

基于关联优化的虚拟城市交通系统设计与控制

郝夏斐, 牛红惠

(安阳师范学院 公共计算机教学部, 河南 安阳 455000)

摘要: 针对当前传统的城市交通虚拟系统中被动地扩展交通元素, 不能及时智能地为交通设计人员提供指导而造成的城市交通规划不合理, 调节的效率低等问题提出一种基于挖掘与优化并行计算的虚拟城市交通系统设计思想, 使用图论的方法构造路网元素, 将路网中结点的数与路段实时的车辆数据进行挖掘与优化并行运算得出最优的路径规划方案与最优的实时路径选择指导; 实验表明, 基于优化计算的虚拟城市交通系统性能良好, 测试准确率较高, 有效地提高了交通规划的合理性与交通调度效率。

关键词: 图; 交通规划; 优化计算; 虚拟交通系统

Based on the Correlation of Urban Traffic System Optimization Virtual Design and Control

Hao Xiafei¹, Niu Honghui²

(Department of Computer Science and Technology, Anyang Normal University, Anyang 455000, China)

Abstract: In view of the traditional city traffic virtual system passively extended traffic elements, not timely intelligence for traffic design personnel to provide guidance and caused by the city traffic planning unreasonable, regulation of the low efficiency problem based on mining and optimized parallel computing virtual city traffic system design idea, the use of graph theory methods to construct network elements, the network node data and section of real-time vehicle data mining and optimization of parallel computing the optimum path planning scheme with the optimal path selection guide. Experiments show that, based on the optimization calculation of virtual city traffic system is of excellent performance, test accuracy is higher, can effectively improve the traffic planning and traffic scheduling efficiency rationality.

Key words: Map; traffic planning; optimization; virtual traffic system

0 引言

在我国城市化的高速进程中城市道路与城市建筑的数量迅猛增加, 车辆急速增长给城市的交通规划与管理带来了前所未有的压力。寻找一种能有效地改善交通环境, 提高道路运载能力缓解交通压力的方法是城市交通管理者当下急需解决的难题。随着计算机视觉与大型数据库的应用日益增多, 越来越多的虚拟系统引入了城市与城市的交通管理中。我国在视景仿真方面主要集中在三维建模与三维动画方面^[1-2]这些技术, 良好地解决了城市交通的模拟为整个城市交通管理提供了良好的决策支持。国外众多的优秀高校在虚拟的交通系统研究中取得了优秀的成果^[3], 加州大学洛杉矶分校的城市仿真小组是世界上最著名的虚拟系统设计团队, 在加州地震以后他们研制的系统曾经指导了城市的重建与交通规划, 并且将重建的数据装入了系统以后得到了良好的循环的性能。

三维虚拟城市交通系统的快速发展为城市的交通管理提供了很好的技术支持, 但是这些系统的智能化较低, 只能被动的针对已经建好的城市道路, 与交通设施的增加和去除而改变, 不能基于海量的交通运行数据智能地为决策者提供支持。当交通堵塞时还不能提供给使用者做优化的路径选择。有些系统已经能为路径选择提供建议但是大都基于事件发生时的实时数据不能考虑整个城市交通的历史数据, 这样就会存在着盲目与片面性^[4]。

本文针对当前虚拟交通系统中存在的问题提出基于优化的虚拟城市交通设计系统。将各个路段运行的历史数据分时间段

进行关联挖掘, 找出这些路段共有的一些特质, 使用图论的方法构造路网元素, 将海量的数据挖掘以后得到的知识作为路径优化的约束条件, 路径中有向图的权值最为各个已知的变量来寻找最优的解决方案^[5]。实验测试证明这种方法能最大限度地挖掘城市交通的性质, 提供最优的城市交通管理指导, 具有巨大的现实使用价值。

1 虚拟交通系统的构成

交通系统由于其具有极强的随机性与复杂性, 人们很难现实实时的对其进行规划与管理, 城市管理中交通的管理占到很大一部分^[6]。虚拟交通系统使用计算机动画的手段直观清晰地表达路面实时的交通情况, 因此, 借助与虚拟的交通管理系统成为交通研究的重要手段。利用虚拟的交通管理系统人们可以于虚拟的交通系统中动态而又不失真的观察交通运行情况, 还可以基于虚拟系统中的描述车辆、人流、交通流的元素的性质深入分析实时的交通情况, 高效地进行交通组织与管理; 能清楚地理解那些交通变量在该城市是主要的以及它们是如何相互联系的; 能够随时间与空间快速地对城市道路情况做出改变, 对拥堵做出预报。虚拟城市交通系统已经成了城市管理者特别是交通规划领域不可缺少的重要工具。虚拟城市交通系统是对现实交通状况的动画模拟, 整个系统中应该存在大量的计算机处理器与控制算法使其能够不断地调整来控制整个系统的保真度, 虚拟城市交通系统包括: 路网编辑模块、视图控制模块、数据库模块、智能优化模块等4个模块组成。

