컨조인트-CHP을 통한 최적 기술의 설정 및 선정모형

김기찬[1†], 안기현[2], 권철신[3]

[1,2.]성균관대학교 시스템경영공학과 R&D공학전공 박사과정
[3.]성균관대학교 시스템경영공학과 R&D공학전공 (전)주임교수

Development of a Conjoint-CHP Model for Setting and Selecting Technological Alternatives' Module

Kichan Kim[1†], Kihyun Ahn[2], Cheolshin Kwon[3]
[1,2.]Major in R&D Engineering, Department of System Management Engineering, Sungkyunkwan University, PhD. candidate /
[3.]Major in R&D Engineering, Department of System Management Engineering, Sungkyunkwan University, Professor

ABSTRACT

In this research, we develop the model of selecting and setting technology modular alternatives. We compose the selecting process(CHP) after setting technology modular alternatives based on technical couple by Conjoint Analysis(CA). Through this process, we can have several advantages.

① Increasing the accuracy of R&D project evaluation

② Declining the load of pair-wise comparison

1. 서론

본 연구는 기존의 의사결정 모형 및 수법들이 가지고 있던 문제를 해결하기 위해 개발된 연구개발(R&D) 설정 및 선정에 관한 모형설계이다. 현재 R&D에 대한 다양한 선정모형들이 조금씩 나타나고 있지만, 아직 이들은 연구의 효율성측면에 있어서는 초기적 수준에 머물고 있다. 오늘날, 기업이나 연구소에서도 R&D활동의 연구효율성(Researchtivity)을 높이기 위해 다양한 노력을 하고 있지만, 기술이라고 하는 복잡한 체계를 정확히 평가할 만한 체계가 제대로 갖추어져 있는 곳은 극소수에 불과하다.

현재 주로 사용되고 있는 R&D평가방법으로는 Saaty에 의해 개발된 「AHP」[3][4][5][6]가 있다. 이 모형은 계층적 대안평가체계이다. 그러나 이는 의사결정을 계층화하여 평가기준 및 대안들을 쌍대비교해서 의사결정을 보다 명확히 하고자 개발되었기 때문에 R&D에 적용하기에는 한계가 있다.

「AHP」의 경우, 의사결정자의 심리적 부분이나 평가의 논리성, 평가치에 대한 수리모형 등은 안정적인 형태를 갖추고 있고 꾸준히 그 개량모형이 개발되어 왔다. 그러나 여전히 R&D에 적합한 「AHP」의 개량모형은 부재한 상태이다. R&D분야와 같이 기술의 조합으로 이루어진 대체모듈들 중, 최적의 대체모듈을 선정하는 일은 일반적인 의사결정과는 많은 차이가 있기 때문에 「AHP」를 R&D과제평가에 사용할 경우, 잘못된 대체모듈을 선정하게 될 수도 있다.

기술대체모듈은 최종기술목표를 달성하기 위한 구성요소인 만큼 각각의 수행능력이 입증되어야 한다. 이와 같이 '입증된 기술대체모듈' 만을 대상으로 선정단계를 수행해야 선정을 통해 최종목표를 달성할 수 있다. 이와 같이, R&D분야가 갖고 있는 본질적인 특성 때문에 단순한 의사결정 모형으로 R&D과제를 평가하거나 대체모듈을 선정하는 일은 적절하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해, Cho&Kown은 「CHP」를 개발하였다[2]. 「CHP」는 대체안들 간에 존재하는 상호영향성을 고려한 R&D대체안 선정모형으로 「AHP」와 「CIA」의 개념적 통합을 통하여 하나의 새로운 대체안 가중치를 산출한다. 기술개발 시에 발생하는 상호영향을 선정단계에서 충분히 반영할 수 있고, 기술개발에 있어 발생하는 기술간 상호영향성을 충분히 평가할 수 있게 되었다. 그러나 여전히 기술대체모듈의 설정과 선정에 관한 문제는 아직 해결되지 않고 있다.

다양한 의사결정방법론들이 R&D평가에 적합하도록 개발되고 있지만, 설정에 관한 부분은 해결되지 않고 있다. 기존의 모든 평가방법들은 목표와 기준을 중심으로 대체안이 설정되었다는 가정 하에 평가를 시작하고 있는 것이다.

