평가에 있어서 필수적인 입력정보 중 하나이다. 현재 기술가치평가를 위한 기술수명의 추정을 위해서 전문가 설문조사방식을 통해 의견을 수렴하거나 관행적인 기간(ex. 5년)을 사용하고 있는 실정이다.

그러나 전문가 설문방식은 시간과 비용 문제로 평가시마다 매번 시행하기 어렵다는 단점이 있다. 설문조사를 수행함에 있어서 설문자가 수명의 산정에 필요한 참조 정보가 전혀 없다는 것도 설문방식의 문제점으로 제기된다.

객관적 기준값을 제공하지 못하는 설문조사 방식은 설문 담당자에 따라 자의적 해석이 이루어질 위험이 존재한다. 객관적 기준값(anchor point)이 없는 설문조사방식은 평가의 질이 평가자의 개인적 판단과 능력을 벗어나지 못한다. 또한 전문가들에 의한 평가과정 속에 수명에 대해 일정한 합의가 형성되어 있음을 가정하고 있지만, 실제적으로 전문

가들 사이에서조차 특정 기술에 대한 수명의 의미를 달리 해석하고 이를 평가하는데 의견을 달리하는 경우가 종종 발생한다.

따라서 본 연구에서는 전문가가 개별기술의 수명을 결정하기 위한 객관적 참조 정보를 제시하기 위하여 기술군의 수명을 본 연구에서 제안하는 기술군별 수명정보 도출 방법론을 통하여 제시하기로 한다.

기술 수명은 다양한 시장적 요인과 기술적 환경 변화에 의해 좌우되므로 이를 파악하여 계량적으로 추정하는 작업은 구체적인 방법론이 정립되지 않은 상태이다. Abernathy and Townsend[1]는 기술 수명의 개념을 일종의 주기로 파악하고 개념을 정립하고자 하였다. 이들은 다양한 산업에서 생산성이 높은 분야를 구분하는데 S곡선 개념을 적용하면서 기술발전과 공정의 진화단계를 비조정 단계, 분화 단계, 체계화 단계의 3가지 단계로 설명하였다. 또한, Abernathy and Utterback[2]은 제품혁신과 공정혁신에 대한 상호관계를 기술수명주기를 이용하여 설명하였으며 Ford and Ryan[11]은 기술수명주기의 단계에 따라 기술의 가치를 설명하였다. Merino[18]는 타이어코드에 사용되는 제품기술에 대한 50년간의 시계열 자료의 분석을 통해 제품기술이 S 곡선의 형태를 띠며 발전하고, 더 이상의 기술적 개선이 불가능할 때 새로운 제품기술로 혁신이 일어남을 제시한 바 있다. 이 외에도 기술수명의 개념과 그 단계에 대하여 다양한 연구가 존재한다 [6,8]. 그러나 이들 연구는 기술수명을 일종의 개념으로 접근하였으며 계량적으로 기술의 수명을 추정하기 위한 시도는 상대적으로 미흡하였다[2,9].

정의상 기술의 수명이라는 것은 기술이 더 이상 사용되지 않거나 기존 기술이 새로운 기술로 대체될 때까지의 기간을 의미하며 이는 기술의 진부화율과 개념상 동일하다[12]. Goto and Suzuki[12]는 산업별로 기술지식의 진부화율을 추정하기 위해 설문조사를 통하여 얻은 기술 또는 특허의 기대수명¹⁾

1) 여기서 기술의 기대수명이란 해당 특허 또는 기술

(expected lifespan of technology or patents)을 이용하였다.

계량적 방법론으로는 특허나 문헌 데이터를 이용하여 특허수명(진부화율)을 추정하는 연구가 이루어져 왔다[3-5, 20]. Bosworth[3, 4]는 특정연도에 등록된 특허들의 갱신이력 데이터를 이용하여 특허의 잔존건수 자료를 구성하고, 신기술의 창출에서부터 폐기에 이르기까지의 수명에 대한 통계를 분석하여 기술지식의 진부화율을 추정하였다. Pakes and Schankerman[20]는 특허가치의 분포를 확률 모델로 추정하는 과정에서 특허 갱신데이터를 이용, 기술의 진부화율을 추정한 바 있다.

그러나 특허 갱신데이터를 사용하는 경우, 특허의 갱신기간이 주기적으로 설정되어 있어²⁾ 특허의 갱신분포 산출이 설정된 기간에 종속될 수 있다. 특허 갱신 데이터를 이용하려면 대상 특허의 법적 권리기간까지의 데이터가 확보되어야 한다. 법적 권리기간이 만료된 과거의 특허만을 사용해야 하므로 현재의 경향을 반영하지 못하는 단점이 있다. 또한 특허별로 갱신이력을 추적하는데 있어 전수 조사에 한계가 있어 샘플링에 따른 대표성 문제가 제기된다.

