

目標計劃法에 關한 調査研究

金 在 均

產業工學科

(1984. 9. 30 접수)

〈要 約〉

多目的意思決定問題는 最近에 經營科學분야에서 큰 관심을 불러 일으켰고, 目標計劃法은 多目的意思決定問題를 다루는 매우 유용한 수단으로 활용되어져 왔다. 本論文에서는 最近에 이루어진 目標計劃理論에 關한 調査研究를 그 目的으로 하였다. 포함된 내용으로는 目標計劃模型과 그 解法, 計算效率, 雙對性理論 및 敏感度分析, 整數形 및 非線形目標計劃法 등이다.

A Survey of Goal Programming

Kim, Jae Gyun

Department of Industrial Engineering

(Received september 30, 1984)

〈Abstract〉

Multiple criteria decision making (MCDM) or multiple objective decision making (MODM) has been an important research topic in the field of management science during the past decade. Goal programming (GP) has been emerged as dominant MODM tool through many real-world applications. Today, GP is one of the most recognized and applied MODM techniques. This paper provides a comprehensive state-of-art survey of GP. It concludes GP modeling, duality and sensitivity analysis, computational efficiency, integer GP, nonlinear GP.

I. 序 論

지난 20년 동안 目標計劃法 분야에 많은 발전이 있었다. 처음에 目標計劃法의 開發은 線形計劃法에 기초를 둔 것이었지만 目標計劃法의 基本概念은 線形計劃法보다 더 많은 有用性을 갖게 되었다.

目標計劃法의 기본개념은 多目標意思決定問題를 다루기 위해 線形計劃法의 확장으로부터 개발되었다. 이 개념은 단일목표의 最適化보다는 여러개 目標의 각 성취목표에 대한 차이를 줄이도록 하는 것이다.

Charnes 와 Cooper[1]는 最初로 多目標意思決定

問題를 다룰수 있는 目標計劃法 模型을 提示하였는데 이 模型은 각 目標에 奇數의 우선순위를 두고 모든 偏差變數에 대한 합을 最小화하는 方法을 사용하였다.⁽¹⁾ Ijiri[2]는 사전편찬식 우선순위(Lexicographic Priority)를 使用하여 目標計劃模型을 세웠으며 解를 구하는 方法으로一般的 逆算法(Generalized Inverse Method)를 提案하였다. 그 뒤로 1970년을 前後로 하여 多目標意思決定問題에 대한 많은 目標計劃模型이 提示되었다[3, 4, 5]. 비슷한 時期에 目標計劃模型의 解法에 關한 研究도 활발히 진행되었다. Lee[6]는 目標計劃法 問題를 위한 개정된 Simplex 解法과 컴퓨터 프로그램을 提示하였고, Ignizio[7]는 大規模 目標計劃法 問題를 다

(1) 이런 方法을 Archimedian Goal Programming이라고 함.

하기 위한 여러 가지 方法을 提示하였으며, Geoffrin [8], Dyer[9], Lee[10], Zionts와 Wallenius [11] 등은 相互反應 目標計劃法(Interactive Goal Programming) 模型에 관해 研究가 이루어 졌다.

最近에 目標計劃法에 관한 理論은 세롭고 效果적인 解法, 雙對性理論, 敏感度分析, 整數形 目標計劃法, 非線形 目標計劃法, 大規模 目標計劃法 問題 등에서 큰 진전이 이루어 졌다. 本 論文에서는 最近에 이루어진 目標計劃法 理論에 관한 調査研究를 目的으로 하였다. 特히 앞에서 記述한 目標計劃 問題의 解法과 그 計算効率(Computational Efficiency), 雙對性理論, 敏感度分析등에 중점을 두었다.

II節에서는 線形目標計劃法의 模型作成에 관해 記述하였고, III節에서는 線形目標計劃 問題의 解法을 分類하여 記述하고 計算効率 및 長短點에 대해서 論議하였다. IV節에서는 最近에 이루어진 雙對性理論에 關해 調査를 하였으며 또한 敏感度分析에 對해서도 論議하였다. V節에서는 整數形 目標計劃法, 非線形 目標計劃法등의 模形 및 解法에 對해서 論議하였다. 마지막으로 VI節에서는 結論으로서 그 동안의 目標計劃法의 研究過程을 다시 檢討하고 앞으로 研究에 대한 方向을 提示하였다.

