

# 基于 GA 的 MTSP 问题实现

The MTSP problem solving based on GA

(1.淮阴工学院;2.广西民族大学) 邱军林<sup>1</sup> 周永权<sup>2</sup> 张亚红<sup>1</sup>  
QIU Jun-lin ZHOU Yong-quan ZHANG Ya-hong

**摘要:** 多旅行商问题(Multiple Traveling Salesperson Problem,简称 MTSP)是讨论  $m$  位旅行商如何访问  $n$  座城市,要求每个城市都被访问,且仅被访问一次,求得所有旅行商经过的路径和最小。本文通过对 MTSP 特点的分析,依据遗传算法的基本思想,对编码和遗传算子进行合理选取。通过仿真表明,该优化方法能够取得较优解。

**关键词:** 遗传算法; MTSP 问题; 染色体

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A

**Abstract:** The Multiple Traveling Salesperson Problem is to discuss how  $m$  salespersons to visit a set of  $n$  locations, each of them is visited exactly only once while minimizing the total distance traveled by the salesperson. This paper analyzes the feature of MTSP, based on the basic idea of Genetic Algorithm, which selects the reasonable coding and genetic operators. The experimental results show that we can obtain a good solution from this method.

**Key words:** Genetic algorithm; MTSP problem; Chromosome

## 1 引言

多旅行商问题(MTSP)是旅行商问题(TSP)的扩展和延续,它也是一个 NP 问题。MTSP 通常可以描述如下: $M$  个旅行商从同一个城市(或不同城市)出发,分别走一条旅行路线,每个城市有且仅有一个旅行商经过(出发城市除外),使得总旅行最短,即:

$$T_d = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^{k_i} d(v_j, v_{j+1}) + d(v_j, v_n)) \quad (1)$$

取值最小。公式(1)中: $m$  表示旅行商个数,  $k_i \in (1..m)$  表示第  $i$  个旅行商要经过的城市数,  $d(v_j, v_{j+1})$  表示城市  $i$  到  $i+1$  的距离。因此,对 MTSP 进行研究具有重要意义。

遗传算法模拟达尔文与孟代尔的遗传变异理论,具有坚实的生物学基础。遗传算法提供了一种求解复杂系统优化问题的通用框架,它不依赖于问题的具体领域,对问题的种类有很强的鲁棒性,运用遗传算法已经成功求解了很多问题。

## 2 MTSP 问题的遗传算法

遗传算法将问题的解表示为“染色体”,从而得到一个由染色体组成的“解体”,这个群体被限制在问题特定的环境里,根据预定的目标函数对每个个体,利用遗传算子对这些个体按有更多机会生存原则进行交叉组合产生后代。

### 2.1 适应性函数

适应度函数通常取路径长度  $T_d$  的倒数,即  $f=1/T_d$ ,本文所取适应度函数为:

$$f = 1/(T_d + \alpha \cdot N_i) \quad (2)$$

公式(2)中: $N_i$  是对路径不合法的度量,  $\alpha$  为惩罚系数,可以是距离的倍数。

邱军林: 助教 硕士

基金项目: 基金申请人: 周永权; 项目名称: 变参数自适应代数神经网络及应用; 基金颁发部门: 国家自然科学基金(60461001)

### 2.2 编码实现

在旅行商问题的求解方法中,描述旅行路线的方法主要有两类:巡回旅行路线所经过的连接两个城市的路线顺序排列;巡回旅行路线所经过的各个城市的顺序排列。

假定将所有城市所组成的一个列表记为  $W$ ,给每个城市分配一个  $1 \cdots n$  之间的序号,将这个序号的排列也表示为  $W$ ,即:

$$W = (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, \dots, v_n)$$

$$W = (1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad \dots \quad n)$$

用编码串  $T = 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ \dots \ n$  来表示这样的一条城市遍历路线:从城市  $v_1$  开始,依次经过城市  $v_2, v_3, v_4, \dots, v_n$ 。

多旅行商问题的编码,既要体现出各个旅行商,又要体现各自要经过的城市。所以多旅行商问题所选取的编码如下:

$n$	$m_1$	$m_2$	$\dots$	$m_n$	$V_{11}$	$V_{12}$	$\dots$	$V_{1m_1}$	$\dots$	$V_{n1}$	$V_{n2}$	$\dots$	$V_{nmn}$
-----	-------	-------	---------	-------	----------	----------	---------	------------	---------	----------	----------	---------	-----------

其中: $n$  表示旅行商个数; $m_1$  表示旅行商 1 经过的城市数; $m_2$  表示旅行商 2 经过的城市数; $m_n$  表示旅行商  $n$  经过的城市数; $V_{11}, V_{12}, \dots, V_{1m_1}$  表示第一个旅行商经过的城市; $\dots; V_{n1}, V_{n2}, \dots, V_{nmn}$  表示第  $n$  个旅行商经过的城市。

