

A stylized illustration of a human brain with glowing blue and green circuitry overlaid on it. The letters 'AI' are prominently displayed in a white square in the center of the brain. The background is a dark blue gradient with various abstract digital elements like lines, squares, and circles in shades of green and blue.

AI

基因遗传算法

北京大学地空数算SESSDSA2019

仿生算法

- 什么是仿生？
 - 蜜蜂会造房子，人类就学习蜜蜂的盖房方法，之后便有了航空建设工程的蜂窝结构。
- 仿生是模仿生物系统的功能和行为，来建造技术系统的一种科学方法。



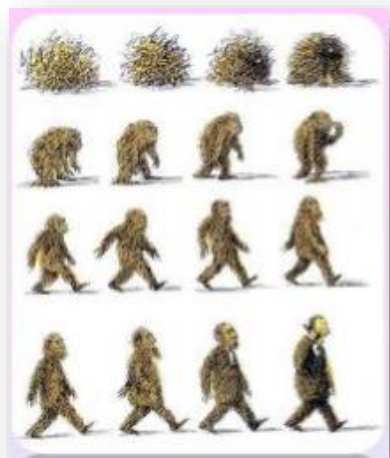
仿生算法

- 现代的飞机（减小阻力的外部形体）、模仿蜘蛛的爬山越野汽车、雷达系统的电子蛙眼、航海的声纳系统、人工肾及人工心脏等，都是仿生的结晶。

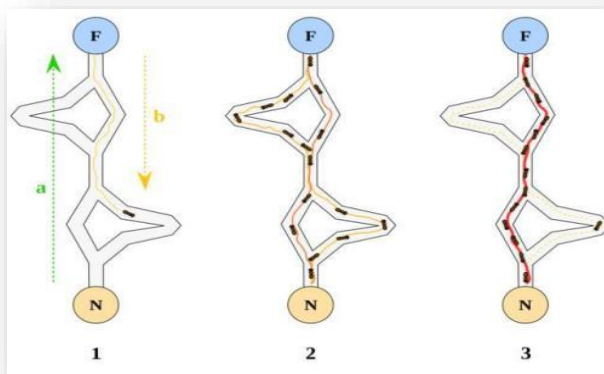


仿生算法

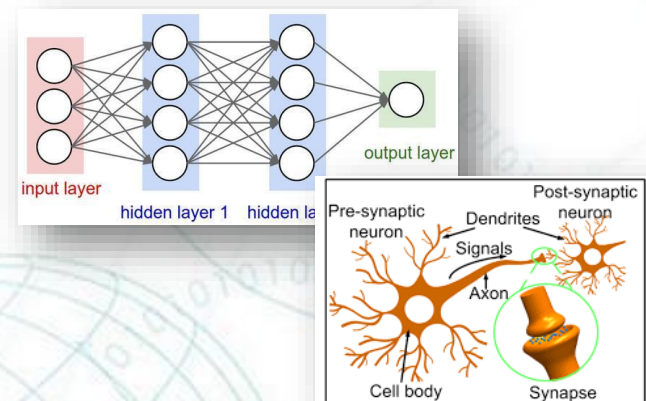
- 是人类模仿生物的功能与行为进而总结出来用于解决问题的方法。
- 通常通过模拟自然生物进化或者群体社会行为来进行随机搜索。
- 适用于传统算法难以解决的大规模复杂优化问题。



