

9-10

遗传算法及其应用

天津职业技术师范学院计算机系(300222) 甄文祥

天津市双林农工商公司(300222) 王文田

TP301.6

摘要 本文论述了遗传算法的基本原理,并对三种遗传算子进行了讨论,阐述了遗传算法在优化与搜索以及机器学习领域里的应用。

关键词 遗传算法 遗传算子 优化 机器学习

1 引言

生物进化论的观点认为,生物不但遗传而且有变异,这种变异是因为染色体不但复制而且有交叉及基因突变,如果这种变异更适应环境,那么这种产生变异的个体会繁衍下去,反之则被环境所淘汰,这就是适者生存,不适者淘汰的自然法则。计算机科学技术的发展

使计算机与生物之间的距离逐渐缩短,尤其智能计算机的深入研究,不断模拟生物的行为。计算机病毒的行为也正是寄生物行为的充分体现,计算机编码和染色体的基因编码有着惊人的一致性,我们对系统(任一系统)加以考查,我们会发现系统具有一种遗传发展模式,这使得把遗传变异观点引入计算机科学乃至系统科学具有极大的可能性。

2 遗传算法

收稿日期:1994年1月27日

2)关于后者,由于我们模拟的对象是金属材料,是非透明体,因此不存在透射问题。且反射发生在物体表面上,入射光几乎不能穿过表面,因此漫反射可以忽略不计,只考虑镜面反射,而镜面反射则具有高光效应的特性。笔者从理论上并结合有关实验结论来研究了机器人真实感图形中金属材料质感两种常见的模拟方法。即 Torrance-Sparrow 理论模型及其简化、Phone 实验模型,并将这两种方法进行了比较:

①Torrance-Sparrow 理论模型比较复杂,在此就不赘述。根据实验证明,该模型可以简化为:

$$\gamma_s = h \cos^2 \delta \quad (1)$$

其中 γ_s 为镜面反射率, h 为由实验确定的系数, n 为金属的表面光泽度, δ 为表面法矢量和微平面法矢量之间的夹角,利用该简化模型作为计算浓淡值的依据,我们开发了软件 ROBREAL,通过改变 n 而不断地运行该软件,得出了以下两点新的结论:(1) n 值越大,其金属材料的高光效果就表现得越明显,但 n 大于 4.0 以后,除高光部分外,其余部分显得太暗,整体效果不好。(2) n 取 1.40~4.0, h 取 0.90,机器人图形的真实感效果最好。

②phone 实验模型可以表达为:

$$I_s = I_l w(i, \lambda) \cos^2 \alpha \quad (2)$$

由于 $w(i, \lambda)$ 的表达式非常复杂,因此在实际使用中,该实验模型可以简化为: $I_s = K_s \cos^2(2\delta)$ (3)

其中 I_s 为反射光强度, K_s 为由实验确定的系数, n 和 δ 的含义同上。

以该简化模型作为计算浓淡值的依据,我们开发了类似于 ROBREAL 的软件 ROBREAL1,但多次的实验表明,不管 K_s 和 n 取什么值,该软件表示机器人的真实感图形不如软件 ROBREAL 效果好。

通过前述的一系列的处理,最后我们对机器人的

所有多边形面进行浓淡值的计算,由于机器人上的多边形面有大有小,当多边形面的范围较大时,为了提高机器人图形的真实感程度,消除面和面之间的边界不连续现象,将每个多边形面再根据需要划分成若干个小四边形面素,其方法即为前面所述的递归的方法。由于笔者将多边形面划分得非常小,因此在显示器上得到真实感很强的机器人图形。

4 机器人真实感图形显示软件 ROBREAL 简介

依据上述笔者的研究成果,我们开发了多闭链式机器人真实感图形显示软件 ROBREAL。该软件是一个微小型的交互式图形显示系统,是在高档微机 486 上采用具有丰富图形库函数的 TURBO C2.0 开发的。该软件由汉字显示模块、形体输入模块、参数输入模块、线画透视图输出模块、真实感图形生成及显示模块等组成的。它具有处理对象的独特性,交互式图形显示,汉字菜单,模块化结构,程序与数据分离等特点,体现了现代程序设计的风格。使图形生成的真实性和实时性得到了较好的统一,该软件的使用已经得到了较为满意的结果。

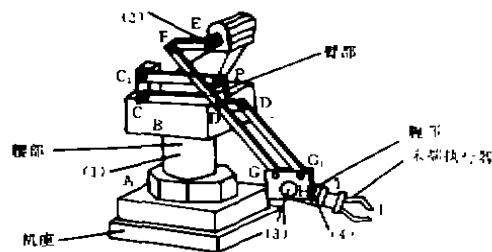


图2 四自由度多闭链式机器人结构图

遗传算法 (Genetic Algorithms 简称 GAs) 是建立在自然选择和遗传变异基础的迭代自适应概率性搜索算法, 在这种算法中, 染色体是二进制字符串编码, 每一编码字符串为一候选解群, 这种染色体有多个, 即有一群候选解。染色体是主要的进化对象, 象生物进化一样有繁殖 (Reproduction)、交叉 (Cross-over) 和突变 (Mutation) 三种现象, 这些现象称为遗传算子 (Genetic Operator)。在每一代中, 对于某一给定问题, 保持一定数目 N 为定值的解群 $P(t)$, 经过对各解的适合度 (Fitness) 值 f , 使解群中各解得到评价, 各解的适合度值的大小作为染色体复制机会大小的先决条件。交叉和突变算子使得最终得到的解具有全局性。