上表描述了 MTSP 问题个体编码方案的设计,它是由三部分组成。第一部分为一个数字  $n$ ,表示 MTSP 问题求解过程中旅行商个数;第二部分长度为  $n$ ,按顺序表示为第 1 到  $n$  的旅行商,其值表示在第三段中对应的访问城市数,这  $n$  个值的和等于第三部分的城市数;第三部分为城市的排列,城市排列分为相应的  $n$  段,每段城市数对应于相应的旅行商访问的城市数目。

3	4	3	4	2	5	6	1	11	8	4	10	3	9	7
---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	----	---	---	---

上表所示一个特定的个体编码串,该编码串表示为:共有 3 个旅行商,其中第一个旅行商对应 4 个城市编号为:2,5,6,1;第二个旅行商对应 3 个城市编号为:11,8,4;第三个旅行商对应城市编号为:10,3,9,7。

### 2.3 初始化



遗传算法求解的第一步要初始化群体,生成  $n$  个个体。本文主要采用了完全随机的方法构造群体。

#### 2.4 选择运算

选择运算是建立在对个体的适应度进行评价的基础之上,选择的主要目的是为了避免基因的缺失,提高全局的收敛性和计算效率。由于传统的比例选择,使得群体中的个体缺乏足够的多样性,从而产生了早熟现象。

考虑到以上存在的问题,本文采用了通过父-子代个体同时参与选择,最优保存策略。具体操作过程:1)将父代个体经过遗传算子运算,得到新个体。2)将父代个体和新个体编码放入一个  $2n$  空间中,根据适应度的值进行排序。3)从  $2n$  空间中根据适应度函数值,选择子代的群体。

由于采用了最优保存策略,使得每代最优个体总能保存到下一代群体中,因此也使得优化的结果能够收敛于最优解。

#### 2.5 交叉运算

交叉运算是指对两个相互配对的染色体按某种方式相互交换基因,从而形成两个新的个体。在遗传算法中,交叉运算是获取优良个体的重要手段,它决定了遗传算法的全局搜索能力。交叉运算的设计包括两个方面内容:1)如何确定交叉点的位子? 2)如何进行部分基因交换? 本文在交叉运算中,随机产生交叉点  $p$ (交叉点的产生位于城市编码串内);将父代编码交叉点左侧的代码复制到子代代码的左侧;子代 1 交叉点右侧依次从父代 2 中选择未被子代使用的代码填入,同样方法生成子代 2 的编码。

如:

S1:	3	4	3	4	2	5	6	1	11	8	4	10	3	9	7
S2:	3	4	3	4	10	1	9	8	6	4	2	3	11	7	5

S1:表示有三个旅行商,其中第一个旅行商对应 4 个城市编号为:2,5,6,1;第二个旅行商对应 3 个城市编号为:11,8,4;第三个旅行商对应 4 个城市编号为:10,3,9,7。

S2:表示有三个旅行商,其中第一个旅行商对应 4 个城市编号为:10,1,9,8;第二个旅行商对应 3 个城市编号为:6,4,2;第三个旅行商对应 4 个城市编号为:3,11,7,5。

交叉点  $p=7$  则有:

S1new	3	4	3	4	2	5	6	10	1	9	8	4	2	11	7
S2new	3	4	3	4	10	1	9	2	5	6	11	8	4	3	7

S1new:表示有三个旅行商,其中第一个旅行商对应 4 个城市编号为:2,5,6,10;第二个旅行商对应 3 个城市编号为:1,9,8;第三个旅行商对应 4 个城市编号为:4,2,11,7。

S2new:表示有三个旅行商,其中第一个旅行商对应 4 个城市编号为:10,1,9,2;第二个旅行商对应 3 个城市编号为:5,6,11;第三个旅行商对应 4 个城市编号为:8,4,3,7。

通过交叉运算,能够确保个体的多样性,有利于问题的优化。

#### 2.6 变异运算

变异运算是将个体染色体编码串的某些基因座上的基因值,使用该基因座上的其它等位基因来替换,从而形成了一个新的个体。变异运算只是产生新个体的辅助方法,但他决定了遗传算法的局部搜索能力。遗传算法中使用变异算子主要目的有:1)改善遗传算子的局部搜索能力。2)维持群体的多样性,防止出现早熟现象。

本文对新生成个体以一定的概率进行变异操作,随机生存两个不相等的整数,整数取值在城市编号范围内,对生存的变异

点上城市编码进行互换。如对个体

S:	3	4	3	4	2	5	6	1	11	8	4	10	3	9	7
生成的变异点 $p1=7, p2=11$ 。则:															
Snew:	3	4	3	4	2	5	4	1	11	8	11	10	3	9	7