模仿生物进化的遗传算法



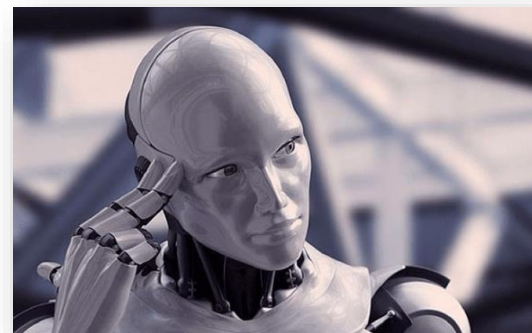
模仿蚂蚁寻路的蚁群算法



模仿神经网络系统的人工神经网络

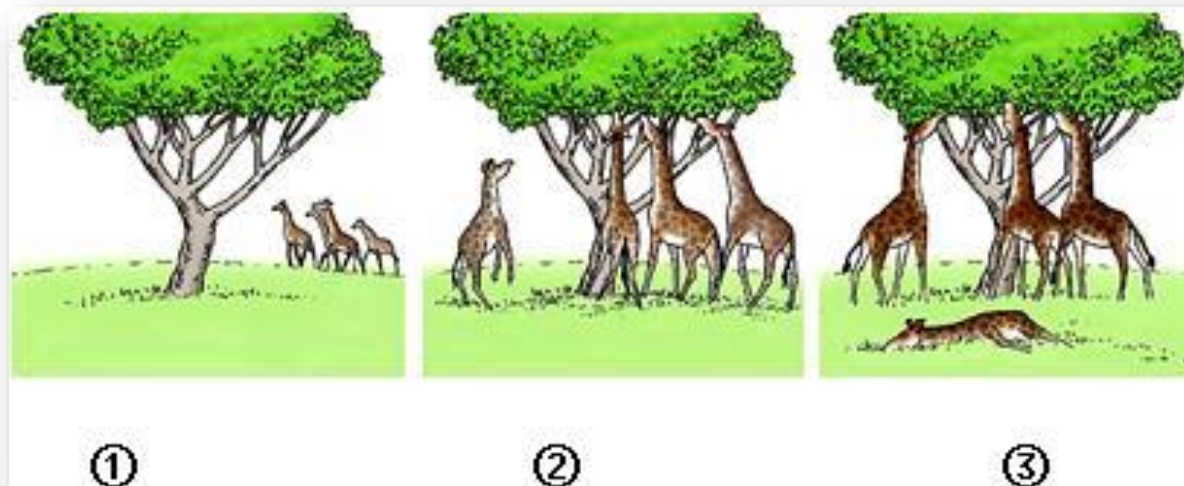
仿生算法

- 一般算法
 - 基于经验或者已知的规则，针对特定的输入能够计算出确定的输出结果
- 仿生算法
 - 模仿生物的功能与行为
 - 通过大量演变来逼近结果，演变方法是自然法则：优胜劣汰，适者生存



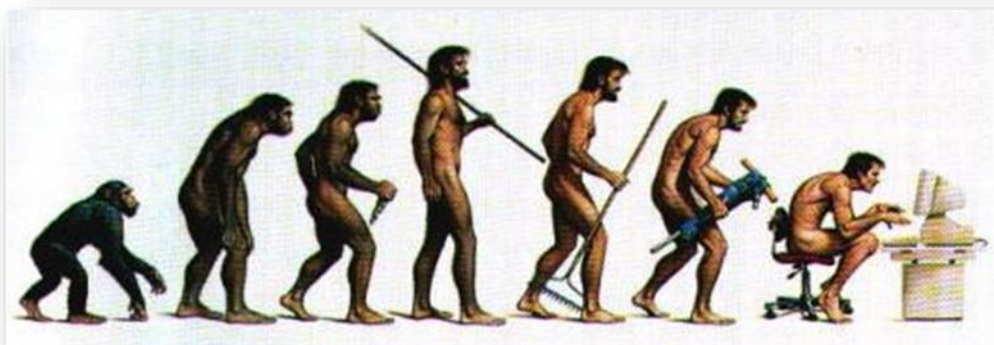
遗传算法

- 遗传算法是一种受达尔文自然进化理论启发的搜索启发式算法。
- 该算法反映了自然选择的过程，其中选择最适合的个体进行繁殖以产生下一代的后代。



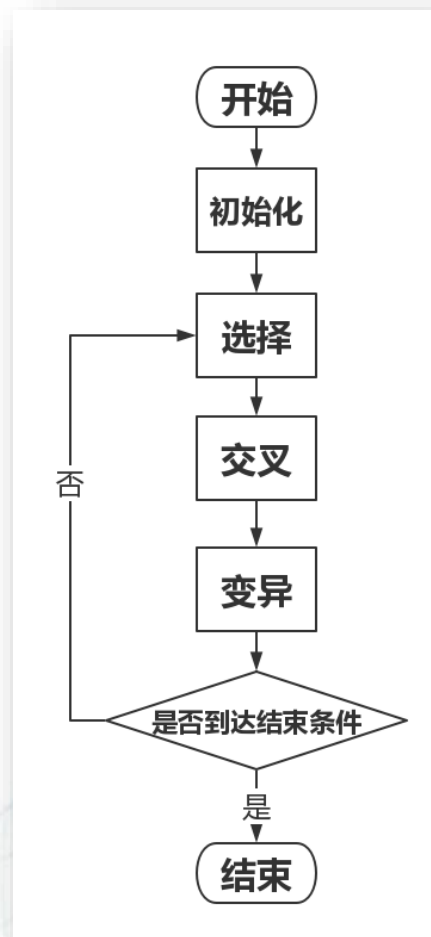
遗传算法的组成

- 编码（初始化） -> 老祖先的诞生
- 适应度函数->物种特征适应环境的判定条件
- 选择、交叉、变异->自然选择与遗传变异（突变与基因重组）



遗传算法的主要流程

- 随机生成初始群体。
- 开始主循环（结束的标准可以是迭代次数，或者适应度达到某个要求）。
 - a) 执行策略，计算当前群体中所有个体的适应度；
 - b) 从当前群体中，选择精英作为下一代的父母；
 - c) 将选出的精英父母配对；
 - d) 以极小概率将子代变异；
 - e) 将子代个体添加到新群体中。



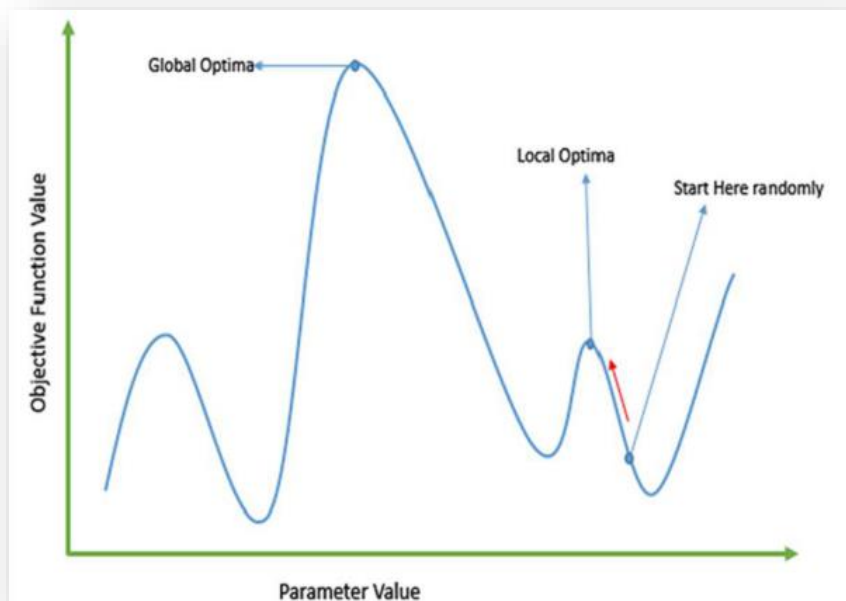
遗传算法的应用

- 函数优化、组合优化
 - 优化是通过改变参数来最大化或最小化目标函数。
 - 所有可能解（参数值）的集合构成搜索空间。
 - 在这个搜索空间中，有一组点是最佳解决方案，优化的目的就是在搜索空间中找到这样一组点。

