

TSPの枝コストを決定するための多目的評価に関する研究

5L-2

安江 信幸

大原 茂之

東海大学

1. はじめに

TSPにおいて都市間の距離に代表される枝コストを求めるとき、枝のコストが複数の資源の組み合わせとして考えられる場合がある。例えば、歯科の治療を枝とすると、その治療で使用する設備、薬品、治療器具、治療時間などが資源の組み合わせとして考えられる。しかし、枝のコストを決定する上で、値や単位の異なる資源の組み合わせからどうコストを計算するのが問題になる。そこで、本研究ではこのような資源の組み合わせに因子分析を適用することによって、各資源に優先順位をつけ、TSPの枝コストを決定する手法について提案する。

2. 枝コストへの資源の導入

ここで提案している因子分析型経路探索法とは、資源により構成されている枝に、因子分析を用いTSPを作成し、最適な経路を求める手法である。式(1)に枝の定義を示す。

$$P_i \equiv \{R_1, R_2, \dots, R_j, \dots, R_m\} \quad (1)$$

$P_i$ は枝である。 $i$ は枝の種類番号であり、枝の数だけ存在する。 $R_1$ は枝を構成する1つの資源であり、 $m$ は資源の総数である。式(2)に資源の定義を示す。

$$R_j \subseteq P_i, \quad 1 \leq j \leq m \quad (2)$$

$R_j$ は資源であり、 $j$ は資源の種類番号である。

3. 資源コストへの因子分析の適用

3.1 各枝への因子分析の適用

因子分析型経路探索法では、各枝の資源コストに

因子分析を適用し、最も影響力のある資源と組み合わせコストを抽出し、枝コストを算出する。式(3)に資源 $R_j$ における資源コストの定義を示す。

$$F_{cost}(i) \equiv \{t(j_1), t(j_2), \dots, t(j_q), \dots, t(j_n)\} \quad (3)$$

$F_{cost}$ は、 $R_j$ における資源コスト関数である。 $j_1, j_2, \dots, j_q, \dots, j_n$ は、コストの種類番号である。 $t(j_1)$ は、 $R_j$ に関する1つのコストである。 $n$ はコストの種類総数である。表1に枝 $P_i$ におけるコストマトリクスを示す。

表1 枝 $P_i$ におけるコストマトリクス

	$t_1$	$t_2$	...	$t_j$	...	$t_m$
$R_1$	$t_{11}$	$t_{12}$		$t_{1j}$		$t_{1m}$
$R_2$	$t_{21}$	$t_{22}$		$t_{2j}$		$t_{2m}$
$R_i$	$t_{i1}$	$t_{i2}$		$t_{ij}$		$t_{im}$
⋮						
$R_n$	$t_{n1}$	$t_{n2}$		$t_{nj}$		$t_{nm}$

$t_1, t_2, \dots, t_q, \dots, t_n$ は、コスト名である。表1より、資源 $R_j$ に対するコスト名 $t_q$ のコストは $t_{jq}$ であり、 $t_{jq}$ の構造は式(4)のようになる。

$$t_{jq} = (\text{共通因子}) + (\text{独自因子}) \quad (4)$$

共通因子数を $w$ とすると、

$$t_{jq} = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jw}f_w + (\text{独自因子}) \quad (5)$$

となる。式(5)において、 $f_1, f_2, \dots, f_w$ は共通因子であり、 $a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jw}$ は因子における影響の大きさを示す因子負荷量である。この因子負荷量を用い、各枝における最も影響力のある資源を抽出し、その資源に関する資源コストを、組み合わせコストとする。式(6)に組み合わせコストの定義を示す。

$$C(i) \equiv \{t_1(R_s), t_2(R_s), \dots, t_q(R_s), \dots, t_n(R_s)\} \quad (6)$$

$C$ は、組み合わせコスト関数である。 $R_s$ は、最も影響力のある資源である。 $1, 2, \dots, q, \dots, n$ は、組み合わせコストの種類番号である。

