

习题10

10.1 解释遗传算法、进化规划和进化策略的不同。

解：略。

10.2 实现GA最小化函数 $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2, 0 \leq x_i \leq 1024, i = 1, 2$ ，要求使用二进制编码、单点交叉、赌轮选择法。

解：1) 编码

编码较为简单，需要 22 个二进制位来表示自变量，分别使用 11 个二进制位表示自变量 x_1, x_2 。

2) 产生初始群体

令 $M=4$ ，一个可能的初始种群是 00000000000,00000000000, 10000000000,10000000000, 00000000000,10000000000, 10000000000,00000000000。

3) 计算适应度

由于是二进制编码，所以首先要有一个解码 (Decode) 的过程，即将二进制串解码为十进制的实数，这也被称为从基因型 (Genotype) 到表现型 (Phenotype) 的转化，00000000000,00000000000->0,0, 10000000000,10000000000->1024,1024, 00000000000,10000000000->0,1024, 10000000000,00000000000->1024,0。根据目标函数，可以计算种群中 4 个个体的适应度为，0,0->0, 1024,1024->1047552, 0,1024->1024, 1024,0->1048576。

4) 选择

选择优良个体的方法，通常采用轮盘法。轮盘法的基本精神是个体被选中的概率取决于个体的相对适应度：

$$p_i = f_i / \sum f_j \quad (10.4)$$

其中 p_i 为个体 i 被选中的概率， f_i 为个体 i 的适应度。

个体适应度愈高，被选中的概率愈大。但是，适应度小的个体也有可能被选中，以便增加下一代群体的多样性。从统计意义讲，适应度大的个体，其刻度长，被选中的可能性大。

5) 交叉

单点交叉操作如下所述：

00000000000,00000000000, 10000000000,10000000000 \rightarrow 10000000000,00000000000,
00000000000,10000000000

00000000000,10000000000, 10000000000,00000000000 \rightarrow 00000000000,00000000000,
10000000000,10000000000

分别为两对染色体的交叉，第一对的随机交叉位置为 2，第二对为 12。一对染色体之间是否进行交叉操作，取决于交叉概率。

6) 变异

一次可能的变异过程如下所示：

10000000000,00000000000, 00000000000,10000000000, 00000000000,00000000000,
10000000000,10000000000

10000000000,00000000001, 00000000000,10000000000, 10000000000,00000000000,
10000000000,10000000000

即在第 1 个染色体的第 22 位，第 3 个染色体的第 1 位发生变异。这样，经过一轮的选择、交叉、变异操作之后，新一代的个体为 10000000000,00000000001->1024,1, 00000000000,10000000000->1,1024, 10000000000,00000000000->1024,0,

10000000000,10000000000->1024,1024。

7) 终止

算法在迭代若干次后终止，最终，算法优化的最优值为 1049600，对应的个体为 10000000000,10000000000->1024,1024。

10.3 实现CEP和FEP。

解：经典进化规划 CEP (Classical EP) 个体的变异操作为：

$$\begin{cases} x'_i = x_i + \eta_i \cdot N_i(0,1) \\ \eta'_i = \eta_i \cdot \exp(\tau' N(0,1) + \tau N_i(0,1)) \end{cases}$$

其中， τ' 通常设为 $(\sqrt{2n})^{-1}$ ， τ 通常设为 $(\sqrt{2\sqrt{n}})^{-1}$ ，其中 n 为个体中所含分量的个数。

快速进化规划 FEP (Fast EP) 使用柯西变异代替高斯变异：

$$\begin{cases} x'_i = x_i + \eta_i \cdot \delta_i \\ \eta'_i = \eta_i \cdot \exp(\tau' N(0,1) + \tau N_i(0,1)) \end{cases}$$

δ_i 为 $t=1$ 的柯西随机数。

10.4 解释何谓格雷编码，及其相对于二进制编码的优势。

解：略。

10.5 柯西变异被用于实数编码，其能否用于二进制编码？

解：能（解释略）。

10.6 在变异操作时，变异后的值超过了范围怎么办？如何避免这个问题？

解：一般遗传算法都有一个固定的变异常数，通常是 0.1 或更小，这代表变异发生的概率。根据这个概率，新个体的染色体随机的突变，通常就是改变染色体的一个位（0 变到 1，或者 1 变到 0）。

10.7 随机初始化的群体是否总是产生有效的解？

解：否（解释略）。

10.8 使用进化算法解决问题，是否需要知道确切的目标函数？解释你的答案。

解：是（解释略）。

10.9 解释模式定理。

解：略。