

(1) 遺伝的アルゴリズム

生命力の強弱は適応力(適応度)で表す。それが何世代も続いて生き残ったものが次の世代に繋がっていく。

- ・環境に適応した優秀な個体だけが子孫を残すことができ、劣等な個体は淘汰される。
- ・優秀な個体の子孫が繁栄する。
- ・残った個体は突然変異で前の世代より優秀にも劣等にもなりうる。

これらを繰り返して生物は進化した。

このような生物の進化をモデル化した最適化アルゴリズムが遺伝化アルゴリズムである。

解きたい問題の解の候補→生物個体で表現

優秀な個体→良い解答

適応度→解の良さ（どれだけ優秀か？）

生物個体の進化によって解を改善し良い解を残す。

(2) ナップザック問題

いろいろな重さと価値を持つ多数の荷物をナップザックに入れる場合に制限容量を超えずに詰め込む場合、詰め込んだ荷物の価値の合計をできるだけ大きくする問題

応用例 -一定予算内での物資の購入(値段と価値がばらばら)
-金融取引での意思決定

(3) GAによるナップザック問題の表現

1、解の表現

荷物の選択において、問題の解(個体)の荷物の有無をベクトル(ビットの列)で表現する。

例 0：入れない 1：入れる とし、

1	0	1	0
---	---	---	---

荷物1 荷物2 荷物3 荷物4

のように表す。

適応度(解の質)の表現

まず、制限上限を決める

適応度→価値の合計ーペナルティで表し、

ペナルティ→制限を超えた分適宜適応される。今回は、 $=10 \times (\text{総重量} - \text{制限重量})$

例 P5のナップザック問題を対象としたときの、以下の個体の適応度はそれぞれ、

0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	0

適応度=16

適応度=-43

適応度=31

(荷物1 \$15 /19kg 荷物2 \$7 /5kg 荷物3 \$9 /9kg 荷物4 \$13 /15kg 制限重量 35kg)

遺伝的アルゴリズム(GA)のアルゴリズム

Step

0 初期化

ランダム生成した個体の集団の適応度/適合度を評価する。

1 終了判定

終了条件を満たしたら終了する。(許容解の発見、最大世代数を達成、最大関数評価回数を達成 など)

2 親選択

子を生成する親(繁殖元の個体)を選択する。

3 交叉と突然変異(演算)

交叉確率に基づいて子を生成。また、突然変異確率に基づいて子個体の遺伝子に突然変異を適応。その後、子個体を評価。

※親候補から突然変異することもある。

4 生存者選択

親個体と子個体から次世代に残る個体を選択

5 1に戻る

(4)解の進化

交叉

例 (それぞれ左から荷物1、2、3、4であり、入れる場合が1、入れない場合が0)

親1: 0 1 1 0 親2: 1 0 1 1の場合、

2点交叉であれば、親1、親2の荷物2・3と、荷物1・4からそれぞれ引き継ぎ、

子1: 0 0 1 0 子2: 1 1 1 1 というパターンで生成される。

変異

例 親1: 0 1 1 0 から荷物2が突然変異で反転→0 1 1 0

選択法

良い個体を生成するためにはなるべく「適応度の高い個体」を親とする

→比較的優秀な個体が生まれる

ただし、集団の多様性を維持するため、「ある程度多様な個体」を選ぶ必要がある。

→多様性を維持し、別の問題に直面したときに対処しやすくなる。

1. ルーレット選択法

個体が親に選ばれる確率→適応度に比例

例: 個体 i の適応度を f_i としたとき、選ばれる確率は $f_i / \sum_k (f_k)$

問題点: 適応度の高い個体が親に選ばれやすいため、**多様性が失われていく可能性あり**

2. ランキング選択法

個体のランクを適応度順にし、それぞれのランクで確率を決める。

3. トーナメント選択法

個体群から一定数の個体をランダムに選び、そのなかから最も適応度の高い個体を親にする。

(5)最適解を求める

今回の問題では、荷物が4種類と非常に少ないので、組み合わせ数が膨大で全探索が現実的でない場合に用いる遺伝的アルゴリズム(GA)ではなく、全探索で全ての組み合わせを評価する方が適している。以下に、すべてのパターンとその時の適応度を示す。

0	0	0	0	適応度 = 0
0	0	0	1	適応度 = 13
0	0	1	0	適応度 = 9
0	0	1	1	適応度 = 22
0	1	0	0	適応度 = 7
0	1	0	1	適応度 = 20
0	1	1	0	適応度 = 16
0	1	1	1	適応度 = 29
1	0	0	0	適応度 = 15
1	0	0	1	適応度 = 28
1	0	1	0	適応度 = -24
1	0	1	1	適応度 = -43
1	1	0	0	適応度 = 22
1	1	0	1	適応度 = -5
1	1	1	0	適応度 = 31
1	1	1	1	適応度 = -86

よって、適応度が一番高いのは、1 1 1 0のパターン(荷物1・2・3あり)で、これが最適解といえる。