



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101853575 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 06

(21) 申请号 201010195375. X

(22) 申请日 2010. 05. 31

(71) 申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 鲁光泉 王云鹏 刘淼森 余贵珍
田大新

(51) Int. Cl.

G08G 1/04 (2006. 01)

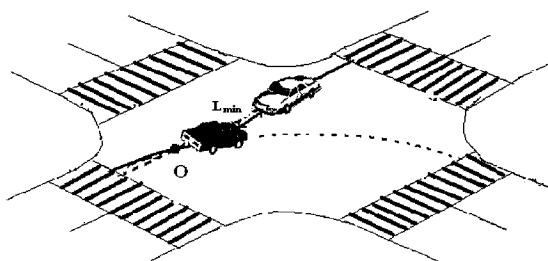
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法

(57) 摘要

一种基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价的方法，其显著特征是，利用多台二维激光扫描仪进行路口运动物体运动参数的采集与融合，通过各个运动物体的运动参数，计算交通参与单元之间发生交通冲突的冲突参数及其严重程度，在对交叉路口严重冲突统计和交通量统计的基础上，构建基于交通冲突的交叉口安全状态评价方法，实现对交叉口安全状态的评价与监控。基于激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价的方法具有成本低，准确，快速的特点，为进行路口交通冲突的研究带来了便捷，有利于对路口交通管制实施有效改进，确保交通安全。



1. 一种基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价的方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1) 利用多台二维激光扫描仪组成传感器网络,从不同位置、角度对交叉口通行状况进行水平扫描;

(2) 根据所获取的激光数据特性,将数据进行融合,完成运动物体的检测与跟踪;

(3) 利用运动物体检测结果,确定道路交通量和运动物体的运动参数,包括位置、速度、方向、类型;

(4) 结合上述参数,确定交叉口交通冲突相关参数,包括冲突点的位置,冲突距离;

(5) 根据路口交通流量和冲突参数,确定冲突严重程度,进行交叉路口安全评价。

2. 根据权利要求 1 所述的基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法,其特征在于,所述的步骤(1),具体是指:在交叉路口(无隔离带)各个转角处分别布置一台激光扫描仪。根据现场标线状态设定坐标系,测量各台扫描仪的位置和角度。为便于测量,把现场测量坐标系的 x 轴和 y 轴定位在两个相互垂直的边缘上。

3. 根据权利要求 1 所述的基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法,其特征在于,所述的步骤(2),具体是指:利用现有技术,对多台扫描仪获取的激光点进行聚类,完成路口运动物体的检测和跟踪。

4. 根据权利要求 1 所述的基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法,其特征在于,所述的步骤(3),具体是指:根据所检测的运动物体在每帧扫描数据中的变化,确定其位置、速度、方向角和运动物体类型;实时记录进入交叉口的运动物体数量,完成交通量的统计;同时结合运动物体类型,计算当量交通量。

5. 根据权利要求 1 所述的基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法,其特征在于,所述的步骤(4),具体实现如下:结合已有的运动物体运动参数和灰色预测模型,完成对冲突点的标定,确定交通冲突参与单元之间发生交通冲突的冲突距离。

6. 根据权利要求 1 所述的基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法,其特征在于,所述的步骤(5),具体实现如下:利用交通冲突参数,结合当量交通量和灰色聚类评价模型,完成冲突严重程度判定和路口安全评价。

基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种路口交通冲突检测和安全评价的方法。利用多台二维激光扫描仪进行路口运动物体运动参数的采集与融合,通过各个运动参数计算交通参与单元之间的交通冲突参数及冲突严重程度,在对交叉路口严重冲突统计和交通量统计的基础上,构建基于交通冲突的交叉口安全状态评价方法,实现对交叉口安全状态的评价与监控。本发明具有成本低,准确,快速的特点,为进行路口交通冲突的研究带来了便捷,有利于对路口交通管制实施有效改进,确保交通安全。

背景技术

[0002] 我国交通冲突技术及安全评价的相关研究:

