

文章编号: 2095-2163(2019)06-0153-04

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

一种结构化道路建模方法

赵振国, 朱海龙, 刘靖宇, 石晔琼, 尹启天

(哈尔滨师范大学 计算机科学与信息工程学院, 哈尔滨 150025)

摘要: 在智能交通研究中, 交通场景准确地仿真建模对于后期利用场景进行设计和算法的研究有着非常重要的影响。本文总结了交通建模的普遍特点, 提出了一种结构化的道路建模方法。该方法把实际交通场景映射到数学空间, 使用函数表示交通场景, 结合空间坐标实现道路场景的仿真建模。实验结果显示, 可以使用该仿真环境获取模拟监控指标和目标数据, 且数据分布合理, 能够较好的模拟实际场景。

关键词: 交通场景; 仿真建模; 智能交通; 数据模拟

A structured road modeling method

ZHAO Zhenguo, ZHU Hailong, LIU Jingyu, SHI Yeqiong, YIN Qitian

(School of Computer Science and Information Engineering, Harbin Normal University Harbin, China)

[Abstract] In the study of intelligent transportation, the accurate simulation modeling of traffic scenes has a very important impact on the design and algorithm research of the later utilization scenarios. This paper summarizes the general characteristics of traffic modeling and proposes a structured road modeling method. The method maps the actual traffic scene to the mathematical space, uses the function to represent the traffic scene, and combines the space coordinates to realize the simulation modeling of the road scene. The experimental results show that the simulation monitoring index and target data can be obtained by using the simulation environment, and the data distribution is reasonable, which can better simulate the actual scene.

[Key words] traffic scene; simulation modeling; intelligent transportation; data simulation

0 引言

在智能交通系统的研究中, 对于道路进行建模是非常重要的工作。在交通流预测、车辆行为预测、车辆行为检测和监控系统等研究领域有着十分广泛的应用。道路交通仿真是采用计算机数字模型反映复杂的道路和交通现象的交通分析技术和方法。针对道路的建模首先是使用卫星遥感设备获取道路的卫星图像, 而后基于像素、区域或知识技术的组合^[1-2], 或者使用提取道路交叉点、线特征^[3-4]的方法对道路进行建模。在科学研究领域, 对于道路的建模主要应用在交通流控制^[5]和多目标追踪研究^[6]等方面。

目前, 国内外对于道路仿真建模问题的方法有: 基于车载 LiDAR 技术的道路建模方法^[7], 该方法使用专业车载设备进行实地空间测绘, 在使用中限制条件较多; 基于 CAD、3DMax 和 GIS 等软件平台的物理建模方法^[8-9], 该方法侧重于三维模型的建立和实际空间的测绘, 不适用于数据的仿真和算法的研究; 色彩空间聚类方法^[10], 该方法较传统灰度

空间聚类方法有着更高的精度但忽略了车辆等较小的运动目标, 且建模主要是为获得较为准确的图像模型。

本文使用结构化建模思想提出了一种新的道路建模方法。结合实际道路的横、纵方向的结构化特征和道路车辆特征进行建模, 把宏观的道路模型抽象成结构化的模型。使用函数模拟交通场景, 建立车辆行驶路径的精确轨迹方程^[11]与摄像机群组位置获取动态模型, 进而获取模拟场景数据。实验证明, 该方法简单准确, 对于各种交通场景均有较好的实用性, 建模中误差较小, 对于仿真实验过程中的数据获取和实验实施有着较好的支持。

1 道路场景分析

实际的交通场景复杂程度高, 交通场景的类型有: 直线道路、十字路口、环岛、弯道和丁字路口等。在研究过程中主要对环岛交通场景进行分析。环岛是交通节点的一种特殊的组成部分, 主要应用在数条道路的交汇处, 是由环绕中心的原型组成的, 结构示意图如图 1 所示。多条道路所汇集的车辆驶入环岛

基金项目: 黑龙江省自然科学基金(F2018023)。

作者简介: 赵振国(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 人工智能、智能交通。

收稿日期: 2019-09-12

后均需经由环岛之后选择不同的道路驶出。

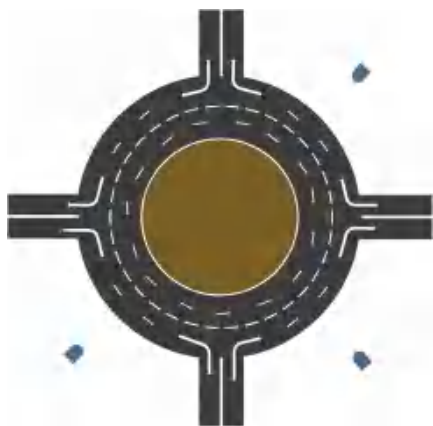


图1 环岛交通场景结构图

Fig. 1 Structure map of the roundabout traffic scene

基于图1所显示的交通场景模型,对于车辆在环岛处的行为特征进行详细分析如下:

