

Matlab 遗传算法工具箱函数及应用实例

于 玲¹, 贾春强²

(1.沈阳化工学院 机械工程学院,辽宁 沈阳 110142; 2.大连理工大学 机械工程学院,辽宁 大连 116023)

摘 要:基于 Matlab 语言的遗传算法工具箱支持二进制和浮点数编码方式,并且提供了多种选择、交叉、变异的方法。通过具体实例对 Matlab 的遗传算法工具箱的用法进行了说明介绍。

关键词:Matlab; 遗传算法; 工具箱; 优化

中图分类号:TP391.75

文献标识码:A

文章编号:1002-233X(2004)11-0027-02

Functions and Examples in Matlab GA Toolbox

YU Ling¹, JIA Chun-qiang²

(1.School of Mechanical Engineering, Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China;

2.School of Mechanical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China)

Abstract: The Genetic Algorithm Toolbox based on Matlab supports the binary and float, and there are the excellent operators of selection, crossover and mutation in the Toolbox, two examples about how to use the Toolbox are introduced in this paper. It is to help readers improve the ability to analyze the question and solve problem using the Toolbox.

Key words: matlab; genetic algorithm; toolbox; optimization

1 遗传算法与 Matlab 语言

Matlab 是一种开放式软件,经过一定的程序可以将开发的优秀的应用程序集加入到 Matlab 工具的行列。这样,许多领域前沿的研究者和科学家都可以将自己的成果集成到 Matlab 之中,被全人类继承和利用。因此,Matlab 中含有诸多的面向不同应用领域的工具箱,例如:信号处理工具箱、图像处理工具箱、通信工具箱、系统辨识工具箱、优化工具箱、鲁棒控制工具箱、非线性控制工具箱等,而且工具箱还在不断地扩展之中。

2 遗传算法工具箱的函数及其功能

目前,国内图书市场上有关 Matlab 方面的书籍要么侧重于 Matlab 语言编程介绍,要么侧重于各种工具箱函数的解说,而对怎样用工具箱函数来解决实际问题鲜有涉及。本文将对遗传算法工具箱函数进行说明介绍。

遗传算法工具箱 GAOT 包括了许多实用的函数,这些函数按照功能可以分为以下几类:

2.1 主界面函数

主程序 gam 提供了遗传算法工具箱与外部的接口。它的函数格式如下:

[x endPop bPop traceInfo]=ga(bounds,evalFN,evalOps, startPop,opts,termFN,termOps,selectFN,selectOps, xOverFNs,xOverOps,mutFNs,mutOps)

输出参数

表 1

x	求得的最优解,包括染色体和适应度
endPop	最终得到的种群
bPop	最优种群的搜索轨迹
traceInfo	每一代的最好适应度和平均适应度

输入参数

表 2

bounds	变量上下界矩阵,矩阵的行数确定变量个数
evalFN	适应度函数
evalOps	传递给适应度函数的参数,默认值为[NULL]
startPop	初始种群
opts	选项。一个向量[epsilon prob_ops display],这里 epsilon 表示两代之间的差距;prob_ops 取 0 表示二进制编码,取 1 表示浮点数编码;display 控制运行中是否输出当前群体和最好结果,取 0 表示运行中不输出,取 1 表示运行中输出。默认值为[1e-6 1 0]
termFN	终止函数的名称,默认值为['maxGenTerm']
termOps	传递给终止函数的参数,默认值为['100']
selectFN	选择函数的名称,默认值为['normGeomSelect']
selectOps	传递给选择函数的参数,默认值为['0.08']
xOverFN	交叉函数名称表,以空格分开,浮点数编码默认值为['arithXover heuristicXover simpleXover'],二进制编码默认值为['simpleXover']
xOverOps	传递给交叉函数的参数表,浮点数编码默认值为['2 0;2 3;2 0'],二进制编码默认值为[0.6]
mutFN	变异函数名称表,以空格分开,浮点数编码默认值为['boundaryMutation multiNonUnifMutationnon UnifMutationuniformMutation'],二进制编码默认值为['binaryMutation']
mutOps	传递给变异函数的参数表,浮点数编码默认值为[4 0;6 100 3;4 100 3;4 0 0],二进制编码默认值为[0.05]

2.2 核心函数及其它函数

具体见表 3。

3 遗传算法工具箱应用实例

3.1 无约束优化问题

利用遗传算法计算函数 $f(x)=x+10\cdot\sin(5x)+7\cdot\cos(4x)$ 的最大值,其中 $x\in[0,9]$

选择二进制编码,种群中的个体数目为 10,二进制编

表 3

初始化函数	initializegam		二进制格式和浮点数格式的初始化函数
	initializega.m		有序数据的初始化函数
选择函数	roulette.m		常用的轮盘赌法
	normGeomSelect.m		基于归一化的优先选择法
	tournSelect.m		竞争选择法
演化函数	交叉	simpleXover.m	二进制格式或浮点数格式的交叉函数
		cyclicXover.m	有序数据的交叉函数，可以将演化函数组合使用
		linerXover.m	
		linerorderXover.m	
	变异	boundaryMutation.m	浮点数格式的变异函数
nonUnifMutation.m			
终止函数	maxGenTerm.m		主程序 gam 用来判断是否满足终止条件
	optMaxGenTerm.m		
二进制表示函数	calcbits.m		用来计算遗传算法满足精度要求时，染色体所需要的二进制位数
	f2b.m		用来完成二进制数和浮点数之间的相互转换
	b2f.m		

