

山口大学大学院 学生員 ○小田原 正和

山口大学工学部 正 員 久井 守

1. はじめに

系統式信号制御では、周期、オフセットおよびスプリットの3つの制御パラメータがあるが、本研究ではスプリットは与えられたものとし、周期とオフセットを未知数として、遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm, GA）を適用し同時最適化を試みた。最適化の評価指標は系統区間主道路方向の総遅れ時間とする。遅れ時間はTRANSYT交通流モデルで求める¹⁾。TRANSYTは1周期を50分割したヒストグラムで車群パターンを表現し、リンク走行中の拡散を考慮した交通流モデルである。最適化にGAを適用した理由は、局所解を避け全体的最適解を探索することを意図したためである。簡単な計算例によって、GAの最適周期探索能力を調べ、またGAの高機能化についてもいくつか試みた。

2. 系統リンクの周期とオフセット

孤立した2信号1リンクでは、通過帯幅を最大にする周期 T^* は次式で与えられる。

$$T^* = \frac{2D}{nV} \quad (1)$$

ここで n は自然数、 D はリンク長（m）、 V は系統速度（m/s）である。また n が奇数のときは交互式、 n が偶数のときは同時式とするのが基本オフセットである。この周期とオフセットは一定の条件下では遅れ時間最小の観点からみてもよいパラメータとなる。

3. GAによる問題の設定

GAは確率的探索による解法であり、組み合わせ最適化問題に適しているとされている。本研究では、Fig.1に示すようにオフセットと周期を2進数でコーディングして、それを個体（線列）とする。オフセットの単位は周期 T を50等分した ΔT とする。オフセットは0～49の値をとるので2進数6桁で表現し、周期は2進数8桁で表現する。適応度関数はTRANSYTモデルで求めた遅れ時間 d の逆数と

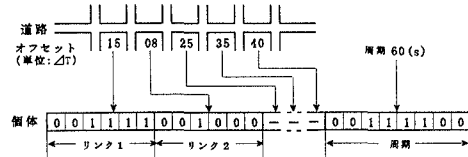


Fig.1 2進数によるコーディング

した。また次式のスケーリングによって、最終的に適応度 f を定義した。

$$f = (100/d)^4 \quad (2)$$

このスケーリングによって適応度の大きさを拡大している。

遺伝的処理としては、①交叉、②再生産、③突然変異を用いた。淘汰方法としてはエリート保存方式と、各個体の適応度に比例した確率で選択する適応度比例方式を用いた。交叉確率は70.0%、再生産確率は29.5%、突然変異確率は0.5%とした。

4. GAの高機能化

GAによる解法は、基本的には遺伝的処理の繰り返しからなっているが、解の探索能力を改善するには対象とする問題の特性を考慮に入れることが重要である。そこで遅れ時間最小化と収束世代数という2つの観点から、GAの探索能力を改善し、演算速度を向上するために次のようなモデルで計算した。

モデル1：初期集団への優秀な線列導入モデル

浦田ら²⁾は、経験的に良好と思われる線列を初期集団に導入することを提案している。本研究では、集団内の初期個体のうち12個については40秒から150秒まで10秒刻みの周期と、孤立1リンクの最適オフセットである基本オフセット³⁾を与える。

モデル2：収束判定改善モデル

これまででは、集団内の適応度の平均値の変化が3世代連続して、 0.1×10^{-4} 以下になった場合が設定した世代数に到達した場合を収束としていた⁴⁾。その結果、遅れ時間が改善されないまま計算を続ける

結果となっていた。したがって、これまでの収束条件に加え、10 世代連続して遅れ時間が更新されない場合にも計算を終了するようにした。

モデル3：高適応度個体抜粋方式³⁾

高適応度個体抜粋方式は、適応度の低い個体を集団から淘汰する方式である。淘汰は、次の淘汰基準以下の個体を削除することによって実行した。

淘汰基準＝(最良個体の適応度)×(淘汰割合)