II. 線形目標計劃模型

多目標意思決定問題를 풀기 위한 方法은 目標計劃法 이외에도 不確定 目標計劃法(Fuzzy Goal Programming)⁽²⁾ [12], 帕雷托最適解(Pareto Optimal Solution)을 구하는 등 여러 가지 方法이 提示되고 있다[15]. 目標計劃法은 多目標意思決定 問題를 해결하기 위해 가장 많이 이용되는 方法중의 하나이다. 目標計劃法은 주어진 制約條件 下에 各目標의 成취의 차이를 사전편찬식 우선 순위에 따라最小化하는 問題로 定義될 수 있다. q 개의 優先順位, m_0 개의 目標制約條件, m_1 개의 全體制約條件, n 개의 意思決定變數를 갖는 일반적인 線形目標計劃模型은 다음과 같이 定義된다.

$$\text{Min } Z_0 = \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^{m_0} p_k (w_k^- d_i^- + w_k^+ d_i^+) \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i=1, 2, \dots, m_0 \quad (2)$$

(2) 이 장문은 이병찬 共著, 多目標意思決定論의 번역에 따른 것임.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i=m_0+1, \dots, m_0+m_1 \quad (3)$$

$$\text{and } x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m_0 \quad (4)$$

이기서 P_k : k 번째 優先順位, $P_k \gg M P_{k+1}$ 이고, $k=1, \dots, q-1$, q 이며 M 은 임의의 정수이다.

W_k^-, W_k^+ : k 번째 우선순위에서 i 번째 目標의 優差變數에 주어진 可重值.

d_i^- , d_i^+ : i 번째 目標에 對應되는 陰, 陽의 偏差變數.

a_{ij} : i 번째 目標 혹은 全體制約條件에서 j 번째 活動에 對應되는 系數.

b_i : i 번째 目標 혹은 可用資源水準

x_j : j 번째의 意思決定變數

위 式에서 全體制約條件을 나타내는 (3)式은 目標制約條件 (2)式에 포함되어 全體를 行列形態로 다음과 같이 要約 定理된다.

$$\begin{aligned} \text{Min. } Z_0 &= P^T (w^- d^- + w^+ d^+) \\ \text{s. t. } Ax + d^- - d^+ &= b \\ \text{and } x, d^-, d^+ &\geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 $P = [P_k]$, $W^- = [W_k^-]_{q \times m}$, $W^+ = [W_k^+]_{q \times m}$, $d^- = [d_i^-]_m$, $b = [b_i]_m$, $X = [X_j]_m$, $A = [a_{ij}]_{m \times n}$ 이고 $[]_{q \times m}$ 은 q 개의 行과 m 개의 列로 구성된 行列을 의미한다.

III. 線形目標計劃 問題의 解法

目標計劃 問題의 解法은 Ijiri[2]가 최초로 逆算法(Inverse Method)으로 線形目標計劃 問題를 解결한 이후로 Lee[6], Arthur 및 Ravindran[13], Schniederjan 및 Kwak[14], Dauer 및 Krueger[16], Ignizio[17, 18] 등에 의해서 많은 研究가 있었다. 目標計劃 問題의 解法은 크게 두 가지 方法으로 分類할 수 있는데 하나는 多단계 Simplex 法(Multiphase Simplex Method)[6, 12, 14, 15, 18]이고, 다른 하나는 SLGP 法(Sequential Goal Programming)[16, 17]이다.

