

공리적 설계를 이용한 기술가치 평가방법의 설계 Technology Valuation Method Design Using Axiomatic Design

문병근*, 조규갑**

* 부산대학교 산업공학과 대학원 박사과정

** 부산대학교 산업공학과 교수

Abstract

In order to satisfy the high need for technology valuation, various technology valuation methods have been developed. However the need to develop a new technology valuation method considering the technology characteristics, technology valuation objective, and technology valuation environments has been increasing. So far the technology valuation methods have been developed based on technology valuation experts' domain knowledge without applying systematic design methodology. In this paper the process that applies Axiomatic Design principles as a design methodology to the technology valuation methodology design is described. The design consists of technology valuation process design and technology valuation content design. The Axiomatic Design approach introduced in this paper can be used as a systematic technology valuation design tool considering various technology characteristics and technology valuation objectives and also as an evaluation tool of traditional technology valuation methods.

1. 서론

기술가치평가에 대한 높은 수요에 대응하기 위해 현재까지 다양한 기술가치 평가 방법론들이 개발되어왔다. 기술가치 평가 방법론은 수익접근법, 비용접근법, 시장접근법을 기반으로 한 정량적 가치 평가법과 전략적 요인의 평가가 가능한 정성적 평가법, 그리고 기여율, 할인율의 개념을 도입한 복합적인 기술가치 평가기법들이 부분적으로 개발되어 왔다[1]. 현재 국내에서 실용적인 관점에서 주로 사용되거나 개발되고 있는 기술가치 평가모형은 식 (1)과 같은 복합형 모형[2, 3]이다.

$$V = f\{\sum P_t \times C, \sigma\} \quad (1)$$

여기서,

V : 기술가치

P_t : 사업의 기대이익, 혹은 기술의 기대이익 ($t = 1, \dots, n$)

n : 이익발생기간

C : 기술의 기여도 혹은 조정계수

σ : 기술가치 변동성

기술을 분류하는 방식은 기술의 위치적 특성, 개발목표, 개발 대상 혹은 적용대상, 기술투자에 대한 cash flow의 형태 등 매우 다양하며, 기술가치평가의 목적도 매우 다양하다. 따라서 기술의 특징과 평가목적에 따라 다른 기술가치 평가방법론의 적용이 요구된다. 본 논문에서 평가 대상으로 하는 생산공정기술은 공정기술, 생산기술, 정보 및 관리 기술 등으로 구성되고, 위치적 특성은 회사특유기술(firm specific technology), 개발목표는 실용화기술, cash-flow의 형태는 비용 절감형 기술로 특징지어진다. 그리고 평가목적은 기술수요자 혹은 기업의 입장에서 공정전략과 연관된 생산공정의 역량향상에 대한 평가이다.

이러한 평가대상기술의 특징과 평가목적에 대해 식 (1)의 기술가치 평가모형을 사용하는 것은 평가결과의 신뢰성 보장에 한계가 존재한다. 이것은 생산공정기술 가치평가에 대한 모형 자체의 구조적 한계에 기인한다. 식 (1)의 기술가치 평가모형은 정량적 평가와 정성적 평가를 동시에 고려하기 위해 광범위하게 사용되고 있으나 기술기여도 혹은 조정계수의 추정은 비논리적이라는 한계를 가지고 있다[4]. 또한 생산공정기술은 제품기술과는 달리 수익의 기반이 되는 매출액 또는 시장의 규모에

직접적으로 기여하는 것이 아니라 공정전략과 연계된 원가구조의 개선, 품질수준의 향상, 문제해결능력의 향상, 유연성의 증대 등 공정역량의 향상을 목표[5]로 하기 때문에 정량적 평가가 요구되는 부분과 정성적 평가가 요구되는 부분으로 나누어 평가하는 것이 바람직하며, 또한 평가항목은 기업의 고유 공정전략과 제조환경에 따라 선정되고, 평가되어야 한다.

