

基于 MATLAB 的遗传算法实现

南京东南大学自动控制系(210096) 殷 铭 张兴华 戴先中

摘 要: 运用 MATLAB 编程实现遗传算法,数值仿真验证了该实现方法的有效性,表明它能够对函数进行全局寻优。这种实现方法既可以熟悉 MATLAB 语言,又可以加深对遗传算法的认识和理解,以此来设计智能系统。

关键词: MATLAB 遗传算法 优化

遗传算法(Genetic Algorithms,简称 GA)是以自然选择和遗传理论为基础,将生物进化过程中适者生存规则与群体内部染色体的随机信息交换机制相结合的搜索算法。自从 1975 年 John H.Holland 教授出版 GA 的经典之作“Adaptation in Natural and Artificial Systems”以来,GA 已获得广泛应用。

1 遗传算法简介

遗传算法是具有“生成+检测”的迭代过程的搜索算法。基本流程如图 1 所示。可见,遗传算法是一种群体型操作,该操作以群体中的所有个体为对象。选择(selection)、交叉(crossover)和变异(mutation)是遗传算法的三个主要操作算子。遗传算法包含如下 6 个基本要素:

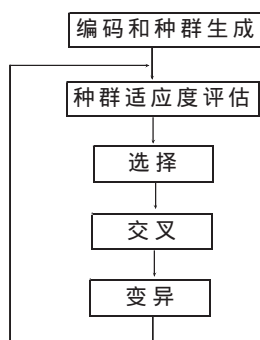


图 1 遗传算法的基本流程

(1) 参数编码:由于遗传算法不能直接处理解空间的解数据,因此必须通过编码将它们表示成遗传空间的基因型串结构数据。

(2) 生成初始群体:由于遗传算法的群体型操作需要,所以必须为遗传操作准备一个由若干初始解组成的初始群体。初始群体的每个个体都是通过随机方法产生的。

(3) 适应度评估检测:遗传算法在搜索进化过程中一般不需要其他外部信息,仅用适应度(fitness)值来评估个体或解的优劣,并作为以后遗传操作的依据。

(4) 选择(selection):选择或复制操作是为了从当前群体中选出优良的个体,使它们有机会作为父代为下一代繁殖子孙。个体适应度越高,其被选择的机会就越多。本文采用与适应度成比例的概率方法进行选择。具体地说,就是首先计算群体中所有个体适应度的总和($\sum f$),再计算每个个体的适应度所占的比例($f_i/\sum f$),并以此作为相应的选择概率 p_s 。

(5) 交叉操作:交叉操作是遗传算法中最主要的遗传操作。简单的交叉(即一点交叉)可分两步进行:首先对种群中个体进行随机配对;其次,在配对个体中随机设定交叉处,配对个体彼此交换部分信息。

(6) 变异:变异操作是按位(bit)进行的,即把某一位的内容进行变异。变异操作同样也是随机进行的。一般而言,变异概率 p_m 都取得较小。变异操作是十分微妙的遗传操作,它需要和交叉操作配合使用,目的是挖掘群体中个体的多样性,克服有可能限于局部解的弊病。

2 基于 MATLAB 的遗传算法的实现

为简单起见,我们假设寻求一单变量函数 $F(x)$ 的全局最优解, x 对应于 $[a,b]$,下面介绍实现步骤。

2.1 初始化

首先用二进制串表示初始种群中的个体,每一个体由一系列二进制位(0 和 1)组成, stringlength 和 popsize 分别表示二进制序列的长度和初始种群的个体个数,每一个体用如图 2 的方式来编码,整个初始种群的数据结构由大小为 $\text{popsize} \times (\text{stringlength} + 2)$ 的矩阵实现。

$$\text{pop} = \begin{Bmatrix} \text{binarystring 1} & x_1 & f(x_1) \\ \text{binarystring 1} & x_2 & f(x_2) \\ \dots & \dots & \dots \\ \text{binarystring popsize} & x_{\text{popsize}} & f(x_{\text{popsize}}) \end{Bmatrix}$$

0	1	1	0	1	0	0		
binary representation of variables x								real value of x	fitness of x(f(x))