현장에서 R&D평가를 수행할 때, 평가의 대상이 되는 대체모듈들은 미개발된 기술이거나 개발 중인

† 연락저자 : 김기찬, 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 시스템경영공학과, Fax : 031-290-7610, e-mail : rdboykc@hotmail.com

기술일 가능성이 높다. 그러므로 설정된 대체모듈을 구성하는 기술들 간에 조합이 잘못되었을 경우 모듈의 목표를 달성하지 못하는 경우가 발생할 수도 있다. 이와 같이 검증되지 않은 대체모듈이 선정모형의 대체안으로 설정되면 아무리 우수한 평가방법을 통해 대체모듈을 선정하더라도 목적을 바르게 달성할 수 없다.

그러므로 대체모듈의 수행능력이나 실현가능성, 가치 등에 대한 부분을 사전에 검토하여 설정할 수 있는 스크리닝단계가 선정을 위한 평가보다 중요하며, 이는 반드시 선행되어야 한다.

대체안 설정단계를 통해 검증된 대체안만을 도출하고 이들을 선정평가의 대상으로 삼는다면 최종결과의 목표달성도는 한층 높아질 것이다. 또한 선정평가 이전에 올바른 대체안들만 설정하기 때문에 평가의 비교대상수가 줄어들고 이에 따라 선정평가의 정확성은 높아지게 된다.

2. 기술대체모듈의 설정체계

2-1 개발목표 구성기술의 계층화

기술개발목표가 설정되면 연구소에서는 목표를 달성하기 위해 다양한 대체모듈을 구성하고 그 중 선정된 대체모듈을 연구·개발하게 된다. 이를 위해서는 우선 연구소에서 목표로 하는 기술개발목표를 위해 필요한 대체모듈을 도출할 수 있도록 대체모듈의 가능영역을 제시해야 한다.

본 연구에서는 대체모듈의 가능영역을 도출하기 위해서 「WBS」의 분류체계에 따라 기술을 순차적으로 분화한다[1]. 본 단계를 수행함에 있어서 기술개발목표를 어느 수준까지 분할할 것인가에 대한 문제에 봉착하게 된다. 본 연구는 세부기술수준까지 분할하는 것이 가장 능률적이다. 그러므로 본 연구에서는 「WBS」의 Element 수준을 세부기술로 결정하도록 한다.

2-2 모듈별 세부기술의 도출

모듈은 각각의 기능을 수행하기 위해 세부기술간의 조합으로 이루어진다. 또한 그들을 구성하는 세부기술은 종-수준별 차이에 따라 상이한 특성을 지니며, 모듈은 결합되는 세부기술의 종-수준에 따라 상이한 특성을 지니게 된다.

2-3 모듈별 대체안의 구성

하나의 모듈이 하나의 기능을 독립적으로 달성할 수 있는 것과는 달리 모듈을 구성하고 있는 세부기술들은 기술과 체계를 올바로 갖추어 하나의 형태를 이룰 때 독립적인 특성과 기능을 달성할 수 있다.

이와 같이 세부기술들은 자체의 수행능력 뿐만 아니라 모듈을 구성하기 위한 일련의 관계가 성립되어야 하며 이는 모듈을 구성하는 세부기술들 간의 결합성에 따라 결정된다. 그러므로 모듈의 기술적 수행가능성을 지닌 세부기술그룹을 도출하도록 한다.

2-4 모듈별 대체안의 평가

본 단계에서는 이전 단계에서 구성된 세부기술그룹에 대해세 「컨조인트분석(CA)」을 수행하여 모듈기능을 기반으로 한 기술적 달성도(선호)를 평가하게 된다.

각 모듈은 기본적으로 달성해야 할 기능(모듈기능)이 정해져 있으며, 모듈기능을 만족시킬 수 있는 다양한 기술대체모듈들이 존재한다. 그러므로 모듈별로 존재하는 기술대체모듈들은 그 모듈의 기능을 달성할 수 있는 정도에 따라 우선순위를 평가받게 되며, 평가의 기준은 "모듈의 기본속성을 얼마나 잘 수행하는가?", "기본속성 이외의 특성은 모듈기능에 어느 정도 적합한가?" 등이 된다.

