

文章编号: 1005-0523(2010)02-0053-04

基于 OriginPro 的交通流 NaSch 模型的仿真开发

胡 辉^{1,2}

(1. 华东交通大学 经济管理学院, 江西 南昌 330013; 2. 北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

摘要: 在分析 Origin C 语言体系结构及 OriginPro 辅助开发工具的基础上, 针对交通流中经典的 NaSch 模型进行了系统仿真的二次开发。应用 Origin C 设计了模型中的主要类, 借助 OriginPro 对象开发了模型的界面输入和输出函数, 实现了模型的两个主要模拟结果: 流量-密度图和时空相位图, 并指出了进一步的研究方向。

关键词: Origin C; OriginPro; NaSch 模型; 仿真开发

中图分类号: N945.13

文献标识码: A

作为数据、图形处理的一种有力工具, OriginPro 在教学科研、工程技术中的应用日益受到青睐^[1-4]。除了利用软件的菜单进行数据分析和图形绘制外, 其内嵌的 Origin C 语言使得应用者能灵活地根据自己的需求开发出相应的程序以解决自己的问题, 如软件中自带的元胞自动机模型和图形的边缘检测处理等程序。

在交通流系统仿真领域, 1992 年提出的 NaSch 模型一直被认为是基于元胞自动机的交通流建模的经典模型, 后续的各种改进模型大多以此为基础来分析解释实际中的各种交通现象。该模型的实现方法有很多(如用 Visual C++ 把模拟数据存储在文件中), 但模型仿真的两个主要输出结果图: 流量密度图和时空相位图在不少研究^[5-7]中是通过 OriginPro 导入数据文件来完成实现的。因此为充分利用 OriginPro(以下介绍的 OriginPro 均为 7.5 版本)内在的强大功能, 一次性地完成建模仿真的任务, 我们在分析 OriginPro 软件体系的基础上, 充分挖掘了软件潜在的强大功能, 以 NaSch 模型为例首次应用软件中内嵌的 Origin C 语言和相关开发工具进行二次开发实现了模型的仿真输出。

1 Origin C 及 Origin Pro 辅助开发工具

OriginPro 的二次开发有两种方法: 一是使用脚本语言 Lab Talk, 二是应用 Origin C。在实际应用中, 由于脚本语言本质上是一种解释性语言, 程序执行速度慢, 所以一般从性能角度会选择编译性的 Origin C。除了支持几乎完全的 ANSI C 语言语法及 C++ 和 C# 的特征子集外, 在 OriginPro 中 Origin C 包含两方面的内容:

(1) 全局函数。涉及到数据分析 Analysis、基本输入/输出 Basic I/O、字符/字符串处理、COM 对象、绘图 Plot 等 26 个方面, 用户在程序中可直接调用这些函数。

(2) 类。包含应用程序通信类 Application Communication(目前仅支持 Matlab)、复合数据类(如 Curve, Matrix, Dataset, Vector 等)、内部 Origin 类(如 Project, Worksheet, Datasheet, Column 等)、系统类(如 file, Registry 等)、用户接口控制类(如 DeviceContext, progressBar, waitCursor, Window 等)。

图 1 是内部 Origin 类的关系表示, 绝大多数类的基类是 OriginObject。

收稿日期: 2009-10-18

基金项目: 江西省社科规划项目(09YJ227)

