

특허의 내적·외적 가치산정요인을 고려한 입체적 특허평가모델: 아레니우스 화학반응속도론 기반의 특허수명예측

최용묵¹, 이재원², 조대명^{3*}

¹한양대학교 기술경영전문대학원 박사과정, ²한국특허정보원 책임연구원, ³한양대학교 기술경영전문대학원 부교수

A three-dimensional patent evaluation model that considers the factors for calculating the internal and external value of a patent: Arrhenius chemical reaction kinetics-based patent lifespan prediction

Yong Muk Choi¹, JAEWON LEE², Daemyeong Cho^{3*}

^{1,3}Department of Graduate School of Technology & Innovation Management, Hanyang University

²Department of IT Development & Support, Korea Institute of Patent Information

요 약 특허수명은 특허가치를 평가하는 척도로 사용되어 왔다. 본 연구에서는 특허수명을 예측하여 개별특허의 가치를 평가함에 있어, 특허의 내적가치요소와 외적가치요소를 하나의 모델로 평가하기 위하여 화학반응속도 추정식으로 널리 알려진 아레니우스식을 사용한 새로운 평가모델을 제시하였다. 한국의 소멸된 특허데이터를 활용하여 평가모델의 성능을 검증하였으며, 선행연구에서 특허평가모델로 사용되었던 SVM, Logistic reg., ANN 모델과 성능을 비교하였다. 결과적으로, 제안한 평가모델이 다른 모델 보다 정확도가 높았으며, 특허권자의 특성을 고려한 상대체감비용지수 반영 시 여러 평가모델에서 정확도가 상승하는 경향을 보였다. 또한, 특허의 예측수명등급과 특허의 실제수명과는 강한 상관관계가 있었다. 이러한 평가모델은 대량의 특허를 객관적으로 신속하게 평가할 수 있으며 특허의 유지여부에 대한 의사결정 혹은 기술거래나 평가에 활용할 수 있다. 특히, 평가목적에 따라 특허만을 평가하거나 사업화주체나 기술적 특성을 고려한 평가가 필요한 경우에 각각 사용될 수 있다.

주제어 : 가치평가, 아레니우스, 특허, 수명, 반응속도, 열역학

Abstract This study is a new evaluation using the Arrhenius equation, which is known as the chemical reaction rate estimation equation, to evaluate the intrinsic and extrinsic value elements of patents as a model. The performance of the evaluation model was superior to the SVM, Logistic reg. and ANN models that were used as patent evaluation models in prior studies. In addition, there was a strong correlation between the predicted lifespan of the patent and the actual lifespan of the patent. These evaluation models may be used for evaluation purposes only, or if an evaluation is required, including a commercialization entity or technical characteristics.

Key Words : Evaluation, Arrhenius, Patent, Lifespan, Reaction kinetics, Thermodynamic

*Corresponding Author : Daemyeong Cho(dmjo@hantange.ac.kr)

Received March 6, 2021

Revised March 30, 2021

Accepted June 20, 2021

Published June 28, 2021

1. 서론

특허가치를 정량적으로 평가하는 방식 중에서 특허권자의 평가결과로 추정할 수 있는 갱신데이터를 활용하는 방법이 있다[1]. 특허가 갱신되어 유지되고 있다는 것은 특허가 아직 경제적으로 유용하다는 것을 의미한다[2,3]. 합리적인 특허권자라면 쓸모없는 권리를 유지하기 위해 비용을 지불할 의사가 없기 때문이다[1]. 따라서 특허수명을 추정한다는 것은 특허의 경제적 가치를 추정하는 것으로 이해할 수 있다[4]. 또한, 특허수명은 가치와 강한 상관관계가 있기 때문에 많은 선행연구에서 특허의 품질을 측정하는 도구로 자주 사용되어왔다[5]. 따라서 특허수명을 기준으로 특허의 가치를 정량적으로 평가하는 접근방식은 의심할 여지없이 중요하다. 그리고 이러한 중요성 때문에 특허수명에 대한 연구는 Pakes(1984, 1986)[6,7] 이래로 지난 35년간 활발히 진행되어왔다. 하지만 기존의 특허수명에 관한 연구는 특허가 가지고 있는 많은 지표 중에서 단편적인 지표가 특허수명 혹은 경제적 가치와 얼마나 상관성이 있는지를 분석하는 연구가 대부분이었다. 그리고 특허의 피인용(forward citation) 정보를 활용하여 가치를 평가하거나[8,9], 피인용횟수를 특허품질의 척도로 해석하고 이를 활용하여 기술수명을 추정하였다[10]. 하지만, 이러한 많은 선행연구의 기여에도 불구하고 개선할 영역이 많이 남아있다. 첫째, 특허의 품질을 평가하고 서로 다른 분야의 기술수명을 추정하였지만, 특허수명관점에서 개별 특허의 품질을 평가하는 연구는 부족했다[11].

둘째, 최근에 다양한 분야에서 신경망 모델로 대표되는 인공지능모델이 많이 사용되고 있으며, 특허의 가치나 수명을 판단하는 도구로도 사용되고 있다[11,12,13]. 하지만, 이러한 기계학습모델은 뛰어난 성능에도 불구하고 '블랙박스(black box)'라 불릴 정도로 계산과정을 이해할 수 없고, 결과정보를 제공할 뿐 평가결과에 대한 설명력이 낮으며, 인자별 제어에 따른 결과를 예측할 수 없는 단점이 있다[14].

셋째, 많은 선행연구에서 특허의 피인용정보에 의존하고 있어, 미국처럼 인용문헌을 의무적으로 기재하는 않는 국가나 피인용 정보가 거의 없는 신규 등록특허의 경우 분석이 사실상 불가능하다[15].

넷째, 특허의 가치를 평가하기 위해서는 기술성, 권리성 뿐만 아니라, 시장성과 사업성의 종합적인 평가가 요구된다[16]. 즉, 특허가 갖는 내적인 특징인 권리성과 기술성평가와 더불어, 외적인 특징인 시장환경과 사업화

주체에 따른 특성을 각각 반영한 평가모델이 필요한데 이에 대한 연구는 부족하였다. 물론, 산업별 특허가치평가요인의 차이에 대한 연구와[17], 특허의 수명을 결정하는 요인을 유전적, 행동적, 환경적 요인으로 구분하여 분석한 연구가 있었다[4]. 하지만, 특허의 외적가치요소를 일부 반영하였을 뿐, 사업화주체인 특허권자에 대한 평가요소가 반영되지 않았고, 이를 활용한 특허의 정량적 평가모델을 제시하지는 못했다. 또한, 특허의 가치를 평가함에 있어 특허의 내적가치만을 고려하는 경우와, 반대로 사업화주체까지 고려한 평가결과가 필요한 경우가 있는데, 이러한 경우에 선행 평가모델을 사용하기에는 일부 한계가 있다.

다섯째, 소프트웨어를 사용한 정량적 평가를 위해 위해서는 인자의 계량화가 필수적인데, 사업화 주체와 기술분야 같은 명목척도를 비율척도로 전환하여 계량화하는 과정이 요구된다[18]. 그렇지 않을 경우 모델수가 증가하는 문제점이 있고, 명목척도를 계량화하기 위한 논리적 타당성을 확보하기가 쉽지 않다.

제안된 평가모델은 이러한 기존연구의 한계를 최소화하기 위하여 자연현상법칙을 활용하여 모델의 이해도를 높이고, 평가인자의 계량화에 타당성을 마련하고 개별특허의 예상수명을 추정하여 특허의 우수성을 평가할 수 있다. 또한, 제안된 평가모델은 과거에 시도되지 않았던 특허의 내적가치 산정요인만을 평가하거나, 사업화주체나 기술환경까지 포함하여 평가할 경우에 각각 사용할 수 있어 평가결과를 다각적으로 해석할 수 있다. 또한 특허등록 직후 혹은 피인용정보가 없는 국가에서도 사용할 수 있는 정량적 평가인자만을 사용하여 활용범위를 넓혔다.

본 연구에서는 제안한 특허수명 추정모델은 열역학적 시각에서 화학반응의 동역학(kinetics)을 기반으로 권리가 유지되는 특허와 소멸되는 특허를 반응물과 생성물에 비유(analogy)한 모델이다. 제안 평가모델은 특허가 가지는 본질적인 효용뿐만 아니라, 해당 기술분야 그리고 특허권자의 특징을 종합적으로 반영할 수 있다. 따라서 보유한 특허권의 유지 및 포기에 대한 의사결정에서의 하나의 객관적 기준을 제공하며, 경쟁사의 핵심특허를 모니터링하고 정성적인 특허평가의 보조도구로서 활용될 수 있다. 또한 중소기업 지원을 위한 IP금융촉진에도 기여할 수 있다.

2. 문헌연구

본 연구가 아레니우스(Arrhenius Equation)의 화학

반응속도론을 이용한 특허평가모델이므로 분석에 앞서 이와 관련된 특허수명과 아레니우스 반응속도식에 대해서 알아보았다.

2.1 특허수명과 가치평가

특허란 발명을 보호 장려하고 산업발전을 도모하기 위한 제도로[19], 보유한 특허의 가치를 평가하는 것은 기술거래, 사업화과정에서 매우 중요하지만, 평가하는 과정에서 주관적 요소가 개입되어 가치의 과대평가나 과소평가되는 문제점이 있을 수 있다[20]. 이러한 이유로 객관적인 결과와 비용절감 차원에서 정량적인 평가방식이 많이 활용되고 있다[21].

한편, 특허는 특허갱신료를 납부해야만 특허권을 유지할 수 있는데, 특허보호기간 중 권리가 소멸되는 가장 큰 원인은 특허갱신료 미납 때문이다[22,23]. 따라서 갱신료를 지불하면서 특허권이 유지되는 되고 있다는 것은 갱신료 그 이상의 가치가 있다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 논리에 기반하여 특허수명을 이용한 가치 평가방법은 Pakes & Schankerman(1984)부터 시작되어, Lanjouw(1998), Bessen(2008) 등 많은 문헌에서 시도되고 있는데[2,6,24], 이는 특허갱신에 반영되어 있는 특허권자 자신의 가치평가 결과를 이용하는 것이다. 이는 다른 3자보다 더 많은 정보를 보유한 특허권자의 의사결정을 반영하는 장점을 가진다[25]. 따라서 특허의 갱신정보를 활용한 특허유지 확률지표는 특허가치와 미래 수익을 창출할 가능성을 보여준다[4,26]. 이러한 차원에서 특허수명은 특허가치의 대리물로 사용되어왔다.

또한, 특허갱신료는 특허유지기간이 길어질수록 상승하도록 설계되어 특허의 활용을 높이도록 하였다[27]. 특허유지료는 저품질의 특허를 필터링하는 중요한 역할을 하며, 갱신료 상승은 이러한 기능을 강화한다[28]. 특허갱신수수료의 가격탄력도(price elasticity)는 약 0.4로 주거용 석유 또는 물과 같이 비탄력적이며, 시간이 지남에 따라 증가한다[29,30].

