

# 基于 MATLAB 遗传算法优化工具箱的优化计算

高 尚

**摘 要** 采用 Matlab 语言编制的遗传算法工具箱 (GAOT) 可实现二进制编码和真值编码的模拟进化计算。此工具箱在遗传操作方面非常灵活, 介绍了用遗传算法工具箱解决了连续优化问题和旅行商问题, 并给出了两个实例。

**关键词** 遗传算法 优化 旅行商问题

## 一、遗传算法

遗传算法 (Genetic algorithms: GA) 是由美国 Michigan 大学的 John Holland 教授在 60 年代提出的, 它是一种自然适应优化方法, 该算法是基于自然遗传和自然优选机理的寻优方法。所谓自然遗传和自然优选来自于达尔文的进化论学说, 该学说认为在生物进化过程中, 任一动植物经过若干代的遗传和变异, 使之能够适应新的环境, 是优胜劣汰的结果, 这种自然遗传思想也适用于求解优化问题。GA 采用选择 (selection)、交叉 (crossover) 和变异 (mutation) 运算来实现“物竞天择, 适者生存”这一自然法则的模拟。遗传算法的一般框架[2, 3, 4]:

输入参数: 染色体个数  $N$ , 交叉概率  $P_c$ , 变异概率  $P_m$ ;

通过初始化过程产生  $N$  个染色体;

计算所有染色体的评价函数;

根据评价函数抽样选择染色体;

对染色体进行交叉和变异操作;

重复若干次 (下一代的代数) 计算评价函数、选择、交叉和变异。

由于最好的染色体不一定出现在最后一代, 开始时保留最好的染色体, 如果新的种群又发现更好的染色体, 则用它代替原来的染色体, 进化完成后, 这个染色体可以看作最优化的结果。

遗传算法几乎渗透到从工程到社会科学的诸多领域, 必须要编制遗传算法的程序进行计算, 作为使用者希望找一个现成的程序, 而 MATLAB 的遗传算法工具箱正好满足要求。我们主要对遗传算法工具箱的用法和技巧作一点探讨。

## 二、遗传算法工具箱

MATLAB 语言简单, 但功能强大, 程序移植性比较好。MATLAB 的遗传算法工具箱的下载地址: <http://www.ie>

[ncsu.edu/mirage/GA\\_ToolBox/gaot/GAOT.zip](http://ncsu.edu/mirage/GA_ToolBox/gaot/GAOT.zip)

其主程序是 `ga.m`, 其用法如下:

```
function [x, endPop, bPop, traceInfo] = ga(bounds, evalFN, evalOps, startPop, opts, temFN, temOps, selectFN, selectOps, xOverFN, xOverOps, mutFN, mutOps)
```

输出部分:

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| x         | 运行中最好的结果                   |
| endPop    | 最后一代染色体 (可选择的)             |
| bPop      | 最好染色体的轨迹 (可选择的)            |
| traceInfo | 每一代染色体中最好的个体和平均结果矩阵 (可选择的) |

输入参数:

|           |   |
|-----------|---|
| bounds    | 变量上限和下限组成的矩阵  |
| evalFN    | 评价函数的文件名, 通常是 <code>m</code> 文件   |
| evalOps   | 运行评价函数的输入选项, 默认值为 [NULL] (可选择的)   |
| startPop  | 调用 initialize <code>m</code> 文件得到的初始染色体 (可选择的)  |
| opts      | 一个向量 [epsilon prob. ops display], 这里 epsilon 表示两代之间的差距; prob. ops 取 0 表示采用二进制编码, 取 1 表示采用实数本身; display 取 1 表示运行中显示, 当前染色体和最好结果, 取 0 表示运行中不显示。默认值为 [1e-6 1 0] (可选择的) |
| temFN     | 终止函数的名称, 默认值为 [maxGen-Tem] (可选择的)   |
| temOps    | 终止函数的输入选项, 默认值为 [100] (可选择的)  |
| selectFN  | 选择函数的 <code>m</code> 的文件名, 默认值为 [nom-GeomSelect] (可选择的)   |
| selectOps | 向选择函数传递的参数, 串默认值为 [0.08] (可选择的)   |
| xOverFN   | 一个包括空格的字符串的 Xover <code>m</code> 文件, 实数编码默认值为 [arithXover heuristicXover simplexXover], 二进制编码默认值为 ['simpleXover'] (可选择的)  |

