

**R&D 프로젝트의 최적 포트폴리오
구축을 위한 새로운 평가모형의 개발**
**Development of a Combinational Evaluation Model
for Building An Optimal R&D Project Portfolio**

권철신*, 박준호**, 김보현***

* 성균관대학교 시스템경영공학과 교수

** 성균관대학교 과학기술정책 책임연구원

*** 삼성종합기술원 CTO전략팀

Abstract

The purpose of this study is to integrate Decision Theory Approach(DTA) and OR Theory Approach(OTA) systemically, and to develop Combination Theory Approach to build an optimal R&D project portfolio by strategies. To integrate two approaches, Utility theory is introduced. Evaluation Results are converted into utility values by the utility functions and the values are optimized by 0-1 programming. Scoring method and Integer programming is used to evaluation a correspondence with a goal and to allocation the limiting resources. And utility function is used to reflect the preference of decision makers on the project evaluation.

1. 서론

첨단기술 분야에서의 기술전쟁이 심화됨에 따라, 연구개발의 중요성은 더욱 더 강조되고 있으며, 연구 개발에 대한 투자가 급속히 증가하면서 R&D 분야 중 R&D 프로젝트평가 및 선정의 문제에 대한 관심이 높아지고 있다. 지금까지 R&D 프로젝트 평가 및 선정의 문제는 활발히 연구되어 왔으나 대부분의 연구들은 평가를 위한 기법을 개발하거나 단순히 한정된 자원을 배분하는 문제에만 초점을 맞춰 다음과 같은 한계를 지니고 있다.

첫째, 결정론적 평가법과 OR론적 평가법의 결합 혹은 경제론적 평가법과 OR론적 평가법의 결합과 같은 복합론적 평가법에 대한 연구가 진행되어 오긴 했으나 이러한 두 가지 이상의 기법들을 통합하기 위한 체계적인 접근은 별로 없었다.

둘째, R&D 프로젝트 평가 및 선정에 관한 많은 연구들이 OR적 접근을 시도해왔다. 그러나 이러한 접근은 단순히 관리적 관점에서 한정된 자원을 어떻게 배분할 것인가에 관한 문제만 고려할 뿐, 전략적인 관점까지는 고려하지 못하고 있다.

셋째, 의사결정자의 주관적인 판단을 정량화하고 그것을 R&D 프로젝트 평가 및 선정에 반영하기 위한 구체적인 프로세스에 관한 연구 역시 별로 많지 않다.

그러므로, 이제는 각기 다른 접근방식을 체계적으로 연결할 수 있도록 설계된 새로운 R&D 평가 프로세스가 필요하다. 아울러 이 프로세스는 전략적 관점을 포함해야 할 뿐만 아니라 최적의 자원배분 아래에서 전략적 프로젝트 포트폴리오를 구축할 수 있어야 한다.

2. 선행연구의 검토

Huang과 Moore[1]는 R&D 매니지먼트에서 이론과 실제 운영 사이의 갭을 줄이기 위한 시도로서 2 단계의 R&D 프로젝트 선정 모형을 제시했다. 첫번째 단계에서는, 객관적인 척도를 고려하여 매니저가 평가하는 과정을 거친다. 첫번째 단계의 결과는 정수계획법을 위한 계수로서 사용된다. 그리고 두번째 단계에서는 R&D 프로젝트 선정문제를 최적화한다.

Liberatore[4]는 R&D 영역에서 우선순위를 정하고 자원을 배분하기 위한 AHP의 활용문제를 연구했다. 그는 연구에서, R&D 프로젝트 선정을 위한 AHP 모델의 프레임워크를 개발하고 프로젝트의 우선순위를 결정하기 위해 스프레드 시트를 활용했다. 그 후, 비용-편익 분석과 정수계획법을 사용하여 자원의 배분의 문제를 다루었다.

Madey와 Dean[5]의 연구에서는 다속성 효용함수를 사용하여 위험과 상충되는 다양한 전략적 목표

들에 대한 기업의 태도와 선호구조를 반영할 수 있도록 효용함수를 이용하였다. 효용치가 도출되면, Mathematical programming을 사용하여 연구개발 프로젝트 포트폴리오의 기대효용값이 최대화 되도록 프로젝트를 선정한다.

Keeper와 Kirkwood[2]는 연간 운영 예산배분의 문제를 해결하기 위해 다목적 의사결정 분석을 도입하고 있다. 연간 예산은 비용절감, 품질, 그리고 새로운 특성개발의 3분야로 나뉘어 배분되며, 각분야의 속성들을 평가하고 효용함수를 도출한다. 그리고 자원배분을 위한 비선형 계획법을 작성한다.

