

オフセット最適化システムの開発

—最適化手法とモデルの検討—

日立製作所日立研究所	正会員	井上 健士
〃	非会員	横田 孝義
日立製作所大みか工場	非会員	佐野 豊
茨城日立情報サービス	非会員	井上 健一

1. まえがき

オフセットとは¹⁾、一般道路の隣り合う信号機の青時間の開始のずれ時間であり、この値は交通の円滑化に大きく作用する²⁾。従来このオフセットの値の設計には、TRANSYT³⁾と呼ばれる設計支援ツールが用いられることがあった。このTRANSYTは、車を車群としてとらえ、タイムスキャン方式で車群の伝搬を予測する方式である。しかし最適化アルゴリズムが最急降下法であるため、局所最適解に陥りやすいこと、閑散交通しか取り扱えないという制約があった⁴⁾。

そこで本研究では、重交通でも取り扱え、最適化に遺伝的アルゴリズム⁵⁾を組み込み局所最適解に陥らないようにした新しいオフセット最適化システムを開発した。

2. オフセット計算のためのモデル

2.1 重交通モデル

TRANSYTで使用するモデルは、閉散交通を想定している。このため、重交通でも適用でき、かつ高速に計算できるモデルが望まれる。以下この交通流のモデルについて説明する。

本モデルの道路ネットワークは、一系統で上り下りの車線が有る場合とする。ここで、到着の交通を一様分布とし、車の状態を発進と停止の2値と単純化した。これを図1を用い説明する。

次の論理で車は走行する。

○走行している車は、前方に停止車両かまたは赤信号があれば、停車間隔距離Dまで接近し停止する。

○車が停止している状態で、前方の車が停止から発進の状態に移った場合一定の発進遅れを実現するために、

前方の車の車間距離が走行速度と車頭間隔時間の積 $v_{\max} h$ になるまで待つて、車が発進する

この結果、車が発進から停止の状態に移る停止波¹⁾、及び車が停止から発進の状態に移る発進波¹⁾が再現できることになる。

また車線が複数ある場合には、車頭間隔時間及び停車間隔距離を車線数で割ることにより等価的に扱うことが出来る。

2.2 閑散交通モデル

閑散交通時には脇道からの流入、停止波、停止波の影響を無視することができる。このため閑散時のモデルは、従道路からの流入出が無いものとし、更に車が停止するときの停車スペースを0とした。また車の発生地点では、サイクルの1周期分の車の発生の計算のみを行うとする。この場合、車の停車間隔距離が0のため、車の停止判定は交差点のみを意識すれば良く、計算を高速に行うことができる。

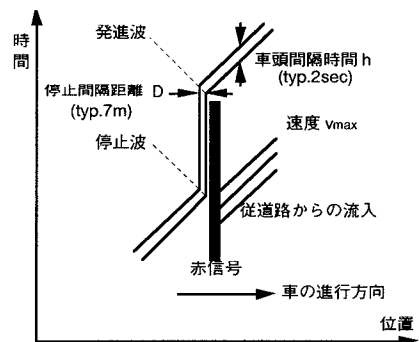


図1 車の発進、停止

3. 最適化アルゴリズム

TRANSYTでは最適化アルゴリズムに最急降下法を使用している。このため局所最適解に陥りやすく良好な結果が得られない場合があった。そこで本研究では、大域的最適解が得られ易い最適化アルゴリズムとして遺伝的アルゴリズム（以下GAと呼ぶ）を採用した。以下最急降下法とGAの比較を行う。対象路線を交差点数13の表1の直線道路とする。次にこの路線に対し、それぞれ初期状態（全ての信号機のオフセットを0）と、最急降下法、GAのみ、GAを用いた後最急降下で微調整を行い求めたオフセットパターンによる旅行時間と停止回数の比較を行う。ここでGAの試行回数は、閑散交通モデルでは1000世代、重交通モデルで400世代とし、遺伝子数を24とした。また最急降下は値が収束するまで試行した。更に、発生交通量を端点にのみ与え、近飽和状態である20台/サイクルとした。また評価関数は次式とした。

評価関数=旅行時間(秒)+30×停止回数(回) …(1)

この結果を図2に示す。ここでの計算時間は、WSをHITACHI3050RX（120MIPS相当）で使用した結果、閑散モデルでは、GAは1世代の計算で225msec、最急降下法は1回の値の更新で147msecであった。また重交通モデルではGAは1世代の計算で1130msec、最急降下法は1回の更新で640msecであった。

