

초기단계 기술평가를 위한 사업화 성공가능성 추정모델 연구

박현우* · 이종택** · 박태호***

I. 서론

기술가치 평가방법은 평가대상인 기술의 유형과 평가자에 따라 상이한데, 이론 및 실무에서 제시하는 평가방법들은 크게 3가지, 즉 수익접근법, 시장접근법, 비용접근법이 주요 사용되고 있으며 이중 미래의 수익을 추정하여 기술의 가치를 평가하는 수익접근법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 수익접근법은 기술로부터 발생하는 미래현금흐름의 현재가치의 합계로서 기술가치를 평가하는 방법으로서 기술을 이용하여 발생하는 추가적인 현금흐름을 추정하여 기술의 가치를 평가하는 방법이다. 이는 기술의 수익창출 능력을 자본화함으로써 그 기술의 경제적 가치를 구하는 것이다. 예를 들어 기술을 타인에게 대여하고 그 사용료를 받고 있다면 향후 예상되는 총 사용료(미래현금흐름)의 현재가치를 상정하여 그 기술의 가치를 평가할 수 있다.

그러나 이러한 수익접근법은 적용상에 한계가 없지 않은데, 할인현금흐름(DCF) 기반의 수익접근법 내지는 소득접근법은 연속된 투자에 대한 고려가 이루어지지 못하고, 상호 연관된 프로젝트의 보완성에 대한 평가를 못할 뿐만 아니라 경영의 유연성을 반영하지 못하고 전략적인 요소들을 반영치 못할 수 있다. 또한 적용상에 있어서 이 방법은 상품이나 투입비용의 확실적인 속성을 반영하지 못하며, 할인을 추정에 여러 가지 한계점을 가지고 있고, 추정 재무제표 구성의 어려움 또한 문제가 아닐 수 없다. 특히, 수익접근법 적용을 위해 필요한 기술수명, 기술 기여도, 할인을 등의 주요 변수 결정에 있어서 평가를 담당하는 전문가에 따라 편차가 심하다.

기술개발, 사업화 촉진을 위한 기술평가의 필요성 증대에 따라 다양한 기술평가 방법이 개발되어 왔다. 그러나 기술의 평가에서 관련자료의 부족, 미래에 대한 불확실성과 리스크, 기술의 완성 정도의 차이 등으로 전통적 평가방법이나 모델은 한계를 보이고 있어 기술이전 거래나 기술도입 전략수립 등을 지원할 수 있는 정교한 평가모델의 개발이 여전히 필요한 상태이다. 또한, 대부분의 기존 기술가치 평가모델에서는 보유기업의 관점에서 지니는 기술자산의 가치를 평가하는 데 초점을 두어 왔으며, 시장에서 거래될 상품으로서의 기술의 가치를 평가하는 데는 다소 소홀히 해왔다. 기술에 대한 가치평가가 이러한 현실적인 문제에 봉착되어 있는 상황에서, 발명된 기술의 특허를 얻는 전·후 시기에 이 기술에 대한 가치를 평가하기는 더욱 어렵다. 따라서 본고에서는 초기단계 기술의 가치에 활용하기 위한 사업화 성공 가능성을 추정하는 모델을 개발하고자 한다.

본 연구에서는 초기단계의 기술가치를 평가하기 위한 요인과 항목을 추출하고, 이를 바탕으로 존재하는 유사기술과 사업화 성공 가능성을 비교하여 성공가능성 수치를 확률분포로 보여주는 휴리스틱 모델을 제안하고자 한다. AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법과 시뮬레이션 기법을 이용하는 이 휴리스틱모델에는 고도의 수학적 개념이 포함된다는 점이 경영자는 물론, 일부 가치평가 전문가에게도 부담이 되기는 하지만 정성적, 정량적 자료를 통합하여 초기단계 기술의 사업화 성공가능성 수치를 추정하는 데는 유용할 것이다. 왜냐하면 초기단계의 기술은 이에 대한 기초정보가 매우 미흡하여 수익접근법을 비롯한 기존의 방법으로는 추정이 힘들기 때문에 이러한 상황에서는 전문가의 점추정 방식에 크게 의존할 수밖에 없는데 이러한 추정의 한계를 시뮬레이션에 의해 어느 정도 보완할 수가 있기 때문이다.

* 박현우, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 02-3299-6051, hpark@kisti.re.kr

** 이종택, 한국과학기술정보연구원 선임연구원, 02-3299-6023, jtlee@kisti.re.kr

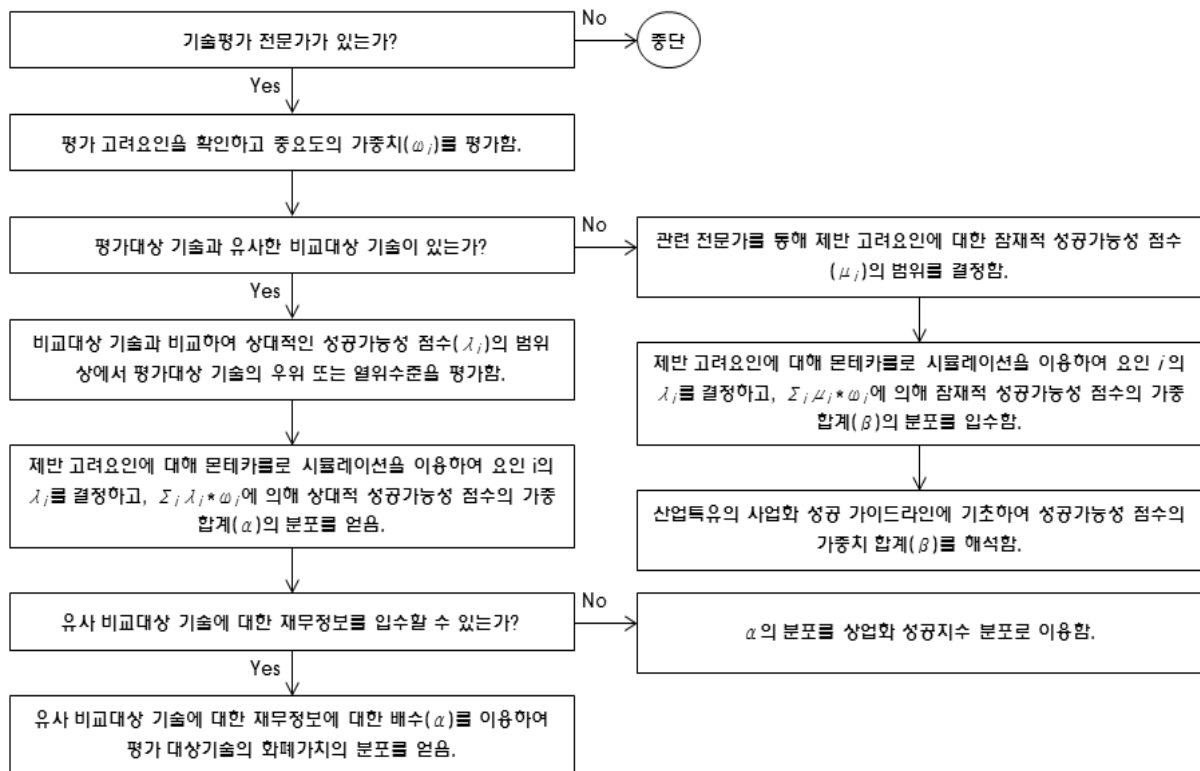
*** 박태호, San Jose State University 교수, 1-408-924-3561, taeho.park@sjsu.edu

II. 연구방법 및 평가지표 개발

1. 연구방법

본 연구는 두 가지 방식의 휴리스틱 모델로 구성되는데, 우선 기술평가자가 초기단계의 기술평가를 용이하도록 하기 위해 AHP 기법으로 평가 지표와 요인 간의 계층적 구조의 평가 틀을 마련한다. 즉, 평가요소들 간의 상호연관관계를 계층적 구조로 표현하고 각 요소간의 연관관계에 대하여 정성적이고 주관적인 비교(Pairwise Comparison)를 행하도록 지원한다. 이 비교에 대한 체계적인 분석을 함으로써 요소의 상대적 비중을 고려한 통합적인 평가의 결정지침을 제공한다.

