

最適化アルゴリズム「チームモデル」の提案

5 L - 6

高濱徹行^{*1}
広島市立大学

阪井節子^{*2}
広島修道大学

1. はじめに

生物進化の原理に着想を得た遺伝的アルゴリズム(GA)は、確率的多点探索の一手法であり、最適化問題の解法として広く使用されている。これに対して社会的あるいは文化的発展の原理に着想を得たアルゴリズムも幾つか提案されている。高橋らは、代議員制による階層的な意志決定の原理に基づく地域モデル[1]を提案し、永川らは、文化の伝達を媒介し文化を進化させる仮想的な自己複製遺伝子であるミームによる進化モデル[2]を提案している。しかしいずれの場合も部分的にGAを採用しており、GAの範疇を越えるものではなかった。

本研究では、チームによる教育の様子をモデル化した新しい最適化手法であるチームモデル(Team Model)を提案する。ある問題を解決する能力や技能などの向上を組織全体として実現する場合、全体が一斉に取り組むと、教育のために大規模な施設が必要になったり、同時に必要な資料が大量になったり、一人一人に目が行き届かなくなったりなどの問題が起きやすい。そこで少人数毎にチームを組んで教育するという方法がよく採用されている。すなわち、「組織の中から何人かの人を選び出して1つのチームを構成し、チーム内で比較的優れた人が教師となり他の人を教えたり、あるいは互いに教えあうことにより、チーム内のレベルを向上させる」ことを繰り返すことによって、全体としてのレベルを向上して行くという方法である。この方法をモデル化したものをチームモデルと呼ぶことにする。チームモデルは集団として能力や技能の向上を目指すため、GAと同様に多点探索手法となる。

2. 用語の定義

チームモデルでは、個人(individual)の集合全

体を組織(organization)とし、組織から選択された人によりチーム(team)を構成する。チーム内で教育(teaching)を行い、各人の能力や技能(以下生産性と呼ぶ)の向上とそれに伴う組織全体の生産性の向上を図る。個人は生産性に関係する幾つの特徴(feature)の並びで記述され、特徴の並びに応じて各個人に対する評価を示す生産性評価値(productivity)が決定する。図1にチームモデルの概要を示す。

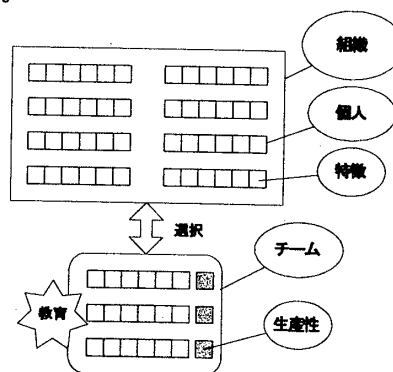


図1 チームモデルの概要

チームモデルを最適化問題に適用する際には、組織を探索点の集合に、個人を一つの探索点に、特徴を目的関数のパラメータに、生産性を目的関数値に対応させればよい。GAと比較すると、組織が個体集団、個人が個体、特徴が遺伝子、生産性が適合度、チームが親、教育が遺伝的操作にそれぞれ対応することになる。

3. チームモデル

チームモデルをアルゴリズム化したものをチームモデルアルゴリズム(TMA)と呼ぶ。以下にTMAの流れを示す。

(1) 組織の構成

初期の全体集合をランダムに構成し、生産性評価値を計算する。

(2) 終了判定

生産性評価値の計算回数あるいは(3)~(4)の繰り返し回数がある値を越えれば終了する。

(3) チームの構成

組織から複数の個人を選択する。GAとは異なる

An Optimization Algorithm "Team Model"

*1 Tetsuyuki TAKAHAMA, Faculty of Information Sciences, Hiroshima City Univ.

*2 Setuko SAKAI, Faculty of Commercial Sciences, Hiroshima Shudo Univ.