특허갱신데이터를 사용한 추정 문제에 대한 대안으로 특허인용정보를 사용할 수 있다. Burton and Kebler[7]는 과학 문헌의 인용정보를 이용하여 방사성 물질의 반감기(half-life) 개념을 차용하여 과학문헌분야의 수명을 측정하였다. Line[15-17]은 특정시기에 발표된 논문이 시간이 흐름에 따라 인용되어지는 빈도수를 측정하여 이용률 감소법칙을 설명하였다. 특히 Brookes[5]는 이용률 감소 법칙을 특정시기에 발표된 논문이 신고 있는 인용문헌의 시간의 흐름에 따른 유효성의 감소로 설명하였다. 그러나 이들 방법은 모두 특정시기에 발표된 문헌을 대상으로 하여 특정 기술군의 수명을 측정하는

데 직접적으로 활용하기에는 대표성이 떨어진다고 볼 수 있다.

특허정보 특히 특허인용정보를 이용하여 특허 또는 기술의 수명주기를 평가하거나 국가 단위의 기술적 위치를 분석하는 것은 기존연구에서 활발히 제시되고 있다. Ernst[10]의 연구에서는 CNC기술의 누적 특허출원빈도를 이용하여 특허정보가 기술수명주기 모형을 표현하는데 유용한 정보를 제공함을 검증한 바 있다. Trajtenberg[21]는 특허기술의 인용빈도를 기술혁신의 가치를 나타내는데 적합한 지표로 평가하였다. 물론 여기서 말하는 가치는 혁신 활동이라는 공급측면에서의 가치를 의미하는 것으로서, 시장상황에 따라 결정되는 경제적 가치와 동일한 개념이 아닐 수도 있다. 그러나 가치의 하락은 기술의 진부화와 연결되므로 인용분석이 기술수명과 연관이 될 수 있다는 가능성을 발견할 수 있다. Jaffe and Trajtenberg[13]은 특허기술에 대한 인용빈도를 지식이 확산되는 지수함수적 과정과 그 지식을 낳은 것으로 만드는 지수함수적 과정의 결합으로 파악하였다. 이러한 관점에서 보면, 기술의 확산과 진부화 개념이 포함된 특허인용정보는 기술의 수명을 추정하는데 매우 적합한 수단이라 할 수 있다.

특허인용분석을 통한 기술 변화 관련 측정지표로 미국 CHI(Computer Horizon Inc.) Research에서 제시하고 있는 TCT(Technology Cycle Time)가 있다[19]. 정의상 TCT는 특허가 출원되었을 때 그것이 인용하고 있는 특허들의 년 수, 즉 인용-피인용 특허 시차의 중앙값을 의미한다. 따라서 TCT는 특허의 수명을 대리한다기보다 기술변화의 속도를 나타내는 지표로 활용되는 것이 타당하다. 또한 TCT는 특정 시점에서 과거의 기술들에 대한 횡단면적(Cross-cutting)인 정보를 제공하므로 정보의 동태성이 떨어진다는 단점을 가진다.

따라서 본 연구에서는 특정 기술군의 기술수명을 추정하는데 참고할 수 있는 지표를 개발하는 것을 목적으로 전술한 기존 연구의 단점을 보완하는 계량적 추정 방법론을 제시하고자 한다.

이 제품에 체화되어 이윤을 창출하는 평균적 기간을 뜻한다.

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

2. Methods

2.1 Proposed Framework

기술의 수명을 정의하면 기술이 개발된 후 더 이상 사용되지 않거나 기존 기술이 새로운 기술로 대체되는 기간을 뜻한다[12]. 기술의 정의와 동일하게 특허의 수명을 정의하면, 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 본 연구에서는 특허인용데이터를 이용하여 특허별 인용간격을 계산하고 이를 대리지표로 이용하여 기술군의 수명을 표현하고자 한다. 다시 말해서, 특허별로 특허인용간격을 산출하고 기술군 수준에서 통계치화하여 이를 “인용특허수명(Cited-patent Life Time : 이하 CLT)”으로 정의하고 기술 수명의 대리지표(proxy measure)로 삼는다. 이를 위하여 특허가 등록된 후 같은 기술군내에서 인용되는 속성을 분석하는 후행인용분석(forward citation analysis)을 활용하였다.

여기서의 가정은 피인용 건수의 감소현상이 기존 기술(특허)의 활용도 감소 또는 신기술(특허)의 등장으로 신기술이 기존기술(특허)을 대체하고 있음을 나타낸다는 것이다. 특허가 제품/서비스 사업화와 같은 경제적 요인과 연결되어 있으므로 기술의 수명과 피인용 건수의 종료시점이 높은 상관관계를 가지고 있음을 가정하는 것이다. 그러나 개별 기술 수준에서는 그 적합성이 낮을 수 있으므로 같은 유형의 기술을 그룹화한 기술군 단위로 분석한다.