기존의 기술평가 방식 중 일부 재무평가를 제외한 대부분의 기술성, 기여도 평가는 많은 부분들이 평가자의 경험을 기반으로 하는 점수제, 즉 점추정(point estimation)에 의존하는 경향이 많았다. 특히 초기단계 기술가치 평가는 더욱 그러하였다. 점추정 분석은 미래에 나타날 상황이 평균적으로 얼마가 되리라고 보는 전문가들에 의한 평균론적 분석이다. 이러한 평균의 함정(또는 오류)에서 벗어나기 위해 두 번째 휴리스틱 모델은 시뮬레이션 기법을 기반으로 하여 구성한다. 이러한 휴리스틱 모델 기반의 평가절차는 <그림 1>과 같다.



(그림 1) 기술평가를 위한 휴리스틱 모델 평가절차

2. 평가지표 개발방법론

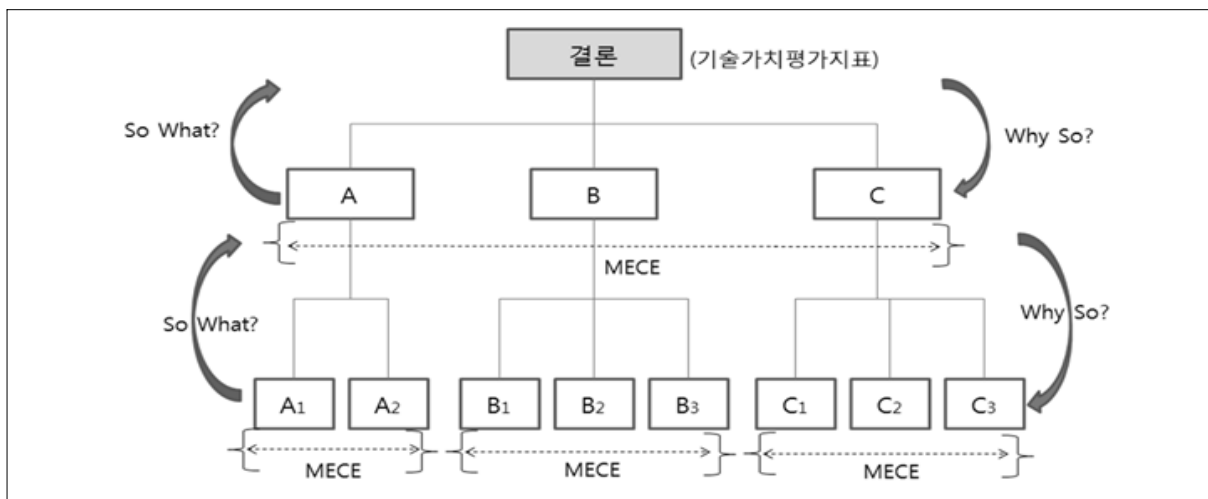
1) 평가지표 설정원칙

Rasiel(1999)은 ‘맥킨지는 일하는 방식이 다르다’(The Mckinsey Way)에서 문제의 해결을 위해 생각을 구조화하려면 혼란과 중복을 피하면서 전체를 볼 수 있도록 하고, MECE (Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) 원칙에 입각해 생각을 구조화하도록 하였다. MECE는 ‘서로

배타적이면서 부분의 합이 전체를 구성하는 것'을 의미하며, 평가지표 설정원칙으로서 평가지표는 각 평가지표 요소가 중복되지 않으면서 각 요소의 합이 평가대상 연구개발사업의 전체를 포괄할 수 있도록 해야 함을 나타낸다(이형준, 2010).

2) 평가지표 설계 프레임워크

본 연구에서 수행하고자 하는 기술가치 평가지표 개발의 기본 프레임워크는 <그림 2>와 같다. 이 그림에서 결론은 최종 기술가치 평가지표로 정의한다. 평가지표는 계층구조를 가지며 하위계층은 상위계층을 설명하는 'So What?' 개념으로서, 그룹화된 항목요소들 중에서 목표에 비추어 보아 적절한 대표성을 가지는 요소를 추출하는 기법으로 설계한다. 상위계층은 하위계층을 설명할 수 있는 'Why So?' 개념으로서 상위요소의 타당성이 동일 그룹의 항목요소에 의해 증명된다는 것을 검증하도록 설계한다. 즉, 계층의 항목요소들 사이에는 중복이나 누락, 그리고 목표(대상기술의 정확한 평가)에 대한 오류가 없이 상호적 배타성과 집합적 완결성을 가지도록 맥킨지의 MECE 개념과 같이 설계한다.

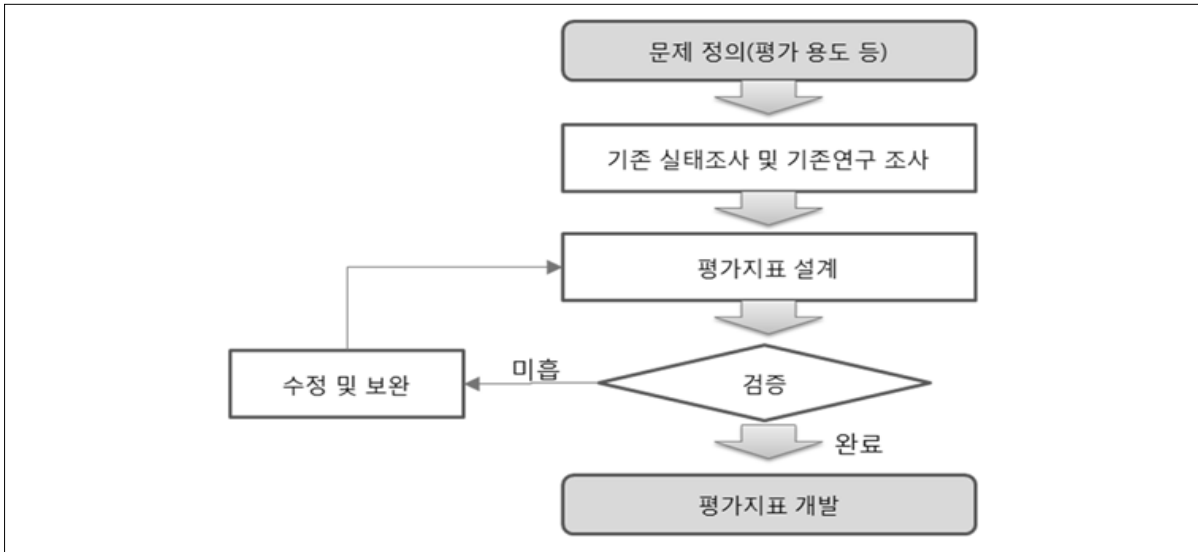


(그림 2) 기술가치 평가지표 설계 프레임워크

3) 평가지표 개발방법 및 절차

연역적 접근방법을 이용하여 평가지표 개발 방법론을 구축하기 위해 본 연구에서는 기존의 평가지표 개발 및 개선 방법에 대해서 조사하였다. 그리고 본 연구에 적용할 보편적 평가지표 개발 방법론은 <그림 3>과 같으며, 전체적인 구조는 평가의 목적에 적합한 평가지표 개발을 위해 먼저 문제를 정확히 정의해야 하며, 평가지표 개선 시 적용할 기법 및 평가항목을 도출하여 기술가치 평가지표를 개발한 후 검증과 수정보완을 반복하여 최종적으로 평가지표 개발을 완료하는 것이다.

<그림 3>에서 문제정의는 평가의 필요성, 목적, 대상 등을 설정하고 기존의 평가지표의 개선점 및 문제점을 정의한다. 기존 문헌조사 또는 기존 기법연구는 새로운 평가지표를 개발하기 위해 여러 분야의 평가에 대한 자료를 수집 및 분석한다. 평가지표 설계는 계층분석기법, 델파이법, 단계별 회귀분석 등을 이용하여 새로운 평가항목을 도출하여 계층화 및 가중치를 산정하며, 검증 및 수정/보완은 설계된 평가지표를 검증하고 수정/보완하는 작업을 반복적으로 수행한다. 마지막으로 평가지표 개발 단계는 설계된 평가지표를 확정하고, 시범 평가, 전문가 리뷰 등을 통해 평가지표의 보편타당성을 입증하는 단계이다.