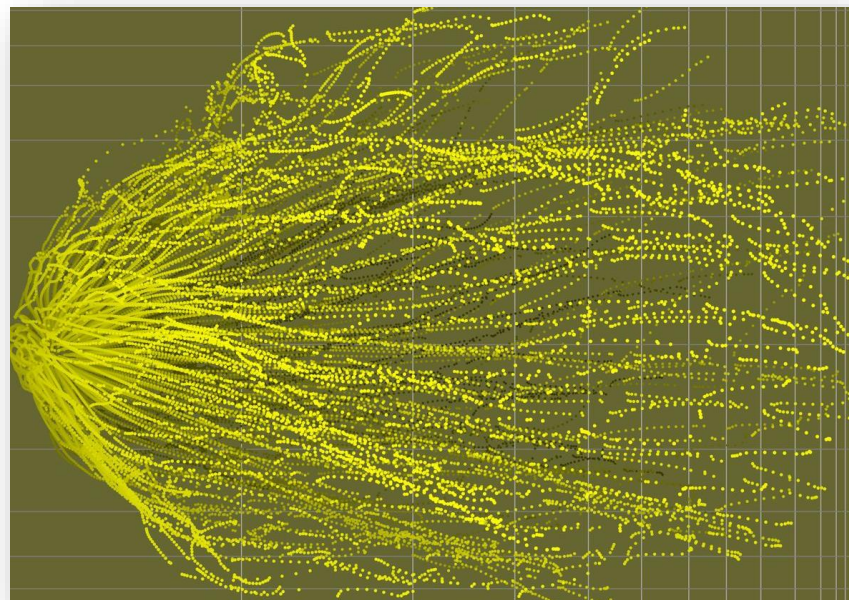


遗传算法的优缺点

- 遗传算法的优点
 - 全局搜索性强



- 遗传算法的缺点
 - 计算量较大
 - 具有随机性，无法确保解决方案一定最优



拼图游戏

- 扇贝的故事：
 - 海岸边有一大群扇贝
 - 身上不像firefox图案的被淘汰
 - 进化几十万年后
 - 它们的贝壳上都印着很像Firefox图标的图案



如何用遗传算法模拟扇贝的经历呢？

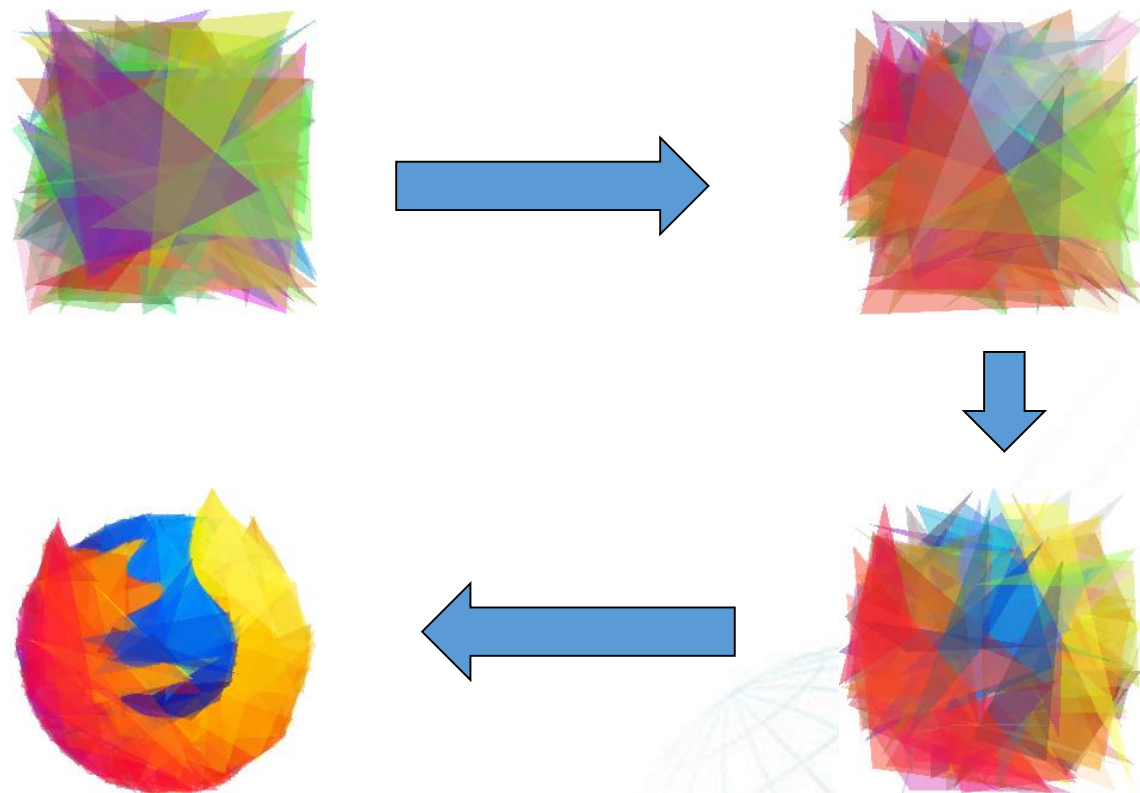


用若干个三角形拟合成一个图案



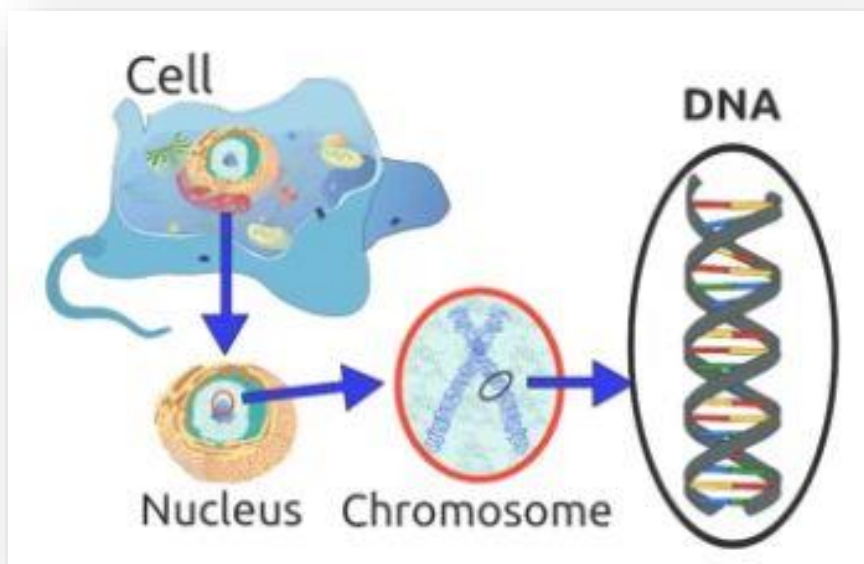
拼图游戏

- 先看一下成果图吧~

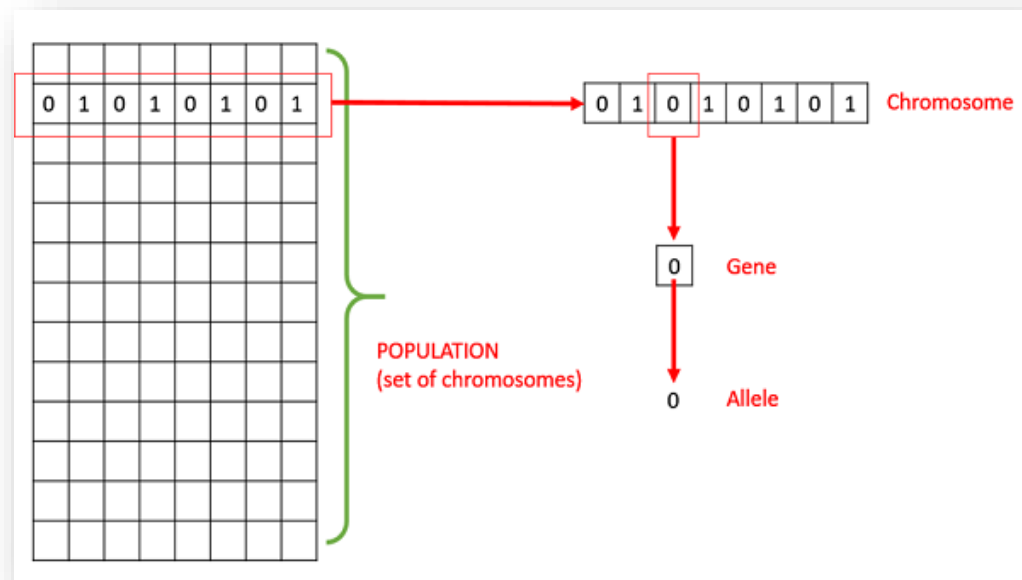


生物基因

- 基因：是遗传的基本单元
- 在一个生物的任何一個細胞中，都有着相同的一套染色體。染色體中決定生物各種形狀的就是基因（DNA片段）

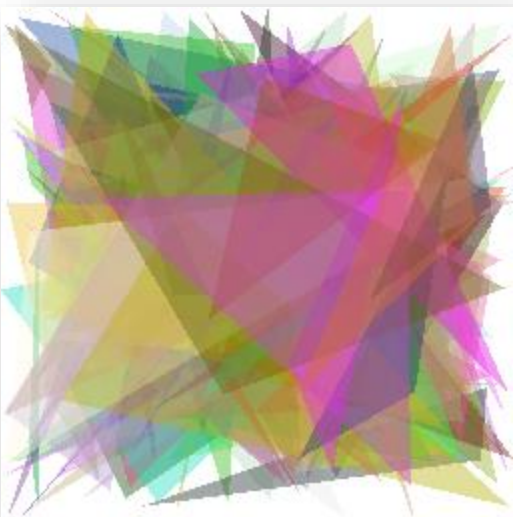


- 若干條染色體組成一個個體
- 每條染色體中有若干個基因
