퍼지 및 크리스프 데이타를 입력으로 하는 대안선택을 위한 그룹의사결정
-Group Decision Making for Selecting Alternatives with Fuzzy and Crisp Data-

정 현 태*
Chung, Hyun-Tae
정 현 석**
Jung, Hyun-Seok

Abstract

It is very important to select the best alternative for a manufacturing enterprise. However, more often than not this work is carried out unsatisfactorily. In this paper, we will present a new model for evaluating alternatives. Two main results derived from this paper are as follows:

1. A selection model of alternative is suggested that each decision maker's opinion is equally evaluated and the preference of each attribute can also be considered simultaneously.
2. A proposed method is especially effective to analyze a data structure with fuzzy and crisp data.

1. 서 론

크리스프특성의 데이타는 속성의 크기가 유일수치값으로 표현되는 정량(quantitative)데이타이며[4], 초기비용, 작업처리능력, 장비소요면적 등이 이 범주에 해당된다. 또한 속성의 크기가 불분명하거나 모호한 값을 갖는 퍼지특성의 데이타는 정성(qualitative)데이타와 주관적 정량데이타(quantitative data with subjective meaning)로 나눌 수 있으며, 사려깊은 분석에 의하여 정량데이타화 할 수 있다[4, 10]. 정성데이타는 장비사용자에 의해 large, medium, small 등으로 표현되는 안전도, A/S정도 등과 같은 속성치이다. 주관적 정량데이타는 정확하게 정량적으로 표현할 수 없는 속성치로서 기계화의 정도, 공간활용도, 표준화의 정도, 운전비용 등이 이 범주에 포함된다. 다-속성의사결정(multi-attribute decision making; MADM)방법은 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 한정된 자원하에서 유한의 대안집합으로 부터 최적대안을 선정하거나 선호순위를 평가하는 것이다. MADM방법은 대안의 수가 유한할 경우 대안선정 문제를 해결하는데 적당한 도구로 인식된다. 그러나 불행하게도 대안선정을 위해 제안된 formal한 MADM 방법은 없으며, 다양한 MADM들이 Hwang과 Yoon(1981)에 의하여 검토되었다[10]. MADM방법은 다양한 기준에 의하여 분류할 수 있다. 최근 다양한 MADM방법들이 제시되었지만, 이 방법들은 다수 의사결정자의 합의나 한 사람 의사결정자에 의해 만들어진 대안-속성행열을 분석하여 순위를 평가하는 모형과 의사결정자 각자가 속성인자 모두를 분석하여 구축한 대안-의사결정자행열을 분석하여 순위를 평가하는 모형으로 특징된다. Yoon(1985) 등은 최적대안이 이상해에 가장 가깝우며 동시에 부이상해로 부터 가장 멀어야 한다는 개념하에 TOPSIS(technique for order preference by similarity to ideal solution)를 개발하였다[10].

---

* 경북산업대학교 산업공학과
** 동서공과대학교 산업공학과

정규화(normalization)는 서로 다른 측정단위를 갖는 속성치를 비교가능한 척도로 만드는 것 이다. TOPSIS는 모든 속성치를 무차원의 단위로 평가가 가능하지만, 각 속성이 같은 크기의 측정단위를 갖지 못하는 정규화방법을 채택하고 있다. 또한 TOPSIS는 의사결정자의 주관가중치만을 순위평가에 반영하고 있다. 그러나 의사결정행열 자체도 문제에 대한 정보를 포함하고 있으므로 엔트로피함수를 사용하여 이 가중치를 고려해야 한다[8]. 그래서 본 연구에서는 모든 속성치가 무차원의 동일한 크기의 측정단위를 갖으며, 의사결정행열 자체구조의 가중치도 고려할 수 있으며, 또한 각 속성별로 의사결정집단 구성원의 의견이 동등하게 존중되는 대안평가의 모형을 제시하고자 한다.

