Journal of the KSQC
Vol.21, No.1, June 1993

1993년 6월 韓國品質管理學會誌 제21권 제1호

設備間 距離維持 機能을 考慮한 多基準 設備配置 모델

A Multiple-criteria Facility Layout Model Considering the Function for Maintaining the Distance between Facilities

崔 昌 鎬*
李 相 鎔**

ABSTRACT

A multiple criteria model for the facility layout problem considers both of the quantitative, the cost of the work flow, and qualitative, the closeness rating score, aspect.

Rosenblatt, Fortenberry & Cox and Urban have developed multiple criteria models that consider both of the quantitative and qualitative aspect. Fortenberry & Cox's multiplicity model penalizes facilities with undesirable closeness rating and high work flows more than those undesirable closeness rating and low work flow between them to contribute to the objective function regardless of the closeness rating between these facilities.

In this paper, it is intended to develops a improved multiple-criteria facility layout model considering the function for maintaning the distance between facilities.

* 建國大學校 大學院 產業工學科
** 建國大學校 產業工學科 敎授

1. 緖　論

現代生産管理 시스템은 多樣한 製品을 生産하는 多品種少量 生産 시스템이며 設備配置는 工程別 配置나 GT 配置가 適合하다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 그러나 工程別 設備配置에서 가장 問題가 되고 있는 점은 作業工程의 數가 增加할수록 配置可能한 方法이 幾何級數的으로 늘어난다는 점이며, 이러한 作業場의 最適配置를 決定하는 중요한 變數로는 주로 定量的인 觀點(各 作業場間의 運搬距離와 運搬回數)을 강조한 全體의 運搬 코스트를 最小로 하는 一定期間의 運搬量, 運搬回數, 運搬코스트 등을 고려하여 全體의 코스트를 最小化하는 方法이 使用되어 왔다. 이러한 代表的 例가 CRAFT[1]의 基本 알고리듬이며, 이후 工程別 配置에서 各 作業場사이의 定量的인 觀點뿐 아니라 定性的인 觀點(作業場사이의 戰略的인 關係로 이는 흔히 두 作業場이나 設備間 近接度로 A, E, I, O, U, X등으로 표시된다)을 同時에 考慮하는 알고리듬이 登場하였으며 代表的인 것이 CORELAP[5], ALDEP[7]이나 이 경우 定性的인 觀點은 全體적인 것이 아닌 最終 配置過程에서만 近接度가 適用되었다는 制限點이 있었다.

따라서 本 論文에서는 設備配置問題를 定義하는데 있어서 一般的으로 많이 使用되는 2次 配置問題(quadratic assignment problem)의 모델을 發展시킨 여러 設備配置 모델을 比較分析하고, 作業의 흐름을 考慮하는 定量的인 觀點과 近接度를 考慮하는 定性的인 觀點에 가중치를 주고, 特定한 作業場이나 設備間의 희망하는 維持距離를 制限式으로 追加하여 意思決定할 수 있는 모델로 發展시켰다.

2.1 2次 配置問題 모델

一般的인 配置問題는 i 設備가 j 場所에 配置되었을 때의 單純한 配置費用을 最小化 하거나 遂行度를 最大化 하는 것이다. 그러나 現實的으로 N개의 設備를 N개의 作業場에 配置하는 境遇에는 2가지 重要한 問題에 當面하게 된다. 첫째로 各 作業場사이의 運搬距離에 따르는 費用과 둘째로 각 設備사이의 運搬回數에 따른 費用이다. 이 2가지 費用이 直線的으로 增加한다고 假定할 境遇 이를 同時에 最小化하는 모델은 2次 配置問題로 表現可能하다. 이러한 境遇 可能한 配置 方法의 數는 一般的으로 $N!$ 가지나 된다.

數學的 모델을 作成하기 위하여 c_{ij}를 i作業場에서 j作業場으로의 運搬距離에 따라 發生하는 費用이라고 定義하고, d_{kl}을 k 設備에서 l 設備로의 運搬回數에 따라 發生하는 費用이라고 定義하면 決心變數는 다음과 같이 定義할 수 있다.

