

GAによる系統信号系のオフセット最適化

山口大学工学部 正 員 久井 守
 広島県庁 正 員 高橋昌之
 山口大学大学院 学生員 ○河村 圭

1. はじめに

交通信号を互いに関連づけて制御する系統制御では、制御パラメータとして信号周期、現示率およびオフセットがある。このうち本研究では、制御効率に最も大きな影響をもつオフセットに着目し、その最適化に遺伝的アルゴリズム（以下GAと呼ぶ）を適用し、その適用性について検討を行った。オフセットは、隣接信号間の青開始時点のずれと定義する。オフセットの最適化は遅れ時間最小化を基準とした。

2. GAの適用

2.1 概要

GAは、生物進化の原理に着想を得たアルゴリズムであり、確率的探索・学習・最適化の一手法と考えることができる。GAの最大の特徴は、「個体（遺伝子）」を実際に「進化」させることにより、適応度を向上させることにある。対象とする問題は、遺伝子の形で表現される。GAの遺伝子は記号列であり、適応度関数は個体の優劣を評価する関数である。GAでは、このモデル化に基づいて遺伝子の初期個体集団を発生させ並列的に解の探索を行う。さらに遺伝的操作（選択・交叉・突然変異・再生産）を繰り返すことによって、解の探索効率を高める。

2.2 モデル表現

(1) コーディング方法

本研究ではオフセットを2進数表現する方法と10進数表現する方法を用いた。Fig. 1は、2進数によるコーディング方法である。オフセットの単位は信号周期(s)の1/50すなわち $\Delta T=T/50$ とする。したがってオフセットは、0～49の表現となる。このとき、0～49の表現を越える致死遺伝子を持つ個体は淘汰されるようにした。

(2) 各個体の適応度の評価

適応度関数として遅れ時間の逆数を取り、適応度関数の値が大きいほど適応度が高いとした。

$$f = \frac{1}{d}$$

ここで、 f は適応度の値、 d は遅れ時間（台・s/s）である。遅れ時間はTRANSYT交通流モデルによるシミュレーションで求めた。また適応度の差を拡大・縮小するスケーリングを適用した。

$$f' = (100 \times f)$$

ここで、 f' はスケーリング後の適応度関数の値、 f はスケーリング前の適応度関数の値である。このスケーリングを行うことにより、GAの収束が早まりよりよい解を導く効果があった。

3. GAの遺伝的操作

本研究では、①選択、②交叉、③突然変異および④再生産の4つの遺伝的操作を用いた。①選択では、集団の中での適応度の分布に基づき、次のステップで交叉、突然変異および再生産を行う個体の生存分布を決

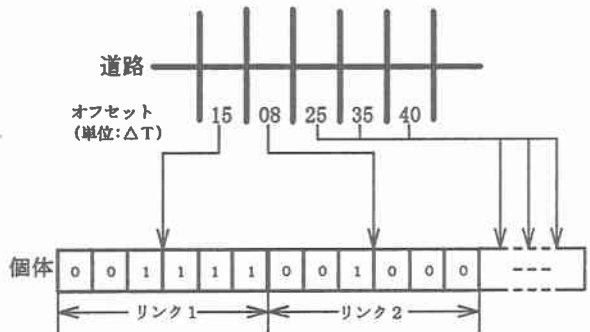


Fig.1 2進数によるコーディング方法

定する。本研究では、各個体の子孫はその適応度に比例した確率で選ばれる適応度比例戦略を用いた。②交叉は、2つの親の遺伝子を組み替えて子の染色体を作る操作である。本研究では、交叉する位置をランダムに1つ決め、そこを境に2つの染色体間で遺伝子を交換する単純交叉を適用した。③突然変異は、遺伝子を一定の確率で変化させる操作である。本研究では、突然変異を起こす遺伝子をランダムに決定し、その遺伝子の変換を行った。④再生産は、親の遺伝子を組み替えることなくそのまま子に遺伝子を伝える操作である。

