

ネットワーク均衡理論によるOD交通量の推計法

大阪府	正員	○山田	豊
岡山大学	正員	井上	博司
松山市		和泉	裕一

1. はじめに

OD交通量を推計することは、交通施設計画、交通政策において非常に重要であり、道路網の合理的運用をはかるためには、対象道路網の交通需要現象を正確に把握することが必要である。交通量推計においては、計算が簡単なこと、既存データが利用できること、および結果が十分信頼できることが主眼となる。

道路網上の交通量観測データからOD交通量を推計する手法については、分布の基本的なパターンとして、過去になされたOD調査結果を用いるものと、重力モデルを用いるものとに大別できる。しかしこれらの推定手法ではOD交通量を推計する際に、各トリップがどのような経路を選択するのか、またそれらの経路にどのような割合で選択するのかが実験的情報として与える必要があるが、これについての研究はまだ十分ではない。

そこで本研究においては、経路選択率を先験的情報として与える必要をなくすため、この問題をネットワーク均衡理論により取り扱い、以下その計算法と計算例について述べる。

2. ネットワーク均衡問題としてみたOD交通量の推計

交通量観測データからのOD交通量の推計をネットワーク均衡問題として定式化する。いまノード*i*からノード*j*へのトリップコストを C_{ij} 、ノード*i*からノード*j*へのトリップディマンドを T_{ij} として、 T_{ij} は C_{ij} の単調減少関数 $T_{ij} = f_{ij}(C_{ij})$ として表わされ、その逆関数を $C_{ij} = g_{ij}(T_{ij})$ とする。つきに x_{ij}^r をノード*i*からノード*j*に向う経路*r*のトリップ数、 v_a をリンク*a*上のトリップ数、 δ_a^{ijr} をノード*i*からノード*j*への経路*r*がリンク*a*を通るとき1、その他のとき0とすると、ネットワーク均衡問題は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{(目的関数)} \quad F &= \sum_{ij} \int_0^{\tau_{ij}} g_{ij}(u) du \rightarrow \max \\ \text{(制約条件)} \quad &\begin{cases} v_a = \sum_{ij} \sum_r \delta_{ij}^{ar} x_{ij}^r \\ \sum_r x_{ij}^r = T_{ij} \\ x_{ij}^r \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

定式化された問題は線形制約条件をもつ非線形計画問題である。これに対する有力な解法はローゼンの勾配射影法を適用することである。この方法では勾配の射影は射影マトリクスに勾配ベクトルを乗ずることによって得られる。射影マトリクスを P 、探索方向ベクトルを d とすると

$$P = I - A(A^t A)^{-1}A^t \quad A: \text{等式制約条件になる条件式の}$$

$$dI = P \nabla F(x) \quad \text{係数ベクトルを列要素にもつ}$$

となる。

マトリクス

$$A = \begin{bmatrix} & & & a \\ & & & \\ r & & & \\ \vdots & & & \delta_{ij}^{ar} \end{bmatrix}$$

求められ方向への一次元最大化をニュートン法により行う。なお $f_{ij}(C_{ij})$ の関数形であるが、重力モデルを用いると ij 間のトリップ・ディマンドとその逆関数 $g_{ij}(T_{ij})$ は次のように表わされる。

$$T_{ij} = \alpha U_i V_j C_{ij}^{-r} \quad C_{ij} = \left(\frac{\alpha U_i V_j}{T_{ij}} \right)^{\frac{1}{r}}$$