2. 순위평가 모형

[1] 속성전환

MADM방법은 크리스프데이타의 정량적 속성요소와 퍼지데이타의 속성요소에 의해 대안의 순위를 평가하게 되는데, 이 경우 규준화(scaling)문제가 발생한다. 정규화는 서로 다른 측정단위를 갖는 요소들의 값을 비교가능한 척도로 전환하는 절차이다. 선형전환(linear scale transformation)방법은 의사결정자 y_k가 부여한 대안 A_i와 관련된 속성치 x_j로 구성되는 의사결정행열 D를 식(1)과 식(2)를 사용하여 정규화의사결정행열(normalized decision matrix) R를 구축하는 것을 말한다. r_{ijk}는 정규화의사결정행열 R의 요소치이다. 이 방법의 장점은 모든 속성치가 선형으로 전환되어 속성치의 크기와 상대적 순서가 그대로 유지되는데 있다. 이에 비해 각 속성치를 열백타의 norm으로 나누는 백타정규화방법은 의사결정행열 D의 각 요소를 열벡터의 norm으로 나누어, 모든 속성치를 무차원의 단위(non-dimensional unit)로 전환하는 것이다. 대안평가문제에서는 비용속성(cost attribute)과 혜택속성(benificial attribute)이 공존하므로 속성치의 크기와 상대적인 순서가 그대로 유지되는 선형전환방법이 보다 합리적일 것이다.

$$r_{ijk} = d_{ijk} \,/\, \max_i \; d_{ijk}\,, \quad \forall \text{ 혜택속성치} \qquad \text{.... (1)}$$

$$r_{ijk} = \min_i \; d_{ijk} \,/\, d_{ijk}\,, \quad \forall \text{ 비용속성치} \qquad \text{.... (2)}$$

[2] 의사결정자 y_k의 속성-순위 평가

속성 x_j의 가중치는 주관가중치 $s_{jk}[=s_{1k}, s_{2k}, \ldots, s_{jk}, \ldots, s_{nk}]$와 의사결정행열 자체구조의 가중치 $w_{jk}[=w_{1k}, w_{2k}, \ldots, w_{jk}, \ldots, w_{nk}]$가 있다[8]. m개 대안과 n개 속성을 갖는 정규화의사결정행열 R이 주어질때, 의사결정자 y_k가 부여한 대안 A_i에 관한 속성 x_j의 가중치 w_{jk}^*는 식(5)로 계산된다. 식(3)은 속성 x_j의 평가치 P_{ijk}, 식(4)는 속성 x_j에 의하여 제공되는 정보의 다양함 정도(degree of diversification)를 나타내는 함수이다.

$$P_{ijk} = r_{ijk} / \Sigma_{i=1}^{m} r_{ijk}\,, \qquad \forall\ j, k \qquad \text{... (3)}$$

$$d_{jk} = 1 + \Sigma_{i=1}^{m} P_{ijk} \log P_{ijk}\,, \qquad \forall\ j, k \qquad \text{... (4)}$$

$$w_{jk}^* = s_{jk}\, w_{jk} / \Sigma_{j=1}^{n} s_{jk}\, w_{jk}\,, \qquad \forall\ j, k \qquad \text{... (5)}$$

고유구조(eigenvector)분석에 의하여 의사결정자의 주관가중치 s_{jk}를 보다 합리적으로 구할 수 있다[4, 9]. 식(6)은 정규화의사결정행열 R에 속성가중치 w_{jk}^*를 곱한 가중치부여정규화의사결정행열(weighted normalized decision matrix) V[$=v_{ijk}$]이다.

$$v_{ijk} = w_{jk}^* \, r_{ijk}, \qquad i = 1, 2, \dots, m;\ j = 1, 2, \dots, n;\ k = 1, 2, \dots, r \qquad \dots (6)$$

행열의 각 요소가 단조증가효용함수일 때, 식(7)과 식(8)은 가장 좋은 요소치로 구성되는 이상(ideal)해 A_k^* 를, 식(9)와 식(10)은 가장 나쁜 요소치로 구성되는 부이상해 A_k^-를 구하는 식이다. 기하학적으로 최적대안은 이상해로 부터 유크리디안(euclidean)거리가 가장 가까운 대안임과 동시에 부이상해로 부터 가장 먼 대안이다.

