

Genetic Algorithm 遗传算法

即是模拟一个人工种群的进化过程，通过选择(selection)、交叉(crossover)以及变异(mutation)等机制产生新的特性。在每次迭代中保留符合或接近要求的个体，重复此过程从而在若干代后使得适应度达到近似最优。

GA算法基本概念

- 编码 → 染色体(chromosome)
- 个体 → 种群
- 适应度函数
- 遗传算子
 - 选择
 - 交叉
 - 变异
- 运行参数
 - 种群大小
 - 染色体长度
 - 最大迭代次数
 - 交叉概率
 - 变异概率

编码与解码

实现遗传算法的第一步就是明确对求解问题的编码和解码方式。

一般有两种编码方式，分别为

- 二进制编码：稳定性高，种群多样性大，但需要的存储空间大，需要解码且难以理解。
- 实数编码：直接用实数表示基因，容易理解且不需要解码过程，但容易过早收敛，从而陷入局部最优。

Example for encode

以简单01背包问题为例，假设有4件物品，物品1，物品2，物品3，物品4，它们的价值不同，背包容量是2，问题是装入哪两件物品能获得最大的价值。

那么这个问题的一个可能的解就是装入物品1，物品2。那么我们将这个解用二进制编码为 1100（也称1100为种群中的一个染色体或者个体的编码）。

Example for decode

解码也就是编码的反过程。

个体与种群

个体对应问题一个可能的解，染色体则是解的编码。种群则是多个个体组成的集合。

适应度函数

遗传算法中，一个个体(解)的好坏用适应度函数值来评价。

适应度函数是遗传算法进化的驱动力，也是进行“自然选择”的唯一标准，它的设计应结合求解问题本身的要求而定。

对于01背包问题来说，适应度函数一定条件下可以直接使用背包里物品总价值的计算函数,总价值越高，适应度越大，解的质量越高。

遗传算子

遗传算子即给一个种群赋予**进化**的能力。

选择（选择-复制）

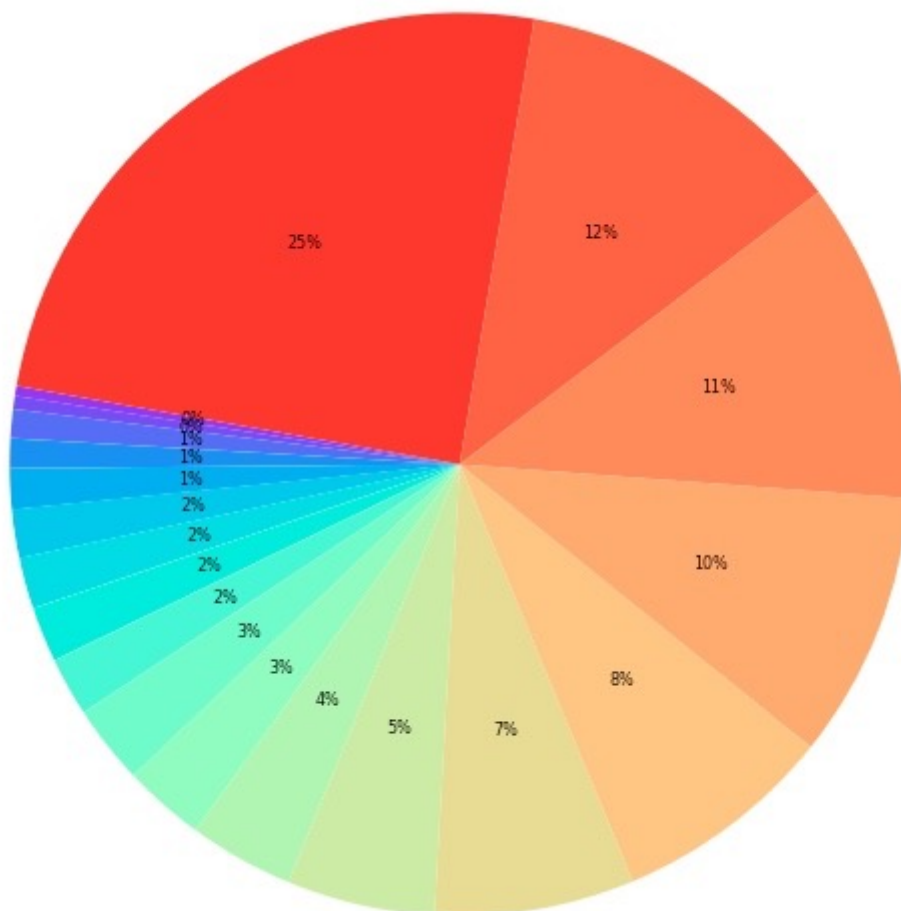
- 选择操作是从前代种群中选择适应度较高即较优个体，将它们的基因传递到下一代，直到下一代个体数量达到规定的种群数量。
- 各个个体被选中的概率与其适应度大小成正比，可以采用轮盘赌选择方法(不唯一)。

轮盘赌(Roulette Wheel Selection)

假设有 n 条染色体，其适应度为 f_i ($i = 1, 2, \dots, n$)

