

多基準意思決定 模型을 이용한 FMS 投資代案의 선택에 관한 研究
- The Selection of Alternatives for the FMS Investment
Using a MCDM -

金 榮 植*
鄭 相 潤**
婁 英 柱***

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a analytic procedure of the alternatives for the FMS that consist of high-priced facilities. A procedure to analysis the alternatives are as follows.

Stage one is procedure to appraise investment alternatives of FMS and devide factors into strategic, analytic, economic viewpoint and draw upon decision making matrix through normalization.

Stage two is appraise to normalized alternatives using TOPSIS model among multiple attributes decision making models.

1. 序 論

현대의 生産形態는 급변하는 수요추세와 소비자의 다양한 소비욕구 충족을 위해 少品種 大量生産形態에서 多品種 中量/少量 生産形態로 급변하고 있는 실정이다.

이에따라 길어지는 생산 준비시간을 감소시키고 少品種 大量生産體制下에서의 여러잇점을 多品種 中量/少量 生産體制下에서 얻고자하는 여러 연구가 시도되어 그결과로서 FMS등의 新製造設備가 등장하게 되었다.

FMS는 각기 다른 공정 사이클과 조작 절차를 가지는 부품군을 중앙컴퓨터 통제하에서 처리할 수 있는 특성을 가지고있다. 이러한 FMS설비는 生産柔軟性,製造品質,製造先行期間등 여러면에 있어서 기존의 少品種 大量生産體制를 대표하는 트랜스퍼라인보다 우수함이 입증되고있다.

그러나 이러한 여러 잇점에도 불구하고 FMS설비도입은 도입초기에 소요되는 막대한 初期費用(約 35-140억원)으로 인한 導入 妥當性 評價 問題가 FMS도입의 先決課題로 擡頭되고있다[Huang and Chin(1986),이국철(1987),Buzacott(1983)].

FMS도입에 관한 투자의 타당성 검토 방법론은 戰略的(Strategic),分析的(Analytic) 經濟的(Economic)評價 方法으로 區分할 수 있다[Meredith and Suresh(1986)].

FMS도입의 올바른 타당성 평가를 위해서는 위의 세가지측면이 하나의 統合된 평가시스템으로 構築 되어야 한다는 점을 고려한 先行 研究가 있었다 [金榮植 (1989)]. 그러나 FMS도입을 위한 종합적 평가 시스템에 관한 위의 연구는 실제 企業에의 실무 적용시 그 分析過程의 복잡성으로 인해 어려움을 느끼게 되었다.

본 연구에서는 이러한 면에 근거하여 FMS투자대안을 전략적, 분석적, 경제적인 세 측면에서 고려요 인들을 정리하고 이를 多基準意思決定 방법중 TOPSIS모형을 이용하여 분석,평가하므로써 요구되는 最適代案을 손쉽게 얻을 수 있는 看便한 평가시스템을 構築하고자 한다.

* 주성전문대학 공업경영과 강사

** 수원전문대학 공업경영과

*** 충주산업대학 산업공학과

접수 : 1993년 4월 28일

확정 : 1993년 5월 7일

2. 評價模型의 概念

2.1 FMS 投資代案의 評價 方法

FMS투자대안은 既存의 전략적, 분석적, 경제적 측면의 요소들을 總合하여 하나의 평가 시스템으로 구축하여야 한다는 점에 근거하여 세 측면의 考慮要因들을 분석, 정리하고 定性的 要因들을 定量化하여 意思決定行列을 도출한다.

2.1.1 戰略的 側面

FMS導入으로 인한 전략적측면의 고려요인으로는 다음과 같은 것이 있다[Choobineh(1985), Phillips(1983)].

- ① 對外 競爭力 強化
- ② 技術과 經營에 대한 專門知識 開發
- ③ 製造技術 및 經營能力 開發
- ④ 新製品 開發能力 向上
- ⑤ 新製品 壽命周期 短縮에 대한 對應力 向上
- ⑥ 新製造技術의 優位 確保
- ⑦ 市場需要에 대한 迅速한 供給能力

2.1.2 分析的인 側面

분석적 평가단계에서 고려되어야 할 요인으로는 다음과 같은 요인들이 있다[Primrose and Leonard(1985)].

- ① 生産柔軟性
- ② 製造 先行期間 短縮
- ③ 製造 品質의 向上
- ④ 資材取級の 容易性
- ⑤ 生産統制의 容易性
- ⑥ 製品의 信賴性 向上

2.1.3 經濟的인 側面

FMS도입의 경제적 평가단계에서 費用項目으로 다음 요인들을 考慮하여야 한다[Klahorst(1983), Choobineh(1985)].

