

분해접근과 옵션사고에 기반한 기술개발 프로젝트의 평가방법

Evaluation Method of Technology Development Project based on Decomposition Approach and Options Thinking

조 규 갑* · 문 병 근**

〈목 차〉

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| I. 서론 | IV. 기술개발 프로젝트의 평가를 위한
옵션사고의 적용 |
| II. 분해접근법에 기초한 제조시스템의
성과평가모형 | V. 평가 예제 |
| III. 기술개발 프로젝트의 성과평가모형 | VI. 결론 |

Abstract

Due to the increasing importance of technology development project evaluation, many evaluation methods have been developed. However, most project evaluation methods are not directly applicable for evaluating performance improvement projects in a manufacturing system. It is due to the fact that the existing project evaluation methods do not deal with the performance evaluation of the system. This paper deals with performance measurement model of a manufacturing system based on decomposition method and evaluation method for technology development project based on options thinking. A case example is discussed to illustrate the process of the proposed evaluation method.

Key words : 분해접근법, 옵션사고, 제조시스템의 성과평가, 프로젝트 평가

* 부산대학교 산업공학과 교수, kkcho@pusan.ac.kr

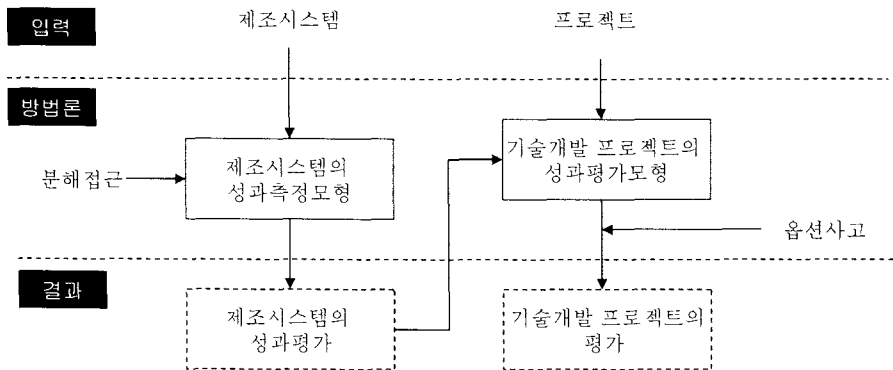
** 부산대학교 기계기술연구소 연구원, bkmoon@pusan.ac.kr

I. 서론

기술개발 프로젝트는 치열한 기업간 경쟁에서 기술적 우위를 확보하기 위한 핵심적 수단으로서 체계적인 프로젝트의 평가는 프로젝트의 선정 및 관리에서 매우 중요하다. 특히 최근 프로젝트 규모 및 불확실성의 증대는 이러한 중요성을 더욱 증대시키고 있다. 일반적으로 기술개발 프로젝트 평가는 기술개발 프로젝트로 인한 효과를 화폐가치 혹은 우선순위로 평가하는 것이며, 프로젝트의 평가방법에는 다양한 분류가 존재하나 평가요인의 평가방식을 중심으로 구분하면 재무적 방식, 정성적 방식 및 복합적 방식으로 구분할 수 있다. 재무적 방식은 수익성 지표인 투자수익률(Return on Investment), 순현재가치(Net Present Value), 내부 수익률(Internal Rate of Return), 회수기간(Payback Period) 등을 평가척도로 평가하는 것으로 평가모형에는 현금할인율모형(Discounted Cash Flow Model), 자본자산가격결정모형(Capital Asset Pricing Model), 실물옵션모형(Real Option Model), 계량분석모형(Econometric Model) 등이 있다. 정성적 방식은 평가요인에 대해 정성적으로 평가하는 것으로, 평가모형에는 평점모형, 점검표 모형, 쌍대 비교 모형 등이 있다. 복합적 방식은 재무적인 지표와 비재무적인 지표를 모두 고려하는 것으로, 균형성과기록표(Balanced Scorecard; BSC) 등이 대표적이다(안두현, 2001).

제조시스템에서 프로젝트의 목적은 일반적으로 제조시스템의 성과를 향상하는 것으로 품질향상, 납기만족, 유연성 향상, 비용절감 등이 주요한 성과지표이다. 그러나 품질, 납기, 유연성 등의 향상을 화폐가치로 정확히 평가하는 것이 매우 어렵다. 따라서 제조시스템에서 프로젝트 평가는 화폐가치에 기초한 평가가 아닌 성과지표에 기초한 성과위주의 평가가 필요하다. 그러나 현재까지 제조시스템의 성과지표를 체계적으로 도출하여 프로젝트를 평가하는 것에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 성과지표에 기초한 성과위주의 평가방법을 제안하는 것을 목표로 한다.

〈그림 1〉은 본 논문에서 제안하는 프로젝트 평가의 프레임워크로서 제조시스템의 성과평가를 위해 분해접근법에 기초한 성과측정모형을 제안하고, 기술개발 프로젝트의 평가방법의 개발을 위해 제조시스템의 성과측정모형을 기초로 기술개발 프로젝트의 성과평가모형의 개발 및 옵션사고의 적용에 대해 서술한다. 그리고 개발된 방법의 적용 및 타당성을 보여주기 위하여 적용 예제에 대해 서술한다.



〈그림 1〉 프로젝트 평가의 전체적인 프레임워크

II. 분해접근법에 기초한 제조시스템의 성과평가모형

제조기업에서 제조시스템의 성과측정은 필수적인 것이지만 제조시스템의 다차원적 특성으로 인하여 여전히 해결되지 않은 주제로 남아있다(Hon, 2005). 최근 제조시스템의 성과측정모형의 개발에서는 경제적 가치를 평가하는 정량적 평가와 전략/목표 관점, 자원/역량 관점, 산업/시장 관점 등 정성적 평가의 통합화의 경향에 기인하여 재무적 성과지표(Financial Performance Measures)와 비재무적 성과지표(Non-financial Performance Measures)를 모두 고려하는 성과지표 중심의 성과측정모형의 도출이 보편화되고 있다. 따라서 제조시스템의 성과측정모형 설계에서 핵심적 과제는 평가대상에 대한 적합한 성과지표의 도출이다(Cochran et al., 2000b).