그리고 특허가 동일하여도 특허권자의 활용능력에 따라 가치에 차이가 발생하며, 특허권자의 보유자산에 따라 특허유지료에 대한 체감은 다를 수 밖에 없다. 특허활용능력은 중소기업이 대기업보다 낮고 자산규모도 작기 때문에 동일한 가치의 특허라도 유지비용에 대한 부담이 클 것이며 이는 특허권을 포기하는 원인으로 작동하며 이러한 이유로 특허유지기간이 상대적으로 짧다[2,31].

한편, 특허가 부여되는 과정과 특허 출원의 방대한 수를 감안할 때, 상업적으로 중요한 특허에 자원을 집중시

킬 필요가 있다[32]. 특허권자는 불필요한 특허권리를 포기함으로써 유지비용을 줄일 수 있고, 후속연구자나 국가는 특허권자의 혜택으로 간주되는 혁신을 촉진하는 데 필요한 사회적 비용을 절약할 수 있다[32].

이러한 사회적 비용을 절감하기 위하여 다양한 특허평가에 대한 연구가 있었으며, 피인용 정보나[10], 신경망 모델과 같은 인공지능 알고리즘을 많이 사용하였다[11,12]. 하지만 피인용정보는 모든 특허에서 제공되는 지표가 아니며, 인공지능 알고리즘은 내부 메커니즘을 이해하기 어렵고 설명력이 부족하다는 단점이 있다[14]. 그리고 이러한 모델들은 특허의 내적가치에 치중한 모델들이며, 외적가치인 기술분야 혹은 사업화주체인 특허권자까지 포함하여 분석하지는 못했다.

이처럼 특허평가에 초점을 맞춘 수많은 기반 연구가 존재함에도 불구하고, 특허의 내적가치와 외적가치를 분리하여 개별특허를 분석하려는 시도는 거의 없었다. 특히, 개별특허의 수명에 영향을 미칠 수 있는 다양한 내부와 외적요인을 고려하지 않았으며, 특허의 가치판단이나 수명 추정 시, 피인용정보에 많이 의존하였다[9,33]. 그 결과 개별 특허의 다양한 기술적 특징이나 사업화주체나 기술환경에 대한 요소가 충분히 고려되지 않았다. 특허의 가치를 평가함에 있어 필요에 따라 특허의 내적가치만을 고려할 경우가 있으며, 반대로 사업화주체를 포함하여 평가를 하는 경우가 있는데, 이러한 경우에 사용하기 어려운 한계가 있다.

2.2 아레니우스 화학반응속도론

자연계에서 일어나는 화학반응의 속도 상수를 추정할 때 사용되는 반응속도식으로, 아레니우스 관계식은 A라는 물질이 B라는 물질로 변환될 때의 화학반응속도는 온도에 비례하고 활성화에너지에는 반비례한다는 관계식이다. 여기서 활성화에너지는 반응을 위한 일종의 임계값이며, 반응의 진행을 촉진하는 온도와의 관계를 속도상수를 표현한 것이다[34,35].

$$k = A_0 \times \text{Exp}\left[-\left(\frac{E_a}{RT}\right)\right] \text{ Arrhenius equation (1)}$$

여기서 k : 속도상수

E_a : 활성화에너지

R : 기체상수

T : 온도

Table 1. Prior research applying Arrhenius Equation

	Title of paper	Application field	Related References
1	Arrhenius equation modeling for the shelf life prediction of tomato paste containing a natural preservative	Expectation of shelf life of natural tomato paste	[36]
2	Useful lifetime prediction of rubber component	Rubber material properties and lifetime evaluation	[37]
3	Estimation of lifetime expectancies of motors	Prediction of life expectancy of electric motors	[38]
4	Investigation of Arrhenius acceleration factor for integrated circuit early life failure region with several failure mechanisms	Integrated circuit burn-in and life test analysis	[39]
5	Latitudinal variation in lifespan within species is explained by the metabolic theory of ecology	Prediction of changes in lifespan of species according to temperature for protozoa	[40]
6	Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish	Prediction of marine fish mortality according to water temperature and fish size	[41]
7	Arrhenius-kinetics evidence for quantum tunneling in microbial "social" decision rates	Heuristic processes that involve social decision-making are interpreted as exothermic and endothermic reactions, and the Arrhenius equation is also used to understand the behavioral characteristics of protozoa	[42]
8	A Numeric Technology Valuation Model in Conjunction with Chemical Reaction Kinetics	Estimating the technology contribution used in the income approach among technology valuation methods	[35]

화학반응에서 온도에 따른 반응속도는 아레니우스 화학반응식(1)으로 설명될 수 있는데, 초기에는 온도에 따른 제품의 성능변화나 수명추정을 위하여 사용되다가, 생물의 수명예측, 미생물의 의사결정과 무형자산의 기술 가치평가를 위한 기술기여도 산출까지 그 사용범위를 넓혀가고 있다(Table 1). 이처럼 아레니우스식에서 온도개념은 앞선 선행연구에서 화학물질, 미생물뿐만 아니라, 사람과 특허에도 적용될 수 있다. 온도는 환경 및 직업상의 큰 위협으로, 온도와 관련된 사망 위험은 자연 노화와 함께 증가하지만, 특정 사회 또는 신체적 취약성을 가진 사람들에게 더욱 위험하다[43].

그리고 특허관점에서는 특허갱신료라는 비용체감온도가 특허포기에 주요한 원인이며 특허효용이 낮은 균은 특허갱신료에 더욱 취약함으로 설명될 수 있다. 이를 뒷받침하는 근거로 특허 수수료가 크게 증가함에 따라 저품질의 특허 14%가 필터링된다는 연구가 있다[28]. 열역학은 제한된 에너지하에서의 큰 원자시스템에 대한 통계이론이며, 경제란 제한된 자본하에서의 경제주체 및 상품의 대규모 시스템이므로 열역학 개념을 경제학에 충분히 적용할 수 있다[44]. 또한 열역학에서는 에너지의 기본 정의를 "생산 능력"이라 하며, 돈에 대한 대략적인 정의는 "다른 사람들을 일하게 하는 능력"이고 돈과 그 균 등물은 인간 행동의 원동력으로 보고 있다[45]. 따라서 특허갱신료는 특허권자가 자신의 특허권을 포기하게 만드는 동인이 된다. 특허갱신료가 없다면, 대부분의 특허는 20년의 법적보호기간을 다 채우고 보호기간 중간에 특허소멸이라는 반응은 일어나지 않는다. 즉, 특허권자가

특허를 평가하여 유지여부를 판단할 필요가 없어진다.

따라서 본 연구에서는 특허권이 소멸되는 과정을 비용과 효용에 따른 특허권유지와 포기사과의 충돌로 보았으며, 비용이 발생하지 않는다면 특허권이 포기될 가능성이 낮고, 특허권이 우수하다면 비용이 발생한다고 하여 특허권이 포기될 가능성이 낮다. 또한, 결과적으로 특허권이 소멸되면 누구나 사용할 수 있는 자유실시기술(FTO: Freedom to Operate)라는 새로운 형태의 지식 재산으로 변화된다(Fig. 1). 이러한 과정은 아레니우스식의 반응속도, 반응물, 생성물의 개념과 상사되는 개념이므로, 선행연구에서의 생명이나 제품의 수명예측, 미생물의 의사결정과 가치평가의 기여도 산출방법을 더욱 발전시켜 개별특허의 수명 추정에 접목시켰다.

2.3 아레니우스 화학반응속도론과 특허갱신료

본 논문에서는 아레니우스식을 이용하여 온도에 따른 화학반응속도를 비용에 따른 특허권리포기속도로 해석하였으며, 특허수명추정에 사용된 화학반응속도 결정인자는 활성화에너지, 유효충돌, 온도 3가지로 국한하였다.

아래 Fig. 2_Left은 물질이 반응하여 새로운 물질로 변화하는 화학반응을 일으키기 위해서는 최소한의 활성화에너지인 E_a 라는 임계값을 넘어야 한다는 것을 보여준다[34,46]. 높은 활성화에너지는 특허자체의 높은 기대효용을 의미한다. 특허자체의 효용이 높다면 활성화에너지는 매우 높게 설정되어 특허포기사과의 강도를 높이는 특허갱신료에 대한 부담이 상대적으로 적을 수밖에 없다. 이러한 갱신료 부담이 특허의 높은 기대효용 즉 활성화

화에너지를 넘어야만 특허권이 소멸된다. 반대로 특허기 대효용이 낮은 특허일 경우에는 상대적으로 활성화에너 지가 낮게 설정되어 적은 갱신료 부담에도 포기의사와 쉽게 반응하여 특허권이 소멸된다(Fig. 2_Right).

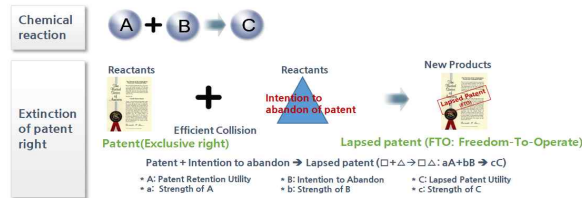


Fig. 1. Reaction(collision) model of chemical and Patent

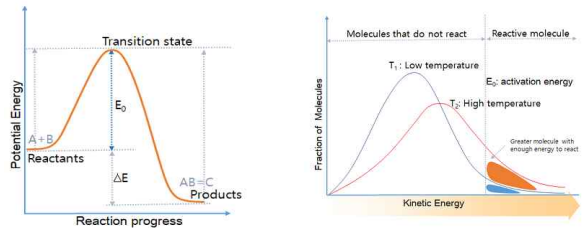


Fig. 2. Activation Energy and exothermic reaction of Patent. Note : Quotation, [34]

한국에서는 특허등록 시 초기 3년간의 특허유지료를 모두 지불하고, 그후 매년 유지료를 지불해야 특허권을 유지할 수 있는데[47], 연차별 갱신유지료가 상승하도록 누진 설계되어 있는 것이 특징이다(Appendix 2).

이러한 특허유지료의 미납은 특허권의 법적존속기간 을 못 채우고 중간에 소멸되는 원인의 거의 100%를 차지한다[22]. 그리고 동일한 갱신료라도 특허권자마다 특허의 활용능력과 자산규모에 따라 그 체감되는 부담은 다르다[2,27]. 이를 본 논문에서는 '상대체감비용지수 (Relative feeling cost index)'라 명명하였으며, 이 개념을 아레니우스 반응식의 온도 T로 사용하였다.

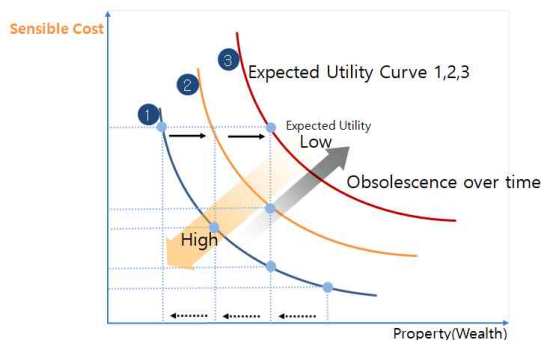


Fig. 3. Relative Feeling Cost Index according to Property and Expected Effectiveness
 Note: 1/Relative feeling cost index ∝ Property × Expected Utility ; [1/y ∝ (x × z)]

Fig.3은 '상대체감비용지수'를 설명하기 위한 그래프 로 열역학의 이상기체법칙의 압력, 부피, 온도의 그래프 (PVT)와 유사한 형태를 보인다[48].