### 3 试验仿真分析

本试验选取了 50 个点的城市仿真,城市各点的分布如图 1 所示。在算法实现过程中选取的参数如下:

群体规模:群体规模将影响着遗传算法的性能和效率,本文选取的规模  $N=20$ 。交叉概率  $p_c$  将控制交叉的频率,将影响着群体中新个体的产生本文选取  $p_c=0.9$ 。变异概率  $p_m$  控制局部微调幅度,本文采用  $p_m=0.01$ 。中止条件为最大进化代数来控制,选取为 200。

根据上述的参数设定,优化结果如图 2 所示,在整个优化过程中,所显示各代的最短路径如图 3 所示。

本试验仿真结果(图 3)表明,在算法优化开始阶段,收敛速度很快,越往后越慢。当在 200 代左右,可以认为优化结果已近收敛到最优值附近。

### 4 结束语

本文通过研究基于遗传算法的 MTSP 问题求解方法,提出了在多旅行商问题求解中新的编码方法以及合时的遗传算子。在对 50 个城市,3 个旅行商进行遍历的仿真中,得到了理想的结果。

本文作者创新点:本文在对 MTSP 问题采用了多个旅行商混合编码方法方法,并在选择算子中根据父代和生成个体适应度函数值决定生成新的个体。

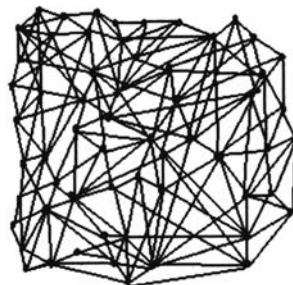


图 1 50 个城市初始路径

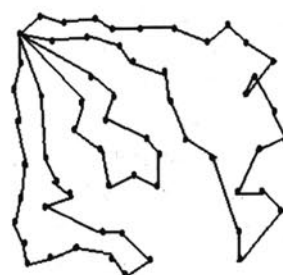


图 2 50 个城市 3 个旅行商 200 代优化结果

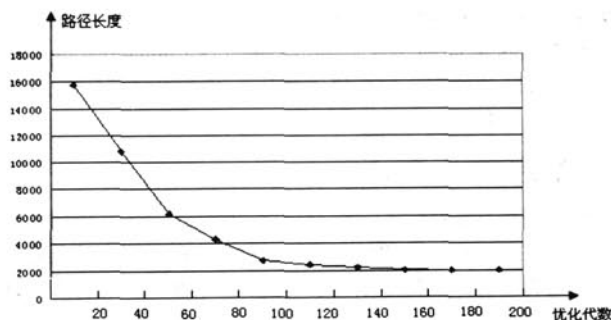


图 3 50 个城市 MTSP 城市的优化过程

#### 参考文献

- [1]周明,孙树栋.遗传算法原理及应用[M].北京:国防工业出版社,2002
- [2]王小平,曹立明.遗传算法理论、应用于软件实现[M].西安:西安交通大学,2005

(下转第 211 页)

据挖掘与人工神经网络技术。

**Biography:**XIAO Dong-rong(1944- ),male, professor, doctor tutor of Nanjing University of Information & Science Technology, main research: Microcomputer theory, Automatic Control theory, System Engineering theory.

(210044 南京 南京信息工程大学电子与信息工程学院) 肖东荣  
(210044 南京 南京信息工程大学信息与控制学院) 潘 昊

Department of Electronic and Information Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China) XIAO Dong-rong

(Department of Information and Communications Technologies, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China) PAN Hao

通讯地址:(210044 南京信息工程大学 29 号信箱) 肖东荣

(收稿日期:2009.04.03)(修稿日期:2009.07.03)

(上接第 200 页)

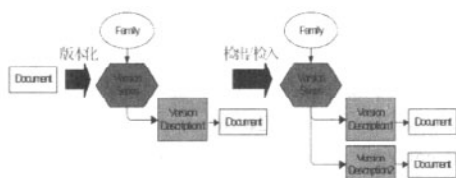


图 4 文件版本化的过程

### 3.7 ACL 安全控制

服务组件通过 ACL 实现了对文件更细粒度的安全访问控制。ACL 是由一个或多个 ACE 组成,每个 ACE 由被授权人和对应的一组许可权限组成。ACL 是由一个或多个 ACE 组成。如图 5 所示。