성과지표의 도출을 위한 방법으로 BSC에 기반한 접근이 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 BSC 접근은 전사적인 관점에서의 성과지표 도출에는 유용하지만 제조의 영역에서 효과적인 성과지표 도출에는 적합하지 않다(Tangen, 2004). 따라서 이 장에서는 제조시스템의 성과측정모형의 개발을 위한 방법으로 분해접근법을 도입한다.

1. 분해접근법에 의한 제조시스템의 성과지표 도출

1) 분해접근법의 개요

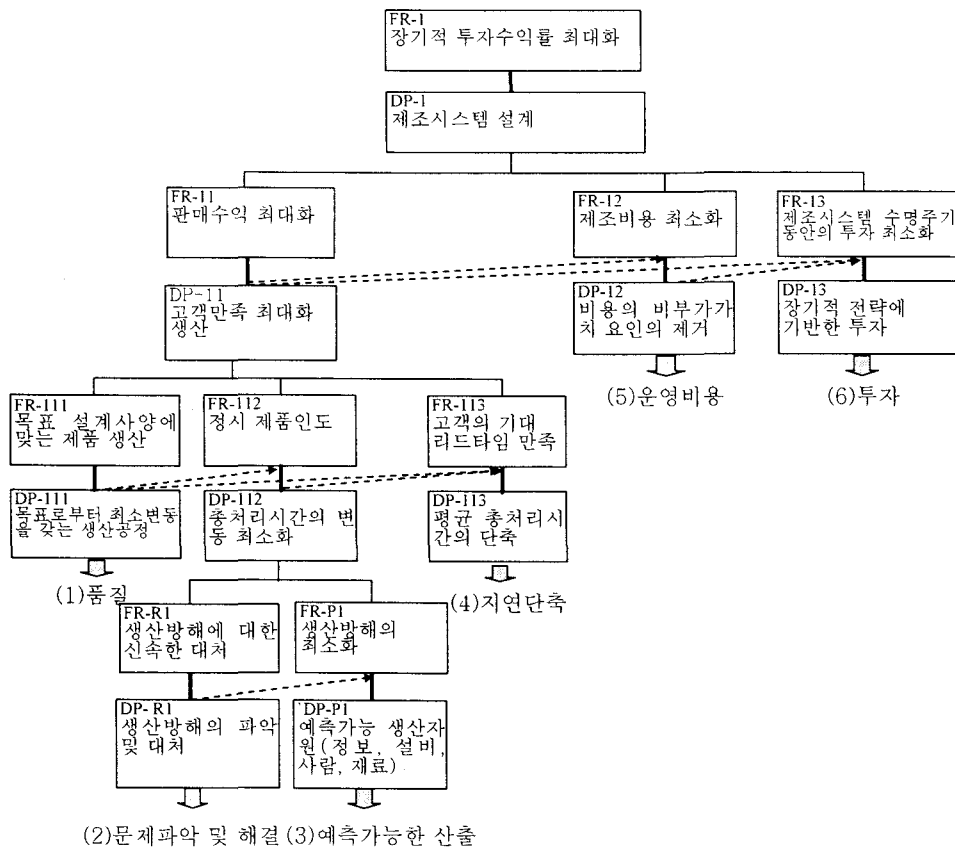
제조시스템에서 성과지표는 시스템의 계층적 수준에 따라 개발되는 것이 요구되며, 계층적 수준에서 상위 수준과 하위 수준은 '완전성', '일관성' 및 '호환성'을 유지하는 것이 중요하다. 여기서 '완전성'은 시스템 성과의 모든 중요한 측면을 모니터링하고, 활동을 전략적 목표에 연계하기 위해 필요한 정보를 가지는 것을 보장하는 것이다. '일관성'은 조직의 하위 수준 활동이 상위 수준 활동의 목표 달성을 지원하는 것이다. 이것은 조직 수준간 효과요인의 상충을 제거하는 것으로 효과요인에 대한 계층적 분해과정을 통해서 이러한 목표가 달성될 수 있다. 그리고 '호환성'은 다양한 기능적 영역(예, 제조, 마케팅, 연구 개발 등)이 공통의 목표를 위해 조화를 이루는 것이다. 또한 각각의 개별적인 성과지표는 측정의 정확성, 측정 시간, 측정 비용의 측면에서 성과측정의 요구조건을 만족하여야 한다.

제조시스템에서 성과지표도출에 대한 기존 연구에서는 효과적인 성과지표 개발의 가이드라인에 관해서 많은 연구가 제안되어 있지만(Kaplan and Norton, 1992; Needly et al., 1995; Needly et al., 1997), 제조전략을 고려하여 시스템의 모든 계층적 수준에 적용가능하며, 성과지표의 완전성, 일관성, 호환성을 만족하기 위한 성과지표 도출 접근에 관한 연구는 미흡한 실정이다(Duta, 2000).

제조시스템에서 성과지표 도출 접근의 대표적인 예는 제조시스템 설계분해(Manufacturing System Design Decomposition, MSDD)에 기반한 접근방법이다. MSDD는 공리적 설계(Axiomatic Design)의 개념을 이용한 제조시스템의 기능적 요구(Functional Requirements, FRs)와 이 요구를 만족시킬 수 있는 설계 매개변수(Design Parameters, DPs)의 체계적인 계층적 분해의 결과이다(Linck, 2001). Duta(2000)는 <그림 2>에 도시한 바와 같이 '장기적 투자수익을 최대화'라는 FR-1로부터 이를 만족하는 '제조시스템 설계'라는 DP-1을 도출하였으며, FRs를 단계적으로 분해하여 6개의 가지로 분화된 것을 보여주고 있으며, 또 이 접근이 성과지표 집합의 '일관성', '호환성', '완전성'을 보장하는 유용한 방법임을 보였다. 즉, <그림 2>는 ROI를 최대화하기 위한 제조시스템 설계에서 MSDD의 상위 수준의 예를 표현한 것으로, 두 번째 분해 수준은 ROI의 구성 요소에 기초해서 분해되었다. 이 구성 요소에 대한 요구사항은 판매 수익은 최대로 하고, 제조비용과 투자는 최소로 하는 것이다. 판매수익 최대

화(FR-11)를 위한 수단으로 고객 만족 최대화 생산(DP-11)이 선택되었으며, 제조비용의 최소화(FR-12)를 위한 수단으로 비용의 비부가가치요인의 제거(DP-12) 그리고 제조시스템 수명주기동안 투자의 최소화(FR-13)의 수단으로는 장기적 전략에 기반한 투자(DP-13)가 선택되었다(주: MSDD 분해에 대한 자세한 내용은 Linck(2001)을 참고).