상기 그래프 Fig. 3의 X축은 특허권자의 자산규모를 나타내는 것으로 자산이 작을수록 체감하는 비용이 크 며, 이상기체법칙에서 등온곡선은 등효용곡선에 해당하 며, 동일한 자산규모일 경우 효용이 작을수록 특허권자 가 느끼는 유지비용은 크게 나타난다. 상대체감비용지수 는 전통경제학의 가격의 수요탄력성(elasticity)과 동일 한 방법으로 산출하였다. 탄력성은 각 독립변수의 변화 에 대해 수요량이 얼마나 민감하게 반응하는지를 하나의 숫자로 나타낸다[49].

$$EP = - \frac{\text{수요량의 변화율}}{\text{가격의 변화율}} = - \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = - \frac{\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P}{Q} \quad (2)$$

수요의 가격탄력성이 1보다 크면 '탄력적', 그리고 1 보다 작으면 '비탄력적' 이라고 하는데, 선행연구에서 특허의 가격의 수요탄력성은 생필품에 해당하는 0.3~0.4 정도로 매우 낮은 편이다[27,30]. 제안모델에서는 갱신료에 따른 소멸특허변화량을 사용하기 때문에 민감도 개념으로 '상대체감비용지수'로 정의하여 사용하였다. 이러한 접근 방식은 측정 이론의 엄격한 처리위반으로 이어 질 수 있지만, 소프트웨어 개발에 있어서 실제 연구자에게 제공되는 이점과 비교할 때 문제점은 작다고 할 수 있 다[18].

3. 특허수명예측모델설계

3.1 화학반응과 특허수명의 동적 상사성

충돌모형(collision model) 기반의 온도에 따른 화학 반응속도와의 관계와 특허유지비용에 따른 특허포기속도와의 관계는 다음과 같은 유사한 패턴을 가진다.

- 화학반응 : 온도(↑) → 분율&충돌횟수(↑) → 반응 속도(↑) → 새로운 물질 변화속도(↑) → 원래 반응 물질은 계속 감소(↓)
- 특허 : 유지비용(↑) → 자금압박&포기의사(↑) → 반응속도(↑) → 새로운 특허지위 변화속도(FTO) (↑) → 생존특허 계속 감소(↓)

온도에 따른 반응속도의 관계를 나타내는 아레니우스

식의 각 변수의 의미와 이에 대응되는 특허적 의미를 Table 2에 정리하였다[46].

3.2 아레니우스식의 인자의 특허적 의미와 계량화

본 연구에서 사용한 특허수명추정모델은 아래의 아레니우스식의 변형식(3)이다[34,50,51].

$$k_{\text{mod}} = \alpha_1 A_0 \times T^{\alpha_2} \times \text{Exp} \left[- \left(\frac{E_a}{RT} \right) \alpha_3 \right] \quad (3)$$

위 (3)식에서 첫째, E_a 는 활성화에너지로, 특허적 의미는 특허자체의 품질로서 특허를 보유함으로써 얻는 기대 효용이며, 효용이 크다면 특허유지비용이 올라도 반응이 일어나지 않는다. 즉 포기의사와 결합하여 특허의 권리가 소멸되지 않는다[26]. 산출방법은 특허의 정량적인 지표인 특허의 양도수(Number of Patent Assignments)을 비롯한 10개 인자(Table 2)에 대하여 SVM의 회귀식인 SVR 방정식을 이용하여 E_a 값을 산출하였다[52]. 독립변수는 10개 인자이며 종속변수는 특허의 실질수명이다[53].

둘째, A_0 는 유효충돌빈도를 의미하며, 화학반응을 위해서는 충돌방향이 맞아야하며 충돌빈도가 높을수록 반응속도가 빨라진다[46]. 특허적 의미는 특허의 해당 기술분야의 특성을 반영한 것으로 특허수명은 기술에 따른 환경적 영향을 받으므로 WIPO 35 기술분류의 기술별 평균수명을 이용하였다[2,4,54]. 산출방법은 '(20년 - WIPO35기술분야의 평균수명)/20년' 으로 산출하였다. 즉, 기술분야의 평균수명이 짧다면 A_0 값은 커지게 되며, 반대로 평균수명이 길다면 작아지게 된다. 하지만, 이식은 한 번의 충돌로 바로 반응하는 경우로 기술분야의 특성을 반영하지만 진정한 유효충돌 횟수를 의미하지 않기 때문에 A_0 가 충돌빈도를 의미하도록 보정값 α_1 을 추가 사용하였다.

셋째, R 은 기체상수를 의미하며 8.3145J/(mol K)이다[46]. 수학적으로는 T 와 E_a 의 단위를 동일하게 만드는 역할을 한다. 특허적 의미는 특허권의 유지기간과 비용과의 관계를 정의한 특허상수로 '20년/(20년까지 특허를 유지하는데 소요되는 비용)' 으로 계산하였다. 단, 특허상수 R 은 특허마다 공통적으로 적용되는 값이기 때문에

Table 2. Arrhenius Equation's thermodynamic reaction rate and patent lapsed speed

Abbreviation	Thermodynamic meaning		Patent lifespan meaning
	Naming	Definition and procreation	Definition and Suggested Model Variable Name
1 R_1, R_2	Reactants	A substance that acts with another substance to produce a chemical reaction, corresponding to a collision particle in the theory of collision	Patents with numerous uses (R_1) and willingness to give up patent rights (R_2)
2 P	Products	A substance that is newly produced through chemical reactions	Patent for which rights have expired (FTO)
3 E_a	Activation energy	E_a is the activation energy for the reaction (in the same units as RT) The activation energy is the threshold energy that the reactant(s) must acquire before reaching the transition state.	Inherent value of patent (unit: day) [$Q_{\text{intrinsic}}$]
4 A_0	Collision frequency factor	A is the pre-exponential factor, a constant for each chemical reaction. According to collision theory, A is the frequency of collisions in the correct orientation.	Frequency of judgment on Patent Abandonment (unit: year) [I_{Tech}]
5 R	Gas constant	R is the universal gas constant, =8.3145J/(mol K) $R = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{PV}{nT}$ $PV = nRT$	Patent Constant: Correlation between Patent term & Cumulative cost [R_{LC}]
6 T	absolute temperature	Kelvin Temperature 0 K (-273°C) T is the absolute temperature (in kelvins)	Absolute patent maintenance costs that must be paid to maintain patent rights
7 S	Sensible temperature (Wind chill)	*Concepts not found in thermodynamics Temperature, which indicates the degree of feeling hot or cold. It depends on the heat exchange condition of the body surface. It is determined by combining not only temperature but also wind speed, humidity, and solar radiation	Relative Feeling Cost of the patentee on Patent Maintenance Fees [C_{Feel}]
8 k	k is the rate constant	The rate constant at T $k = A_0 \text{Exp}(-E_a/RT)$	The rate of patent extinction, the inverse of which the lifespan of the patent is estimated. [$1/P_{\text{Lifespan}}$]

한국의 평균 청구항수인 8항 기준의 누적연차료를 모든 특허에 동일하게 적용하였다.

넷째, T는 화학반응에서 가장 중요한 인자로서 반응을 일으키는 에너지원으로 온도가 높을수록 반응속도가 빨라지며 에너지의 크기가 활성화에너지 이상이 되어야 반응이 일어나게 된다[46] (Fig. 2,3). 특허적 의미는 독점적인 특허권을 자유실시기술(FTO)로 변화시키는 특허 갱신료에 해당된다.

산출방법으로 절대온도(T)는 한국특허의 평균수명인 7년차에 해당하는 누적비용을 사용하였다. 체감온도는 한국특허유지료제도가 4~6년, 7~9년 구간에 각각 동일하므로, 비용상승이 발생하는 6년차에서 7년차로 갱신하는 시점에서 비용상승액에 따른 소멸특허수를 반영하여 산출하였다(Appendix 2). 본 논문에서는 특허권자의 특성을 반영하기 위하여 '상대체감비용지수'를 5개 특허권자별로 각각 산출하였으며, 아레니우스식에 절대온도인 실질비용과 상대체감비용지수를 곱한 상대온도(비용)을 온도(T)에 대입하였다.

마지막으로, 아레니우스식을 사용하면서 활성화에너지(E_a)단위와 온도(T)에 대한 단위를 연도/day 개념과 한국의 화폐단위인 (won) 단위를 사용하였기 때문에 α_3 를 사용하여 이러한 단위의 임의 설정에서 발생할 수 있

는 문제를 해결하였다.

위 식(3)의 화학반응속도식을 기반으로 특허를 수명을 추정하기 위한 새로운 제안모델식(4)을 사용하였다. 변수명의 차이만 있을 뿐 해당 의미는 아레니우스식과 동일하므로, 모델식의 이해를 돕기 위하여 보다 익숙한 아레니우스식의 변수로 주로 설명하였다.

$$\frac{1}{P_{Lifespan}} = \alpha_1 I_{Tech} \times (C_{Feel})^{\alpha_2} \times \text{Exp}\left[-\left(\frac{Q_{Intrinsic}}{R_{LC} \times C_{Feel}}\right)\alpha_3\right] \quad (4)$$

$P_{Lifespan}$: Patent Lifespan

I_{Tech} : Inertia of Technical Field

C_{Feel} : Feeling Cost on Patentee

$Q_{Intrinsic}$: Intrinsic Patent Quality

R_{LC} : Relation Constant of Patent Lifespan and Accumulation Cost

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: Compensating factor for data fitting

3.3 특허 지표 정의

본 연구에서 특허수명 예측모델에 사용한 특허 자체의 가치를 판단하기 위한 10개의 인자와, 특허권자와 기술 분야에 대한 지표를 포함한 12개의 인자를 Table 3에

Table 3. Internal and external indicators used in this research.