X_{ik} : i 作業場에 k 設備의 配置를 決定하는 決心變數

X_{jl} : j 作業場에 l 設備의 配置를 決定하는 決心變數

이를 0−1計劃法의 2次 配置問題로 定式化할 境遇 X_{ik} 또는 X_{jl}이 1인 境遇는 配置를 選擇한 境遇이며 0일 境遇는 配置를 選擇하지 않은 境遇이다. 따라서 作業場의 數와 設備의 數가 같은 境遇의 最適設備配置問題의 數學的 모델은 다음과 같다.[4]

$$\text{Min} \quad X_0 = \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^{n} c_{ij} d_{kl} X_{ik} X_{jl} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik}=1, \quad k=1 \text{ to } n \cdots (2)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik}=1, \quad i=1 \text{ to } n \cdots (3)$$

$$X_{ik}, X_{jl} = 1 \text{ 또는 } 0$$

作業場의 數가 設備의 數보다 많은 境遇는 作業場의 數를 N, 設備의 數를 M이라고 놓으면 $N \geq M$인 境遇를 考慮할 수 있다. 즉, (2)의 制限式은 各 設備는 반드시 各 作業場에 配置되어야 하므로 同一하나, (3)의 制限式은 각 作業場에는 設備가 配置되지 않는 境遇도 考慮해야 하므로 같이 바꿀 수 있다.

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik} \leq 1, \quad i=1 \text{ to } n \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

2.2 Rosenblatt[6]의 모델

既存의 2次 計劃法을 利用한 設備配置에서는 주로 作業場間의 距離나 設備間의 運搬回數에 觀點을 둔 定量的인 面만을 強調하였으나 Rosenblatt는 任意의 두 設備間의 作業흐름과 두 作業場間의 距離의 곱을 하나의 係數로 보아 資材取扱 費用을 定量的인 觀點에서 이 費用을 最小化하고, 두 設備間의 希望하는 近接度를 考慮하여 定性的인 觀點에서 이를 最大한 反影하는 設備配置 모델을 開發하였으며, 이 모델에서 使用되는 記號와 近接度 點數方式은 다음과 같다.

c_{ij} : i의 設備를 j의 作業場에 配置할 때 發生하는 費用

f_{ik} : 두 設備間의 作業흐름(移動回數)에 따라 發生하는 費用

d_{jl} : 두 作業場間의 距離에 따라 發生하는 費用

r_{ik} : 두 設備間의 近接度

$a_{ijkl} = f_{ik}d_{jl}$ $\quad i \neq k$ 또는 $j \neq l$

$\qquad f_{ik}d_{jl} + c_{ij}$ $\quad i \neq k$ 그리고 $j \neq l$

w_{ijkl} : r_{ik}에 따른 近接度 點數로 두 設備가 近接되면 1 그 외에는 0

A : 點數 6點으로 絕對的(Absoluely)으로 近接이 要求됨

E : 點數 5點으로 特別히(Especially) 近接이 要求됨

I : 點數 4點으로 重要한(Important) 關係에 있음

O : 點數 3點으로 普通(Ordinary)의 關係에 있음

U : 點數 2點으로 重要하지 않음(Unimportant)

X : 點數 1點으로 分離되어 있어야 함

一般的인 2次 配置問題에서는 c_{ij}, f_{ik}, d_{jl}만을 考慮한 定量的인 境遇이며 이를 모델로 나타내면 다음의 式 (5)−(7)과 같다.

$$\text{Min} \quad Z_x = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} a_{ijkl} X_{ik} X_{jl} \quad \cdots\cdots\cdots (5)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik}=1, k=1 \text{ to } n \quad \cdots (6)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik}=1, i=1 \text{ to } n \quad \cdots (7)$$

$$X_{ik}, X_{jl}=1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall i, j$$

또한 近接度 點數는 定性的인 觀點이므로 이는 目的函數에서 作業場에 配置된 設備間의 近接度 點數는 最大化 하여야 하므로 다음의 式 (8)−(10)으로 모델화할 수 있다.

$$\text{Max} \quad Z_y = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} w_{ijkl} X_{ik} X_{jl} \quad \cdots\cdots (8)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik} = 1, k = 1 \text{ to } n \quad \cdots (9)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik} = 1, i = 1 \text{ to } n \quad \cdots (10)$$

$$X_{ik}, X_{jl} = 1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall i, j$$

이를 多目的 計劃法으로 모델화 하면 다음의 式(11)-(14)와 같다.

$$\text{Min} \quad Z = \alpha_2 Z_x - \alpha_1 Z_y \quad \cdots\cdots (11)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} (\alpha_2 a_{ijkl} - \alpha_1 w_{ijkl}) X_{ik} X_{jl} \quad \cdots\cdots (12)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik} = 1, k = 1 \text{ to } n \quad \cdots (13)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik} = 1, i = 1 \text{ to } n \quad \cdots (14)$$

$$X_{ik}, X_{jl} = 1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall i, j$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1, \alpha_1 \quad \alpha_2 \geq 0$$

Rosenblatt는 作業흐름의 費用과 近接度 點數間의 加重된 差異값을 最小化하는 方法을 이 모델에서 提示하였고 圖式解法을 提案하여 目的函數에서 두개의 目的을 갖는 境遇의 解法을 提示하였다.

