

交通関連行動時間の分析のための手法

岐阜大学工学部 正員 加藤 晃

岐阜大学工学部 正員 O宮城俊彦

1. まえがき

すでに報告したように人の1日のトリップ頻度は1日の交通行動に関連して消費する時間の長さとその行動時間内に行う活動とそれに付随する通行の所要時間の比によって与えられる。このことよりトリップ目的別の生成単位は交通関連行動時間(あるいは稼働時間)のうちある活動に割当てられた総時間比とその活動に消費する時間比の比によって与えられるのではないかと考えられる。この小論の目的は交通^{行動}に関連する行動時間もセミマルコフ過程を用いて分析し、トリップ頻度との関係に言及することである。

2. セミマルコフ終結過程による行動時間の分析

トリップ目的間の連関をとりえる方法として

表-1 トリップ目的連関表(岐阜市)

(1/107/日)

表-1のようなトリップ目的連関表が用いられるがこれを確率化したものを目的間推移確率行列と呼ぶことにし、表-2のようにおく。このとき、第1トリップの目的は第1トリップが何であったかだけに依存すると仮定するならばトリップ目的間の連関が数学的に取り扱えるようになる。すなわち、あるトリップ目的に到着した人が次のトリップ目的に移る確率を p_{ij} で表わし、トリップ目的間の推移確率行列を次のような吸収マルコフ行列の標準形に配列する。

目的	通勤	登校	業務	日常	非日常	帰宅	合計
通勤	0.001	0.001	0.032	0.024	0.011	0.231	0.300
登校	0.000	0.001	0.004	0.003	0.005	0.291	0.304
業務	0.006	0.000	0.092	0.016	0.010	0.232	0.356
日常	0.006	0.001	0.021	0.015	0.006	0.365	0.414
非日常	0.001	0.000	0.006	0.008	0.009	0.151	0.175
帰宅	0.286	0.301	0.201	0.348	0.134	—	1.270
合計	0.300	0.304	0.356	0.414	0.175	1.270	2.816

表-2 トリップ目的間推移確率(岐阜市)

目的	通勤	登校	業務	日常	非日常	帰宅
通勤	0.0033	0.0033	0.1067	0.0800	0.0367	0.7700
登校	0.0000	0.0033	0.0132	0.0099	0.0165	0.9572
業務	0.0169	0.0000	0.2584	0.0449	0.0281	0.6517
日常	0.0145	0.0024	0.0507	0.0362	0.0145	0.8816
非日常	0.0057	0.0000	0.0343	0.0457	0.0514	0.8629
帰宅	0.2252	0.2370	0.1583	0.2740	0.1055	—

$$\left[\begin{array}{c|c} Q & R \\ \hline O & I \end{array} \right] \begin{matrix} s \\ r-s \end{matrix}$$

I: 単位行列

R: 過渡状態(T)から吸収状態(A)への推移を表わす確率行列

Q: 過渡状態間の推移行列

帰宅目的の項が吸収状態に対応し、一度自宅に

戻った人は二度とトリップを行うことはないとは仮定している。表-3における「一時帰宅」は過渡状態と考えられるが、今回はトリップ目的連関表に対応するようにこれを「帰宅」に含めて分析した。ところで目的に到着した人のうち次の目的が何である人の目的に消費する時間の期待値を $\bar{t}_i$ とすると

表-3 トリップ目的間推移時間

(単位:分)

目的	通勤	登校	業務	日常	非日常	帰宅	一時帰宅
通勤			215	346	499	544	492.
登校			407	380	433	462	459.
業務	113		108	140	148	183	159.
日常	61		62	71	91	57	58.
非日常			105	122	112	116	115.
一時帰宅	114	80	145	152	110		124.

目的に滞留する時間(他目的へ移行するための通行時間も含む)は $\bar{t}_i = \sum_j p_{ij} \bar{t}_j$ で与えられる。この $\bar{t}_i$ を対角要素とする $S \times S$ 行列を $M = \text{Diag}[\bar{t}_i]$ とおく。このとき、ある目的に到着した人がイエス