Factor group	Factor	Variable	Description	Related References
1	A_0	WIPO_Avg_Lifespan	The WIPO technology concordance table links the International Patent Classification (IPC) symbols with thirty-five fields of technology. Use approximately 71,000 per subgroup of IPC.	[2,53,54]
2	T	Sensible temperature (wind chill)	Introducing the concept of relative sensible temperature, which is the multiplication of relative feeling cost index and real patent renewal fee, and using it as an Arrhenius equation temperature (T) factor	[2,30,55]
3	E_a	Grant Lag	The grant lag refers to the time lag between application and actual registration. Controversial claims delay the entitlement, while generally well-prepared applications and important patents take a shorter time to register since they are promptly registered.	[3,56]
4	E_a	Number of Inventors	Number of inventors	[57]
5	E_a	Number of Patent Assignments	Number of patent transfer event occurrences. The ideal way to determine a patent's economic value is to determine it by market transfer fee or royalties. However, IP transfers are generally impossible to observe, and assets exchanged are relatively unique, so an appropriate comparison is difficult.	[1,58,59]
6	E_a	Number of Claims	Number of claims at registration	[57]
7	E_a	Length of Representative Claim	String length of representative claim in registration	[60]
8	E_a	Number of Patentees' Patents	Number of same patentee's patents within the same technology field	[61]
9	E_a	Number of Drawings	Number of drawings	[53]
10	E_a	Number of Patent Families' Countries	Patent family size refers to a patent group of several countries related to one or more common priority filings. Patent family size is related to a patent's economic value and large international patent families possess unique value	[3,57,62, 63,64]
11	E_a	Number of Priorities	Number of priorities (or basic applications)	[61]
12	E_a	Number of Related Applications (Backward)	Number of related previous applications in the country (continuous application to Backward)	[3]

Note: Partial Quotation [4]

정리하였다. 이러한 인자를 각각 아레니우스식의 활성화 에너지(E_a), 온도(T), 충돌빈도(A_0)를 추정하는데 사용하였다. 기존 연구에서 특허수명 혹은 특허가치평가를 위해 사용되었던 특허의 정량적 인자들을 기본적으로 사용하였으며, 본 연구에서 다른 12개 인자 외에도 추가할 수 있는 항목이 물론 있겠지만, 분석범위와 통계적 유의미등을 고려하여 선정하였다. 한편, 본 연구에서 종속변수로 사용한 특허수명은 특허청에서 심사과정을 통과하여 등록을 받은 이후부터, 그 권리가 소멸되기까지의 유지기간으로 정의하였다.

4. 연구방법

4.1 연구모형

연구방법은 3절의 특허수명 예측모델식(4)을 활용하여, 한국의 소멸특허를 학습하고 학습된 모델로 산출된 예상특허수명과 특허의 실질수명과 비교하였다(Fig. 4).

소멸된 대상특허로부터 랜덤함수를 이용하여 학습데이터와 테스트데이터를 추출하였으며, 특허수명예측모델에 평가대상 특허의 기술분야, 특허권자, 그 밖의 특허수명에 영향을 미치는 요인을 추출하여 모델식에 대입하였다. 그리고 평가대상 특허의 실질 특허수명과 예측수명을 서로 비교하였으며, 특허수명예측의 정확도를 검증하기 위하여 선행연구에서 특허평가모델로 사용된 다항로지스틱회귀식, 인공신경망, SVM의 3가지 모델과 정확도를 비교하였다. 또한 체감비용지수(T)의 반영에 따른 모델의 정확도 변화, 동일 기술분야 및 동일한 특허의 내적가치를 갖는 특허의 수명변화를 측정하였다.

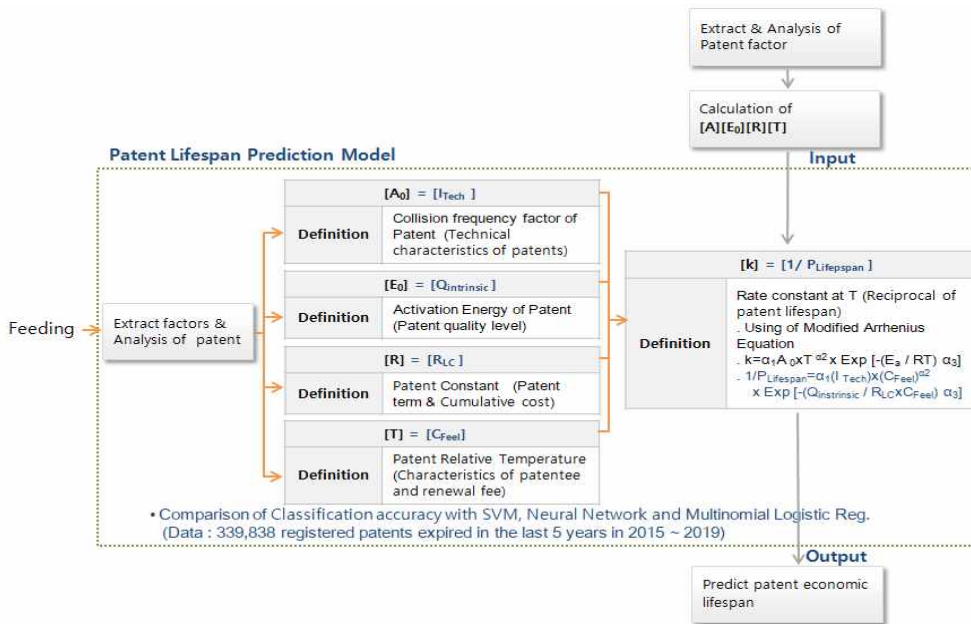


Fig. 4. Architecture of the Patent-lifespan Prediction model

Table 4. Part of the input matrix

Reg no	Number of family country	Number of claims	Length of representative claim	Number of assignment	...	Relative Feeling Cost Index	...	Actual Patent lifespan
10-0804840	3	15	243	0	...	0.240505	...	2558
10-0649459	10	16	387	0	...	0.240505	...	3674
10-0730197	1	7	232	0	...	0.273236	...	4310
10-1464628	7	7	1027	0	...	0.240505	...	1749
...
10-0879710	1	2	779	0	...	0.57748	...	2192
10-1311340	13	10	450	0	...	0.240505	...	1396
10-1209504	9	39	485	0	...	0.240505	...	1480
10-0812687	1	12	80	0	...	0.240505	...	4331

4.2 데이터 수집 및 분석방법

한국특허청으로부터 입수한, 2015~2019년 사이에 권리가 소멸된 특허 339,838개를 분석대상으로 하여 1차적인 기초통계분석을 진행하였다. 데이터 수집일은 2020년 1월로, 해당 기준일에 권리소멸이 확정된 특허를 분석대상으로 하였다. Table 4는 아레니우스식과 다른 분류모델(classification)의 학습 혹은 테스트를 위한 입력데이터의 일부를 나타낸다. 공간부족으로 인해 매트릭스로 일부만을 표시하였으며, 첫 번째 열은 각 특허의 등록번호를 의미한다. 마지막 열은 소멸특허의 실제 특허유지기간(수명)을 일단위로 표시하였다. 특허의 내적·외적·가치평가요소들과 특허권자의 특성을 반영한 상대체감비용 지수를 표시하였다(Table 4).

먼저, 입수된 소멸 특허데이터를 대상으로 특허권자를 크게 기업, 개인, 정부, 외국출원인 및 공공기관으로 구분하여 분석하였으며, 데이터 누락 혹은 단체 등 앞서 제시한 5개 특허권자로 명확히 구분할 수 없는 특허권자는 기타로 구분하였다. 공동출원인인 경우 제1특허권자를 기준으로 분석하였다. 총 339,838개의 소멸된 특허에서 1차적으로 2,498건의 학습데이터를 사용하여 E_a 를 추정하였으며, 2차적 2,498개의 특허를 추출하여 아레니우스 모델식을 학습하여 조정인자를 확정하였다. 학습데이터는 특허권자에 따라 동일한 수를 추출하였으며, 랜덤 샘플함수를 이용하여 추출하였다. 2,498의 학습데이터를 대상으로 데이터를 가장 잘 설명할 수 있도록 추정모델식에 보정계수 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 를 수치해석의 최소자승법을 활용하여 산출하였다(Table 5). 분석프로그램은 R과 SPSS20을 병행 사용하였다. 분석대상 모집단의 기술분

석표는 다음과 같다(Table 6).

Table 6. Lapsed patent data structure

	Year of lapse of right					Total
	2015	2016	2017	2018	2019	
IND	10148	11902	12271	10787	3569	48677
ORG	4073	4045	4493	4058	1316	17985
COM	31578	36796	41078	36306	13334	159092
GOV	111	123	121	165	118	638
FOR	20074	20993	21213	21942	10104	94326
Other	2885	3503	5625	5325	1782	19120
Total	68869	77362	84801	78583	30223	339838
Distribution of patent filing year :					1995 ~ 2017	
Distribution of patent registration year :					1997 ~ 2019	

Note: IND(individual), GOV(government), FOR(foreigner)
 - Analysis data is based on the year of lapse, and the filing year is mainly distributed from 1995 to 2017. As the WTO TRIPS entered into force in 1995, the existing patent protection period was changed from 15 years from the date of publication to 20 years from the date of filing, so the analysis data selected the population after the filing date was 1995.

5. 분석결과

5.1 기초통계량

한국의 권리가 소멸된 특허 약 34만개의 특허를 분석할 결과, 특허평균수명은 특허등록 후 7.85년(외국인 특허권자 제외 시 6.5년 수준)으로 나타났다. 기업과 개인의 보유 특허비중이 높았으며, 특허유지기간은 개인이 가장 짧은 6.19년, 이와 반대로 정부는 가장 긴 16.02년

Table 5. The hierarchy comparison of number of sample of the training set and the test set

Hierarchical structure	Number of samples	Method
Step. 1 Create the 1st training set	2,498 ¹⁾ (0.7% of 339,838)	Estimate E using SVR
Step. 2 Create data set including E	339,838	Reflects fixed E on total data
Step. 3 Create the 2nd training set	2,498 (0.7% of 339,838)	The optimal fitting value of Arrhenius equation $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ is derived $\alpha_1 = \exp(-7.7771238)$, $\alpha_2 = 0.75882732$; ($-1 < \alpha_2 < 1$) $\alpha_3 = 0.00001432$ (α_2 is 0.75882732, which meets the prerequisites of an Arrhenius-type deformation) Build 4 Models (Arrhenius, SVM, ANN and Multinomial logistic reg.)
Step. 4 Performance comparison of 4 models	339,838	Performance comparison of 4 models including Arrhenius, SVM, ANN, and logistic reg. and analysis of performance changes according to whether sensitivity is reflected or not

Note: 1)The smallest government application is about 600 out of 339,838, so the training set is extracted with the same proportions of the government, enterprises, individuals and others

으로 나타났다.

다음으로 상대체감비용지수에 따른 특허수명의 변화를 살펴보았다. 일반적인 제품에 해당하는 탄력도 개념을 5대 특허권자에 적용한 ‘상대체감비용지수’를 산출하였다. 선행연구에서 특허의 가격의 수요탄력성은 생필품에 해당하는 0.3~0.4 정도로 매우 낮은 편인데[27,30], 본 연구의 상대체감비용지수도 이와 비슷한 수준인 평균 0.34로 산출되었다(Table 7). 특허, 개인이 0.58로 가장 높았으며, 정부는 반대로 0.08으로 가장 낮았으며, 가장 많은 특허를 보유하고 있는 기업은 0.27로 평균보다 다소 낮았다(Table 7). 개인은 비용상승에 매우 민감한 반면 정부는 비용상승에 가장 덜 민감함을 의미한다. 즉 개인의 특허는 비용 상승에 따른 생존가능성이 가장 낮고 따라서 평균수명이 다른 특허권자에 비해 가장 짧았다[27]. 그리고 특허등록유지기간이 길수록 체감비용지수도 같이 상승하는 것으로 나타났다(Appendix 3).