融合モデル：モデル1，2，3を融合したモデル

周期とオフセットを乱数処理して与えた乱数発生モデルと上記4モデルを比較して、GA の高機能化の効果について検討を行った。

5. 計算結果

まず11 信号10 リンクの系統区間について、共役勾配法の一つであるFR 法とGA の比較を行ったが、GA の方がすぐれた解を探索することができた。

次に対象区間を6 信号5 リンクとし、リンク長を一定にして、GA によって式(1)を満たすような最適周期が得られるかどうか調べた。ここでのGA の計算回数は20 回とし、 $V=12$ (m/s)とした。収束世代数は、100 世代に到達するまでとした。計算結果をFig.2 に示す。この図より各リンク長において、最適周期50 秒、60 秒および70 秒の周辺に解が得られていることがわかる。また最適周期に近いほど遅れ時間が小さくなっている。

最小遅れ時間と平均収束世代数について乱数発生モデルと高機能化モデルの比較を行った。その結果をそれぞれFig.3 およびFig.4 に示す。Fig.3 から判断すると、高適応度個体抜粋方式を採用すれば最もすぐれた解を探索することができる。Fig.4 からみると、融合モデルおよび収束判定改善モデルによれば、乱数発生モデルの1/3 以下の世代数で収束することができる。

これらの結果を総合的に考えると高機能化モデルを適用すれば、GA の探索能力を向上させることが可能であると考えられる。また初期個体を乱数発生するよりも何らかの知識を導入したり適切な淘汰処理を行った方が、GA の探索能力を高めることができることがわかった。しかし各処理ともそれぞれに長所、短所があるために、モデルを融合して用いる場合には、そのバランスを考慮することが必要であると考えられる。

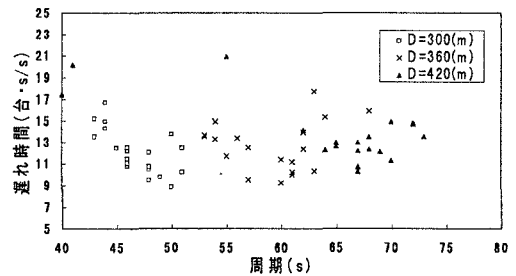


Fig.2 周期と遅れ時間の関係

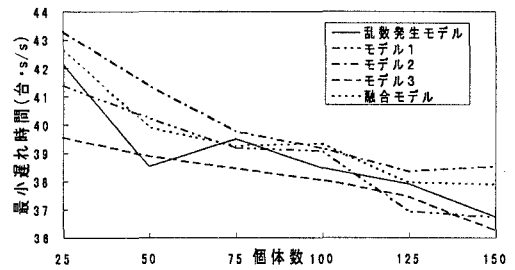


Fig.3 5モデルによる最小遅れ時間の比較

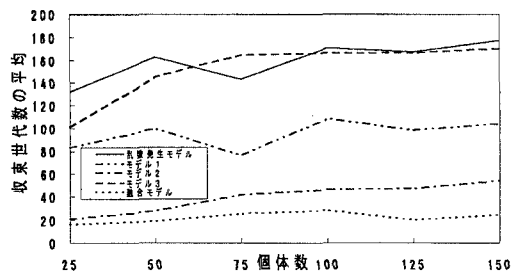


Fig.4 5モデルの平均収束世代数の比較

6. おわりに

本研究では、系統信号系の周期とオフセットの同時最適化にGA が適用できることを示し、いくつかの計算例を示した。またGA の高機能化についても検討を行った。今後の課題としては、さらに計算効率を高め、少ない計算量で最適解を求めることがあげられる。

参考文献

- 1) D.I. Robertson : TRANSYT, RRL Report LR253, 1969 年
- 2) 浦田, 有村, 田村, 梶谷, 斎藤 : GA を用いた複数モードのスケジューリング, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp.821-826, 1996 年
- 3) 高田弘, 栗本謙 : 系統信号制御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.12-20, 1965 年
- 4) 河村圭, 久井守, 高橋昌之 : GA の系統信号制御最適化への適用性, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp.89-92, 1995 年
- 5) 米沢保雄 : 遺伝的アルゴリズムー進化理論の情報科学ー, 森北出版, p.104, 1993 年