3. 개념모형의 설계

3.1 선행연구의 문제

(1) 선행연구의 경로를 통하여, R&D 분야에서 선행 계획법이나 정수 계획법과 같은 OR론적 평가방법이 어떻게 사용되고 있는지를 확인하였다. 대부분의 연구들은 자원을 어떻게 효과적으로 배분할 것인가의 문제에만 초점을 맞추고 있을 뿐, 전략적으로 프로젝트 포트폴리오를 어떻게 최적화할 것인가의 문제는 고려하지 못하고 있다. 전략적 차원에서 OR론적 접근방법을 이용한 연구들은 없고 단지 각 프로젝트에 대해 한정된 자원을 어떻게 배분할 것인가를 결정하는 것만을 다루고 있을 뿐이다.

그러므로, 사업전략의 관점에서 프로젝트 포트폴리오를 최적화할 수 있는 모델이 개발되어야 한다.

(2) 프로젝트가 평가될 때, 의사결정자의 의견을 반영하는 것은 매우 중요하다. 그래서 상위 계층과 하위 계층간의 정보교환의 문제를 다룬 커뮤니케이션 프로세스를 다룬 연구들은 있다. 그러나 의사결정자의 선호구조를 계량화하고 그것을 직접적으로 R&D 프로젝트의 평가과정에 반영하도록 설계한 연구는 없다.

그러므로, 본 연구에서는 효용이론을 도입하여 이러한 문제를 해결하고자 한다.

(3) 또한, 전 절에서 효용함수의 활용과 관련된 연구들을 검토하였다. 일반적으로는 평가자가 모든 평가요소를 평가하고 그 평가결과가 하나의 인덱스로 통합된다. 그리고 각 평가항목에 대한 의사결정자의 선호도를 반영하지 않고, 그저 하나의 고정된 효용함수만을 도출하여 사용하는 연구가 대부분이다. 그러나 실제로 의사결정자의 선호구조는 평가 항목의 특성에 따라 서로 다를 수 있다.

그러므로, 평가 프로세스 상에서 의사결정자의 선호도를 반영할 수 있는 정교한 모형을 개발하기 위해서 우선, 프로젝트의 각 평가항목에 대한 의사결정자의 선호구조를 결정하고, 각 항목에 대한 선호도에

따라 그에 적합한 효용함수를 도출해내어 다양한 효용함수를 활용할 수 있는 평가 프로세스를 개발하고자 한다.

3.2 복합모형의 설계

3.2.1 과제전략 평가모형

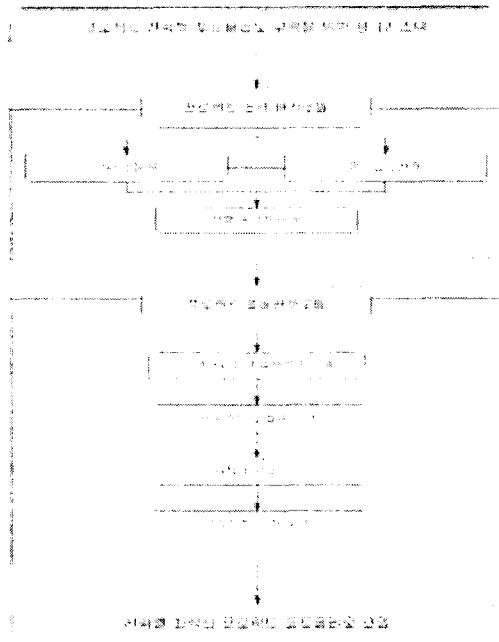
과제전략 평가모형은 3 단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계는 사업전략을 분류하는 것이고 두 번째 단계는 프로젝트의 평가항목을 선정하는 단계이며, 마지막 단계는 전략에 따라 각 프로젝트를 평가하는 단계이다.

프로젝트의 전략적 구분은 기업전략, 사업전략, 기술전략 등에 달려있다. 다양한 전략 중에서, 상황에 적합한 전략을 결정하고 각 전략적 분류에 따라 적절히 프로젝트들을 그룹화한다. 이와 동시에, 프로젝트 평가를 위한 항목을 선정한다. 이 단계에서는, 추구되는 전략에 따라 적합한 평가항목을 선택한다. 전략에 따라 프로젝트들이 분류되고 평가를 위한 각 항목이 선정되고 나면, 모든 프로젝트들이 평가되고 각 프로젝트의 우선순위가 결정된다.