[0003] 我国于1987年才引入交通冲突技术,经过20年的研究取得了一些研究成果:1994年,张苏将瑞典海顿(C. Hyden)博士的专著《交通冲突技术》翻译成中文,国内第一次比较全面系统地接触到了交通冲突技术;1997年,刘小明、段海林等结合我国平面交叉口混合交通特性,对基于交通冲突技术的安全评价方法的标准化程序进行了研究,并建立了以交通冲突为基础的交叉口交通冲突概率分布模型;1998年,张苏在其博士论文的基础上发表了《中国交通冲突技术》一书,为建立符合我国交通特性的交通冲突技术做了进一步的探讨;2000年,周伟、罗石贵等应用交通冲突技术对路段交通事故多发点的鉴别进行了探讨,并采用郑州黄河公路大桥的冲突观测数据验证了方法的有效性,丰富了现有的交通冲突技术理论;2005年,王学明、聂磊等应用TCT(交通冲突技术)对自行车交通安全状况进行了分析和安全评价;成卫对城市道路交通事故与交通冲突的理论关系模型展开了详细的研究,并结合聚类分析等数学方法对实际交叉口的安全状况进行了评价,为平交口安全评价提供了一种新的研究途径。

[0004] 总体来说,我国对交通冲突技术的研究与应用仍处于起步阶段。社会对整个道路安全近年才重视起来,对TCT更是缺少研究的环境和平台,研究成果也仅停留在理论上,实际应用较少,研究模式也基本参照发达国家的经验,与我国实际交通特点结合得不够,可操作性不强。因此有必要研究开发适合中国交通特性的混合交通条件下的可操作性强的交通冲突检测技术。

[0005] 国内外交通冲突检测技术的现状:

[0006] 交通冲突自动检测方面,1977年,英国道路交通研究所开始研究交通冲突自动记录系统,但由于系统过于复杂而失败;1984年,在瑞典的马尔默市进行了TCT的国际型校正工作中,荷兰理工学院首次运用了自动记录系统测评交通冲突;1987年,瑞典与荷兰进行了利用冲突成像技术研究记录冲突的形成过程。

[0007] 近几年,加拿大不列颠哥伦比亚大学Tarek Sayed和Nialas Saunier等一直致力于交通冲突的自动检测系统研究,尝试开发了一种基于视频的交叉口交通安全自动分析系统,不过尚处于试验阶段,离实际应用还有一段距离。该系统首先采用基于特征的车辆跟踪算法实现对交叉口范围内的车辆跟踪,然后以采集到的车辆运动轨迹数据为基础,结合隐

马尔可夫模型 (HMM) 实现对相关行车轨迹的自动搜索,识别出发生冲突的轨迹簇,以达到交通冲突自动检测的目的。

[0008] 交通冲突检测在国内研究相对较少。谭铁牛等提出了一种基于三维模型车辆跟踪的交通事故概率预测方法,该方法首先采用基于三维模型的车辆跟踪获得车辆运动轨迹样本数据,然后采用模糊自组织神经网络算法,以样本数据为训练对象,学习车辆运动模式和规律。经过训练后的系统对现有车辆的运动轨迹加以匹配和预测,并计算出交通事故发生的概率。但国内尚未见到基于激光扫描仪的交通冲突检测相关研究。

[0009] 检索现有技术,已有一些专利申请提供了一些解决方法。如专利申请号:200810171317.6,专利名称《基于多激光扫描仪的数据融合方法及系统》;专利申请号:200810170194.4,专利名称《基于多激光扫描仪的移动目标跟踪方法及系统》,专利申请号:200910091650.0,专利名称《一种采用激光扫描的行人前进方向判断方法》。这些技术只是进行了数据的融合、移动目标的跟踪和方向判别,未涉及到交通冲突的自动检测和安全评价,技术的实用性有欠缺。因此研究一种高效的、实用性和准确性强的交通冲突检测和安全评价方法具有重要的意义。

发明内容

[0010] 本发明针对现有技术中存在的不足和缺陷,提出一种基于二维激光扫描仪的路口交通冲突检测和安全评价的方法。

[0011] 本发明通过下述技术实现:

[0012] 1. 利用二维激光数据的融合方法,确定路口运动物体的运动参数;通过等间隔时刻运动物体的坐标和灰色预测模型对物体的运动轨迹进行预测,从而确定冲突点和冲突距离;在对交叉路口冲突统计和交通量统计的基础上,利用灰色聚类分析对交叉口的安全状态做出评价。

