

품질기능전개를 이용한 자본투자프로젝트 선정방법
A Selection Method for Capital Budgeting Projects with Quality Function
Deployment

우 태 희*
Woo, Tae Hee

Abstract

The purpose of this paper is to describe a new analytic method of capital budgeting projects that takes into account both customer wants and competitor's status and to give decision makers a tool for goal setting and planning for technology. This model, which is based on quality function deployment(QFD), has used the analytic hierarchy process(AHP) to determine the intensity of the relationship between the variables involved in each matrix of the model and the 0-1 integer programming to determine the allocation of funds to various technological projects. This paper also proposes how to calculate the new weight of columns to consider various strength levels of roof matrix, representing the correlation among the quality characteristics, using Lyman's normalization procedure. To compare this model with Partovi's model, I adapt the same example which is suggested by Partovi and I show that the value of object function, has maximization problem, in this model is larger than that in Partovi's model.

1. 서론

현대기업에서 중요하게 결정해야 할 전략적 의사결정 중의 하나는 제조과정과 관련된 투자프로젝트 대안 사이에서 한정된 자본을 어떻게 투자하느냐이다. 기업은 이렇게 제한된 투자자금을 효율적으로 분배하여 최대의 수익을 얻을 수 있는 사업에 투자하여야 한다. 자본예산(Capital Budgeting)이란 자본에 대한 지출계획을 말하며, 지금까지의 자본예산투자방법은 제조기술을 평가하는데 적절히 이용되어 왔지만 이들 방법은 경영전략의 한 축인 품질요인을 무시하였고, 자본투자프로젝트와 관련된 비용과 이익에만 직접적으로 중점을 두어왔다[8]. 이러한 전통적인 방법이 가지고 있는 한계성은 특정의 품질특성을 갖고, 고객이 요구하는 제품을 제공해야 하는 제조조직이 극심한 경쟁관계를 갖는 시장에 적용하고자 할 때 더욱 표면화 될 것이다.

* 서일대학 공업경영과

최근에 경영전략과 자본투자할당을 통합한 다속성 의사결정모형들이 소개되고 있는데, 이들 모형의 대부분은 다속성 유틸리티모형, 선형계획법 응용모형, 전문가시스템모형 그리고 계층분석과정(AHP)모형과 같이 4가지 형태로 구분되며, 그 중에서도 투자정책 의사결정을 위하여 Saaty에 의해 제안된 AHP는 계량화가 어려운 전략적인 자본투자대안을 평가하는 기법으로 가장 널리 사용되고 있다[2]. AHP의 특징은 제조투자프로젝트사이에서 자금할당을 위한 제조 우선순위(비용, 품질, 유연성 그리고 납기 등)와 고객요구사항을 일체화시킬 수 있다는 것이다. 또한 문제를 이해하기 쉽도록 계층적 구조를 가지고 있으며, 대안선택의 유연성이 있고, 대량의 계산과 측정시스템에서의 신뢰성 그리고 사용편리성을 갖고 있다. 그러나 AHP를 이용하여 고객요구사항을 고려하고, 전통적인 자본투자방법을 포함한 제조기술에 대해서만 분석하는 것은 자본투자 프로젝트를 선택하는 요인으로서 경쟁상태의 직접적인 평가와 중요성을 무시하고 있다는 단점이 있다. 일반적으로 자본투자대안의 우선순위를 선정하고 할당하는 경우에는 고객의 소리와 경쟁자의 위치를 고려하여야 한다[5].

품질기능전개(QFD)는 이러한 단점을 해결할 수 있는 최선의 기법이라 할 수 있으며, Partovi[7]는 QFD의 매트릭스 내 상호관계크기를 계층분석과정(AHP)을 이용하여 수치화 하여 수치가 일관성이 있음을 검증하였고, 민감도분석을 실시할 수 있는 방법을 제시하였다. 이렇게 계산된 가중치는 0-1 정수계획법에 의하여 최적의 투자프로젝트 대안을 선정하고 할당하는데 이용된다. Partovi의 모형은 고객요구사항과 경쟁상태를 고려한 최적의 투자프로젝트 대안을 선정하는 최초의 방법이라고 할 수 있다.

