# 프로젝트 선택모형에 관한 연구

魚 允 洋*

# A Study on R&D Project Selection Model

Eh, Youn Yang

목 차



## Ⅰ. 문제의 제기

복잡한 경영의사결정 문제나 공공의 의사결정 문제에 있어 의사결정의 질을 제고하는데는 문제성격의 복잡성, 의사결정자선호의 불명확성, 문제해결능력의 한계에 기인하는 본질적인 제약이 있다. 뿐만 아니라, 오늘날과 같이 복잡다기한 환경하에서의 의사결정문제는 목표가 단일목표로 설정되기가 어려운 경우가 발생하며, 목표간에 상충성이 존재하기도 한다. 또 대안의 평가시에도 다수개의 속성을 고려하여야 하기도하고, 변수의 측정시에 양적인 측정이 불가능한 경우도 있다. 이와같이 의사결정문제의 제특성들은 서로 결합하여 나타나기도 하므로 문제해결을 더욱 어렵게 한다. 여러 가능한 투자대안중에 하나를 선택하거나 공공사업을 행할때에, 대부분의 경우 문제의 성격이 처음 시도하는 것이고 비반복적인 것이며 문제의 속성을 정확하게 파악할 수 없거나 속성의 정확한 측정 이어려운 경우가 많다. 또 어떤 경우에는 정보가 질적인 정보만 주어지는 경우도 있을 수 있다. 컴퓨터 s/w의 구매의사결정시에 공급하는 사람의 신뢰도를 고려하여 s/w를 구입한다고 하면, 이와같은 문제의 성격은 기존의 계량적인 수학적계획법으로 문제를 해결하기는 어려운 점이 많을 것이다. 이와 같이 의사결정시에 질적인 정보가 주어졌을때 분석과정에서 이를 고려치 않고 해를 구한다면 얻어진 해는 만족스럽지 않을 것이다. 의사결정문제에 있어 질적인 정보가 주어진 변수는 척도가 명목척도이거나 서열척도이기 때문에 제기되는 한계로 말미암아 기존의 연구에서는 그 중요성에도 불구하고 고려되지 않은 경우가 많았다. 수리모형에서의 이러한 질적인 변수에 대한 처리문제는 문제해결의 긴급도가 낮거나 그 중요성이 적어서 연구가 활발하게 이루어지지 않은 것이 아니고 오히려 접근방법의 한계성 때문에 그 연구가 충분히 진행되지 않고 있는것으로 생각된다.

본 논문에서는 질적인 정보가 주어졌을 때, 즉 서열척도로 정보가 주어졌을 때 프로젝트

* 부산수산대학교 수산경영학과 조교수

의 선택문제에 관련된 수리계획법에 대한 기존연구의 특성과 한계점을 개략적으로 살펴보고 이러한 문제를 해결하기 위한 모형을 제시하여 그 한계점과 앞으로의 연구가능성을 살펴보고자 한다.

## Ⅱ. 기존연구의 평가.

프로젝트 선택에 관한 연구는 과거부터 많은 연구가 진행되어 왔으며 이에 관한 문제는 해당분야에서 중요하고 긴급한 문제로 인식되어져 왔다. 공공정책의 문제에서 이러한 의사결정 문제는 특히 중요하다. 대안들의 상대적 가치를 평가하기 위해서는 환경에 관련된 영향, 에너지 이용문제, 일거리 창출문제, 정치적인 문제, 주민들의 태도등 여러가지 요인들을 고려하여야 한다. 그러므로 프로젝트의 선택이나 상대적 우선순위의 결정은 복잡하고 다양다기한 요인들이 고려되어야 하는 문제이다. 이러한 질적인 문제해결에 전형적으로 델피방법과 같은 정성적 방법이 이용되었고 정량적 접근방법으로는 서로다른 차원간의 상대적 트레이드—엎을 찾기 위하여 효용함수를 이용하거나 중요한 질적변수들을 전부 양적인 변수로 바꾸어 대안을 선택하는 방법이 이용되었다. 이와같은 기존의 접근방법에서 정량적인 접근방법의 한계점은 서로다른 차원의 기준을 한차원의 상대적 가중치로 바꾸는 것에서 연유한 데 있다고 할 수 있으며, 정성적인 방법은 정성적인 방법이 가지는 일반적인 특성에 기인한 한계를 생각할 수 있다. 정량적 접근 방법중에서 Geoffrion[1], Souder[2]등의 몇몇 연구들은 효용함수를 찾아서 프로젝트 선택 문제를 해결하고자 한것으로 볼 수 있을 것이며 Gear[3], Zahedi[4]등의 연구는 프로젝트 선택에 수리계획법을 도입한 것으로 생각할 수 있을 것이다. 서열척도로 정보가 주어졌을때 프로젝트선택에 관련된 연구에서 각대안에 가중치를 주는 방법에 따라 기존의 연구를 다음과 같이 부가적 효용법(additive utility method)과 서열법(ordinal method)으로 나눌수 있다.