특허 등록 후 해당기술에 대한 후행기술의 인용여부를 파악하여 이를 기술의 수명 추정에 이용하는 개념은 시간의 흐름에 따른 기술의 도입-채택에 의한 성장-성숙-쇠퇴에 이르는 기술수명주기와 논리적으로 같은 유형을 가지므로 기술확산(technology diffusion)의 동태적 관점에서 기술의 수명을 대리할 수 있는 논리적 장점을 가진다.

인용(citation)이란 논술이나 주장의 출처로서 다른 저자의 논문이나 논고, 자료 또는 구술을 차용하는 것이다. 본 연구에서 의미하는 특허 인용빈도(citation frequency)는 특정 특허그룹 내에서 개별 특허가 인용된 특허의 수를 의미한다. 예를 들어 A 특허의 특허인용빈도수가 100이라면 전체 특허에서 A 특허를 인용한 특허의 수가 100개임을 의미한다.

참고로 특허 기술의 인용빈도를 추정할 때 출원일 기준으로 할 것인가 아니면 특허등록일을 기준으로 할 것인가에 대해 상이한 의견이 제기될 수 있다. 인용특허 수명의 경우는 기술이 외부에 공식적으로 노출된 시점(미국특허의 경우, 특허등록일)에서 해당 기술의 인용이 시작되는 것으로 생각하여 특허 등록일을 기준으로 한다.

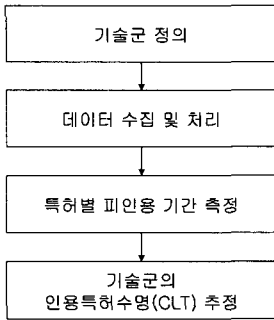
본 연구의 프레임워크는 기술군 내 개별 특허의 연차별 인용범위에 기반하여 개별 특허당 후행 피인용 기간을 계산하고 기술군별 기술통계량(descriptive statistics)을 산출하는 과정으로 이루어진다.

먼저 기술군별로 기술군 내의 전체 특허를 대상으로 인용관계를 파악한다. 인용빈도는 상호인용빈도수 즉, 인용특허(citing patent)와 피인용 특허(cited patent)가 특정 기술군 내에 함께 포함된 경우 인용이 일어난 것으로 한정하여 인용빈도수를 계산한다. 이는 해당 기술군의 동질성을 확보함으로써 그 기술군의 속성을 더욱 잘 설명할 수 있기 때문이다.

다음으로, 하나의 특허마다 등록년도부터 최종으로 인용된 연도까지 연차별도(ex. 0년차, 1년차, 2년차……) 해당특허가 기술군내 타 특허에 의해 인용된 횟수가 측정된다.

측정된 연차별 인용 데이터를 기준으로 연차별 인용분석표를 만든다. 연차별 총인용빈도수, 평균인용빈도수를 통해 기술군의 인용빈도 변화추이를 파악할 수 있다. 마지막으로, 기술군 내 피인용특허의 활성화 기간을 특허별로 계산하여 기술군 집합을 기술통계량(평균, 중앙값, 최빈값, 표준편차)으로 나타낸다.

특정 기술군의 인용특허의 수명 통계를 추정하기 위한 각 단계는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 기술군의 인용특허수명 추정 절차

2.2 Defining Technology Group

기술군을 분류함에 있어서 가장 중요한 것은 최대한 기술적으로 같은 유형의 기술들을 모아 그룹화하는 것이다. 이는 기술군 전체를 하나의 기술 수명으로 표현하는데 발생할 수 있는 오류를 최소화한다. 본 연구에서는 미국특허 클래스를 기본 기술군 단위로 사용하고자 한다. 미국특허의 분류체계는 기술 내용에 따라 유사 용도로 사용되는 기술들을 동일한 유형의 기술로 분류하고 있으므로 기술 수명을 추정하기 위한 기술군 정의에 적합한 분류체계라고 볼 수 있다.

본 연구에서 서술한 방법론에 따라 분석을 수행하기 위해 복수의 통신분야 전문가 의견을 수렴하여 5개 특허군을 선정하여 분석하였다. 기술군 선정의 기준으로 산업적으로 기술개발 및 상업화가 활발하게 이루어지는 분야인가, 해당 분야에 대한 국내 관심도가 높은 분야인가를 고려하였다. 결과적

으로 선정된 특허군은 <표 1>과 같다. 기술군별 이해를 돕기 위하여 연결되는 국가과학기술분류체계를 함께 기재하였다.

