

# 驾驶模拟器道路信息数据库系统的开发与研究

邓明君, 熊 坚, 李贤林

(昆明理工大学 交通工程学院, 云南 昆明 650051)

**摘要:** 分析了驾驶模拟器道路数据特征及组成, 介绍了相应的数据库结构, 并采用多线程技术动态建立前后两个平台, 后台程序对数据库进行适时访问计算, 前台程序完成数据交换和图像绘制, 同时在访问、计算和交换数据过程中采用链表数据结构对数据进行动态分页处理, 实现了数据以“流”的形式进行更新和显示, 满足了用较少的计算机内存空间及系统资源消耗来模拟大规模道路场景的要求。

**关键词:** 驾驶模拟器; 数据动态分页; 多线程技术; 道路交通安全

**中图分类号:** U467.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)03-0103-03

## Development and Research of Road Information Database System for Driving Simulator

DENG Ming-jun, XIONG Jian, LI Xian-lin

(Faculty of Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

**Abstract** The characteristics and constitution of driving simulator's road data are firstly analyzed. The corresponding database structure is then introduced. With the adoption of multithread technology, two dynamic procedure platforms are established, in which one accesses the database and calculates the data timely and the other exchanges the data and shows the scene. In accessing, calculating and exchanging the data, link-list data structure is used to page the data dynamically so that those data can be updated and displayed as a "stream". By these means, the system consumes less memory and other system resources to simulate extensive road scene.

**Key words** driving simulator; dynamic paging of data; multi-thread technology; road traffic safety

### 0 引言

驾驶模拟器是利用计算机及控制技术模拟道路环境和汽车性能, 研究道路交通特性, 进行汽车新产品开发及驾驶培训的重要工具. 国外, Daimler-Benz 公司建立的模拟器<sup>[1]</sup>, 成功地应用于轿车产品开发. 国内, 吉林大学国家重点实验室也成功地研制了用于汽车动力学研究的大型驾驶模拟器, 并投入应用<sup>[2]</sup>. 我们实验室开发研制的面向道路交通的高级驾驶模拟器 (KMRTS), 能够在实验室可控条件下模拟各种道路交通环境<sup>[3]</sup>, 提供实验需要的场景和数据. 目前也已投入到道路交通安全评价的应用研究中, 并体现出在交通科学研究中的重要作用. 本文就驾驶模拟器数据库系统设计方面做一点探讨.

驾驶模拟器要获得实车感觉首先应该具备能够生成复杂道路环境的视景系统, 而视景生成依赖于地形数据的不断提供. 在驾驶模拟器地形数据处理中, 一种方法是将地形数据写入文件, 视景程序运行时调入文件数据进行绘制和显示. 在小规模的视景生成中, 以文件形式管理数据简化了开发过程, 有利于模拟器初级阶段以视景生成平台为重点的开发, 但随着视景规模的不断扩大, 以文件管理数据的不足日益显著. 首先, 基于文件管理方式由于自身组织和空间索引、数据动态更新等诸多局限使得文件存储难于管理和维护; 其次, 在视景生成系统运行的过程中, 文件与系统程序一同调入内存, 加大了计算机内存消耗, 甚

收稿日期: 2004-05-25

第一作者简介: 邓明君 (1978-12~), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: 交通仿真. E-mail: dmj7230@eyou.com

至当文件大到足以占用全部内存空间时,系统将无法运行.为解决这些问题,德国 Würzburg 大学交通科学研究中心研制的 IZ/W 驾驶模拟器,采用动态数据库系统较好地解决了驾驶模拟器难以模拟大规模道路网络场景的问题<sup>[4]</sup>.而国内类似的研究还不多见.因此驾驶模拟器数据库系统的研究显的颇为重要.

## 1 系统设计思想及构成

驾驶模拟器中常用的数据有道路空间几何数据、图像纹理数据、道路属性数据.目前,一种方法是将这些数据分类存入文件,当程序运行时一起将文件数据读入内存,由视景生成程序根据文件中的数据绘制视景.由前论述知道,此种方法在数据量过大时是不可行的,比如一个大规模的城市路网,很长的道路等.为了解决驾驶模拟器这种数据量大,适时性要求高的问题,我们采用海量数据处理方法中的多线程及数据分页动态加载技术开发数据库系统<sup>[5]</sup>,实现数据以“流”的形式进入内存.系统设计包括数据预处理模块、数据存储模块、数据管理模块、绘制模块,各模块都承担自己特定的任务,并在整体上相互联系,满足驾驶模拟器对数据的要求,本文就只对后台数据库系统作一说明.如图 1.