1. 多단계 Simplex 法

이 方法은 線形計劃의 Simplex 法에 기초를 두어 目標計劃 問題에 적합하도록 수정한 것이다. Lee[6], Ignizio[18]의 修正된 Simplex 法(Modified Simplex Method), Arthur 및 Ravindran[14]의 制約

條件分割과 變數의 계거에 의한 方法, Schniederjan 및 Kwak[14]의 雙對 Simplex 절근방법 등이 있다. Simplex 法을 基礎로 하여 많은 解法이 研究된 이유는 컴퓨터 기억장소와 효율적인 활용 및 컴퓨터 計算時間이 주된 이유라고 볼 수 있다. 各 解法에 關하여 간단히 소개하면 다음과 같다.

- 修正된 Simplex 法(Modified Goal Simplex Method)

線形計劃問題 解決을 위해 이용되는 Simplex 表에 $Z - C$ 行을 모든 優先順位에 적용시킬 수 있도록 확장하고 나머지 規則은 線形計劃問題의 Simplex 規則과 같다. Lee[6], Ignizio[18]에 의해서 研究되었다. 目標計劃問題를 컴퓨터로 풀기 위해서는 기억장소의 効率의in 사용과 계산이 간편해야 하는데 Gen[19]과 Lee[20]는 改正된 目標 Simplex 法(Revised Goal Simplex Method)를 開發하였다.

- Arthur 및 Ravindran의 方法

Arthur 및 Ravindran[13]은 目標計劃問題를 一連의 線形計劃問題로 分割하여 解를 구하는 方法을 提示하였다. 이解法은 第一順位를 갖는 目標와 第一順位에 관련된 制約條件만을 가지고 最適解를 구한다. 만일 이 最適解가 有一하게 存在하면 이 解가 最終 最適解가 되면서 解法을 끝내고, 多數의 最適解가 存在하면 이 問題에 第二順位 目標와 第二順位 目標에 관련된 制約條件을 몇 번여서 第一順位 目標의 最適解를 변화시키지 않는 범위 内에서 위와 같은 方法으로 最適解를 구한다. 이와 같은 節次를 모든 順位에 대해서 적용하든가, 혹은 有一한 最適解가 구해질 때 까지 계속 반복하는 方法이다.

- Schneiderjans와 Kwak의 方法[14]

이 方法은 (5)式의 制約條件을 d_i^+ 에 對해서 定理

한 후, d_i^+ 를 中心으로 Simplex 表을 变화시키고 여기에 雙對 Simplex 法(Dual Simplex Method)를 적용시켜 解를 구한다. 다시 말해서 (5)式의 制約條件을

$$d_i^+ = -b_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- \quad i=1, 2, \dots, m \quad (6)$$

과 같이 变化시키고 表 1과 같이 初期 Simplex 表을 作成한다. 만일 制約條件에 d_i^+ 偏差變數가 存在하지 않으면, 初期 Simplex 表을 作成하기 위해 哪의상 最高優先順位를 갖는 d_i^+ 偏差變數를 도입한다. 따라서 初期 表에서의 基底變數(Basic Variable)는 d_i^+ 偏差變數가 된다. 이 方法은 Simplex 表에서 偏差變數의 반을 줄이고 다른 方法에 比해서 더 빨리 最適解에 도달하는 長點이 있다.

最近에 Olson[21]는 Lee의 修正된 Simplex 法, Arthur 및 Ravindran의 方法, Schneiderjans와 Kwak의 方法을 比較分析하였다. 이 論文에서 評價基準으로는 解의 正確度, 計算時間(c. p. u. 時間) 등을 使用하였다. 制約條件이 8개~120개, 意思決定變數가 3개~100개, 優先順位의 數가 3개~10개 들로 구성된 12개의 例題를 사용하였는데, Schneiderjan과 Kwak의 方法이 가장 効果的인 것으로 나타났다. 특히 解에 d_i^+ 보다 d_i^+ 偏差變數가 많이 포함되어 있는 경우에 더욱 더 効果的인 것으로 나타났다.