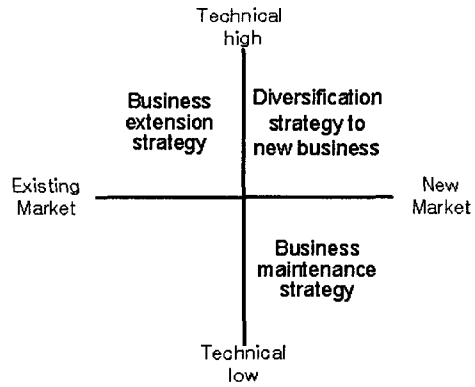
3.2.2 과제효용 선정모형

프로젝트의 평가가 끝난 후에, 과제효용 선정모형에서는 프로젝트의 효용을 극대화하는 전략적 프로젝트 포트폴리오를 구축하도록 프로젝트를 선정한다. 이 모델은 각 평가항목에 대한 전략별 효용함수의 도출, 과제별 효용치 도출, 0-1 programming을 사용하여 각 전략별로 효용치를 최적화 하기 위한 최적화 알고리즘, 그리고 수행과제를 선정하는 4단계로 구성된다.

첫 번째 단계에서는, 각 평가항목에 대한 효용함수를 결정하고 프로젝트를 각 전략별로 나눈다. 위험에 대한 의사결정자의 태도를 분석하고 각 평가항목에 대한 의사결정자의 주관적인 판단을 도출하여 정량화하고 최종적으로 각 평가항목에 대한 효용함수를 결정한다. 효용함수를 결정된 후에, 각 평가 항목에 대한 평가치가 효용함수에 의해 효용치로 바뀐다. 그리고 다음 단계에서는 프로젝트 포트폴리오를 결정한다. 최적의 프로젝트 포트폴리오를 결정하기 위해서 OR론적 접근방식을 이용한다. 특히, 본 연구에서는, 정수 계획법의 하나인 0-1 programming을 사용한다. 0-1 programming은 가부의 의사결정 문제를 해결하는데 적합한 방식이다. 최적화 알고리즘을 통해서, 각 전략별로 효용치를 극대화할 수 있도록 프로젝트를 선정하여 프로젝트 포트폴리오를 구성하게 된다.



<그림 1> 개념모형



<그림 2> 평가항목 선정을 위한 기준

<표 1> 평가항목과 내용

기술	기술 실현성	- 기술적 실현 가능성
	기술 우위성	- 기술 비교 관점에서의 우위성
	기술 영향성	- 관련 기술에의 영향성
	장비 활용성	- 기존 장비의 활용성
시장	시장 경쟁성	- 시장에서의 경쟁력 확대
	시장 수익성	- 시장에서의 기대수익
	시장 성장성	- 시장에서의 성장 가능성
	사업 요구성	- 고객의 요구정도

4. 구조모형의 설계

4.1 과제전략 평가모형

4.1.1 사업전략의 유형

기업에서는 기업의 목표를 결정한 후에 그 목표를 달성하기 위한 전략을 설정한다. 그러나 일반적으로, 대부분의 기업이 내부 및 외부의 분석에 따라 명확하게 전략을 설정하고 그것을 운영하는 것이 아니라 그 상황에 따라 적절한 전략을 설정하고 그 전략을 운영하는 형태를 갖는다.

기업의 전략이 선정될 때, 평가항목도 동시에 고려되어야 한다.

4.1.2 평가항목의 선정

선행연구를 분석하고 일반적인 평가항목들을 설정하여, 모든 평가항목을 두개의 대항목-기술항목과 시장항목-으로 분류했다. 기술과 시장의 두 축은 <그림 2>에 제시되어 있다. 또한 기업에 의해 추구되는 전략도 결정되어 <그림 2>에 나타나 있다. 각 대항목은 8개의 요소로 분류된다. 평가항목과 그 내용을 요약하면 <표 1>과 같다.

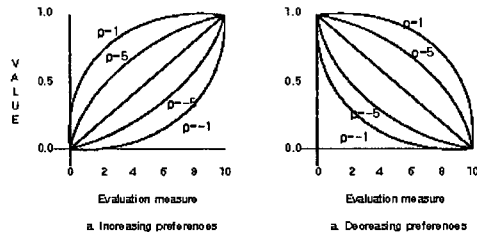
4.1.3 프로젝트의 평가

프로젝트를 평가할 때, 일반적으로 3 단계를 거쳐 평가가 진행된다. 첫번째, 평가의 목적에 적합한 평가항목을 선정한다. 두번째, 평가의 목적에 적절한 척도를 결정한다. 평가항목을 결정한 후에는, 프로젝트를 평가한다. 세번째, 각 항목에 대한 평가 결과는 하나의 인덱스로 통합된다. 이것이 일련의 프로젝트 평가의 과정이다.