일반적으로 MSDD에서 FR과 DP는 하나의 쌍으로 표현되며, FR과 DP의 관계는 실선 및 점선(-)으로 표현된다. 여기서 실선은 DP가 FR에 직접적인 영향을 미치는 경우, 점선은 간접적 영향을 미치는 경우를 보여준다. 예를 들어, <그림 2>에서 고객 만족 최대화 생산(DP-11)은 판매수익 최대화 (FR-11)에 직접적인 영향을 미치며, 제조비용의 최소화(FR-12)와 제조시스템 수명주기동안 투자의 최소화(FR-13)에 간접적인 영향을 미침을 보여준다.



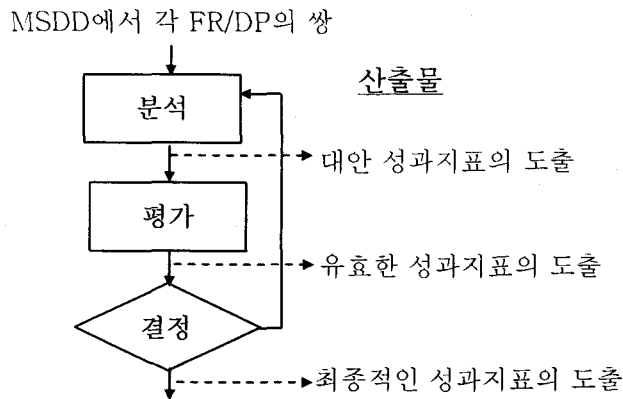
<그림 2> 6개 분해가지를 가지는 제조시스템 설계분해의 구조의 예 (Duta, 2000)

2) 성과지표 도출의 절차 및 예

MSDD로부터 성과지표를 도출하기 위한 절차는 <그림 3>에 나타난 바와 같이 분석, 평가 및 의사결정의 단계를 가진다.

(1) 분석: 이 단계의 목표는 제조시스템 설계분해에서 각 FR-DP 쌍에 대한 대안 성과지표 (Alternative Performance Measures)를 생성하는 것이다.

(2) 평가 및 의사결정: 이 단계의 목표는 제조시스템 설계분해에서 각 FR-DP 쌍에 대한 대안 성과지표들을 평가하는 것으로 평가 요인의 도출 및 각 평가요인에 대한 평가를 수행한다. 도출된 평가 요인에 기초한 평가는 점검표 모형, 프로파일 모형, 평점법 등 다양한 평가방법이 적용될 수 있다.



<그림 3> MSDD에 기초한 성과지표의 개발

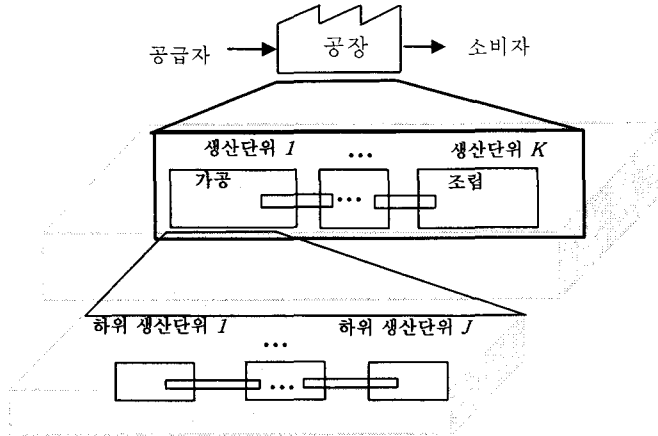
<표 1>은 <그림 2>에 도시한 MSDD의 FRs로부터 직접적으로 도출된 성과지표의 예를 보여준다.

〈표 1〉 제조시스템 설계분해로부터 도출된 성과지표의 예

기능적 요구(FRs)	성과지표(PMs)
FR-1: 장기적 투자수익률 최대화	PM-1: 제조시스템 수명주기 동안의 투자수익률
FR-11: 판매수익 최대화	PM-11: 판매수익
FR-111: 목표 설계사양에 따른 제품생산	PM-111: 공정능력
FR-112: 정시 제품인도	PM-112: 정시 인도의 비율, 지연의 양
FR-R1: 생산방해에 대한 신속한 대처	PM-R1: 생산방해의 발생과 해결시간간의 차이
FR-P1: 생산방해의 최소화	PM-P1: 생산방해의 발생수, 생산방해에 낭비된 시간의 양
FR-113: 고객의 기대 리드타임 만족	PM-113: 평균 총처리시간과 기대 리드 타임간의 차이
FR-12: 생산비용 최소화	PM-12: 생산비
FR-13: 제조시스템 수명주기 동안의 투자 최소화	PM-13: 제조시스템 수명주기 동안의 투자비

2. 성과지표에 기초한 제조시스템의 성과측정모형

본 논문은 제조시스템의 전체 최적화의 관점에서 성과측정모형을 설계하는 것을 목표로 하기 때문에 상위 시스템과 하위 시스템 성과를 종합적으로 고려하는 성과측정모형이 요구된다. 그러므로 본 연구에서는 제조시스템의 분해모형과 성과지표에 기초한 성과측정모형을 제안한다. 제조시스템의 분해모형은 〈그림 4〉에 도시한 바와 같이 제조시스템의 계층적 구조를 가지며, 성과지표의 구조는 제조시스템을 구성하는 각 하위 시스템에 대하여 동일하며, 제조시스템은 연쇄 시스템(Linked System)으로 전체 시스템과 부분 시스템의 관계는 부분시스템의 가장 취약한 성능이 전체 시스템의 성능을 좌우한다고 가정한다.



