

チームモデルにおけるチームサイズの検討

3Y-2

高濱徹行^{*1}

阪井節子^{*2}

広島市立大学情報科学部 広島修道大学商学部

1. はじめに

我々は、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) を提案した[1]。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。チームモデルは少人数毎にチームを組んで教育するという過程をモデル化したものである。チームモデルは集団として能力の向上を目指すため、遺伝的アルゴリズム (GA) と同様に多点探索手法となる。

チームモデルにおいてチームサイズを全て同じに設定した単純チームモデルと、標準的な遺伝的アルゴリズムである GENESIS とを、幾つかのベンチマーク問題で比較することにより、その有効性を示した[2]。しかし、有効なチームサイズや自己学習率が問題によってかなり異なるため、その選択が困難であるという問題があった。本研究では、異なるサイズのチームが混在し、各チームにより自己学習率が異なるという状況を想定し、その状況下でのチームモデルの振るまいを調べ、有効なチームサイズの組合せについて検討する。

2. チームモデル

チームモデルでは以下のような流れで最適化を行う。(図1参照)

(1) 組織の構成

探索点の全体集合である組織 (organization) を初期化するために、組織の構成要素である個人 (individual) をランダムに生成し、その個人の評価値である能力 (performance) を計算する。なお、個人は特徴 (feature) の並びによって記述される。

(2) 終了判定

能力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し、チーム (team) を構成する。組織を幾つかの部分に分割し、各部分をチームとすることができる。GA とは異なり、通常評価値とは無関係に選択し、通常3人以上の人を選択する。

(4) チーム内の教育

能力の低い人が生徒、能力の高い人が教師となり、教師が生徒を教育する、すなわち、教育操作 (teaching operation) を行う。教育はある期間同じチーム内で行う。GA の交叉は、評価値に依存しない操作であるが、教育操作は能力に基づいた操作である。

(5) (2)へ戻る

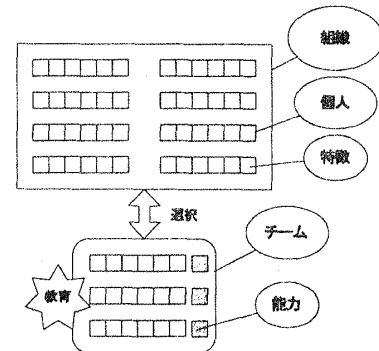


図1 チームモデルの概要

3. チームモデルアルゴリズム

チームモデルには多様なバリエーションが存在する。単純チームモデルは、チームサイズを同一にとり、組織を分割してチームを構成し、個人をランダムに選択し、最も能力の低い人が生徒それ以外が教師となり、同じチームで教育を一定期間行い、教育操作を行っても向上が見られなければ自己学習を行う方法である。

最も能力の低い人 x^l 、最も能力の高い人 x^h は以下のように定義できる。

$$\begin{aligned} \text{最良者: } & x^* = \underset{i}{\operatorname{argmax}} f(x^i) \quad (\text{最大化の場合}) \\ & x^* = \underset{i}{\operatorname{argmin}} f(x^i) \quad (\text{最小化の場合}) \end{aligned}$$

最悪者: $x^b = \underset{i}{\operatorname{argmin}} f(x^i)$ (最大化の場合)
 $x^b = \underset{i}{\operatorname{argmax}} f(x^i)$ (最小化の場合)

チームモデルでは実数表現なども提案されているが、ここではビット表現を説明する。この場合、自己学習は、突然変異と同様に自己学習率に基づきビットを反転する操作となる。教育操作については、最悪者を除いた人の平均的特徴を持つ平均教師を想定し、平均教師を超える強目標へ指導する操作と、生徒が平均教師に近づく弱目標へ指導する2つの操作を用いる。ビット表現では、0か1の2値となるため、確率的に実現する。 x^i のj番目の特徴を x_j^i ($j=1,2,\dots,n$) (n は特徴数)とすると、以下のようなになる。

$$\text{強目標: } x_j^{\text{New}} = \begin{cases} 1 \text{ w.p. } p_j \\ 0 \text{ w.p. } 1-p_j \end{cases}$$