분석대상 기술군은 관련분야 전문가 집단의 의견을 취합하여 기술군을 선정하였으나 전문가 집단 구성 및 의견 수렴과정에서의 자의성은 존재한다. 따라서 해당 특허군은 그 특허군의 정의에 따른 세부 기술분야를 대표할 뿐 상위 기술분류 또는 전체 통신분야를 포괄하지는 않는다.

선정된 telegraphy(178)와 telephonic communications(379)는 전신 및 전화통신 관련 기술로서 전송기술의 하위 분류에 해당하며 기술유형상 기반기술(generic technology)에 속한다. pulse or digital communications(375)와 telecommunications(455) 분류는 디지털정보의 전송 및 원거리 통신 관련 기술로 무선·이동통신의 핵심기술이 출원되는 기술 분야이다. Communications(342)분류는 라디오파 통신 시스템 및 그 장비와 관련된 기술로서 국가과학기술분류체계상 방송·위성기술분류에 속한다. 해당분류는 방송·위성시스템에서 가장 필수적인 기술, 즉 무선전파의 사용에 의한 제반 시스템 및 장치에 대한 기술 집합이라 할 수 있다.

2.3 Data Collection

전세계적으로 인용정보가 포함된 특허 데이터베이스는 Derwent사의 WPI(약 40개국의 전문분야 특허의 인용정보 포함)와 미국특허청(USPTO), IBM

<표 1> 분석대상 미국특허 분류코드(통신분야)

국가과학기술분류체계와의 매칭	미국특허 중분류(USC)	내 용	IPC 분류
전송기술(K1)	178	Telegraphy	H04L, G09G G06K, H01B
	379	Telephonic communications	H04M, H04B
무선 이동통신기술(K5)	375	Pulse or digital communications	H04B, H04L H03K, H03D
	455	Telecommunications	H04H, H04B, H03C
방송 위성기술(K7)	342	Communications: directive radio wave systems and devices (e.g., radar, radio navigation)	H01Q, G01S, H04B

〈표 2〉 통신산업 분야 기술군별 수집 데이터(미국특허)

	178 Universe	342 Universe	375 Universe	379 Universe	455 Universe
Range of Citing Patents	1976~2004	1977~2004	1976~2004	1978~2004	1978~2004
Range of Cited Patents	1974~2003	1968~2004	1974~2004	1978~2004	1964~2004
# of Citing Patents	3,329	10,413	21,723	19,598	29,505
# of Cited Patents(with the same field)	1,462	6,529	13,292	13,154	18,063
intra-Citation Ratio(%)	43.9	62.7	61.2	67.1	61.2
# of Citation(in the same field)	8,026	38,079	78,020	110,599	118,569
Citations/Cited-Patent	5.4897	5.8323	5.8697	8.4080	6.5642

및 KISTI에서 제공하는 미국특허 데이터베이스가 있다. 본 연구에서는 KISTI(Korea Institute of Science & Technology Information)에서 보유하고 있는 인용정보가 포함된 미국특허 데이터베이스인 USPA를 사용하였다.

특허의 국제적 사용을 위해 타국에서 우선적으로 특허를 출원하는 곳이 미국임을 감안하면, 미국출원특허DB(USPA)를 대상으로 분석하여도 해당 기술 분야를 표현하는 데는 무리가 없을 것으로 판단된다.

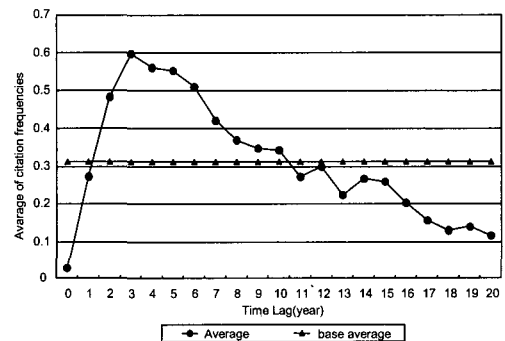
따라서 USPA 데이터베이스를 대상으로, 본 연구 대상 기술인 통신산업에 대해 대상기간 20~30년(1976년~2004년)의 해당 미국특허를 추출하여 <표 2>와 같이 분석 대상특허를 수집하였다.

3. Results

기술군별로 수집된 각각의 특허에 있는 UR(인용특허) 필드의 인용특허정보를 추출하여 등록일을 기준으로 연차별 인용빈도수를 측정한다. <표 3>은 5개 기술군 중에서 전신(telegraphy) 기술 특허의 일부 연차별 인용빈도를 예시한 데이터이다.

[그림 2]는 예시한 <표 3>의 연차별 평균 인용빈도수와 전체 평균인용빈도를 구하여 그래프로 나타낸 것이다. 이에 따르면 연차별 평균 인용빈도수는 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 나타낸다. 예시한 전신(telegraphy) 기술군은 3년차에 약 0.6회

의 평균인용빈도를 정점으로 점차 평균인용빈도가 감소하는 것으로 나타나고 있다.