Table 7. Comparison of average patent retention period and relative feeling cost index for each patentee

Kind of Patentee	Patent Lifespan	Numbe of patent	Number of patent claim	Relative feeling cost index
IND	6.19 year	48,677	5.27	0.58
ORG	7.00 year	17,985	8.69	0.54
COM	8.30 year	159,092	7.49	0.27
GOV	16.02 year	638	4.08	0.08
FOR	9.08 year	94,326	14.95	0.24
Other		19,120		
Total	6.73 year	339,838		0.34

Table 8. Patent internal and external evaluation results

Reg no	Number of family country	Number of claims	...	Actual Patent lifespan	...	Predicted lifespan by only E_a	Predicted lifespan by Arrhenius	Con_Arr_result_Stanine ¹
10-0804840	3	15	...	2558	...	2294.12	2515.593	6
10-0649459	10	16	...	3674	...	2242.99	2484.927	6
10-0730197	1	7	...	4310	...	3837.11	3486.645	3
10-1464628	7	7	...	1749	...	1853.6	2263.333	7
...
10-0879710	1	2	...	2192	...	2187.05	2152.294	8
10-1311340	13	10	...	1396	...	3069.23	3029.614	4
10-1209504	9	39	...	1480	...	3280.53	3187.133	4
10-0812687	1	12	...	4331	...	4553.88	4325.648	2

Note: Con_Arr_result_Stanine1 : Converting lifespan results predicted by Arrhenius model to stanine

한편, 특허의 또 다른 외적요소인 기술분야별 특성을 반영하기 위하여, WIPO(세계지식재산기구)에서 제공하는 35개의 기술분류기준으로 각 기술분야별 평균수명을 측정하였다. 광학분야의 특허의 평균수명은 9.15년으로 가장 길었고, 전자상거래분야는 5.66년으로 가장 짧았다(Appendix 1).

5.2 수명예측결과 및 상대체감비용지수에 따른 실질 수명 변화

아레니우스 평가모델을 사용하여 개별 특허의 예상수명을 기반으로 특허의 우수성을 평가하였으며, Table 8에 각 특허에 대한 입력값, 특허의 내적가치요인만을 고려한 예상수명추정값(E_a)과 사업화주체인 특허권자의 특성과 기술분야의 특성에 해당하는 특허의 외적가치요인을 모두 반영한 예상수명추정결과($1/k$: Predicted lifespan by Arrhenius)를 표시하였다(Table 8). 그리고, 위의 예상수명결과를 스테나인의 9개 등급으로 재가공하여 표시하였다.

다음으로 상대체감비용지수에 따른 실질수명의 변화를 알아보기 위하여 동일한 기술분야(A_0)와 동일한 특허 내적가치(E_a) 특허를 대상으로 상대체감비용지수에 따른 특허수명의 변화를 알아보았다(Fig. 5,6). 동일 기술분야에서 상대체감비용지수가 증가함에 따라 특허의 실질 수명이 단축되었으며, 공작기계 기술분야가 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다(Fig. 5).

그리고 동일한 활성화에너지(E_a) 즉, 동일한 내적가치를 갖는 특허군에서도 상대체감비용지수가 상승함에 따라 특허수명이 단축되는 음의 관계를 보였다. 화학반응 속도에서의 활성화에너지와 온도의 관계 그래프와 유사하게 한 형태를 보였다[34] (Fig. 6).

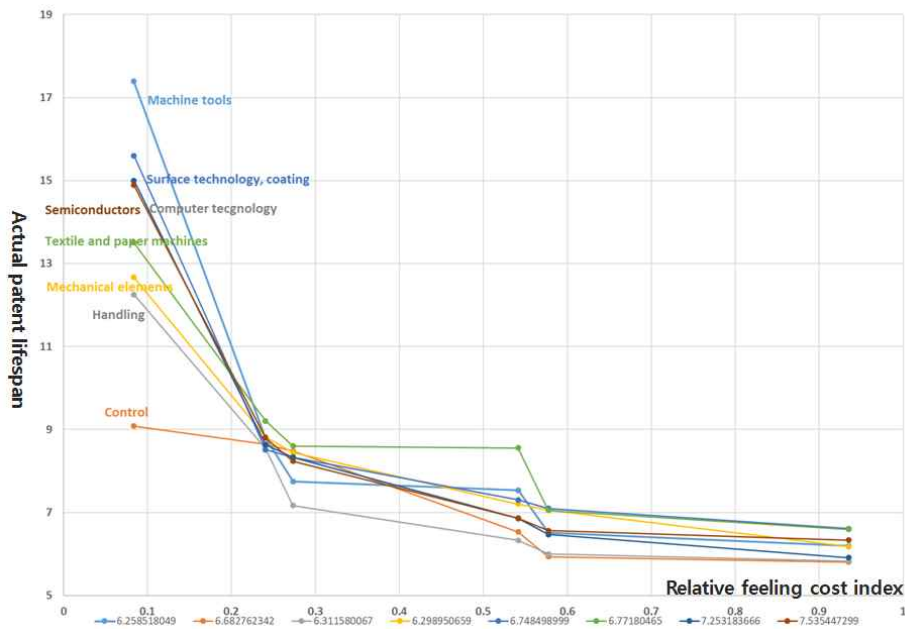


Fig. 5. Actual patent lifespan in the same technology field (A_0) according to 'relative feeling cost index'

5.3 특허의 내적, 외적 평가지표와 실질수명과의 상관관계

특허수명 추정에 사용되는 인자와 특허의 실질수명과의 상관분석을 실시한 결과(Table 9), 특허의 내적가치를 나타내는 특허의 양도 횟수의 상관도는 19.5%로 양

도횟수가 증가할수록 특허가 오래 유지되는 양의 상관관계를 보였다. 특허권자의 특징을 반영한 외적평가요소인 상대체감비용지수의 상관관계는 19.5% 크기의 음의 상관관계를 보였다. 이는 특허의 비용에 대한 부담(체감비용지수)이 높을수록 특허가 조기에 소멸되는 것을 의미한다. 기술분야 특징을 반영하는 WIPO35분류에 따른

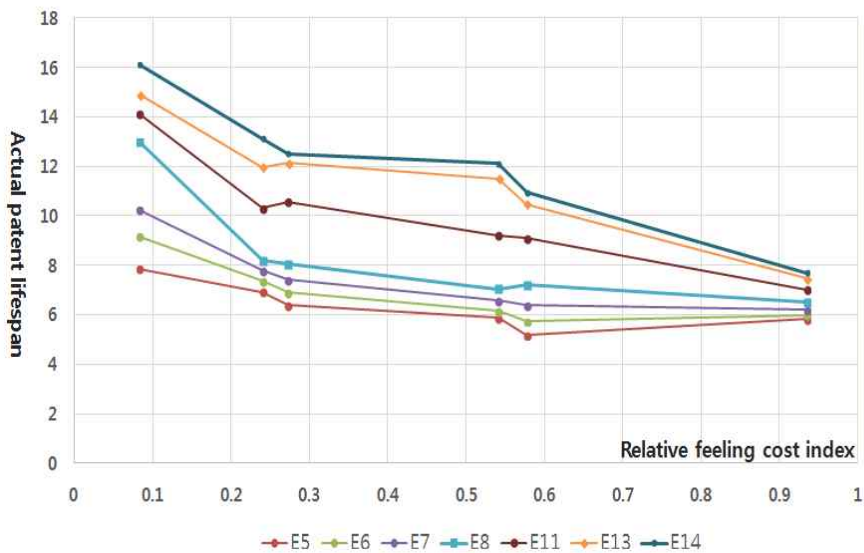


Fig. 6. Actual patent lifespan in the same intrinsic value of patent (E_a) according to 'relative feeling cost index'

평균수명은 실질수명과 11.5%의 상관관계를 보였다 (Table 9).

5.4 모델성능평가

특허등록 후 평균수명보다 짧은 6년 이전에 소멸되는 특허를 ‘단기’, 7년에서 15년 동안 유지되는 특허를 ‘중기’, 그리고 16년부터 특허의 법적보호기간까지 권리를 유지되는 특허를 ‘장기’로 구분하여 분석하였다. 단기로 분류된 특허는 가치가 낮은 특허, 장기로 분류된 특허는 가치가 높은 특허라 할 수 있다. 그리고 선행연구에서 특허의 수명을 추정하는 알고리즘으로 사용된 모델인 SVM[12,13], ANN[11,12], Multinomial logistic reg.[33]과 Arrhenius 기반평가모델과 성능(accuracy)

을 비교하였다.

5.4.1 특허수명예측 모델의 성능평가

Table. 10에서 보는 바와 같이 학습세트를 테스트데이터 세트에 포함시킨 경우 모든 모델에서 정확도(accuracy)가 상승하였으며, 특히 상대체감비용지수 ‘T’를 포함시킨 경우 로지스틱 방정식을 제외하고 모두 상승하였다[65](Table 10, Table 13, Appendix 4).

다음으로, 모델별 분류성능을 보다 자세히 살펴보기 위하여, 특허의 실질수명과 모델이 예측한 수명을 오차행렬로 정리하였다(Table 11).

각 모델의 정확도를 분석한 결과, 아레니우스 평가모델이 가장 높았으며, SVM모델이 다음으로 높았다. 신경

Table 9. Correlation Analysis of Patent Lifespan Determinants (internal and external indicators)

Factors		Correlation Analysis	
1	Patent Lifespan	Pearson Correlation coefficient	1
		significance probability	
		N	339838
2	Average lifespan by wipo35 technology field (WIPO_Avg_Lifespan)	Pearson Correlation coefficient	.115**
		significance probability	0.000
		N	339838
3	Relative feeling cost index	Pearson Correlation coefficient	-.195**
		significance probability	.000
		N	339838
4	Grant lag	Pearson Correlation coefficient	.061**
		significance probability	0.000
		N	339838
5	Number of Inventors	Pearson Correlation coefficient	-.011**
		significance probability	0.000
		N	339838
6	Number of Patent Assignments	Pearson Correlation coefficient	.195**
		significance probability	0.000
		N	339838
7	Number of Claims	Pearson Correlation coefficient	0.001
		significance probability	0.712
		N	339838
8	Length of Representative Claim	Pearson Correlation coefficient	-.094**
		significance probability	.000
		N	339838
9	Number of Patentees' Patents	Pearson Correlation coefficient	.146**
		significance probability	.000
		N	339838
10	Number of Drawings	Pearson Correlation coefficient	0.002
		significance probability	0.296
		N	339838
11	Number of Patent Families' Countries	Pearson Correlation coefficient	-.010**
		significance probability	.000
		N	339838
12	Number of Priorities	Pearson Correlation coefficient	.059**
		significance probability	.000
		N	339838
13	Number of Related Applications	Pearson Correlation coefficient	-.007**
		significance probability	.000
		N	339838

Note: * and ** indicate significance levels at 5% and 1%, respectively.