### 1. 부가적 효용법(additive utility method)

프로젝트 선택문제 해결을 위한 정량적 접근방법으로서의 부가적효용모형의 기본적인 수리모형은 각 프로젝트 L에 가치 $v^L$을 부여하고, 각 프로젝트의 비용을 $c^L$로 부여하여 주어진 예산 B하에서 프로젝트의 가치의 합을 최대로 하기 위한 프로젝트를 선정하는 것이다 이것을

1) A. M. Geoffrion, L. S. Dyer and A. Feinberg, "An interactive approach for multicriteria optimization with an application to the operation of an academic depart," Mgmt Sci., Vol.19, No. 4(1973)
2) W.E. Souder, "Selecting and staffing R&D project selecttion models," Mgmt sci., Vol.19(1973), pp. 1384-1394.
3) A.E. Gear and A.G. Lockett, "Programme selection in research and development," Mgmt Sci., Vol.18(1972), pp. 575-590.
4) F. Zahedi, "Qualitative pragaramming for selection decisions," Comput. Opns Res, Vol.14, No.5(1987), pp. 395-407.

수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{Max } Z=\sum_{l \in (1,L)} v^l x^l$$

$$\text{s.t} \quad \sum c^l x^l \in B$$

$$x^l = 0 \text{ or } 1$$

위의 문제는 전형적인 이진 배낭문제임을 알 수 있다[5].

각 대안의 가치가 다차원일 경우 즉, $V_i, i \in (1,2,...,L)$인 경우 각 대안에 대한 효용을 결정하는 가장 일반적인 방법은 위원회나 의사결정자에게 각 차원에 가중치를 부여하게 하여 $v^l=\sum_{i \in (1,L)} w_i v_i{}^l$을 찾는 방법이다. 이러한 문제유형에서 가장 문제로 발생되는 것은 가중치를 부여하는 방법인데 대다수 문제에서 질적인 정보에 어떻게 기수적인 값(cardinal weight)을 부여할 수 있을 것인가하는 것이 문제점이다. 이 문제의 경우에는 목적함수가 다차원의 경우가 아니고 단일차원이므로 문제가 쉽게 해결될 수 있으나 각 대안의 속성에 가중치를 부여할 때 의사결정자의 주관적인 판단에 따를 수 밖에 없기 때문에 즉 대안의 다수속성에 주관적 가중치를 주어 대안의 가중치로 바꾼다는데 한계가 있다. 대안의 평가기준이 다차원이고 차원간의 비교 평가가 주어지는 경우에는 대안간의 가중치를 주는 것은 가능하다. 이러한 대안간의 가중치를 부여하는 방법은 Saaty가 제기한 행열의 고유치를 이용한 AHP법이 가장 대표적인 방법이라고 할 수 있는데 이와 같은 방법은 제약조건을 고려하여 가중치를 부여하거나, 대안을 선택하는 방법이 개발되지 않았다는 것이 한계점이라 할 수 있다.[6] 또 부과적 효용모형의 특징이라 할 수 있는 것은 의사결정변수가 0-1변수이기 때문에 제약조건에서 변수의 크기변화에 따른 조건의 변화를 볼 수 없다는 점이 근본적인 한계로 존재한다. 이것은 양적인 변수를 다시 부가하여 쿼드라틱모형의 문제로 바꿈으로서 해결한 가능성이 있으나 이와 같은 방법은 문제자체를 복잡하게 만든다는 데 한계가 있다.

전체적으로 부가적 효용모형은 가중치를 효과적으로 부여할 수 있을 때에는 효과적인 방법이라고 할 수 있으나, 실제 현상에서 가중치를 간단하게 줄 수 있는 경우는 거의 없다는 점이 한계점이라고 할 수 있을 것이다[7].