图 2 寻优参数编码方式

第一列 stringlength 包括了初始真值 x 的二进制编码,该串是随机产生的,但必须满足在 x 的定义域 $[a,b]$ 中,交叉和变异操作将会对此串进行操作,第 $(\text{stringlength} + 1)$ 和 $(\text{stringlength} + 2)$ 列分别包含 x 真值和 x 的适应度函数 $F(x)$,于是用以下代码实现初始化过程:

```
function[pop]=initialise(popsizel,stringlength,fun);
```

```

pop = round( rand( popsize, stringlength + 2 ));
pop(:, stringlength + 1) = sum( 2.^(size(pop(:, 1:stringlength), 2) - 1 : -1 : 0).
pop(:, 1:stringlength) * (b - a) / (2.^stringlength - 1) + a;
pop(:, stringlength + 2) = fun( pop(:, stringlength + 1);
end

```

在上面代码中, 首先随机产生二进制串, 然后用 x 的真值和目标函数填充到 $(\text{stringlength} + 1)$ 和 $(\text{stringlength} + 2)$ 中, 其中 fun 为目标函数, 以 $.m$ 的文件形式存在。

2.2 交叉

交叉过程选取两个个体作为父代 parent1 , parent2 , 产生出两新的子代个体 child1 和 child2 , pc 表示交叉概率, 交叉算子的实现过程如下:

```

function[ child1, child2 ] = crossover( parent1, parent2, pc );
if( rand < pc )
    cpoint = round( rand * stringlength - 2 ) + 1;
    child1 = [ parent1(:, 1:cpoint) parent2(:, cpoint+1:stringlength) ];
    child2 = [ parent2(:, 1:cpoint) parent1(:, cpoint+1:stringlength) ];
    child1(:, stringlength+1) = sum( 2.^(size(child1(:, 1:stringlength), 2) - 1 : -1 : 0).
    * child1(:, 1:stringlength)) * (b - a) / (2.^stringlength - 1) + a;
    child2(:, stringlength+1) = sum( 2.^(size(child2(:, 1:stringlength), 2) - 1 : -1 : 0).
    * child2(:, 1:stringlength)) * (b - a) / (2.^stringlength - 1) + a;
    child1(:, stringlength+2) = fun( child1(:, stringlength+1) );
    child2(:, stringlength+2) = fun( child2(:, stringlength+1) );
else
    child1 = parent1;
    child2 = parent2;
end
end

```

在交叉过程的开始, 先产生随机数与交叉概率相比较, 如果随机数比 pc 小, 则进行交叉运算, 否则将不会进行交叉运算, 直接返回父代。一旦进行交叉运算, 交叉断点 cpoint 将在 1 和 stringlength 之间选取, 交叉点 cpoint 是由随机函数在 1 和 $(\text{stringlength} - 1)$ 之间返回一伪随机整数, 于是获得新的子代个体的真值和其适应度。

2.3 变异

变异操作由一个父代 parent 产生单个子代 child , pm 表示变异概率, 如果在目前父代允许变异的情况下, 我们选择变异点 mpoint 使该位取反, 可同样获得新的子代的真值和适应度。

```

function[ child ] = mutation( parent, pm );
if( rand < pm )

```

```

    mpoint = round( rand * (stringlength - 1) ) + 1;
    child = parent;
    child[ mpoint ] = ads( [ parent[ mpoint ] - 1 );
    child(:, stringlength+1) = sum( 2.^(size(child(:, 1:stringlength), 2) - 1 : -1 : 0).
    * child(:, 1:stringlength)) * (b - a) / (2.^stringlength - 1) + a;
    child(:, stringlength+2) = fun( child(:, stringlength+1) );
else
    child = parent;
end
end