- ① 導入 初期 費用
- ② 年間 生産 費用

2.1.4 定性的 要因들의 定量化

의사결정행렬을 도출시키기 위해 다음 기준에 의해 정성적 요인들을 정량화 시킨다.

費用要素		利潤要素
	0	
매우많음	1	매우적음
	2	
많 음	3	적 음
	4	
평 균	5	평 균
	6	
적 음	7	많 음
	8	
매우적음	9	매우많음
	10	

위의 規準化는 다음과 같은 가정을 전제로 한다.
 利潤要素에서 "9"는 "3"보다 3배 더 바람직하고 "적음"과 "많음"의 차이는 "매우적음" "평균"의 차이와 같아야 한다.

2.2 TOPSIS模型을 이용한 FMS投資代案의 評價.

정량화된 FMS투자대안의 諸要因들을 분석하여 최적대안을 선정하는데 이용되는 TOPSIS모형의 기본 개념에 대하여 간략히 설명하면 다음과 같다.

2.2.1 TOPSIS模型의 基本 概念.

TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)는 최종적으로 선택된 대안은 理想的인 解(Ideal Solution)로부터 가장 가깝고 負理想的 解(negative Ideal Solution)로부터 가장 멀다는 개념하에 개발되었다[Yoon(1980), 김성희(1988)].

Topsis에서는 기하학적인 면에서 이상적 해로부터 최소 유클리디안-거리(Euclidean-distance)를 갖으며 負이상적 해로부터 가장 멀어야 하는데, 때로는 理想的 解로부터 가장 가까와도 負理想的 解로부터 다른 代案보다 가까운 경우도 있다.

Topsis는 이상적 해와 負이상적에 대한 거리를 고려하여 이상적 해에 대한 相對的 近接度로서 대안을 選擇한다.

<Algorithm>

m개의 代案과 이와 관계한 n개의 要素를 포함하는 의사결정 행렬을 다음과 같이 정의한다.

$$D = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_j & \dots & X_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

여기서, A_i = 고려되는 i번째 대안

X_{ij} = j번째 요소에 대한 i번째 대안의 평가치

TOPSIS에서는 의사결정행렬의 각 요소가 單調增加 또는 單調減少 效用函數를 갖는다고 가정한다. 즉, 이익에 관한 요소들은 평가치가 커지면 選好度가 증가하며, 비용에 관한 요소들은 평가치가 작아지면 選好度가 증가하는 것을 의미한다.

段階 1. 意思決定 行列의 正規化

이 단계에서는 다양한 要素次元을 요소들간 비교를 가능하게 하는 無次元(nondimensional) 요소로 변환시키는 과정으로서 각 요소에서의 결과치를 총 결과 벡터의 norm으로 나눈다.

正規화된 의사결정 행렬 R의 원소 r_{ij} 는 다음식에 의해 얻어진다.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

여기에서 각 요소치는 길이가 1인 단위벡터를 갖는다.

段階 2. 正規화된 意思決定 行列에 加重值를 부여한다.

이 단계에서는 意思決定者가 각 요소에 대해 부여한 가중치가 의사결정 행렬에 포함된다. 따라서 가중치를 부여한 정규화된 의사결정 행렬 V는 다음과 같다.

$$V = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & \cdots & V_{1j} & \cdots & V_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ V_{i1} & V_{i2} & \cdots & V_{ij} & \cdots & V_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ V_{m1} & V_{m2} & \cdots & V_{mj} & \cdots & V_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 R_{11} & W_2 R_{12} & \cdots & W_j R_{1j} & \cdots & W_n R_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W_i R_{i1} & W_2 R_{i2} & \cdots & W_j R_{ij} & \cdots & W_n R_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W_1 R_{m1} & W_2 R_{m2} & \cdots & W_j R_{mj} & \cdots & W_n R_{mn} \end{bmatrix}$$

段階 3. 理相의 解와 負理相의 解를 결정한다.

理相의 解 A^+ 와 負理相의 解 A^- 는 다음과 같이 정의된다.

$$A^+ = \{(\max_{j \in J} V_{ij}, (\min_{j \in J'} V_{ij}) \mid i = 1, 2, \dots, m\} \\ = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

$$A^- = \{(\min_{j \in J} V_{ij}, (\max_{j \in J'} V_{ij}) \mid i = 1, 2, \dots, m\} \\ = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

여기서 $J = \{j=1, 2, \dots, n \mid j \text{는 이익과 관련된 요소}\}$

$J' = \{j=1, 2, \dots, n \mid j \text{는 비용과 관련된 요소}\}$

그러면 A^+ 와 A^- 는 각각 가장 選好度가 높은 理相대안과 가장 選好度가 낮은 理相대안을 나타내게 된다.