(1) 轨迹分析。环岛是由出入口和圆形环路所组成。车辆进入后需要在圆形道路中沿指定方向行驶,车辆运动轨迹近似为圆形,所以车辆在环岛中的行驶过程可以近似看作圆周运动。

(2) 速度分析。由于其在规定的路径内行驶,且不会发生频繁的超车、停车等操作,可认为车辆速度变化小于平均速度的百分之二十。

(3) 拍摄角度分析。运动目标为近似的长方体形状,在实际的监控场景中所拍摄的图片均为侧边图片,所拍摄图片的角度对于拍摄质量有着较大的影响。

(4) 拍摄距离分析。拍摄距离对于所拍摄的质量有至关重要的影响,使用模型中设置的摄像头与目标运动轨迹计算目标针对摄像头的实时位置,并且在目标运动的过程中,对于其进行持续跟踪与距离测量。

2 结构化场景建模

结构化场景建模过程主要包括:对于场景中所包含的目标的分析、针对结构化场景进行建模和使用数学方法获取仿真数据获取。

2.1 场景分析

场景分析主要分为:静态目标分析、动态目标分析和目标作用分析。其中目标作用分析,是分析场景中拥有互相作用关系的目标组合,选取其中的关键目标作为场景的组成部分。分析方法流程如图2所示。

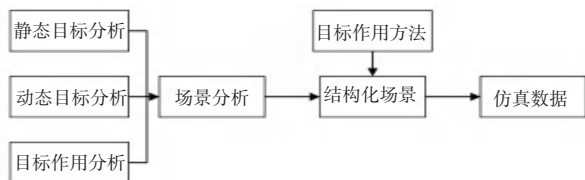


图2 方法流程图

Fig. 2 Method flow chart

场景要素分析见表1。静态目标主要包括道路和绿植,道路是交通场景中最重要的组成部分,在模型中需要使用函数来确定道路的边界和大小尺寸。绿植在交通场景中可以忽略。交通场景中的动态目标主要为车辆,尤其是在环岛场景下,车辆是最主要的动态交通目标。在交通监控场景中,摄像头与车辆的关系是最重要的,也是主要的研究点。可以通过对交通场景的仿真获取摄像头相对于车辆的监控参数。

表1 场景要素分析表

Tab. 1 Scene element analysis table

| 分析种类 | 目标/关系 | 是否必要 |
|------|--------|------|
| 静态目标 | 道路 | 是 |
| | 绿植 | 否 |
| | 摄像头 | 是 |
| 动态目标 | 车辆 | 是 |
| 相互关系 | 摄像头—车辆 | 是 |
| | 车辆—车辆 | 否 |

2.2 场景构建

在对真实场景进行抽象后,将抽象模型变为计算机中的数学模型需要进行建模过程。本场景仿真设置了3个PTZ摄像头的环岛交通场景,如图3所示。图中坐标位置为(0,0)、(200,0)、(200,200)的3个定点模拟预先安置的PTZ摄像头;以(0,0)、(200,0)、(200,200)3个摄像头原点为圆心的3个环形为PTZ摄像头的最佳拍摄距离与移动角度组成的摄像区域:从坐标(0,100)起始的绿色的动点模仿从西侧路口驶入环岛的车辆;定点摄像头与车辆目标之间的连线为PTZ摄像头的光心与车辆的连线,每隔0.5s进行一次数据提取。

在此结构化模型中,定义摄像头*i*和车辆目标*j*的连线与车辆目标*j*的侧边的角度为摄像头拍摄角度为 D_{ij} ,摄像头*i*与车辆目标*j*的距离为 L_{ij} ,车辆目标为 P_j ,摄像头目标为 CA_i ,目标车辆速度为 V_i ,定义时间为 T_i , $C(X_{ij})$ 为目标 X_{ij} 的坐标,即 $C(X_{ij}) = X_{ij}(m, n)$ 。