$$\text{弱目標: } x_j^{\text{New}} = \begin{cases} 1 \text{ w.p. } q_j \\ 0 \text{ w.p. } 1-q_j \end{cases}$$

$$p_j = (\sum_{i \neq g} x_j^i + \alpha x_j^g) / (|T| - 1 + \alpha)$$

$$q_j = (\sum_{i \neq g} x_j^i + \beta x_j^g) / (|T| - 1 + \beta)$$

以下に単純チームモデルのアルゴリズム (STMA) を C 言語的に記述する。

```
STMA ()
{
    t=0;
    組織 O={x^i | i=1,2,...,|O|} をランダムに生成
    while (f の最大評価回数 ≤ 最大評価回数) {
        t=t+1;
        for (k=1; k<|O|-|T|+1; k+=|T|) {
            T={x^k,...,x^{k+|T|-1}};
            T の最悪者 x^b, 最良者 x^g を決定
            if (f(x^g) が f(x^b) と同じ)
                x^i (i!=g) が確率 Pt で自己学習 (教師)
            else {
                強目標 x^p を生成
                if (f(x^p) が f(x^b) より良い) x^b=x^p;
                else {
                    弱目標 x^w を生成
                    if (f(x^w) が f(x^b) より良い) x^b=x^w;
                    else x^b が確率 Ps で自己学習 (生徒)
                }
            }
        }
    }
    if (t%教育期間==0) x^i をランダムに入替え
}
```

ただし、|O|は組織サイズ、|T|はチームサイズ、 x^i ($i=1,2,\dots,|T|$)はチーム T に属する人の特徴の並び、

$f(x^i)$ は x^i の能力、Pt, Psはそれぞれ教師・生徒としての自己学習率である。

従来の研究では、生徒の自己学習率(Ps)を一定にしたとき、単純な問題に対しては大きなチームサイズと小さな教師の自己学習率(Pt)の組合せ、複雑な問題に対しては小さなサイズと大きな Pt の組合せが良好であるとされている。そこで本研究では、このような組み合わせでチームサイズの異なるチームを構成し、実験を行う。

4. 実験結果および評価

組織サイズを 50 とし、以下の 2 つの場合を調べる。なお、下記の表現は (|T|,Pt)を表している。

Case 1: (20,0.05),(15,0.1),(10,0.2),(5,0.3)

Case 2: (25,0.05),(3,0.05),(3,0.1),..., (3,0.3)×3

ベンチマーク問題として使用した問題は、De Jong のテスト関数 F1 (球面関数)、F2 (Rosenbrock 関数)、F3 (ステップ関数)、F4 (ノイズ付加 4 乗関数)、F5 (Shekel の壱壠)、FMS 問題、TSP (Oliver の 30 都市 TSP 問題)である。以下に 50 回の実験における最良値の平均、最良値を見つけるまでに要した関数の評価回数の平均を示す。(α=β=1)

	Case1		Case 2	
	評価回数	最良値	評価回数	最良値
F1	1748.36	0.0	3531.34	0.0
F2	7163.06	5.81x10 ³	7409.96	3.77x10 ⁴
F3	2416.52	0.0	4574.56	0.04
F4	923.52	-1.898	415.64	-1.472
F5	2276.98	0.998	5129.06	0.998
FMS	38587.83	3.244	48257.53	3.833
TSP	53912.30	454.067	69551.83	463.30

チームサイズを緩やかに変化させた Case1 の方が、全般的に優れた結果となっており、広い範囲の問題に適用できると考えられる。なお、Case1 は、GENESIS において 48 通りパラメータを変化させた最良の結果と比較しても、F2,FMS 以外は優れた結果となっている。

参考文献

[1] 高濱徹行, 阪井節子: "最適化アルゴリズム「チームモデル」の提案", 第 58 回情報処理学会全国大会講演論文集, No.2, pp.181-182 (1999.3)
 [2] T.Takahama, S.Sakai: "An Optimization Algorithm "Team Model"", Proc. of 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1999 (to appear).