

遗传算法的 PYTHON 实现

Genetic Algorithm in PYTHON

杨元辉 学号：5090209074^{*}

YUANHUI YANG Student ID: 5090209074

上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

I. 遗传算法简介

遗传算法是一门边缘交叉学科，是生物、数学、计算机理论等多个领域的完美结合，是生物进化淘汰在二进制计算机领域的出色实现。

1.1 生物学基础

生物世界充满了淘汰、竞争、突变等进化活动。以自然选择学说为核心的现代生物进化理论，其基本观点是：

- 种群是生物进化的基本单位，
- 生物进化的实质是种群基因频率的改变，
- 具体实现是：
 - 基因突变：产生生物进化的原材料 I；
 - 基因重组：产生生物进化的原材料 II；
 - 自然选择：使种群的基因频率定向改变并决定生物进化的方向；
 - 生殖隔离：新物种形成的必要条件。

相应地，在计算机领域，上述过程的计算机实现，就是遗传算法的具体实现。

^{*}杨元辉，学号 5090209074，上海交通大学，机械与动力工程学院，机械电子工程

II. 计算机实现

2.1 编码

遗传算法的编码规则有二进制编码与浮点数编码两种，在下面的算例中使用的是二进制编码。这样操作的优势是：二进制编码及符合计算机处理信息的原理，也方便对染色体进行遗传、编译和突变等操作，因为二进制数组相对应十进制数组更容易实现简并。

$$\delta = \frac{U - L}{2^k - 1} \quad (1)$$

2.2 解码

将二进制数组转变为十进制数组的过程就称为解码过程。

$$x = L + \left(\sum_{i=1}^k b_i 2^{i-1} \right) \cdot \frac{U - L}{2^k - 1} \quad (2)$$

2.3 交配

1. 产生一个 0,1 之间的随机数，若该数小于 0.1(交配概率)，则进行以下操作；
2. 用随机数 (整数) 产生一个交配位点；
3. 将两个二进制数组在以上交配位点之后的所有值互换。

2.4 突变

1. 产生一个 0,1 之间的随机数，若该数小于 0.4(突变概率)，则进行以下操作；
2. 用随机数 (整数) 产生一个突变位点；
3. 将二进制数组上的突变位点 0,1 互换，具体实现是：

$$value = abs(value - 1) \quad (3)$$

2.5 自然选择

模拟自然选择法则的过程，我们使用轮盘选择法，即以高概率选中结果更加出色的解，作为下一轮计算的样本。

1. 解码；
2. 计算对应的目标函数值；

3. 将以上函数值归一化到 $(0, 1)$ 区间, 同时加和为 1, 即频率;
4. 计算以上归一化结果的积累频率;
5. 产生一个 $(0, 1)$ 之间的随机数, 将该结果对应的二进制数组提出, 这就是我们选出来的相对最优解;
6. 将该结果代入下一轮循环, 如此下去, 结果相对佳的解便在解集中扩散开去, 结果不佳的解会被慢慢地被淘汰。

以上过程是随机的, 充满概率的, 按照解出色的程度进行概率抽取, 也给其他并不是最出色的解机会, 这样做是为了防止陷入局部最优解。

III. 算例

$$\begin{aligned} & \min \{ \exp \times (x) (4x^2 + 2y^2 + 4xy + 2y + 1) \} \\ & \text{subject to : } \begin{cases} 1.5 + xy - x - y \leq 0 \\ -xy \leq 10 \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

3.1 具体实现

3.1.1 预处理

遗传算法之中有使用概率, 概率非负。因此, 需要做变换:

$$\begin{cases} z \leftarrow z + \text{Intial Value} \\ z > 0 \end{cases} \quad (5)$$

遗传算法是求取全局最大值的, 而式 (4) 是求取最小值的。因此, 需要做变换:

$$z \leftarrow \frac{1}{z} \quad (6)$$

3.1.2 边界处理

非常明显, 经过预处理之后, 以上问题的对应的函数值一定大于 0, 因此, 我们只需要将超过边界部分的解对应的函数值强行设定成 0。这样的话, 在“自然选择”这步, 0 就会被屏蔽掉, 对应的解便会被淘汰掉。

$$\text{When : } \begin{cases} 1.5 + xy - x - y > 0 \\ -xy > 10 \end{cases} \quad \text{then : } z \leftarrow 0 \quad (7)$$

3.1.3 实验结果

经过 500 次训练之后，我们得到该 NP 问题可接受的全局最优解，即最后一个训练结果 $\text{VarMax}[-1]$ ：

$$[x, y, f(x, y)] = [-6.3045, 1.5527, 0.2353] \quad (8)$$

另一方面，我们对上述解作边界检测，看一看是否满足边界条件：

表 1: 边界检测

计算项目	$1.5 + xy - x - y \leq 0$	$-xy \leq 10$
计算结果	-3.5377	9.7895
满足与否	是	是