2 优化计算的虚拟交通系统设计

2.1 路网的表示与存储

从现实的交通来看, 很自然地想到用图来描述路网。用结

收稿日期:2012-03-07; 修回日期:2012-05-07。

作者简介:郝夏斐(1975-),女,河南禹州人,讲师,主要从事计算机虚拟仿真技术及应用。

点来描述道路的交叉路口, 交叉路口之间的路段由图中的线来描述, 用权来描述路段的一些属性, 有向图的表示可以为道路的行驶方向限制带来优势。图是一系列的顶点集合和这些顶点链接的边的集合构成用有序的三元组 $G = (V(G), E(G), \phi)$ 来进行表示。 $V(G)$ 称为结点集是图中所有点的集合。 $E(G)$ 称为边集, 是图中边的集合。 ϕ 是关联函数是点集与边集的映射。如果 $\langle x, y \rangle \in V, R \langle x, y \rangle$ 表示从 x 到 y 的一条边, 称 x 为起点 y 为终点, 这种图称为有向图。有向图能够很好地表述路网系统中的道路模式。路网的基本构成要素有两个大类分别是描述交叉口的实体结点, 还有就是描述路段的实体弧。在本文的虚拟交通系统实现中由于要使用数据库中的海量的数据与非线性优化的路径寻找方法, 所以本文的结点与路段包括的基本属性应该为表 1 所示。

表 1 路网元素属性表

结点元素	路段元素
结点 ID	路段 ID
结点坐标	起点与终点标识
结点的类型	路段形状属性
结点行驶限制	路段类型
灯控信号属性	车辆的平均时速
结点名称	路段车辆与行人数

路网元素由于是用图论中的元素表达的所以很容易将其的整个表达数学化, 这样可以更方便地进行数据库的存储与计算机处理器的实现。图 1 为路中数据库的实体关系图。

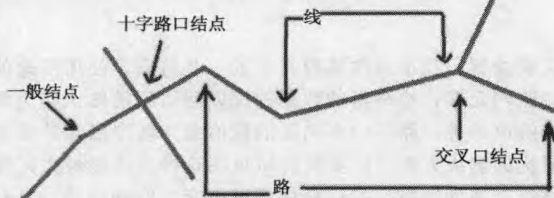


图 1 路网实体的关系图

2.2 路网模块设计

在虚拟的交通系统中首先应该构造系统的几何模型, 然后设置物体的材质与纹理, 定义城市交通中的光源与位置。OpenGL 技术作为强大的三维动画实现软件能为大量的几何模型实现动态的仿真, 这为虚拟系统提供了强有力的软件支持并且 OpenGL 可以支撑数据库的使用。通过有效的数据组织能够建立高效的动态道路模型, 本文设计的模型考虑了整个后续数据挖掘与非线性优化算法的实现。道路作为路网的载体, 是整个虚拟交通模型的基础部分, 研究道路模型的应该不但可以解决道路的位置与相关属性, 还应该考虑数据的提取方式方便计算机进行路径的优化与数据的挖掘。将道路分为结点模型与路段模型两大类。

道路模型应该为带状物, 中间的轴线应该为三维的曲线以使其能随着道路的地形做变化, 道路周围的横截面与周围地形应该有模型保证其实现无缝连接。只需要知道路段中心线与宽度值这样通过计算机算法就可以实现路段的坐标定位, 使用 OpenGL 技术写入纹理与模型就可以成三维模型, 道路的直线部分使用四边形作为基本模型, 在曲线路段的部分中转向部分使用较多的四边形来作为缓和部分, 这样的曲线路段更加的平缓。