(吸収状態)に達するまでに各過渡状態を費やす時間はセミマルコフ終結過程を用いて分析することができる。まず、トリップ目的 i で到着した人がベースに戻る前に目的 j で費やす時間を Z_{ij} とする。目的 i で到着した人が次のトリップでベースに戻るならばその確率は P_{ik} ($k \in T$)であり、目的 j に費やす時間は $i=j$ の場合にのみ Z_{ij} で、 $i \neq j$ ならば0である。すなわち、確率 P_{ik} で $Z_{ij} = \delta_{ij} Z_{ik}$ であるからその期待値は

$$\bar{Z}_{ij} = \delta_{ij} \sum_{k \in T} P_{ik} \bar{Z}_{ik}$$

目的 i から目的 k へ立ち回る確率を P_{ik} ($k \in T$)とすると、目的 j に費やす時間は $\delta_{ij} \bar{Z}_{ik} + Z_{kj}$ となりその期待値は

$$\bar{Z}_{ij} = \sum_{k \in T} P_{ik} (\delta_{ij} \bar{Z}_{ik} + Z_{kj})$$

これらの一連のいすれかが起こるのであるから求める $\bar{Z}_{ij}$ は

$$\bar{Z}_{ij} = \delta_{ij} \sum_{k \in T} P_{ik} \bar{Z}_{ik} + \sum_{k \in T} P_{ik} (0 \cdot \delta_{ij} \bar{Z}_{ik} + Z_{kj})$$

行列形式で

$$\bar{Z} = M + Q \bar{Z}$$

(E がって、

$$\bar{Z} = [I - Q]^{-1} M$$

各トリップ目的ごとの到着率と要素 α の行ベクトル E

$E = [e_k]$ ($k=1, \dots, S$) とすると、帰宅するまでに各トリップ目的に消費する時間を表わす行ベクトル $\nu = [\nu_k]$ ($k=1, \dots, S$) は $\nu = E \bar{Z}$ で与えられる。また、第1トリップの目的が k である人の帰宅するまでに要する時間 $\bar{\nu}_k$ を要素とするベクトルは $\bar{\nu} = \bar{Z} \nu$ で求められる。ここに、 $\bar{1}$ はすべての要素が1である列ベクトル。1日の交通行動に関連する活動時間 ν は、 $\nu = E \bar{\nu}$ あるいは $\nu = \bar{\nu} \bar{1}$ で与えられる。ただし、 ν は第1トリップの通行時間を含まない。

3. 岐阜市への適用例

表-2, 表-3の値を用いた $\bar{Z}$ の計算結果を表-4に示す。表-5には第1トリップの構成比率を与えてある。表-5の値を E として $\bar{\nu}_k, \nu_k$ を求めるとそれらが表-4の右端欄、表-6の上段のような結果を得る。 ν_k を用いて、 $\nu_k / \bar{\nu}_k$ によりトリップ目的 k の成生単位を求めると表-6, 中段のような値を得る。表-6から判るように計算による結果は必ずしも良好とは言えない。特に日常目的の値がかなり大き目に算出されている。また「時帰宅」の項が除かれているため計算による ν の値は実値より小さくなる。人の行動時間は第1トリップが何であるかによって大きく左右される。出勤で出発する人が最も長い行動時間を記録している。

4. あとがき

各活動に割当てられた時間は人がその活動に付与する価値の尺度と考えられる。このように考えれば、たとえば表-4の出勤の項について言えば出勤目的で出発する人は出勤に大きな価値を感じているし、他の目的についても同様のことが言える。このことから人は第1トリップに最も大きな価値を~~付与~~と~~与え~~としていふと考えられ交通行動をより理解するためには第1トリップを更に詳細に分析することが必要であろう。

表-4 $\bar{Z}_{ij}$ の計算値

(単位: 分)

目的 \ 活動	出勤	登校	業務	日常	非日常	$\bar{\nu}_k$
出勤	495.	16.	76.	46.	22.	652.
登校	0.	461.	9.	6.	8.	459.
業務	4.	0.	217.	11.	7.	238.
日常	1.	0.	4.	61.	1.	62.
非日常	1.	0.	6.	6.	121.	129.

表-5 第1トリップの構成比率

	出勤	登校	業務	日常	非日常
トリップ別比率	0.2742	0.2942	0.1343	0.2425	0.0548

表-6 計算結果および実観値 (下段: 実観値)

	出勤	登校	業務	日常	非日常
ν_k の計算値	136.7	140.0	53.9	30.7	16.3
$\nu_k / \bar{\nu}_k$	0.208	0.305	0.337	0.527	0.142
トリップ別比率	0.300	0.304	0.356	0.414	0.175