Table 10. Performance comparison

Models	Including Train set		Excluding Train set	
	Excluding T	Including T	Excluding T	Including T
	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy
Arrhenius Model		59.96%		59.95%
SVM	59.15%	59.44%	59.15%	59.36%
Artificial Neural Network	52.40%	54.10%	52.81%	53.45%
Multinomial logistic reg.	51.33%	50.69%	51.31%	50.64%

Note : The artificial neural network model changed the mana value when evaluating, and as a result of conducting a total of 10 times, the accuracy was 51.5% to 54.10%, and the one with the highest accuracy was described.

Table 11. Performance comparison using 3x3 confusion matrix (Including Train Set)

	Class 1 (1~6 year)		Class 2 (7~15 year)		Class 3 (16~Max. year)		Accuracy
	Logistic reg.	Predicted lifespan					
Multinomial logistic reg.	Actual lifespan	Class	1	2	3	50.69%	
		1	109343	25154	21412		
		2	76017	54756	31677		
		3	8480	4822	8177		
Support Vector Machine	Actual lifespan	Class	1	2	3	59.44%	
		1	72479	83368	62		
		2	33303	128900	247		
		3	2072	18800	607		
Artificial Neural Network	Actual lifespan	Class	1	2	3	51.5%~ 54.1% (51.81%)	
		1	24881	130926	102		
		2	11109	150921	420		
		3	455	20760	264		
Arrhenius Model	Actual lifespan	Class	1	2	3	59.96%	
		1	80674	75204	31		
		2	39445	122682	323		
		3	2973	18104	402		

망모델은 실험횟수에 따라 정확도의 차이가 많이 발생하였으며(51.5%~54.1%), 일반적으로 신경망모델은 은닉층의 수에 따라 성능과 처리시간의 차이가 큰 것으로 알려져 있다[66].

SVM은 분류판별에 가장 많이 사용되는 분석알고리즘이며, 인공지능망은 인간 두뇌의 학습방법을 모방한 것으로[67], 현재 인공지능 분야에서 최고의 알고리즘으로 여겨지고 있다.

5.4.2 특허의 우수성 등급

특허의 우수성을 평가하기 위하여 아레니우스 평가모델로 예측한 수명결과를 스테나인(Stanine) 등급방법을

사용하여 9개 등급으로 구분하였다 (Table 12). 스테나인 등급은 평균이 5이고 표준편차가 2인 9점 척도에 따라 점수를 부여하게 된다[68]. 1등급의 특허는 특허의 질적가치가 가장 높은 특허이며, 반대로 9등급의 특허는 질적가치가 가장 낮은 특허를 의미한다. 9등급의 특허가 초기에 특허가 소멸된 가능성이 가장 높으며, 9등급의 특허의 77.9%가 실제로 가장 짧은 기간동안 특허가 유지되었다. 흥미롭게도 특허의 등급이 낮아질수록 6년 이하에 포기되는 특허수가 증가하였으며, 반대로 등급이 높아질수록 최대 수명까지 유지되는 경향을 보였다 (Table 12, Appendix 4).

또한, 각 수명에 해당하는 특허비율과 등급의 Spearman

Table 12. Evaluation grading results for 339,838 patent (Arrhenius)

Stanine grade on the predicted lifespan of patents using Arrhenius Equation	Number of Patents	Actual lifespan			
		1~6	7~15	16~ Maximum	
1: Superior	4%	13,593	1,315 (9.7%)	8,607 (63.3%)	3,671 (27.0%)
2	7%	23,789	2,979 (12.5%)	18,108 (76.1%)	2,702 (11.4%)
3	12%	40,780	9,459 (23.2%)	27,617 (67.7%)	3,704 (9.1%)
4	17%	57,773	21,455 (37.1%)	32,226 (55.8%)	4,092 (7.1%)
5	20%	67,967	33,042 (48.6%)	31,173 (45.9%)	3,752 (5.5%)
6	17%	57,773	33,122 (57.3%)	22,450 (38.9%)	2,201 (3.8%)
7	12%	40,780	26,855 (65.9%)	12,970 (31.8%)	955 (2.3%)
8	7%	23,789	17,101 (71.9%)	6,381 (26.8%)	307 (1.3%)
9: Poor	4%	13,594	10,581 (77.9%)	2,918 (21.5%)	95 (0.7%)
Total		339,838	155,909	162,450	21,479

Table 13. Evaluation correlation analysis for Stanine Grade

Patent value Grade	Two types of Arrhenius patent evaluation model					
	Arrhenius Model k (Including patentee(T) and technical field(A_0))			Internal patent value E_a (Excluding patentee(T) and technical field(A_0))		
	Actual lifespan			Actual lifespan		
	1-6 year	7-15 year	16-Max. year	1-6 year	7-15 year	16-Max. year
coefficient (ρ_s)	1.000**	-.950**	-1.000**	1.000**	-.950**	-1.000**
p -value	.000	.000	.003	.000	.000	.005
N	9	9	9	9	9	9
coefficient (ρ^t)	.992**	-.956**	-.856**	.982**	-.917**	-.831**

Notes: ** indicate significance level at 1%.

¹In case of ordinal scaled, spearman correlation analysis must be performed, but pearson correlation analysis used for ratio scale is added as a reference in order to find out in detail the difference according to the reflection of the external value factor.

상관관계를 분석하였다[69](Table 13). 그 결과, 6년 이하에 특허가 포기되는 특허비용과 등급 사이의 ρ_s 값은 1.000으로 완벽한 양의 상관관계를 보였으며, 반대로 16년 이상에서는 ρ_s 값은 1.000으로 완벽하게 음의 상관관계를 보였다. 따라서 특허의 등급과 실제수명사이에는 유의미한 관계가 있었다(Table 13).

또한, 특허의 내적가치(E_a)만 고려한 경우보다, 특허의 외적가치를 포함하여 예측한 경우 모든 구간에서 보다 정확도가 상승하는 것을 확인할 수 있다(Appendix 4, Table 13).

5.5 결과해석

본 연구에서는 특허가치판단의 도구로 많이 사용되고 있는 특허수명을 화학반응속도 개념을 도입하여 통계역학적으로 해석하였다. 특허의 자체의 품질을 활성화에너지(E_a)에 대응시키고, 특허권자별 체감하는 비용을 '상대 체감비용지수'로 정의하고 반응온도(T)에 대응시켰다. 마지막으로 특허가 보호하고 있는 대상 기술분야의 특성

을 유효충돌빈도(A_0)로 정의하였다. 특허고유품질, 사업 화주체인 특허권자 그리고 기술환경이라는 3가지 관점에서 특허수명을 결정하는 요인을 하나의 모델로 설계하여 입체적으로 분석하였다.

본 연구를 통해서 특허수명이 화학반응과 유사하게 결정됨을 실증하였다. 특허는 열역학의 엔트로피 법칙처럼 추가적인 마이너스 엔트로피인 특허갱신료 지불해야 권리가 유지되며, 시간에 따라 권리가 소멸될 가능성이 높아질 수밖에 없다. 또한 열역학에서 온도가 높을수록, 활성화에너지가 낮을수록, 유효충돌빈도가 높을수록 반응속도가 증가하는 것처럼, 특허자체의 품질이 낮을수록, 상대체감비용지수가 높을수록, 관련 기술분야의 특허평균수명이 짧을수록 특허포기수가 증가하는 경향을 보였다. 또한, 상대체감비용지수는 기존의 특허탄력도에 대한 선행연구와 유사한 0.34로 분석되었다. 그리고 특허권자 마다 약간의 차이를 보였으며, 개인이 가장 높았고 정부가 가장 낮게 나타났다. 상관분석결과 상대체감비용지수는 특허의 양도수와 함께 특허의 실질수명과 가장

높은 상관관계를 보였다. 그리고 특허품질뿐만 아니라 특허권자와 특허가 보호하는 기술적 환경요인도 특허수명을 결정하는 중요한 요인으로 분석되었다.

그리고 상대체감비용지수를 사용한 경우에 로지스틱 방정식을 제외하고 모든 모델에서 성능이 향상되었다. 그리고 동일한 내적가치를 갖는 특허와 동일한 기술분야의 특허가 상대체감비용지수에 따라 실제 수명이 달라지는 것을 보였다. 특히, 화학반응의 활성화에너지에 해당하는 내적가치가 동일한 수준의 특허가 상대체감온도가 변함에 따라 특허권이 소멸되는 경향이 다르게 나타났다. 온도, 즉 상대체감지수가 높아짐에 따라 특허수명이 단축되었으며, 반대로 상대체감온도가 낮으면 실제수명이 오래 유지되는 경향을 보였다. 이는 정부나 기업보다 체감온도지수가 높은 개인 특허권자 일수록 연차별 특허갱신료에 더욱 민감하여 특허권을 조기에 포기하고, 정부는 연차별 특허갱신료 상승에 대하여 덜 민감하여 권리가 오래 유지되는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 아레니우스 모델이 다른 3개의 기존 모델보다 성능이 우수하고 기존 모델에서도 상대체감비용지수를 반영한 경우 모델의 성능이 향상되어 새로 제안한 평가모델과 지표를 특허평가 실무에 충분히 활용할 수 있음을 보였다. 특히, 아레니우스 모델로 예측된 수명의 스테나인등급이 6년 이하의 가장 낮은 등급에서 77.9%로 높아 저 품질의 특허를 필터링 하는 도구로 충분히 사용할 수 있다.

제안된 평가모델은 특허의 내적가치와 외적가치를 각각 고려할 수 있고, 특허평가의 설명력을 높이기 위하여 도입되었다. 특히, 특허의 내적가치 뿐만 아니라, 사업화 주체의 특징과 기술분야의 특성을 모두 반영한 모델로서, 그동안 계량화하기 어려웠던 명목적도를 아레니우스 식을 사용하여 논리적으로 계량화하였다. 이러한 명목적도를 계량화하지 않을 경우 기술분야나 사업화주체에 따라 모델수가 증가하는 문제점을 일정 부분 해결할 수 있다.

6. 결론

연구결과를 요약하면, 특허권자에 따른 상대체감비용지수가 증가함에 따라 특허의 실질수명이 감소하였으며, 상대체감비용지수는 실질수명과 높은 상관도를 보였다. 또한 선행연구에서 특허평가모델로 사용되었던 SVM, ANN, Logistic reg. 알고리즘보다 제안한 아레니우스 평가모델의 성능이 우수하였으며, 아레니우스 모델로 예측한 수명결과를 스테나인 등급으로 구분하여 상관도 분석

을 실시한 결과 강한 상관관계를 보였다.

본 연구에서는 특허수명에 초점을 맞춘 수많은 선행연구가 존재함에도 불구하고 개별특허의 우수성을 평가함에 있어서 상대적으로 소홀히 했던 특허의 외적가치요소를 내적가치요소와 함께 고려할 수 있는 하나의 평가모델로 제시하였다. 그리고 이러한 외적요소와 내적요소를 모두 반영하기 위한 평가모델을 설계함에 있어 모델의 이해도를 높이고 평가인자의 계량화의 타당성을 마련하고자 아레니우스식이라는 화학반응 속도식을 도입하여 분석하였는데 학문적 의미가 있다. 또한 외적인 사업화대상을 분석함으로써 특허평가의 정확도를 향상시킬 수 있음을 보였다.