如果仅仅使用四边形的对接处理, 就会出现路段的衔接口处的不平滑, 如图 3、图 4 所示, 将两个四边形的中线拼接以

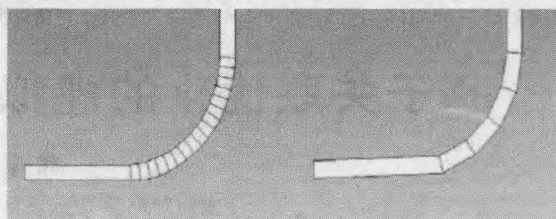


图 2 不同的数量四边形构造的路段曲线

后会出现转角处空缺。



图 3 四边形拼接的路段

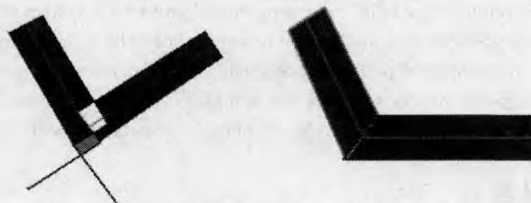


图 4 将两个路段的连接处进行平滑处理

城市的道路中存在两种类型的交叉路口分别是十字形与 T 字形的路口, 交叉路口的区域应该由路段的起点终点线构成。在路段构成交叉口的时候重叠部分使用 OpenGL 做纹理的时候会出现闪烁不定的场景, 这会影响整个虚拟系统的展示效果, 本文将对重叠部分作为独立的一部分进行构造以消除对整个系统的影响。



图 5 交叉路口的模型图

对城市交通系统的每条路段做整理, 如果发现有交叉口, 就要使用交叉口的模型进行两条路段的链接, 交叉部分使用单一的四边形作为一个部分这样可以消除整个闪烁的影响。并且对每一条路段的 Id 号进行写入, 完善整个数据库中表的属性值, 最后使用 OpenGL 技术对道路进行纹理的映射, 如图 5、图 6 所示。

2.3 系统数据库模块设计

路网的表达方式是赋权有向图, 因此其存储结构也类似于图的存储结构, 但是本文中路网的存储要考虑后续的数据挖掘与非线性优化路径的计算所以要考虑整个数据库设计的联系性。图的存储方式主要有邻接矩阵存储与邻接链表存储两种方

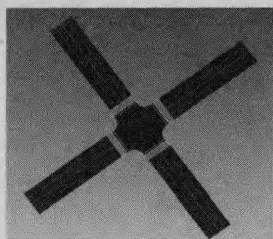


图6 经过纹理后的交叉路口

式。邻接矩阵的存储方式就是使用一维数组的存储方式来进行结点的存储,使用二维的矩阵来表示结点间的邻接关系。

路网元素的结点要素与路段要素的属性是不一样的,所以本文在设计的过程中分为两个字数据库,每个数据库中的线性表分别存在自己的属性与关联属性,并且将以上的两个数据库使用某些字段进行关联,如图7所示。

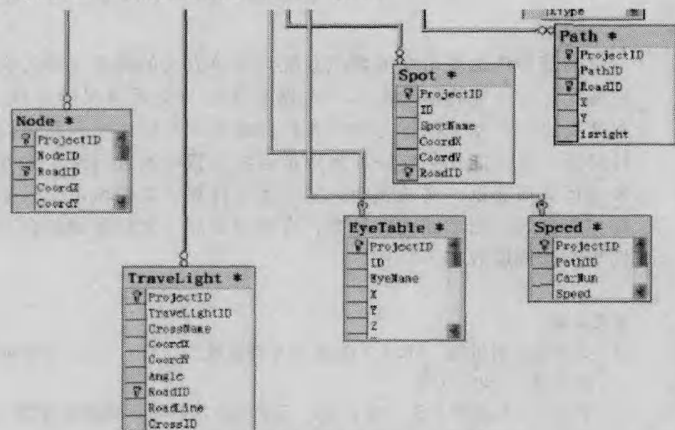


图7 路网元素数据库的属性表

2.4 场景视图控制模块设计

视图控制模块是用户直接面对的一个模块,对路网元素进行编辑的时候为了能将局部的情况看清需要进行视图的放大,有时为了能够对全局进行观测需要放小视图,对整个虚拟系统的观测界面进行旋转、隐藏、移动和缩放等等。本文使用OpenGL平台,使用计算机程序语言直接该部分的设计。设计一个点击点作为出发点 $S(x, y)$,然后拖动鼠标,直到某个点处释放,改点最为结束点 $E(\text{end_x}, \text{end_y})$ 释放。点 S 和点 E 是放大部分的顶点。