[그림 2] 전신(telegraphy) 기술군의 연차별 평균인용빈도

3.1 Measuring the Life Span of technology group

[그림 2]의 전신(telegraphy) 기술군의 경우, 1년차와 2년차 사이에서부터 약 10년 차까지 전체 평균인용빈도를 상회하다 그 이후로 하향하는 것으로 나타났다. 따라서 그래프 분석을 통해 해당 기술군의 수명을 대략 8~9년 정도로 예상할 수 있다. 이는 그래프를 통해 주관적으로 판단하는 것으로서 추정치의 객관성을 보장하기 어렵다.

전술한 방법론에서와 같이 특허가 최초 인용된 시점으로부터 마지막까지 해당 특허가 인용된 연도까지의 시간간격을 개별 특허의 수명 정보로 보고

<표 3> 전신(telegraphy) 특허의 등록공표후 연차별 인용빈도

UR-PN	Ref Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
US-4293734	1981	0	0	2	0	4	1	6	3	1	1	3	3	0	1	0	3	3	4	5	3	2
US-4198539	1980	0	2	0	1	2	1	6	6	1	1	0	1	2	1	1	1	2	1	3	5	1
US-4672154	1987	0	0	0	0	3	3	2	3	3	7	1	3	8	1	1	4	3	3			
US-4814552	1989	0	0	3	2	0	1	1	6	2	5	2	2	9	3	5	3					
US-4686332	1987	0	0	0	1	1	2	2	1	4	2	1	6	7	3	3	4	2	2			
US-4777329	1988	0	0	2	3	0	2	1	3	3	4	2	1	2	10	2	1	1				
US-4878553	1989	0	0	5	2	3	1	2	5	3	4	4	1	3	1	0	1					
US-5023408	1991	0	0	1	1	5	3	5	1	2	3	8	2	1	2							
US-4550221	1985	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	1	0	2	3	10	2	4	3	2	2	
US-4786765	1988	0	0	2	6	8	2	2	3	1	3	3	0	0	0	2	2	0	0			
US-4476463	1984	0	0	2	2	2	2	2	3	1	1	0	0	1	2	3	3	1	3	1	3	2
US-4371746	1983	0	0	0	3	1	0	1	0	1	2	0	1	0	3	1	2	6	2	1	3	3
US-4318096	1982	0	0	0	6	0	4	1	0	0	0	2	1	3	1	5	2	0	1	0	4	1
US-4213005	1980	0	0	1	0	1	2	2	3	1	2	2	1	3	1	0	3	3	2	0	1	0
US-4071691	1978	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	1	1	0	1	0	2	1	2
US-4423286	1983	0	0	1	0	1	2	0	1	1	2	1	2	0	0	1	2	5	1	2	4	2
US-4177354	1979	0	0	0	2	0	2	0	1	1	2	0	2	0	1	2	1	1	0	1	2	3
US-5308936	1994	0	1	2	5	5	2	1	6	1	2	3										
US-4848496	1989	0	1	7	8	2	1	1	3	1	1	2	0	1	2	0	0					
US-4711977	1987	0	1	1	0	2	1	3	0	1	3	3	1	1	2	5	3	0	1			
US-4570149	1986	0	0	1	0	1	5	1	1	0	1	3	1	2	3	1	2	2	2	2	1	2
US-4220815	1980	0	0	1	0	3	2	0	0	0	3	1	2	0	1	0	2	0	0	1	2	1
US-4129747	1978	0	0	0	2	0	0	1	1	2	0	1	0	0	1	2	0	1	0	2	1	2
US-4088842	1978	0	0	4	3	0	2	0	1	2	2	2	1	1	0	2	3	1	2	0	0	0
US-4012588	1977	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	6	1	0	0	1	1	0
US-5248856	1993	0	0	0	3	2	1	1	4	8	3	2	2									
US-4582955	1986	0	3	2	1	0	0	3	0	2	1	1	1	2	3	1	3	1	1			
US-4455452	1984	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	2	1	3	1	2	
US-4302011	1981	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	2	4	1	2
US-4079194	1978	0	1	1	1	0	1	4	1	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
US-3974332	1976	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	1	2	0	0	0	1
US-4931965	1990	0	2	0	3	2	1	7	1	5	1	1	0	2	0	0						
US-4087625	1978	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	2
US-5049862	1991	0	1	3	2	2	2	3	0	1	2	2	3	2	1							
US-4488000	1984	0	0	0	5	3	1	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	7	0	0	0
US-4697050	1987	0	0	1	2	4	3	1	0	1	2	4	3	0	0	2	0	0	1			
US-3999012	1976	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
US-4665282	1987	0	0	2	3	2	2	0	1	1	3	2	0	0	3	3	1	0	0	0		
US-4670751	1987	0	1	0	0	0	2	1	0	2	2	3	0	1	2	8	0	0	1			
US-4214122	1980	0	0	0	1	3	1	5	3	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
US-4477877	1984	0	0	1	3	2	2	0	0	2	3	1	0	4	1	3	0	0	0	0	0	0
US-4644100	1987	1	0	0	0	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0	2	2	0			
US-4704501	1987	0	1	0	2	2	6	2	2	2	0	0	0	1	0	0	2	1	0			
US-4492819	1985	0	2	2	4	0	3	0	4	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
US-4206314	1980	0	0	1	1	1	2	1	0	1	2	3	1	2	0	1	1	2	2	0	0	0
US-4313113	1982	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	2	1	2	3	1	1	3	
US-4246439	1981	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0	2	8
US-4018989	1977	0	0	1	4	4	2	0	2	1	2	3	0	1	0	0	1	0	0	2	0	
US-5247137	1993	0	1	2	4	2	0	4	2	5	1	0	0	2								
US-5007085	1991	0	1	1	1	4	0	2	3	2	0	4	2	1	0							
US-5072427	1991	0	0	3	2	1	2	4	2	2	1	0	2	1	1							
US-4786764	1988	0	0	0	2	4	1	3	2	3	2	0	2	0	1	1	0					
US-4886943	1989	0	0	1	1	2	3	2	4	1	2	1	1	0	1	1	1					
US-4758691	1988	0	0	0	2	1	1	0	0	1	0	1	0	3	8	1	0	3				
US-4198623	1980	0	1	1	0	2	1	2	3	2	2	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
US-4558313	1984	0	0	1	3	2	0	0	0	2	1	1	3	2	0	1	0	4	1	0	0	0
US-4680430	1987	0	0	0	2	0	2	0	1	1	1	0	2	4	1	1	3	1	2			
US-4577057	1986	0	1	1	1	2	2	1	3	0	1	1	0	0	0	5	1	1	1			
US-3959585	1976	0	0	0	2	1	2	1	1	4	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
US-4839634	1989	0	1	1	1	2	0	3	5	3	1	1	1	0	1	0	0					
US-4600807	1986	0	1	1	1	0	3	2	2	0	1	2	0	2	1	1	2	0	1	0		
US-4654648	1987	0	0	0	1	4	1	0	1	1	0	1	0	1	8	0	0	1				
US-4210775	1980	0	0	1	0	0	0	3	1	0	1	0	5	0	0	2	1	1	0	1	0	0
US-4029899	1977	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	3	1	1	2	5	1	0	0	0	0
US-4054746	1977	0	0	0	5	3	0	1	0	0	1	1	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0
US-3992579	1976	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1