2.3 Fortenberry & Cox[3]의 모델

Fortenberry & Cox는 設備間의 距離보다는 近接度의 點數가 더욱 중요한 요소로 보고 近接度 點數에 加重値를 부여한 乘法모델(multiplicity model)을 發表하였다. 設備間의 距離에 近接度 點數에 따른 加重値를 주었으며, 近接度 點數 시스템을 Rosenblatt와는 다르게 調整하였다. ($A=5$, $E=4$, $I=3$, $O=2$, $U=1$, $X=-1$) 즉, 근접하면 안될 設備間에 陰의 點數를 附與함으로서 設備를 더욱 멀리 配置하고자 하였으며 近接度 點數가 낮은 設備에 대해서는 作業의 흐름이 적은 것보다 더 많은 減點이 가해지게 된다. 이 모델에서는 a_{ijkl}을 다음의 式(15)로 定義하였다.

$$a_{ijkl} = f_{ik} d_{jl} r_{ik} \quad \cdots\cdots (15)$$

이를 모델로 定理하면 다음의 式(16)-(18)과 같다.

$$\text{Min} \quad X_0 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} (f_{ik} d_{jl} r_{ik}) X_{ik} X_{jl} \quad \cdots\cdots (16)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik} = 1, k = 1 \text{ to } n \quad \cdots (17)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik} = 1, i = 1 \text{ to } n \quad \cdots (18)$$

$$X_{ik}, X_{jl} = 1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall i, j$$

그러나 乘法모델에서는 作業흐름이 전혀 없는 設備는 近接度點數와는 관련없이 目的函數에 아무런 영향을 주지 못한다는 問題點이 提示되고 있다. 우리가 設備配置問題에 定性的인 近接法을 시도하는 重要한 理由中의 한가지는 모든 設備間의 作業흐름이 언제든지 存在하는 것은 아니므로 作業흐름이 적은 設備間에는 충분히 떨어진 곳에 配置하여야 하나, 境遇에 따라서는 意思決定者의 觀點에서 보면 作業흐름이 적거나 없더라도 환경問題, 危險要因, 顧客

서비스요인등에 의해 不可避하게 近接시키거나 距離를 두어 配置할 경우도 發生하기 때문이다. 또한 같은 X 等級의 設備配置에서 作業흐름이 적은 모델보다 作業흐름이 많은 모델을 더욱 더 멀리 配置하게 된다는 矛盾이 發生하고 있다.

2.4 Urban[8]의 모델

Urban의 設備間의 距離에 대한 加重값을 정하는 問題에서 設備間의 近接度에 加重置를 주는 加重常數 c의 槪念을 導入하였다. 즉, 近接度를 作業흐름量에 일치하는 값으로 변환할 수 있도록 c를 결정할 수 있게 하였으며 c가 0이라면 作業의 흐름만을 考慮하는 定量的인 측면을 강조하며 c가 큰 값을 가질수록 近接度의 定性的인 側面을 強調하는 모델이 된다. 이 모델에서 一般的인 c의 값은 두 設備間의 最大作業흐름 量으로 決定한다. Urban이 發展시킨 모델은 다음의 式(19)-(20)로 定理할 수 있다.

$$\text{Min}\quad X_0 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\{d_{jl}(f_{ik} + cr_{ik})\}X_{ik}X_{jl} \quad \cdots\cdots\cdots (19)$$

$$\text{s. t.}\quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik}=1,\ k=1 \text{ to } n \quad \cdots (20)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik}=1,\ i=1 \text{ to } n \quad \cdots (21)$$

$$X_{ik},\ X_{jl}=1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall\ i,\ j$$

$$c \geq 0$$

이 모델에서는 각 近接度의 負荷要因($f_{ik} + cr_{ik}$)의 값은 作業흐름이 增加하면 비록 X 등급의 設備間의 點數라도 크기가 增加한다는 것이다. 즉, 같은 X 등급의 設備雙이 複數개 存在할 경우 既存의 모델에서는 作業흐름에 관련없이 同一時 하거나 오히려 作業흐름이 많은 設備雙을 멀리 配置하는 矛盾이 發生하였으나 이 모델에서는 이를 고려할 수 있으며, 作業의 흐름이 전혀 없는 境遇에도 負荷要因의 값이 加重常數의 값에 影響을 받아 係數가 決定된다는 점이다. 즉, 近接度 點數를 원래 提案한 것 보다 더 크게 주지 않는 한 設備間의 作業흐름이 많다면 作業흐름이 近接度를 支配하게 된다.

