

IV-24 通過帯法における系統制御路線の分割制御

山口大学工学部 正 員 ○久井 守
建設省中国地建 岡本 哲典

1. はしがき

系統式信号制御のオフセットを通過帯幅最大化原理にもとづいて最適化することが以前から行われている。この通過帯幅最大化制御は、理論的には必ずしも円滑な交通を保証するものではないが、軽交通の条件下では、遅れ最小の観点からみても比較的優れた制御になり得る。また実際、通過帯を基礎として系統化の検討を行うことも多いと思われる。この通過帯法によって系統制御のオフセット最適化を行う場合、対象路線の交差点数が多くなると、得られる通過帯幅が次第に小さくなる。したがって、交差点数が多い場合には、全体を1つの系統化路線として通過帯幅最大化制御を行うより、対象路線をいくつかのサブエリアに分割して、それぞれのサブエリアごとに通過帯幅最大化制御を行う方が全体として制御効率が向上するのではないかということが1つの検討課題として考えられる。したがって、ここではDPの手法によって系統化路線を最適分割し、各サブエリアの最適オフセットと最適周期を求める1つの方法を提案する。

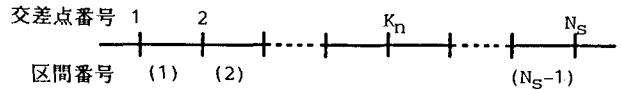
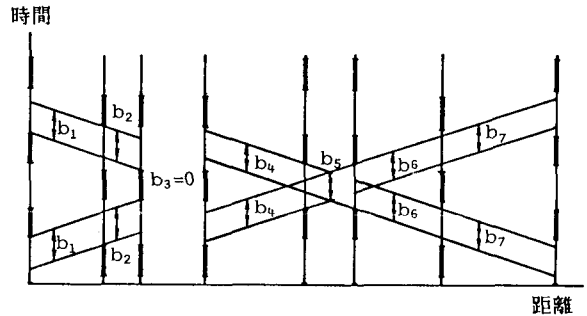
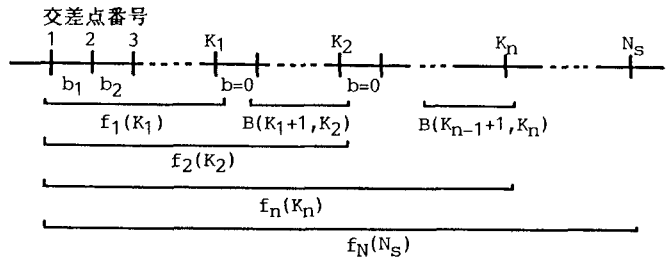


図-1 DPの対象路線

図-2 信号区間kの通過帯幅 b_k の定義

2. 最適分割の定式化

いまサブエリア分割の対象路線として、図-1に示すように N_S 個の信号交差点からなる路線を考える。各信号区間の距離および速度、各信号のスプリット、および最小周期は与えられたものとする。対象路線を N 個のサブエリアに最適分割するための目的関数 J を次のように定義する。

図-3 関数 $f_n(K_n)$ および $B(K_{n-1}+1, K_n)$ の意味

$$J = \sum_{k=1}^{N_S-1} b_k \quad (1)$$

ここに b_k は信号区間 k の通過帯幅である。ただし信号区間 k で通過帯が分断される場合は $b_k=0$ とする。図-2はサブエリアが2つ($N=2$)の場合の通過帯を時間距離図に示し、また b_k の定義を示している。式

(1)をDPの関数方程式で表すと次の式(2)～(4)のようになる。 $n=1$ の場合は

$$f_1(K_1) = B(1, K_1) \quad (K_1=2, 3, \dots, N_S) \quad (2)$$

である。ここに $B(1, K_1)$ は交差点1～ K_1 の間の (K_1-1) 区間の連続通過帯の合計幅であり、

$$B(1, K_1) = \sum_{k=1}^{K_1-1} b_k = (K_1-1)b_1 \quad (3)$$

である。 $n \geq 2$ の場合は

$$f_n(K_n) = \max_{K_{n-1}} \{f_{n-1}(K_{n-1}) + B(K_{n-1} + 1, K_n)\} \quad (K_n = 2n, 2n+1, \dots, N_S) \quad (4)$$

である。ここに $f_n(K_n)$ は交差点1～ K_n を n 個のサブエリアに最適分割したときに得られる各信号区間の通過帯幅の合計の最大値である。 $f_n(K_n)$ および $B(K_{n-1} + 1, K_n)$ の意味は図-3に示すとおりである。