2. SLGP 法

SLGP 法(Sequential Linear Goal Programming)은 目標計劃問題의 目的函數를 각 順位에 따른 여러개의 目的函數로 分割하고 第一順位에 대응되는 目的函數를 먼저 最適화하고, 다음에는 第一順位에 대응되는 目的函數의 最適解를 만족하는 범

〈表 1〉 Schneiderjans와 Kwak의 方法에 의한 变化된 初期 Simplex 表

	1	2	3	4	5
1				x_1, \dots, x_n	d_1^-, \dots, d_n^-
2	Weighted Priority	z	$\sum_{i=1}^n W_i b_i $	$0, \dots, 0$	W_1, \dots, W_n
3	$W_1 P_1$ $W_2 P_2$ ⋮ $W_n P_n$	d_1^+ d_2^+ ⋮ d_n^+	$-b_1$ $-b_2$ ⋮ $-b_n$	a_{11}, \dots, a_{1n} a_{21}, \dots, a_{2n} ⋮ a_{nn}	$1, \dots, 0$ $1, \dots, 1$ ⋮ $0, \dots, 1$

위내에서 第二順位에 대응되는 目的函數값을 最適化하고, 또 이런 過程을 k 개의 優先順位에 對해 順序의으로 적용하는 方法이다. SLGP 方法은 맨 처음 Dauer 외 Krueger[16]가 解法을 提示했고, Ignizio 와 Perins[17]이 IBM 컴퓨터의 MPSX 프로그램을 利用하여 實用化 시켰다.

SLGP 方法의 가장 큰 특징은 目的函數를 各順位에 따른 여러개의 目的函數로 分割함에 따라 線形計劃問題로 전환되고 기존의 線形計劃問題를 풀 수 있는 컴퓨터 코드를 그대로 이용할 수 있다는 점이다.

3. 多단계 Simplex 法과 SLGP 方法과의 比較

理論적으로 볼 때 단계 Simplex 法이 SLGP 法보다 다음과 같은 点에서 유리하다.

첫째, SLGP 法이 多단계 Simplex 法 보다 더 많은 反復回數와 Pivoting 을 필요로 한다.

둘째, 多단계 Simplex 法에 대한 目標計劃法 模型은 解法을 적용하기 前에 결장되는 반면 SLGP 法에 對한 模型은 解法을 적용하여 問題를 풀어가는 過程에서 자주 면하므로 복잡해진다.

셋째, 多단계 Simplex 法이 SLGP 法에 比하여 雙對理論 및 敏感度分析을 적용하기가 더 쉽다.

그렇지만 實用의으로 볼 때 SLGP 法은 기존의 線形計劃問題를 풀 수 있는 컴퓨터 프로그램을 그대로 利用할 수 있다는 長點이 있다. Markowski 와 Ignizio[22]는 최근에 多단계 Simplex 法에 의해서 문 Simplex 表를 SLGP Simplex 表로, SLGP Simplex 表를 단계 Simplex 表로 전환하는 알고리즘을 提示하였는데 이 方法을 통하여 SLGP 法에 대해서 문 目標計劃問題의 敏感度分析이 편리하게 되었다.

IV. 雙對性 理論과 敏感度分析

線形計劃問題에서의 마찬가지로 目標計劃法에서도 雙對性 理論은 模型定立 및 敏感度分析에 매우 有用하게 쓰일 수 있다. 目標計劃問題에서의 雙對模型과 雙對理論에 관한 研究는 Ignizio[18], Siegel[23] Markowski[24] 등에 의해서 이루어졌다.

目標計劃模型 (5)式에 대한 雙對模型은 다음과 같이 定義된다.

$$\max U(u) = u \cdot b \quad (7)$$

$$\text{s. t.} \quad u A \leq 0 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} u &\leq w^- \\ -u &\leq w^+ \end{aligned} \quad (9)$$

and w : unrestricted in sign

여기서 벡터 u 는 目標制約條件에 대응되는 雙對變數이다.

線形計劃法에 적용되었던 雙對理論이 目標計劃模型에도 그대로 적용될 수 있다. 目標計劃模型에 대한 雙對理論은 다음과 같다.

〈定理 1〉 弱雙對性 理論

雙對問題의 實行可能解인 모든 u 와 原初問題의 實行可能解인 모든 (z^-, z^+, x) 에 대해서 $z(z^-, z^+) \geq U(u)$ 이다.