(그림 3) 평가지표 개발방법론

평가지표 개발 세부절차는 다음과 같다. 우선 관련문헌 조사, 전문가 그룹을 통한 브레인스토밍 또는 델파이법에 의해 평가항목을 도출한다. 다음으로 도출된 항목에 대해 평가항목을 계층화 및 검증한다. 설계된 평가항목의 타당성 검증과 계층화를 위해 표준화상대위험율(SMR: standardized relative risk) 분석을 수행하여 MECE를 만족하고 상위계층 평가항목(종속변수)을 설명할 수 있는 대표적인 하위계층 평가항목(독립변수)을 도출한다. 즉, 종속변수를 설명하는 독립변수 중 중복하여 유사한 패턴으로 종속변수를 설명하는 독립변수는 대표적인 독립변수 하나를 선택하고 나머지는 탈락시킴으로써 독립변수 간에는 독립성을 확보한다.

마지막으로 AHP를 이용해 항목별 배점/가중치를 산정하여 평가지표를 개발하고 평가지표의 검증을 수행한다. 개발된 평가지표의 검증은 기본지표와의 비교분석을 통한 개선사항 도출과 도출된 개선사항에 대한 합리적인 설명 및 평가지표 개발시 적용한 기법인 Delphi, SMR, AHP에서의 평가항목의 우선순위를 비교하여 각 기법에서 중요한 평가항목(가중치 높은 항목)과 최종 선정결과 평가항목의 비교로 개발된 평가지표의 유효성과 선택된 평가항목의 타당성을 검증한다. 또한 모의 평가를 수행하여 기존평가지표와 개발한 평가지표의 결과를 분석하여 평가결과가 지나치게 상이한지 여부와 개발한 평가지표의 결과를 연구개발 및 사업개발관리에 환류(Feedback)가 가능한지를 검증한다.

3. 평가지표의 설정

그 동안 개발되어 왔던 대부분의 기술가치 평가모델에서는 보유기업의 관점에서 지니는 기술자산의 가치를 평가하는 데 초점을 두어 왔으며, 시장에서 거래될 상품으로서의 기술의 가치를 평가하는 데는 다소 소홀히 해왔다.

지식재산권의 가치평가로서의 기술가치평가 목적을 전제하여 수익접근법을 기본 기법으로 하되 일반적으로 적용되는 지표인 재무, 마케팅 등은 본 연구대상이 발명된 기술의 특허를 얻는 전·후 단계에서 초기 기술가치 평가가 주된 목적임을 감안하여 제외하였다. 따라서 기술가치 평가지표로는 다음과 같은 여섯 가지 요인을 선택했다.

- i) 수익성
- ii) 시장진입 용이성

- iii) 시장확보 가능성
- iv) 기술기능성 (기술수준 및 활용성)
- v) 기술시장성 (생명주기, 시장적합성)
- vi) 기술경쟁성

III. 방법론과 분석 틀의 설정

1. 계층화분석법 이용

1) 계층화분석법(AHP)의 의의

계층화분석법(Analytic Hierarchy Process: AHP)은 의사결정의 목표, 혹은 평가기준이 다수이며 복합적인 경우, 상호 배타적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법의 하나이다. 계층화분석법은 1970년대 초반 Pennsylvania대학의 Thomas Satty 교수가 미 국무부의 무기통제 및 군비 축소국에서 세계적인 경제학자, 게임이론 전문가들과 협력작업을 하는 과정에서 의사결정 과정의 비능률성을 개선하기 위한 대안의 일환으로 개발한 방법이다(노유진 외, 2007).

계층화분석법의 특징은 복잡한 문제를 계층화하고, 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 이원비교(pairwise comparison)를 통해 중요도를 도출하는 데 있다. 이 기법은 인간이 의사결정을 할 때 인간의 뇌가 단계적으로 또는 계층제적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 개발되었으며, 모형에 의하여 상대적 중요도 혹은 선호도를 체계적으로 비율척도(ratio scale)화하여 정량적인 형태의 결과를 얻을 수 있다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다. 뿐만 아니라 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 선정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법을 활용한다는 점에서 이론적으로 높이 평가되고 있다(박현 외, 2000).

또한 계층화분석법은 이론의 단순성, 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특성으로 말미암아 경제, 정치, 재정, 게임 및 스포츠 등 광범위한 분야에 예측을 위하여 널리 활용되어 왔다. 계층화분석법은 과학기술부문의 연구개발 투자우선순위, 에너지 수급·수송계획, 고등교육에 관한 계획, 환경정책 수립 등 다양한 부문의 의사결정과정에 널리 사용되고 있다. 의사결정기법으로서 AHP는 다음과 같은 유용성을 가지고 있다(박현 외, 2000).

첫째, 정량적 요소와 정성적 요소를 모두 고려한 합리적인 의사결정을 가능하게 해준다. AHP는 가격, 비용, 수익, 시간 등과 달리 계량화하기 어려운 요소들, 예를 들어 심각성, 중요성 등을 설득력 있게 의사결정 과정에 반영해 줄 수 있다.

둘째, 계량단위나 측정단위가 서로 다른 경우에도 비교가 가능하다. AHP에서는 기준들의 측정단위를 화폐, 미터 등의 표준단위(절대척도)로의 변환이 필요없는 상대척도(두 요소간의 의사결정자간의 주관적 선호도)를 이용하므로 각 요소를 절대척도화 하는 어려움이 없다.

셋째, 문제해결과 관련된 소수의 전문가들의 참여에 의해서도 상대적 중요도의 측정이나 우선순위 결정이 가능하다. 일반적으로 설문조사의 경우, 분석결과에 신뢰성 확보나 유의성 확보를 위해서 일정 수 이상의 표본이 필요하다. 하지만 AHP는 전문성과 논리일관성이 전제되는 경우에는 표본의 크기에 구애받지 않는다.

넷째, 공공부문은 물론 민간부문에까지 활용도가 매우 높다. AHP는 정부부처, 공공기관, 민간업체, 연구기관 등 다양한 차원의 기관이나 단체, 개인에 이르기까지 활용성이 매우 높다(노유진 외, 2007).

2) 계층화분석법(AHP) 적용절차

AHP의 적용절차는 <그림 3>과 같으며, 이 방법론을 계산 단계별로 자세히 살펴보면 다음과 같다.



(그림 4) AHP 적용절차

(단계 1) 문제를 정확히 정의하여 문제의 요구사항을 명확히 한다.

(단계 2) 문제와 관련된 모든 요소들을 조망하여, 최고단계인 문제의 목표에서부터 중간 수준의 평가항목 선정 및 배치를 거쳐 최하위 수준인 대안들의 비교까지를 포괄하는 계층구조를 구성한다.

(단계 3) 중간 수준에 있는 한 평가항목을 기준으로 하여 하부수준에 있는 종속 평가항목들이 어느 정도 중요한가를 판단하기 위해 평가항목간의 이원비교를 해당 종속 평가항목 전부에 대해 실시하여 상위수준에 있는 평가항목에 대한 종속 평가항목들의 상대적 중요도를 비교행렬로 작성한다.

의사결정자는 한 수준에서 n 개의 평가항목에 대해 nC_2 회의 이원비교를 수행하면 상대적 가중치를 알 수 있으며, 이를 이용하여 쌍대비교행렬 $A_{n \times n}$ 을 구성할 수 있다.

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

이때 정방행렬 a_{ij} 는 요소 j 에 대한 i 의 상대적 가중치 w_i/w_j 의 추정치이다. 행렬 A 는 $a_{ij}=1/a_{ji}$, 주대각선 요소의 값이 모두 1이 되는 성질을 가진 역수행렬이다.

이와 같은 정방행렬을 수학적으로 풀어서 고유벡터와 고유치를 얻을 수 있는데, 이때 고유벡터는 우선순위를, 그리고 고유치는 판단의 일관성을 측정할 수 있는 수단이 된다. 고유벡터는 기하평균에 의하여 개략적으로 측정이 가능하므로 기하평균을 이용하여 우선 순위벡터를 구할 수 있다. 이렇게 산출된 우선순위 벡터를 통해 어느 한 계층에 포함되는 요소들 간의 우선순위를 설정할 수 있으며, 이를 국지적 우선순위라 부른다.