ここに U_i , V_j はノード i の発生指標とノード j の吸引指標である。計算上 α の値は不用であり、 γ の値にだけ与えればよい。

3. 計算手順

(1)初期値を設定し、リンクコストを修正する。

(2)すべての起終点間の最小コスト経路探索を行う。求まった経路が新しいものであれば記憶し、すでに記憶して

いる経路であれば捨てる。新経路が求まらなければキューン・タッカー条件が成立しているので計算を終る。

(3)探索方向ベクトル d を求める。 $d = 0$ なら(2)へ行く。

(4)一次元最大化を行い、経路交通量 OD 交通量の値を更新し、リンクコストを修正して(3)へ行く。

4. 計算例

もし実際の地域間のトリップ
ディマンドが重力モデルに従う
ならば、このOD交通量を道路
網に配分して得られる道路区間
交通量を、仮想的に観測交通量
とみなして計算したこの非線形
計画問題の解が実際のトリップ
ディマンドに一致することを示
す。対象としたネットワークを
図1に示す。各ノードの人口は
図に示すとおりとし、また $U_i =$
 V_i とする。

図1. ネットワーク

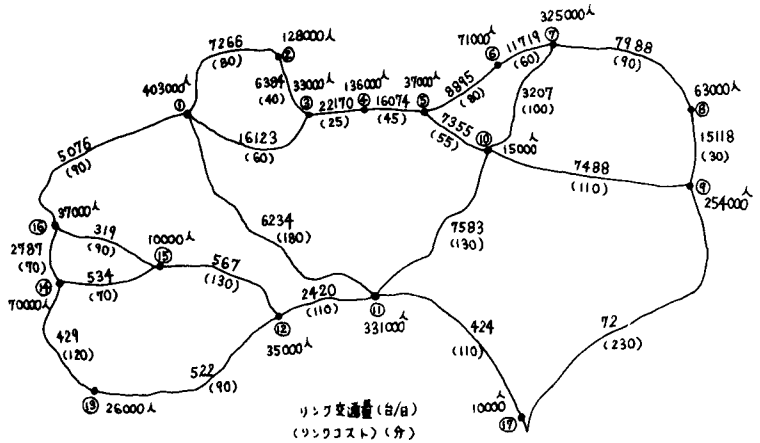


表1. トリップ・ディマンド (台/日)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ODペア
重力モデルの トリップ長指数は $\gamma=1.5$ とした。 重力モデル式より仮想的に 求めたトリップディマンドを表1 の上段に、ネットワーク均衡理論より求 めたトリップディマンドを下段に示している。 今回は一次元最大化を100回繰り返している。その 結果 トリップディマントは重力モデル式より仮想的に 与えたものとほぼ一致しており、若干の誤差は解がまだ十分に 収束していないことによるものである。	5929	2353	5752	827	773	2497	348	1620	190	4543	235	184	1146	137	1436	67		
	5932	2350	5747	823	773	2492	348	1618	190	4543	236	177	1142	132	1432	67	1	
	1373	2732	338	285	892	122	571	71	831	52	40	198	25	176	15		2	
	1375	2733	336	285	892	121	570	71	831	52	39	198	24	175	15			
	2953	171	105	301	39	185	27	242	15	11	58	7	55	4			3	
	2950	170	105	300	38	185	27	242	15	11	58	7	55	4				
	1371	568	1505	184	901	156	1028	61	42	204	26	179	17					
	1355	568	1506	183	900	156	1034	62	41	204	25	178	18				4	
	302	631	68	349	98	385	21	10	43	6	35	6					5	
	303	633	68	349	99	389	21	10	43	5	34	6						
	4653	211	641	53	436	28	15	57	8	42	8							
	4656	211	641	53	439	28	14	57	7	42	8						6	
	1972	5165	401	2536	149	78	214	28	148	43							7	
	1972	5165	397	2538	150	79	213	28	148	43								
	8009	47	386	24	13	33	4	22	12									
	8010	47	388	25	13	33	4	22	12								8	
	272	1860	112	59	148	20	100	60	60								9	
	270	1865	112	60	148	20	100	60	60									
		275	12	5	13	2	10	3									10	
		278	12	6	13	2	10	3										
		826	250	349	73	227	236										11	
		833	260	354	76	227	235											
		88	71	19	33	9												
		95	73	21	33	9											12	
		114	8	30	4													
		105	7	29	4												13	
			98	364	7													
			93	362	7												14	
				36	1												15	
				33	1													
				4	4												16	
																	17	