$$A_k^* = \{ v_{1k}^*, v_{2k}^*, \dots, v_{jk}^*, \dots, v_{nk}^* \} \qquad \dots (7)$$

$$v_{jk}^* = \{ \max_i v_{ijk},\ j \in J \} \qquad \dots (8)$$

$$A_k^- = \{ v_{1k}^-, v_{2k}^-, \dots, v_{jk}^-, \dots, v_{nk}^- \} \qquad \dots (9)$$

$$v_{jk}^- = \{ \min_i v_{ijk},\ j \in J \} \qquad \dots (10)$$

J[={j/j는 이익과 관련된 요소}]는 혜택속성집합이며, 각 대안의 이상해와 부이상해로 부터의 이탈(separation)정도는 식(11)과 식(12)로 계산된다.

$$S_{ik}^* = \{\Sigma_{i=1}^n (v_{ijk} - v_{jk}^*)^2\}^{1/2}, \qquad \dots (11)$$

$$S_{ik}^- = \{\Sigma_{i=1}^n (v_{ijk} - v_{jk}^-)^2\}^{1/2}, \qquad \dots (12)$$

그리고 대안 A_i가 이상해와 가장 가까와도 다른 대안들 보다 부이상해에 가까울 수도 있기 때문에 대안 A_i의 이상해에 대한 상대근접도(relative closeness) C_{ik}^*를 구하여야 한다.

$$C_{ik}^* = S_{ik}^- / (S_{ik}^* + S_{ik}^-), \qquad 0 < C_{ik}^* < 1;\ i = 1, 2, \dots, m \quad \dots (13)$$

대안 A_i는 부이상해 A_k^-보다 이상해 A_k^*에 근접하면 C_{ik}^*가 1에 접근하게 되므로 장비의 선호순서는 C_{ik}^*의 감소순서(descending order)가 된다.

속성-순위평가 알고리즘

단계 1] 의사결정행열 D를 정규화하여 정규화의사결정행열 R를 구축한다.
단계 2] 속성의 가중치 w_{jk}^*를 계산한다.
단계 3] 가중치부여정규화의사결정행열 V[$=v_{ijk}$]를 계산한다.
단계 4] 대안 A_i의 이상해와 부이상해로 부터의 이탈정도를 계산한다.
단계 5] 대안 A_i의 상대근접도 C_{ik}^*를 구한다.

[3] 고유구조분석에 의한 y_k의 대안-순위 평가

의사결정자 y_k의 속성-순위평가 알고리즘에 의해 대안의 순위가 평가되면, 이를 입력정보로 하여 대안 A_i, i=1, 2, ... , m에 대한 의사결정자 y_k, k=1, 2, ... , r 가 부여한 순위행열 F를 구축할 수 있으며, 행열의 요소는 서수척도 r_{ik}로 구성된다. 순위행열 F로 부터 대안별 순위확률을 나타낸 초기확률행열

$P=[p_{il}$, i, l=1, 2, ... , q]를 구축할 수 있다. 초기확률행열 P의 요소P_{il} 는 대안 A_i에 순위 l를 부여한 결과 확률이다. 순위행열 F로 부터 대안A_i와 A_j간 일대비교결과를 나타내는 Frobenius-Perron행열 $A=[a_{ij}$; i, j=1, 2, ... , k]를 만들 수 있다. 행열의 요소 a_{ij}는 상대소속함수(relative membership)이며[1, 5], 이 행열은 역수행열(reciprocal matrix)이다[4]. 행열의 요소 a_{ij}가 대안 A_i와 A_j의 소속함수값의 실제비율 w_i/w_j와 일치하는 완전(perfect)일때, $a_{ij} = a_{ik}.a_{kj}$에 의해 a_{ij}와 행열 A는 일치하며, 행열 A는 0이 아닌 고유치로서 λ_{max} 는 λ 과 같고 크기는 n이고 계수는 1이 되므로

$$AX = nX \quad \text{... (14)}$$

이다. 그리고 요소 a_{ij}는 w_i와 w_j의 실제비율 w_i / w_j이므로

$$\Sigma_n^{j=1}\ a_{ij}\ w_j = \Sigma_n^{i=1}\ w_i = n\ w_i\ , \quad i=1, 2, \dots , n \quad \text{... (15)}$$