码长度为 20, 交叉概率为 0.95, 变异概率为 0.08。

采用 GOAT 的程序清单如下:

①编写目标函数文件 opt.m, 文件存放在工作目录下。

```
function[sd,eval]=opt(sd,options)
```

```
x=sd(1);
```

```
eval=x+10*sin(5*x)+7*cos(4*x);
```

②生成初始种群, 大小为 10。

```
initPop=initializega(10,[0 9], 'opt');
```

③调用遗传算法函数。

```
[x endPop bPop trace]=ga([0 9], 'opt', [], initPop, [1e-6 1 1], 'maxGenTerm', 25, 'normGeomSelect', [0.08], ['arithXover'], [2], 'nonUnifMutation', [2 25 3]);
```

经过 25 次遗传迭代, 运算结果为: $x=7.8566$, $f(x)=24.8554$; 即当 x 为 7.8566 时, $f(x)$ 取最大值 24.8554。

遗传算法一般用来取得近似最优解, 另外, 遗传算法的收敛性跟其初始值有关, 大家运行上面的命令所得到的结果可能跟我的结果不同或是差别很大, 但多执行几次上面的命令(随机取不同的初始群体)一定可以得到近似最优解。

3.2 有约束优化问题

考虑如下问题:

$$\min f(x) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2$$

$$\text{s.t. } g_1(x) = x_1 - 2x_2 + 1 \geq 0$$

$$g_2(x) = \frac{x_1^2}{4} - x_2^2 + 1 \geq 0$$

本例中存在两个不等式约束, 因此我们需要把有约束问题转换成无约束问题来求解。近年来提出了多种用遗传算法满足约束的技术, 工程中常用的策略是惩罚策略, 通过惩罚不可行解, 将约束问题转换为无约束问题。

惩罚项的适值函数一般有加法和乘法两种构造方式, 本例采用加法形式的适值函数, 惩罚函数由两部分构成, 可变乘法因子和违反约束乘法。种群中的个体数目为 100, 实数编码, 交叉概率为 0.95, 变异概率为 0.08。遗传算法求的是函数的极大值, 因此在求极小值问题时, 需将极大值问题转换为极小值问题求解。

采用 GOAT 的程序清单如下:

①编写目标函数文件 fit.m, 文件存放在工作目录下。

```
function[sd,eval]=fit(sd,options)
```

```
x1=sd(1);
```

```
x2=sd(2);
```

```
r1=0.1;
```

```
r2=0.8;
```

%约束条件

```
g1=x1-2*x2+1;
```

```
g2=x1.^2/4-x2.^2+1;
```

%加惩罚项的适值

```
if(g1>=0)&(g2>=0)
```

```
eval=(x1-2).^2+(x2-1).^2;
```

```
else
```

```
eval=(x1-2).^2+(x2-1).^2+r1*g1+r2*g2;
```

```
eval=-eval;
```

```
end
```

②设置参数边界, 本例边界为 2。

```
bounds=ones(2,1)*[-1,1];
```

③调用遗传算法函数。

```
[x endPop bPop trace]=ga(bounds, 'Min');
```

④性能跟踪。

```
plot(trace(:,1), trace(:,3), 'r-');
```

```
hold on
```

```
plot(trace(:,1), trace(:,2), 'b*');
```

```
xlabel('Generation'); ylabel('Fitness');
```

```
Legend('解的变化', '种群平均值的变化');
```

经过 100 次遗传迭代, 运算结果为: $x=[1 1]$; 此时极小值 $eval(x)=1$; $g_1(x)=0$; $g_2(x)=0.25$, 显然最优解满足约束条件。

4 结论

遗传算法工具箱功能强大, 包括了大量的算子函数, 提供各种类型的选择策略, 交叉、变异的方式, 适用于各种不同的实际问题。由于大多数实际问题都是有约束条件的, 所以, 用遗传算法处理约束条件的方法仍属于难点问题, 需要进一步的研究和探讨。

[参考文献]

- [1] 高尚. 基于 MATLAB 遗传算法优化工具箱的优化计算[J]. 微型电脑应用, 2002, 18(8): 52-54.
- [2] 姜阳, 孔峰. 基于 MATLAB 遗传算法工具箱的控制系统设计仿真[J]. 广西工学院学报, 2001, 12(4): 6-8.
- [3] 飞思科技产品研发中心. MATLAB 6.5 辅助优化计算与设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003. (编辑 阳 光)

作者简介: 于玲(1979-), 女, 硕士, 主要从事机电液一体化的教学及科研工作。

收稿日期: 2004-07-06