제안한 평가모델은 특허를 단기, 중기, 장기의 3단계로 예측함에 있어 60%의 정확도(accuracy)를 갖는 수준으로 다른 모델보다 성능이 우수하지만 아직 정확도가 높지 않다. 하지만, 불확실성이 높은 비즈니스 환경에서 특허를 유지하는 의사결정을 다루기 때문에 상대적으로 낮은 정확도 값도 허용될 수 있으며[70], 특허의 유지 및 포기에 대한 의사결정을 할 수 있는 하나의 객관적 기준을 제공했다는 데 의미가 있다.

또한 제안모델은 기계학습의 단점으로 지적되는 블랙박스라는 평가과정과 평가결과에 대하여 설명력이 부족한 문제점을 일부 해결하였다. 따라서 제안모델은 자연현상을 이용한 접근방식은 성능과 이해도 측면에서 우수한 특허평가모델로서, 실제 경영환경에서 특허권을 유지 여부 의사결정이나, IP금융지원을 위한 특허평가[71] 혹은 R&D 성과평가를 위한 도구로서 대량의 특허를 신속하게 평가하는데 사용할 수 있다. 또한, 본 연구는 등록된 특허가 향후 몇 년 동안 특허권을 유지할 지 수명을 예측하는 모델을 제시하고 정확도를 실증한 연구로서, 기업의 특허포트폴리오 구축과정에서 특허권자가 보유한 특허의 경제적 가치를 판단하는 하나의 중요한 지표가 될 수 있다. 또한 이러한 지표는 특허의 효용이 낮지만 미래의 불확실성에 따라 무의미하게 특허권을 유지함으로써 발생하는 사회적 비용을 줄일 수 있다.

지금까지의 많은 특허수명과 관련된 선행연구는 광범위하게 진행되어 왔음에도 불구하고, 열역학의 반응속도와 연관지어 해석하거나 특허권자에 따른 상대체감비용지수 개념을 도입하여 특허수명예측에 활용한 연구는 없었다. 이러한 연구는 단순히 특허정량적 지표와 특허갱신데이터와의 상관관계를 분석하거나, 널리 알려진 인공지능 알고리즘을 사용하는 기존연구와는 차이가 있으며, 특허수명의 결정요인을 내적가치요인과 외적가치요인으로 분류하고 통계역학

(statistical mechanics) 특히 화학반응속도식을 도입하여 해석한 새로운 시도라는 점에 의미가 있다.

그러나, 특허수명을 추정함에 있어 특허의 정량적인 데이터를 이용하는 것에 부정적인 시각도 있다. 청구항 수나 패밀리국가수, 특허권자정보 등이 특허가치에 중요한 판단 요인임은 분명하지만 특허수명을 쉽게 정량화할 수 있는 이러한 요인뿐만 아니라, 특허권자에 대한 심리도 중요한 변수가 될 수 있으며 정부의 정책이나 기업의 경영방침에 크게 좌우될 수 있기 때문이다. 또한 본 연구에서는 많은 선행연구에서 사용한 방법인 특허의 가치(E_a)를 특허의 수명으로 가정하여 분석하였다. 특허의 가치를 측정하는 여러 방법이 있지만, 대부분 정성적 판단에 의한 것으로 관련 정보를 얻기가 어렵고 객관성이 결여될 수 있는 문제점이 있어 특허수명과 특허가치를 동일한 개념으로 사용한 일부 한계가 있다.

그럼에도 불구하고 특허의 정량적인 요인을 이용한 특허수명 예측 방법은 공개된 데이터를 활용하여 동일한 기준으로 신속하게 많은 특허를 평가할 수 있으므로, 특허의 경제적 판단이나 특허권의 유지포기에 대한 1차적인 의사를 결정할 수 있는 하나의 지표로서 충분한 의미를 가진다. 그리고 제시한 모델의 예측력을 향상시키기 위한 방법으로 중소기업, 대기업, 공공출연연구소 등으로 특허권자를 더욱 세분화하거나, 특허권자의 성향을 보다 잘 반영할 수 있도록 상대체감비용지수를 산출하는 다양한 방법을 고려할 수 있다. 향후, 특허의 내적, 외적 가치를 측정할 수 있는 다양한 지표와 모델링에 대한 연구가 있기를 기대한다.

REFERENCES

- [1] Munari, F., & Oriani, R. (Eds.). (2011). *The economic valuation of patents: methods and applications*. Edward Elgar Publishing.
- [2] Bessen, J. (2008). The value of US patents by owner and patent characteristics. *Research Policy*, 37(5), 932-945.
- [3] Squicciarini, M., Dernis, H., & Criscuolo, C. (2013). Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value.
- [4] Choi, Y. M., & Cho, D. (2018). A study on the time-dependent changes of the intensities of factors determining patent lifespan from a biological perspective. *World Patent Information*, 54, 1-17.
- [5] Guellec, D., & de la Potterie, B. V. P. (2000). Applications, grants and the value of patent. *Economics letters*, 69(1), 109-114.
- [6] Pakes, A., & Schankerman, M. (1984). The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources. In *R&D, patents, and productivity* (pp. 73-88). University of Chicago Press.
- [7] Pakes, A. (1984). *Patents as options: Some estimates of the value of holding European patent stocks* (No. w1340). National Bureau of Economic Research.
- [8] Narin, F., Noma, E., & Perry, R. (1987). Patents as indicators of corporate technological strength. *Research policy*, 16(2-4), 143-155.
- [9] Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and statistics*, 81(3), 511-515.
- [10] Yoo, S. H., Lee, Y. H., & Won, D. K. (2006). A study on estimation of technology life span using analysis of patent citation. *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 31(4), 1-11.
- [11] Choi, J., Jeong, B., Yoon, J., Coh, B. Y., & Lee, J. M. (2020). A novel approach to evaluating the business potential of intellectual properties: A machine learning-based predictive analysis of patent lifetime. *Computers & Industrial Engineering*, 145, 106544.
- [12] KIPI, *K-PEG(Korea Patent Evaluation Grading)*. <https://kpeg.pipc.or.kr>, (Accessed, 2020.08.10.)
- [13] Song, Y., Wen, S., Li, W., Yang, L., & He, Y. (2019). Evaluation of a Patent value based on AHP fuzzy comprehensive evaluation method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1345(2), 022023
- [14] Cortez, P., & Embrechts, M. J. (2013). Using sensitivity analysis and visualization techniques to open black box data mining models. *Information Sciences*, 225, 1-17.
- [15] Jun, S. P., Park, H. W., & Yoo, J. Y. (2012). The development of the method of determining remaining cited-patent life time using the survival curve analysis. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 15(4), 745-765.
- [16] KIAT (2014). *Technical Valuation Practice Guide*, Ministry of Trade, Industry and Energy
- [17] Park, S. T., Leet, S. J., & Kim, Y. K. (2011). Weight Differences of Patent Valuation Factors by Industries. *Journal of Digital Convergence*, 9(3), 105-116.
- [18] Briand, L., El Emam, K., & Morasca, S. (1996). On the application of measurement theory in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 1(1), 61-88.
- [19] Korea Patent Office, *Korea Patent Law Article 1-29*. <https://www.law.go.kr>, (Accessed, 2020.08.10.)
- [20] Trappey, A. J., Trappey, C. V., Govindarajan, U. H., & Sun, J. J. (2019). Patent value analysis using deep learning models—The case of IoT technology mining for the manufacturing industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- [21] Kim, Y., Park, S., Lee, J., Jang, D., & Kang, J. (2021).

- Integrated Survival Model for Predicting Patent Litigation Hazard. *Sustainability*, 13(4), 1763.
- [22] Dennis D. Crouch, (2012). *Patent Maintenance Fees*, PatentlyO, <https://patentlyo.com/patent/2012/09/patent-maintenance-fees.html> (Accessed 2019.08.10.)
- [23] Cornelli, F., & Schankerman, M. (1999). Patent renewals and R&D incentives. *The RAND Journal of Economics*, 197–213.
- [24] Lanjouw, J. O. (1998). Patent protection in the shadow of infringement: Simulation estimations of patent value. *The Review of Economic Studies*, 65(4), 671–710.
- [25] Pitkethly, R. (1997). The valuation of patents: a review of patent valuation methods with consideration of option based methods and the potential for further research. *Research Papers in Management Studies—University of Cambridge Judge Institute of Management Studies*.
- [26] Serrano, C. J. (2010). The dynamics of the transfer and renewal of patents. *The RAND Journal of Economics*, 41(4), 686–708.
- [27] Harhoff, D., Hoisl, K., Reichl, B., & de la Potterie, B. V. P. (2009). Patent validation at the country level? the role of fees and translation costs. *Research Policy*, 38(9), 1423–1437.
- [28] De Rassenfosse, G., & Jaffe, A. B. (2018). Are patent fees effective at weeding out low-quality patents?. *Journal of Economics & Management Strategy*, 27(1), 134–148.
- [29] De Rassenfosse, G., & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2013). The role of fees in patent systems: Theory and evidence. *Journal of Economic Surveys*, 27(4), 696–716.
- [30] Rassenfosse, G. D., & Potterie, B. V. P. D. L. (2012). On the price elasticity of demand for patents. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(1), 58–77.
- [31] Barney, J. A. (2006). *The quality conundrum, Intellectual Asset Management*, https://www.oceantomo.com/pdf/studies/IAM_JB_10_2006.pdf, (2019.06.16. accessed)
- [32] Lemley, M. A., & Shapiro, C. (2005). Probabilistic patents. *Journal of Economic Perspectives*, 19(2), 75–98.
- [33] Hikkerova, L., Kammoun, N., & Lantz, J. S. (2014). Patent life cycle: New evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 88, 313–324.
- [34] Levenspiel, O. (1999). *Chemical reaction engineering*. John Wiley & Sons.
- [35] Cho, D., & Choi, G. (2012). A numeric technology valuation model in conjunction with chemical reaction kinetics. *Advanced Science Letters*, 8(1), 499–503.
- [36] Jafari, S. M., Ganje, M., Dehnad, D., Ghanbari, V., & Hajitabar, J. (2017). Arrhenius equation modeling for the shelf life prediction of tomato paste containing a natural preservative. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(15), 5216–5222.
- [37] Woo, C. S., & Park, H. S. (2011). Useful lifetime prediction of rubber component. *Engineering Failure Analysis*, 18(7), 1645–1651.
- [38] Brancato, E. L. (1992). Estimation of lifetime expectancies of motors. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 8(3), 5–13.
- [39] Cooper, M. S. (2005). Investigation of Arrhenius acceleration factor for integrated circuit early life failure region with several failure mechanisms. *IEEE Transactions on components and packaging technologies*, 28(3), 561–563.
- [40] Munch, S. B., & Salinas, S. (2009). Latitudinal variation in lifespan within species is explained by the metabolic theory of ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(33), 13860–13864.
- [41] Gislason, H., Daan, N., Rice, J. C., & Pope, J. G. (2010). Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11(2), 149–158.
- [42] Clark, K. B. (2010). Arrhenius-kinetics evidence for quantum tunneling in microbial “social” decision rates. *Communicative & integrative biology*, 3(6), 540–544.
- [43] Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: a critical review. *Annu. Rev. Public Health*, 29, 41–55.
- [44] Mimkes, J. (2003). Concepts of Thermodynamics in Economic Systems I. *Economic Growth*.
- [45] Cimbliris, B. (1998). Economy and thermodynamics. *Economy and Energy*, 9, 1–9.
- [46] Arrhenius, S. (1889). Über die Dissociationswärme und den Einfluss der Temperatur auf den Dissociationsgrad der Elektrolyte. *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 4(1), 96–116.
- [47] IP5, Statistics Report 2019 (2020), fiveIPoffice
- [48] Wikipedia. *Ideal gas law*. https://en.wikipedia.org/wiki/Ideal_gas_law (Accessed, 2020.04.21.)
- [49] N.Gregory Mankiw(2015), *Principle of economics*, Cengage Learning
- [50] Laidler, K. J. (1996). A glossary of terms used in chemical kinetics, including reaction dynamics (IUPAC Recommendations 1996). *Pure and applied chemistry*, 68(1), 149–192.
- [51] Wikipedia. *Arrhenius equation*. https://en.wikipedia.org/wiki/Arrhenius_equation (Accessed, 2020.04.26.)
- [52] Okushima, A., Ueda, R., Ishida, S., Oda, T., Takanashi, C., Watanabe, T., ... & Uenishi, K. (2018). Patent evaluation framework using support vector regression. *SPIM Innovation Symposium*, 1–18
- [53] Jonathan A. Barney (2011). *Method and system for rating patents and other intangible assets*. PatentRating,