가 되어

$$AW = nW \quad \text{... (16)}$$

이다. 식(16)은 $a_{ik}.a_{kj}=a_{ij}$ 가 되는 완전일치(perfectly consistent)일때, 대안 A_i의 벡타 W가 행열 A의 고유벡타(principal right-eigenvector)로서 행열의 요소 a_{ij}가 실제비율 w_i/w_j와 일치하지 않는 비일치인 경우에는 성립하지 않는다. 고유구조분석은 서수척도를 입력데이타로 하므로 이 F-P행열 A는 행열의 모든 요소가 반드시 0보다 큰 양정치(strictly positive)이며, 행열 A의 최대고유치 λ_0 = max{λ: AW ≥ λ W, W ≥ 0}와 대응되는 고유벡타W_0는 반드시 0보다 크다. 이때 행열 A의 최대고유치 λ_0의 범위는 $AW_0 = \lambda_0 W_0$에서 행열 A의 i번째 열 또는 j번째 행의 요소합이 최소인 것과 최대인 것 사이에 존재한다. 본 연구에서 구축되는 F-P행열 A는 0의 요소를 가지지 않기 때문에 irreducible행열이다. 양의 irreducible행열보다 더욱 일반적인 형태인 비음(non-negative)의 irreducible행열에 관한 고유치문제의 해 존재 여부와 유일성에 대한 정리는 양의 행열에 관한 Perron의 결과를 일반화한 Frobenius에 의해서 증명되었다. 그리고 A ≥ 0가 irreducible이고 w ≥ 0가 임의의 수라면 A의 최대고유치는 식(17)에 주어진 상한과 하한사이의 값이다.

$$\min_{1\le i\le n}\ (Aw)_i\ /\ w_i \le \lambda_{max} \le \max_{1\le i\le n}\ (Aw)_i\ /\ w_i \quad \text{... (17)}$$

대안 A_i와 A_j간의 선호도 평가는 동등하게 선호하면 1, A_i를 A_j보다 더 선호하면 2 또는 3 등의 수치를 사용할 수 있지만, 어떤 수치를 사용할 것인가의 결정은 주어진 선호평가 문제의 환경조건을 감안하여 설정하면 된다. 그리고 서수척도의 입력데이타를 근거하여 대안 A_i의 선호순위를 분모로 하고 대안 A_j의 그것을 분자로 하여 요소 a_{ij}의 값을 설정할 수 있으며, 이 경우 F-P행열의 최대고유치는 대안의 수 n와 일치하는 완전일치의 역수행열이 된다. 각 순위의 고유벡타 크기는 [1순위 = 1/1, 2순위 = 1/2, ... , n순위 = 1/n]가 되고, 순위의 상대가중치는 [1/1 + 1/2 + ... + 1/n]로 각 순위의 고유벡타치을 나누어 구할 수 있다. 그러나 Saaty등 연구자들은 행열의 요소 a_{ij}를 다음과 같이 설정하고 있다[7]. 이 경우 F-P행열은 완전일치의 역수행열이 아니므로 최대고유치 λ_{max}가 대안 수인 m과 일치하지 않는다[3].

(1) 선호도척도를 1, 2, 3, 4, 5 ... 로 하면,

(a) $a_{ij} = 1/[(A_i - A_j)+1]$, $a_{ji} = 1/a_{ij}$, $A_i > A_j$,

(b) $a_{ij} = (A_j - A_i) + 1$, $a_{ji} = 1/a_{ij}$, $A_i < A_j$

(2) 선호도척도를 1, 3, 5, 7, 9 ... 로 하면,

(a) $a_{ij} = 1/[2(A_i - A_j)+1]$, $a_{ji} = 1/a_{ij}$, $A_i > A_j$,

(b) $a_{ij} = 2(A_j - A_i) + 1$, $a_{ji} = 1/a_{ij}$, $A_i < A_j$

y_k의 대안-순위평가 알고리즘

단계 1] 의사결정자 y_k가 부여한 순위행열 F의 k번째 열벡타로 부터 mxm의 일대비교행열 A를 구축한다.

단계 2] 의사결정자 y_k의 일대비교행열 A로 부터 각 순위의 고유벡타 W와 이를 정규화한 정규화고유벡타 W_n를 계산한다.

단계 3] 정규화고유벡타 W_n로 부터 m x m의 순위수행열 R을 구축한다.