이를 산출한 후, 다시 전체 집합(기술군) 차원에서 기술 통계량(descriptive statistics)으로 표현하여 이를 인용특허수명(CLT)라 표현하고 그 결과를 나타내었다.

예시한 전신(telegraphy) 기술군의 인용특허수명을 산출한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 전신(telegraphy) 기술군의 인용특허수명 정보 산출결과

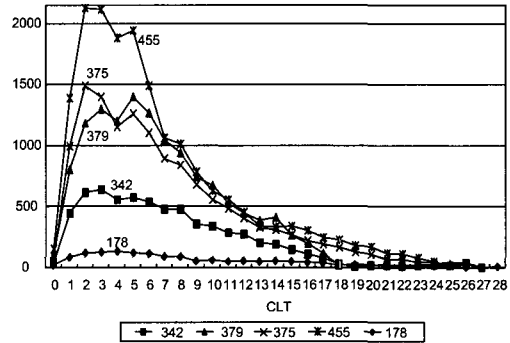
항목	전체연도
평균	8.29
중앙값	7
최빈값	4
표준편차	5.96
Q1	4
Q3	12
특허 수	1,462

대상 기술군의 인용특허수명 평균 및 중앙값을 포함한 기술통계정보는 실제 개별 기술의 수명 추정시에 연구자의 판단에 따라 다양하게 활용될 수 있다. 평균 및 중앙값은 기술군에서의 평균 기술 수명으로 표현될 수 있으며 Q1(1사분위수 : 4년), Q3(3사분위수 : 10년)은 하위 25%, 상위 25%에 해당하는 기술의 수명 정보로 해석할 수 있다.

개별기술에 대한 기술 수명이 필요한 경우, 연구자의 판단에 따라 유효기간이 짧을 것으로 판단되

는 경우는 Q1에서 중앙값 범위 내에서, 보통일 경우는 중앙값을, 유효기간이 길 것으로 판단되는 경우에는 중앙값에서 Q3까지의 범위를 적용하는 방식을 제안할 수 있다.

본 연구에서 예시로 도출하는 통신산업의 대표적 5개 기술군에 대한 인용특허수명 분포 및 결과는 각각 [그림 3], <표 5>와 같다.