作者简介: 胡辉(1973-) 男, 博士研究生, 研究方向为交通信息系统仿真优化。

除利用 Origin C 提供的函数和类外,OriginPro 还提供了一些工具帮助用户进行二次开发,主要有以下 5 类辅助开发工具。

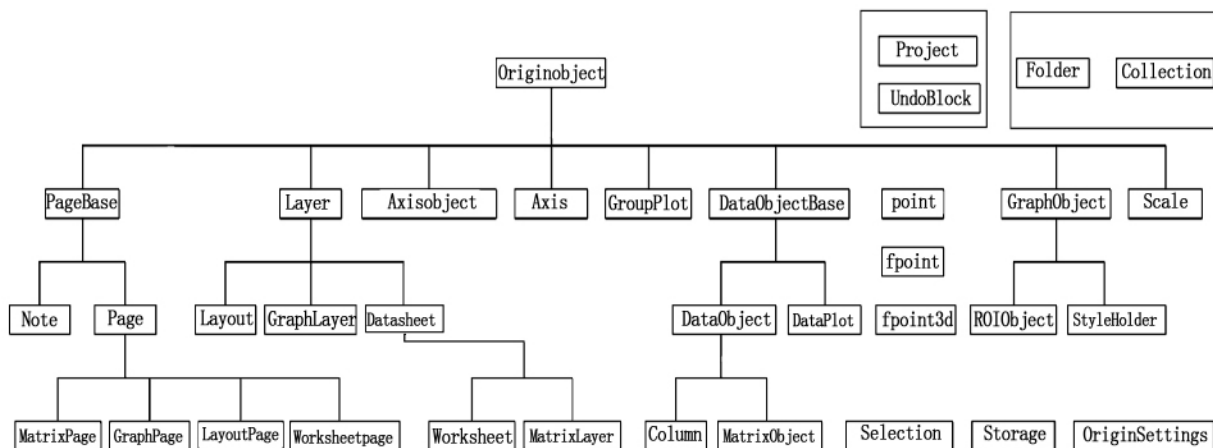


图 1 Origin 内部类结构图

(1) COM 组件客户端编程。与其他的应用程序如 Excel、Word 进行交互,从数据库 Access、SQL Server 等读入数据等。

(2) 自动化服务器编程。在支持 COM 编程的应用程序如 Excel 中作为服务器进行交互。

(3) 对话框构造器 Dialog Builder。在标准控件(如 Edit、Button)的基础上支持各种复杂的人机界面,适应用户的特定需求。

(4) ActiveX 控件。在对话框构造器中可插入 ActiveX 控件,使得应用程序的适应性更强。

(5) 应用程序加密保护。为了保证开发者的知识产权,可对应用程序的源代码加密。使用者可运行程序,但无法看到源程序。

2 基于 OriginPro 的 NaSch 模型的设计

2.1 NaSch 元胞自动机模型

作为对 184 号元胞自动机模型的推广,1992 年 Nagel 和 Schreckenberg 提出了著名的 NaSch 模型。在这一模型中,时间、空间、速度都被整数离散化。道路被划分为离散的元胞,每个元胞或者是空的,或者是被一辆车占据,每辆车可取 $0, 1, 2, \dots, v_{\max}$ 为最大速度。相对于 184 号规则,NaSch 模型的主要改进之处是引入了慢化概率和最大车速不再是 1。在 $t \rightarrow t+1$ 的过程中,模型按如下规则并行演化:

- (1) 加速: $v_n \rightarrow \min(v_n + 1, v_{\max})$, 对应于现实中司机期望以最大速度行驶的特性。
- (2) 减速: $v_n \rightarrow \min(v_n, d_n)$, 驾驶员为了避免和前车发生碰撞而采取减速的措施。
- (3) 随机慢化: 以概率 p $v_n \rightarrow \max(v_n - 1, 0)$, 由各种不确定因素造成的车辆减速。
- (4) 运动: $x_n \rightarrow x_n + v$, 车辆按调整后的速度向行驶。

x_n, v 分别表示 n 车的位置和速度; $d_n = x_{n+1} - x_n - l$ 表示 n 车和前车 $n+1$ 之间空的元胞数; l 表示车辆长度。

2.2 NaSch 模型的分析设计

为了实现模型的仿真,从以下 3 个方面对模型进行分析设计。

(1) 核心类 Lane。从面向对象的角度看, Lane 类包括的属性有车道长度、车长、最大速度、慢化概率、车流密度、车流量、平均速度、车道状态等,包括的方法有更新、车流量与平均速度及车道速度的获得等。其中,基于上述规则的更新方法是类的关键,以下代码说明了如何实现周期条件下的更新规则。

```
while(i < length) //length 为车道长度
{
```

```

int gap = i;
int speedold;
while( lane [ + + gap%length ] == -1 );
gap - = ( i + carlen ); //carlen 为车辆长度
speedold = lane [ i ];
lane [ i ] = min( speedold + 1 , maxspeed ); //加速
lane [ i ] = min( lane [ i ] , gap ); //减速
if( lane [ i ] > 0 && rand() / ( double ) RAND - MAX < p )
lane [ i ] - - ; //随机慢化
i + = ( gap + carlen );
}