(단계 4) 단계 3에서 구한 비교행렬로부터 평가항목간 상대적 추정 가중치를 구한 후, 응답의 일관성을 검토한다. 만약 일관성이 없는 경우, 이원비교 결과를 재검토하여 일관성을 갖도록 한다. 응답의 일관성은 일관성 비율(Consistency Ratio: C.R.)을 계산함으로써 측정이 가능하다. 일반적으로 C.R.은 그 값이 작을수록 판단의 일관성이 크다고 볼 수 있으며, C.R.이 10%(0.1)보다 작을 경우 응답자가 상당히 일관성 있게 이원비교를 수행한 것으로 판단한다.

(단계 5) 단계 2에서 설정한 계층구조에 속한 모든 수준의 평가항목들에 대하여 앞의 단계 3과 4의 과정을 반복한다.

(단계 6) 어떤 수준에 있는 평가기준의 상대적인 가중치를 하위수준에 있는 종속 평가기준의 상대적 가중치와 곱하는 과정을 최상위 수준부터 순차적으로 최하위 수준까지 실시한 후, 평가기준 별로 구한 대안들의 상대적 가중치를 각각의 대안별로 합산한다.

(단계 7) 단계 6에서 구한 각 대안의 평가점수를 비교하여 가장 많은 점수를 얻는 대안을 선택한다.

(단계 8) 평가 결과에 대한 전체적인 일관성을 검토하여 일관성이 떨어지는 경우, 비교판단 상의 일관성이 결여되었는지 혹은 처음부터 문제의 계층구조 설정이 잘못되었는지 검토한다.

2. 시뮬레이션 이용 상업화 성공지수 계산

1) 추정·평가와 시뮬레이션 개요

시뮬레이션 분석을 통해 얻을 수 있는 장점은 다음과 같다. 첫째, 비용을 절약하고 시행착오를 줄이면서 빠르게 결과를 분석할 수 있다. 둘째, 시스템 설계를 통해 문제를 정의하고 모델을 구축함으로써 프로세스 본질에 대한 이해를 제고시킬 수 있다.

특히 본 연구에서 시뮬레이션을 통하여 얻을 수 있는 장점으로는 평가나 판단을 할 기초자료가 부족한 상황에서 가장 합리적인 결정을 내리는 데 도움이 된다는 것이다. 신규 기술이나 특허와 같은 경우는 그에 대한 기술성 및 수익성, 시장성 등 모든 요소들이 특정한 가정 하에서 이루어질 수밖에 없고 이러한 상황에서 전문가에 의한 결정론적인 점추정이 가지는 오류보다는 시뮬레이션으로 계산된 확률론적 추정이 보다 합리적일 것이다.

2) 몬테카를로 시뮬레이션의 의의 및 절차 단계

(1) 몬테카를로 시뮬레이션의 개요

통계적 불확실성 추정기법인 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)은 분석적인 방법에 의해 해결되지 않는 문제를 난수(Random Number)를 사용한 무작위적 표본을 이용하여 풀어가는 방법이다. 이 방법의 장점 중 하나는 계산 알고리즘이 다른 수학적 방법에 비해 간단하다는 것이며, 주로 10% 미만의 오차를 허용할 수 있는 공학적인 문제들을 해결하는 데 효과적으로 사용된다(설유진 외, 2008.).

몬테카를로 시뮬레이션을 실행하기 위해서는 사전에 불확실한 변수에 대해 확률분포 가정이 먼저 이루어져야 한다. 이는 확률분포를 사전에 정의하여 불확실한 변수가 확률변수로 전환되고, 이를 이용하여 모형의 예측값에 대한 분포를 얻을 수 있기 때문이다. 그러나 입력변수에 대한 확률분포를 산정할 수 없는 경우, 경험식 또는 적절한 가정 하에 확률분포를 가정하여 분석한다. 난수를 생성하기 위해 사용되는 확률분포로는 정규분포, 지수분포, 카이제곱 분포 등이 있다. 이 중 대표적으로 사용되는 정규분포형 난수 생성방법은 다음과 같다.

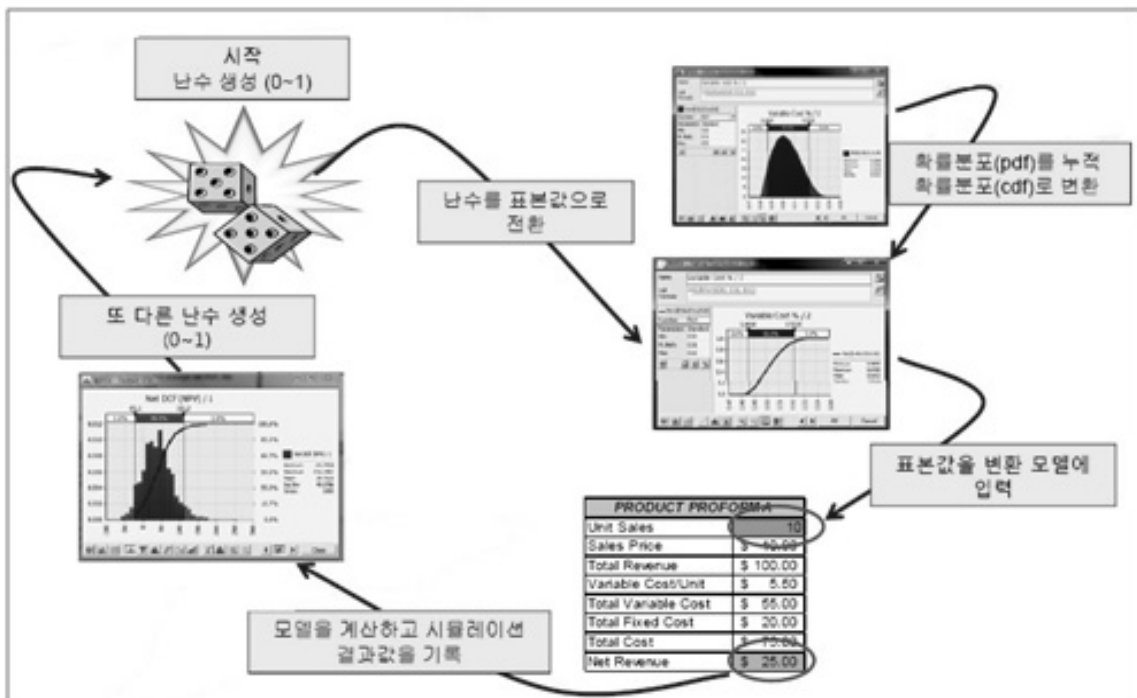
0에서 1 사이의 균등분포형 소수 난수는 평균 $1/2$, 표준편차 $1/\sqrt{12}$ 이다. 중심극한정리(central limit theorem)에 의해 n 개의 소수 난수의 합은 평균 $n/2$, 표준편차 $\sqrt{n/12}$ 인 정규분포에 가깝다. r_1, r_2, \dots, r_n 이 소수 난수로 이루어지면 아래 식은 근사적으로 평균 μ , 표준편차 σ 인 정규분포로부터 얻어진 난수이다. 이 경우 n 값이 작아도 분포의 양 끝을 제외하면 매우 좋은 근사치가 된다. 따라서 보통 5~10의 n 값이 사용되며 $n=12$ 를 사용하면 평방근이 제거되므로 편리하다.

$$x = \frac{\alpha}{\sqrt{n/12}} \sum_{i=1}^n r_i + \mu - \frac{n}{2} \frac{\alpha}{\sqrt{n/12}}$$

(2) 몬테카를로 시뮬레이션 알고리즘

몬테카를로 시뮬레이션은 불확실성(uncertainty)의 효과를 측정하기 위해 난수(random number)를 이용하는 시스템으로서, n 번의 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 (a) 매번 실행될 때마다 정의된 확률분포 함수로부터 입력값을 추출하고, (b) 모델에서 추출된 입력값을 적용하고 결과를 계산하여 저장한 후, (c) 기술통계량을 이용하여 결과의 변동을 설명(평균, 표준편차, 확률분포 등)하는 것이다.

그 결과, 결과치의 변동에 대한 예측치와 중요한 변동요인을 확인(민감도 분석)할 수도 있다. 몬테카를로 시뮬레이션의 알고리즘은 <그림 5>과 같다.