그렇지만 Partovi는 HOQ(House of Quality)의 지붕매트릭스에 품질특성간의 관계를 기호로 표시하고 이를 사후평가 할 수 있다고만 언급하였는데, Cohen[3]은 지붕매트릭스 내의 정보를 품질특성 가중치 산출에 사용하지 않으면 중요한 품질특성이 최종 고려 대상에서 누락될 위험이 있음을 지적하였고, 매트릭스의 열을 구성하는 설계시방간에 높은 종속관계가 존재하는 경우 중요도 값이 정확하지 않으므로 Wasserman[10]은 Lyman의 정규화(Normalization) 방법을 이용하여 이들의 상관관계를 고려하였다.

따라서 본 연구는 고객과 그들의 요구사항, 설계시방, 여러 제조공정과 자본투자를 결합하기 위하여 QFD매트릭스를 이용하여 이들을 조정 및 통합하며, Wasserman이 제시한 지붕매트릭스 상관관계를 고려하여 새로운 가중치를 계산한다. 이렇게 구한 가중치는 최대화문제를 갖는 0-1 정수계획법으로 계산하여 전략적 투자대안 선정 및 자본할당을 위한 분석적 도구를 제시한다.

2. 투자프로젝트 선정모형

2.1 기호정의 및 사례연구

본 연구는 자본투자프로젝트 전략적의 선택을 위하여 <그림 2>와 같이 개략적인 QFD를 이용하며, 4개의 상호관련 매트릭스로 구성되어 있다. 이들 매트릭스에서 사용하는 행과 열의 선정은 특정의 제조조직과 관련된 외부와 내부적 요인에 의하여 결정되는데, 본 연구에서는 Partovi의 모형과 비교하기 위하여 Partovi가 제시한 사례(타이

어제조회사)를 이용한다. 즉, ABC사는 승용차, 대형트럭 그리고 농기구에 사용되는 타이어와 타이어 속튜브를 제조하는 회사로서 미래의 경영환경에 보다 능동적으로 대처하기 위하여 고객의 요구사항과 경쟁사의 상태에 기초하여 전략적인 의사결정을 하고자 적용한 사례이다.

본 연구모형을 개발하기 위하여 사용하는 기호정의는 다음과 같다.

i : 행(row)의 위치를 나타내는 첨자 ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)

j : 열(column)의 위치를 나타내는 첨자 ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

k : 지붕매트릭스(roof matrix)에서 열의 위치를 나타내는 첨자 ($k = 1, 2, 3, \dots, n$)

$WHAT_i$: i 번째 행을 표시 ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)

HOW_j : j 번째 열을 표시 ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

R_{ij} : 품질매트릭스에서 $WHAT_i$ 행과 HOW_j 열의 관계정도를 나타내는 값

C_{jk} : 지붕매트릭스에서 HOW_j 와 HOW_k 의 상관관계를 나타내는 값 (단, $C_{jj} = 1$)

WR_i : $WHAT_i$ 의 중요도를 나타내는 값(가중치)

WC_j : HOW_j 의 중요도를 나타내는 값(가중치)

R_{ij}^{norm} : 지붕매트릭스에서 열과 열의 상관관계를 포함하여 계산한 값

$$R_{ij}^{norm} = \frac{\sum_{k=1}^n C_{kj} \cdot R_{ik}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n C_{jk} \cdot R_{ik}}$$

WC_j' : 상관관계를 고려하여 계산한 가중치

2.2 시장구획과 고객요구사항 매트릭스

2.3 고객요구사항과 설계시방 매트릭스

2.4 설계시방과 제조공정 매트릭스

2.5 제조공정과 자본프로젝트

3. 투자자원 할당

본 모형의 마지막 절차는 고객요구사항과 경쟁 상태를 고려한 QFD로부터 구한 프로젝트 우선순위에 근거하여 한정된 자본으로 여러 프로젝트에 투자하는 것이다. 일반적으로 우선순위가 큰 프로젝트부터 투자하든지 또는 프로젝트 우선순위 백분율에 근거하여 이용 가능한 총 자금을 각 프로젝트의 비율로 할당하는 방법으로 수행한다. 또는 투자이익과 비용사이의 득실관계(Trade off)를 고려하거나 투자방안간의 조합에 의해 수행할 수도 있다. 자본투자에 관한 실질적인 기법으로 B/C 분석, 전체열거법(Exhaustive Enumeration Approach) 그리고 0-1 정수계획법 등이 있는데[6], 본 연구에서는 0-1 정수계획법을 이용한다. 이 문제의 목적함수는 최종의 QFD 매트릭스로부터 얻은 프로젝트 우선순위를 최대화하는 프로젝트에 투자하는 것이며, 제약조건은 예

산상의 조건과 기타 조건들이 있고, 기본 모형은 다음과 같다.

$$\text{Max.} \quad \sum_i p_i x_i \quad (3)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i c_i x_i \leq B, \quad (4)$$

$$x_i = 0, 1, \quad \text{for all } i$$

여기서 i 는 특정 프로젝트를 나타내는 지수(예를 들어 $i=1$ 인 경우 내부뱃취믹서의 확장, 2인 경우 가황처리기 추가, 3인 경우 폐열발전 설치)이며, B 는 이용 가능한 자본 운영자금이다. 그리고 p_i 는 프로젝트 대안의 우선순위를 나타내는 가중치이다.