- 每個基因都編碼了一個獨特的性狀

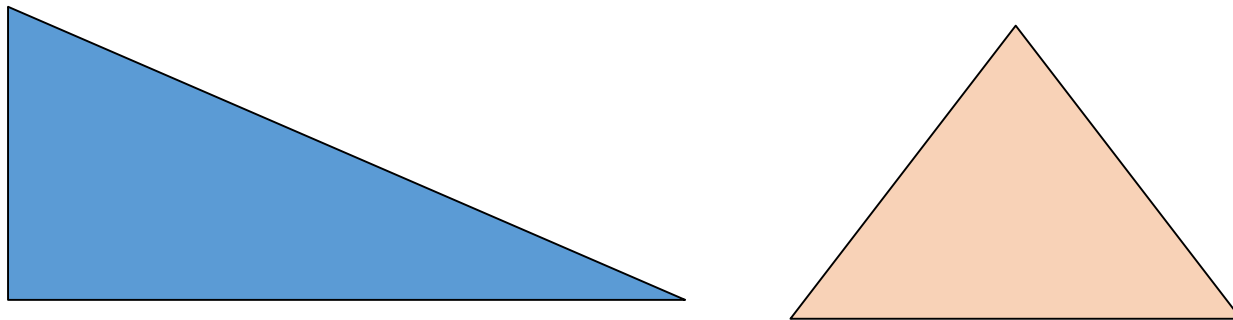


拼图的基因

- 如果我们把128个半透明三角形组成的东西看成一个生物个体的话，它的样子是由这些三角形决定的。
- 每个三角形可以看作一个染色体，三角形的不同特征可以看作不同基因。



拼图的基因



- 确定一个三角形的因素有哪些？
 - 1.颜色
 - 2.位置：三顶点坐标
 - 3.透明度

拼图的基因

- 颜色color如何表示呢？
 - 简单的方法：每一种颜色对应一个名字



- 三原色（红、绿、蓝）
 - 对于红色分量，从0-255表示从黑到红



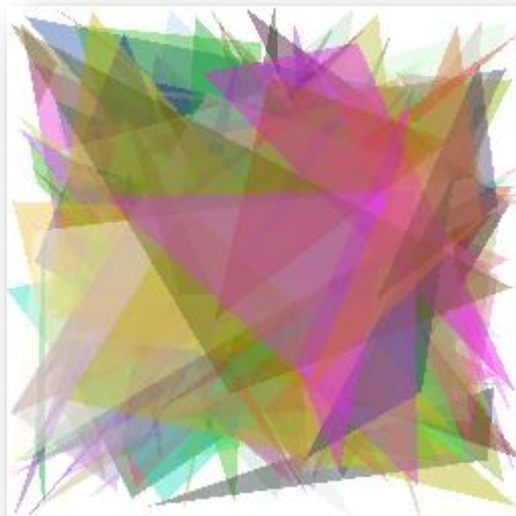
- 这是一个有 $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ 种颜色的颜料盒，红绿蓝每个分量随机产生一个数，就能生成一个颜色，作为三角形的一个基因。

拼图的基因

- 位置
 - 坐标 (X,Y) → 三角形的三个顶点位置坐标决定了三角形的位置，也决定了三角形的另一个基因。
- 透明度
 - 取值在0%-100%之间，决定了三角形的第三个基因。