[그림 3] 통신산업 5개 기술군의 인용특허수명분포

기술군별로 살펴보면 전신(telegraphy : 178) 기술군의 수명이 가장 긴 것으로 나타났다. 이는 해당 분류에 기반기술이 많아 꾸준히 인용되는 기술적 특성이 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 무선·이동통신 분야 기술(pulse or digital communications : 375, telecommunications : 455)의 수명이 가장 짧은 것으로 나타났다. 특히 기술경쟁이 치열한 것으로 알려진 무선통신(telecommunication : 455)

<표 5> 통신산업 기술군의 인용특허수명 추정결과

(단위 : 년)

	178 Universe	342 Universe	375 Universe	379 Universe	455 Universe
# of Cited Patents (with the same field)	1,462 records	6,529 records	13,292 records	13,154 records	18,063 records
Mean	8.29138	7.24215	6.9967	6.8202	6.6879
Median	7	6	6	6	5
Mode	4	3	2	5	2
Std. Dev.	5.9544	5.0159	5.0827	4.4120	5.1048
Q1	4	3	3	3	3
Q3	12	10	10	9	9
Std. Err	0.1558	0.0062081	0.0441	0.0385	0.0380
Confidence Interval(95%)	0.3056	0.1217	0.0864	0.0754	0.0745

분야의 기술수명이 가장 짧은 것으로 분석되었다.

4. Conclusions

개별 기술의 수명을 정확히 추정하기 위해서는 기술환경/시장환경 부문의 다양한 요인을 판단, 분석할 수 있어야 한다. 그러나 현실적으로 기술의 수명을 추정하기 위한 모든 환경적 요인을 객관적으로 판단하거나 분석하기 어렵다. 이는 모든 요인을 측정하는데 필요한 정보 및 측정 지표가 미흡하기 때문이다.

따라서 과거에는 전적으로 전문가의 직관에 의존하여 기술의 수명을 측정하였다. 이러한 접근법은 시간과 비용의 제약에 따른 문제점 및 전문가의 주관에 의한 자의적 해석의 문제가 존재한다. 계량적 접근으로서 특허 갱신데이터 샘플링을 통한 수명 추정의 연구가 있었으나 법정 권리기간이 끝난 데이터를 이용하여야 하는 문제로 인해 최신의 경향을 반영하지 못하는 점과 전수조사가 아닌 샘플링에 따른 데이터의 신뢰성 한계가 존재하였다.

본 연구는 기존의 연구에서 제시되는 단점 - 전문가 직관에 의한 편의(bias) 문제, 최신 데이터 적용 시 데이터 완결성 확보문제, 샘플링에 의한 결과 왜곡 가능성 - 을 보완하여 기술군 수준의 수명을 정량적으로 분석, 추정하는 방법론을 제시했다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 제시된 수명의 개념은 등록연차를 기준으로 최초인용시점으로부터 최근인용시점까지의 기간을 계산하고 이를 다시 기술군 전체로 확대하여 표현한 것이다.

기술수명을 추정하는 데 있어 분석결과의 객관성을 담보할 수 있도록 계량적 데이터(특허DB)를 사용하였으며 특허군 내 전체특허를 대상으로 한 전수조사를 실시하여 샘플링에 따른 결과 왜곡 가능성을 최소화하였다. 또한 갱신 데이터를 이용하지 않고 인용정보를 이용하고 특허 '활성화'에 대한 강한 가정(인용이 되면 특허가 살아있음)을 근거로 분석함으로써 특허갱신기간과 기술수명간 종속 문제를 벗어났다.

분석결과는 기술가치평가 수행시에 평가 수행자가 기술 수명과 관련된 참조 자료를 제공받을 수 있다는 점에서 매우 유용한 것으로 판단된다. 기술 수명은 기술의 경제적 가치를 결정하는 데 있어서 매우 주요한 요인 중 하나이다.

또한 계량적 데이터를 근거로 분석된 결과를 제공하므로 기술 분야별 R&D 우선순위 결정과 같이 전략적 투자의사결정을 지원하는 자료로 활용이 가능할 것이다. 예를 들어, 개발대상 기술의 선정 및 개발시기에 대한 기초 자료로 활용될 수 있다. 다시 말해서 R&D기획, 개발, 응용을 포함한 기술의 전주기적 관리에서도 기술의 수명 정보를 다양하게 활용할 수도 있을 것이다.

본 연구의 기본 가정은 특허가 특허등록연도를 시작점으로 하여 최초 피인용시점에서부터 최종 피인용 시점까지의 기간동안 활성화되어 있다는 것이다. 이는 기술이 타 기술에 의해 이용되는 기간을 추정한다는 개념에서 '기술 수명'의 정의에 따르는 추정 방식이라 할 수 있다.