단계 4] 선호도벡타행열 W_r [$=RW_n$]로 부터 선호순위를 평가한다.

[4] 통신로용량에 의한 y_k의 대안-순위 평가

대안과 순위의 집합을 각각 A [$=A_i$, i=1, 2, ... , m], L [$=l$, l=1, 2, ... , q]이라 할때, 대안 A와 선호순위 L간의 상호정보량 I(A;L)는 식(18)로 구한다[3]. P(A)[=P(A_i)]는 대안 A의 선호가중치를 나타내는 확률분포이다.

$$I(A;L) = \Sigma^{m}_{i=1}\Sigma^{q}_{l=1}\, p(A_i)P_{il} \log [P_{il}/\Sigma^{m}_{h=1}\, p(A_h)P_{hl}] \quad ...\ (18)$$

상호정보량 I(A;L)는 대안 A와 선호순위 L간의 관련정도를 나타내는 척도이다. 식(19)는 확률분포 p(A)와 관련한 최대상호정보량 I(A;L)의 값을 나타내는 통신로용량(channel capacity)이다.

$$C = \max_{p(A)} I(A;L) \quad ...(19)$$

Blahut(1972)는 통신로용량 C 를 계산하기 위한 알고리즘[2, 6]을 개발한 바 있으며, 이 알고리즘에 의해 확율행열 P_{il}^*를 구 할 수 있다[5]. 확률행열 P_{il}^*는 l번째 순위를 차지한 대안 A_i의 순위사상 E_{il}의 발생확률이므로 순위사상집합 E_i[$=E_{i1}, E_{i2}, ... , E_{iq}$]에 포함된 엔트로피함수는 식(20)으로 계산되며, 선호순위결정의 불확실성은 식(21)로 추정된다.

$$H(E_i) = -\ \Sigma^{q}_{l=1}\, P_{il}^* \log P_{il}^*,\quad l = 1, 2, ... , q \quad ...\ (20)$$

$$\eta(i) = H(E_i)/H_{max}(E_i),\quad i = 1, 2, ... , m;\quad 0 \le \eta(i) \le 1 \quad ...\ (21)$$

1의 $\eta(i)$값은 대안 A_i의 순위를 평가하는 자체가 무의미함을, 0값은 대안 A_i 가 1의 출현확률임을 나타낸다. 대안 A_i의 선호순위의 기대치는 식(22)로 구할 수 있으며, 대안의 선호순위는 식(23)으로 평가된다.

$$M_I^* = \Sigma^{m}_{i=1}\ l\, P_{il}^* \quad ...\ (22)$$

$$NW(i) = M_i^*\{1 + \eta(i)\} \quad ...\ (23)$$

통신로용량에 의한 방법은 엔트로피함수가 갖는 특성으로 인하여 입력데이타가 명목척도일 경우에는 데이타 구조분석이 가능하지만 서수척도일때는 선호순위의 가중를 반영하지 못한다.

3. 수치예

수치예를 간결하게 하기 위하여 의사결정자 수 5명, 대안 수 5종류, 5가지 속성인자, 즉 라이프사이클 코스트(x_1; 본 연구에서는 편리상 투자비용, 운전비용, 간접비용 등을 묶어 LCC로 총칭), 공간활용도(x_2; 소요면적 등을 참조하여 100을 최대기준치로 설정하여 부여한 수치), 안전도와 A/S정도[(x_3, x_5); 퍼지특성의 데이타로 주어진 것을 이극법에 의해 간격척도의 값으로 전환한 수치, perfect인 경우 10, ideal인 경우 9 등의 값을 부여], 작업처리능력(x_4; 카다로그에 제시된 수치)의 데이타를 정리한 의사결정행열 D를 다음과 같이 설정한다.