```

2.4 选择

选择或复制操作是决定哪些个体可以进入下一代。程序中采用赌轮盘选择法选择, 这种方法较易实现。根据方程 $f_i / \sum f > 0$ 计算出每个个体被选择的概率, 向量 prob 包含了选择概率之和, 向量 rms 包含归一化过的随机数, 经过比较 rms 和 prob 向量中的元素, 我们可以选择出进入下一代的个体。

```

function[ newpop ] = roulette( oldpop );
totalfit = sum( oldpop(:, stringlength+2) );
prob = oldpop(:, stringlength+2) / totalfit;
prob = cumsum( prob );
rms = sort( rand( popsize, 1 ) );
fitin = 1; newin = 1;
while newin <= popsize
    if( rms( newin ) < prob( fitin ) )
        newpop( newin, :) = oldpop( fitin, : );
        newin = newin + 1;
    else
        fitin = fitin + 1;
    end
end
end

```

3 仿真例

为了验证基于 MATLAB 设计的遗传算法的全局寻优能力, 举例验证。考虑一单变量函数为:

$$f(x) = x + 10 \cdot \sin(5x) + 7 \cdot \cos(4x) \quad (2)$$

$x \in [0, 9]$ 。按照上述方法, 取 $\text{popsize} = 10$, $\text{stringlength} = 20$, $\text{pc} = 0.95$, $\text{pm} = .08$ 。图 3 为此函数的特性, 图中 '+' 表示随机产生的 10 个函数值; 图 4 中 'o' 为经过一代遗传, 得到的寻优值; 经过 25 代遗传运算, 得到函数的全局最大值, 如图 5 中的 '*' : 即当 x 为 7.8569 时函数取得最大值 24.8554。

本文用 MATLAB 语言实现了遗传算法的各项遗传操作, 如交叉、变异和选择等, 仿真例检验了该方法的有效性。采用这种方法既可以使大家熟悉 MATLAB 语言, 又可以加深对遗传算法的认识和理解, 以此来设计智能系统。

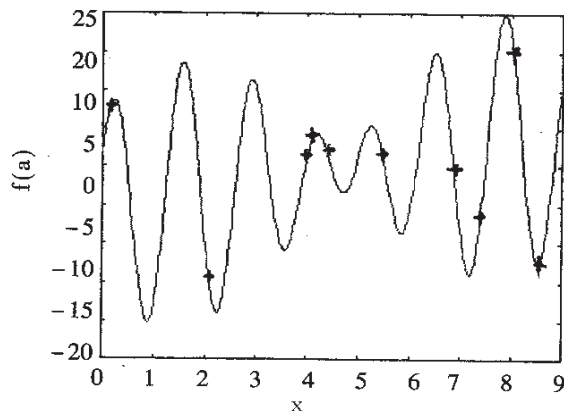


图 3 函数特性

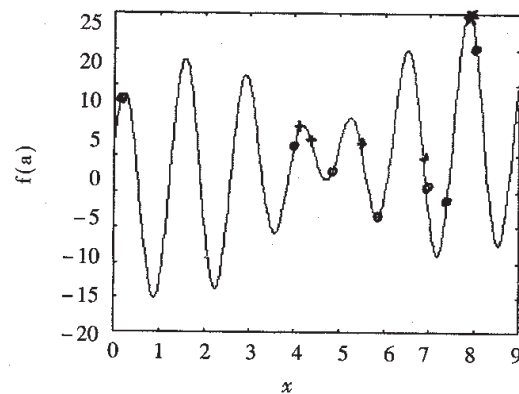


图 5 最终寻优结果

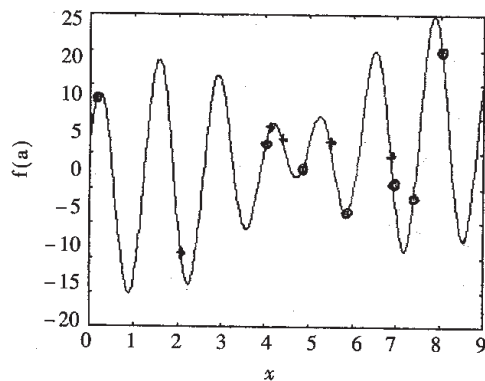


图 4 一次遗传寻优结果

参考文献

- 1 D.E.Goldberg.Genetic algorithms in search,optimization and machine learning.Addison-Wesley,1989
- 2 孙增圻.智能控制理论与技术.北京:清华大学出版社,1997
- 3 席裕庚.遗传算法综述.控制理论及应用,1996,13(6):697-708
- 4 Y.J.Cao,Q.H.Wu.Teaching Genetic Algorithm Using MATLAB.Int.Journal Electrical Engineering on Education,1998(2):139-152