```

(2) 界面输入。为便于控制相关的参数,如车道长度、车长、慢化概率、车流密度等参数,需要设计相应的话框获得用户的输入。此外,考虑到程序运行的时间较长,加入 OriginPro 中的 Progresss Box 和 Wait Cursor 控件提示用户程序的运行情况。

(3) 结果输出。为一次性得到仿真的输出,设计两个函数获得输出结果。其一是流量密度关系图,主要是利用 OriginPro 的内嵌类 Worksheet、Graphlayer、Curve 等获得仿真的模拟数据,并把这些数据通过调用相关类的方法实现图形的输出。其二是时空相位图,主要是利用 Matrix 等内嵌类获得不同时间空间的车道数据,然后以图形方式展现。

3 NaSch 模型的仿真实现

通过以上的分析设计,借助 Origin C 及 OriginPro 的辅助可开发工具,从分析设计的3个方面实现了模型的仿真。

3.1 核心类 Lane 的实现

进入 OriginPro 的 Code Builder 窗口,建立一个新的 c 或 cpp 文件,用关键词 class 定义 Lane,并实现其中的方法,具体过程与一般的 C++ 类似。

3.2 界面输入的实现

虽然 OriginPro 提供了简单对话框,但对于复杂的人机界面设计,需要利用前面介绍的 Dialog Builder。应用 Dialog Builder 的前提是 Visual C++ 应用程序向导中有“Origin Dialog AppWizard”,一般只要安装完 OriginPro,Visual C++ 的应用程序向导中会有此项,否则需要手工导入软件中自带的 ODialog.awx 文件。图2是计算流量密度关系图的界面输入结果,通过输入相关参数,对模型的主要参数进行设置。

3.3 输出结果及其意义

NaSch 模型的仿真结果主要有两个即流量密度图和时空相位图。为此,定义两个函数 NaSch - DensityFlux() 和 NaSch - TimeSpace() 实现模型仿真结果的输出,图3是程序执行 NaSch - DensityFlux 运行过程中的情况。图4是分别执行这两个程序后的输出结果,左边是流量密度图,右边是时空相位图,模型参数与设置界面中一样,时空相位图的时间步为 50000 到 50500。其中,流量-密度图表明路段密度与路段流量的关系并非简单的线性关系:开始没有车辆时,路段密度为 0,流量也为 0;而随着路段密度的增大,路段流量也逐渐增大,但当路段密度大约为 0.22 辆/单位长度时,路段流量达到最大约为 0.45 辆/单位时间,此后随之递减,当路段密度为 1(也即路段上全充满车辆时),流量为 0,意味着路段完全拥堵,车辆无法前行,这在一定程度上反映了实际中的流量-密度关系。而时空相位图中颜色较深的则反映了随着时间的递进,路段上出现了拥挤现象,而且拥挤在往后传播,这也与实际中通过航拍发现路段的拥挤现象类似^[5],说明采用的模型能模拟出现实交通中拥堵的形成。