A study about the numerous purpose evaluation to fix the branch cost of TSP

Nobuyuki Yasue, Shigeyuki Ohara

Tokai University

### 3.2 TSPの作成

各枝における組み合わせコストに因子分析を用い枝コストを決定する。表2に各枝における組み合わせコストを示したマトリクスを示す。

表2 組み合わせコストを示すマトリクス

	$t_1$	$t_2$	...	$t_j$	...	$t_m$
$P_1$	$t_1(Rs1)$	$t_2(Rs1)$		$t_j(Rs1)$		$t_m(Rs1)$
$P_2$	$t_1(Rs2)$	$t_2(Rs2)$		$t_j(Rs2)$		$t_m(Rs2)$
⋮						
$P_i$	$t_1(Rsi)$	$t_2(Rsi)$		$t_j(Rsi)$		$t_m(Rsi)$
⋮						
$P_m$	$t_1(Rsm)$	$t_2(Rsm)$		$t_j(Rsm)$		$t_m(Rsm)$

表2に因子分析を適用し、因子負荷量の値の高いコスト名を抽出する。このコスト名に関する組み合わせコストが枝コストとなる。枝 $P_i$ における枝コストの定義を式(7)に示す。

$$B(P_i) = t_h(R_a) \quad (7)$$

$B$ は、枝コスト関数である。 $t_h$ は、因子負荷量の値の高いコスト名である。このように枝コストを決定することによってTSPを作成することができる。よって、資源の多目的評価における組み合わせは、作成したTSPを解くことにより求めることができる。

### 3.3 因子分析型経路探索法の応用例

図1に、3種類の枝についての例を示す。

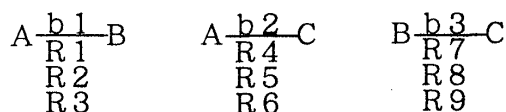


図1 3種類の枝の例

図1においてA, B, Cは、TSPの都市を示し、 $b_1, b_2, b_3$ は枝を示し、 $R_1, R_2, \dots, R_9$ は、資源を示す。例えば、 $b_1$ を通過するためには、 $R_1, R_2, R_3$ という3つの資源が必要になることを示している。表3に、資源コストの例を示す。

表3に示すように、資源名、資源コストが示される。 $b_1, b_2, b_3$ におけるコストマトリクスを作成し、因子分析を適用し、因子負荷量を求めた例を、表4に示す。

表3 資源コストの例

資源名	コスト1	コスト2	コスト3
R1	100	80	200
R2	50	90	300
R3	80	40	400
R4	70	20	250
R5	40	0	350
R6	150	0	450
R7	130	40	150
R8	200	20	500
R9	120	200	270

表4 各資源における因子負荷量例

資源名	因子負荷量
R1	2.269445
R2	-0.85098
R3	0.410055
R4	1.778937
R5	2.012077
R6	5.041795
R7	1.951677
R8	5.65432
R9	2.593178

表4より、枝 $b_1, b_2, b_3$ における最も影響を与える資源は、 $R_1, R_6, R_8$ となる。これらに対し組み合わせコストマトリクスを作成し、因子分析を適用した例を表5に示す。

表5 組み合わせコストの因子負荷量例

コスト名	因子負荷量
コスト1	0.954068
コスト2	-0.51048
コスト3	0.804215

表5より、コスト1の値が最も大きいので、 $b_1, b_2, b_3$ に対する枝コストを表3のコストマトリクスより、枝コストを決定させTSPを作成することができる。

### 4. おわりに

本研究では、資源により構成されている枝に因子分析を用いることにより、影響力のある資源を抽出し、TSPの枝コストを決定する手法について提案した。本システムのインプリメント及び評価結果については次の機会に報告する。

### 参考文献

- 1) 柳井晴夫, 繁樹算夫, 前川眞一, 市川雅憲: 因子分析—その理論と方法—pp.50-92 (1990).