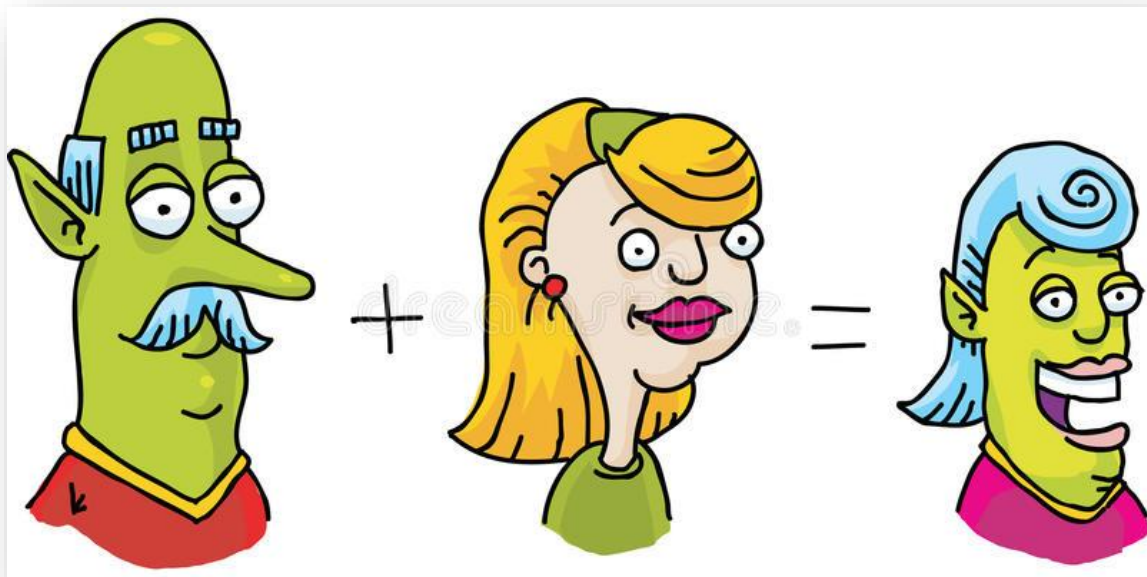
随机初始化

- 随机生成一系列的坐标值、颜色值，将这些值组合成一个随机的三角形。
- 每128个三角形组成一个初始的个体，作为遗传算法最初的父代。



遗传和变异

- 有了父代之后，我们需要通过父代繁衍获得新的子代，这个过程就包括了遗传和变异。



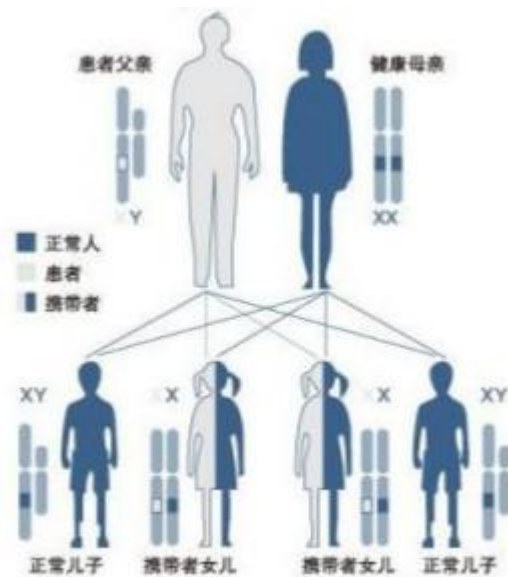
遗传和变异

- 遗传

复制：染色体复制

交叉：染色体自由组合、交叉变换

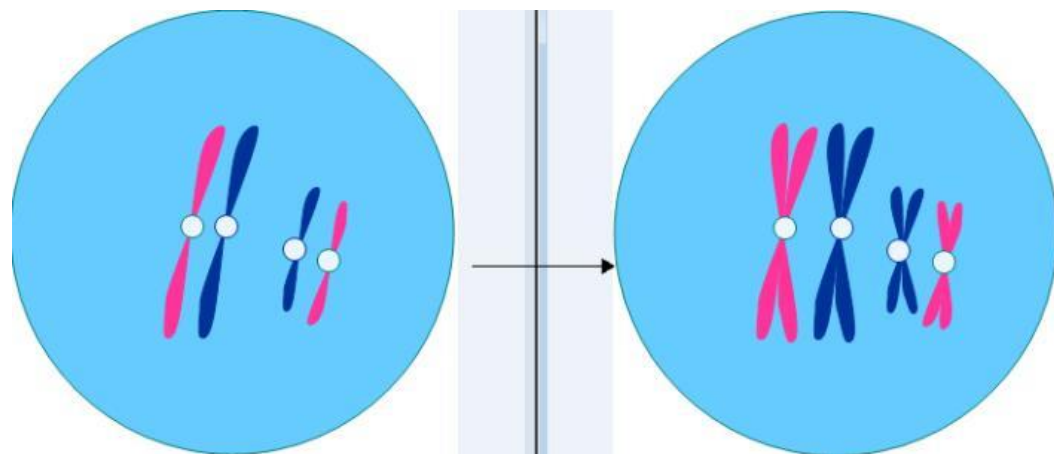
没有产生新形状



遗传和变异

复制

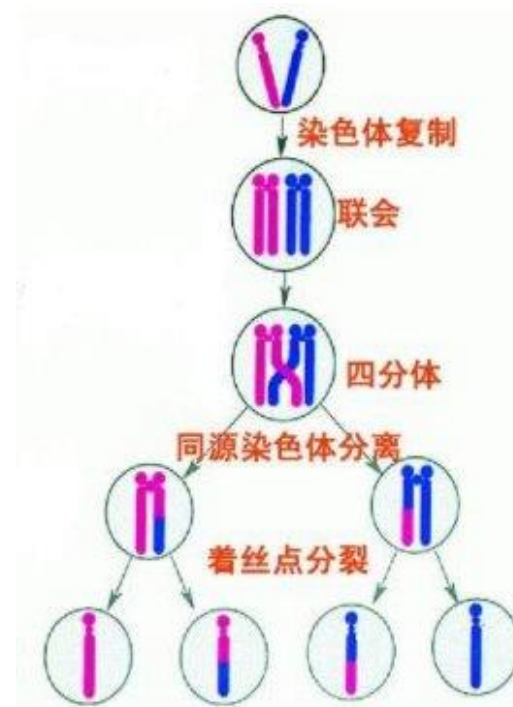
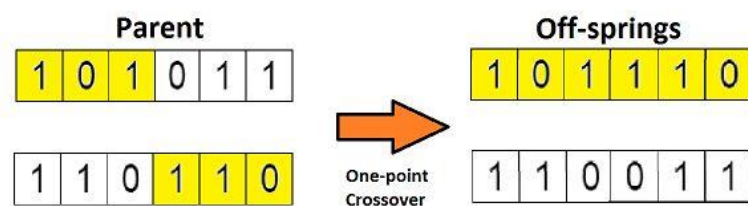
- 目的：保留优良染色体（不保留的将被淘汰）
- 方式：将适应度高的染色体原封不动地复制给子代