段階 4. 間隔尺度(separation measure)를 구한다.

각 대안간의 간격은 n 차원 유클리디안 거리로 측정된다. 理相의 解에 대한 각 代案의 간격은 다음과 같다.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_j^+)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

같은 방법으로 負理相의 解로부터의 간격은

$$S_i^- = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

段階 5. 理相의 解에 대한 相對의 近接度의 計算

代案 A_i 의 理相의 解 A^+ 에 대한 근접도 C_i^+ 는

$$C_i^+ = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-), \quad 0 < C_i^+ < 1, \quad i=1, 2, \dots, m$$

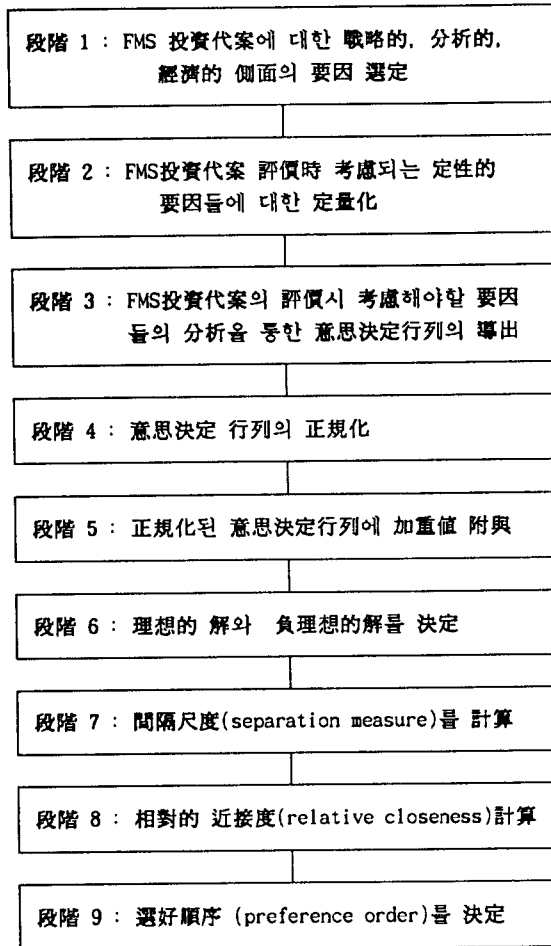
만약 代案 A_i 가 A^+ 에 가까워지면 C_i^+ 는 1에 접근하며, 대안 A_i 가 A^- 에 가까워지면 C_i^+ 는 0에 접근한다.

段階 6. 選好 順序를 決定한다.

C_i^+ 의 크기에 따라 선호 순서를 정하는데, C_i^+ 가 큰 대안이 더 좋은 대안이 된다.

3. 評價模型의 設定

다음과 같은 절차에 따라 FMS投資 代案을 평가하고 最適代案을 導出한다.



< TOPSIS模型을 이용한 FMS投資代案的 評價節次 >

4. 事例研究

本章에서는 3章에서 提案된 評價節次를 適用한 事例 研究로서 國內 機械加工業體의 하나인 K社의 既存設備과 導入을 고려중인 新製造設備間의 투자타당성 評價 過程을 보여준다. K社에서는 5가지 部品 群에서 19가지 부품을 年間 21,000個 生産할 수 있는 다음과 같은 2가지 設備 代案에 대한 投資妥當性 評價를 하고자 한다.

<代案 1>

38대의 手動 運搬 stand-alone machine으로 구성된 既存의 設備을 그대로 維持하는 것.

<代案 2>

自動 運搬裝備가 添加된 16대의 任意處理(random-processing) NC machine으로 구성된 設備을 導入 하는 것.

費用要素

代案 1		代案 2	
1. 初期費用	₩ 649,810,000	1. 初期費用	₩ 1,532,776,000
設備費用	₩ 0	設備費用	₩ 1,320,200,000
設置費用	₩ 0	設置費用	₩ 210,000,000
在工品在庫費用	₩ 649,810,000	在工品在庫費用	₩ 161,000,000
2. 年間費用	₩ 792,219,400	2. 年間費用	₩ 258,916,000
勞務費	₩ 192,864,000	勞務費	₩ 27,552,000
作業者數	28	作業者數	4
年間作業時間	2,000	年間作業時間	2,000
單位時間當賃金	₩ 3,444	單位時間當賃金	₩ 3,444
交代數	2	交代數	2
特別給與率	50 %	特別給與率	50 %
維持費	₩ 266,000,000	維持費	₩ 95,200,000
機械數	38	機械數	16
機械當年間平均維持費	₩ 7,000,000	機械當年間平均維持費	₩ 5,950,000
作業場面積費用	₩ 6,118,000	作業場面積費用	₩ 4,144,000
作業場面積(m ²)	38 x 230	作業場面積(m ²)	32 x 185
m ² 當年間費用	₩ 700	m ² 當年間費用	₩ 700
在庫費用	₩ 281,750,000	在庫費用	₩ 120,750,000
年間平均保有在庫	3,500	年間平均保有在庫	1,500
單位當費用	₩ 80,500	單位當費用	₩ 80,500
在工品在庫利子	₩ 45,486,700	在工品在庫利子	₩ 11,270,000
在工品在庫費	₩ 649,810,000	在工品在庫費	₩ 161,000,000
在工品在庫利率	7 %	在工品在庫利率	7 %

