



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115860461 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 28

(21) 申请号 202211453450.7

G06G 1/16 (2006.01)

(22) 申请日 2022.11.21

(71) 申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72) 发明人 陈一锴 陶正彬 张耀艺 刘林芝
吴基民 杨晓磊
坤土孜爱·库日万江 石琴
丁建勋

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101
专利代理师 陆丽莉 何梅生

(51) Int. Cl.

G06Q 10/0635 (2023.01)

G06Q 50/26 (2012.01)

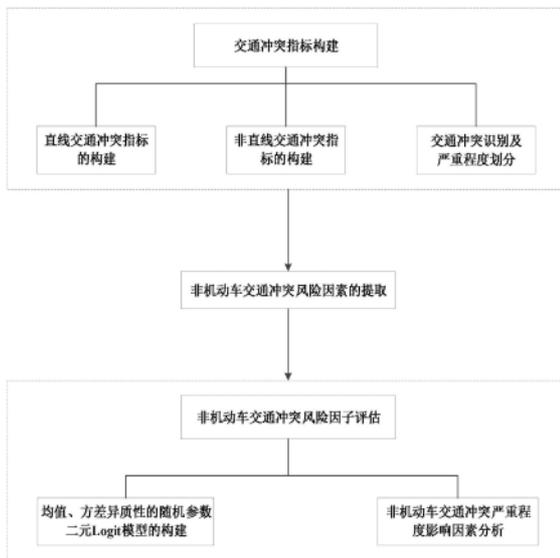
权利要求书4页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法,其步骤如下:1、利用无人机航拍视频进行平面交叉口中车辆行驶轨迹数据的采集,构建交通冲突风险量化的安全替代评价指标,识别非机动车交通冲突,并根据冲突趋近事故的严重程度,将交通冲突划分为轻微冲突和严重冲突;2、利用与无人机航拍同步拍摄的道路固定相机,采集与非机动车交通冲突相关的风险驾驶行为数据;3、建立均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型,定量分析骑行者风险驾驶行为对非机动车交通冲突严重程度的影响。本发明能实现对平面交叉口非机动车交通安全的高效、客观评价,以提高交通事故风险因素分析的准确性。



1. 一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、从无人机航拍视频中采集当前平面交叉口中车辆行驶轨迹数据,并从中提取非机动车A以及车辆B的运动状态数据,包括:车辆位置和速度;

步骤2、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上相互逼近,则执行步骤2.1-步骤2.3,若当前非机动车A与车辆B以交错的方式相互逼近,则执行步骤2.4-步骤2.7;

步骤2.1、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上同向行驶,则利用式(1)计算当前时刻t的非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC_{A,B}(t)$:

$$TTC_{A,B}(t) = \frac{l_{A,B}(t)}{v_B(t) - v_A(t)}, v_B(t) > v_A(t) \quad (1)$$

式(1)中, $l_{A,B}(t)$ 表示当前时刻t下后车B车头到前车A车尾的空间距离, $v_B(t)$ 表示当前时刻t下后车B车辆的速度, $v_A(t)$ 表示当前时刻t下前车A的速度;

若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上对向行驶,则利用式(2)计算当前时刻t下非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC'_{A,B}(t)$:

$$TTC'_{A,B}(t) = \frac{l'_{A,B}(t)}{v_A(t) + v_B(t)} \quad (2)$$

式(2)中, $l'_{A,B}(t)$ 表示当前时刻t下两车车头的空间距离, $v_A(t)$ 、 $v_B(t)$ 分别表示当前时刻t下非机动车A、车辆B的速度;

步骤2.2、在同向行驶过程中若t+1时刻下后车B车速大于前车A,或对向行驶过程中t+1时刻下非机动车A与车辆B中任一车辆的速度不为0,则表示两车将发生预期碰撞,并将t+1赋值给t后,返回步骤2.1执行,否则,表示两车不发生预期碰撞,并从所有计算的非机动车A与车辆B的碰撞时间中选取最小值得到最小碰撞时间 $\min TTC_{A,B}$;