5) W. L. Winston, OR : Application and Algorithms, Duxbury Press, Boston, (1984).
6) Saaty, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, (1980).
Saaty, "Rank generation, preservation and reversal in the analytic hierarchy process," Decision Sci. Vol.18(1987), pp. 157-177.
7) B. F. Hobbs, "A comparision of weighting methods in power plant siting," Decision Sci., Vol.18(1980) pp. 725-740.

## 2. 서열법

부가적 효용모형의 기수적인 가중치를 부여하는 데 따른 한계점을 보완하는 방법으로 각 대안에 서열을 정함으로써 프로젝트 선택을 하는 방법이 있다. 대안을 서열척도 측정하였을 때 대안을 선택하는 방법을 서열법이라고 구분한다면 서열법은 서열을 정하여 프로젝트를 선택할 때 수리계획법을 적용하느냐 하지 않느냐의 기준에 따라 다음 두 가지로 나눌 수 있다.

### 1) 수리계획적 서열법

수리계획법을 이용하여 서열을 정하는 방법(Ranking Method with Mathematical Programming)은 의사결정자가 m명(예를 들면 위원회조직이나 프로젝트 선정을 위한 테스크 포스가 있을 때)일 경우, 의사결정자 j로 하여금 대안 i에 순위를 주게하여 각 대안에 대한 의사결정자 j간의 편차 합을 최소화하는 것이다[8].

이 방법은 연구마다 조금씩은 차이가 있지만 가장 전형적인 모형은 다음과 같다.

$$\text{Min } Z=\sum_{i}\sum_{k} d_{ik}\, x_{ik}$$

s.t.

$$\sum_{i} x_{ik}=1,\quad k=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{k} x_{ik}=1,\quad i=1,2,\ldots,n$$

$$x_{ik}=0 \text{ or } 1$$

$d_{ik}$ : $\Sigma \mid rij-k \mid$, $i=1,\ldots,n,\ \ k=1,\ldots,m$

$r_{ij}$ : 의사결정자 j에 의해서 대안 i에 부여된 서열

위 모형은 할당 모형으로 해를 구할 수 있으며 여러사람들의 합의를 도출하여 각 대안간의 서열을 정하는 경우에는 유용하다고 할 수 있으나 예산규모의 문제를 고려할 수 없고 양적인 변수 처리가 어렵다는 데 기본적인 한계가 있다.

의사결정자가 다수가 아닌 한명이고 각 대안의 속성이 다수일 때 수리계획법을 이용하여 대안의 서열을 결정하는 방법으로는 서열적으로 얻어진 정보를 적절하게 메핑(mapping)하여 목표계획모형에 접목시킨 자해디(Zahedi)의 연구를 들 수 있다.

---

8) W.L. Winston, op. cit., pp. 295-298.
- J. J. Bernardo, "An assignment approach to Choosing R & D experiment," Decision sci., Vol.8(1977), pp. 489-501.

자해디는 기존의 계량적 최적화 모형(0-1 정수 계획모형과 목표계획법)을 이용하여 대안이 불완전하고 질적인 정보를 가지고 있을 때 프로젝트 선택이 가능하도록 다음과 같이 모형을 구축하였다[9].

$$\text{Max } Z=\sum_a WaPa-\sum_a Wa'Pa'-\sum_a Wa''La$$

s.t.

$X_{ik}-X_{jk}+Pa^{-}+Pa^{+}=0$ : for all compared attribute and $a=1,2,..$

$mYi-(\sum_{k=1,m} X_{ik})=0$ : for all i

$\sum_{i=1,n} Yi=C$

$Xir-La=0$

$Pa^{+}+Pa^{-}\leqq 1$ : for all $a=1,2,..$

$X_{ik}$, $Y_i$, $Pa^{+}$, $Pa^{-}$ and La are 0 or 1 : for all i, k, and a

이 자해디의 모형은 각 프로젝트가 다차원의 평가기준을 가질때 각 차원간의 효용에 무관하게 의사결정이 가능하며, 의사결정 대안의 속성을 서열척도로 메핑하여 해를 구하는 방법을 제시하였다는 점에서 큰 의의가 있다고 할 수 있다. 그러나 이 자해디의 모형은 질적인 정보와 동시에 양적인 정보를 동시에 고려할 수 없다는 점과, 예산 규모에 대한 제약조건을 고려하고 있지 못하다는 점이 약점이라고 할 수 있으며, 계산상의 한계점으로 속성과 대안의 수가 증가할 때 제약조건의 수와 변수의 수가 기하급속적으로 증가한다는 점을 들 수 있다.

