

IV-14 動的交通量配分に関する一考察

名古屋工業大学〇学生員 木下 浩
名古屋工業大学 学生員 佐藤 佳朗
名古屋工業大学 正員 松井 寛

1. まえがき

従来扱われてきた交通量配分の問題は OD表に基づく静的配分問題である。本研究では、時々刻々に変化する交通需要を対象とした動的交通量配分問題を考え、特に総所要時間最小化を目的とした輸送計画配分モデルをとり上げた。この問題は高速道路網での交通流の誘導指示などに適用しうるものである。

2. 定式化

2-1) 交通流に関する状態方程式の導出

最初に 道路交通流をマクロ的にモデル化して 状態方程式を導くことが必要である。ここでは交通流の状態を記述するパラメーターとして、道路の交通密度を用いる。そこで、まず道路網をいくつかの区間に分割して、各々の区間に番号をつける。いま、第K区間における交通密度の時間的变化率は次式のようなになる。

$$l_K \dot{x}_K(t) = g_{inK}(t) - g_{outK}(t) \quad (1)$$

ここに $x_K(t)$ は 時刻 t における第K区間上の交通密度、 $\dot{x}_K(t)$ はその変化率、 $g_{inK}(t)$ は 時刻 t において第K区間に流入する交通量、 $g_{outK}(t)$ は同じく流出する交通量である。

一般に 区間速度は交通密度の一次単調減少関数として表わされるから 流出交通量については

$$g_{outK}(t) = (a_K - b_K x_K(t)) \cdot x_K(t) \quad \text{となり.}$$

また 第K区間に流入する交通量 $g_{inK}(t)$ は制御される対象であり、

$$g_{inK}(t) = P_K + U_K(t) \{ a_{K-1} - b_{K-1} x_{K-1}(t) \} x_{K-1} \quad \text{と表わせる。}$$

ここに、 a_K, b_K は道路の規格により定まる定数、 P_K は 第K区間に新たに発生してくる交通量、 $U_K(t)$ は制御変数であり、次の条件を満足しなければならない。

$$0 \leq U_K(t) \leq 1 \quad (2)$$

ただし 道路が分岐していない地帯では、常に $U_K(t) = 1$ である。

結局、①式は次のようになる。

$$l_K \dot{x}_K(t) = P_K + U_K(t) \{ a_{K-1} - b_{K-1} x_{K-1}(t) \} x_{K-1}(t) - \{ a_K - b_K x_K(t) \} x_K(t) \quad (3)$$

2-2) 評価関数

道路分岐部での交通流配分制御に対する評価基準としては i) 総所要時間最小原則、ii) 等時間原則 iii) 利用台キ口最大原則、等が考えられるが、ここでは総所要時間最小原則を採用した。すなわち、

$$\sum_K \int_0^T l_K x_K(t) dt \longrightarrow \text{最小化} \quad (4)$$

である。なお 制御時間 T はあらかじめ与えられているものとする。

以上により 問題は状態方程式③、および制約条件②のもとで、評価関数④を最小化するという

非線形最適化問題として定式化されたわけである。

2-(3) 最適化計算の手法

この問題では 状態方程式が非線形の微分方程式であるために、解析的に解くには困難を伴う。従って、適当な時間間隔で変数を離散化して解くことになるがここでは、その手法として離散形最大原理を適用する。状態方程式③が $U_k(x)$ に関して線形であるから、これは $U_k(x)$ が上限値1と下限値0の間で切り換わる Bang-Bang 制御となる。

3. 計算例

モデルとしては右図2に示すような道路網を考え、各道路の定数 Q , b , および道路長 L を図に示す如く定めた。制御時間は $T=30$ 分、時間の分割は60等分 ($\Delta t=0.5$ 分) とし、配分制御は30秒単位で切り換えることによって交通流をどちらかに配分するという方法をとった。また、各区間分割に関しては、区間内密度一様という仮定を満たすために、道路I, II, III, IVを各々、12区間、16区間、12区間、25区間に等分した。流入交通量に関しても図2に示す如く周期2分のSIN曲線で与えた。以上の設定のもとで求めた解と、走行所要時間の値の一部を表1に示す。

4. あとがき

本研究では 配分制御切り換え時間を30秒と決めて強制的に、どちらの経路に配分するという方式をとっているが この制御をいかに実施するかについては技術上の問題がある。また、一般の道路の分岐部において運転者がどの経路を選択するかは、各人のトリップ目的により異なり、何らかの理由で特定の経路のみ通行する車も無視できない。分岐部での交通量配分制御の実用性という立場から言えば、非渋滞時には 例えば、混雑表示、迂回表示、旅行時間表示などのように強制力をもたない道路情報提供といったサービスとしての方向に発展させていくべきであると考え。

図2

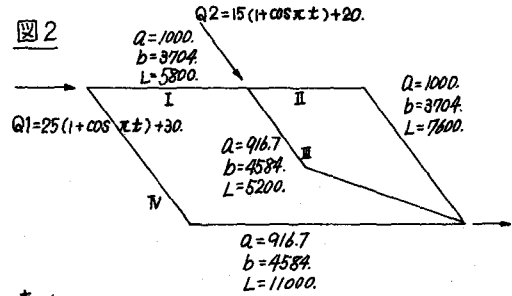


表1

流入時刻	流入Q1		流入Q2	
	走行経路	所要時間	走行経路	所要時間
0.00 (0)	4	14.15 (5)	3	6.68 (0)
0.25	4	14.23	3	6.73
0.50	2	14.82	2	8.53
0.75	2	15.34	2	8.45
1.00	4	14.71	3	7.21
1.25	4	14.75	3	7.30
1.50	2	14.76	2	8.62
1.75	3	13.50	2	8.65
2.00	4	14.47	3	7.17
2.25	4	14.41	3	7.20
2.50	2	15.54	2	8.73
2.75	3	13.69	2	8.75
3.00	2	15.68	2	9.15
3.25	2	16.02	2	9.27
3.50	4	14.49	3	7.10
3.75	4	14.40	3	7.00
4.00	1	14.84	3	7.51
4.25	4	14.99	3	7.64
4.50	3	12.60	2	8.60
4.75	3	12.44	2	8.47
5.00	3	13.25	2	8.98
5.25	3	13.49	2	9.11
5.50	2	15.46	3	7.40
5.75	3	13.65	3	7.43
6.00	4	14.40	3	7.84
6.25	4	14.32	3	7.95
6.50	2	15.51	2	8.51
6.75	2	15.53	2	8.38
7.00	4	14.76	2	8.89
7.25	4	14.77	2	9.03
7.50	2	15.16	2	9.15
7.75	2	15.14	2	9.26
8.00	4	14.44	3	7.19
8.25	4	14.36	3	7.08
8.50	3	13.70	2	9.09
8.75	2	15.29	2	9.12
9.00	2	15.85	3	7.26
9.25	3	13.51	3	7.28
9.50	4	14.42	2	8.94
9.75	4	14.33	2	8.93
10.00	4	14.77	2	9.22
10.25	4	14.93	2	9.30
10.50	4	15.75	3	6.59
10.75	4	15.83	3	6.49
11.00	2	14.86	2	9.14
11.25	2	14.73	2	9.13
11.50	3	12.75	3	6.63
11.75	2	14.88	3	6.65
12.00	3	13.47	2	8.81
12.25	2	15.67	2	8.72
12.50	3	14.37	3	6.85