步骤2.3、利用式(3)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y_{A,B}$,若 $y_{A,B} \neq \infty$,则执行步骤3;否则,返回步骤1;

$$y_{A,B} = \begin{cases} 0, & \theta_2 \leq \min TTC_{A,B} < \theta_1 \\ 1, & \min TTC_{A,B} < \theta_2 \\ \infty, & \min TTC_{A,B} \geq \theta_1 \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中, θ_1 表示基于TTC指标的交通冲突判别阈值, θ_2 表示基于TTC指标的交通冲突风险等级划分阈值; $y_{A,B} = 0$ 表示轻微冲突, $y_{A,B} = 1$ 表示严重冲突, $y_{A,B} = \infty$ 表示无冲突;

步骤2.4、利用式(4)计算当前时刻t下非机动车A与车辆B的交通冲突风险度量指标 $T_2^{A,B}(t)$:

$$T_2^{A,B}(t) = \max \left\{ \frac{d_A(t)}{|v_A(t)|}, \frac{d_B(t)}{|v_B(t)|} \right\} \quad (4)$$

式(4)中, $d_A(t)$ 表示当前时刻t下非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与非机动车A的距离, $d_B(t)$ 表示当前时刻t下非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与车辆B的距离;

步骤2.5、若非机动车A或车辆B的车尾经过两车行驶轨迹的相交点,则从所有计算的交通冲突风险度量指标中选择最小值并记为最小交通冲突风险度量指标 $\min T_2^{A,B}$;否则,将t+1赋值给t后,返回步骤2.4执行;

步骤2.6、利用式(5)计算非机动车A与车辆B的后侵入时间指标 $PET_{A,B}$:

$$PET_{A,B} = t_A - t_B \quad (5)$$

式(5)中, t_A 表示后经过相交点的非机动车A的车头到达相交点的时刻, t_B 表示先经过相交点的机动车B的车尾离开相交点的时刻;

步骤2.7、利用式(6)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y'_{A,B}$;若 $y'_{A,B} \neq \infty$,则执行步骤3;否则,返回步骤1;

$$y'_{A,B} = \begin{cases} 0, & \tau_2 \leq \min T_2^{A,B} < \tau_1 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_1 \\ 1, & \min T_2^{A,B} < \tau_2 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_2 \\ \infty, & \min T_2^{A,B} \geq \tau_1 \text{ and } PET_{A,B} \geq \lambda_1 \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中, τ_1 、 λ_1 分别表示基于交通冲突风险度量指标 T_2 、后侵入时间指标PET的交通冲突判别阈值, τ_2 、 λ_2 分别表示基于交通冲突风险度量指标 T_2 、后侵入时间指标PET的交通冲突风险等级划分阈值; $y'_{A,B} = 0$ 表示轻微冲突, $y'_{A,B} = 1$ 表示严重冲突; $y'_{A,B} = \infty$ 表示无冲突;

步骤3、从与无人机航拍同步拍摄的道路相机摄像数据中,提取非机动车A驾驶员的K个风险驾驶行为并构成影响任意第i起交通冲突风险等级的解释变量集合 $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}, \dots, X_{iK})$,其中, X_{ik} 表示意第i起交通冲突的第k个风险驾驶行为;令第i起交通冲突风险等级的解释变量集合 X_i 的交通冲突风险等级 $y_{A,B}$ 或 $y'_{A,B}$ 记为 y_i ;由 X_i 和 y_i 构成第i个样本;从而按照步骤1-步骤3的过程得到N个样本;

步骤4、建立均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型,定量分析影响非机动车交通冲突严重程度的影响因素;

步骤4.1、当 X_{ik} 为连续变量时,采用t检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析,当 X_{ik} 为分类变量时,采用卡方检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析,并将检验得到的P值与所设定的显著水平 α 进行比较,若P值小于显著性水平 α ,则加入第一解释变量集 X_i^1 中,否则,继续判断下一个风险驾驶行为;从而得到最终的第一解释变量集 X_i^1 ;

步骤4.2、计算最终的第一解释变量集 X_i^1 中每个解释变量的方差膨胀因子,并将方差膨胀因子大于等于0的解释变量删除,从而得到第二解释变量集 X_i^2 ;