如图8所示,经过视图场景系统模块设计后的基本虚拟交通系统就可以形成,使用OpenGL技术对周围的场景进行模拟仿真形成场景控制。

2.5 智能优化模块设计

本系统中的关联与优化计算模块使整个交通虚拟系统更加的智能化,根据路段运行的历史数据进行关联规则的挖掘,将这些知识结合路径的选择为决策者与道路人员的路径选择自动提出建议。整个智能模块分为关联挖掘模块与非线性优化计算模块,将spss clementine作为数据库的串口接入模块,通过SQL语言进行数据的提取与处理,将重点考虑的路段按照交叉口的ID号进行分类,按照时间的维度属性进行关联规则的提取。本系统知识挖掘的时间维度粒度分为周一到周日,对一周每一天的24小时分别进行车辆的统计得出该城市这些路段

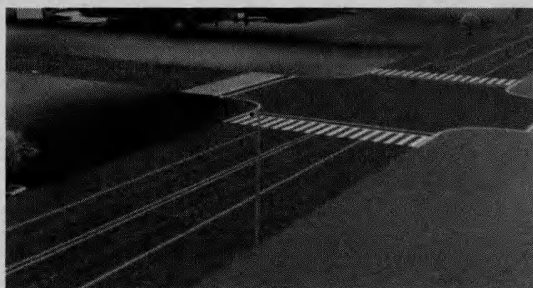


图8 虚拟交通系统交叉路口展示

的历史交通习惯。这些历史的交通习惯作为非线性优化的已知条件可以为约束条件。本文中的关联属性及其属性的数据类型如表2所示。

表2 交通情况的优化属性

属性	数据类型
星期	Int
时间	Day time
路段ID	Int
路段交叉口	Int
交叉口类型	Char
交叉口路段	Int char
路段长度与宽度	Int
路段车数与人数	Int

将海量的历史数据进行关联分析后可以得到某些路段在一定的时段以内具有一些关联的属性,比如说一些学校为主的地段的某点时间段的人数与车辆处在一个较大的数字区间以内,而有些路段由于某些情况虽然不在学校的主路段但是也会表现出人数车数较多的性质,这些挖掘的知识将帮组构造非线性的目标函数进行优化路径的选择。

非线性优化是智能信息处理的一种技术,将未知变量初始化以后,代入目标函数,经过一次又一次按照某些迭代规则的迭代将目标函数的最优解求出,本文使用以下的目标函数进行城市路径优化的求解:

$$f(L) = f_1(L) + f_2(L)$$

$$f_1 = w_1 \left(\sum_{i=1}^m f_{\min}(L) - M \right)$$

$$f_2 = w_2 \left(\sum_{j=1}^n f_{\max}(L) - \sum_{i=1}^m f_{\min}(L) \right) \quad (1)$$

$f_{\min}(L)$ 为某时刻与该路段所有相邻路段的人数与交通情况的结合函数,这个函数代表了此时刻路段的交通情况,越小说明该路况的交通越通畅。 $f_{\max}(L)$ 代表此刻相邻路段的交通较差的一些路段的描述函数。 M 表示此时此刻该路段的人数,可以使用最后一辆车通过这路段需要的时间来表示。整个虚拟系统中优化计算的数据流程图如图9所示。