이렇게 도출된 우선순위는 「CA」를 통해 부분가치를 산출하게 되고, 이들은 각 모듈의 기술적 목표를 달성하기 위한 세부기술들의 기술적 가치를 의미하게 된다.

3-2-5 기술대체모듈의 설정

세부기술들의 상호결합성은 모듈의 기술적 기능의 달성유무를 결정하고, 각 세부기술들의 기술적 수행능력은 모듈의 기술적 기능의 가치를 결정한다. 그러므로 「CA」를 통해서 도출된 부분가치 즉, 세부기술의 기술적 가치는 모듈의 기술적 가치에 영향을 주게 된다. 본 연구에서는 이러한 부분가치를 기술대체모듈 설정의 기준으로 하여 세부기술그룹들 중 기술대체모듈을 설정하도록 한다.

또한 모듈은 목표기술을 구성하는 구성요소이므로 내부에서 수행하는 기능이 상이하다. 그리고 모듈별로 세부기술의 종-수준을 변화시킴에 따라 다양한 특성을 갖는 대체모듈들이 발생하게 된다. 그러므로 모듈별로 기술대체모듈을 설정해야 한다.

3. 기술대체모듈의 선정체계

기술대체모듈 설정단계를 거쳐, 도출된 모듈기능별 기능대체모듈들에 대한 세밀하고 체계적인 평가를 수행하여 목표에 가장 적합한 대체모듈을 목표구성기술별로 선정하고 구성하는 것이 본 절차의 목적이라고 할 수 있다.

하지만 연구소의 제품프로젝트에서 대체모듈을 선정하기 위해 사용되는 평가기준은 흔히 전사적 차원에서 이루어진다. 평가기준들은 완성된 프로젝트수준의 대체안을 대상으로 하는 것이 대부분이다. 그러므로 보다 세분화된 수준의 기술수준을 평가의 대상으로 하고 있는 본 연구의 경우 기존의 평가기준을 그대로 활용하는 데에는 어려움이 있다.

전사적 차원에서 완성된 프로젝트를 평가하기 위한 기준들을 기술대체모듈에 그대로 적용하는 것은 시스템적 구조상 적합하지 않기 때문에 본 절에서는 사명영역(Mission Field)과 기술영역(Technology Field)로 구분하여 프로젝트수준과 기술수준으로 2분화된 평가기준을 구성한다. 이를 통해 평가대상과 평가기준 간에 발생하는 수준차이를 해결하도록 한다.

이러한 형태의 평가구조를 취할 경우, 기술영역은 대체모듈 설정단계에서 사용했던 「WBS」를 통해 도출된 모듈대체안을 평가대상으로 설정하고 프로젝트수준의 평가기준과 기술수준의 평가기준을 제시함으로써 프로젝트수준에서 기술수준까지 순차적으로 평가할 수 있도록 구성하였다. 프로젝트수준에서 평가를 시작하는 기술영역은 프로젝트수준을 평가의 대상으로 하는 기준들로 갖춰진 사명영역의 기준과 자연스럽게 결합될 수 있게 된다.

사명영역과 기술영역 사이에는 목표에 적합한 프로젝트 전개방향을 제시하여 그에 합당하는 목표구성기술과 특성을 평가할 수 있도록 구성하고 최종적으로 모듈을 선정할 수 있도록 순차적인 형태를 갖추어 놓도록 한다.

이번 절에서는 이와 같은 목적을 달성하기 위해, 다음과 같이 크게 4개의 단계로 분화되어 이루어지게 된다.

3-1 상호영향분석의 계층화

상호영향분석의 계층화는 평가기준 설정부분과 대체모듈 설정부분으로 나누어 볼 수 있다. 평가기

준 설정부분에서는 과제의 목표를 기준으로 최적의 대체모듈을 선정하기 위해, 평가해야 할 세부기준들을 계층화한다. 대체모듈 설정부분에서는 2절에서 도출된 목표구성기술별 대체모듈들이 평가기준하에서 올바른 평가를 받을 수 있도록 구성한다.