2) 발견적 서열법

수리계획법을 이용하지 않고 프로젝트를 선택하는 서열법은 휴우리스틱을 이용한 접근법이라고 할 수 있다[10].

9) F.Zahedi, "Qualitative pragaramming for selection decisions," Comput. Opns Res, Vol.14, No.5(1987) pp.395-407.
 • J.P. Ignizio, "Generalzed goal programming," Compt. and OR., Vol.10(1983), pp. 277-289.

10) W. D. Cook & L. M. Seiford, "Priority ranking and consensus formation," Mgmt Sci., Vol.24(1978), pp.1271-1732.
 • W.D. Cook & L.M. Seiford, "R & D, project selection in a multidimensional environment ; a practical approach," J. of OR Soc., Vol.33(1982), pp. 397-405.
 • K. P. Borgart, "Preference structure Ⅱ : distances between asymmetric relation," SIAM J. of Appl. Math., Vol.29(1975), pp. 254-262.

이들 연구의 대표적인 특징은 각 질적인 i차원에 대하여 의사결정자 j로 하여금 대안의 서열 $r_i^j$을 정하게 한다음, 대안간의 우선 순위를 정하는 것이다. 의사결정자가 위원회와 같은 다수(m)일때는 의사결정자 각각에게 서열 $\{(r^1_{ij}, \ldots, r^l_{ij})\}_{j=1,m}$ 을 정하게 하여 가능한 서열의 조합 중에서 가장 합의적 서열이나 절충적 서열을 찾아낸다.

이러한 접근방법의 대표적 연구로 Cook & Seiford의 합의 도출방법(Consensus Method)은 L 개의 프로젝트에 대한 서열의 집합 C1,C2, . . . ,Cm(여기서 $C1=(c_1^1, c_1^2, \ldots, c_1^L)$이 주어졌을 때

$$M(B) = \sum_j \sum_l | c_j^l - b^l |$$

위의 식의 M을 최소화하는 서열 $B=(b^1, b^2, \ldots, b^L)$을 구하는 것이다. 이와같은 휴리스틱적 접근방법들은 가정한 휴우리스틱이 타당할 때 문제해결에 효과적인 방법임에는 틀림이 없다.

그러나 이러한 접근법의 약점은 문제해결의 체계적 방법을 제시하지 못하는데 있다고 할 수 있으며, 이러한 방법들이 가지고 있는 일반적인 한계, 예를 들면 최적해를 보장하지 않는다는 점, 단순화 과정에서 정보손실이 일어난다는 점등의 한계를 가질 수 밖에 없다고 볼 수 있다[11].

## Ⅲ. 제안된 모형

인간의 의사결정과정에서 중요한 특징중의 하나는 어떤 현상의 인과 관계분석에서 속성들을 양화하여 분석을 하기 보다는 질적인 분석을 하고 질적인 정보를 가지고 의사결정을 하는 경우가 많다는 점이다.

기존의 최적화 수리모형들은 대부분 자료의 측정이 비율척도 이상으로 측정되어 있는 양적인 자료를 이용하여 의사결정을 하는 모형이라고 할 수 있으며, 이와같은 기존모형의 특성으로 인하여 명목척도와 서열측도로 정보가 제공되었을 때 의사결정을 하기에 기존의 수리계획모형은 적합치 않는 것으로 인식되었었다.

서열척도로 정보가 제공되었을 때 대안의 선택에 관려된 의사결정 문제를 해결하기 위하여 기존의 수리계획모형을 적용하는 방법에 관한 연구는 자해디가 최초로 시도하였다.[12] 자해디는 목표계획법의 편차개념과 0-1계획법을 이용하여 수리계획모형을 구축하여 정보가 서열척도로 주어졌을 때 발생하는 문제점을 해결하려고 시도하였다.

그러나 자해디가 제안한 모형은 질적인 정보를 처리하여 의사결정할 수 있다는 점에서 그

11) A. E. Gear and A. G. Lockett, "Programme selection in R & D," Mgmt Sci., Vol.18(1972), B575-B590.
12) F. Zahedi, op. cit.