4.2 과제효용 선정모형

4.2.1 효용함수의 도출

지수가치함수의 식은 특별한 형태를 갖는데, 그것은 평가척도의 범위와 exponential constant라 불리는 의 값에 따라 변화한다. 값에 따른 지수함수의 다양한 형태에 관한 예가 그림 3에 제시되어 있다. <그림 3>에서 볼 수 있듯이, 지수함수의 구체적인 형태는 에 따라 변화하는데, 커브는 값이 작으면 작을수록 함수는 더욱 곡선을 그린다는 것을 알 수 있다.



<그림 3> 지수함수의 형태

지수효용함수의 식 (1)과 (2)가 아래 제시되어 있다. 선호도가 평가척도 x 에 대해서 단조적으로 증가하게 되면, 지수효용함수 $u(x)$ 의 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$U(x) = \frac{1 - \exp[-(x - \text{Low})/\alpha]}{1 - \exp[-(\text{High} - \text{Low})/\alpha]} = \text{Infinity} \quad (1)$$

만약 선호도가 단조감소하게 된다면 지수효용함수 $u(x)$ 의 식은 다음과 같다.

$$U(x) = \frac{1 - \exp[-(\text{High} - x)/\alpha]}{1 - \exp[-(\text{High} - \text{Low})/\alpha]} = \text{Infinity} \quad (2)$$

"low"는 관심이 있는 대상 x 의 가장 낮은 값이고, "high"는 관심이 있는 대상의 가장 높은 값이며 지수 효용함수의 상수(constant)이다. 효용함수를 통하여 계산된 효용값은 가장 낮은 값과 가장 높은 값을 0과 1로 변환하며 나타내며 그 사이의 값은 0부터 1사이의 값으로 제시된다.

특정 지수함수의 값을 결정하는 절차는 관심이 있는 대상 x 의 평가 결과의 mid-value값에 따라 결정된다. mid-value는 mid-value와 가장 낮은 값, 그리고 mid-value와 가장 높은 값의 차이가 같다고 의사결정자가 느끼는 값을 의미한다.

mid-value가 결정되어지면, Kirkwood[3]가 제시한 exponential constant표를 참고하여 값을 찾아 계산 한다. 즉, 각 평가항목의 결과치에 대한 mid-value를 결정하고 그것을 통하여 값을 도출함으로써 각 항목에 대한 효용함수가 도출되는 것이다.

4.2.2 포트폴리오 최적모형

(1) 문제의 정의 단계에서는 무엇을 할 것인가의 목표를 결정하고 그것을 명확하게 제시하여야 한다. 같은 문제를 다룬다고 하더라도, 목표가 다르게 설정된다면, 그 문제를 해결하기 위한 모델의 설계도 달

라질 수 있다. 본 연구의 목표는 제한된 자원 하에서 최적의 프로젝트 포트폴리오를 구축하는 것이다.

(2) 프로젝트 포트폴리오를 위한 정수모형의 설계에서는 결정 변수가 정의되고 목표함수와 제약식이 결정변수로서 제시된다.

(3) 전략별 프로젝트의 선정에서는 정수계획법을 사용하여 모델의 해법을 찾는다. 그렇게 하여 최종적으로, 효용치를 극대화할 수 있도록 프로젝트 포트폴리오를 구성한다.

5. 결론

본 연구의 주요 성과는 프로젝트 평가를 위한 새로운 접근방법을 제시했다는 것이다. 본 연구에서, 결정론적 평가법, OR론적 평가법, 그리고 각 전략별로 의사결정자의 선호도를 반영할 수 있는 효용이론을 통합한 새로운 모델을 개발하였다. 그래서 프로젝트를 평가하고 그 결과를 각 효용함수에 의하여 효용치로 변환하고 최종적으로 그 효용치를 극대화할 수 있는 최적의 프로젝트 포트폴리오를 구축할 수 있는 것이다.

References

- Huang, P. Y. and Moore, L. J., 「Management of R&D and Engineering」, Elsevier Science Publishers, 1992, pp.90-99.
- Keefer D. L. and C. W. Kirkwood, "A Multiobjective Decision Analysis: Budget Planning for Product Engineering", Operational Research Society, 1978, pp.435-442.
- Kirkwood, W., 「Strategic Decision Making」, 1998.
- Liberatore, M. J., "An Extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R&D Project Selection and Resource Allocation", IEEE Transactions on Engineering Management, vol.34, No.1, February, 1987, pp.12-18
- Madey, G. R. and Dean, B. V., 「Management of R&D and Engineering: Chapter 7. An R&D Project Selection And Budgeting Model Using Decision Analysis And Mathematical Programming」, North Holland, 1992.