|          |   |
|----------|---|
| xOverOps | Xover m 的输入参数矩阵, 实数编码默认值为[2 0; 2 3; 2 0], 二进制编码默认值为[0 6] (可选择的)   |
| mutFNs   | 一个包括空格的字符串的 mutation m 文件, 实数编码默认值为[ boundaryMutation multNonUniformMutation nonUniformMutation uniformMutation ], 二进制编码默认值为[ 'binaryMutation' ] (可选择的) |
| mutOps   | Xover m 的输入矩阵, 类似与变异, 实数编码默认值为[4 0; 6 100 3; 4 100 3; 4 0 0], 二进制编码默认值为[0 05] (可选择的)  |

### 三、解决连续变量优化问题

以一个简单地连续性优化例子来说明, 例如求  $\max f = x + 10 \sin(5x) + 7 \cos(4x)$

采用 GAOT 的步骤如下:

(1) 首先编制目标函数文件, 如 gaDemoEval.m

```
function [sol, val] = gaDemoEval(sol, options)
```

```
x = sol(1);
```

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

(2) 调用主程序 ga.m, 程序如下:

```
clear all
```

```
clf;
```

```
figure(gcf);
```

```
hold on
```

```
fp = plot(x + 10 * sin(5 * x) + 7 * cos(4 * x), [0 9])
```

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

```
plot(initPop(:, 1), initPop(:, 2), 'g+')
```

```
[x endPop bestPop trace] = ga([0 9], gademoleval, [],
```

```
initPop, [1e-6 1 1], maxGenTem, 25, ...
```

```
nonUniformMutation, [0 08], [arithXover], [2], nonUniformMutation, [2 25 3]);
```

```
x
```

```
plot(endPop(:, 1), endPop(:, 2), 'ro')
```

```
figure(2)
```

```
plot(trace(:, 1), trace(:, 2));
```

```
hold on
```

```
plot(trace(:, 1), trace(:, 3));
```

运行结果如图 1 和图 2 所示, 图 1 中标有“+”记号的点为初始值, 标有“o”的点为最优值。最优解为  $x^* = 7.8564$ ,  $\max = 24.8553$ 。