〈定理 2〉 強雙對性 理論

만일 (z^-, z^+, x) 가 原初問題의 實行可能解이고 u' 는 雙對問題의 實行可能解일때라고 할 때, $z(z^-, z^+) = U(u')$ 를 만족하면 (z^-, z^+, x) 는 原初問題에 대한 最適解이고 U' 는 雙對問題에 대한 最適解이다.

〈定理 3〉 相補여유定理 (Complementary Slackness Theorem)

한 쌍의 實行可能解, 즉, (z^-, z^+, x) 와 u' 는 다음과 같은 條件을 만족한 때만 그 目標計劃模型의 最適解이다.

$$z_i^- \cdot (u'_i - w_i^-) = 0 \quad (10)$$

$$z_i^+ \cdot (-u'_i - w_i^+) = 0 \quad (11)$$

$$x'_i \cdot (\sum_{j=1}^m u'_j a_{ij}) = 0 \quad (12)$$

$$\text{그리고 } u'_i \cdot (\sum_{j=1}^m a_{ij} x'_j + z_i^- - z_i^+ - b_i) = 0 \quad (13)$$

따라서 만일 (z^-, z^+, x) 와 u' 가 實行可能解라면 相補여유定理는 目標計劃問題의 最適解에 대한 藩요총분조건이 된다.

相補여부定理는 다음과 같이 정리된다. 偏差變數에 對해서 a) $z_i^- > 0$ 일 때 $u'_i = w_i^-$ b) $u'_i < w_i^-$ 일 때 $z_i^- = 0$, c) $z_i^- > 0$ 일 때 $u'_i = -w_i^+$ d) $u'_i > -w_i^+$ 일 때 $z_i^+ = 0$, e) $-w_i^+ < u'_i < w_i^-$ 일 때 $z_i^- = z_i^+ = 0$ 이고 또 必思決定變數에 對해서 f) $x'_i > 0$ 일 때 $\sum_{j=1}^m u'_j a_{ij} = 0$, g) $\sum_{j=1}^m u'_j a_{ij} < 0$ 일 때 $x'_i = 0$ 이고 (13)式에 대해서는 h) $u'_i \neq 0$ 일 때 $\sum_{j=1}^m a_{ij} x'_j - z_i^- - z_i^+ = b_i$, i) $\sum_{j=1}^m a_{ij} x'_j + z_i^- z_i^+ \neq 0$ 일 때 $u'_i = 0$ 가 된다.

따라서 다음과 關係가 成立한다.

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x'_j < b_i, (z_i^- > 0) \text{일 때, } u'_i = w_i^- > 0 \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j > b_i \quad (z_i^{+1} > 0) \text{ 일 때}, \quad u_i = -w_i^+ < 0 \quad (15)$$

$-w_i^+ < u_i < w_i^- \quad (u_i \neq 0)$ 일 때,

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad (z_i^{-1} = z_i^{+1} = 0) \quad (16)$$

線形計劃問題에서의 雙對問題가 限界費用(Marginal Cost)에 대한 限界價(Marginal Revenue)를 나타내는데 반하여, 目標計劃問題에서의 雙對問題는 先好効用(Preference Utility)를 나타낸다[23]. 먼저 目標計劃問題의 原初問題에 대해서 살펴 보면 x_j 는 活動 j 의 수준, (z_i^-, z_i^+) 는 目標 i 의 不足, 超過達成, a_{ij} 는 活動 j 의 對應 상 目標 i 의 成취수준, 그리고 b_i 는 目標 i 의 成취수준을 나타낸다. 目標計劃의 雙對問題에 대한 解法은 다음과 같이 할 수 있다. x_j 에 對應되는 雙對制約條件은 (7)式이고 偏差變數에 對한 雙對制約條件은 (8)式과 (9)式이다. 여기서 雙對制約條件의 RHS는 偏差變數의 侧面에 관한 優先順位水準을 나타내므로 雙對決定變數 u_i 는 目標 i 의 단위당 成취수준을 나타낸다.