(그림 5) 몬테카를로 시뮬레이션의 알고리즘

i) 시스템의 순서도나 알고리즘의 개발

시스템의 순서도와 알고리즘은 시뮬레이션의 출발점이다. 어떤 비즈니스도 시작이 있으면 끝이 있고 끝은 다시 시작과 연결되기 마련이다. 모든 비즈니스의 본질을 파악하기 위해서는 그 흐름에 대한 명확한 설정이 필요하다.

ii) 엑셀 스프레드 시트에 모델 구축

시스템 순서도나 알고리즘을 개발한 후에는 엑셀 스프레드 시트 등의 도구로 모델을 구현해야 한다. 엑셀에 모델을 구축하는 것은 일상업무에서 흔히 엑셀로 [입력 cell → 조건 cell → 결과 cell]의 순서로 구축하는 어떠한 모델도 해당된다고 보면 된다.

iii) 가정(확률분포 등)과 예측값 정의

앞서 구축한 엑셀 스프레드 시트에서 가정(확률분포 등)이 포함되어야 할 cell과 예측값(결과값)

이 포함되어야 할 cell을 선택하여 정의한다.

iv) 시뮬레이션을 실행하고 결과분석

엑셀 모델에서 가정과 예측값을 정의한 후 시뮬레이션을 실행하고 그 결과치(평균, 표준편차, 확률분포 등)를 분석하고 해석한다.

v) 모델 개선 및 의사결정

결과를 분석한 후 결과치가 바람직하면 프로젝트를 선택하거나, 바람직하지 않으면 모델을 개선하거나 프로젝트를 선택하지 않는 등의 의사결정을 한다.

IV. 분석 틀의 구조와 모델의 적용

1. 분석 틀의 구조

1) 휴리스틱 모델 1단계: AHP 기법을 활용한 평가 중요도 계산

기술가치 평가지표의 중요도를 계산하기 위해 본 연구에서는 AHP 기법을 사용했다. 일반적으로 AHP를 평가에 적용하는 문헌에는 주로 1인 평가의 예들이 많다. 그러나 보다 객관적인 평가 결과를 얻기 위해 본 연구에서는 다평가자에 의한 AHP를 적용하였다. 그리고 다평가자의 결정을 하나의 결정으로 수렴하는 데 기하평균(Geometric Mean)의 방법을 도입했다. 기하평균은 집단의 변량에 부(負)의 값이 나타나지 않을 경우에 한해서 이용되며, 다소 계산이 복잡하나 변량의 극단적인 값의 영향을 받지 않는다. 기하평균은 비율의 평균법으로서 산술평균보다 훨씬 합리적이다. 이상의 분석은 엑셀파일을 이용하여 기술가치 평가지표의 중요도(가중치)를 구할 수 있다.

(1) 파일 구조 설명

엑셀파일은 'Summary', 'Input', '6X6' 등 3개의 워크시트로 구성한다.

- i) 'Summary': 기본 정보(평가기관명, 평가일자, 평가기준수, 평가자수)의 등록과 산출결과로 구성되어 있다
- ii) 'Input': 평가자의 평가 내역을 입력한다.
- iii) '6X6': AHP 계산 로직이 있는 워크시트이다.

(2) 기본정보 등록

'Summary' 워크시트에서 다음과 같은 기본 정보를 등록한다.

- i) Author: 평가기관명
- ii) Date: 평가일자
- iii) 평가기준 수: 6 (고정)
- iv) Objective: 평가 명, 목적 등
- v) 평가자 수: 평가자 인원 수(최대 4인까지)

본 엑셀파일(<그림 6> 참조)은 본 연구목적 및 기준에 부합하여 6개의 평가지표를 사용하도록 고정되어 있으므로 평가기준 수는 변경할 수 없다.

AHP Analytic Hierarchy Process
Only input data in the light green fields and worksheets!

Author:

Date:

평가 기준 수: Number of criteria
sheet: Input Fields (green)

Objective:

평가자 수: (최대 4인)까지

Table	Element	Comment	Weights
1	수익성	Comment 1	17.03%
2	시장진입용이성	Comment 2	14.96%
3	시장확보가능성	Comment 3	32.03%
4	기술가능성	Comment 4	11.66%
5	기술시장성	Comment 5	17.15%
6	기술경쟁성	Comment 6	7.17%

Eigenvalue: lambda
Consistency Ratio: CR

(그림 6) 평가기준정보 등록 화면

(3) 평가지표 중요도 평가 및 내역 등록

‘Input’ 워크시트에서 <그림 7>과 같이 평가지표에 대한 중요도 평가를 한다. 평가자가 1인이면 ‘1인 평가’에서, 2인이면 ‘2인 평가’에서, 그리고 3, 4인이면 평가자 인원수에 따라 적절한 곳에서 평가 중요도 값을 넣으면 된다. 좌측에 있는 기하평균(Geometric mean)은 자동 계산되므로 별도 입력하거나 수정하면 안 된다.

2인 평가	Geometric mean						Name1						Name2							
	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술가능성	기술시장성	기술경쟁성	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술가능성	기술시장성	기술경쟁성	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술가능성	기술시장성	기술경쟁성		
수익성	1	0.500	0.333	2.449	2.000	3.464	1	1	1/2	1/3	2	2	3	1	1	1/2	1/3	3	2	4
시장진입용이성	2	1	0.500	0.707	0.500	1.414	2	2	1	1/2	1/2	1/2	1	2	2	1	1/2	1	1/2	2
시장확보가능성	3	2	1	2.449	2.000	3.873	3	3	2	1	2	2	3	3	3	2	1	3	2	5
기술가능성	2/5	1/2/5	2/5	1	0.408	2.449	4	1/2	2	1/2	1	1/2	2	4	1/3	1	1/3	1	1/3	3
기술시장성	2/5	2	1/2	2.4/9	1	2.000	5	1/2	2	1/2	2	1	2	5	1/2	2	1/2	3	1	2
기술경쟁성	2/7	5/7	1/4	2/5	1/2	1	6	1/3	1	1/3	1/2	1/2	1	6	1/4	1/2	1/5	1/3	1/2	1

(그림 7) 평가지표 중요도 평가

참고로 상대비교 중요도 척도는 9점 척도 기준이며, 평가지표 i와 j를 비교하는 것이다. 즉, <표 1>과 같이 두 개의 평가지표의 상대적인 중요도를 비교하는 것인데, 비교행렬 표에서 i는 행에 있는 평가지표이고 j는 열에 있는 평가지표이다.

<표 1> 상대비교 척도표

중요도	의미
1	i와 j가 동일한 중요도 (Equal Importance)
3	i와 j가 약간 더 중요 (Moderate Importance)
5	i와 j가 상당히 더 중요 (Essential Or Strong Importance)
7	i와 j가 매우 더 중요 (Demonstrated Importance)
9	i와 j가 절대적으로 더 중요 (Extreme Importance)
2, 4, 6, 8	Intermediate values

(4) 결과 확인

워크시트 ‘Summary’에서 최종 결과를 볼 수 있다. <그림 8>의 예에서는 시장확보 가능성이 32.03%의 가중치로 가장 높게, 그리고 평가지표의 중요도 순은 ‘시장확보 가능성 > 기술시장성 > 수익성 > 시장진입용이성 > 기술기능성 > 기술경쟁성’의 순서로 나타나고 있다.

Table	Element	Comment	Weights
1	수익성	Comment 1	17.03%
2	시장진입용이성	Comment 2	14.96%
3	시장확보가능성	Comment 3	32.03%
4	기술기능성	Comment 4	11.66%
5	기술시장성	Comment 5	17.15%
6	기술경쟁성	Comment 6	7.17%
Eigenvalue		lambda	6.548
Consistency Ratio		CR	8.8%

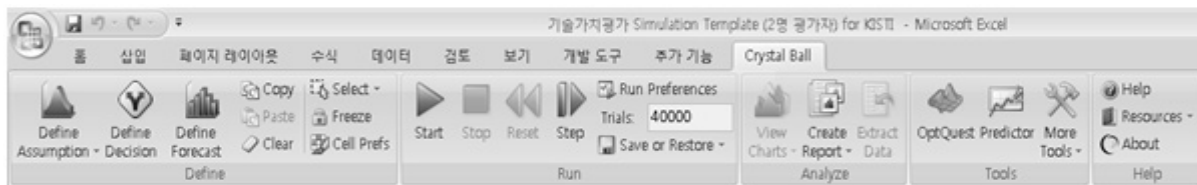
(그림 8) AHP기법에 의한 평가지표 중요도 평가 결과 예

2) 휴리스틱 모델 2단계: MC 시뮬레이션을 이용한 기술가치평가

엑셀파일 ‘기술가치평가 Simulation Template for KISTI’를 활용하여 기술가치평가를 한다. 평가자 수(최대 4인)에 따라 적절한 엑셀파일을 사용한다. MC 시뮬레이션은 별도의 상용도구인 오라클사의 ‘크리스탈볼’을 사용한다.