의사결정행열 $D[=d_{ijk}]$

	x_1					x_2					x_3				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
A_1	2000	2100	2000	2050	2050	95	95	90	95	90	8	7	8	7	8
A_2	2400	2350	2350	2400	2300	80	85	80	85	85	4	5	5	6	4
A_3	1900	1900	2000	1950	2000	75	75	75	80	75	7	6	6	5	7
A_4	2200	2150	2150	2100	2200	80	80	85	85	85	8	7	6	6	7
A_5	2600	2500	2450	2600	2450	95	100	100	95	95	7	8	9	9	8

	x_4					x_5				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
A_1	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8	7	7	7	8
A_2	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	7	6	6	7	5
A_3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	4	5	6	5	4
A_4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7	8	9	9	8
A_5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	6	6	6	7	7

y_k의 속성-순위 평가

의사결정자 y_1의 의사결정행열 $D[=d_{ij1}]$를 선형전환한 정규화의사결정행열 $R[=r_{ij1}]$과 속성평가치행열 $P[=p_{ij1}]$은 다음과 같다.

	$R[=r_{ij1}]$					$P[=p_{ij1}]$				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
A_1	0.950	1.000	1.000	0.625	1.000	0.219	0.224	0.235	0.160	0.250
A_2	0.792	0.842	0.500	0.792	0.875	0.183	0.188	0.118	0.202	0.219
A_3	1.000	0.789	0.875	0.875	0.500	0.231	0.176	0.206	0.223	0.125
A_4	0.864	0.842	1.000	0.625	0.875	0.199	0.188	0.235	0.160	0.219
A_5	0.731	1.000	0.875	1.000	0.750	0.168	0.224	0.206	0.255	0.187

속성평가치행열 $P[=p_{ij1}]$와 의사결정행열 자체의 속성가중치벡타 w_{j1}는 [w_{11} = 0.197, w_{21} = 0.197, w_{31} = 0.203, w_{41} = 0.200, w_{51} = 0.203]로 계산되며, 의사결정자 y_1의 주관가중치 s_{j1}를 [s_{11} = 0.413, s_{21} = 0.061, s_{31} = 0.238, s_{41} = 0.213, s_{51} = 0.088]로 설정할때 식(5)에 의해 속성가중치벡타 w_{j1}^*=[w_{11}^* = 0.4026, w_{21}^* = 0.0593, w_{31}^* = 0.2389, w_{41}^* = 0.2107, w_{51}^* = 0.0885]를 구할 수 있다. 의사결정자전체의 주관가중치행열 $S=s_{jk}$]과 식(5)로 계산한 의사결정행열 자체가중치 $W[=w_{jk}]$는 다음과 같다.

	s_{j1}	w_{j1}	s_{j2}	w_{j2}	s_{j3}	w_{j3}	s_{j4}	w_{j4}	s_{j5}	w_{j5}
x_1	0.413	0.197	0.250	0.203	0.300	0.209	0.400	0.197	0.200	0.196
x_2	0.061	0.197	0.010	0.176	0.100	0.178	0.100	0.201	0.200	0.196
x_3	0.238	0.203	0.210	0.206	0.200	0.204	0.100	0.202	0.200	0.203
x_4	0.213	0.200	0.400	0.208	0.300	0.204	0.300	0.199	0.200	0.200
x_5	0.088	0.203	0.130	0.207	0.100	0.205	0.100	0.201	0.200	0.205

식(6)으로 계산한 가중치부여정규화의사결정행열 V[v_{ij1}]와 식(11), 식(12)로 계산한 이상/부이상해로 부터의 간격척도 S_{i1}^*와 S_{i1}^- , 식(13)으로 계산된 상대근접도 C_{ik}^*는 다음과 같다.

	V[=v_{ij1}]					S_{i1}^*	S_{i1}^-	C_{i1}^*
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5			
A_1	0.382	0.059	0.239	0.132	0.089	0.0817	0.1481	0.644
A_2	0.319	0.050	0.129	0.167	0.077	0.1460	0.0537	0.269
A_3	0.403	0.047	0.209	0.184	0.045	0.0609	0.1449	0.704
A_4	0.348	0.050	0.239	0.132	0.077	0.0974	0.0160	0.141
A_5	0.294	0.059	0.209	0.211	0.066	0.1154	0.1150	0.199

이상의 절차를 r번 반복하여 계산한 의사결정자전체의 순위평가 결과는 다음과 같다.