또한, 대체모듈 설정 단계에서는 앞 절에서 구성된 대체모듈을 체계적으로 배치하고 기술-모듈수준과 프로젝트수준을 잇는 평가구조를 갖추도록 한다. 이 부분은 기술영역과 사명영역의 수준연결을 중심으로 전개된다.

이와 같은 계층화는 「AHP」의 기본적인 계층화 법칙에 따르고 있다. 그러나 R&D과제의 계층화와 평가시에는 대체안들 간의 상호영향성을 고려해야 하기 때문에, 본 연구에서는 「CHP」를 사용하도록 한다.

3-2 평가기준 및 대체모듈의 중요도

계층화 단계에서 설정된 평가기준들에 대한 가중치와 대체모듈별 가중치, 대체모듈 간 가중치를 도출하도록 한다.

본 연구에서는 대체모듈 가중치를 대체모듈별 가중치와 대체모듈 간 가중치로 분화하여 평가하게 된다. 이를 통해, 대체모듈이 독립적으로 갖고 있는 평가기준에 대한 중요도뿐만 아니라 대체모듈 간에 발생하는 상호영향도 함께 고려할 수 있게 된다.

기술대체모듈이 세부기술들의 결합으로 구성된다는 점을 고려한다면 기술개발시 세부기술 간에 발생하는 상호영향이 대체안들 간의 상호영향으로 확산될 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 대체안들 간의 상호영향은 상위의 구성기술들의 개발에도 영향을 미치기 때문에 최하위 수준의 기술인 세부기술 간의 상호영향성은 R&D과제 전체에 영향을 미치고 있는 것이다. 그러므로 독립적 가중치와 상호영향 가중치의 양측면에서 대체안을 평가상호영향이 R&D과제개발에 가장 적합한 기술대체모듈을 선정하도록 해야 한다.

3-3 목표구성기술별 대체모듈의 평가치

본 단계에서는 「CHP」를 통해, '독립적 대체모듈 가중치와 상호영향 대체모듈 가중치를 통합하는 단계이다.

통합이라는 단계를 수행할 때에는 항상 수리적, 논리적 타당성을 고려하여야 한다. 각각의 평가기준단계를 추정한 가중치들이 하나의 수치로 가장 잘 표현될 수 있는 통합방법(가감승제)을 채택하여 총합가치를 도출해야 한다.

이러한 방법을 수행하기 위해선 주로 기존에 사용되었던 입증된 수식을 사용하거나, 논리적 타당성(加 : 상호 독립적 존재간의 통합, 乘 : 상호 영향관계 하의 통합)이 입증된 형태로 구조화하게 된다.

3-4 기술대체모듈의 선정

평가기준의 가중치와 대체모듈의 가중치단계를 거치면서 도출된 각각의 가중치는 목표구성기술별 대체모듈 평가치단계와 평가기준의 통합과정을 거치면서 하나의 수치로 결합된다. 대체모듈로 설정된 모든 기술대체모듈들에 대해, 결과치가 산출되며 각 대체모듈의 중요도를 판단하는 잣대로 사용한다.

최종적 기술개발목표달성을 위해 모듈수준별로 최적의 대체모듈을 선정하고, 프로젝트와 목표구성기술 간에 형성되는 구조체계를 따라 결합하여 가장 우수한 목표구성기술과 최종 기술개발목표를 달성하게 되는 것이다.

4. 결론

본 연구에서 개발된 모형은 「CA」와 「CHP」를 결합한 기술대체모듈 설정·선정모형으로써 보다 성공적으로 R&D과제를 수행할 수 있도록 설정·선정단계를 체계화하였다. 본 설정·선정모형은 기존의 R&D과제선정모형들이 가지고 있던 대체안 설정단계의 한계를 극복하고 있다. 이러한 모형은 다음과 같은 의의를 갖게 된다.

(1) 기술차원에서 모듈의 개념을 도입함으로써 체계적인 모듈구성이 가능해졌다. 지금까지 임의로 설정되던 기술대체안들에 대해 기술적 결합성을 기준으로 구체화된 설정단계를 설계함에 따라 세부기술부터 모듈 그리고 최종목표기술까지 일련의 기술개발 전개과정을 치밀하게 평가할 수 있게 되었다. 이를 통해, R&D과제의 진행자들은 과제개발과정 중에 발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있으며 보다 정확한 최종목표치를 달성할 수 있게 해준다.