遗传和变异

交叉

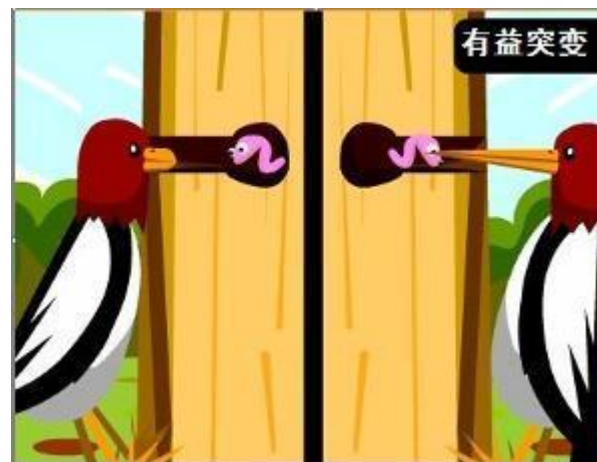
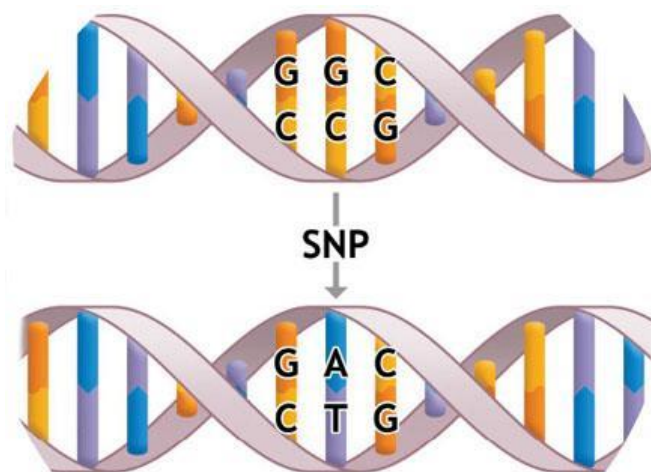
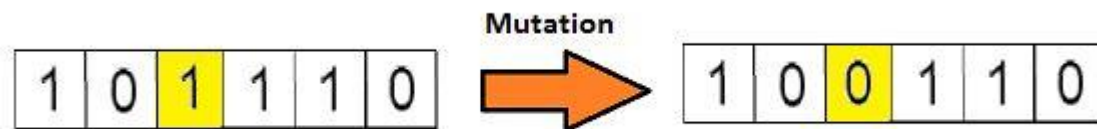
- 将来自父母双方的染色体组合在一起，得到新的染色体，但性状不变。