유용성을 인정할 수 있으나, 제약조건의 수가 대안의 수와 속성의 수가 증가함에 따라 기하급수적으로 증가하고, 예산규모의 제약 등 현실성있는 제약조건을 고려하기가 어렵다는 약점이 있다.

여기서는 이러한 자해디의 모형의 약점을 어느정도 보완가능한 수정된 모형을 제시하고자 한다.

## 1. 기본 모형

n개의 대안($Y_1, Y_2, \ldots, Yn$)이 있을 때 의사결정자가 각 대안의 속성 m개를 평가하여 1개 또는 2이상의 대안을 선택한다고 하자.

각 대안 Yi가 가지는 m개의 속성을 $X_{i1}, X_{i2}, \ldots X_{im}$개라고 하고, 이 속성치들이 양적인 정보가 아니고 질적인 정보라고 하자.

그럴 경우 의사결정자는 속성에 대하여 양적인 정보를 가지고 있지 못하므로, 속성을 측정할 수 있는 가능한 방법은 각 속성에 대하여 대안간의 상대적 비교 즉, 서열을 정할 수 있을 뿐이다. 즉, 각 대안은 그들이 가지고 있는 속성간의 서열에 근거하여 비교될 수 있을 뿐이다. 이와같은 대안간의 속성에 대한 서열정보는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_{ik} > X_{jk},\ X_{ik} \geq X_{jk}.\ X_{ik} = X_{jk}$$

윗식은 속성 k의 관점에서 대안 i가 대안j에 비하여 강하게, 약하게, 같게 선호되어진다고 해석할 수 있을 것이다.

대안의 속성이 질적인 것이라고 할지라도 의사결정자의 관점에서는 대안을 선택하거나 또는 아니하거나 두가지 경우 밖에는 없으므로, 만약 대안 i가 선택된다면 대안에 관련된 변수를 Yi라고 할때 Yi는 1의 값을 가질 것이다. 이와 같은 관점에서 생각하면, 대안 i가 선택된다면 대안 Yi의 속성 Xi는 값을 가질 것이고 선택되지 않는 대안의 속성 값들은 0의 값을 가질 것이다.

만약 속성 k에 대하여 대안 i와 j와 서로 비교되는 경우, 속성 Xik와 속성 Xjk의 값이 0-1 값만 가진다고 하자. 이 경우에 대안 i가 대안 j보다 선호될 때 Xik가 1의 값을 가지게 하면 속성 k에 대해서 대안간의 서열이 만족되지 않을 경우에는, 목표계획법에서의 편차개념을 이용하여, 편차가 나타나게 수식을 구성하면 다음과 같이 나타낼수 있다.

$$Xik - Xjk + d \geq 0 \quad k = 1, 2, \ldots, m$$

위의 식에서 보면 선호되는 X의 값이 1의 값을, 즉 대안 i가 대안 j보다 의사결정자가 선

호한다면 Xik가 1의 값을 갖는다. 반대로 대안 j가 대안 i보다 선호된다면 Xjk가 1의 값을 갖고 Xik는 0값을 갖는다.

이에 따라 0보다 크다는 제약조건에 따라서 Xjk의 값이 1의 값을 가지게 될 경우에는 편차변수인 d가 값을 가지게 될 것이다.

Xik와 Xjk는 서열척도로 측정되어진 것이기 때문에 의사결정자에 의해서 선호되어진 X를 언제나 앞에 오도록 배열한다면 의사결정자의 선호에 맞지 않게 X가 선택되는 경우에 언제나 d의 값이 위식에서 나타나게 될 것이다. 이와 같은 수식의 성격은 서열이 정해지지 않은 정보는 이용될 수가 없으므로 언제나 상대적인 서열을 정하여야 함을 알수 있다.