〈그림 4〉 제조시스템 구성에 대한 분해 모형의 예

본 논문에서 제안하는 제조시스템의 성과측정모형은 각 성과지표에 대한 가치함수(Value Function)로 구성되어 있다. 가치함수는 하위 시스템과 상위 시스템간의 관계를 표현하기 위한 것으로 본 논문에서는 성과지표에 기초하여 하위 시스템에서 최하위의 성과지표의 값을 상위 시스템의 성과지표의 값으로 설정한다.

제조시스템의 부분 시스템(또는 생산단위) $k(k=1, \dots, K)$ 에서 성과지표 i 에 대한 가치함수는 식(1)과 같이 정의한다.

$$Y_i^k = \min\{X_i^{k1}, X_i^{k2}, \dots, X_i^{kj}, \dots, X_i^{kK}\} \quad (1)$$

여기서,

Y_i^k : 생산단위 k 에서 성과지표 i ($i=1, \dots, I$)의 값,

X_i^{kj} : 생산단위 k 에서 분해된 하위 생산단위 j ($j=1, \dots, J$)의 성과지표 i 의 값,

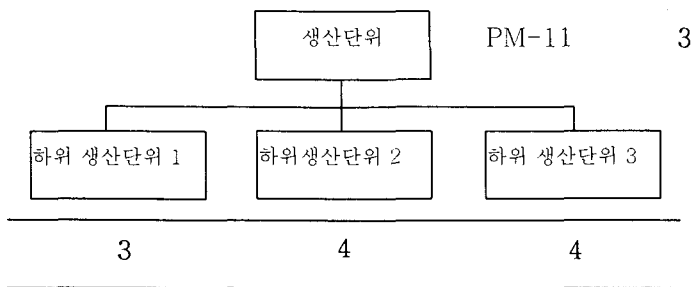
I : 성과지표의 전체 개수,

J : 하위 생산단위의 전체 개수,

K : 생산단위의 전체 개수

를 의미한다.

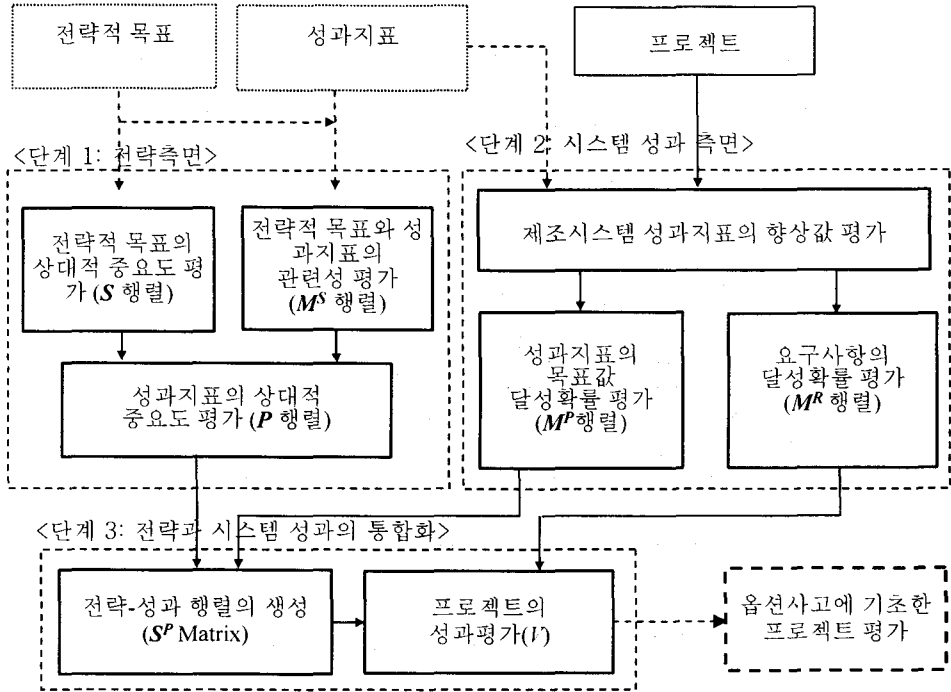
〈그림 5〉는 식 (1)에 의한 성과측정모형의 가치함수에 대한 예를 보여준다. 이 예에서 제조시스템의 생산단위는 3개의 하위 생산단위로 구성되어 있으며, 하위 생산단위 1, 2, 3의 PM-11의 값이 정성적 척도로 3(moderate), 4(good), 4(good)로 주어졌을 때, 생산단위에서 PM-11의 값은 3(moderate)으로 결정된다.



〈그림 5〉 성과측정 모형: 가치함수의 예

Ⅲ. 기술개발 프로젝트의 성과평가 모형

기술개발 프로젝트의 평가에서는 전략과 제조시스템의 성과향상을 모두 고려하는 것이 요구된다. 따라서 본 논문에서 제안하는 기술개발 프로젝트 평가 절차는 〈그림 6〉과 같이 (1) 전략 측면의 평가, (2) 제조시스템의 성과 측면의 평가, (3) 전략과 성과향상 측면 평가의 통합화 평가의 단계로 구성된다. 그리고 최종적인 평가결과는 옵션사고에 기초한 평가에서 이용된다.



〈그림 6〉 프로젝트 성과평가의 프레임워크

1. 전략측면의 평가

전략적 측면의 평가는 전략적 목표의 상대적 중요성을 고려하여 성과지표의 상대적 중요도를 평가하는 것으로서 평가과정은 다음과 같다.

〈단계 1: 전략적 목표의 상대적 중요도 평가〉

전략적 목표의 상대적 중요도를 반영하기 위하여, 중요도 행렬 $S (s \times s)$ 를 정의한다. 여기서 s 는 고려중인 전략적 목표의 개수이다. 이 행렬의 요소 S_{ij} 는 전략적 목표 i 의 전략적 목표 j 에 대한 상대적 중요도를 나타내며, 이 값은 0-1 사이의 값을 가진다. S 행렬의 구성요소값의 결정에는 상대적 우선순위를 결정하는 Analytical Hierarchal Process(AHP) 기법(Satty, 1980)이 사용 가능하다.