雙對制約條件 (8)式은 活動 j 에 의해서 發生되는 imputed 된 값이 그 活動에 대응되는 優先順位보다 작아야 한다는 것을 뜻하고, 目的函數 (7)式은 imputed 된 값에 관한 意思決定者의 수준을 最大化하도록 뜻한다. 다시 말하면 雙對問題에서의 最適解는 각 優先順位에 관한 成취수준을 나타낸다고 말할 수 있다.

線形目標計劃問題에서 最適解가 얻어진 후에 매개 변수의 변화에 따른 효과를 예측하는 것은 意思決定過程에서 매우 重要한 部分이다. 실제로 可用資源量, 優先順位, 目標水準등에서 不確實性은 따로게 된다. 目標計劃問題에 대한 敏感度分析은 Lee [6], Ignizio[18], Sharif 와 Quaddus[25], Shim 와 Siegel[23], Markowski[24] 등에 의하여 研究가 이루어졌다.

V. 整數型 및 非線形目標計劃法

1. 整數型目標計劃法

q 개의 優先順位, m 개의 目標制約條件 n 개의 整數型意思決定變數를 갖는 整數型 目標計劃 模型은 線形目標計劃 模型에 다음과 같은 制約條件을 추가한 것과 같다.

$$x_j: \text{整數 } j=1, 2 \cdots n \quad (17)$$

整數形 目標計劃問題의 解法은 Lee 와 Morris

[26], Ignizio[18]에 의해서 研究되었고 平面切斷法(Cutting plane method), 分枝限界法(Branch-and-Bound), 列舉法(Implicit Enumeration method)등과 같은 方法이 提示되었다.

整數型 目標計劃問題에서 意思決定變數가 0 혹은 1의 값만을 갖게 될 때 0-1整數型目標計劃問題라는 특이한 形態로 변하게 된다. 0-1整數型 目標計劃問題에 대한 解法은 Ignizio[18]가 Balas 의 加算法(Additive Algorithm)[30]과, Glover 의 逆追跡法(Bouktrouking Procedure)[31]에 基礎를 둔 解法을 提示하였다. 또 Lee 와 Morris[26], Ignizio[18], Garrod 와 Moore[28]는 列舉法(Implicit Enumeration Method)를 開發하였고 最近에 Zanakis[29]는 大規模整數型問題를 위한 Heuristic方法을 開發하고 의료시설 입지선정문제에 응용하였다.

2. 非線形目標計劃法

일반적으로 目標計劃問題가 意思決定 變數에 대해서 항상 線形函數로 表示되는 것은 아니다. 非線形計劃問題를 다룬에 있어서 어려움은 特別한 경우를 제외하고는 全體의인 最適解(Gloval Optimum)을 發見하기가 어렵고 局部의인 最適解(Local optimum)으로 만족해야 하며 또 우연히 全體의 最適을 發견한 경우에도 이것이 全體의 最適인지 구분하기가 어렵다. 非線形計劃問題를 다룬에 있어서 또 다른 어려움은 線形計劃法과는 달리 問題解决에 있어서有一한 解法이 存在하지 않는다는 것이다. q 개의 優先順位, m 개의 非線形制約條件, n 개의 意思決定 變數를 갖는 非線形目標計劃問題는 다음과 같이 表現될 수 있다.

$$\text{Min } Z_0 = \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^m P_i (W_{ij}d_i^- + W_{ij}^+d_i^+) \quad (18)$$

$$\text{s. t. } h_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i=1, 2 \cdots m \quad (19)$$

$$x, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad (20)$$

여기서 $h_i(x)$ 는 非線形目標制約條件이다. 非線形目標計劃問題에 대한 解法은 두 가지 方向이 있는데, 첫째는 非線形目標制約條件을 線形函數로 近似化(Approximation)하여 線形目標計劃問題로 바꾼 뒤 Simplex 法을 利用하여 解를 구하는 方法이다.

Ignizio[18]는 非線形目標制約條件 $h_i(x)$ 를 주어진 점 x^* 에 대해 Taylor 級數로 전개한 후 二次 이상의 級數項을 모두 무시하여 線形目標計劃問題로 바꾸는 一次近似法(Linear Approximation Method)를 開發하였다.