## 2 具体实现

### 2.1 数据存储模块构成

在驾驶模拟器上最常用且占总数据量比例最大的数据就是空间几何数据,包括道路线形,路边景物数据,道路交通标志、标牌数据等.这些数据都以各个对象的空间结构和空间位置确定.为了便于绘制,我们将大的对象分割成有序的对象块,一个小的对象块就对应于一个小的数据块,比如要描述一段 10 km 的道路,我们就把它分成 5 m 或者更小的段,每一小段我们看作为一个面,用四个顶点的三维坐标来定义,同时,确各个小的对象又对应于各自的模型、纹理和属性.同样,大的建筑物或山体,我们也用类似的方法来定义.为了便于数据的管理和维护,我们将空间几何数据、文理数据、地物模型数据、属性数据分别建库,并根据各数据的特征给数据库表建立基于关键字的索引,当数据管理模块访问数据库时,首先浏览索引,找到相关索引后再根据索引找到数据存储的地址提取数据.这样就减少了访问数据库的时间,加速了数据的读取速度.如(图 2)为空间几何数据库结构.

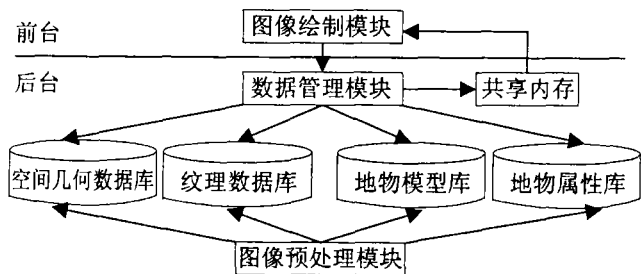


图1 系统结构图  
Fig.1 System structure

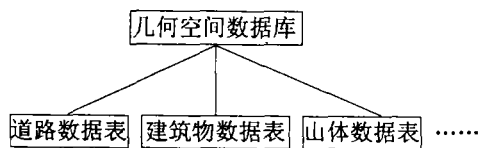


图2 空间几何数据库结构图  
Fig.2 Geo-spatial database structure

### 2.2 数据管理模块及技术关键

数据管理模块是该数据库系统的核心,是实现以“流”的形式传输数据的关键,它不但要接收绘制模块发送的请求,同时它还要将提取的数据按照一定的方式读入内存.为了充分利用计算机系统资源,避免视景程序直接读数据库时“延时”及“闪动”现象,系统采用多线程及数据分页动态加载技术,在该模块中建立一个生产类线程,它主要完成接收绘制模块的请求及访问数据库,并对所需的各类信息进行组织,然后有序地读入内存,供(消费类线程)绘制模块读取.如图 3.

为了只让一小部分当前视野内需要绘制的数据(图中倒立梯形内部)占用内存空间,我们将满足要求的数据存储在一个链表中.一个链表即为一个小的数据页面对应着每一场景的渲染数据,当前台程序绘制视景时,后台程序计算下一视点所需数据,计算结束后将新数据写入链表,供下一视点的图形绘制,同时将视景外的数据从链表删除,这样随着视点的移动,数据页面不断更新,保证了数据源源不断以“流”的形式

进入内存, 数据需要的内存空间就是每页所需数据的存储空间, 图中表现为整个大方块, 很明显, 这只占用了较少空间. 以下为两类线程的简化结构框架. 图 4 为程序的流程图.

### 2.3 程序实现

在初始化过程中首先选择一段需要模拟的道路数据进入链表  $m\_datalist1$ , 在该链表中对数据进行处理, 筛选出视野内数据, 并将处理的数据写入  $m\_datalist2$ . 绘制程序访问  $m\_datalist2$  得到数据进行初始绘制, 同时绘制程序适时监测主车位置, 并发送主车位置参数给数据管理模块, 一旦主车位置发生变化, 数据管理模块就产生一个线程 (辅助线程), 在  $m\_datalist1$  链表中筛选该主车位置下的视野内数据, 任务完成后置信号变量  $flag$  为“假”, 并更新数据到  $m\_datalist2$ , 更新完毕置信号变量  $flag$  为“真”, 同时销毁该线程让出系统资源, 通知主线程, 访问更新后的链表. 在该过程中因为更新和访问  $m\_datalist2$  在两个线程中同时进行, 因此需要设置线程同步. 当车的位置快进入到下一路段时又动态生成一个线程访问数据库, 将下一路段数据写入  $m\_datalist1$ , 又如初始化一样进行数据处理和交换, 周而复始, 实现数据源源不断以“流”的形式进入内存供绘制程序使用.