〈단계 2: 전략적 목표와 성과지표의 관련성 평가〉

전략적 목표와 성과지표의 관련성을 표현하기 위하여, 관련성 행렬 $M^S (s * l)$ 를 정의한다. 여기서 s 는 전략적 목표의 수, l 은 성과지표의 수를 나타낸다. 이 행렬의 요소 M_{ij}^S 는 성과지표 j 의 i 번째 전략적 목표에 대한 영향을 나타내며, 이 값은 0 - 1 사이의 값을 가지며, 전문가의 평가에 의해 결정될 수 있다.

〈단계 3: 성과지표의 상대적 중요도 평가〉

제조시스템의 전략적 목표에 대한 각 성과지표의 상대적 중요도를 나타내는 우선 순위행렬 $P (s * l)$ 는 전략적 목표의 식 (2)에 나타낸 바와 같이 전략의 상대적 중요도 행렬(S)과 전략과 성과지표의 관련성 행렬(M^S)을 곱하여 얻을 수 있다.

$$P = S * M^S \quad (2)$$

본 논문에서 성과지표의 상대적 중요도에 대한 평가를 위해 직접적인 평가 대신에 위에서 서술한 바와 같은 단계를 거치는 것은 제조시스템에서는 성과지표의 수가 많으며, 전략에 따른 성과지표의 상대적 중요도를 산정하는 과정을 용이하게 수행하기 위함이다.

2. 시스템 성과 측면의 평가

시스템 성과 측면의 평가는 기술개발 프로젝트에 의한 성과지표의 목표값과 요구조건 달성확률을 평가하는 것이다.

기술개발 프로젝트의 성과평가에서는 (1) 각 평가대상 기술개발 프로젝트는 독립적이며, (2) 프로젝트 가치의 시간에 대한 변화는 무시한다고 가정한다.

기술개발 프로젝트의 목표값과 요구조건 달성에 대한 평가과정은 다음과 같다.

〈단계1: 제조시스템 성과지표의 향상값 평가〉

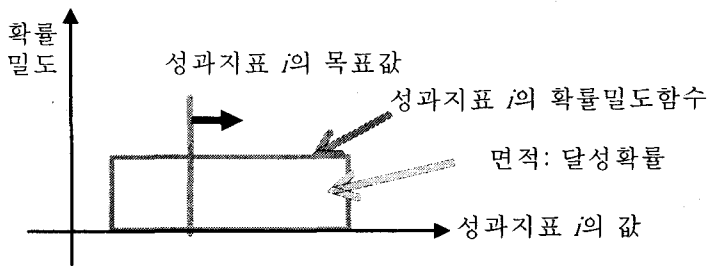
기술개발 프로젝트와 제조시스템의 성과지표의 목표값이 파악되면, 시스템의 성과지표의 값은 식 (1)를 사용하여 평가한다.

〈단계 2: 성과지표 목표값의 달성확률 평가〉

기술개발 프로젝트와 성과지표 목표값의 관련성 행렬 M^P 는 기술개발 프로젝트가 제조시스템 성과지표의 목표값을 얼마나 잘 만족하는지 보여준다. 이 행렬의 요소 M^P_{ij} 는 〈그림 7〉과 같이 성과지표 i 목표값의 달성확률($P_i = A_{cr}$)의 계산에 의해 결정된다.

〈단계 3: 제조시스템 요구조건의 달성확률 평가〉

기술개발 프로젝트와 제조시스템 요구조건의 관련성 행렬 M^R 은 기술개발 프로젝트가 시스템의 요구조건을 얼마나 잘 만족하는지 나타낸다. 이 행렬의 요소 M^R_{ij} 은 요구조건의 달성확률에 따라 0과 1의 값을 가진다. 본 논문에서는 요구조건으로 성과지표 i 의 최소값을 설정하고, 이것의 만족확률이 100%이면 M^R_{ij} 은 1, 그렇지 않으면 0의 값으로 설정하였다. 이것은 사용자의 요구조건의 100% 만족을 보장하기 위한 것으로 불확실성이 높은 경우의 사결정자에 의해 달성확률에 대한 이 기준은 조정될 수 있다.



〈그림 7〉 만족확률의 정의를 위한 변수(Suh, 2001)

3. 전략과 시스템 성과의 통합화 측면의 평가

전략과 시스템 성과의 통합화 측면의 평가는 전략과 시스템 성과를 동시에 고려하기 위한 것으로 평가과정은 다음과 같다.

〈단계 1: 전략·성과 행렬의 생성〉

성과지표의 우선순위 정보 (P 행렬)와 기술개발 프로젝트의 성과평가에 대한 정보(M^P 행렬)를 이용하여 전략을 고려한 성과를 나타내는 전략-성과 행렬 S^P 를 식 (3)과 같이 정의한다.

$$S^P = P * M^P \quad (3)$$

이 행렬의 요소 S^P_{ij} 는 특정한 기술개발 프로젝트가 얼마나 조직의 전략적 목표의 측면에서 잘 만족하는지를 보여준다.

<단계 2: 프로젝트 성과평가>

프로젝트 성과평가의 결과로서 기술개발 프로젝트의 전략적 가치(V)는 식 (4)와 같이 정의한다.

$$V = \begin{cases} \sum_{i=1}^n S^P_{ij} & \text{모든 요구조건}(\forall M^R_{ij}) \text{이 만족되는 경우} \\ 0 & \text{아닌 경우} \end{cases} \quad (4)$$

식 (4)에서 정의한 바와 같이, 기술개발 프로젝트의 전략적 가치는 각 전략-성과행렬 요소 (S^P_{ij})의 합으로 정의되며, 만약 제조시스템의 요구조건 중 달성되지 않은 것이 있으면 시스템의 성과는 향상되지 않는 것으로 가정한다.