4. 計算結果

対象路線は6信号5リンクである。計算手順は、次のとおりである。1) 乱数で遺伝子を決定し初期個体集団を発生させる。2) 各個体の適応度から交叉、突然変異および再生産に参加できる確率を決定する。3) 交叉、突然変異および再生産の中から操作を1つ選択する。4) 個体を選択してその操作を加え次世代の個体を発生させる。5) このようにして次世代の個体集団を発生させ計算停止基準を満足しない場合はステップ2へ戻る。適応度の収束状況をFig. 2に示し、2進数と10進数によるコーディング方法の比較をFig. 3に示す。また共役勾配法の1つであるFR法で求めた最小遅れ時間と比較した代表的な例をFig. 4に示す。FR法では、初期オフセットパターン（同時オフセット、平等オフセット、上り優先オフセット、下り優先オフセット）を与え最適点探索を行い、これらで求めた遅れ時間のうち最小のものを用いた。

以上から、次のことが明らかになった。

- ① この計算例では100世代までの間に適応度の最大値が得られ、それ以上計算を続けてもよりよい解は期待できない。したがって計算停止基準としての世代数は、100世代で十分である。
- ② FR法よりも優れたオフセットの探索が可能である。
- ③ 遺伝子の表現方法は、2進数または10進数によるコーディング方法が可能である。
- ④ GAの最適化能力は、FR法と比較し集団サイズを大きくとれば良好となる。

5. おわりに

本研究ではGAを適用すればよいオフセットが求められることが分かった。しかし、GAでは、集団サイズおよび選択法・交叉・突然変異の割合などパラメータの数が多く、今後はこれらのパラメータについて検討し、初期集団サイズを少なくして最適オフセットを探索できるように改良し、また少ない世代数で収束できるようにすることが課題である。

【参考文献】

- 1) 久井・高橋：遺伝的アルゴリズムの交通制御への適用性について、平成6年度中国四国支部研究発表会

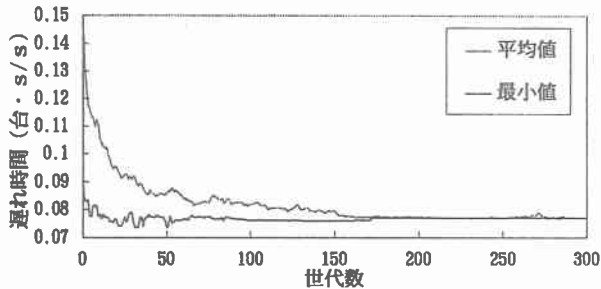


Fig. 2 GAの収束状況

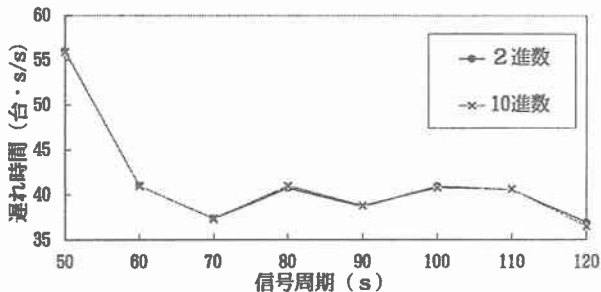


Fig. 3 コーディング方法の比較

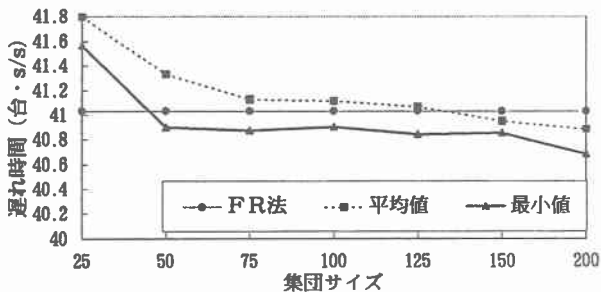


Fig. 4 FR法との比較