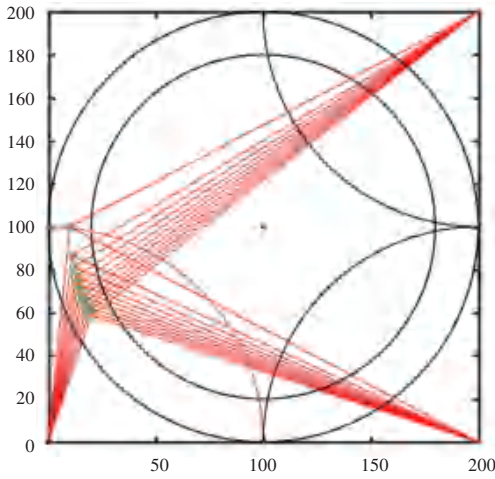


图 3 模拟场景图

Fig. 3 Simulation scene diagram

2.3 仿真数据获取

假设在 T_i 时刻车辆目标 P_i 所在的位置坐标为 (m, n) , 其运动轨迹为近似圆形轨迹方程为 $n = Cir(m)$, 通过对其移动轨迹在其当前点进行微分, 使用反三角函数可以得到其相对于横坐标轴的角度 $DegL_{ij}$, 通过比较其位置与目标摄像头的相对位置可以得到其相对于横坐标轴的角度 $DegR_{ij}$, 进而可以得到 D_{ij} 。令:

$$L_{ij} = ED[C(CA_i) - C(P_j)], \quad (1)$$

其中, 方法 $ED(P_1, P_2)$ 为求点 P_1 与点 P_2 之间的欧氏距离, 通过计算两个点之间的欧氏距离得到 L_{ij} 。运动轨迹方程为:

$$Cir(m) = \sqrt{r^2 - (m - a)^2} + b, \quad (2)$$

其中, a, b 为轨迹圆的圆心坐标, r 为运动圆的半径。通过利用轨迹圆在点 P_j 处的微分得到当前斜率, 而后根据斜率与运动方向及 X 轴夹角的关系计算出 $DegL_{ij}$ 。

$$DegL_{ij} = \tan^{-1} \frac{dn_{ij}}{dm_{ij}} * 180/\pi, \quad (3)$$

使用当前目标 P_j 位置与摄像头 CA_i 之间的关系计算出 $DegR_{ij}$

$$DegR_{ij} = \tan^{-1} \frac{\Delta n}{\Delta m} * 180/\pi, \quad (4)$$

由 X 轴、目标点与摄像头连线, 目标点方向切线组成的三角形中的 3 个角为: D_{ij} 、 $DegL_{ij}$ 、 $DegR_{ij}$, 利用之间的关系得到:

$$D_{ij} = 180 - DegL_{ij} - DegR_{ij}. \quad (5)$$

3 数据分析

通过对目标 P_j 在环岛运动过程中进行数据采

集, 得到整个实验的数据。通过设置数据参数得到 471 组数据, 包括多个摄像头对于同一目标监控的多个指标、角度和距离。如图 4、图 5 所示。

特征数据分析:

- (1) 数据分布在合理区间内。
- (2) 数据变化趋势符合实际场景的趋势。
- (3) 数据符合实际场景。

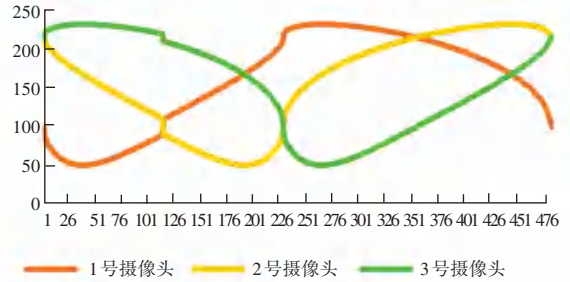


图 4 距离特征表

Fig. 4 Distance feature table

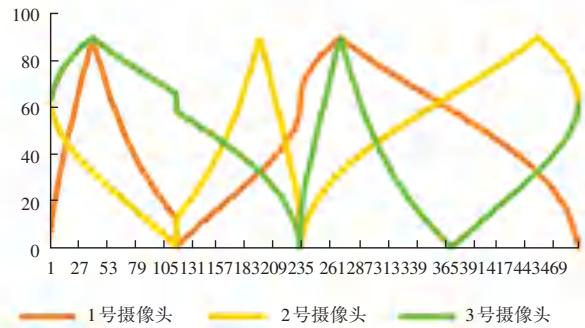


图 5 角度特征表

Fig. 5 Angle feature table

实验生成的模拟数据, 变化均匀且分布合理, 成功地模拟了在同一时刻使用三组摄像头对于同一目标跟踪时的特征提取, 获得了三种数据, 对未来所进行的算法研究提供了数据保障和实验模型支撑。

4 结束语

本文利用结构化建模方法, 结合几何与物理学原理, 对于实际场景进行建模和仿真数据获取。首先对实际场景进行抽象, 创建模拟模型, 然后利用结构化场景建模创建数学模型, 最后根据实际情况设计计算方法获取模拟数据。实验结果表明, 该方法简单明确, 产生数据较为正确且误差较小。

参考文献

[1] BAUMGARTNER A, STEGER CT, MAYER H, et al. Automatic road extraction in rural areas. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 32 (Part 3), 1999, 107-112. (下转第 159 页)