步骤4.3、构建逐步回归模型,将第二解释变量集 X_i^2 中的解释变量逐个引入回归方程中,并在每一次引入时对回归方程中的全部解释变量分别进行F检验,若检验得到的P值大于等于设定的显著水平 α ,则剔除相应解释变量,否则,保留相应解释变量,从而得到第三解释变量集 X_i^3 ;

步骤4.4、利用式(7)建立Logit回归模型:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_1 X_i^3 + \varepsilon_i \quad (7)$$

式(7)中, p_i 表示第i个样本为严重冲突的概率, $1-p_i$ 表示第i个样本为轻微冲突的概率;

β_i 为第 i 个样本待估计的参数向量,并由式 (8) 得到; ε_i 为第 i 个样本的随机误差项;

$$\beta_i = \beta + \delta_i M_i + \sigma_i \exp(\omega_i s_i) v_i \quad (8)$$

式 (8) 中, β 表示参数向量 β_i 的均值, M_i 是影响参数向量 β_i 均值的解释变量向量, δ_i 是 M_i 相对应的估计参数向量, s_i 为捕捉 β_i 的标准差 σ_i 中异质性的解释变量向量, ω_i 是 s_i 相对应的估计参数向量; v_i 是第 i 个样本的扰动项;

步骤 4.4、假设第三解释变量集 X_i^3 的参数向量 β_i 均为随机参数,并指定随机参数分布的概率密度函数,将解释变量向量 M_i 和解释变量向量 s_i 均初始化为解释变量集合 X_i ;

步骤 4.5、采用基于仿真的最大似然方法对 Logit 回归模型进行参数估计,求出使如式 (9) 所示的似然函数取最大值时的估计参数向量 β_i' 、 δ_i' 、 ω_i' ,并作为模型回归结果;

$$L(\beta_i) = \sum_{i=1}^N [y_i \ln(p_i) + (1 - y_i) \ln(1 - p_i)] \quad (9)$$

步骤 4.6、根据所述模型回归结果,若在第三解释变量集 X_i^3 中某个解释变量在估计参数向量 β_i' 中对应的估计参数的标准差和均值的 P 值均小于设定的显著性水平 α ,则将相应解释变量设定为随机参数,并基于 Logit 回归模型的拟合优度确定相应解释变量在估计参数向量 β_i' 中对应估计参数的概率密度函数,否则,将相应解释变量的估计参数设定为固定参数;

若解释变量向量 M_i 中某个解释变量在估计参数向量 δ_i' 中对应的估计参数的 P 值小于设定的显著性水平 α ,则在解释变量向量 M_i 中保留相应解释变量,否则,从 M_i 中剔除相应解释变量;

若解释变量向量 σ_i 中某解释变量在估计参数向量 ω_i' 中对应的估计参数的 P 值小于设定的显著性水平 α ,则在解释变量向量 σ_i 中保留相应解释变量,否则,从 σ_i 中剔除相应解释变量;

步骤 4.7、按照步骤 4.5-步骤 4.6 的过程进行处理,直至模型回归结果中估计参数的 P 值均小于设定的显著性水平 α ,从而得到最终的模型回归结果;

步骤 4.8、根据最终的模型回归结果,当第三解释变量集 X_i^3 第 m 个解释变量 X_{im}^3 为连续变量时,利用式 (10) 计算弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$;当解释变量集 X_i^3 中的解释变量 X_{im}^3 为分类变量时,利用式 (11) 计算变量的伪弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$;

$$E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{\partial p_i}{\partial X_{im}^3} \frac{X_{im}^3}{p_i} \quad (10)$$

$$E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{p[X_{im}^3 = 1] - p[X_{im}^3 = 0]}{p[X_{im}^3 = 0]} \quad (11)$$

式 (11) 中, $p[X_{im}^3 = 1]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于 1 时发生严重冲突的概率, $p[X_{im}^3 = 0]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于 0 时发生严重冲突的概率;

步骤 4.9、按照步骤 4.8 的过程得到第三解释变量集 X_i^3 中所有解释变量的边际效应,并进行降序排序,判断出第三解释变量集 X_i^3 中各风险驾驶行为对交通冲突风险程度的影响