### 四、解决 TSP 问题

旅行商问题(Traveling Salesman Problem: TSP)是一个

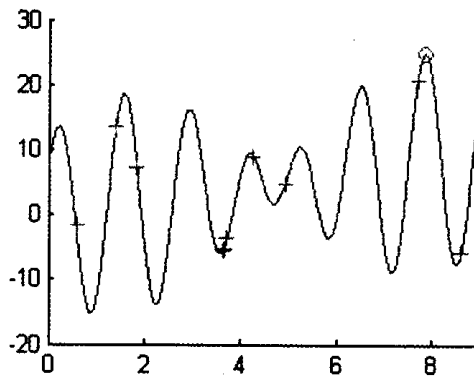


图 1 目标函数形状及最优结果

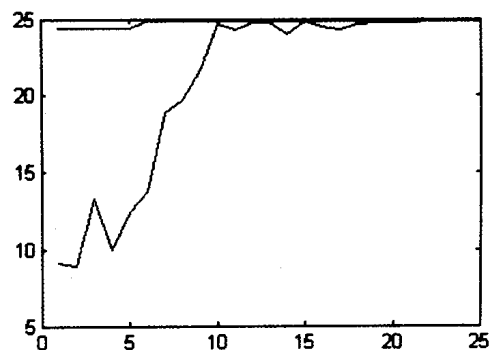


图 2 每一代中的最好解与平均值

典型的组合优化问题, 设有  $n$  个城市和各城市距离  $d_{ij}(i, j = 1, 2, \dots, n)$ ,  $d_{ij}$  表示城市  $i$  到城市  $j$  的距离, 问题是找遍访每个城市恰好一次的一条回路, 且其路径长度为最短。目前解决此问题的方法较多, 遗传算法是其中一种方法, 下面用遗传算法工具箱编制的程序如下:

```
clear all
```

```
global distMatrix
```

```
t = [1304 2312; 3639 1315; 4177 2244; 3712 1399; 3488  
1535; 3326 1556; ...  
3238 1229; 4196 1044; 4312 790; 4386 570; 3007 1970;  
2562 1756; ...  
2788 1491; 2381 1676; 1332 695; 3715 1678; 3918  
2179; 4061 2370; ...  
3780 2212; 3676 2578; 4029 2838; 4263 2931; 3429  
1908; 3507 2376; ...  
3394 2643; 3439 3201; 2935 3240; 3140 3550; 2545  
2357; 2778 2826; 2370 2975];
```

```
sz = size(t, 1);
```

```
distMatrix = dists(t, t);
```

```
xFNs = cyclicXover uniformXover partmapXover order-  
basedXover
```

```
xFNs = [xFNs, singleptXover linerorderXover];
```

```
xOpts = [2; 2; 2; 2; 2; 2; % 2; 2; 2; 2; 2; 2];
```

```

mFns = inversionMutation adjswapMutation shiftMutation
swapMutation threewapMutation ;
mOpts = [2; 2; 2; 2; 2];
temFns = maxGenTem ;
temOps = [100];
selectFn = no mGeomSelect ;
selectOps = [0 08];
evalFn = tspEval ;
evalOps = [ ];
bounds = [sz];
gaOpts = [1e- 6 1 1];
startPop = initialxeoga(80, bounds, tspEval, [1e- 6 1]);
[x endPop bestPop trace] = ga(bounds, evalFn, evalOps,
startPop, gaOpts, ...
temFns, temOps, selectFn, selectOps, xFns, xOpts, mFns,
mOpts);
bestPop
trace
plot(trace(:, 1), trace(:, 2));
hold on
plot(trace(:, 1), trace(:, 3));
figure(2)
clf
A = ones(sz, sz);
A = xor(triu(A), tril(A));
[xg yg] = gplot(A, t);
clf
h = gca;
hold on
ap = x;
plot(t(x(1: sz), 1), t(x(1: (sz)), 2, ), 'r-')
plot(t([x(1), x(sz)], 1), t([x(1), x(sz)], 2, ) 'r-')
plot(xg, yg, 'b', MarkerSize, 24);

```

上面的程序是解决中国 31 个直辖市和省会城市的 CTSP 问题,  $t$  矩阵记录各城市的相对坐标[1]。运行的结果如图 4 和图 5 所示。图 3 是中国 31 个城市的 CTSP 目前最好的解, 它通过复杂的改进的模拟退火算法得来的[1], 本程序的结果与接近, 但程序编程简单。