IV. 기술개발 프로젝트의 평가를 위한 옵션사고의 적용

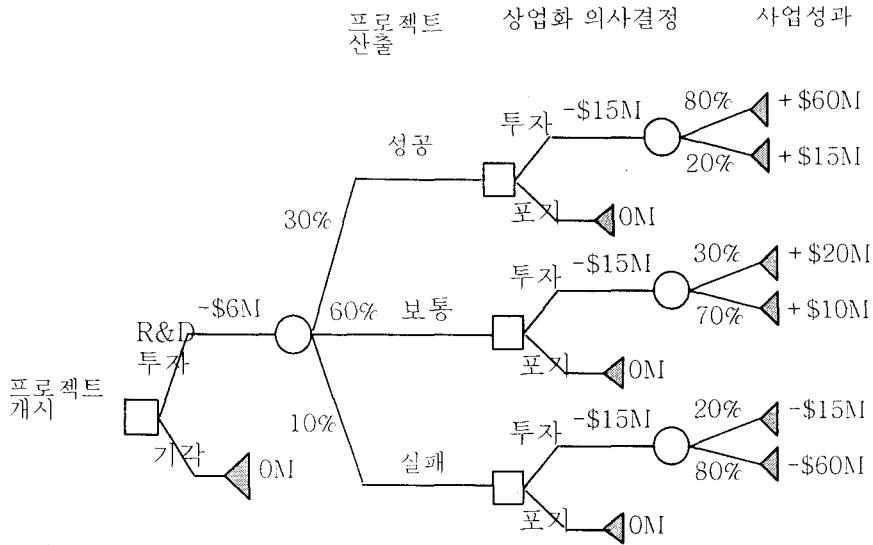
기술개발 프로젝트의 다단계성과 높은 불확실성은 현금흐름할인 접근이 아닌 새로운 평가접근을 요구한다. 이러한 요구에 대한 대응의 하나로 옵션사고(Options Thinking)에 기초한 평가방법이 제안되었다. 이 절에서는 옵션사고의 개요에 대해 서술하며, 기술개발 프로젝트의 전략적 평가모형에 옵션사고를 적용하는 과정에 대해 서술한다.

1. 옵션사고의 개요

일반적인 프로젝트 평가방식인 현금흐름할인(Discouted Cash Flow, DCF) 접근에 기초한 방법은 프로젝트의 기간이 짧고 불확실성이 작은 경우에 유효하다. 그러나 반대로 프로젝트의 기간이 길고, 기술발전, 시장동향 등의 예측이 어려워 시장의 신호에 따라 신속한 대응이 필요한 제품의 경우에는 미래 위험에 대한 평가측면에서 한계를 보이며, 제품개발이 아닌 신기술 개발 프로젝트의 경우 정량화된 평가에 어려움을 겪을 수도 있다. 따라서 이와 같은 몇 가지 제약요인을 극복하기 위하여 새로운 평가의 필요성이 제기되고 있는데, 그 대안으로 주목 받고 있는 것이 실물옵션 접근법이다(박현우 외, 2002). 그러나 실물옵션에 대한 대표적인 수리접근모형인 Black Sholes에 기초한 모형은 적용상에 어려움이 크다. 이것은 수리적 모형에 대한 이해의 어려움과 적용에서의 가정에 기인한다. 따라서 실물옵션법의 실용적인 관점에서 적용방법을 나타내는 것이 옵션사고이다(Faulkner, 1996). 옵션사고에서는 투자에 대한 시나리오로써 의사결정 나무가 주어졌을 때, 의사결정 나무의 가치를 결정하기 위하여 최적화 원리(Principle of Optimality)를 사용한다. 이것은 남아 있는 단계의 미래 의사결정은 이전 단계에서 수행된 정책에 관계없이 최적 정책을 형성하는 것을 의미한다.

〈그림 8〉은 현금할인방식에 기초한 전통적 방식과 옵션사고에 기초한 평가결과를 보여준다(현금흐름에 대한 할인율을 12%로 가정한다.). 〈그림 8〉의 평가결과에서 볼 수 있는 바와 같이 DCF 방식에 의한 평가는 -5.4(SM)의 평가결과를 보이지만, 옵션사고에 기초한 평가는 +2.2(SM)의 평가결과를 보여준다.

단순화된 본 사례와 달리 실제 프로젝트는 훨씬 더 큰 불확실성을 내포하고 있으며, 또한 좋지 않은 결과를 얻었을 때 도중에 프로젝트나 사업화를 포기할 수 있으므로 위험을 감소시킬 수 있는 많은 기회를 가지고 있다. 옵션사고 접근법은 초기 투자를 통해 미래 사업 기회로의 진입을 위한 발판을 마련할 수 있다는 점에서 기업의 미래 가치를 포지셔닝 할 수 있는 수단이 될 수 있다. 즉, 프로젝트 평가에서 불확실성이 반드시 부정적인 요소로 작용하는 것만은 아니며, 오히려 불확실성이 클수록 프로젝트 후 사업화 의사결정과정에서 더 높은 유연성을 발휘할 수 있다(고재민, 2001).



단위: SM

가치평가방법	NPV	R&D 투자	상업화 투자	사업성과
DCF 방식에 의한 방법 (R&D 및 시장의 불확실성 고려)	-5.4	-6	$\frac{-15}{1.12}$	$\{0.3(0.8 \times 60 + 0.2 \times 15) + 0.6(0.3 \times 20 + 0.7 \times 10) + \frac{0.1(0.1 \times -15 + 0.9 \times -60)}{1.12^2}\}$
옵션사고에 의한 방법	+2.2	-6	$\frac{-15}{1.12}$	$+0.3 \frac{(0.8 \times 60 + 0.2 \times 15)}{1.12^2}$

〈그림 8〉 현금흐름할인법과 옵션사고에 기초한 프로젝트 평가방법의 비교(Faulkner, 1996)

2. 성과지표와 옵션사고에 기초한 프로젝트 평가

기존 연구에서 옵션사고에 기초한 평가는 의사결정나무의 각 가지에서 화폐가치로 비용과 사업성과가 표현되는데 반해, 본 논문의 접근에서는 비용과 성과지표의 향상값으로 표현된다. 따라서 옵션사고에 기초한 평가방식을 적용하기 위해 성과지표의 향상값에 대한 전략적 가치(v)를 기준으로 최적화 원리에 기초하여 평가 대상 프로젝트에 대한 옵션가치

를 계산한다. 이러한 평가과정은 (1) 프로젝트 의사결정 나무에서의 각 가지 대안에 대한 평가 및 (2) 최적의 가지 대안의 선정 및 평가 결과의 도출로 구성된다.