### 2.4 数据预处理模块

数据预处理模块主要用来对入库数据进行前期处理, 如: 空间几何数据、纹理数据、属性数据的录入、格式转换、数据分割与索引建立等. 在开发中, 我们创建界面使其便于人机交互, 简化操作过程, 提高数据录入及转化过程的效率.

### 2.5 视景生成模块

该模块是驾驶模拟器虚拟道路景观的核心, 驾驶模拟器正是通过这些虚拟视景来获得实车感受的. 它依照驾车的操作信号来计算所需数据, 并给数据管理模块发送请求, 当数据管理模块把所需数据读入内存, 视景生成模块就直接从内存中取出所需数据进行图像绘制. 为了减少这个过程的时间消耗, 我们建立消费类线程, 并与生产类线程协调实现将读入内存的数据进行动态铺设及渲染绘制.

### 2.6 系统实验结果对比

根据本文思路设计出的数据库系统, 结合绘制程序达到了较为满意的结果. 图 5 分别是利用数据库系统和文件系统在 CPU 为 1.7GHz, 内存: 256M, 64M 显卡, XP 系统下对鸡石路的视景仿真图像, 实验中选取了 9.5 km 左右的道路数据, 包括边坡及简单的周边环境, 共有模型数量 13 000 多个, 数据量为 1.25 MB, 在运行过程中, 数据库系统的绘制帧率相对于文件系统的 22FPS 明显提高, 基本保持在 63FPS 左右, 抖动减少, 绘制流畅, 优化了视景渲染的过程, 提高了效率, 同时也方便了道路数据的整理和维护, 体现出了驾驶模拟器与数据库结合的优势.

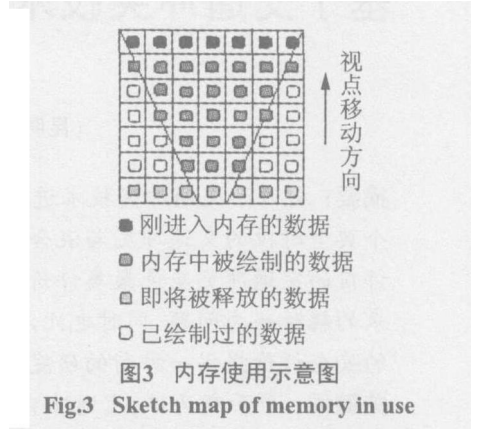


Fig.3 Sketch map of memory in use

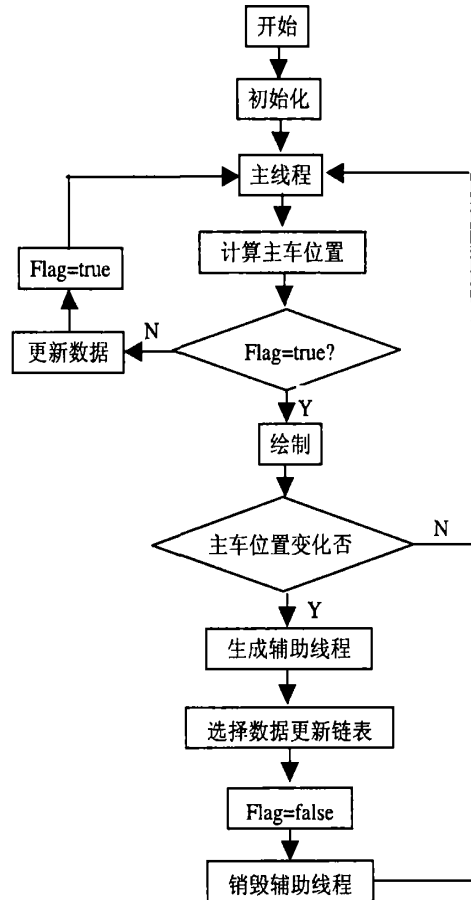


图4 流程图  
Fig.4 Flow chat

(下转第 110 页)

不安全的交叉口(即交叉口 2 3 10 12和 16)应进行交通安全的改善,运用灰色冲突理论,有助于在较短时间内,对交叉口的安全状况进行评价,并研究合理的安全改善措施,使交通管理工作有针对性,做到快速定量地评价改善措施的效果。