(1) 소프트웨어 구동

크리스탈볼을 구동하면 엑셀 엔진이 자동으로 구동되면서 엑셀파일에 아래와 같이 크리스탈볼이 Add-on되어 나타난다.



(2) 평가 템플레이트 구동

‘기술가치평가 Simulation Template (n명 평가자) for KISTI’ 파일을 구동한다. 평가자의 수에 따라 n은 1, 2, 3, 4가 된다. 아래 그림은 평가자가 1명의 경우 ‘기술가치평가 Simulation Template (1명 평가자) for KISTI’ 파일을 구동한 경우이다.

Factors	Weights	Superiority Score 범위			Distribution Type	Superiority Score
		Min	Most Likely	Max		
수익성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
시장진입용이성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
시장확보가능성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
기술기능성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
기술시장성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
기술경쟁성	-	-	-	-	Triangular	0.0000
Sum	0.00%					0.0000

(3) 평가 등록

i) 1단계: Weight와 Superior Score 범위를 평가자 1, 평가자 2(평가 내역 등록칸)에 입력한다.

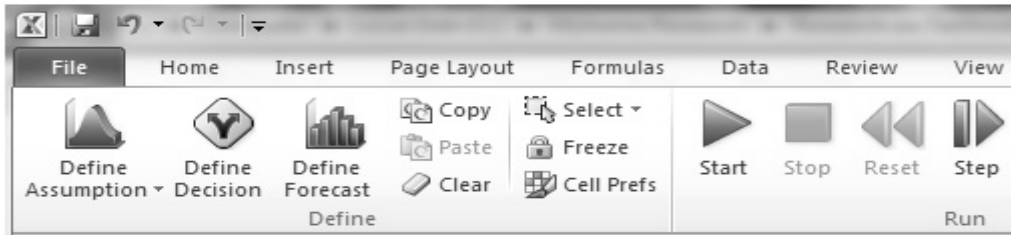
여기서 Weights는 앞 단계(휴리스틱 모델 1단계)에서 구한 평가가치 중요도(가중치)를 가져오면 되고 실제 평가자가 평가할 내용은 각 평가요인별 Superiority Score 범위이다. 여기서 최소값, 최빈치, 최대치를 입력하면 된다.

Factors	Weights	Superiority Score 범위			Distribution Type	Superiority Score
		Min	Most Likely	Max		
수익성	17.06%	0.9	1.1	1.5	Triangular	0.0000
시장진입용이성	15.90%	0.6	0.9	1.1	Triangular	0.0000
시장확보가능성	33.41%	1	1.25	1.5	Triangular	0.0000
기술기능성	9.84%	0.7	0.85	1	Triangular	0.0000
기술시장성	17.69%	1.2	1.3	1.4	Triangular	0.0000
기술경쟁성	6.11%	1.1	1.3	1.5	Triangular	0.0000
Sum	100.00%					0.0000

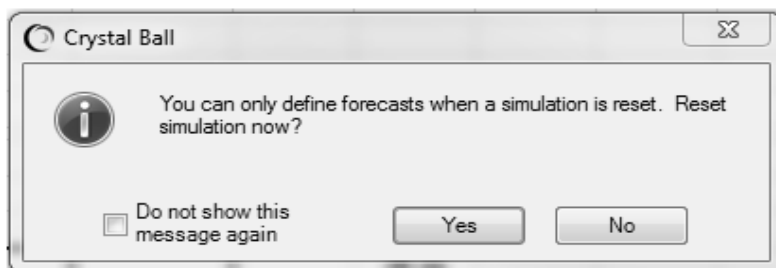
ii) 2단계: 2 단계: 셀 "B6"에 클릭한다

	A	B	C
1			
2	초기 기술평가 시뮬레이션		
3		열은 갈색 셀에 자료	
4	평가자 수	1	
6	상업화성공지수	#NUM!	

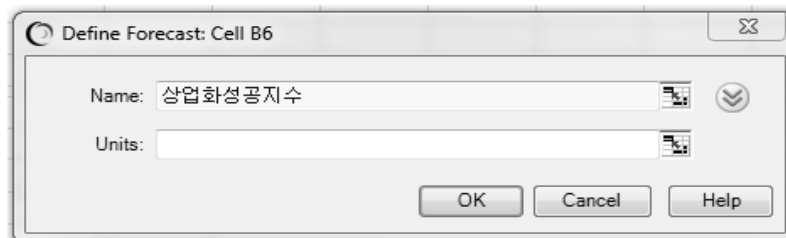
iii) 3단계: 화면 상단에 있는 “Define Forecast”에 클릭한다.



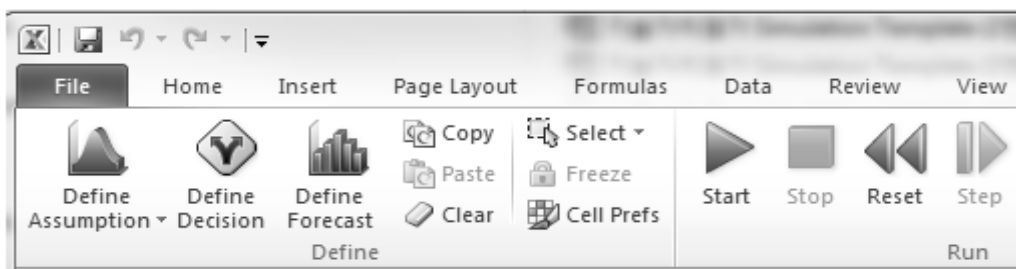
화면에 “You can only define forecasts when a simulation is reset. Reset simulation now?”이 나타나면 “Yes”에 클릭한다. 만약 나타나지 않으면 4단계를 계속한다.



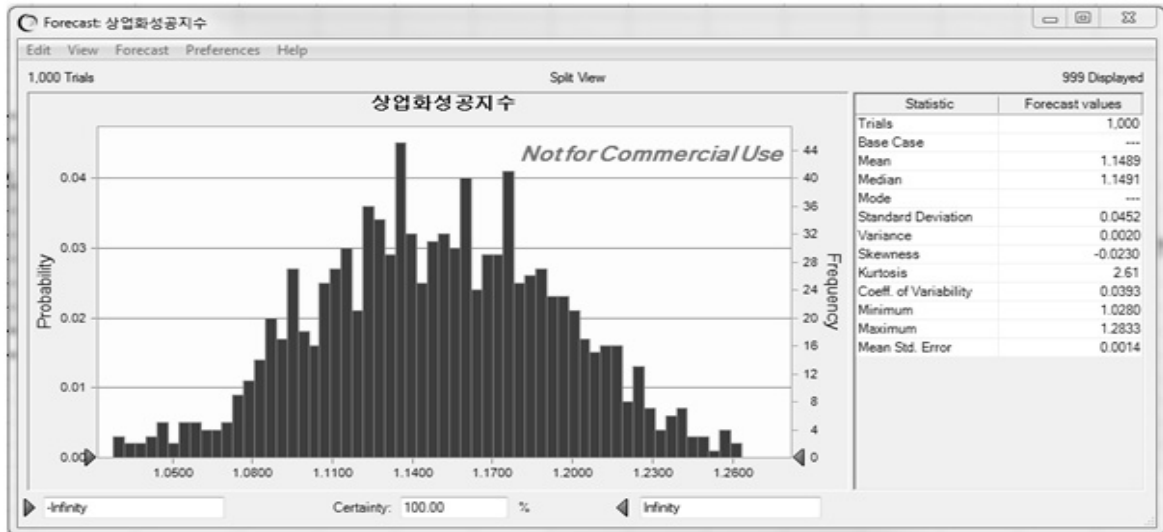
iv) 4단계: Define Forecast B6셀의 Name을 지정하는 화면에 “상업화 성공지수”가 보이면 “OK”에 클릭한다.



v) 5단계: 화면 상단에 있는 “Start”에 클릭한다.



vi) 6단계: 시뮬레이션 결과가 화면에 나타난다. 이 화면에서 Mean의 수치를 상업화 성공지수로 사용한다.