본 논문은 생산공정기술 기술가치 평가방법의 설계가 목표이다. 합리적인 평가방법은 잠재적인 가치의 체계적인 평가방법과 평가시의 예측오차를 구조적으로 최소화하기 위한 방안 및 적용상의 편의성을 요구한다. 이것은 평가목표, 평가접근, 평가항목, 평가활동의 구성에서 기능적 독립성과 효율성을 보장하는 것으로 일반적 시스템 설계 프로세스와 개념적으로 동일하다.

본 논문은 기술가치 평가방법의 설계방법론으로써 공리적 설계를 적용하는 방법을 제안한다. 기술가치 평가방법의 설계내용은 기술가치 평가과정의 설계와 평가내용의 설계로 구성된다.

2. 공리적 설계의 개요[6,7]

공리적 설계는 1990년 이후 제품, 제조시스템, 소프트웨어 설계 등 공학적 분야의 시스템 설계뿐 아니라 조직설계, 전략설계 등 비공학적 분야의 시스템 설계에도 성공적으로 적용되어 왔다. 공리적 설계는 도메인 개념에 초점을 둔 원칙기반 설계방법으로 설계과정은 그림 2와 같이 4개의 도메인인 고객, 기능적, 물리적, 프로세스 도메인의 사상(mapping)을 통해 발생한다. 사상은 zigzag 과정으로 진행되며, 각 도메인 간의 관계는 아래의 식 (2)와 (3)같이 설계방정식으로 표시된다.

$$\{FR\} = [DM]\{DP\} \quad (2)$$

여기서,

$$DM_{ij} = \frac{\partial FR_i}{\partial DP_j} \quad (3)$$

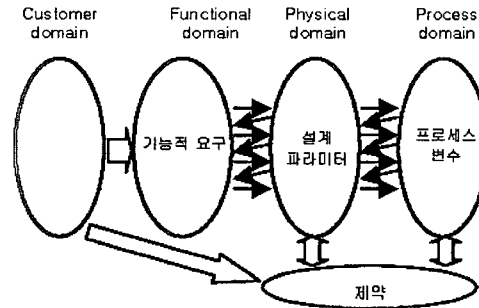


그림 2. 공리적 설계에서의 설계 도메인

다른 도메인 간의 관계를 가이드하는 기준으로써 공리(axioms), 이론(theories), 추론(corollaries)이 사용되며, 이론과 추론은 아래의 두 개의 설계공리에 기원한다. 공리 1: 독립공리(FRs의 독립성을 유지하라) 공리 2: 정보공리(정보량을 최소화하라. i.e. 높은 성공가능성을 가지는 해를 선정하라)

3. 공리적 설계를 이용한 기술가치 평가방법의 설계

3.1 설계 도메인 정의

기술가치 평가방법의 설계를 위하여 공리적 설계의 각 도메인은 아래와 같이 정의된다. 기능적 요구(Functional Requirement, FR)는 “평가 목표”, 설계 파라미터(Design Parameter, DP)는 FR을 만족하기 위한 “접근방법”, 프로세스 변수(Process Variable, PV)는 DP를 만족하기 위한 “입력요인”으로 정의된다. 그리고 추가적으로 평가활동을 고려하기 위해 시스템 영역을 추가한다. 시스템 영역(System, SYS)은 평가활동을 위한 정보, 자원, 조직으로 구성된다. 그리고 제약은 평가 비용, 시간, 정보가치, 평가실행 규약 등이 고려된다.

3.2 기술가치 평가방법 설계의 프레임워크

기술가치 평가방법의 설계는 평가과정의 설계와 평가내용의 설계로 구성된다. 과정 설계는 평가과정의 독립성을 보장하기 위한 것이고, 평가내용의 설계는 각 평가단계의 평가방법을 결정하기 위한 것이다.

3.3 기술가치 평가과정 설계

시스템의 설계 과정은 그림 3과 같은 control feedback loop으로 설명될 수 있다.

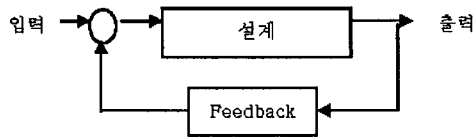


그림 3. 설계 과정[6]

본 논문에서 기술가치평가는 단계적으로 진행되며, 기술가치 분석과정과 학습과정으로 구성된다. 이것을 공리적 설계의 프레임워크와 도메인으로 표현하면 그림 4와 같다.