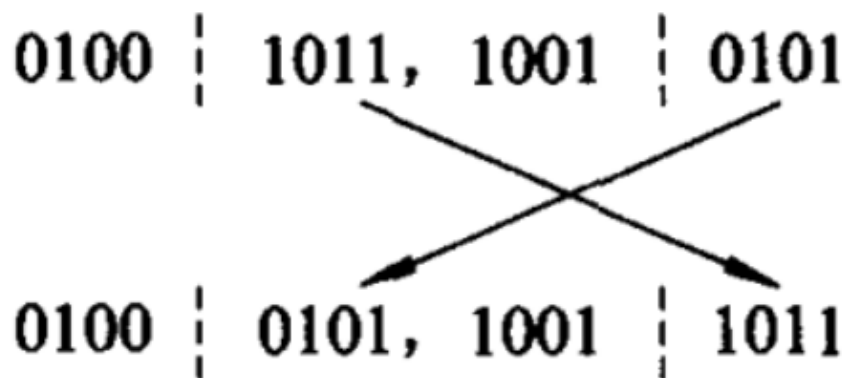
则对于每个个体的选中概率为 $P_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$

(表现为一个划分为 n 块的饼状图)



交叉

- 两个不同的染色体(父母)根据交叉概率(cross_rate ，一般来说交叉率较大)按某种方式交换其部分基因，一般使用单点交叉法。例如,设染色体 $s_1=01001011$, $s_2=10010101$, 交换其后4位基因



变异

- 单个染色体按照变异概率(mutate_rate ，一般来说变异率较小)进行基因改变。例如,把染色体 $s=11001101$ 的第三位上的0变为1, 则得到新染色体 $s'=11101101$ 。

单点交叉

即随机设置一个交叉点，交叉点前染色体来自父亲，之后染色体来自母亲。除此之外还有多点交叉，均匀交叉和算术交叉等。

基本位变异

对个体染色体中以变异概率随机指定某一位或几位的值进行变异运算。除此之外还有均匀变异，边界变异，非均匀变异和高斯近似变异等。

遗传算法流程

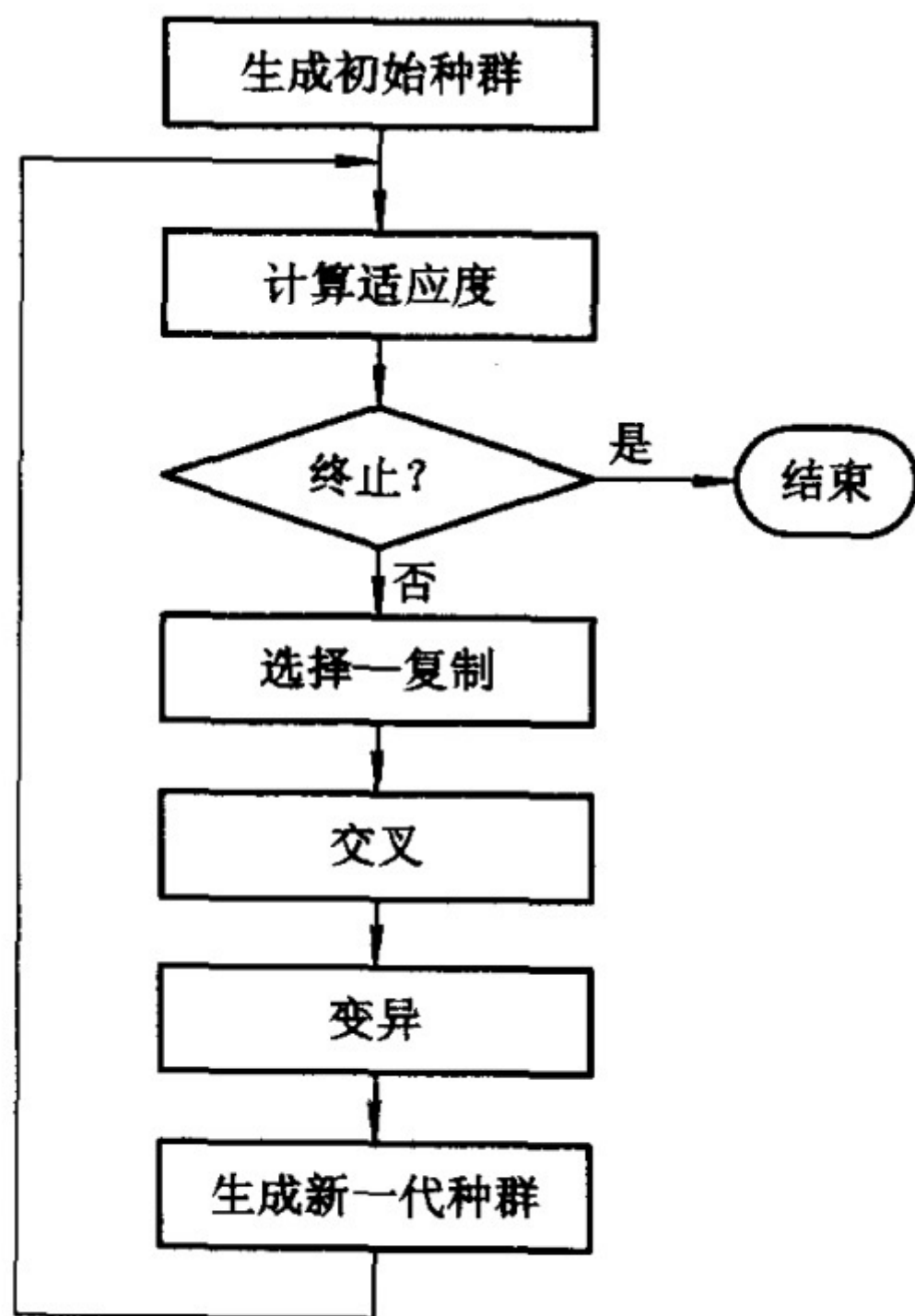


图 4 - 2 遗传算法基本流程框图