2.5 改善된 모델의 構成

이상의 乘法모델과 加法모델의 長點을 모두 수용하는 同時에 設備間의 希望하는 距離 維持機能을 갖는 모델을 構成하고자 한다. 이를 위해 q_{il}의 變數는 設備間의 希望하는 距離를 의미하는 距離維持 點數라고 정의하자. 距離維持 點數는 近接度 點數와는 反對의 관계를 갖는다고 생각할 수 있으며, 設備配置에서 나타나는 可能한 最大의 距離를 X 등급을 가진 距離라고 보고 最小의 距離를 A 等級을 가진 距離라고 본다면, q_{ik}는 距離의 尺度로 환산한 逆의 近接度라고 생각할 수 있다. 먼저 記號를 다음과 같이 定義하자.

q_{ik} : 距離維持 點數 ($A=5,\ E=4,\ I=3,\ O=2,\ U=1,\ X=0$)

$w_{ik} = f_{ik} + cr_{ik}$

그리고 a_{ijkl}는 다음의 式(22)로 정의한다.

$$a_{ijkl} = (\,|\,d_{jl} - q_{ik}\,|\,w_{ik} + d_{jl})(f_{ik} + cr_{ik}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (22)$$

$w_{ik} = f_{ik} + cr_{ik}$ 이므로 式(22)는 式(23)으로 나타낼수 있다.

$$a_{ijkl} = (\,|\,d_{jl} - q_{ik}\,|\,d_{jl})\,w_{ik} \cdots\cdots\cdots (23)$$

따라서 式(23)에 의해 개선된 모델을 定理하면 다음의 式(24)−(26)으로 나타낼 수 있다.

$$\text{Min} \;\; X_0 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} \{(\,|\,d_{jl} - q_{ik}\,| + d_{jl})\,w_{ik}\}\,X_{ik} X_{jl} \cdots\cdots (24)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ik} = 1,\ k = 1 \text{ to } n \ \cdots (25)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{ik} = 1,\ i = 1 \text{ to } n \ \cdots (26)$$

$$X_{ik},\ X_{jl} = 1 \text{ 또는 } 0 \quad \forall\, i,\, j$$

$$c \geq 0$$

이상의 모델에서는 近接度의 척도를 作業흐름量에 一致하는 값으로 變換시키는 常數 c를 考慮함과 同時에 距離維持 點數에 따라 希望하는 距離를 維持시킬 수 있다. 만약, q_{ik}가 $A=5$를 갖는 경우 希望하는 距離를 維持하지 않는다면 5배의 追加費用이 發生됨을 意味하며, $X=0$의 값을 갖는 境遇라면 希望하는 距離를 維持하지 않아도 追加費用은 發生되지 않음을 意味한다. 본 모델의 풀이를 위한 基本 資料의 構成과 解法은 다음과 같다.

1. 配置可能한 作業場의 數(N)와 設備의 數(N)를 決定한다.
2. 移動距離에 따라 費用은 比例하여 增加한다고 假定하고 移動距離費用表를 作成한다. (d_{jl})
3. 作業의 흐름 回數에 따른 費用도 比例的으로 증가한다고 假定하고 흐름費用表를 作成한다. (f_{ik})
4. 作業場(設備)間의 近接度를 基準으로 한 近接度表를 作成한다. (r_{ik})
5. 加重常數의 값을 決定한다. ($c = \max\{f_{ik}\}$)
6. 作業場(設備)間의 距離維持 希望表를 作成한다. (q_{ik})
7. $a_{ijkl} = (\,|\,d_{jl} - q_{ik}\,| + d_{jl})\,w_{ik}$을 구한다.
8. 2次 計劃法의 알고리듬으로 풀이한다.

(段階 1) 結合費用行列을 計算한다.

(段階 2) 代表行벡터를 내림차순으로 整理한다.

(段階 3) 代表列벡터를 오름차순으로 整理한다.