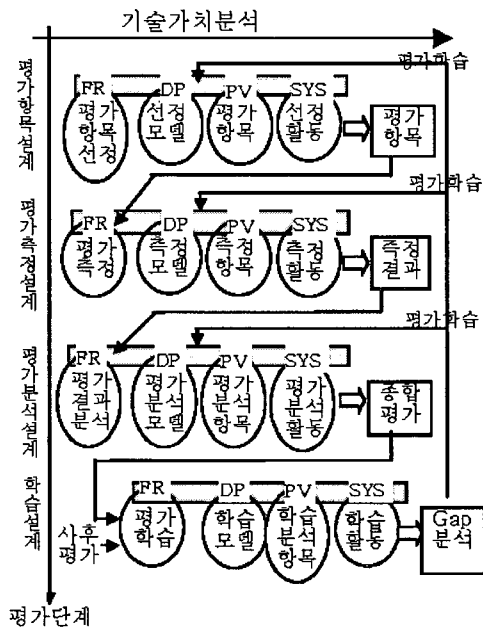


그림 4. 기술가치 평가과정 모델

3.4 기술가치 평가내용 설계

3.4.1 평가항목의 선정

공정전략 및 제조시스템의 고유특성을 반영한 평가항목을 선정(FR₁)하기 위한 접근으로 본 논문은 제조시스템 설계분해(MSDD, Manufacturing System Design Decomposition)접근(DP₁)을 채택한다. Cochran, et al.(2000)은 제조시스템 설계분해의 기능적 요구사항은 제조시스템의 수행도

최도와 연관되어져야 함을 주장하였는데 본 논문은 제조시스템 설계분해의 기능적 요구(FR)에 대응하는 수행도 척도(Performance Measure, PM)를 기술가치평가의 평가항목으로 선정한다. 그림 5는 대량생산(mass production)과 린 생산(lean production)에서 최상위 설계과정을 보여주는 것으로 제조전략에 따라 다른 시스템 설계 구성을 가짐을 보여준다.

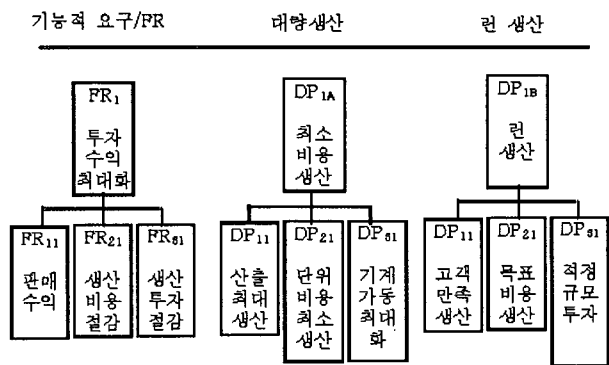


그림 5. 대량생산과 린 생산 비교([8])

표 3은 제조시스템 설계분해에서 기능적 요구(FR)에 대응하는 수행도 척도(PM)를 나타낸다.

표 3. 기능적 요구와 수행도의 예

기능적 요구(FR)	수행도 척도(PM)
기계 오류 제거	기계오류에 의한 결함 수
방법 오류 제거	사용된 방법의 공정능력
공정능력의 향상	기계당 공정능력
문제의 신속 해결	문제해결 평균시간

본 논문에서 기술가치 평가항목의 선정을 위한 제조시스템 설계분해의 결과는 공정전략 즉 공정기술전략, 생산 네트워크 및 생산능력 확장전략, 공정운영전략을 반영하여 대상시스템에 공리적 설계를 적용한 결과이다. 이러한 설계과정에서 연성화된 설계행렬이 구성되면 설계의사결정으로써 전략적 의사결정에 선호도를 설정하여 설계행렬을 비연성화하면서 세부설계를 진행한다.