この結果より、GA法が最急降下法よりも優れていることがわかる。またGA法では細かな調整がききにくいことにより、GA法を行った後最急降下法を適用すると効果的であることがわかる。

次にこの結果が、妥当かどうかを判定するために、詳細なミクロシミュレータによる評価を行う。ここでミクロシミュレーションのモデルは、車の加減速を行う際のドライバーの反応の遅れのモデルと、前方が空いているときにはドライバーは加速を早め、前方が混んでいる場合にはドライバーは減速を早める心理的なモデルを導入した⁶⁾。また、前方車の車間距離と速度の関係を比例とし、制限速度でリミッタがかかっているものとする⁷⁾。シミュレーションを行った結果を図3に示す。

この図3の結果より、重交通モデルとミクロモデルの旅行時間が1%以内、停止回数が16%未満の一致が見られ、重交通モデルが交通の状態を再現できていることがわかる。また重交通モデルで最適化した結果のオフセットを、ミクロシミュレーションで行った評価では、重交通モデルでの結果とほぼ同じ結果が得られた（初期状態に対し旅行時間16%の低減、停止回数36%の低減）。

一方、閑散モデルでは、交通状況が近飽和状態であるため、旅行時間及び停止回数の不一致が見られる。しかし、閑散モデルで最適化した結果のオフセットは旅行時間においては効果が出ている。

4. おわりに

TRANSYTにはなかった、重交通での取扱い、最適化手法の強化を計った新しいオフセット最適化システムの開発を行い、その評価を行った。その結果、従来の最急降下法よりも旅行時間、停止回数ともに優れた解を得ることができた。またミクロシミュレーションで評価した結果、重交通の車の走行モデルが、ミクロシミュレーションモデルと遜色の無いモデルであることを確認した。

参考文献

- 1) (社) 交通工学研究会: "交通信号の手引き", (社) 交通工学研究会 平成6年7月第1版発行
- 2) 八幡: "交通管制的信号制御を考える(3) オフセットの自動生成についてのアプローチ", 交通管制施設協会 NO.47 H7.9 pp.46-50
- 3) Robertson: "A Traffic Network Study Tool", Road Research Laboratory Report, LR253, Crowthorne, 1969.
- 4) 北野: "遺伝的アルゴリズム", 人工知能学会誌 1991 vol.7, no.1, pp.26-37.
- 5) Payne: "Models of Freeway Traffic and Control", Proc. Mathem. of Publ. Syst. Simul. Control. Vol.1, No.1, pp.51-61 1971
- 6) 越ほか: "渋滞時の交通流現象に関する研究", 土木学会論文報告集, 第306号, 1981年2月, pp.59-70
- 7) 池之上: "信号時間を決めるシミュレーションの働きとその動向", 日本の科学と技術 9-10 No.241 Vol.27 pp.38-46 1986.

		サイクル110秒 系統速度50km/h												
交差点番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
青時間(秒)		47	62	62	65	60	67	57	77	61	61	67	65	65
交差点間の距離(m)		390	170	220	480	440	530	600	550	280	410	360	390	

表1 路線データ

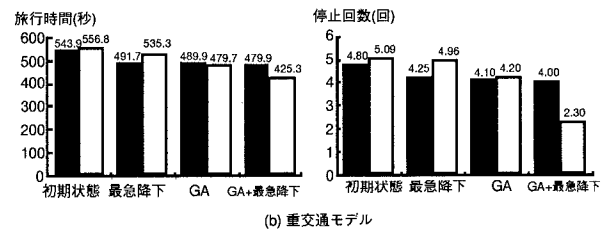
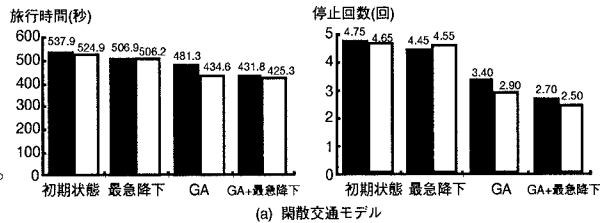


図2 各手法の比較

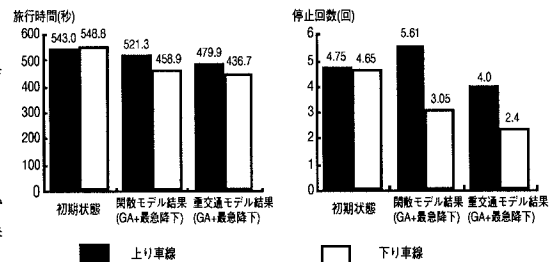


図3 ミクロシミュレーションでの比較