최적의 프로젝트 투자 대안을 결정하기 위하여 식 (3)과 (4)를 이용한다. ABC의 경우 가황처리기를 추가하는데 소요되는 비용은 145백만원이고, 폐열발전 기술설치와 내부뱃취믹서의 확장에 소요되는 비용은 각각 370백만원과 90백만원이다. 그리고 총 이용 가능한 자금은 500백만원으로 가정한다.

Partovi가 제시한 방법으로 계산한 결과 가황처리기와 믹서기에 투자하며, 목적함수 값은 0.7이 된다. 그리고 동일한 사례에 대하여 본 연구에서 제시한 방법으로 계산한 결과 믹서기와 폐열발전에 투자하며, 목적함수의 값은 0.73이 되어 본 연구방법이 보다 효과적임을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 고객의 요구사항과 경쟁상태를 고려한 새로운 자본투자 분석방법을 제시하기 위하여 QFD매트릭스를 이용하여 시장구획, 고객의 요구사항, 설계시방, 중요 제조공정 그리고 자본투자 프로젝트를 결합하였다. 그리고 AHP를 사용하여 행과 열사이의 상호관계의 크기를 나타내고, HOQ의 지붕부분에 있는 설계시방간에 종속관계가 존재하는 경우 계산결과가 부정확해지는 단점을 극복하기 위하여 각 열간의 상관관계를 Lyman의 정규화 방법을 확장하여 설계시방의 중요도를 구하였으며, 이어서 제조공정 간 그리고 투자대안간의 상관관계도 고려하여 계산하였다. 그 결과 강한 상관관계가 있는 열들의 가중치가 서로 비슷하게 계산되어 Partovi가 제시한 가중치 보다 합리적이라 할 수 있다.

또한 본 연구는 최적의 자본투자프로젝트의 선정 및 자금할당을 위하여 QFD매트릭스로부터 계산된 프로젝트 가중치를 0-1 정수계획법에 적용하였으며, 그 결과 본 연구 모형이 Partovi의 모형보다 목적함수의 값이 커짐을 알 수 있었다. 본 모형은 스프레드시트 형태로 되어 있어 의사결정자는 경쟁자의 강점과 약점을 변경하는 것뿐만 아니라 고객의 요구사항과 일치하는 시장구성에 대하여 프로젝트의 우선순위에 대한 민감도분석을 실시할 수 있어 유연성과 적응성을 가진 강력한 의사결정 도구라고 할 수 있으며, 앞으로 서비스분야의 의사결정분야에 대해서도 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 赤尾洋二, 品質展開入門, 日科技連, 1990.
- [2] Canada, J.R., and Sullivan, W.G., Economic and Multi-attribute Evaluation of Advanced Manufacturing Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.
- [3] Cohen, I. L., Quality Function Deployment : How to Make QFD for You, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1995.
- [4] Crowe, T.J., and Cheng, C., "Using Quality Function Deployment in Manufacturing Strategic Planning," *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 4, pp. 35-48. 1996.
- [5] Kleindorfer, P., and Partovi, F.Y., "Integrating Manufacturing Strategy and Technological Choice," *European Journal of Operational Research*, Vol. 47, No.2, pp. 214-224, 1990.
- [6] Park, C.S., and Sharp-Bette, G.P., Advanced Engineering Economics, John Wiley & Sons, New York, N.Y., 1990.
- [7] Partovi, F. Y., "A Quality Function Deployment Approach to Strategic Capital Budgeting," *The Engineering Economist*, Vol 44, No. 3, pp. 239-260. 1999.
- [8] Remer, D.S., Stokdyk, S.B., and Van Driel, M., "Survey of Project Evaluation Techniques Currently Used in Industry," *International Journal of Production Economics*, Vol. 32, No. 1, pp. 103-115, 1993.
- [9] Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [10] Wasserman, G.S., "On How to Prioritize Design Requirements During the QFD Planning Process," *IIE Transactions*, Vol. 25, No. 3, pp. 59-65. 1993.