

名古屋工業大学 ○学生員 浅井 慶一郎

名古屋工業大学 正員 松井 寛

1. まえがき

本研究は都市内街路網において、交差点の交通容量を考慮しつつ、街路網への流入交通量が最大となるような信号サイクル及びスプリットを線形計画法を用いて決定しようとするものである。モデル化に当たって、交通流を吸収マルコフ過程に従うと仮定し、流入交通量のOD構成比率を一定とした。

2. 定式化

街路網中に設けられた n 個の交通発生源からの発生交通量を U ($U_1, U_2, \dots, U_n$)とする。街路網中の区間数を l とし、いま発生源から道路区間への推移確率を与える ($n \times l$) の推移確率行列を Q_1 、道路区間相互間の推移確率 (具体的には交差点での直進右左折率) を与える ($l \times l$) の推移確率行列を Q_2 とすれば、吸収マルコフ過程の性質により、各道路区間交通量 X ($X_1, X_2, \dots, X_l$) は次式で与えられる。

$$X = U Q_1 (I - Q_2)^{-1} \quad (1)$$

ここに、 I は単位行列である。

次に、街路網に設けられた n 個の交通吸収源への吸収交通量を V とすれば、次式が成立する。

$$V = U \{ R_1 + Q_1 (I - Q_2)^{-1} R_2 \} \quad (2)$$

ここに、 R_1 は発生源から直接吸収源へ推移する ($n \times n$) の推移確率行列、 R_2 は道路区間から吸収源への推移を表す ($l \times n$) の推移確率行列である。いま、各状態間の推移確率を一定と仮定すれば、 $R_1 + Q_1 (I - Q_2)^{-1} R_2$ は一定となるので、 U の発生比率を一定とすれば、OD構成比率が固定される。すなわち、

$$\frac{U_i}{\sum_i U_i} = \alpha_i \quad (3)$$

次に、各交差点の信号サイクルを共通サイクルとし C とする。すると、区間交通量は次式を満足しなければならない。

$$X_i C \leq G_i S_i \quad (4)$$

ここに、 G_i は道路区間 i の下流側交差点の i 方向の青時間、 S_i は同じく i 方向の飽和交通流量である。また、各交差点ごとに交差する i, j 方向の青時間を G_i, G_j 、1サイクル当たりの損失時間 (クリアランス時間) を l とすれば、次式が成立する。

$$G_i + G_j + l = C \quad (5)$$

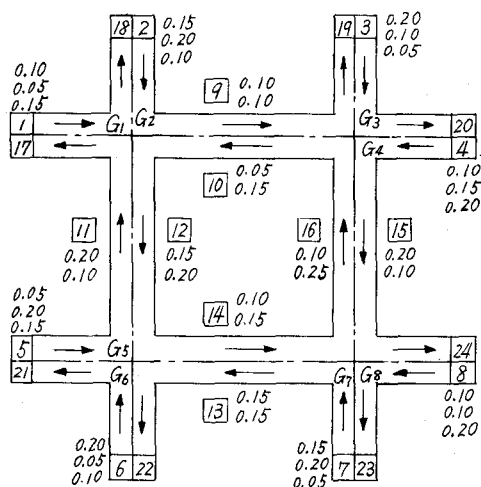


Fig 1. 各区間交通流の右左折率

(上段が右折率、中段が左折率、下段が α)

よって、問題は式(1),(2),(3),(4),(5)の下に、総発生交通量を最大にすることである。

$$Z = \sum_i u_i \rightarrow \max \quad (6)$$

上記の問題は制約条件式が u_i, G_i について線形であり、線形計画法によって解が得られる。

3. 計算例

Fig 1. のような街路網を計算例として取り上げた。交差点での右左折率及び発生交通量比率 α_i を Fig 1. 中に示した。街路網は左右方向がそれぞれ片側3車線、上下方向が片側2車線とし、1車線当たりの飽和交通流量を1800台/時とした。また、1サイクル中の損失時間 ℓ はどの交差点においても共通に10秒と仮定し、2現示制御を前提として解を求めた。