大小,作为平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估结果。

2.一种电子设备,包括存储器以及处理器,其特征在于,所述存储器用于存储支持处理器执行权利要求1所述风险因子评估方法的程序,所述处理器被配置为用于执行所述存储器中存储的程序。

3.一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器运行时执行权利要求1所述风险因子评估方法的步骤。

一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法,属于基于交通冲突的交通安全风险分析领域。

背景技术

[0002] 随着我国共享经济和外卖文化的兴起,非机动车数量增长迅速。由于非机动车行驶稳定性差、安全防护设施少,且骑行者无需驾驶执照以及安全培训,驾驶技能和安全意识薄弱,违反交通信号灯、占用机动车道、逆向行驶、超速、违规载人等风险驾驶行为多发,同样呈现增势的还有非机动车引发的道路交通事故。特别是在平面交叉口,机非混行现象尤为突出,交通冲突和交通事故高发。因此,急需对平面交叉口非机动车的交通安全进行分析。

[0003] 传统的平面交叉口非机动车交通安全风险因子评估方法,主要包括交通事故统计分析法和问卷调查法。交通事故统计分析法依赖于警方的报告数据,研究人员可以提取准确可靠的信息,主要侧重于车辆、道路、环境等外部因素,对于事故发生前的驾驶行为信息很少能从官方的记录中获得。且还存在报告不足、事后评估以及观察周期长等缺陷。相较于交通事故统计分析,问卷调查法可以更全面深入的分析风险驾驶行为及其相关动机因素。然而,问卷调查法采用自我报告的方式,数据有效性容易受到回忆偏差和社会期望的影响,导致风险因素的不准确估计,难以对结果做出强有力的因果陈述。

[0004] 针对上述方法的局限性,基于交通冲突理论的平面交叉口非机动车交通安全风险因子评估得到广泛应用。然而,已有的基于交通冲突理论的平面交叉口非机动车交通安全风险因子评估方法存在以下问题:一、非机动车交通冲突严重程度影响因素的分析主要侧重于道路特征等因素,缺乏对骑行者风险驾驶行为的系统探究;二、交通冲突指标的选取未考虑不同冲突角度下车辆运动状况与冲突特征,从而难以准确反映冲突车辆到达冲突点之前和之后的交通冲突风险性;三、统计分析模型的构建忽略了数据中未观察到的异质性问题,估计的参数会出现偏差,导致错误的推断和预测。

发明内容

[0005] 本发明为克服上述现有技术所存在的问题,提出一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法,以期能实现对平面交叉口非机动车交通安全的高效、客观评价,并充分挖掘个体异质性特征,以提高交通事故风险因素分析的准确性,从而能提升非机动车交通安全水平。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 本发明一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法的特点在于,包括以下步骤:

[0008] 步骤1、从无人机航拍视频中采集当前平面交叉口中车辆行驶轨迹数据,并从中提取非机动车A以及车辆B的运动状态数据,包括:车辆位置和速度;

[0009] 步骤2、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上相互逼近,则执行步骤2.1-步骤2.3,若当前非机动车A与车辆B以交错的方式相互逼近,则执行步骤2.4-步骤2.7;

[0010] 步骤2.1、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上同向行驶,则利用式(1)计算当前时刻t的非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC_{A,B}(t)$:

$$[0011] \quad TTC_{A,B}(t) = \frac{l_{A,B}(t)}{v_B(t) - v_A(t)}, v_B(t) > v_A(t) \quad (1)$$

[0012] 式(1)中, $l_{A,B}(t)$ 表示当前时刻t下后车B车头到前车A车尾的空间距离, $v_B(t)$ 表示当前时刻t下后车B车辆的速度, $v_A(t)$ 表示当前时刻t下前车A的速度;

[0013] 若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上对向行驶,则利用式(2)计算当前时刻t下非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC'_{A,B}(t)$:

$$[0014] \quad TTC'_{A,B}(t) = \frac{l'_{A,B}(t)}{v_A(t) + v_B(t)} \quad (2)$$

[0015] 式(2)中, $l'_{A,B}(t)$ 表示当前时刻t下两车车头的空间距离, $v_A(t)$ 、 $v_B(t)$ 分别表示当前时刻t下非机动车A、车辆B的速度;