图 5 安全控制关系类图

客户端应用程序在调用面向内容服务的组件时,所需要管理的每个文件在被创建时,系统会为其自动分配一个默认 ACL,授权用户可以查看/修改文件的 ACL,并允许创建新的 ACL。在修改文件 ACL 时,首先要从系统中取出所有能够供用户使用的 ACL,当没有满足用户要求的 ACL 时,用户可以创建一个新 ACL,并将其赋给文件,修改文件的 ACL 时,首先要根据已选择的 ACL 名称来获取 ACL 对象,然后重新设置文件的 ACL。对于文件夹的修改,则要判断是否修改文件夹的 ACL,还是包括其子文件。但是如果修改文件夹中所有文件的 ACL,则需要通过递归调用的方法完成修改动作。

## 4 总语

本文介绍了一种面向内容服务的组件。该组件包括存储数据、查看/设置文件属性、高级搜索、ACL 安全控制、日志访问、版本控制。这些组件服务可以灵活自由的为企业提供内容管理服务,成功地解决了企业在使用内容管理服务中存在的问题,并提供了一种更灵活和扩展的方式,使企业可以更个性化的管理企业信息资源。

本文作者创新点:技术上,可以结合当今流行的内容管理的技术如版本化、ACL 安全控制、全文检索等,运用到组件的基本服务中来。管理上,能够使用 SOA 的新思想,将内容管理的功能

分成各个基本服务,从而让企业可以根据自己的需求灵活自由的重组服务。提高了企业在内容管理上的灵活性和可扩展性。

项目产生的经济效益:本组件很大程度上提高了企业在内容管理上的需求,以及企业可以更个性化的制定适合自己业务流程的内容管理。大大提高了工作效率,以及大大提高了对内容管理的成本。公司可以根据自己业务逻辑的变化而灵活地重新组合其内容管理的功能,使公司在最有效率的时间内获得其最具价值的内容,从而来提高公司的经济效益。

### 参考文献

- [1]Marla Azriel, Alan Wiersba 等,Oracle CM SDK Installation and Configuration Guide Release 9.0.4 for Windows NT/2000/2003 [EB]. 2004.11. Available at:http://www.oracle.com.
  - [2]Simon Azriel 等,Oracle Content Management SDK: Concepts and Architecture [EB].2005.8 Available at:http://www.oracle.com.
  - [3]Munindar P. Singh, Amit K. Chopra, Nirmal Desai 等,Commitment-Based Service-Oriented Architecture.
  - [4]Trieu C. Chieu and Liangzhao Zeng. Service-Oriented Approach for Implementing an Extensible Content Management System. [J] 2008 IEEE Congress on Services Part II. 2008.2.
  - [5]杨正武.组件化的数据库设计研究[J].福建电脑.2009,6:99-100.
  - [6]龚涛等著. Oracle.10g 应用服务器管理与网络计算. 中国水利水电出版社. 2005.4.
  - [7]吴广印. 面向内容管理的 iBAS E 数据库[J]. 中国信息导报. 2002,6:31-32.
  - [8]庄军,朱斐,张芸. 面向内容管理的浏览器设计与实现[J]. 计算机技术与发展 2006(16),12:175-177.
  - [9]孙想 吴华瑞 等,基于 Web Services 的农业企业内容管理系统研究[J]. 微计算机信息. 2007,33:19-21.
- 作者简介:赵晓艳(1987~)女,汉族,江苏无锡人,苏州大学应用技术学院,本科生,研究方向:智能化信息系统;任勇(通讯作者)(1977~)男,汉族,江苏苏州人,苏州大学应用技术学院,讲师,研究方向:模式识别,智能化信息系统。

**Biography:**ZHAO Xiao-yan (1987~),female, Han, Wuxi, Jiangsu, Applied Technology College Of Soochow University, undergraduate student, Research area: intelligent information system.

(215325 江苏苏州 苏州大学应用技术学院) 赵晓艳 任 勇

(Applied Technology College Of Soochow University, Suzhou 215325, China) ZHAO Xiao-yan REN Yong

通讯地址:(215325 江苏省苏州市昆山周庄大学路 1 号苏州大学应用技术学院) 任 勇

(收稿日期:2010.01.11)(修稿日期:2010.02.15)

(上接第 225 页)

作者简介:邱军林(1977~),男,汉,江苏灌云人,硕士,助教,研究方向为人工智能技术及应用;周永权(1962~),男,汉,博士,教授,研究方向为神经网络,计算智能及其应用;张亚红(1967~),男,硕士,副教授,研究方向为人工智能及优化算法。

**Biography:**QIU Jun -lin (1977 -),male, Guanyun of Jiangsu Province, Huai yin Institute of Technology, Master's degree, Main research domain is the application of AI.

(223003 淮阴工学院) 邱军林 张亚红

(530008 广西民族大学) 周永权

通讯地址:(223003 江苏省淮安 淮阴工学院计算机工程系) 邱军林

(收稿日期:2009.02.23)(修稿日期:2009.05.23)