[0013] 设运动物体的横坐标为 $x^{(0)}$ 的原始数据序列

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (1)$$

[0015] 用 1-AGO(Accumulating Generation Operator) 生成一阶累加生成序列

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\} \quad (2)$$

$$[0017] \text{其中, } x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad (3)$$

[0018] 利用微分方程和导数的定义,可以求得:

[0019]

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = (1 - e^{-\hat{a}}) \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{u}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} \quad (k=1, 2, \dots) \quad (4)$$

$$[0020] \text{其中, } B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \dots & \dots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{pmatrix}; Y_n = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{pmatrix};$$

$$(B^T B)^{-1} B^T Y_n = \begin{pmatrix} \hat{a} \\ \hat{u} \end{pmatrix};$$

[0021] $\hat{x}^{(0)}(k+1)$ 为运动物体横坐标的第 $(k+1)$ 个预测值 ; $\hat{x}^{(1)}(k+1)$, $\hat{x}^{(1)}(k)$ 分别为运动物体第 $(k+1)$ 个和第 k 个一阶累加预测值 ; 同样可以求得运动物体纵坐标的预测值。

[0022] 根据上述方法, 利用激光融合数据得知运动物体的横坐标和纵坐标, 结合灰色预测模型即可求得物体的横纵坐标预测值, 进而预测出物体的运动轨迹。

[0023] 2. 实现步骤 :

[0024] (1) 利用多台二维激光扫描仪组成传感器网络, 从不同位置、角度对交叉口通行状况进行水平扫描 ;

[0025] (2) 根据所获取的激光数据特性, 将数据进行融合, 完成运动物体的检测与跟踪 ;

[0026] (3) 利用运动物体检测结果, 确定道路交通量和运动物体的运动参数, 包括位置、速度、方向、类型 ;

[0027] (4) 结合已有的运动物体坐标和灰色预测模型, 确定交叉口交通冲突相关参数, 包括冲突点的位置和冲突距离 ;

[0028] (5) 根据路口交通流量和冲突参数, 利用灰色聚类模型, 确定冲突严重程度, 进行交叉路口安全评价。

[0029] 本发明具有以下特点 : 通过对多台二维激光扫描仪数据的采集和融合, 可以快速、准确的确定运动物体的运动参数 ; 利用已知参数和数学模型对交通冲突和冲突点进行判定, 同时获知冲突距离, 避免了目前主要用的人工观测法带来的较大误差, 也提高了效率 ; 结合灰色聚类分析对路口安全进行评价, 具有更强的说服性。基于激光扫描仪的路口交通冲突检测及安全评价的方法具有成本低, 准确, 快速的特点, 为进行路口交通冲突的研究带来了便捷, 有利于道路相关部门对路口交通管制实施有效改进, 确保交通安全。

附图说明

[0030] 图 1 激光扫描仪布置图

[0031] 图 2 建立实际现场坐标系

[0032] 图 3 移动目标运动轨迹示意图

[0033] 图 4 交通冲突检测示意图

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本方面的实施例做详细说明 : 本实施例在以本方面技术方案为前提下进行实施, 给出了详细的实施方式和具体的操作过程, 但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0035] (1) 在交叉路口 (无隔离带) 各个转角处分别放一台激光扫描仪 (图 1, 其中 1, 2, 3, 4 分别代表 1, 2, 3, 4 号扫描仪放置位置)。根据现场标线状态设定坐标系, 测量各台扫描仪的位置和角度, 为便于测量, 把现场测量坐标系的 x 轴和 y 轴定位在相互两个垂直的边缘上 ; 将摄像机置于路侧位置较高的建筑物或路灯上, 以便将路口的交通情况拍摄完整, 为基于扫描仪的冲突检测提供参考 (图 2)。

[0036] (2) 根据所获取的激光数据特性, 利用已有技术将多台扫描仪获取的激光数据进行聚类、融合, 完成运动物体的检测 (图 3)。

[0037] (3) 根据所检测的运动物体在每帧扫描数据中的变化, 确定其位置、速度、方向角

和运动物体类型 ; 实时记录进入交叉口的运动物体数量 , 完成交通量的统计 ; 同时结合运动物体类型 , 结合以下换算值表 1 , 计算当量交通量 ;