실제 생산공정기술에 대한 가치평가의

실행에서 평가항목에 대한 선정은 평가목적에 따라 다르게 구성되어야 한다. 즉 제조시스템 설계분해는 시스템 전체에 대한 평가항목을 고려하는 것이므로 특정한 평가목적에 따라 다른 평가항목의 구성이 요구된다.

3.4.2 평가항목의 측정

선정된 평가항목의 측정(RR_2)을 위한 접근방안(DP_2)은 정량적 평가 vs. 정성적 평가, 직접평가 vs. 간접평가로 구분된다. 평가항목의 측정은 평가항목의 특성에 따라 효과와 효율성을 고려하여 적절한 접근방안과 측정요인(PV_2)을 선정한다.

3.4.3 평가분석 설계

이 단계는 세부적인 각 평가항목에 대한 정량적 및 정성적 측정의 결과를 분석(RR_3)하는 단계로 평가결과와 종합화(RR_{31})와 가치평가 영향요인의 변동성(혹은 불확실성) 고려(RR_{32})로 구성된다. 종합화를 위한 접근은 개별 평가결과와 단순조합(DP_{31a})과 통합모델(DP_{31b}) 등이 있으며, 변동성을 고려하기 위한 접근은 실물옵션 모형(DP_{32a}) 혹은 정성적 Risk 영향 평가방법(DP_{32b}) 등이 있다. 이러한 평가분석 설계의 선택은 평가 전략적인 측면에서 선정된다.

3.4.4 학습

현재 기술에 대한 투자를 위해 기술가치평가는 매우 빈번하게 발생하고 있지만 평가에 대한 학습에 대해서는 관심이 높지 않다. 하지만 기술가치평가에서 학습에 대한 고려는 기술가치평가의 수행만큼이나 중요한 과제로 사료된다. 이 단계는 사전평가와 사후평가의 Gap 분석을 통해 다음 기술가치평가에서 그 결과를 반영(RR_4)하기 위한 것이다. Gap 분석을 위한 접근방안(RR_{41})은 통계적 분석을 통한 정량적인 접근(DP_{41a})과 평가자의 주관적 판단에 의한 정성적 방안(DP_{41b}) 등이 있으며, Gap 분석결과와 반영(RR_{42})은 사람중심의 학습접근(DP_{42a})과 정보시스템 중심의 학습접근(DP_{42b}) 등이 존재한다.

4. 결론

현재까지 기술가치평가는 그 중요성에도 불구하고 평가방법의 설계를 위해 체계화된 설계방법론의 적용 없이 주로 기술가치평가 전문가의 domain 지식에 의존하여 이루어졌다. 본 논문은 기술가치 평가방안의 설계방법론으로써 공리적 설계 원리의 적용에 대해 제안하였다. 이러한 접근은 현재 사용되고 있는 기술가치 평가방법의 실효성에 대한 평가도구로써 그리고 다양한 기술적 특성과 평가 목적을 반영하는 기술의 가치평가 방법의 설계도구로써 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

- [1] 조근태, 권철신, "기술의 상호영향을 고려한 기술가치평가모형의 개발", 기술경영경제학회, 2001. 6, pp.61~70.
- [2] 박현우, 정혜순, 유선희, "기술이전과 기술가치 평가모델 연구", 한국과학기술정보연구원, 2002.
- [3] 이상필 외, 개별기술가치평가모델개발, 중소기업청, 1999.
- [4] 양동우, "실무차원의 기술가치평가: 수익접근법을 중심으로", 기술혁신학회지, 3권 1호, 2000. 3, pp. 68~84.
- [5] 이승규, 백종태, 김정섭, 경영학 뉴패러다임: 생산전략과 기술경영, 전영사, 2002.
- [6] 차성운, 박경진 공역, 공리적 설계(1), 2002.
- [7] Suh, N.P., *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press, New York, 2001.
- [8] Cochran, D.S., Y.S. Kim, and J. Kim, "The Alignment of Performance Measurement with the Manufacturing System Design", *The First International Conference on Axiomatic Design ICAD 2000*, Cambridge, MA, USA, June 2000.