(1) 프로젝트 의사결정 나무에서의 각 가지 대안에 대한 평가

식 (4)를 이용하여 의사결정 나무의 각 가지 대안에서의 한 프로젝트에 대한 전략적 가치 (V)를 계산한다.

(2) 최적 가지의 선정 및 평가결과의 도출

기대 가치가 가장 높은 의사결정 나무의 가지 대안을 선정하고, 옵션사고에 기초한 평가 과정을 적용하여 각 성과지표에 대한 전략적 가치를 계산하여, 각 성과지표에 대한 전략적 가치의 합을 평가 대상 프로젝트의 평가결과로 한다.

V. 평가 예제

본 예제는 다음의 상황을 가정한다. “자동차 제조회사의 경영자는 기술개발 프로젝트에 대한 가치평가를 요구 받고 있다. 이 예제에서 제조시스템은 3개의 하위 생산단위로 구성되어 있으며, 평가기준은 전략과 시스템 성과를 동시에 고려한다.”

본 예제의 제조시스템에서 개별 프로젝트의 평가를 위한 입력과 평가 결과는 다음과 같다.

1. 입력 정보

1) 성과지표의 현재값 및 목표값

본 예제에서 사용된 성과지표와 성과지표의 현재값과 목표값은 <표 2>와 같으며, 성과지표의 값은 정성적 등급으로 주어졌다(예, 5- very good, 4-good, 3-moderate, 2-bad, and 1-very bad).

〈표 2〉 성과지표(PM)의 현재값 및 목표값

번호	성과지표의 내용	하위 생산단위에서의 성과지표의 현재값			생산단위에서 성과지표의 목표값
		하위-1	하위-2	하위-3	
1	PM-Q11 기계적 오류에 의한 결함의 수	3	4	5	4
2	PM-Q12 사용 방법의 프로세스 능력	4	4	3	4
3	PM-Q3 시간에 대한 프로세스 능력의 향상	4	3	4	4
4	PM-P1 평균 고장시간	3	5	4	4
5	PM-R11 평균 장애 파악시간	3	4	4	4
6	PM-R13 평균 문제해결시간	4	3	4	4
7	PM-C1 직접노동력의 부가가치 작업시간의 비율	4	5	3	4
8	PM-C2 간접 노동력의 지원 시간의 비율	4	4	3	4

2) 전략적 목표의 중요도 행렬 (S)

본 예제에서 사용된 전략적 목표의 중요도 행렬 S는 다음과 같다.

$$S = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.65 & 0 \\ 0 & 0 & 0.37 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

여기서, S₁은 비용, S₂는 품질, S₃은 납기를 나타낸다.

이 행렬은 비용의 중요도가 1일 때, 품질의 비용에 대한 상대적 중요도는 0.65, 납기의 비용에 대한 상대적 중요도는 0.37의 값을 보여주는 것으로 비용이 가장 중요하며, 그 다음에 품질과 납기 순으로 중요함을 알 수 있다.

3) 전략과 성과지표의 관련성 행렬(M^s)

전략과 성과지표의 관련성 행렬(M^s)은 다음과 같다.

$$M^s = \begin{matrix} & \text{PM-} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccccccc} 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 \end{array} \right] \end{matrix}$$

이 행렬의 M_{ij}^s 는 성과지표 j 의 i 번째 전략적 목표에 대한 영향을 설명한다. 행렬의 요소값은 주관적으로 전문가에 의해 결정되며, 본 예제에서 1의 값은 기능적 요구사항의 값과 달성할 수 있는 성과의 수준이 직접적이고, 측정가능한 관계일 때 사용된다. 2/3의 값은 기능적 요구사항을 만족하는 것과 바람직한 성과를 달성하는데 관계는 있지만 이 관계가 직접적인 관계보다 약하고, 정량적으로 표현하기 어려움을 나타낸다. 1/3의 값은 기능적 요구사항을 만족하는 것과 바람직한 성과를 달성하는 것의 관계가 약할 때 사용된다. 이 값의 설정은 평가자의 의도에 따라 임의로 선정이 가능하다.

4) 프로젝트에 의한 성과지표의 향상값 및 자원 정보

프로젝트 A에 대한 정보는 프로젝트 영향을 미치는 하위 생산단위, 성과지표, 성과지표 향상값에 대한 의사결정나무 및 자원량으로 구성된다. 본 예제에서는 표현의 단순성을 위하여 자원의 소요량은 무차원 단위로 표현되었으며, 각 성과지표에 대한 성과향상 값의 확률분포는 균일분포(Uniform Distribution)가 사용되었다.

프로젝트 A의 자원소요량은 15(units)이며, 성과지표의 향상값에 대한 의사결정 나무에 대한 정보는 <표 3>과 같다. <표 3>에서 $\Delta u \sim (a,b)$ 는 향상값으로 최소값 a , 최대값 b 를 갖는 균일분포를 나타낸다.

〈표 3〉 프로젝트 A에 대한 정보

하위 생산단위	성과지표	성과지표 향상값에 대한 의사결정나무
1	PM-Q11	<p>성공: 투자 10 70% $\Delta u \sim (1,2)$, 기각 30% $\Delta u \sim (0.7,1.7)$</p> <p>보통: 투자 10 60% $\Delta u \sim (0.5,1.5)$, 기각 40% $\Delta u \sim (0.3,1.3)$</p> <p>나쁨: 투자 10 20% $\Delta u \sim (0,1)$, 기각 80% $\Delta u \sim (0,0.5)$</p> <p>기각: 0</p>
3	PM-Q12	<p>성공: 투자 10 80% $\Delta u \sim (1,2)$, 기각 20% $\Delta u \sim (0.7,1.7)$</p> <p>보통: 투자 10 70% $\Delta u \sim (0.5,1.5)$, 기각 30% $\Delta u \sim (0.3,1.3)$</p> <p>실패: 투자 10 20% $\Delta u \sim (0,1)$, 기각 80% $\Delta u \sim (0,0.5)$</p> <p>기각: 0</p>
2	PM-Q3	<p>성공: 투자 10 60% $\Delta u \sim (1,2)$, 기각 40% $\Delta u \sim (0.7,1.7)$</p> <p>보통: 투자 10 60% $\Delta u \sim (0.5,1.5)$, 기각 40% $\Delta u \sim (0.3,1.3)$</p> <p>실패: 투자 10 20% $\Delta u \sim (0,1)$, 기각 80% $\Delta u \sim (0,0.5)$</p> <p>기각: 0</p>
1	PM-P1	<p>성공: 투자 10 50% $\Delta u \sim (1,2)$, 기각 50% $\Delta u \sim (0.7,1.7)$</p> <p>보통: 투자 10 70% $\Delta u \sim (0.5,1.5)$, 기각 30% $\Delta u \sim (0.3,1.3)$</p> <p>실패: 투자 10 20% $\Delta u \sim (0,1)$, 기각 80% $\Delta u \sim (0,0.5)$</p> <p>기각: 0</p>