2. 분석 툴의 적용

여기에서는 앞에서 설명한 분석 툴을 이용하여 평가자가 2명인 경우의 초기단계 기술의 상업화 성공 가능성 평가사례를 제시하고자 한다.

1) 평가지표 중요도 분석

(1) 각 평가자가 AHP기법에 따라 기술가치 평가 지표의 중요도를 비교한다.

아래는 두 평가자가 비교한 기술가치 평가 지표의 중요도 Matrix와 Consistency Ratio들이다.

i) 평가자 1

	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술기능성	기술시장성	기술경쟁성
수익성	1	1/2	1/3	2	2	3
시장진입용이성	2	1	1/2	1/2	1/2	1
시장확보가능성	3	2	1	2	2	3
기술기능성	1/2	2	1/2	1	1/2	2
기술시장성	1/2	2	1/2	2	1	2
기술경쟁성	1/3	1	1/3	1/2	1/2	1

Eigenvalue	6.573
Consistency Ratio	9.24%

ii) 평가자 2

	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술기능성	기술시장성	기술경쟁성
수익성	1	1/2	1/3	3	2	4
시장진입용이성	2	1	1/2	1	1/2	2
시장확보가능성	3	2	1	3	2	5
기술기능성	1/3	1	1/3	1	1/3	3
기술시장성	1/2	2	1/2	3	1	2
기술경쟁성	1/4	1/2	1/5	1/3	1/2	1

Eigenvalue	6.553
Consistency Ratio	8.9%

(2) Geometric Mean으로 다평가자 결정을 하나의 결정으로 수렴한다. A와 B에 대한 Geometric Mean은 $(A*B)^{\frac{1}{2}}$ 이다.

	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술기능성	기술시장성	기술경쟁성
수익성	1.0000	0.5000	0.3333	2.4495	2.0000	3.4641
시장진입용이성	2.0000	1.0000	0.5000	0.7071	0.5000	1.4142
시장확보가능성	3.0003	2.0000	1.0000	2.4495	2.0000	3.8730
기술기능성	0.4082	1.4142	0.4082	1.0000	0.4082	2.4495
기술시장성	0.5000	2.0000	0.5000	2.4498	1.0000	2.0000
기술경쟁성	0.2887	0.7071	0.2582	0.4082	0.5000	1.0000

(3) Geometric Mean으로 다평가자 결정을 하나의 결정으로 구성된 AHP Matrix로 AHP를 적용하여 기술가치 평가 지표의 중요도를 계산한다.

	수익성	시장진입용이성	시장확보가능성	기술기능성	기술시장성	기술경쟁성	
수익성	1.0000	0.5000	0.3333	2.4495	2.0000	3.4641	17.03%
시장진입용이성	2.0000	1.0000	0.5000	0.7071	0.5000	1.4142	14.96%
시장확보가능성	3.0003	2.0000	1.0000	2.4495	2.0000	3.8730	32.03%
기술기능성	0.4082	1.4142	0.4082	1.0000	0.4082	2.4495	11.66%
기술시장성	0.5000	2.0000	0.5000	2.4498	1.0000	2.0000	17.15%
기술경쟁성	0.2887	0.7071	0.2582	0.4082	0.5000	1.0000	7.17%

Eigenvalue	6.548
Consistency Ratio	8.8%

2) 시뮬레이션 이용 Commercialization Success Index 계산

시뮬레이션을 이용하여 상업화 성공지수(Commercialization Success Index: CSI) 계산을 아래에 단계별로 기술한다.

(1) 각 평가자에게 새로운 technology를 유사 Technology와 각 기술가치 평가지표에 대해 비교하여 Superior score의 범위를 정하게 한다.

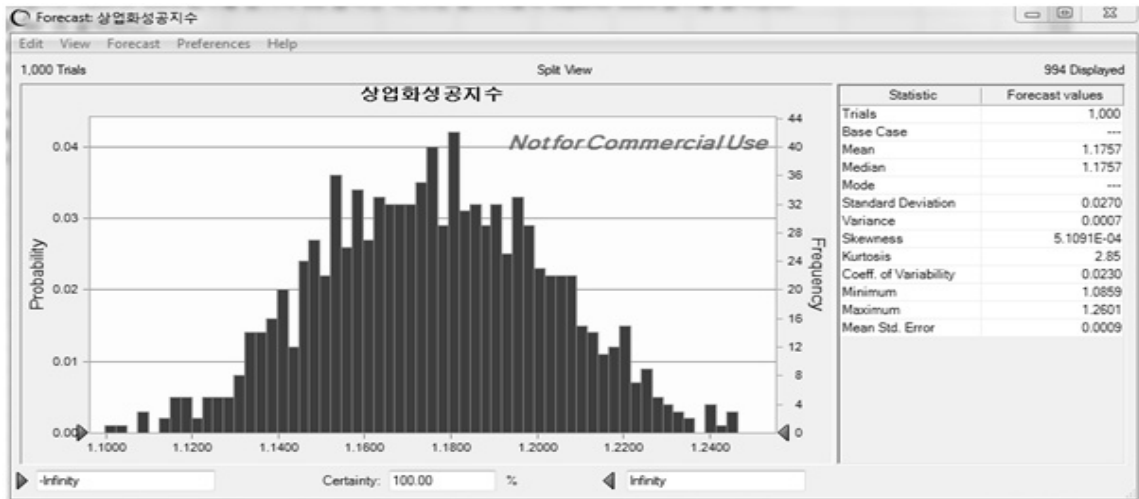
AHP에 의한 계산으로 얻어진 기술가치 평가지표의 중요도와 Superior score의 범위를 아래의 표에 열거한다.

평가자 1						
Factors	Weights	Superiority Score 범위			Distribution Type	Superiority Score
		Min	Most Likely	Max		
수익성	16.96%	0.8	1	1.3	Triangular	0.0000
시장진입용이성	13.90%	0.9	1.1	1.3	Triangular	0.0000
시장확보가능성	30.46%	1.2	1.4	1.5	Triangular	0.0000
기술가능성	13.63%	0.8	0.9	1	Triangular	0.0000
기술시장성	16.61%	1.1	1.3	1.6	Triangular	0.0000
기술경쟁성	8.45%	1.2	1.5	1.8	Triangular	0.0000
Sum	100.01%					0.0000

평가자 2						
Factors	Weights	Superiority Score 범위			Distribution Type	Superiority Score
		Min	Most Likely	Max		
수익성	16.96%	0.9	1.1	1.5	Triangular	0.0000
시장진입용이성	13.90%	0.6	0.9	1.1	Triangular	0.0000
시장확보가능성	30.46%	1	1.25	1.5	Triangular	0.0000
기술가능성	13.63%	0.7	0.85	1	Triangular	0.0000
기술시장성	16.61%	1.2	1.3	1.4	Triangular	0.0000
기술경쟁성	8.45%	1.1	1.3	1.5	Triangular	0.0000
Sum	100.01%					0.0000

(2) 시뮬레이션을 이용하여 해당기술의 가치를 유사기술과 비교된 상업화 성공지수(CSI)를 계산하여 분포로 나타내준다.

이상과 같이 분석을 위해 Crystal Ball 소프트웨어 패키지를 이용했고, 다평가자에 의한 상업화 성공지수들을 Geometric Mean으로 종합된 상업화 성공지수로 계산했다. 그 결과는 아래와 같다.



