

信号交差点網のシミュレーション

京都大学工学部 正員 米谷栄二

京都大学工学部 正員 〇明神 証

1. まえがき

一定時間内に信号交差点網上の各交差点で発生する交通流ののべ停止時間を尺度として信号機による交通制御効率を比較することができる。現実の問題としては、交通量の時刻変動、走行性能の相異、右左折率等を考慮にいれた交通制御が要求されるのであるが、ここではそれらの諸要因を無視して、網外からの交通流入・網内の信号交差点における挙動、網外への流出の過程をさわめて単純にモデルした場合について2,3の計算結果を報告する。

2. モデル

設定した網のモデルは、正方形上の各頂点に信号交差点があるもっとも簡単なものである。入力として与えるものは網外から各交差点に流入してくる交通流(合計の方向)、信号周期、スプリットおよびオフセットである。網外から流入してくる交通流は車群を形成しており、車群長・車群間隔・速度・密度はそれぞれ一定の値をもっている。交差点における右左折はないものとする。網外からの流入車群が信号交差点に到着して、停止・発進をおこなう状況を右の図に示す。斜線部分は赤信号のために車が停止していることを示しており、その面積が停止時間に相当する。線分(1)、(2)はそれぞれ停止波、発進波のつたわる状態を示している。また、車群の走行速度および密度はすべての車群について一定とし、発進後の時間によって変らないものとする。

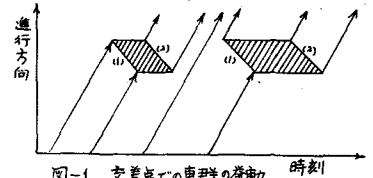


図-1 交差点での車群の挙動

3. 演算手順

演算の主要部分である1方向路線上の一般的な演算手順を示す。交差点 i からつぎの交差点 $(i+1)$ への車群の到着時刻は、 i からの発進時刻、速度が与えられれば計算される。 $(i+1)$ の信号特性(周期、スプリット、オフセット)に応じて、通過、停止、発進などによる車群の分合流をおこなう、停止時間を面積として計算する。つぎの交差点にさらに進むには、 i を $(i+1)$ とすればよい。この手順をすべての車の進行方向についてくり返し進行し、各方向についてえられた面積の総和がのべ停止時間である。

信号交差点網の基本的な性質をしるために設定した上述のモデルに対して、つぎのページに示すフローチャートによって演算手順をのべておく。

- (1) 各方向に対して一定数の車群を与え、その長さ、間隔、速度、密度を定めておく。
- (2) ある信号特性のパターンのもとで、交差点1, 2, 3, 4から流入した車群がすべて流出し終るまで面積計算をおこなう。面積の総和を求める。
- (3) 信号特性のパターンをかえて同じ面積計算手順をくり返す。たとえば、4つの信号がともに周期80秒で互いに独立に20秒ずつずらせば、 $4! = 24$ とありのくみあわせを

検討することになる。

- (4) それぞれのオフセットの組み合わせのみならず、信号周期、スプリットなど、その他の信号特性についても組み合わせを考え、検討する必要がある。

4. かんたんな演算例

- (1) 演算モデル 演算に採用したモデルの条件をつぎに示す。

信号周期: 4つの信号周期ともに80秒としたが、各信号のスプリットについては後に示すように2, 3の異なる値を採用してそれぞれをその性質を比較検討する。

車 群: 外周上の交差点に外側から入ってくる車群については2車群をとり、車群長40秒、車群間隔40秒とした。

その他: 網に付帯するその他の条件をつぎのごとく定める。

交差点間距離 500 m

交差点間速度 10 m/sec

密度 { 走行時 0.06 1/m
停止時 0.2 1/m

衝撃波の伝播速度 { 走行時 0 m/sec
発進時停止時 -4.3 m/sec

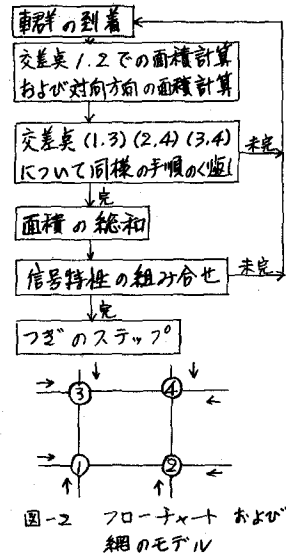


図-2 フローチャート および 網のモデル

(2) 演算結果

- (a) 4つの信号とともに周期80秒で青時間40秒、赤時間40秒のとき、各信号のオフセットの組み合わせを20秒ずつずらしたときの停止時間の総和を最少とする組み合わせを表-1に示す。ここに、オフセットについては基準時刻0秒に対する各信号周期のずれ(秒)で表わす。このようにして与えられた交通量および道路条件にしたがってそれぞれの場合における最適信号特性の組み合わせが得られる。

表-1 最適信号周期の組み合わせ

基準時刻0に対するずれ			
第1信号	第2信号	第3信号	第4信号
0	40	40	20
20	60	60	20
40	0	0	40
60	20	20	60

- (b) 流入車群および道路条件が同じで、各

信号周期のスプリットのみを変化させたとき、網全体からみた停止時間の総和を比較すると表-2のようになる。表-2より演算に採用した諸条件のもとでは各信号の青時間と赤時間の差が大きくなるにつれて、網全体からみた停止時間の総和は大きくなり、信号の処理効率は悪くなるようである。

表-2 スプリットを変化させたときの演算結果一例

基準時刻0秒に対するずれ	青時間赤時間第1信号	青時間赤時間第2信号	青時間赤時間第3信号	青時間赤時間第4信号
0 0 0 0	2 40 40	2 40 40	2 40 40	2 40 40
20 0 0 0	3 40 40	3 40 40	3 40 40	3 40 40
40 0 0 0	4 40 40	4 70 10	4 60 20	4 60 20
0 20 0 0	144 × 10 ³	603 × 10 ³	278 × 10 ³	278 × 10 ³
20 20 0 0	129 (m.Sec)	586 (m.Sec)	263 (m.Sec)	263 (m.Sec)
40 20 0 0	115	615	268	268
60 20 0 0	129	604	275	275
0 40 0 0	129	604	274	274
20 40 0 0	127	588	266	266
40 40 0 0	115	615	270	270
60 40 0 0	115	594	265	265

以上をきわめて単純なモデルについての計算結果にすぎないが、今後種々の交通パターン・信号パターンについて検討を加え、信号網の基本的な性質を明らかにしていきたい。