4.1 FMS投資代案의 分析.

單位: 千圓

代案	要素					
	費用要素		便益要素			
	導入初期費用	年間生産費用	生産柔軟性	製造先行期間短縮	製造品質	對外競爭力
代案1	649,810	792,219.4	低	高	中	中
代案2	1,693,776	258,916	最高	高	中	中
加重值	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
效用	0	0	1	1	1	1

4.2 TOPSIS模型을 이용한 最適 投資代案의 選定.

TOPSIS

Relative closeness :

S1⁺ = 0.150987 S2⁻ = 0.120320 C1⁺ = 0.443483

S2⁺ = 0.120320 S2⁻ = 0.150987 C2⁺ = 0.556517

C2⁺ = 0.556517 C1⁺ = 0.443483

Alternative Ranking :

A2 > A1

본 연구의 評價시스템을 이용하여 두 代案을 평가해본 결과 理想의解에 대한 近接度 C_i^* 가 더크게 나타난 投資代案 2가 더좋은 대안으로 결정된다.

5. 結 論

본 연구에서 개발된 TOPSIS模型을 이용한 FMS投資代案의 評價節次는 투자대안의 평가시 考慮해야 할 戰略的, 分析的, 經濟的側面의 要素들을 모두 고려 할 수 있으며 既存의 연구가 분석의 각부분을 각기 다른 방법을 사용하여 分析한후 다시 統合하여 再分析하는 複雜性을 가지고 있다는데 비해 하나의 방법으로 전체를 분석 할 수 있다는 용이점을 가지고 있다.

또한 컴퓨터 프로그램을 통해 評價要素의 각 부분에 대한 評價者의 選好度 變化를 쉽게하였으며 既存의 모형이 평가방법의 복잡성으로 인해 評價要素의 數에 많은 制限을 받게 되므로써 평가시에 반드시 고려해야 할 要인들의 漏落을 감수해야 한다는 短點을 解決하게 되었다.

그러나 本 研究의 評價節次는 意思決定行列의 導出時 분석자의 생각이 결과에 미치는 影響이 至大하므로 평가가 해당분야에 대한 豊富한 經驗과 知識을 가지고 있는 專門家에 의해 이루어지는 것이 바람직하다 하겠다.

參考文獻

1. Buzacott, J.A., "Modelling Automated Manufacturing Systems", Industrial Engineering Conference Proceedings, Fall 1983.
2. Choobineh, F., "Justification of Flexible Manufacturing Systems," FMS : Current Issues and Models, Industrial Engineering Press, April 1985.
3. Huang, P.Y., and Chin, S.C., "Flexible manufacturing systems : An Overview and Bibliography", Production and Inventory Management - Third Quarter, 1986.4.
4. Klahorst, H. T., "How To Justify Multimachine Systems," American Machinist, September 1983.
5. Meredith, J.R., and Suresh, N.C., "Justification Techniques for Advanced Manufacturing Technologies", INT. J. PROD. RES., 1986, Vol.24, 346-359, North-Holland.
6. Phillips, E. J., "Flexible Manufacturing Systems : An Overview," Industrial Engineering Conference Proceedings, Fall 1983.
7. Primrose, P. L., and Leonard, R., "Evaluating The 'Intangible' Benefit of Flexible Manufacturing Systems By Use of Discounted Cash Flow Algorithms Within A Comprehensive Computer Program," Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers, Vol.199, No.B1, 1985.
8. Yoon K.S. and Hwang C. L., "Manufacturing Plant Location Analysis By Multiple Decision Making : Part I-Single-Plant Strategy," INT. J. PROD. Res., Vol. 23, No.2, PP.345-359, 1985.
9. 김 성희, 의사결정론, 영지문화사, 1988.
10. 金 榮植, "FMS導入의 妥當性 評價를 위한 綜合的 評價시스템 開發에 관한 研究", 東國大學校 大學院 産業工學科 碩士學位 論文, 1989.
11. 이 국철, "FMS투자 타당성 검토방법에 대한 고찰", 경영과학, 제 4권, 1987.12.