	y_1				y_2				y_3			
	S_{i1}^*	S_{i1}^-	C_{i1}^*	순위	S_{i2}^*	S_{i2}^-	C_{i2}^*	순위	S_{i3}^*	S_{i3}^-	C_{i3}^*	순위
A_1	0.0817	0.1481	0.644	(2)	0.1557	0.0721	0.316	(5)	0.0920	0.0824	0.473	(3)
A_2	0.1460	0.0537	0.269	(4)	0.1288	0.0699	0.352	(3)	0.1286	0.0392	0.234	(5)
A_3	0.0609	0.1449	0.704	(1)	0.0872	0.1200	0.579	(2)	0.0906	0.0882	0.493	(2)
A_4	0.0974	0.0160	0.141	(5)	0.1560	0.0782	0.334	(4)	0.1155	0.0571	0.331	(4)
A_5	0.1154	0.1150	0.499	(3)	0.0676	0.1712	0.717	(1)	0.0731	0.1328	0.645	(1)

	y_4				y_5			
	S_{i4}^*	S_{i4}^-	C_{i4}^*	순위	S_{i5}^*	S_{i5}^-	C_{i5}^*	순위
A_1	0.2263	0.0356	0.136	(5)	0.0758	0.1514	0.666	(2)
A_2	0.1053	0.1326	0.557	(4)	0.1384	0.0478	0.257	(5)
A_3	0.0753	0.2080	0.734	(1)	0.1164	0.0986	0.459	(4)
A_4	0.1209	0.1724	0.588	(3)	0.0838	0.1314	0.611	(3)
A_5	0.1014	0.1561	0.606	(2)	0.0444	0.1537	0.776	(1)

고유구조분석에 의한 y_k의 대안-순위 평가

속성-순위평가 알고리즘에 의해 의사결정자 y_k의 대안별 선호순위로 부터 계산한 초기확률행열 P와 선호도척도를 1, 2, 3, 4, 5와 1, 3, 5, 7, 9로 설정하여 구축한 의사결정자 y_1에 대한 일대비교행열 A=[a_{ij}, i, j=1, 2, ... , 5]는 다음과 같다.

	1	2	3	4	5
A_1	0.00	0.40	0.20	0.00	0.40
A_2	0.00	0.00	0.20	0.40	0.40
A_3	0.40	0.40	0.00	0.20	0.00
A_4	0.00	0.00	0.40	0.40	0.20
A_5	0.60	0.20	0.20	0.00	0.00

	y_1				
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	1	3	1/2	4	2
A_2	1/3	1	1/4	2	1/2
A_3	2	4	1	5	3
A_4	1/4	1/2	1/5	1	1/3
A_5	1/2	2	1/3	3	1

	y_1				
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	1	5	1/3	7	3
A_2	1/5	1	1/7	3	1/3
A_3	3	7	1	9	5
A_4	1/7	1/3	1/9	1	1/5
A_5	1/3	3	1/5	5	1

이 행열은 완전일치가 아니며, 최대고유치 λ_{max}는 [5.068/5.237], 고유벡타 W는 [W_1=1.000/1.000, W_2=0.627/0.510, W_3=0.382/0.251, W_4=0.232/0.124, W_5=0.148/0.065], 정규화고유벡타 Wn는 [Wn_1=0.419/0.512, Wn_2=0.262/0.262, Wn_3=0.160/0.129, Wn_4=0.097/0.064, Wn_5=0.062/0.033]이다. 순위수행열 R에 정규화고유벡타 Wn을 곱하여 계산한 선호도벡타행열 Wr은 [Wr_1=0.1616/0.1438, Wr_2=0.0956/0.0646, Wr_3=0.2918/0.3224, Wr_4=0.1152/0.0838, Wr_5=0.3358/0.3854]^{T}이며, MH장비의 선호순위는 [A_5, A_3, A_1, A_4, A_2]로 평가된다.

통신로용량에 의한 y_k의 대안-순위 평가

초기확률행열 P를 Blahut의 알고리즘에 의해 계산한 확률분포 $p^*(A)$는 [$p^*(A_1)$=0.1965, $p^*(A_2)$=0.1968, $p^*(A_3)$=0.1956, $p^*(A_4)$=0.1966, $p^*(A_5)$=0.2145]이고, 순위가중치 $q^*(j)$는 [$q^*(1)$=0.207, $q^*(2)$=0.200, $q^*(3)$=0.200, $q^*(4)$=0.196, $q^*(5)$=0.197]이며 확률행열 P_{ii}^*의 계산치는 다음과 같다.