り、通常評価値とは無関係にランダムに選択する。また、2人を越える人を選択したり、選択する人数をランダムに決めても良い。

(4) チーム内の教育(teaching)

生産性の低い人をより生産性の高い人が力を合わせて教育(コーチ)したり、生産性の高い人の状態を観察することによりチーム全体としての生産性向上を図る。GAの交叉では、一旦選択されれば評価値については何も考慮しないが、ここでは選択された後に生産性に基づいた操作を行う。

(5) (2)へ戻る

個人の表現としては、数値的なもの以外に記号的なものも考えられるが、ここでは、数値的なもののうちGAと同様の0/1表現について述べる。

4. チーム内の教育

チーム内の教育方法としては、最も生産性の低い人をチーム内の他の人達が教師になって教育する方法や逆に最も生産性の高い人を見習ってチーム内の他の人たちの生産性を向上させる方法などが考えられる。ここでは、前者の方法を採用する。

最も生産性の低い人はより高い人と比較すると悪い特徴を数多く含んでいると考えられる。したがって、最も生産性の低い人の特徴から離れ、より生産性の高い人の特徴に近い方向に新しい特徴を見つければ良い。

チームをTとし、チームTに属する人の特徴ベクトルを \mathbf{x}^i ($i=1,2,\dots,|T|$)、 \mathbf{x}^i のj番目の特徴を x_j^i ($j=1,2,\dots,n$) (n は特徴数)、 \mathbf{x}^i に対する生産性評価を $f(\mathbf{x}^i)$ とすると、最も生産性の低い人 \mathbf{x}^b は以下のように定義できる。

$$\mathbf{x}^b = \operatorname{argmax} f(\mathbf{x}^i) \quad (\text{最大化の場合})$$

$$\mathbf{x}^b = \operatorname{argmin} f(\mathbf{x}^i) \quad (\text{最小化の場合})$$

\mathbf{x}^b からそれ以外の人の平均的特徴である図心方向の特徴を求めればよいが、図心を中心に、 \mathbf{x}^b から遠ざかる鏡映(reflection)と、 \mathbf{x}^b に少し近づく収縮(contraction)の2つの方法が考えられる。これは、Nelder&Meedの非線形最適化手法Simplex法における鏡映、収縮と同様の操作である。ここでは鏡映および収縮を確率的に実現することを考える。鏡映では図心を越えるために \mathbf{x}^b の否定の影響を加え、収縮では図心に近づけるため \mathbf{x}^b の

影響を加えた点 \mathbf{x}^{New} を求めることにする。

$$\text{確率的鏡映: } \mathbf{x}^{\text{New}}_j = \begin{cases} 1 \text{ w.p. } P_j \\ 0 \text{ w.p. } 1-P_j \end{cases}$$

$$\text{確率的収縮: } \mathbf{x}^{\text{New}}_j = \begin{cases} 1 \text{ w.p. } Q_j \\ 0 \text{ w.p. } 1-Q_j \end{cases}$$

$$P_j = 1/|T| (\sum_{i \neq b} x_j^i + x_j^b)$$

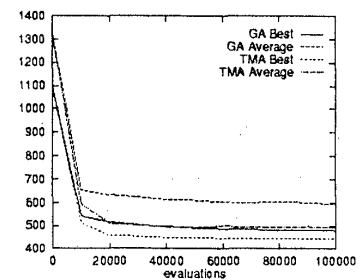
$$Q_j = 1/|T| (\sum_{i \neq b} x_j^i + x_j^b)$$

まず鏡映点の生産性評価値を求め、生産性が向上していれば置換する。向上していなければ収縮点の生産性評価値を求める。生産性が向上していれば置換するが、向上していない場合には、鏡映点と収縮点の良い方と置換する、どちらかの点をランダムに選んで置換する、置換しない、シミュレーテッドアニーリングのようにある確率で置換する、などの方法が考えられる。

5. 実験結果および評価

Oliverの30都市TSP問題において、各都市に5ビットのグレーコードを割り当て、都市の訪問順序をソート方式で求めた。GAでは、GENESISにおいて個体数50、交叉率0.6、突然変異率0.08とし、エリート戦略を用いた。TMAでは、50人から3人をランダムに選択し、生産性が向上しない場合には鏡映点・収縮点の良い方を選択し、確率 P_j, Q_j を1~99%の範囲に限定した。

右図に結果を示す。横軸は個体の評価回数、縦軸は巡回経路の距離であり、30回の実験の平均値を示した。



TMAの方がGAよりも高速により優れた値に収束している。

参考文献

- [1] 高橋文彦, 高濱徹行, 小高知宏: "地域モデルに基づく遺伝的アルゴリズムの提案", 平成7年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, p.356 (1995.9)
- [2] 永川成基, 有田隆也: "動的環境における進化とミームによる学習の相補的適応", 第57回情報処理学会全国大会講演論文集, No.2 (1998.10)