(2) 기술과제 평가 시, 기술대체모듈을 평가대상으로 정의할 경우에 발생하는 기술과제의 부정확한 평가문제를 해결하였다.

현장에서 흔히 나타나는 평가항목과 평가대상간의 수준차이는 불명확한 평가점수를 도출함으로써 R&D과제 선정결과에 악영향을 미치게 만드는 원인이 된다. R&D의 기본요소인 세부기술에 대한 평가를 하면서, 그들 간에 발생할 수 있는 종속성 곧, 상호영향성의 문제점을 충분히 포함하는 평가항목과 체계를 갖추지 못한다면 과제선정의 유효성뿐만 아니라 과제실시 상의 효율성까지도 급격히 저하될 것이다.

(3) 설정과 선정 간에 전개되는 평가의 프로세스를 시스템으로 구조화시켰다.

현실에서 R&D과제를 평가하기 위한 절차는 설정단계부터 선정단계까지 순차적으로 수행되어야 함에도 불구하고, 지금까지의 방식에서는 대체모듈을 임의로 설정하여 평가해왔다.

대체안의 설정과 함께 선정의 프로세스가 진행될 경우, 본 연구모형에서와 같은 평가요소의 스크리닝과정을 통함으로써 평가의 정확도는 크게 높아진다. 이는 R&D과제 평가에 있어서 가장 중요한 문제이며, 특히 R&D활동에서와 같이 다수의 대체기술들을 대안으로 가지고 있는 경우에는 그 효과가 더욱 높아진다.

이와 같이 수리성과 논리성을 기반으로 한 본 연구결과는 현실적 적용모형에서 그 타당성이 충분히 입증되었기 때문에 금후 기업에서의 현장활용도가 높을 것으로 예상된다.

그러나 본 연구는 기존 기법 혹은 모형들을 토대로 이루어진 결합모형이기 때문에 현장적용시 한계점을 갖고 있다.

(1) 「CHP」가 지니고 있는 평가의 「감도분석(Sensitivity Analysis)」과 2차적 「평가분석(Evaluation Analysis)」에 대한 보완이 요구된다. 금번 수행된 본 연구의 모형에서는 기존의 「CHP」를 그대로 활용함으로써 이러한 두가지의 문제들을 다루지 못하였다.

(2) 대체모듈 설정단계에서 사용한 「WBS」의 분할방식을 대체모듈 선정단계에서 보다 체계적으로 활용하지 못한 한계가 있다.

R&D과제가 갖는 특성을 보다 명확히 평가하기 위해서는 선정의 단계에서 「SAT」, 그리고

「PWBS」를 통한 분할과 평가가 함께 수행되어야 할 필요가 있다.

(3) 혁신적 기술과제의 중요성이 점점 높아지고 있는 금후의 기업현실을 반영할 수 있는 확장된 선정시스템의 개발이 요구된다.

그러나 본 연구에서는 혁신적 기술과제가 도출되는 과정에 대해선 고려하지 않고 있기 때문에, 현 기업들이 기술과제에서 필요로 하는 요구를 충족시켜주지 못하는 한계를 지니고 있다.

참고문헌

[1] Arnold M. Ruskin, "100% Product-oriented Work Breakdown Structures and their importance to system engineering", IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2004, pp.3984-3993.

[2] Cho&Kwon, "Hierarchies with dependence of technological alternatives: A cross-impact hierarchy process", European Journal of Operational Research 156, 2004, pp.420-432.

[3] Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New-York, 1980.

[4] Saaty, T.L., "Priority Setting in Complex Process", IEEE Transaction on Engineering Management,Vol.30, No.3(1983).

[5] Saaty, T.L., "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", Management Science, Vol.32, No.7(1986).

[6] Saaty, T.L., and L.G., Vargas, "Hierarchical Analysis of Behaviour in Competition: Prediction in Chess", Behavior Science, 25(1980).