Lee 와 Wynne[32]는 非線形目標制約條件을 分割 一次近似法(Piecewise linear approximation method)에 의해 線形化시키고, Simplex法에 의해 解를 구할 수 있는 分離目標計劃法(Sepetal Goal Programming)을 提案하였는데 이 方法은 目標制約條件이 불록함수(Convex fⁿ)일 때 限하여 使用할 수 있다.

非線形目標計劃問題의 解결을 위한 두번째 접근 방법은 線形目標計劃問題의 SLGP方法와 같이 반복적으로 풀어가는 SNGP (Sequential Nonlinear Goal Programming)方法이다. Hwang, Paidy Raju, Masud[33]등에 의해서 研究되었다.

VI. 結 論

目標計劃法은 多目的意思決定問題를 分析하기 위한 수단이다. 目標計劃問題에서는 最適解를 찾기보다는 주어진 目標를 만족하는 解를 찾아가는 方法이라 볼 수 있다. 本論文에서는 最近에 이루어진 目標計劃理論에 關해서 調査研究하였다. 線形目標計劃法에서 새롭고 효율적인 解法들과 그 効率에 대해서 記述하였으며, 특히 雙對性理論의 解釋에 중점을 맞추었다. 整數形 및 非線形目標計劃問題의 경우 提示하는 解法들이 整數形 및 非線形計劃問題에 적용되는 解法들에 基礎를 둔 것이었다.

參 考 文 獻

- [1] Charnes, A. & W.W. Cooper, "Management Model and Industrial Applications of Linear Programming", Wiley, New York, 1961.
- [2] Charnes, A., W.W. Cooper & Y. Ijiri, "Break-even Budgeting and Programming to Goals", Journal of Accounting Research, Vol. 1, No. 1 (1963) p.16-41.
- [3] Contini, B., "A stochastic Approach to Goal Programming", Ops. Res., Vol. 6, No. 3, (1968), pp. 576-586.
- [4] Jaaskelainen, V., "A Goal Programming Model of Aggregate Production Planning," Swedish Journal of Economics. Vol. 21, No. 1, (1973), pp. 360-364.
- [5] Charnes, A., W.W. Cooper, J.K. Devoe, D.B. Learner & W. Reinecke, "A Goal Programming Model for Media Planning," Mgt. Sci., Vol. 14, No. 8, (1968), pp. B423-B420.
- [6] Lee, S.M., "Goal Programming for Decision Analysis," Auerbach Publishers, Pennsylvania, 1972.
- [7] J.P. Ignizio, "Review of Goal Programming: A tool for Multiobjective Anlaysis," J. of opl. Res. Soc., Vol. 29, No. 11 (1978), pp. 11. (1978), pp. 1109-1119.
- [8] Geoffrin, A. M., J.S. Dyer & A. Feinberg, "An Interative Approach for Multicriterian Optimization, with an Application to the Operation of an Academic Department," Mgt. Sci. Vol. 19, No. 4(1972), pp. 357-368.
- [9] J.S. Dyer, "Interartive Goal Programming," Mgt. Sci., Vol. 19, No. 1, (1972), pp. 62-70.
- [10] S.M. Lee, "Goal Programming Method for multiple objective Integer Programs," Alle or monograph Series No. 2, 1979.
- [11] S. Zionts & J. Wallenius, "An Interactive Programming Method for solving the Multiple Criteria Problem," Mgt. Sci, Vol. 22, No. 6, (1976) pp. 652-663.
- [12] H.Z. Zimmermann, "Fuzzy mathematical Programming", Comput. & ops. Res., Vol. 10(4), 291-298, 1983.
- [13] Jeffrey L. Arthur & A. Ravindran, "An Efficient Goal Programming Algorithm using Constraint Partitioning and Vairable Elimination," Mgt. Sci., vol. 24, No. 8, pp. 867-868.
- [14] Marc J. Schniederjans and N.K. Kwak, "An Iterative Solution Method for Goal Programming Problems: a Tutorial", J. of opl. Res. Soc., Vol. 33, p. 247-251, 1982.
- [15] C.L. Hwang & Masud, "Multiple Objective Decision Making-Methods and Application", Lecture notes in Economics and Mathematical System, No. 164, Springer-Verlag, 1979.
- [16] I.P. Dauer & R.J. Krueger, "An Interative Approach to Goal Programming", opl. Res. Q., Vol. 28, No. 3.