Fig. 2. は信号サイクルを色々に変えたときの目的関数 Z の変化を表わしている。

図からわかるように、交通処理量最大という観点からみれば、信号サイクルは常用サイクルの範囲で最大のサイクルを用いればよいことがわかる。Table 1. には信号サイクルと計算で得られた最適青時間の関係が示されている。Table 2. は共通信号サイクルを100秒としたときの交通処理量最大となる区間交通量が示されている。また、このときのOD交通量をTable 3. に示す。

4. あとがき

本モデルでは、推移確率及びOD構成比率などは仮定した値を用いており、実際の街路網への適用には、実測値より推定して与えることが考えられ、今後の課題としたい。

参考文献

奥谷蔵, 霜田宜久「街路網における複数信号機の周期およびスプリットの最適化」土木学会論文報告集1975年

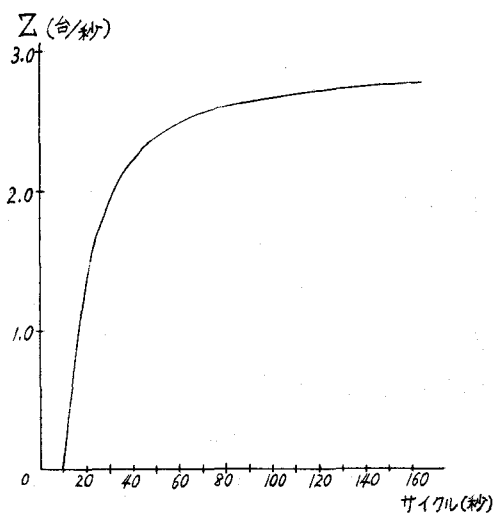


Fig 2. サイクルと目的関数の関係

CYCLE	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	3.5	6.5	6.0	4.0	3.0	7.0	6.0	4.0
30	6.9	13.1	12.1	7.9	5.9	14.1	12.1	7.9
40	10.4	19.6	18.1	11.9	8.9	21.1	18.1	11.9
50	13.9	26.1	24.1	15.9	11.9	28.1	24.1	15.9
60	17.3	32.7	30.2	19.8	14.9	35.1	30.2	19.8
70	20.8	39.2	36.2	23.8	17.8	42.2	36.2	23.8
80	24.3	45.7	42.2	27.8	20.8	49.2	42.2	27.8
90	27.7	52.3	48.3	31.7	23.8	56.2	48.3	31.7
100	31.2	58.8	54.3	35.7	26.8	63.2	54.3	35.7
110	34.6	65.4	60.3	39.7	29.7	70.2	60.3	39.7
120	38.1	71.9	66.4	43.6	32.7	77.3	66.4	43.6
130	41.6	78.4	72.4	47.6	35.7	84.3	72.4	47.6
140	45.0	85.0	78.4	51.6	38.7	91.3	78.4	51.6
150	48.5	91.5	84.5	55.5	41.6	98.4	84.5	55.5

Table 1. サイクルごとの各信号機の青時間

$Z=9638$

1	2	3	4	5	6	7	8
1446	964	482	1928	1446	964	482	1928
9	10	11	12	13	14	15	16
1504	1684	776	1073	1133	850	1466	1955
17	18	19	20	21	22	23	24
984	1504	1522	770	969	1685	1511	660

Table 2. 各区間交通量

O \ D	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	48	42	1311	21	62	30	62
2	221	0	14	311	141	407	11	150
3	237	9	6	196	6	19	243	344
4	869	36	50	1	24	70	52	96
5	61	136	37	83	0	50	37	1087
6	117	506	16	237	72	0	14	296
7	71	68	63	68	659	98	0	291
8	233	19	250	158	107	33	48	6

Table 3. OD交通量