遗传和变异

变异

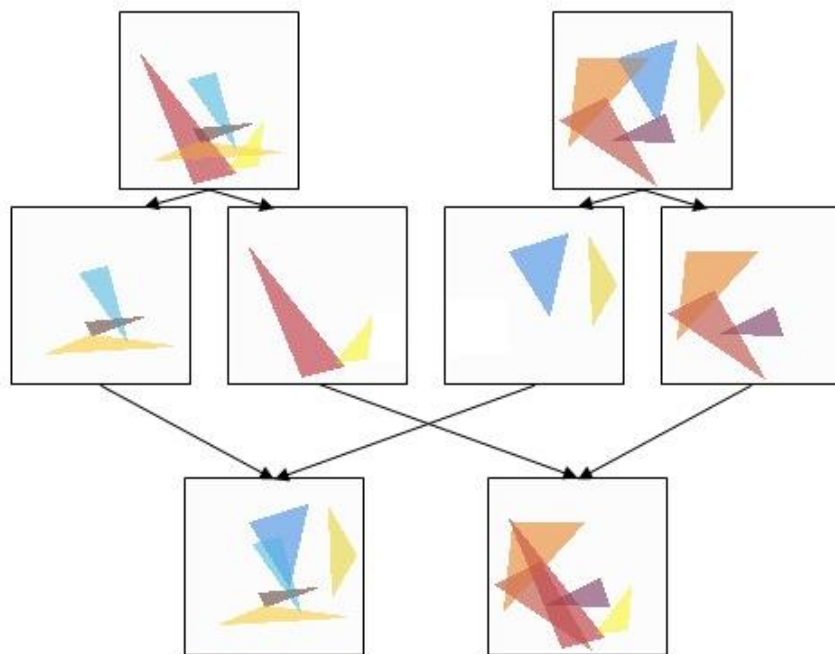
- 由基因突变产生新的基因
- 已有的基因可能不是最优的基因



遗传和变异

三角形的交叉

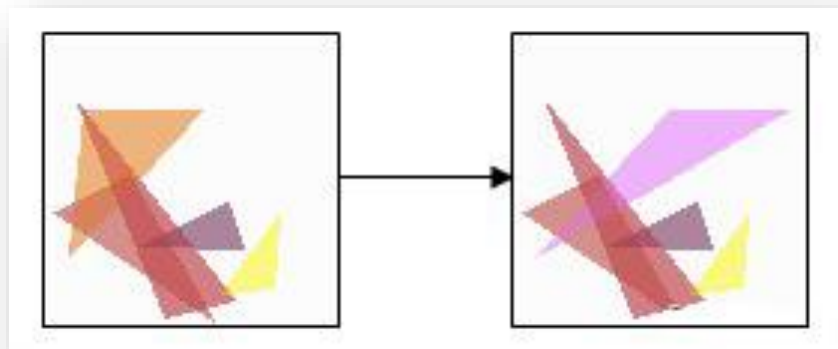
- 对于现有的父类，可以选择直接遗传继承，也可以选择交换某些三角形进行交叉。



遗传和变异

三角形的变异

- 将某个父类中的部分三角形进行变异
- 完全随机变异。
- 或在原有基础上进行稍微改变。



遗传和变异

控制变异的概率

- 自然界生物变异的概率是不确定的。
- 对于三角形可以设置，不同变异方式的概率，来获得更好的求解效果。



适应度函数

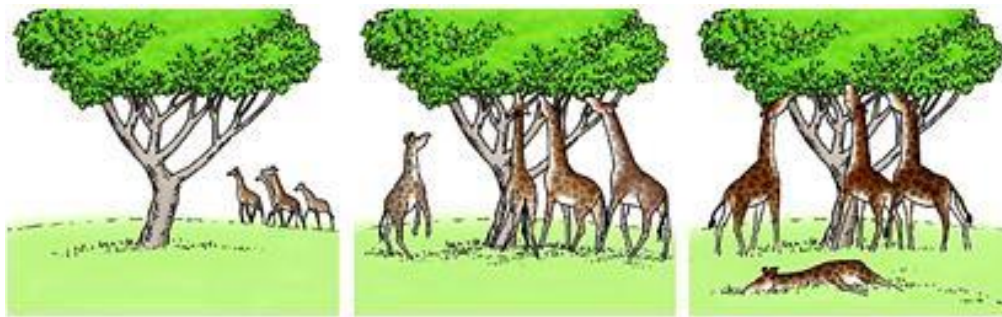
自然选择

- 达尔文提出的关于生物进化机理的自然选择学说。
- 在不断变化的生活条件下，具有有利变异的个体能生存下来并繁殖后代，具有不利变异的个体则逐渐被淘汰。



适应度函数

- 大自然靠什么选择优良物种呢？



脖子长度



奔跑速度

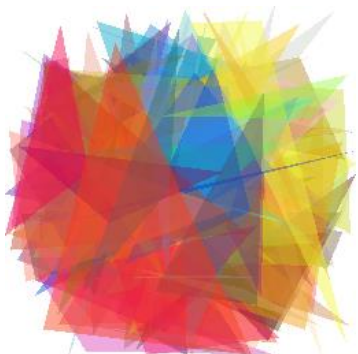
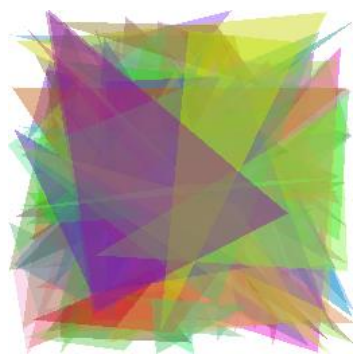
适应度函数

- 脖子长度、奔跑速度都是一个参数，我们可以利用适应度函数表示参数值的大小，判断个体是否应该被淘汰。



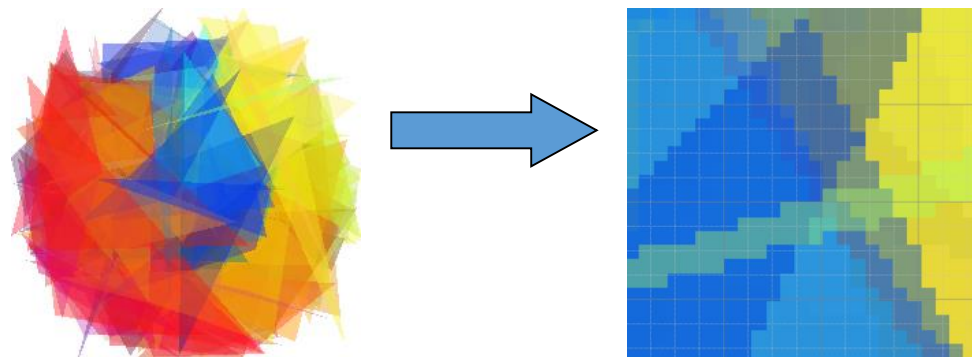
适应度函数

- 要用三角形拼成的图片，该怎么计算适应度呢？



适应度函数

- 图片是由一系列像素点构成的
- 每个像素点有不同的R（红）、G（绿）、B（蓝）值来表达自己的颜色。



适应度函数

- 对于每一个像素点，三个颜色通道分别计算当前图像A与目标图像B的差值。
- 将这个差值平方相加作为适应度函数

$$f = (R_A - R_B)^2 + (G_A - G_B)^2 + (B_A - B_B)^2$$



适应度函数

- 有了适应度函数，我们就能够代替大自然去决定哪一代保留，哪一代被淘汰。
- 如果子代适应度 $>$ 亲代适应度则子代取代亲代，反之子代被淘汰



终止条件

- 当适应度函数小于一定阈值
- 或者循环迭代的次数超过了一定的限制
- 遗传算法终止，所得到的最好后代即是我们要找的最优解



第29900代



ff.jpg



第0代
1554676768.png



第100代
985724944.png



第200代
823083536.png



第300代
702459632.png



第400代
607923616.png



第500代
543152984.png



第600代
481314576.png



第700代
439172064.png



第800代
404474056.png



第900代
379770616.png



第1000代
335569016.png



第1100代
312873720.png



第1200代
298322696.png



第1300代
281862512.png



第1400代
267495592.png



第1500代
253859212.png



第1600代
241000616.png



第1700代
231428732.png



第1800代
220728956.png



第1900代
212536520.png



第2000代
207380704.png



第2100代
201698144.png



第2200代
196484360.png

The background is a dark blue gradient with a faint grid pattern. A large, realistic human brain is centered, with glowing blue and green circuit lines and nodes overlaid on it. To the right of the brain is a circular icon containing a stylized brain with yellow dots. Various other geometric shapes, lines, and icons are scattered across the scene, creating a high-tech, digital atmosphere.

AI

谢谢

Thanks for watching