위와 같은 수식의 특성을 이용하여 속성에 관한 정보가 서열척도로 주어져 있을 때 대안의 선택모형의 기본형은 다음과 같이 주어진다.

$$\text{Min } Z = \sum_a \text{Wada} \qquad (1)$$

s.t

$$\text{Xik} - \text{Xjk} + \text{da} \geq 0 \qquad (2)$$ : a는 비교되는 속성의 수

$$\text{mYi} - \sum_k X_{ik} = 0 \text{ for all i} \qquad (3)$$

$$\text{Yi} = \text{C} \qquad (4)$$

$$\text{Xik, Yi, da} = 0 \text{ or } 1 \qquad (5)$$

식 (2)-(5)에서 보면, 식(1), (2), (5)의 관계에서 Xjk가 Xik보다 선호될 때 (2)식의 da가 목적함수에 나타나게 된다. 이와 반대로 Xik가 Xjk보다 선호되면 da는 목적함수에 나타나지 않게 된다.

식(2)만 보면 Xik가 Xjk보다는 언제나 선호되어야 하는데 Xjk가 더 선호된다는 것은 대안 j가 대안 i보다 다른 비교되는 속성에서 더 선호된다는 것을 의미한다.

식(3)은 대안 i가 선택 되었을 때 대안 i의 모든 속성 Xik가 1의 값을 가져야 한다는 제약조건이다(여기서 m은 비교되는 속성의 수이다). 이(3)의 식으로부터 만약 대안 i가 선택되면 대안 i를 제외한 다른 대안의 속성들은 전부 0의 값을 가져야 한다(Xjk=0, j≠i k=1,2,..,m). 왜냐하면 대안 i가 선택되면 Yi=1의 값을 갖게 되고 다른 Y는 전부 0의 값을 갖게되기 때문이다.

식(4)는 선택하여야 할 대안 수에 대한 제약이다. C는 1보다 큰 자연수이어야 하며 적어도 대안수 m보다는 적어야 한다.

위의 식(5)를 보면 모든 의사결정변수가 0-1변수이고, 목적함수의 값은 대안들의 속성간의 비교시에서 나는 편차의 합임을 알수 있다.

위 모형은 모든 대안들의 속성에 대한 비교를 필요로하지는 않으며, 속성간의 정보변화에 따른 변동은 민감도 분석이나 사후분석을 통해 가능할 것이다.

제시된 모형을 설명하기 위하여 3개의 대안 중 한개의 대안을 두개의 속성에 의하여 선택하는 문제를 생각하여 보자.

이에 따른 자료는 다음과 같이 주어져 있다[13].

〈표 1〉 속성1에근거한대안간의비교

| 속성 | $X_{11}$ | $X_{21}$ | $X_{31}$ |
|---|---|---|---|
| $X_{11}$ | = | > | > |
| $X_{21}$ | < | = | < |
| $X_{31}$ | < | > | = |

Xik>Xjk 일때 >

〈표 2〉 속성2에근거한대안간의비교

| 屬性 | $X_{12}$ | $X_{22}$ | $X_{32}$ |
|---|---|---|---|
| $X_{12}$ | = | < | < |
| $X_{22}$ | > | = | 정보없음 |
| $X_{32}$ | > | 정보없음 | = |

표1, 2에서 주어진 정보에 따라 모형을 구축하면 다음과 같다.

$$\text{Min } Z=d_1+d_2+d_3+d_4+d_5$$

s.t

$$X_{11}-X_{21}+d_1\geqq 0$$
$$X_{11}-X_{31}+d_2\geqq 0$$
$$X_{31}-X_{21}+d_3\geqq 0$$
$$X_{22}-X_{12}+d_4\geqq 0$$
$$X_{32}-X_{12}+d_5\geqq 0$$
$$2Y_1-(X_{11}+X_{12})=0$$
$$2Y_2-(X_{21}+X_{22})=0$$
$$2Y_3-(X_{31}+X_{32})=0$$
$$Y_1+Y_2+Y_3=1$$
$$Xik, Yi, da=0 \text{ or } 1$$

이 문제의 최적해는 다음과 같다.

$Y_3=1$, $X_{31}=1$, $X_{32}=1$일때 $Z=1$, 나머지 변수는 전부 0. 그러므로 최적의 대안은 3의 대안임을 알 수 있다. 만약에 2개의 대안을 선정한다면 다음과 같이 제약 조건식을 $Y_1+$

13) Zahedi의 모형에서는 이 예제의 경우 제약 조건식이 15개인데 비하여 여기에서 제기된 모형은 제약조건식이 9개임을 볼 수 있다.

$Y_2+Y_3=2$로 바꾸면 되고 선정되는 대안은 3,1이다. 이에 따라 대안의 우선순위는 대안3 대안1 대안2임을 알수 있다.