(段階 4) 順位費用行列을 만든다.

(段階 5) 主對角線의 元素가 配置可能이면 (段階 12)로 그렇지 않으면 (段階 6)으로 간다.

(段階 6) 順位費用行列의 主對角線의 元素를 0으로 만든다.

(段階 7) 順位費用行列의 陰數의 元素를 除去한다.

(段階 8) (段階 6), (段階 7)이 滿足되면 (段階 9)로 그렇지 않으면 (段階 6)으로 간다.

(段階 9) 機會費用을 計算한다.

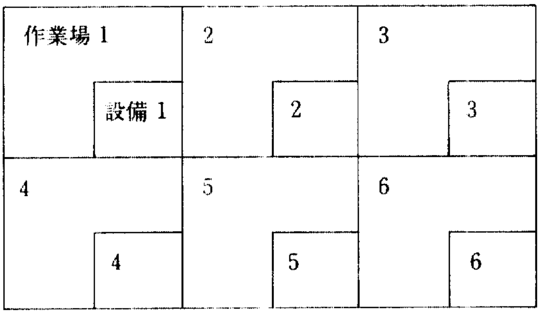
(段階 10) 分岐限界節次를 適用한다.

(段階 11) 殘餘部分集合이 없으면 (段階 12)로 그렇지 않으면 (段階 9)로 간다.

(段階 12) 最適配置 및 總費用을 계산한다.

3. 數値例

改善된 모델을 適用하기 위해 配置可能한 作業場의 數와 設備의 數가 각각 6개인 境遇의 模型을 다음의 〈그림 1〉과 같이 定義하자.



〈그림 1〉最初設備配置

作業의 흐름回數에 따른 費用行列을 f_{ik}, 近接度에 따른 行列을 r_{ik}, 設備間 移動距離에 따른 費用行列을 d_{jl}, 라고 하고 이는 다음의 〈表 1〉, 〈表 2〉, 〈表 3〉과 같다고 假定한다.

〈表 1〉作業의 흐름回數에 따른 費用行列 f_{ik}

F＼T	1	2	3	4	5	6
1	0	6	9	5	3	8
2	6	0	2	1	1	2
3	9	2	0	6	3	3
4	5	1	6	0	7	4
5	3	1	3	7	0	2
6	8	2	3	4	2	0

〈表 2〉近接度에 따른 行列 r_{ik}

F＼T	1	2	3	4	5	6
1	*	I	A	U	E	X
2	I	*	O	I	O	E
3	A	O	*	E	A	U
4	U	I	E	*	O	A
5	E	O	A	O	*	X
6	X	E	U	A	X	*

〈表 3〉移動距離에 따른 費用行列 d_{jl}

F＼T	1	2	3	4	5	6
1	0	1	2	1	2	3
2	1	0	1	2	1	2
3	2	1	0	3	2	1
4	1	2	3	0	1	2
5	2	1	2	1	0	1
6	3	2	1	2	1	0

이제 近接度에 따른 行列을 基準으로 近接度의 點數行列을 r'_{ik}라고 하면 다음의 〈表 4〉와 같이 구할 수 있다.

〈表 4〉近接度의 點數 行列 r'_{ik}

F＼T	1	2	3	4	5	6
1	*	2	4	0	3	−1
2	2	*	1	2	1	3
3	4	1	*	3	4	0
4	1	2	3	*	1	4
5	3	1	4	1	*	−1
6	−1	3	1	4	−1	*

距離維持 點數行列 q_{ik}는 A, E, I, O, U, X에 각각 5, 4, 3, 2, 1의 數値가 對應되므로 〈表 2〉 다음의 〈表 5〉와 같이 變換된다.

〈表 5〉 距離維持 點數行列 q_{ik}

F \ T	1	2	3	4	5	6
1	*	3	5	1	4	0
2	3	*	2	3	2	4
3	5	2	*	4	5	1
4	2	3	4	*	2	5
5	4	2	5	2	*	0
6	0	4	2	5	0	*

$\max\{f_{ik}\}$는 9이므로 加重常數(c)를 9로 놓고 계산하면 다음의 〈표 6〉과 같이 負荷要因行列 q_{ik}를 구할 수 있다.