3. 計算例

図-4に示す15交差点からなる路線を対象として計算を行う。各交差点のスプリット・最小周期および区間距離などの道路・交通条件は図のように与えられているものとする。周期の上限値は120秒とする。各サブエリアの周期は各交差点の最小周期の最大値より大きく、周期の上限値より小さい範囲を10秒きざみで探索し、通過帯幅 b を最大にする周期を求める。各サブエリアの通過帯幅最大化オフセットは適当な方法で求めればよいが、ここでは計算表に基づいて比較的単純に求めることができる高田らによる方法¹⁾をサブルーチン化して

おき、これによって求めた。高田らによる方法は信号区間ごとに異なる速度を与えることができるが、上下両方向の速度が等しいという条件で、基本的には平等

オフセットを求めるものである。計算結果を表-1に示す。全交差点を1つにまとめて制御する場合は $n=1$ の表より $K_1=15$ の行をみて、周期120秒で制御すると通過帯幅 $b=0.186$ 、目的関数値 $f_1(15)=2.606$ が得られる。対象路線を2つのサブエリアに分割する場合は、 $n=2$ の表より $K_2=15$ 、 $K_1=6$ 、 $T_2=90$ 秒が得られ、 $n=1$ の表より $K_1=6$ の行をみて $T_1=100$ 秒が読みとれる。したがって交差点1～6を周期100秒、交差点7～15を周期90秒で制御すれば、目的関数値 $f_2(15)=3.519$ が得られる。なお交差点1～6のサブエリアの通過帯幅は0.333、交差点7～15のサブエリアの通過帯幅は0.231である。3分割の場合も同様にして求めることができる。それを図-5に示す。

4. むすび

通過帯法における系統制御路線のサブエリア分割問題をDPによって最適化できることを示した。目的関数や制約条件はかなり柔軟に組み込むことができるので、今後これらの点について検討することが重要である。

参考文献 1) 高田 弘・栗本 譲：系統信号方式による街路交通制御に関する一考察，土木学会論文集，第124号，pp. 11～20，昭和40年12月

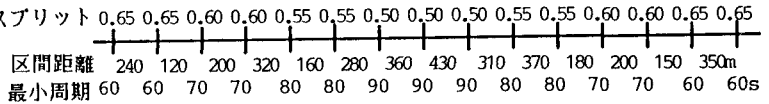


図-4 計算対象路線

表-1 計算例

K_n	$f_n(K_n)$	b	T_n
2	0.483	0.483	60.0
3	0.871	0.436	70.0
4	1.050	0.350	100.0
5	1.333	0.333	100.0
6	1.667	0.333	100.0
7	1.522	0.254	90.0
8	1.517	0.217	120.0
9	1.733	0.217	120.0
10	1.950	0.217	120.0
11	2.167	0.217	120.0
12	2.383	0.217	120.0
13	2.600	0.217	120.0
14	2.419	0.186	120.0
15	2.606	0.186	120.0

$n = 2$

K_n	$f_n(K_n)$	b	T_n	K_{n-1}
4	0.944	0.461	120.0	2
5	1.280	0.408	80.0	3
6	1.638	0.383	80.0	3
7	1.664	0.331	120.0	6
8	2.000	0.333	90.0	6
9	2.167	0.250	120.0	6
10	2.417	0.250	120.0	6
11	2.667	0.250	120.0	6
12	2.917	0.250	120.0	6
13	3.167	0.250	120.0	6
14	3.287	0.231	90.0	6
15	3.519	0.231	90.0	6

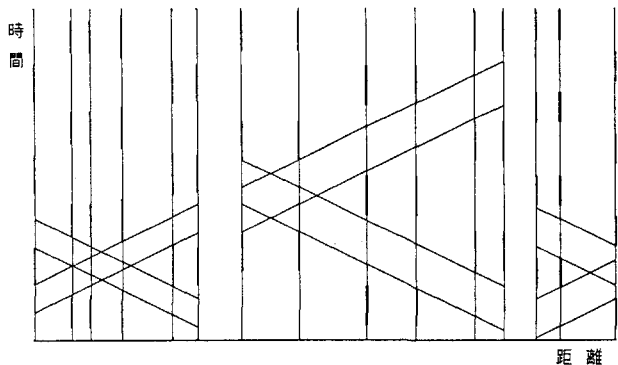


図-5 計算例 (N=3の場合)