## 2. 확장모형

앞에서 제기한 기본모형에서는 대안의 선택과 서열만 알 수 있었다. 이와 같은 기본적 모형을 프로젝트 선택 의사결정문제에서 현실성을 높히기 위해서 프로젝트의 선택시에 고려되어야 하는 환경적 제약조건을 고려하여 다음과 같이 모형확장을 하여 보고자 한다.

첫째, 예산규모 제약을 고려하는 경우

예산규모에 대한 제약 조건을 고려하고자 하는 경우에는 앞의 식 (1)-(4)와 동시적으로 (6)식을 제약조건으로 추가하면 가능하다.

$$\Sigma \ Wi \ Yi \leq B \qquad (6)$$

(6)식에서 Wi는 i의 대안 즉 프로젝트가 채택되었을 때 소요되는 예산이고 B는 이용 가능한 예산규모이다.

둘째,속성의 비교가 서열척도로만 주어지지 않고 양적인 값으로 주어질 경우에 속성간의 가중치를 부여하는 문제의 경우

기존의 연구에서 보면 가중치를 부여하는 경우에 제약조건에 가중치를 주는 것은 경우가 있었으며[14], 목적함수가 다차원인 경우 목적함수 각차원에 가중치 부여하는 경우 등이 있었다.[15]. 자해디는 제약조건과 목적함수의 편차변수에 부여하였다.

여기서 제기한 모형에서 각 속성들의 가중치 부여는 목적함수에서 이루어질 수 있다. 이는 목표계획법에서 같은 우선순위내에서 가중치를 부여하는 방법과 비슷하다고 할 수 있다.

예를 들면 앞의 예에서 대안 1,2,3이 이익의 관점에서 선호는 다음 표3과 같다고 하자.

〈 표 3 〉 $X_{13}$의 대안간 이익

| 대안 | 속성(3) | 이익 |
|---|---|---|
| 1 | $X_{13}$ | 500 |
| 2 | $X_{23}$ | 100 |
| 3 | $X_{33}$ | 125 |

14) T.G. Ross & A. A. Zoltners, "Weighted assignment models & Their application," Mgmt Sci. Vol.25(1979), pp. 683-696.

15) 이경우는 MCDM의 문제이며 이 경우의 가중치 부여방법은 참고문헌 Steuer을 참조.

이와 같은 경우에, 이 정보를 서열척도로만 표시한다면 다음 표4와 같이 될 것이다.

〈 표4 〉 이익속성의 선호(서열척도)

| 속성 | $X_{13}$ | $X_{23}$ | $X_{33}$ |
|---|---|---|---|
| $X_{13}$ | = | > | > |
| $X_{23}$ | | = | > |
| $X_{33}$ | | | = |

표4의 경우는 양적인 정보를 질적인 정보로 바꾸는데 따르는 정보의 손실을 피할 수 없을 것이다. 그러므로 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 속성간에 가중치를 부여하여야 할 필요가 있다.

속성간에 가중치를 부여하기 위하여, 속성간의 가중치를 구하여 보면, 표5와 같다.

〈 표5 〉 이익속성의 가중치(대안 2를 기준으로 하는 경우)

| 속성 | $X_{13}$ | $X_{23}$ | $X_{33}$ |
|---|---|---|---|
| $X_{13}$ | 1 | 5 | 4 |
| $X_{23}$ | | 1 | 1 |
| $X_{33}$ | | | 1 |

이 가중치를 앞의 모형에 부여하는 방법은 식(2)의 제약조건을 그대로 추가하고 목표계획법에서의 편차에 가중치를 부여하는 것과 같은 다음과 같이 식(1)에 가중치를 부여하는 것이다.

$$\text{Min } Z = P_1(d_1+d_2+d_3) + P_2(d_4+d_5) + P_3(5d_6+4d_7+0.8d_8)$$

s.t

$$X_{13} - X_{23} + d_6 \geq 0$$

$$X_{13} - X_{33} + d_7 \geq 0$$

$$X_{23} - X_{33} + d_8 \geq 0$$

(나머지 제약조건은 동일)

여기서 가중치를 부여할 때 가중치 앞에 또 다른 가중치 P를 도입한 것은 개별 속성에 가중치를 도입할 때 속성 j간의 가중치 문제가 발생하기 때문이다.