	1	2	3	4	5
A_1	0.000	0.402	0.201	0.000	0.397
A_2	0.000	0.000	0.203	0.398	0.399
A_3	0.410	0.396	0.000	0.194	0.000
A_4	0.000	0.000	0.404	0.396	0.200
A_5	0.608	0.196	0.196	0.000	0.000

식(21)로 계산한 장비 A_i의 선호순위의 불확실성척도 $\eta(i)$는 [$\eta(1)$=0.6558, $\eta(2)$=0.6528, $\eta(3)$=0.6528, $\eta(4)$=0.6554, $\eta(5)$=0.5848]이다. $\eta(i)$의 범위는 $0 \le \eta(i) \le 1$ 이므로 M_i^*의 차이가 1보다 크면 순위결정의 변화는 없다. 식(22)로 계산한 장비 A_i의 순위기대치 M_i^*는 [M_1^*=3.392, M_2^*=4.196, M_3^*=1.978, M_4^*=3.796, M_5^*=1.588]이고, 순위 평가척도 NW(i)는 [NW(1)=5.6165, NW(2)=6.9519, NW(3)=3.2772, NW(4)=6.2839, NW(5)=2.5167]이며, 장비의 선호순위는 [A_5, A_3, A_1, A_4, A_2]로 평가된다. 통신로용량과 고유구조분석에 의한 대안-순위평가법법은 제각기의 특징이 있다. 통신로용량에 의한 방법은 순위가중치를 반영하지 못한다. 이에 비해 고유구조분석에 의한 방법은 순위가중치의 차이를 반영하므로, 상위순위의 선호가중치를 두어야 하는 평가환경에서는 이 방법이 편리하다.

4. 결 론

유한개의 대안으로 부터 최적대안을 선택하는 문제는 매우 복잡하고 어려운 과업인데, 경영활동에서는 여러가지의 이유로 불만족스럽게 수행되고 있다. MADM방법은 대안 수가 유한일 경우, 대안평가 문제를 해결하는데 적당한 도구로 인식된다. 본 연구에서는 효과적인 대안선정 모형을 개발하기 위하여 여러가지 단위로 주어지는 속성의 입력데이타를 근거하여 의사결정자집단 구성원 각자의 의견이 동등하게 존중되며 또한 속성별의 선호순위도 동시에 고려할 수 있는 장비선정 모형을 제시하였으며, 수치예을 통해 본 연구에서 제시한 모형이 효과적임을 입증하였다.

참 고 문 헌

[1] Baumgarten, H., Automatesd guided vehicles, IFS(publications) LTd., 1983.

[2] Blahut, R. E., Computation of channel capacity and rate-distortion functions, I.E.E.E. Trans. inf. Theory, Vol. 18(1972), p. 460.

[3] Chung, H. T., A new approach for the ranking problems of the ordinal scale considering the time effect, Res. rev. Kyungpook Sanup Uni., Vol. 11, (1995), pp 303-310.

[4] David, B.A. and Evangelos, T., Quantifying data for group technology with weighted fuzzy features, Int. J. Prod. Res., Vol. 30, No. 6 (1992), pp. 1285 - 1299.

[5] Lindkvist, R.G.T., Handbook of materials handling, Ellis Horwood LTd., 1985.

[6] Ohta, H., and Kase, S., An information theory approach to ranking problems, Int. J. Prod. Res., Vol. 16, No. 5, (1978), pp 395 - 407.

[7] Saaty, T.L., The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, Inc., 1980.

[8] Solymosii, T., and Dombi, T., A method for determing the weights of criteria: the centralized weights, European J. of operations Research, Vol. 26, (1986), pp. 35 - 41.

[9] Triantaphyllou, E., and Mann, S. H., An evaluation of the eigenvalue approach for determining the membership values in fuzzysets, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 53, No. 3(1990), pp. 295 - 301.

[10] Yoon, K. S., and Hwang, C. L., Manufacturing plant location analysis by MADM: part 1-single-plant strategy, Int. J. Prod. Res., Vol. 23, No. 2, (1985), pp. 345 - 359.