- USPTO. US7,962,511B2
- [54] Schmoch, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. *Final report to the world intellectual property organisation (wipo)*, WIPO.
- [55] Lanjouw, J. O., & Schankerman, M. (2004). Protecting intellectual property rights: are small firms handicapped?. *The journal of law and economics*, 47(1), 45-74.
- [56] Harhoff, D., & Wagner, S. (2009). The duration of patent examination at the European Patent Office. *Management Science*, 55(12), 1969-1984.
- [57] Frietsch, R., Schmoch, U., Van Looy, B., Walsh, J. P., Devroede, R., Du Plessis, M., ... & Schubert, T. (2010). *The value and indicator function of patents (No. 15-2010)*. Studien zum deutschen Innovationssystem.
- [58] Svensson, R. (2012). Commercialization, renewal, and quality of patents. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(2), 175-201.
- [59] Serrano, C. J. (2005). The market for intellectual property: Evidence from the transfer of patents. *University of Minnesota and Federal Reserve Bank of Minneapolis, mimeo*.
- [60] Reitzig, M. (2004). Improving patent valuations for management purposes? validating new indicators by analyzing application rationales. *Research policy*, 33(6-7), 939-957.
- [61] van Zeebroeck, N. (2007). Patents only live twice: a patent survival analysis in Europe. *ULB-Universite Libre de Bruxelles*.
- [62] Lanjouw, J. O. (1998). Patent protection in the shadow of infringement: Simulation estimations of patent value. *The Review of Economic Studies*, 65(4), 671-710.
- [63] Harhoff, D., Scherer, F. M., & Vopel, K. (2003). Citations, family size, opposition and the value of patent rights. *Research policy*, 32(8), 1343-1363.
- [64] EPO, *worldwide bibliographic database (DOCDB)*. <http://www.epo.org>. (Accessed, 2018.03.14.)
- [65] Kalantar, B., Pradhan, B., Naghibi, S. A., Motevalli, A., & Mansor, S. (2018). Assessment of the effects of training data selection on the landslide susceptibility mapping: a comparison between support vector machine (SVM), logistic regression (LR) and artificial neural networks (ANN). *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 9(1), 49-69.
- [66] Karsoliya, S. (2012). Approximating number of hidden layer neurons in multiple hidden layer BPNN architecture. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 3(6), 714-717.
- [67] James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York: springer.
- [68] Salkind, N. J. (2006). *Encyclopedia of measurement and statistics*. SAGE publications.
- [69] Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of

correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, 24(3), 69-71.

- [70] Choi, J., Jeong, B., & Yoon, J. (2019). Technology opportunity discovery under the dynamic change of focus technology fields: Application of sequential pattern mining to patent classifications. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119737.
- [71] Park, S. T., & Kim, Y. K. (2012). A Study on patent valuation for the activation of IP finance. *Journal of Digital Convergence*, 10(11), 315-321.

최 용 목(Yong-Muk, Choi)

[정회원]



- 1999년 2월 : 홍익대학교 전자전기 제어공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 홍익대학교 지식재산권 법 (법학석사)
- 2007년 8월 : 한국방송통신대학교 경영학과 (경영학사)
- 2010년 2월 : 연세대학교 디스플레이 공학 (공학석사)
- 2015년 3월 ~ : 한양대학교 기술경영전문대학원 (박사과정)
- 관심분야 : 특허가치평가, 행동경제학, 생태경제학
- E-Mail : ymchoi7901@naver.com

이 재 원(JAEWON LEE)

[정회원]



- 2003년 2월 : 부산대학교 전자공학 (공학사)
- 2007년 2월 : 방송통신대학교 법학과 (법학사)
- 2018년 8월 : 방송통신대학교 정보통계학과(이학사)
- 2003년 3월 ~ : 한국특허정보원
- 관심분야 : 통계, 머신러닝, 전산, 법학, 전자공학
- E-Mail : tsquare@pipc.or.kr

조 대 명(Dae-Myeong Cho)

[정회원]



- 1992년 2월 : 한양대학교 공업화학 과 (공학사)
- 1994년 2월 : 한양대학교 화학공학과 (공학석사)
- 2012년 2월 : 한양대학교 산업공학과 (공학박사)
- 2020년 현재 : 한양대학교 기술경영 전문대학원 부교수
- 관심분야 : 기술가치평가, 기업 및 산업 Life Cycle
- E-Mail : dmjo@hanyang.ac.kr

Appendix 1. Definition of WIPO 35 Category and Average Lifespan of the Patent Group

	Technical classification by WIPO(WIPO 35)	lifespan(Date)	lifespan(Year)	patent count
1	Electrical machinery, apparatus, energy	2713.98	7.44	23,954
2	Audio-visual technology	3128.68	8.57	23,579
3	Telecommunications	3257.15	8.92	27,796
4	Digital communication	2484.95	6.81	13,871
5	Basic communication processes	3290.22	9.01	3,288
6	Computer technology	2901.53	7.95	20,574
7	IT methods for management	2065.11	5.66	3,776
8	Semiconductors	3009.01	8.24	23,033
9	Optics	3338.65	9.15	16,014
10	Measurement	2631.85	7.21	10,178
11	Analysis of biological materials	2478.18	6.79	1,012
12	Control	2798.40	7.67	3,938
13	Medical technology	2454.39	6.72	8,076
14	Organic fine chemistry	2845.90	7.80	7,187
15	Biotechnology	2860.32	7.84	4,593
16	Pharmaceuticals	2825.68	7.74	4,365
17	Macromolecular chemistry, polymers	3264.36	8.94	5,517
18	Food chemistry	2639.68	7.23	5,625
19	Basic materials chemistry	2917.75	7.99	6,817
20	Materials, metallurgy	3111.12	8.52	8,936
21	Surface technology, coating	2977.46	8.16	4,701
22	Micro-structural and nano-technology	2276.23	6.24	982
23	Chemical engineering	2796.38	7.66	6,363
24	Environmental technology	2929.60	8.03	6,274
25	Handling	2625.28	7.19	6,544
26	Machine tools	2816.68	7.72	8,609
27	Engines, pumps, turbines	2844.69	7.79	7,677
28	Textile and paper machines	3084.39	8.45	5,100
29	Other special machines	2630.72	7.21	9,805
30	Thermal processes and apparatus	3016.15	8.26	8,583
31	Mechanical elements	3012.89	8.25	6,114
32	Transport	2732.87	7.49	14,295
33	Furniture, games	2234.25	6.12	8,563
34	Other consumer goods	2592.45	7.10	10,556
35	Civil engineering	2586.48	7.09	13,543

Appendix 2. Annual and cumulative fees according to the retention period of the Korean patent

Annual discrimination	Patent	Cost of the year (8 Claim Terms Criteria)
Annual renewal fee	1~3 Every year 15,000 Won. & added per claim1 13,000 Won.	119,000
	4~6 Every year 40,000 Won. & added per claim1 22,000 Won.	216,000
	7~9 Every year 100,000 Won. & added per claim1 38,000 Won.	404,000
	10~12 Every year 240,000 Won. & added per claim1 55,000 Won	680,000
	13~15 Every year 360,000 Won. & added per claim1 55,000 Won.	800,000
	16~20 Every year 360,000 Won. & added per claim1 55,000 Won.	800,000

Notes: (Unit: WON_), Source: KIPO

Appendix 3. Feasibility cost index according to the increase of the renewal fee and the number of lapsed patents (Based on 8 claims)

Renewal time	Renewal fee (Price)			Number of extinguished patent rights (Demand)					Feasibility Cost Index
	Cumulative renewal fee (previous)	Cumulative renewal fee (After)	Renewal fee rate of change	Number of patents (previous)	Number of patents (After)	amount of change	Renewal rate	Renewal change rate	
3~4 year	357,000	573,000	61%	339,436	279,486	59,950	82%	-18%	0.29
6~7 year	1,005,000	1,409,000	40%	213,013	183,929	29,084	86%	-14%	0.34
9~10 year	2,127,000	2,897,000	36%	144,919	117,619	27,300	81%	-19%	0.52
12~13 year	4,257,000	5,057,000	19%	66,689	45,018	21,671	68%	-32%	1.73

Appendix 4. Evaluation grading results for 339,838 patent (only Ea)

Stanine grade on the predicted lifespan of patents using E_a of Arrhenius Equation	%	Number of Patents	Actual lifespan		
			1~6	7~15	16~ Maximum
1: Superior	4%	13,593	2,010 (14.8%)	7,751 (57.0)	3,832 (28.2%)
2	7%	23,789	3,597 (15.1%)	17,151 (72.1%)	3,041 (12.7%)
3	12%	40,780	9,681 (23.7%)	27,704 (67.9%)	3,395 (8.3%)
4	17%	57,773	21,462 (37.1%)	32,448 (56.2%)	3,863 (6.7%)
5	20%	67,967	33,301 (49.0%)	31,337 (46.1%)	3,329 (4.9%)
6	17%	57,773	33,638 (58.2%)	21,910 (37.9%)	2,225 (3.9%)
7	12%	40,780	26,220 (64.3%)	13,463 (33.0%)	1,097 (2.7%)
8	7%	23,789	16,288 (68.5%)	7,005 (29.4%)	496 (2.0%)
9: Poor	4%	13,594	9,712 (71.4%)	3,681 (27.1%)	201 (1.5%)
Total		339,838	155,909	162,450	21,479