### 4 结论

相对于传统的交通安全评价方法,交通冲突技术是一种非事故统计的间接评价方法,具有快速、定量分析的优点.灰色理论具有能解决“部分信息已知,部分信息未知”问题的特点,且评价方法算法含义清晰、明确.将二者结合运用,有利于交叉口安全水平的快速诊断、分析和科学评价.尤其是在交叉口数目、评价指标很多的情况下,运用此评价方法,更具优势。

### 参考文献:

[ 1 ] 刘小明.平面交叉口交通冲突技术标准化研究 [ J ]. 公路交通科技, 1997, 14( 3 ): 29~ 34  
 [ 2 ] 张苏.中国交通冲突技术的研究 [ D ] [ 博士学位论文 ]. 西南交通大学, 1997.  
 [ 4 ] Hoong- Chor Chin, Ser- Tong Quek. Measurement of Traffic conflict [ J ]. Safety Science 1997, 26( 3 ): 169~ 185.  
 [ 5 ] Traffic Conflict Techniques for Safety and Operation- Observers Manual. U. S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 1989.  
 [ 6 ] 罗江涛,等.道路交通安全灰色评价方法研究 [ J ]. 中国公路学报, 1995, 18( 4 ): 78~ 83.  
 [ 7 ] 邓聚龙.灰色理论基础 [ M ]. 武汉:华中科技大学出版社, 2002 124~ 162

(上接第 105 页)

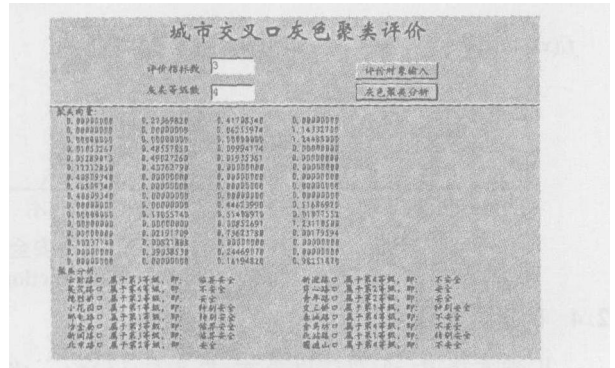
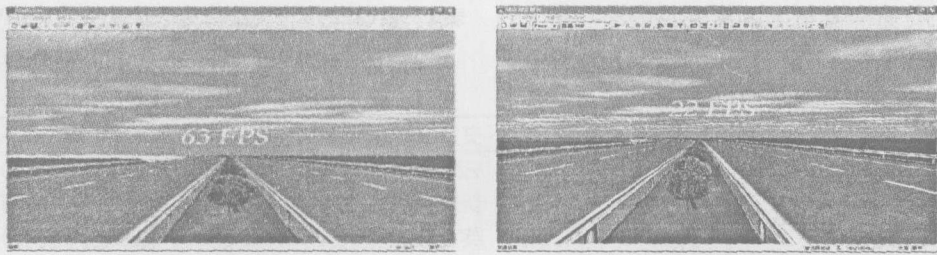


图3 交叉口交通冲突灰色评价结果  
 Fig.3 Gray evaluation of traffic conflict at intersection



(a)使用数据库系统 (b)使用文件系统

图5 两个系统的性能图  
 Fig.5 The efficiency of two systems

### 3 结语

本文设计了适合驾驶模拟器道路信息的数据库系统,该系统采用“工作流”的设计思想,利用数据分页动态加载和多线程技术,使数据以“流”的方式进行处理,改变了文本数据难以管理和维护的弊端,满足了用少量内存空间和计算量实现大规模道路景观实时生成的要求。

### 参考文献:

[ 1 ] DING W, HOFFMEYER F. The advanced daimler- benz driving simulator [ J ]. SAE. Paper 950175  
 [ 2 ] 吉林工业大学汽车动态模拟国家重点实验室. 开发性驾驶模拟器介绍 [ R ]. 长春, 吉林工业大学, 1999.  
 [ 3 ] 熊坚,曾纪国,丁立,等.面向道路交易的汽车驾驶模拟器的研究及应用 [ J ]. 中国公路学报, 2002, 15( 2 ): 117~ 119.  
 [ 4 ] Amin Kaussner, Martin Grein, Hans- Peter Kruger, et al. An architecture for driving simulator databases with generic and dynamically changing road networks [ J ]. DSC2001 - Sophia Antipolis - September 2001. 2~ 9.  
 [ 5 ] 钟正,朱庆.一种基于海量数据库的DEM动态可视化方法 [ J ]. 海洋测绘, 2003, 23( 2 ): 9~ 12