2. 평가 결과

프로젝트 A에 대한 전통적 접근과 옵션사고 접근의 프로젝트 가치의 평가결과는 <표 4>와 같다. 여기서 전통적 접근에 의한 프로젝트의 가치는 의사결정나무의 각 가지에 대한 전략적 가치(V)에 대한 의사결정나무에서의 기대값이며, 옵션사고 접근의 프로젝트 가치는 본 논문에서 제안한 평가방식에 기초한 평가의 결과이다. <표 4>의 평가결과에서 프로젝트 A는 옵션사고에 기초한 프로젝트 가치의 값이 크다. 이것은 불확실성이 클 경우 옵션사고에 기초한 평가의 결과가 전통적 방식에서 보다 크게 나오는 일반적 특성과 동일함을 보여준다.

<표 4> 프로젝트 평가의 결과: 현금흐름할인접근과 옵션사고 접근의 비교

프로젝트	전통적 접근에 의한 프로젝트 가치	옵션사고 접근에 의한 프로젝트의 가치
프로젝트 A	1.95	3.20

3. 평가결과에 대한 토의

본 논문에서 제안한 프로젝트 평가방법은 화폐가치가 아닌 전략적 가치(V)의 값으로 각 프로젝트에 대한 가치를 평가한 것이다. 그러나 이 접근은 투자분석이란 관점에서 입력과 출력의 차원이 다르기 때문에 프로젝트의 우선순위를 정하거나 비교를 위한 절대적인 평가 척도로 직접적으로 사용하기에는 어려움이 따른다. 따라서 자원량이 비슷한 경우에 프로젝트의 우선순위를 정하는데 사용될 수 있으며, 자원량이 다른 경우에는 자원량이 동일한 경우를 가정하여 성과를 예측함으로써 프로젝트 가치를 비교하는데 사용할 수 있다.

VI. 결론

제조시스템에서 수행되는 프로젝트의 규모 및 불확실성의 증대로 프로젝트 평가의 중요성은 계속적으로 증대되고 있지만 제조시스템에서의 개발 프로젝트의 특성을 반영하는 프로젝트 평가 방법에 관한 연구에는 매우 미흡한 실정이다. 본 논문은 제조시스템에서의 개

발 프로젝트 평가의 특성인 화폐가치평가의 어려움과 프로젝트 수행에서의 다단계성 및 불확실성을 고려해야 하는 필요성에 기초하여 성과지표 중심 평가와 옵션사고에 기초한 프로젝트 평가방법에 대해 제안하였다. 프로젝트 평가방법의 설계에서는 평가 대상 시스템에 대한 분석을 토대로 성과측정모형과 프로젝트 성과평가모형을 제안하였으며, 평가의 유연성을 고려하기 위해 옵션사고를 적용하는 방법에 대해 서술하였다. 본 접근은 제조시스템 전체의 관점에서 개별 프로젝트의 기여를 평가하기 위한 시스템적 분석의 접근으로서 분해접근의 사용과 옵션사고의 적용에 의의를 가진다.

〈후기〉

“이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음.”
(KRF-2004-002-H00004).

참고문헌

- 고재민, “R&D 프로젝트 수행에 실물옵션을 활용하라,” LG 경제주간, 2001.
- 박현우, 정혜순, 유선희, 기술이전과 기술가치 평가모델 연구, 한국과학기술정보연구원, 2002.
- 안두현, 기술의 투자가치분석 모형개발을 위한 탐색 연구, 과학기술정책연구원, 2001.
- 조규갑, 프로젝트 가치평가시스템 개발, 연구보고서, 부산대학교 기계기술연구소, 2003.
- Cochran, D.S., W. Eversheim, G. Kubin, and M.L. Sesterhenn, “The Application of Axiomatic Design and Lean Management Principles in the Scope of Production System Segmentation,” The International Journal of Production Research, Vol. 38, No. 6, pp. 1377-1396, 2000a.
- Cochran, D.S., Y.S. Kim, and J. Kim, “The Alignment of Performance Measurement with the Manufacturing System Design,” The Proceedings of the First International Conference on Axiomatic Design ICAD 2000, pp. 115-122, 2000b.
- Duta, J., A Decomposition-Based Approach to Linking Strategy, Performance Measurement, and Manufacturing System Design, Ph. D Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2000

- Faulkner, T.W., "Applying 'Options Thinking' To R&D Valuation," *Research Technology Management*, Vol. 39, No. 3, pp. 50-56, 1994.
- Kaplan, R.S., and D.P. Norton, "The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance," *Harvard Business Review*, Vol. 70, No. 1, pp. 71-79, 1992.
- Linck, J., A Decomposition-Based Approach for Manufacturing System Design, Ph. D Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- Needly, A., M. Gregory, and K. Platts, "Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda," *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 15, No. 4, pp. 80-116, 1995.
- Needly, A., H. Richards, J. Mills, K. Platts, and M. Bourne, "Designing Performance Measures: A Structured Approach," *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 17, No. 11, pp. 1131-1152, 1997.
- Satty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.
- Suh, N.P., *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press, 2001.
- Tangen, S., Evaluation and Revision of Performance Measurement Systems, Ph.D. Thesis, Royal Institute of Technology, 2004.