(收稿日期:1999-06-16)

作者: 殷铭, 张兴华, 戴先中
作者单位: 南京东南大学自动控制系, 210096
刊名: 电子技术应用 ISTIC PKU
英文刊名: APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
年, 卷(期): 2000, 26 (1)
被引用次数: 50次

参考文献(4条)

1. Y J Cao; Q H Wu Teaching Genetic Algorithm Using MATLAB. Int 1998 (02)
2. 席裕庚 遗传算法综述 1996 (06)
3. 孙增圻 智能控制理论与技术 1997
4. D E Goldberg Genetic algorithms in search, optimization and machine learning 1989

引证文献(50条)

1. 赵小冰, 王兆霞, 白明, 李宁宁, 汪凯 一种改进的二进制编码遗传算法研究[期刊论文]-天津理工大学学报 2010 (4)
2. 韩卫军, 王丽亚, 丁锡海 基于改进NSGA-II的网络采购供应商采购份额分配研究[期刊论文]-机械制造 2010 (8)
3. 郭成, 李连庆 遗传算法的Matlab7.0程序实现[期刊论文]-淮海工学院学报(自然科学版) 2010 (3)
4. 张玉芬, 齐红然, 刘世普 一类应急服务设施选址问题的模型及算法[期刊论文]-数学的实践与认识 2009 (14)
5. 邓颂霖, 梁秀娟, 肖长来, 王光明, 李帅杰 基于GA优化的地下水水质评价法[期刊论文]-东北水利水电 2009 (9)
6. 焦海宁, 杨杰 基于遗传算法的自适应模糊调节器的设计[期刊论文]-科技广场 2008 (8)
7. 李运江, 徐晓东 Rosenbrock函数全局最大值的免疫算法求解[期刊论文]-三峡大学学报(自然科学版) 2008 (1)
8. 方华元, 胡昌华, 李瑛 基于遗传算法的威布尔分布的参数估计及MATLAB实现[期刊论文]-战术导弹控制技术 2007 (1)
9. 李善姬, 王晓丹 利用遗传算法优化设计FIR数字滤波器[期刊论文]-计算机工程与设计 2007 (11)
10. 李鹏, 杨晓非 基于遗传算法的磁光盘膜厚匹配的优化设计[期刊论文]-磁性材料及器件 2007 (2)
11. 焦海宁, 杨杰 基于遗传算法的模糊控制理论研究及其应用(续)[期刊论文]-有色设备 2006 (6)
12. 弓晋丽, 程志敏 基于Matlab物流配送路径优化问题遗传算法的实现[期刊论文]-物流科技 2006 (7)
13. 史爱松, 张秉森 基于RBF神经网络的遗传算法在织物染色配色中的应用研究[期刊论文]-染料与染色 2006 (3)
14. 张建宇, 韩国柱, 程力, 陈明 基于自适应遗传算法的自行火炮机动路线优选[期刊论文]-计算机仿真 2006 (6)
15. 石建坡 低能耗无线监控网络的设计与实现[学位论文]硕士 2006
16. 耿俊 基于路径模式的对等网资源请求消息传播技术[学位论文]硕士 2006
17. 陈健 配网自动化主站系统研究[学位论文]硕士 2006
18. 刘良福, 焦海宁 基于随机双线性系统模糊控制器的优化及仿真[期刊论文]-低压电器 2005 (12)
19. 陈淑玲, 杨松林, 周玉龙, 奚炜 基于MATLAB的高速单体船推进系统参数优化配置及实时仿真[期刊论文]-江苏科技大学学报(自然科学版) 2005 (6)
20. 张建宇, 韩国柱, 陈明 武器系统备件储备量的遗传算法求解[期刊论文]-军械工程学院学报 2005 (3)
21. 蒋冬初, 何飞, 向继文 遗传算法求解函数优化问题的Matlab实现[期刊论文]-吉首大学学报(自然科学版) 2005 (2)
22. 姚玲英 运用MATLAB实现基于遗传算法自修正的模糊控制理论的仿真[期刊论文]-东莞理工学院学报 2005 (3)
23. 安琳 铝电解槽三维磁场计算及其分布的遗传算法优化研究[学位论文]硕士 2005
24. 陈琳 循环流化床水煤浆锅炉集散控制系统的应用及床温模糊控制研究[学位论文]硕士 2005
25. 焦阳 海上溢油遥感图像智能边缘检测算法的研究[学位论文]硕士 2005
26. 王丽敏 偏曲轴少齿差行星减速器优化设计[学位论文]硕士 2005
27. 范玉红 塌陷区分形地形生成和分维演变分析[学位论文]硕士 2005
28. 乔孟丽 基于遗传算法的模糊控制器优化研究[学位论文]硕士 2005
29. 武军杰 瞬变电磁新技术在隧道超前地质预报中的应用研究[学位论文]硕士 2005