상업화성공지수

1.1757

V. 요약 및 결론

최근 세계화에 따른 기업들의 경쟁이 심화되면서 국내외를 막론하고 기업간 제휴나 M&A가 활성화되고 있고, 이러한 환경변화 속에서 기술거래, 지식재산권 등의 현물출자, 조세, 소송, 분쟁, 기술금융, IP 관리, 라이선싱, M&A, 합작투자/전략적 제휴 등에 기술가치를 금액으로 평가하려는 경향이 나타나는 등 기술가치 평가에 대한 관심이 증대되고 있다. 즉, 기술의 평가는 다양한 수요에 의해 그 목적 내지는 필요성이 정의될 수 있다.

본 연구는 초기단계에 있는 기술에 대한 가치를 평가하는 모델을 개발하는 데 그 목적이 있다. 특히 다양한 유형의 기술 가운데 제품 및 제조기술을 중심으로 특허권 확보를 하려는, 혹은 특허권 획득 후 계속적으로 상업화를 위한 개발을 하려는 기술을 연구대상으로 하였다.

이를 위해 본 연구는 기술이전 및 거래용 기술평가 모델의 필요요건을 문헌조사 및 당해 기술평가분야의 전문가들에게 설문 및 인터뷰를 통하여 도출하고, 이에 근거하여 초기단계에 있는 기술에 대한 기술가치 평가의 개념적 프레임워크를 제시하여 기술가치 평가모델의 개발방향을 제시하였다. 구체적으로 본 연구에서 적용되는 분석방법으로서 두 가지 방식의 휴리스틱 모델로 구성하였다.

첫째, 기술평가자가 초기단계 기술의 가치를 손쉽게 수행할 수 있도록 하기 위해 AHP 기법으로 평가 지표와 요인 간의 계층적 구조의 평가 틀을 구성하였다. 이는 평가요소들 간의 상호연관관계를 계층적 구조로 표현하고 각 요소 간의 연관관계에 대해 정성적이고 주관적인 비교가 가능하게 해주었다. 이 비교에 대한 체계적인 분석을 함으로써 요소의 상대적인 비중을 고려한 통합적인 평가의 결정지침을 제공하였다.

둘째, 시뮬레이션 기법을 기반으로 하여 모델을 구성하였다. 기존의 기술평가 방식 중 일부 재무평가를 제외한 대부분의 기술성 분석이나 기여도 평가는 많은 부분들이 평가자의 경험을 기반으로 단일의 점수를 결정하는 점추정 방식에 의존하는 경향이 많았으며, 점추정 분석은 미래에 나타날 상황이 평균적으로 얼마가 되리라고 보는 전문가들에 의한 평균론적 분석이다. 따라서 이러한 평균의 한계를 완화하기 위해 두 번째 휴리스틱 모델로서 시뮬레이션 기법을 도입하였다.

이와 같이 초기단계의 기술가치를 평가하기 위한 요인과 항목을 추출하고, 이를 바탕으로 초기단계 기술가치 평가를 존재하는 유사기술과 상업화 성공 가능성을 비교하여 성공가능성 수치를 그 분포로 보여 주는 휴리스틱 모델을 개발하였다.

한편, 현재 대부분의 기술가치 평가모델에서는 보유기업의 관점, 적어도 사업모델이 전제되어 있는 상황에서 기술자산이 창출할 잠재적 가치를 평가하는 데 초점을 두어 왔으며, 시장에서 거래될 상품으로서의 기술의 가치를 평가하는 데는 다소 소홀히 해왔다. 또한 본 연구에서는 초기단계의 기술가치 평가의 목적을 전제로 한 수익접근법을 적용기법으로 하되 일반적으로 적용되는 지표인 재무, 마케팅 등은 본 연구대상이 발명된 기술의 특허를 얻는 전·후 단계에서 초기 기술가치 평가가 주된 목적임을 감안하여 제외하였으며, 기술가치 평가지표로는 수익성, 시장진입 용이성, 시장확보 가능성, 기술기능성, 기술시장성, 기술경쟁성 등 여섯 가지 요인을 선택하였다.

이러한 평가지표를 활용하여 AHP 기법과 시뮬레이션을 기반으로 개발된 모델을 활용할 경우 정성적 자료와 정량적 자료를 모두 통합하여 초기단계 기술의 상업화 성공가능성 수치를 추정할 수 있었다.

본 연구에서 개발된 휴리스틱 모델은 향후 실제 자료를 이용하여 수치적인 응용이 필요하며, 이런 수치적 응용과정을 통하여 더 정교화되어 보다 효과적인 모델로 정교화되어야 할 것이다.

참고문헌

- 김병수 (2010), 기술성장모형에 기반한 기술수준평가방법론 연구, 한국과학기술기획평가원.
- 노유진 외 (2007), AHP를 활용한 학술연구구성사업 발전방향에 관한 연구, 한국학술진흥재단.
- 박지영 (2009), 연구개발사업의 파급효과에 대한 사전분석 방법 개발 연구, 한국과학기술기획평가원.
- 박 현 외 (2000), 예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구, 2000 한국개발연구원.
- 박현우 외 (2001), “기술이전을 위한 기술가치 평가모델 연구,” 한국기술혁신학회, 2001년 추계학술대회.
- 박현우·이종택 (2011), “초기단계 기술의 가치평가 방법론 프레임워크,” 한국기술혁신학회 2011년 추계학술대회.
- 설유진 외 (2018), “몬테카를로 시뮬레이션을 통한 AHP결과 해석모형 개발,” 대한교통학회지 제26권 제4호.
- 손석호 (2008), 한국 과학기술예측조사 평가 및 개선방안 도출에 관한 연구, 한국과학기술기획평가원.
- 이형준 (2010), SMR기반 AHP기법을 활용한 국방핵심기술 R&D사업 성과평가지표 개발, 서울산업대학교 IT정책 전문대학원.
- Amram, M. (2005), “The Challenge of Valuing Patents and Early-Stage Technologies,” *Journal of Applied Corporate Finance*, 17(2), 68-81.
- Bergstien, H., and H. Estelami (2002), “A Survey of emerging technologies for pricing new-to-the world products,” *The Journal of Product and Brand Management*, 11(5).
- Chiesa, V., Frattini, F., Gilardoni, E., Manzini, R., and Pizzurno, E. (2007), “Searching for factors influencing technological asset value,” *European Journal of Innovation Management*, 10(4), 467-488.
- Chiu, Y. J. and Chen, Y. W. (2007), “Using AHP in patent valuation,” *Mathematical and Computer Modelling* 46, 1054-1062.
- Cromley, J. T. (2004), “20 steps for pricing a patent,” *Journal of Accountancy*, 198, 31-34.
- Dissel, M., C. Farrukh, D. Probert, and R. Phaal (2005), “Evaluating Early Stage Technology Valuation Methods; What is Available and What Really Matters,” *Proceedings of the 2005 IEEE International Engineering Management Conference*, September 11-13, St. John's Newfoundland, Canada, 302-306.
- Hastbacka, M. A. (2004), “Technology Valuation - The 'Market Comparables' Method,” *Technology Management Journal*, June, 1-4.
- Hunt, F., Mitchell, R., Phaal, R., and Probert, D. R. (2004), “Early valuation of technology: real options, hybrid models and beyond,” *Journal of the Society of Instrument and Control Engineers in Japan*, 43(10), pp.730-735.
- Park, Hyun-woo, Do-Baek Nah, and Sun-Hi Yoo (2010), “The Influence of Technological Attributes on Technology Valuation in Korea,” 2010 IEEE International Conference on Advanced Management Science, July 8-10, Chengdu, China.
- Park, Hyun-woo and Woo-Taek Shin (2010), “Determinants and Influential Factors in Technology Valuation in Korea,” *International Journal of Contents* 6(3), The Korea Contents Association, pp.53-58.
- Pavia, T. M. (1991), “The early stages of new product development in entrepreneurial high-tech firms,” *Journal of Product Innovation Management*, 8(1), pp.19-31.
- Raymond, H. A. (2010), “Technology value as a dynamic strategic framework,” *European Business Review*, 22(5), pp.556-571.
- Reitzig, M. (2002), “Valuing patents and patent portfolios from a corporate perspective - theoretical considerations, applied needs, and future challenges”, *UNECE Expert Background Paper*, OPA/CONF.1/2002/4.
- Reitzig, M. (2004), “Improving patent valuations for management purposes- validating new indicators by analyzing application rationales,” *Research Policy*, 33, 939-957.