[0016] 步骤2.2、在同向行驶过程中若t+1时刻下后车B车速大于前车A,或对向行驶过程中t+1时刻下非机动车A与车辆B中任一车辆的速度不为0,则表示两车将发生预期碰撞,并将t+1赋值给t后,返回步骤2.1执行,否则,表示两车不发生预期碰撞,并从所有计算的非机动车A与车辆B的碰撞时间中选取最小值得到最小碰撞时间 $\min TTC_{A,B}$;

[0017] 步骤2.3、利用式(3)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y_{A,B}$,若 $y_{A,B} \neq \infty$,则执行步骤3;否则,返回步骤1;

$$[0018] \quad y_{A,B} = \begin{cases} 0, & \theta_2 \leq \min TTC_{A,B} < \theta_1 \\ 1, & \min TTC_{A,B} < \theta_2 \\ \infty, & \min TTC_{A,B} \geq \theta_1 \end{cases} \quad (3)$$

[0019] 式(3)中, θ_1 表示基于TTC指标的交通冲突判别阈值, θ_2 表示基于TTC指标的交通冲突风险等级划分阈值; $y_{A,B}=0$ 表示轻微冲突, $y_{A,B}=1$ 表示严重冲突, $y_{A,B}=\infty$ 表示无冲突;

[0020] 步骤2.4、利用式(4)计算当前时刻t下非机动车A与车辆B的交通冲突风险度量指标 $T_2^{A,B}(t)$:

$$[0021] \quad T_2^{A,B}(t) = \max \left\{ \frac{d_A(t)}{|v_A(t)|}, \frac{d_B(t)}{|v_B(t)|} \right\} \quad (4)$$

[0022] 式(4)中, $d_A(t)$ 表示当前时刻t下非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与非机动车A的距离, $d_B(t)$ 表示当前时刻t下非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与车辆B的距离;

[0023] 步骤2.5、若非机动车A或车辆B的车尾经过两车行驶轨迹的相交点,则从所有计算的交通冲突风险度量指标中选择最小值并记为最小交通冲突风险度量指标 $\min T_2^{A,B}$;否则,将t+1赋值给t后,返回步骤2.4执行;

[0024] 步骤2.6、利用式(5)计算非机动车A与车辆B的后侵入时间指标 $PET_{A,B}$:

[0025] $PET_{A,B} = t_A - t_B$ (5)

[0026] 式(5)中, t_A 表示后经过相交点的非机动车A的车头到达相交点的时刻, t_B 表示先经过相交点的机动车B的车尾离开相交点的时刻;

[0027] 步骤2.7、利用式(6)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y'_{A,B}$; 若 $y'_{A,B} \neq \infty$, 则执行步骤3; 否则, 返回步骤1;

[0028]
$$y'_{A,B} = \begin{cases} 0, & \tau_2 \leq \min T_2^{A,B} < \tau_1 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_1 \\ 1, & \min T_2^{A,B} < \tau_2 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_2 \\ \infty, & \min T_2^{A,B} \geq \tau_1 \text{ and } PET_{A,B} \geq \lambda_1 \end{cases} \quad (6)$$

[0029] 式(6)中, τ_1 、 λ_1 分别表示基于交通冲突风险度量指标 T_2 、后侵入时间指标PET的交通冲突判别阈值, τ_2 、 λ_2 分别表示基于交通冲突风险度量指标 T_2 、后侵入时间指标PET的交通冲突风险等级划分阈值; $y'_{A,B} = 0$ 表示轻微冲突, $y'_{A,B} = 1$ 表示严重冲突; $y'_{A,B} = \infty$ 表示无冲突;