2.1 繁殖算子

繁殖的基础是适合度值, 适合度值高的个体在下一代具有较多的繁殖机会, 从而有较多的后代, 而适合度值低的个体则产生数目较少的后代, 最后逐渐被淘汰, 被选个体通过繁殖、交叉和变异遗传算子进行组合产生新一代。

2.2 交叉算子

交叉算子是把两个候选个体按某一概率值 P_c 从某一位置起进行交换。如个体 C_1 和 C_2 经过交叉产生新的个体 C_{12} 和 C_{21} 。

$$C_1 = 001|101010 \rightarrow C_{12} = 110|101010$$

$$C_2 = 110|010101 \rightarrow C_{21} = 001|010101$$

2.3 突变算子

突变算子是某一个体中任一位置按某一概率 P_m 进行取反运算, 即 1 变 0 或 0 变 1, 这种突变的概率和生物界一样, 每一位发生突变的概率是很小的, 但这种突变是非常有意义的, 它和交叉一样保证了算法的全局收敛性。Kenneth Dejong 指出每一位如果有 0.001 的突变概率足以防止局部收敛。

2.4 遗传算法的一般描述

Begin

$t_1 = 0$;

initialize $p(t)$

evaluate $p(t)$

repeat

$t_1 = t + 1$;

select $p(t)$ from $p(t-1)$;

recombine $p(t)$

evaluate $p(t)$

until (termination condition);

end

3 遗传算法的应用

遗传算法在图像处理、社会科学、生物学、商业及工程上都取得了应用成果。优化与搜索是遗传算法首先应用的场合, 它可以避免局部优化从而保证搜索的全局收敛性。Kenneth Dejong 指出对 50-100 个体的群体经过 10-20 代则有极高的可能找到优化个体或

接近优化的个体。著名的背包问题 (Knapsack Problem) 可以应用遗传算法快速求解。背包问题即对一个一定体积的背包, 选择给定的物品, 使得装满背包内的物品价值量最大。现在我们以一维空间表示之, 假定背包的长度单位是 7, 现有 6 物品, 这物品的长度及价值量如表 1 所示, 各种可能的装包方法如表 2 所示。

表 1. 物品的长度单位及价值量

物品代号	长度	价值量
a	3	2
b	2	4
c	1	1
d	3	6
e	2	3
f	1	3

表 2. 装包方法

装包物品	长度	总价值
a, b, c, f	7	10
a, b, e	7	9
a, c, e, f	7	9
a, c, d	7	9
b, c, d, f	7	14
b, c, e, f	6	11
c, d, e, f	7	13
b, d, e	7	13
b, d, f	6	13
a, d, f	7	11

运用遗传算法的求解过程如图 1 所示, 具体作法是把选定的物品分别编码, 如 011011 表明选择 bce 和 f, 总体适合度值为 49-63, 并只出现一个解, 最优值在重复几次施用遗传算法便可求得。

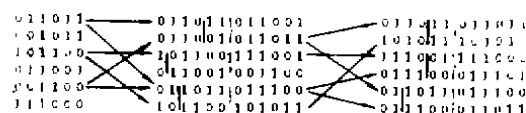


图 1 KNAPSACK 问题的遗传算法求解

机器学习是遗传算法应用的重要对象, 机器学习的目的是构造一种机器, 这种机器能对现实环境的实际情况对自身进行调节, 以适应环境的变化。事先给定机器一些规则, 更重要的是机器通过反馈调整这些规则, 使之更适应环境, 因此这些规则的群体就要遵照优胜劣汰的自然法则, 使适应环境的规则生存繁衍下去。

4 结论

遗传算法是继模糊 (Fuzzy) 现象, 神经网络 (NEURON Network) 之后又一重要技术, 它具有快速全局收敛性, 从而避免局部求优, 并且快速求解出优化值。尽管它不甚成熟, 如染色体定义方法等问题有待进一步解决, 但其具有极大的潜力其应用已取得了较大成绩, 这种算法的发展会引起计算机科学与技术的巨大进步。

参考文献

- 1 方建安, 邵世煌. 采用遗传算法学习的神经网络控制器. 控制与决策, Vol. 8, No. 3, 1993 年 5 月
- 2 L. B. Booker, D. E. Goldberg and J. H. Holland. Classifier Systems and Genetic Algorithms. ARTIFICIAL INTELLIGENCE, Vol. 40 No. 1-3, SEPT. 1989
- 3 J. H. Holland. Adaption in Natural and Artificial Systems, University of Michigan press, U. S. A. 1975