속성 j간에 가중치를 적절하게 부여하는 방법은 앞으로 연구가 필요한 것이다. 보통의 경우 즉 속성 간에 차이가 없다고 하면 1의 값으로 놓으면 될 것이다.

## Ⅳ. 결론 및 앞으로의 연구

본 논문은 프로젝트 선택의 문제에서, 질적정보 즉 서열척도로 측정되어진 정보를 가지고 의사결정하는 문제를 해결하기 위한 방법들을 평가해 보고, 질적정보를 수리계획법에 포함시켜서 해를 구하는 방법에 대한 연구를 하였다.

특히 이러한 수리계획법을 이용한 방법으로 최초의 방법으로 여겨지는 자해디의 모형이 대안과 속성의 수가 증가함에 따라 제약조건의 급속하게 증가하는 한계점을 보완하기 위한 수정된 모형을 제시하였다. 이와같은 이 수정된 모형은 양적인 정보도 적절하게 포함시킬 수 있는 것으로 분석이 되었는데, 이러한 연구가 해당 분야에서 처음 시도되고 있다는 점에서 앞으로의 연구 가능성이 크다고 할 수 있겠다.

이러한 연구 방법이 가지고 있는 장점은 속성이 효용독립적으로 분석되어서 MADM모형들이 가지는 복잡한 효용함수 도출이 필요 없다는 점이 우선 지적될 수 있겠고, 또 현실에서 의사결정모형의 현실성을 제고할수 있다는 점이 적용적인 측면에서 유용성이라고 할 수 있으며 특히 서열척도의 정보를 계량적 의사결정모형에 도입시킬 수 있다는 점에서 무엇보다도 유용성이 크다고 할 수 있을 것이다.

그러나 이러한 연구가 시작단계이므로, 실제적 현실에서의 적용이 이루어지지 않았고, 모형자체의 효율적 해법이 제시되지 않았다는 점과 대안간 속성의 가중치가 아니라 속성 간의 가중치 문제를 해결하는 문제가 제기되었다는 점이 한계점으로 제기되었다. 앞으로 이에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 고려된다.

실제적 문제에서의 모형의 구축과 해의 효율적 계산 절차는 다음의 연구에서 제시하고자 한다.

## 참 고 문 헌


1) A. E. Gear and A. G. Lockett, "Programme selection in research and development," Mgmt Sci.,Vol.18(1972), B575–B590.

2) A. M. Geoffrion, L. S. Dyer and A. Feinberg, "An interactive approach for multicriteria optimization with an application to the operation of an academic depart," Mgmt Sci., Vol.19, No.4 (1973).

3) B. F. Hobbs, "A comparision of weighting methods in power plant siting," Decision Sci., Vol.18(1980), pp. 725–740.

4) F. Zahedi, "Qualitative pragramming for selection decisions," Computer and Operations Res., Vol.14, No.5(1987), pp. 395-407.

5) J. J. Bernardo, "An assignment approach to choosing R & D experiment," Decision Sci., Vol.8(1977), pp. 489-501.

6) J. P. Ignizio, "Generalized goal programming," Compt. and OR., Vol.10(1983), pp. 277-289.

7) K. P. Borgart, "Preference structure Ⅱ ; distances between asymmtric relation," SIAM J. of Appl. Math., Vol.29(1975), pp. 254-262.

8) R. E. Steuer, Multiple Criteria Optimization ; Theory, Compution & Application, JOHN WILEY & SONS, 1986.

9) Saaty, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.

10) Saaty, "Rank generation, preservation and reversal in the analytic hierarchy process," Decision Sci., Vol.18(1987), pp. 157-177.

11) T. G. Ross & A. A. Zoltners, "Weighted assignment models & their application," Mgmt Sci., Vol.25(1979), pp. 683-696.

12) W. D. Cook & L. M. Seiford, "Priority ranking and consensus formation", Mgmt Sci., Vol.24(1978), pp. 1271-1732.

13) ______, "R & D project selection in a multidimensional environment ; A practical approach," J. of OR Soc., Vol.33(1982), pp. 397-405.

14) W. E. Souder, "Selecting and staffing R & D project selection models," Mgmt Sci., Vol.19(1973), pp. 1384-1394.

15) W.L. Winston, OR ; Application and Algorithms, Duxbury Press, Boston, 1984.