- [17] J.P. Ignizio & J.H. Perils, "Sequential linear goal Programming: implementation via MPSX", *Comput. & ops. Res.*, Vol. 3, No. 1, 1980, p. 217—225.
- [18] J. P. Ignizio, "Goal Programming and Extensions", D.C. Heath, Lexington, Massachusetts, 1976.
- [19] Gen, M. "Goal Programming I, II, III," *Basic Mathematics*, Vol. 17, No. 4, 5, 6, (1981) p. 23—31, p. 51—57, p. 58—64.
- [20] S.M. Lee & K.S. Kang, "Revised Simplex Algorithm for Large Scale Goal Programming Models," Working Paper, University of Nebraska-Lincoln, 1981.
- [21] David L. Olson, "Comparison of Four Goal Programming Algorithms," *J. opl. Res. Soc.*, Vol. 35, No. 4, pp. 347—354, 1984.
- [22] Carol A. Markowski & J.P. Ignizio, "Duality and transformations in Multiphase and Sequentia Linear Goal Programming", *Comput. & opl. Res.*, Vol. 10, No. 4, p. 321—p. 333, 1983.
- [23] Jae K. Shim & Joel Siegel, "Sensitivity analysis of goal Programming with pre-emption", *International J. of System Sciences*, 1980, vol. 11, No. 4, 393—401.
- [24] C.A. Markowski, "Duality in Linear Goal Programming," Unpublished ph.D. Dissertation, the Pennsylvania State University, 1980.
- [25] M.N. Sharif & M.A. Quaddus, "Post-optimality Analysis of Goal Programming Problems," XXIII International meeting of Tims, Greece, July, 1977.
- [26] S.M. Lee & R.L. Marris, "Integer Goal Programming Methods," in M.K. Starr & Zeleny, edits, *Multiple Criteria Decision Making, Tims studies in the management Science*, Vol. 6, North-Holland, Amsterdam, (1977), p. 273—289.
- [27] J.L. Arthur & A. Ravindram, "A Branch-and Bound Algorithm with Constraint Partitioning for Integer Goal Programming Problems," *European Journal of operational Research*, Vol. 4, No. 6, (1980), p. 421—425.
- [28] N.W. Garrod & B. Moores, "An Implicit Enumeration Algorithm for Solving zero-one Goal Programming Problems," *Omega*, Vol. 6, No. 4, (1978), p. 374—377.
- [29] Zankis, S.H., "A Large Scale Integer Goal Programming Method with Application to facility location/dlocation Problem," in J. Moore, ed., *Organizations: Multiple Agents with Multiple Criteria*, Springer-Verlag, 1981, p. 490—498.
- [30] Balas, E., "An additive Algorithom for Solving Linear Programs with Zero-one Variables," *Ops. Res.* Vol. 13, p. 517—545, 1965.
- [31] F. Glover, "Multiphase Dual Algorithm for the zeros-one Integer Programming Problems," *ops. Rel.* Vol. 13, p. 879—919, 1965.
- [32] S.M. Lee & A.J. Wymne, "Separable Goal Programming," in P. Nijkamp & J. Spronk, eds. *Maltiple Criteria Analysis: Operational Methods*, Gower Press, London, 1981.
- [33] C.L. Hwang, A. Masud, S. Paidy & K. Raju, "Nonlinear Goal Programming Method: An Iterative approach," Working paper, Dept. of I.E., Kansas State University, 1979.
- [34] Lee, S.M., Gen, Mitus and Shim, J.P., "Goal Programming For Decision Making: A state-of-the-art survey", Working Paper at the University of Nebraska-Lincoln, 1982.