〈表 6〉 負荷要因 行列 $w_{ik} = f_{ik} + c_{ik}$

F \ T	1	2	3	4	5	6
1	0	24	45	5	30	−1
2	24	0	11	19	10	29
3	45	11	0	33	39	3
4	5	19	33	0	16	40
5	30	10	39	16	0	−7
6	−1	29	3	40	−7	0

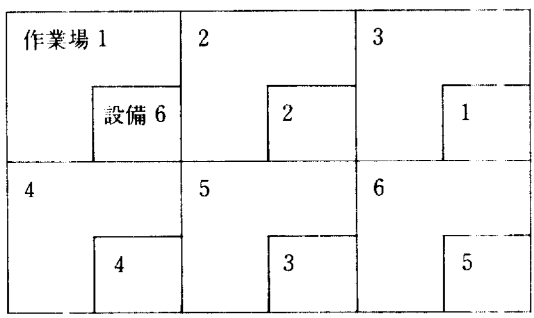
이제 入力資料行列이 모두 決定되었으므로 이를 2次 配置問題의 알고리듬을 適用하여 풀이하면 最適解의 費用行列과 最初配置의 費用行列은 다음의 〈表 7〉, 〈表 8〉과 같으며, 最適配置方案은 〈그림 2〉와 같다.

〈表 7〉 最適解의 費用行列

F \ T	1	2	3	4	5	6	Cost
1	0	72	450	30	120	−12	660
2	74	0	22	114	40	116	364
3	450	22	0	132	195	12	811
4	30	114	132	0	64	200	540
5	120	40	195	12	0	−42	325
6	−12	116	64	200	−42	0	326
							3026

〈表 8〉 最初配置의 費用行列

F \ T	1	2	3	4	5	6	Cost
1	0	72	450	10	240	−18	754
2	74	0	22	114	20	232	460
3	450	22	0	396	390	6	1264
4	10	114	396	0	32	400	952
5	230	20	390	32	0	−14	668
6	−18	232	6	400	−14	0	606
							4704



〈그림 2〉 最適設備配置

4. 結　論

改善된 모델을 2次配置問題의 알고리듬으로 풀이한 數値例에서 最初의 配置에 따른 全體費用은 4704單位였으나, 最適配置에서의 配置에 따른 全體費用은 3026單位로 減少된 것을 알 수 있었다. 본 모델에서는 一般的인 設備配置 問題에서 作業흐름의 定量的인 側面과 近接度의 定性的인 側面을 모두 考慮함과 同時에 加重常數 c의 값을 變化시킴으로서 定量的인 면과 定性的인 면에 加重値를 附與하여 意思決定을 할 수 있었으며, 設備間의 希望하는 距離를 維持해야 할 境遇까지도 費用的인 側面에서 考慮하여 全體費用을 最小化할 수 있었다. 그러나 본 모델을 包含한 旣存의 設備配置의 모델들은 주로 2次元的 平面에서의 配置에 관한 모델과 解法이라는 制限點을 가지고 있다. Fisher[2] 등에 의해 3次元에서의 配置問題에 관한 硏究도 進行되고 있으나 定量的, 定性的인 면을 모두 考慮한 3次元的 空間에서의 水平的, 垂直的인 配置에 관한 모델과 알고리듬의 開發이 必要하다고 본다.

參 考 文 獻

1. Buffa, E. S., Armour, G. C., and Vollmann, T. E., 1964, "*Allocating facilities with CRAFT*", Harvard Business Review, Vol. 42, No. 2, pp. 136－159
2. Fisher, M. L., Jakumar, R., & Van Wassenhovc, L. N., 1986, "*A multiplier adjustment method for the generalized assignment problem*", Management Science, Vol. 32, pp. 1095－1103
3. Fortenberry, J. C., and Cox, J. F., 1985, "*Multiple criteria approach to the facilities layout problem*", Production Reseach, Vol. 23, pp. 773－786
4. Hiller, F. S., and M. M. Connors, 1963, "*Quadratic Assignment Problem Algorithms and the Location of Indivisible Facilities*". Management Science, Vol. 13, No. 1, pp. 42－57
5. Lee, R. C., and Moore, J. M., 1967, "*CORELAP-Computerized Relationship Layout Planning*", Industrial Engineering, Vol. 18, No. 3, pp. 195－200
6. Rosenblatt, M. J., 1979, "*The facilities layout problem: a multi-goal approach*", Production Research, Vol. 17, pp. 323
7. Seehof, J. M., and W. O. Evans, "*Automated layout Design Program*" Industrial Engineering, Vol. 18, No. 12, 1967, pp. 690－695
8. Urban, T. L., 1987, "*A multiple criteria model for the facilities layout problem*", Production Research, Vol. 25, No. 12, pp. 1805－1812