对整个数据流进行图9的运算以后就会根据现有的交通情况优化求出某时刻的此路段周围的交通最优方案 $f(L)$, 有效地分解当前的交通情况。

3 系统测试分析

本文将系统除了运行与基本的交通情况虚拟外,对现实交通中一些时间段的交通情况智能分析,通过优化模块计算出该时段重点考察路口的交通分流方案与现实的存在的计算方案进

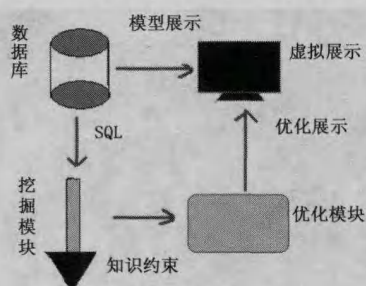


图9 优化计算模块的数据流程图

行对比证明该优化计算虚拟交通系统的可行性,图10表示了某城市某周五全天各时段道路承载车辆数的情况与优化方案得出的情况对比。

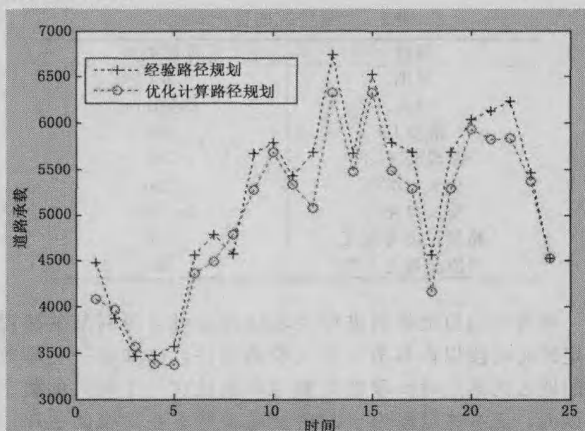


图10 某路段周五的交通系统状况对比

为了更好地验证本系统的优越性,本文对某城市所有的17个路段进行了一周的数量检测后纵向与人工经验的路径规划进行了对比,结果如图11所示。

经过实际测验分析本虚拟城市交通系统的优化计算模块能够更好地计算路径的选择,这为城市规划道路与缓解交通压力带来了指导,实际数据表明该系统的实用性较强。

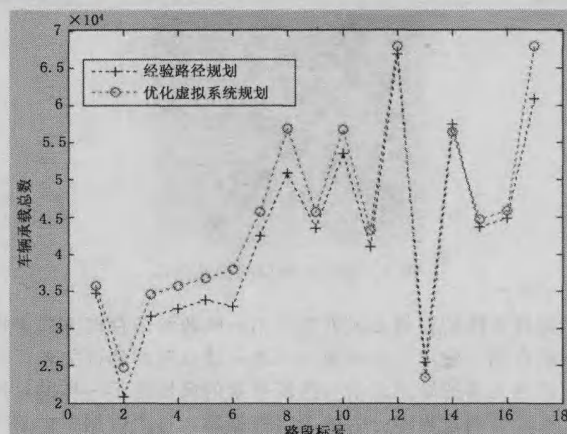


图11 城市主干路段一周之内交通情况对比

4 结论

当前传统的城市交通虚拟系统只是单方面的模拟现实的交通情况,还不能智能地提出一些路径优化与交通情况的建议。本文提出一种基于挖掘与优化并行计算的虚拟城市交通系统设计思想,将智能优化模块加入虚拟系统中智能地进行路径推荐来进行交通建议。实验表明,基于优化计算的虚拟城市交通系统性能良好,测试准确率较高,有效地提高了交通规划的合理性及交通调度效率。

参考文献:

- [1] 吴耀武,潘伍朝. MUL-QJM 汽车驾驶模拟器系统[J]. 系统仿真学报, 1995, (7).
- [2] 李清磊,庄春华,王普,等. 三维组态软件场景导航图智能化建立方法研究[J]. 计算机测量与控制, 2008, 16 (12).
- [3] 王福建,曾学贵,李方,等. 三维表面模型在公路线形设计中的应用研究[J]. 中国公路学报, 1998, 11 (3): 17-24.
- [4] 潘兵宏,许金良,杨少伟,等. 公路三维模型应用研究[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21 (1): 49-51.
- [5] PATHPublications. Computer Simulation Issue Smart Path Simulation. www.path.berkeley.edu/PATH/Intellimotion, 2004.
- [6] ViaNovaITAS. NovaviewVR. http://www.novapoint.com. 2004.

缩算法,对小波变换预处理、滤波算法、量化及编码方式等关键技术进行了研究,并通过实验验证,与标准的JPEG算法进行比较,本算法具有压缩比率高、图像失真度小的特点,较适用于SAR图像的实时压缩与传输。

参考文献:

- [1] Pennec E L, Mallat S. Sparse geometric image representations with bandelets[J]. IEEE Trans. Image Process. 2005, 14 (4): 423-438.
- [2] 李金基,焦李成,等. 基于两时相图像联合分类的SAR图像变化检测[J]. 红外与毫米波学报. 2009, 28 (6): 466-471.
- [3] 高晋占. 微弱信号检测[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [4] 王太勇,胡世广,等. 基于变尺度随机共振的油管漏磁信号检测[J]. 计量学报, 2008, 29 (1): 69-72.
- [5] 白静,吴家骥,等. 基于提升方向波变换域的SAR图像压缩[J]. 红外与毫米波学报, 2009, 28 (4): 311-315.



图9 小波压缩算法压缩后低品质图像

(上接第2312页)