## 五、结束语

通过两个实例说明了遗传算法工具箱的强大的功能, 是学习和利用遗传算法的好工具。其用法比较灵活, 对其有关模块作适当修改, 可解决许多实际问题。

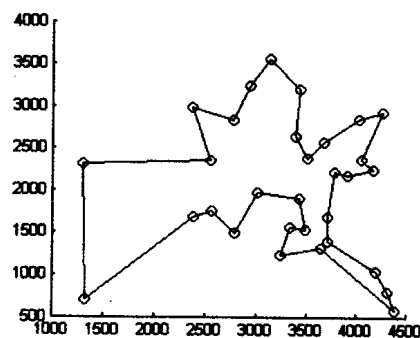


图 3 中国 31 城市的 CTSP 目前最好的解

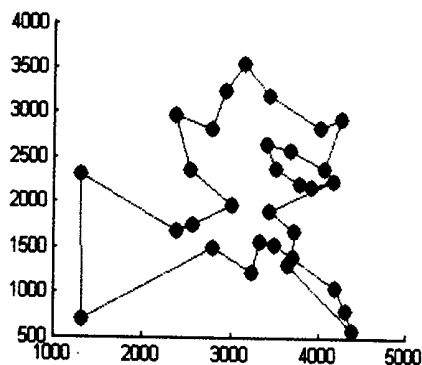


图 4 中国 31 城市的 CTSP 本算法的解

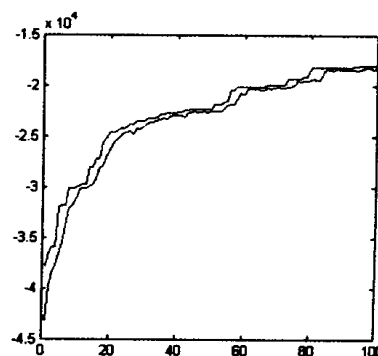


图 5 中国 31 城市的 CTSP 迭代中最好解与平均值

## 参考文献

- [1] 康立山, 谢云, 尤矢勇等, 模拟退火算法[M], 科学出版社, 1994: 150- 151
- [2] 刑文循, 谢金星, 现代优化计算方法[M], 北京: 清华大学出版社, 1999: 140- 180
- [3] 刘宝碇, 赵瑞清, 随机规划与模糊规划[M], 北京: 清华大学出版社, 1998: 15- 36
- [4] G. J. Koehler, New directions in genetic algorithm theory [J], Annals of Operations Research 75 (1997): 49- 68

(收稿日期: 2002 年 4 月 11 日)

trates with some samples, the key points of Platform Builder 3.0, a tool for platform customization. Solutions to Frequently-Asked Questions are also given.

**Keywords** Windows CE Platform Builder embedded operating system

High Precision Timing Using Delphi ..... p46

*Mou Guomin (Department of Medical Electronics, Shanghai Professional School of Medical Instrumentation Shanghai 200093)*

**Abstract** High precision timing is a key technology commonly used in process control. This paper makes a fundamental analysis on the method of high precision timing used in the development of Delphi applications. Some conventional methods of timing are also given in it.

**Keywords** Delphi Timer high precision timing

On Digital Video Network Based on Gigabit Ethernet ..... p49

*Jiang Hongding Chen Fumin (The Computing Center, Tongji University Shanghai 200092)*

**Abstract** This paper makes an analysis on the protocol of gigabit Ethernet and a comparison among main technologies currently adopted by Digital Video Network. A forecast of Ethernet applied in Digital Video Network is also given.

**Keywords** gigabit Ethernet Digital Video Network ATM fiber channel

Optimization Computing Based on the Genetic Algorithm Optimization Toolbox in MatLab ..... p52

*Gao Shang (Department of Electronics and Information, Huadong Shipbuilding College Zhenjiang 212003)*

**Abstract** With the Genetic Algorithm Optimization Toolbox (GAOT) in MatLab, which is very flexible in genetic operations, simulated evolution using both binary and real representations can be realized. This paper illustrates how to solve the Continuous Optimization Problem and Traveling Salesman Problem by using GAOT with two samples.

**Keywords** genetic algorithm optimization traveling salesman problem

Developing High Efficient Distributed Application Systems With Delphi 5 ..... P55

*Chen Xiaoling (Department of Computer Science & Technology, Maoming College Maoming 525000)*

**Abstract** This paper introduces how to improve the efficiency of multi-layer distributed application systems developed with Delphi 5 by optimizing the database access, using the efficient remote transfer mode, adjusting the application server's execution and controlling the network flux.

**Keywords** multi-layer distributed structure BDE/DAP IADO MTS DCOM socket interceptor

## Learners' Garden

How to Use Treeview Control in PowerBuilder? ..... P58

*Yang Bing Ma Xiaojiang Miao Gang (School of Mechanical Engineering, Dalian University of Science & Technology Dalian 116023)*

**Abstract** PowerBuilder, a database design tool, provides Treeview Control, with which an interface with the same style as that of Microsoft Windows can be produced. In this paper, the usage of Treeview Control is illustrated with a sample. Its actual code is also given.

**Keywords** Treeview PowerBuilder icon database handle

How to Maintain Microsoft Windows? ..... p61

*Zhang Li (Department of Science and Technology, Zaohuang Normal College Zaoshuang 277102)*

**Abstract** This paper introduces a number of methods of maintaining Microsoft Windows.

**Keywords** system register table

Variable and Parameter Passing in Visual BASIC (continued) ..... P63

*Ding Yaming (Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Engineering Hefei 230601)*

**Abstract** This paper introduces variable and parameter passing in Visual BASIC. Examples are given for illustration.

**Keywords** variable applied field parameter pass