[0038] 表 1 混合当量交通量换算值

[0039]

道路使用者	大货、大客或中客	小货、小客或小轿车	摩托车
换算值	1.5	1.0	0.3

[0040] (4) 结合已有的运动物体运动参数计算相同时间间隔上来自不同方向的运动单元之间的距离 , 若上述运动单元间的距离不断减小直至开始小于或等于两物体的最小制动距离之和 L_{min} , 记录出现该情况的时刻 t ; 利用灰色预测模型 , 以 t 时刻前运动物体的位置坐标为已知量预测物体的运动轨迹 , 如果两物体预测的运动轨迹存在交叉 , 则交叉点即为冲突点 , 并对交通冲突数进行记录 ; 冲突距离为存在冲突点的两运动物体实际运动轨迹上的最小距离 (图 4 , 其中 0 为冲突点) 。

[0041] (5) 利用交通冲突参数 , 结合当量交通量和灰色聚类评价模型 , 完成冲突严重程度判定和路口安全评价。进行灰色聚类评价时 , 运用 SPSS 软件 , 以路口冲突数 / 交通量、冲突距离作为输入参数 , 完成同一路口不同时段或者不同路口同一时段的安全状况评价。

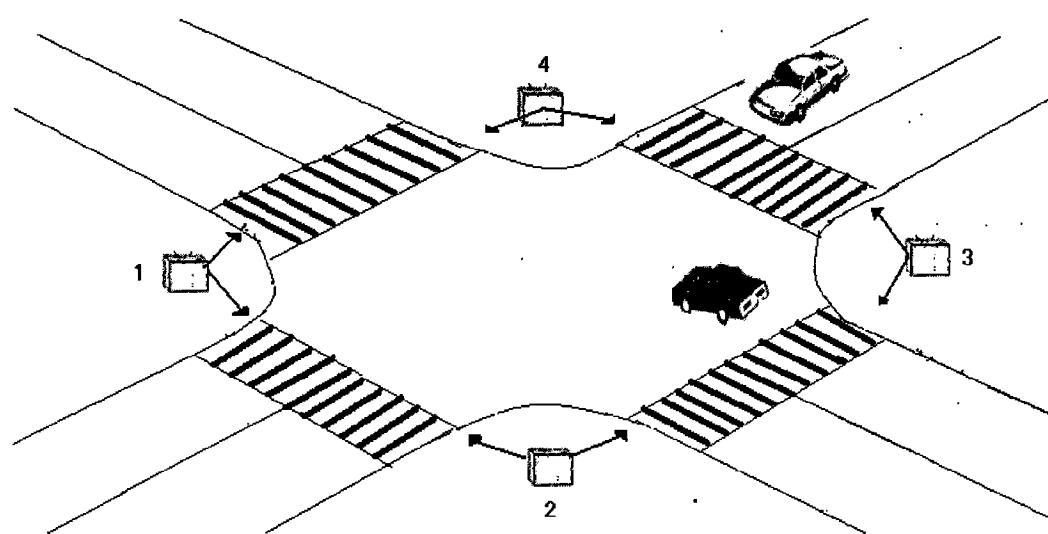


图 1

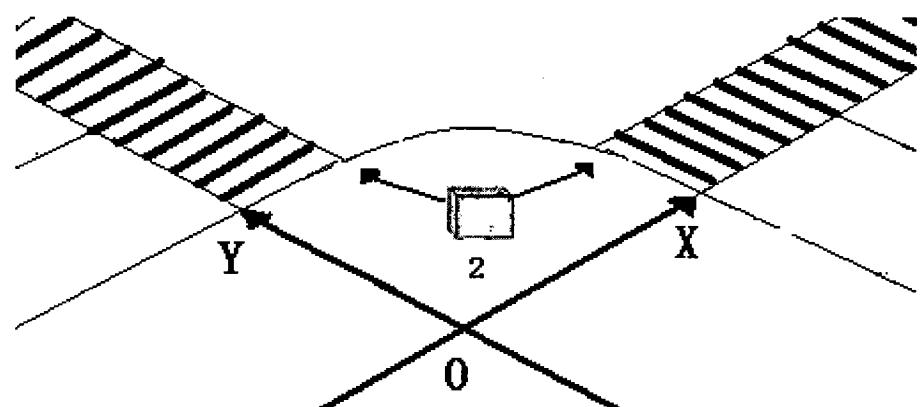


图 2

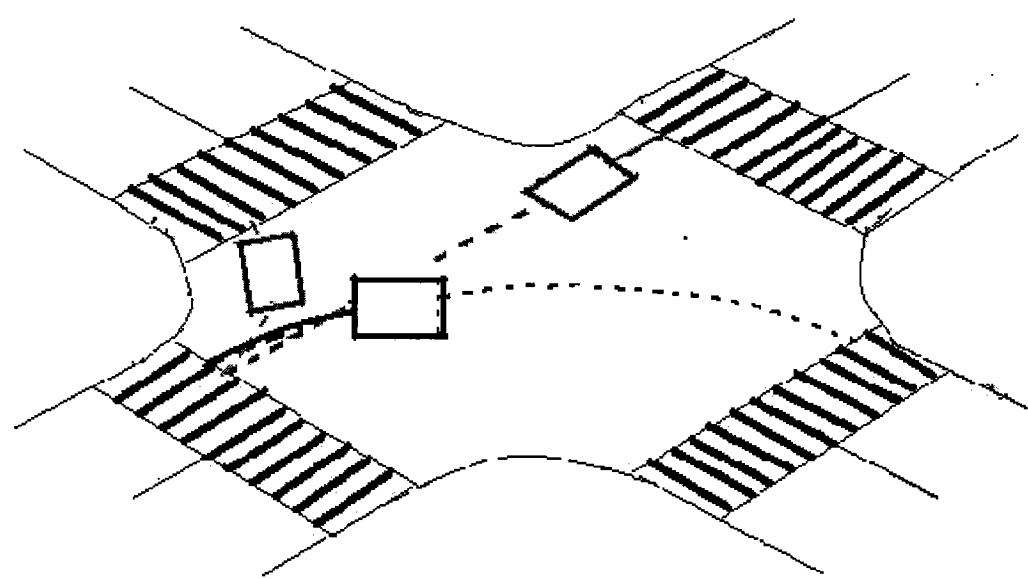


图 3

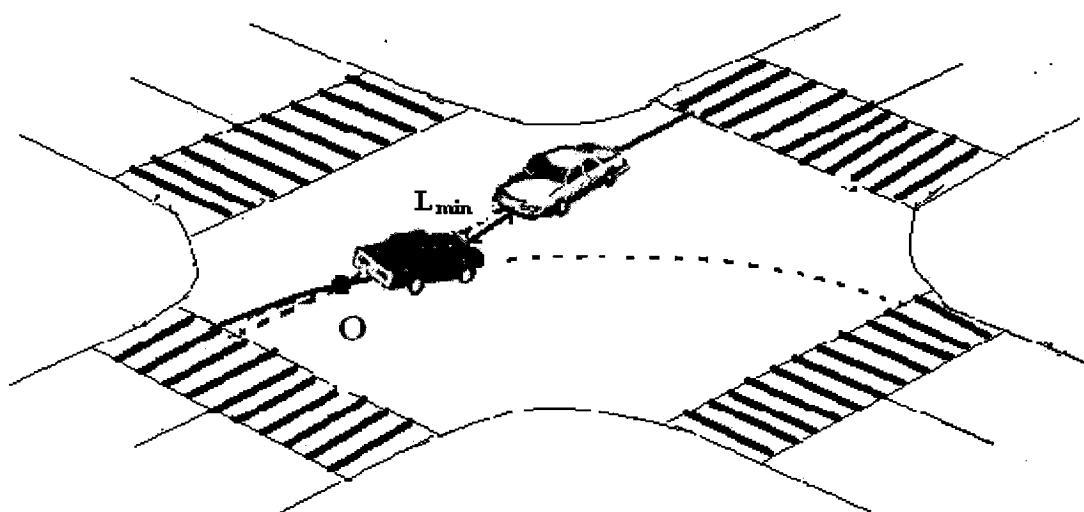


图 4