图2 NaSch 模型参数设置界面



图3 NaSch 模型运行过程

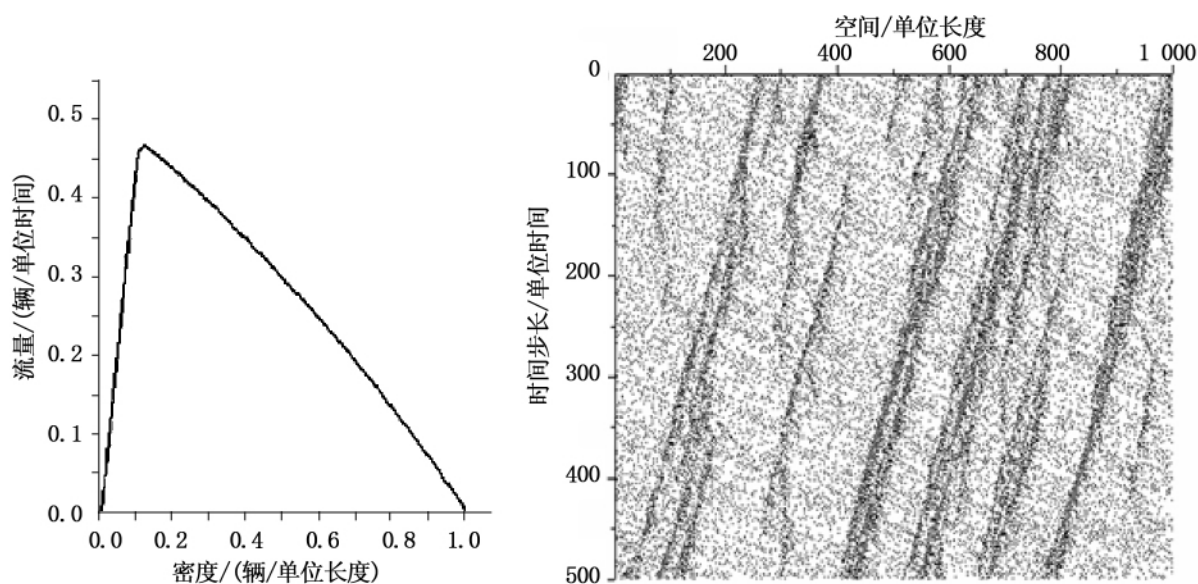


图4 NaSch 模型运行仿真结果

4 结束语

深度挖掘 OriginPro 功能自动化实现交通流中的元胞自动机建模是一次新的尝试,相信他的应用对于类似系统的仿真研究(如其他的元胞自动机模型)有一定参考价值。从实际应用结果来看,虽然达到了要求,但程序运行的时间相对于用 Visual C++ 编写的程序时间长了不少。因此,可以改进的方向应是如何在 Visual C++ 类似的环境中调用 OriginPro 的对象方法来实现结果输出,或封装成独立的模块供其他应用程序(如一些专业的交通规划与管理软件)调用。

参考文献:

- [1] 常彬彬,刘山洪,韩健. Origin 软件在隧道监控量测数据处理中的应用[J]. 重庆交通大学学报: 自然科学版, 2008, 27(2): 221-224.
- [2] 覃贵菊. 用 OriginC 编程自动化处理制动试验数据[J]. 铁道机车车辆, 2005, 25(5): 28-30.
- [3] 金淑华,秦艳芬,贺梅英. Origin 软件在大学物理实验数据处理中的应用[J]. 宁波工程学院学报, 2008, 20(2): 4-7.
- [4] 刘洋,郭莹. 基于 Origin 软件的土工试验数据处理[J]. 山西建筑, 2006, 32(5): 336-337.
- [5] 贾斌,高自友,李克平,李新刚. 基于元胞自动机的交通系统建模与模拟[M]. 北京: 科学出版社, 2007.

(下转第 67 页)

Application of Mixed Kernel Function SVM in the System Modeling

Lu Rongxiu

(School of Electrical and Electronic Engineering ,East China Jiaotong University ,Nanchang 330013 ,China)

Abstract: Mixed kernel function ,which has the characteristics of both local and global kernel function ,can adjust its role through the weight factor to achieve a good synthesized identification effect. Aiming at the problem of real - time online measurement of the component content in rare earth counter - current extracting and separating process ,the algorithm of SVM based on mixed kernel function is applied. The results of application indicate that the method based on mixed kernel function has both better fitting accuracy and satisfactory prediction effect , which can meet the online pre - estimating demands of component content in the rare - earth extracting process.

Key words: rare - earth extraction; mixed kernel function; SVM; modeling

(责任编辑 刘棉玲)

(上接第 56 页)

[6] 宁滨. 轨道交通系统中的列车运行追踪模型及交通流特性研究[D]. 北京: 北京交通大学 2005.

[7] 周华亮 ,高自友 ,李克平. 准移动闭塞系统的元胞自动机模型及列车延误传播规律的研究[J]. 物理学报 2006 ,55(4) : 1 706 - 1 710.

Simulation Development of Traffic Flow NaSch Model Based on OriginPro

Hu Hui

(1. Research Center of Enterprise Information ,School of Economics and Management ,East China Jiaotong University ,Nanchang , 330013 ,China; 2. Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety ,Beijing Jiaotong University ,Beijing ,100044 ,China)

Abstract: On the basis of analyzing Origin C language system and OriginPro assistant development tools ,NaSch model which is a classical one in the traffic flow models is secondarily developed. The main class of the model is designed using Origin C ,while the input dialog and output functions are built in OriginPro. Finally ,the two main simulation results including flow - density diagram and time - space diagram are implemented. Orientation of d further study is pointed out.

Key words: Origin C; OriginPro; NaSch model; simulation development

(责任编辑 刘棉玲)