단, 본 연구의 접근 방식은 최근에 등록된 특허의 경우, 미래 시점의 인용 부분이 고려되지 않는 문제(truncation problem)가 제기될 수 있다. 또한 기존 특허도 미래 시점에 재인용될 가능성이 있다는 점에서 절단에 의한 문제(truncation problem)에서 자유로울 수 없다.

대안으로 특허인용기간에 대한 기술군별 함수(citation lag distribution function)를 추정하고 이에 대한 분포를 데이터에 적용함으로써 데이터 절단에 의한 오류를 보정하는 방식, 즉 생존분석(survival analysis)과 같은 분석기법을 도입하여 해결하는 것을 고려할 수 있다. 또한 특허 기술군을 개인, 기업, 연구소와 같은 출원 주체별로 분류하고 사업과 관련한 주체로 한정하여 결과값을 정교화 할 수 있을 것이다. 이 부분은 향후 연구과제로 남는다.

추후 본 연구의 결과에 대한 실증 분석을 통해 연구의 신뢰성 및 유용성을 검증하는 작업이 필요하다. 또한 기술군별로 수명을 추정한 후 개별 기술의 특성을 반영하여 기술별로 수명을 추정하는 연

구도 필요할 것이다. 예를 들어, 기술의 우월성과 같은 기술자체의 특성, 주도 기술의 존재여부와 같은 기술요소시장의 특성 및 R&D투입자원규모와 같은 R&D기반요인 등 기술 수명 영향 요인을 파악하고 이를 통하여 개별 기술차원에서 기술의 수명을 도출하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Abernathy, W.J. and P.L. Townsend, "Technology, Productivity and Process Change," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.7(1975), pp.379-396.
- [2] Abernathy, W.J. and J.M. Utterback, "Pattern of Industrial Innovation," *Technology Review*, Vol.80, No.7(1978), pp.40-47.
- [3] Bosworth, D.L., "The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge : a Note," *Journal of Industrial Economics*, Vol.XXVI, Iss.3 (1978), pp.273-279.
- [4] Bosworth, D.L. and G. Jobome, "The Rate of Depreciation of Technological Knowledge : Evidence from Patent Renewal Data," *Economic Issues*, Vol.8(2001), pp.59-82.
- [5] Brooks, B.C., "The Growth, Utility, and Obsolescence of Scientific Periodical Literature," *The Journal of Documentation*, Vol.26, No.4(1970), pp.283-294.
- [6] Burgelman, R.A. and M.A. Maidique, *Strategic Management of Technology and Innovation*, Irwin, Illinois, 1988.
- [7] Burton, R.E. and R.W. Kebler, "The "Half-Life" of Some Scientific and Technical Literatures," *American Documentation*, Vol.XI(1970), pp.18-22.
- [8] Dorf, R.C., *The Technology Management Handbook*, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 1999.
- [9] Dosi, G., "Technological paradigms and technological trajectories," *Research Policy*, Vol.11(1982), pp.147-162.
- [10] Ernst, H., "The Use of Patent Data for Technological Forecasting : The Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry," *Small Business Economics*, Vol.9, Iss.4(1997), pp.361-381.
- [11] Ford, D. and C. Ryan, "Taking technology to market," *Harvard Business Review*, Vol. 59, No.2(1981), pp.52-73.
- [12] Goto, A. and K. Suzuki, "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(1989), pp.555-564.
- [13] Jaffe, A. and M. Trajtenberg, "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 (1996), pp.12671-12677.
- [14] Karki, M.M.S., "Patent Citation Analysis : A Policy Analysis," *World Patent Information*, Vol.19, No.4(1997), pp.269-272.
- [15] Line, M.B., "Does physic literature obsolesce? A study of variation of citation frequency with time for individual journal articles in physics," *British Lending Library Review*, Vol.2, No.3(1974a), pp.84-91.
- [16] Line, M.B., "The Half-life of Periodical Literature : Apparent and Real Obsolescence," *Journal of Documentation*, Vol.26, No.1(1970), pp.46-54.
- [17] Line, M.B. and A. Sandison, "Obsolescence and Changes in the Use of Literature with Time," *Journal of Documentation*, Vol.30,

No.3(1974b), pp.283-350.

- [18] Merino, D.N., "Development of a Technological S-Curve for Tire Cord Textiles," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.37, Iss.3(1990), pp.275-291.
- [19] Narin, F., *Tech-Line® background paper*; CHI Research, New Jersey, 1999.
- [20] Pakes, A. and M. Schankerman, "The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources," In : Z. Griliches (Eds), *R&D, Patents, and Productivity*, University of Chicago Press(1984), pp.98-112.
- [21] Trajtenberg, M., "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations," *RAND Journal of Economics*, Vol.21, Iss.1(1990), pp.172-187.