30. [童立君](#) [基于遗传算法的水厂二级泵房智能调度系统的研究](#)[学位论文]硕士 2005
31. [蒋望东](#) [基于遗传算法的贝叶斯分类器结构学习研究](#)[学位论文]硕士 2005
32. [焦海宁](#) [基于离线优化和在线调整的模糊控制系统的设计与仿真](#)[学位论文]硕士 2005
33. [彭颖](#) [虚拟企业战略合作伙伴选择模型研究](#)[学位论文]硕士 2005
34. [刘国仟](#) [金属热防护系统隔热材料内辐射特性分析及优化](#)[学位论文]硕士 2005
35. [王喜贵](#) [差动减速器水平位移补偿的研究及优化](#)[学位论文]硕士 2005
36. [杨红科](#) [基于CAN总线的液位模糊控制系统的设计及研究](#)[学位论文]硕士 2005
37. [吴若梅](#), [黄源江](#), [陈莘莘](#), [罗亚明](#) [基于MATLAB的包装机械课程设计应用](#)[期刊论文]-[株洲工学院学报](#) 2004(5)
38. [姜淼](#) [遗传算法在辅助诊断系统中的应用](#)[期刊论文]-[数理医药学杂志](#) 2004(4)
39. [李斌](#), [朱如鹏](#) [基于遗传算法的行星齿轮传动优化及MATLAB实现](#)[期刊论文]-[机械设计](#) 2004(10)
40. [田晓东](#) [基于恒星基准的舰船姿态计算方法](#)[期刊论文]-[舰船科学技术](#) 2004(4)
41. [陈丽安](#), [张培铭](#) [免疫遗传算法在MATLAB环境中的实现](#)[期刊论文]-[福州大学学报\(自然科学版\)](#) 2004(5)
42. [郭举修](#) [配电网故障定位与隔离问题的研究](#)[学位论文]硕士 2004
43. [王飞](#) [基于遗传算法的配电网故障定位与隔离](#)[学位论文]硕士 2004
44. [石为人](#), [张黎](#) [基于遗传算法的工业企业库存控制模型分析](#)[期刊论文]-[数学的实践与认识](#) 2003(2)
45. [田晓东](#) [基于遗传算法的舰船姿态计算方法](#)[期刊论文]-[自动化技术与应用](#) 2003(6)
46. [王永川](#), [蔡金燕](#), [曹宏炳](#) [基于遗传算法的雷达功能板备件优化模型](#)[期刊论文]-[现代雷达](#) 2002(4)
47. [陈淑燕](#), [周延怀](#) [遗传算法在船舶配件库存随机规划中的应用](#)[期刊论文]-[浙江师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2002(1)
48. [常玲芳](#) [模糊神经网络自动生成隶属函数的MATLAB实现](#)[期刊论文]-[燕山大学学报](#) 2001(z1)
49. [孙小点](#), [任雪梅](#), [陈杰](#), [陶彩霞](#) [连续小波神经网络优化结构研究](#)[期刊论文]-[系统仿真学报](#) 2001(z1)
50. [许明清](#), [鞠鲁粤](#) [基于遗传算法的离心铸管生产工艺参数分析研究](#)[期刊论文]-[上海大学学报\(自然科学版\)](#) 2001(6)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzjsyy200001003.aspx