[0030] 步骤3、从与无人机航拍同步拍摄的道路相机摄像数据中, 提取非机动车A驾驶员的K个风险驾驶行为并构成影响任意第i起交通冲突风险等级的解释变量集合 $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}, \dots, X_{iK})$, 其中, X_{ik} 表示意第i起交通冲突的第k个风险驾驶行为; 令第i起交通冲突风险等级的解释变量集合 X_i 的交通冲突风险等级 $y_{A,B}$ 或 $y'_{A,B}$ 记为 y_i ; 由 X_i 和 y_i 构成第i个样本; 从而按照步骤1-步骤3的过程得到N个样本;

[0031] 步骤4、建立均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型, 定量分析影响非机动车交通冲突严重程度的影响因素;

[0032] 步骤4.1、当 X_{ik} 为连续变量时, 采用t检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析, 当 X_{ik} 为分类变量时, 采用卡方检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析, 并将检验得到的P值与所设定的显著水平 α 进行比较, 若P值小于显著性水平 α , 则加入第一解释变量集 X_i^1 中, 否则, 继续判断下一个风险驾驶行为; 从而得到最终的第一解释变量集 X_i^1 ;

[0033] 步骤4.2、计算最终的第一解释变量集 X_i^1 中每个解释变量的方差膨胀因子, 并将方差膨胀因子大于等于0的解释变量删除, 从而得到第二解释变量集 X_i^2 ;

[0034] 步骤4.3、构建逐步回归模型, 将第二解释变量集 X_i^2 中的解释变量逐个引入回归方程中, 并在每一次引入时对回归方程中的全部解释变量分别进行F检验, 若检验得到的P值大于等于设定的显著水平 α , 则剔除相应解释变量, 否则, 保留相应解释变量, 从而得到第三解释变量集 X_i^3 ;

[0035] 步骤4.4、利用式(7)建立Logit回归模型:

[0036]
$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_i X_i^3 + \varepsilon_i \quad (7)$$

[0037] 式(7)中, p_i 表示第i个样本为严重冲突的概率, $1-p_i$ 表示第i个样本为轻微冲突的概率; β_i 为第i个样本待估计的参数向量, 并由式(8)得到; ε_i 为第i个样本的随机误差项;

[0038]
$$\beta_i = \beta + \delta_i M_i + \sigma_i \exp(\omega_i S_i) v_i \quad (8)$$

[0039] 式(8)中, β 表示参数向量 β_i 的均值, M_i 是影响参数向量 β_i 均值的解释变量向量, δ_i

是 M_i 相对应的估计参数向量, s_i 为捕捉 β_i 的标准差 σ_i 中异质性的解释变量向量, ω_i 是 s_i 相对应的估计参数向量; v_i 是第 i 个样本的扰动项;

[0040] 步骤4.4、假设第三解释变量集 X_i^3 的参数向量 β_i 均为随机参数,并指定随机参数分布的概率密度函数,将解释变量向量 M_i 和解释变量向量 s_i 均初始化为解释变量集合 X_i ;

[0041] 步骤4.5、采用基于仿真的最大似然方法对Logit回归模型进行参数估计,求出使如式(9)所示的似然函数取最大值时的估计参数向量 β'_i 、 δ'_i 、 ω'_i ,并作为模型回归结果;

$$[0042] \quad L(\beta_i) = \sum_{i=1}^N [y_i \ln(p_i) + (1 - y_i) \ln(1 - p_i)] \quad (9)$$

[0043] 步骤4.6、根据所述模型回归结果,若在第三解释变量集 X_i^3 中某个解释变量在估计参数向量 β'_i 中对应的估计参数的标准差和均值的P值均小于设定的显著性水平 α ,则将相应解释变量设定为随机参数,并基于Logit回归模型的拟合优度确定相应解释变量在估计参数向量 β'_i 中对应估计参数的概率密度函数,否则,将相应解释变量的估计参数设定为固定参数;

[0044] 若解释变量向量 M_i 中某个解释变量在估计参数向量 δ'_i 中对应的估计参数的P值小于设定的显著性水平 α ,则在解释变量向量 M_i 中保留相应解释变量,否则,从 M_i 中剔除相应解释变量;

[0045] 若解释变量向量 σ_i 中某解释变量在估计参数向量 ω'_i 中对应的估计参数的P值小于设定的显著性水平 α ,则在解释变量向量 σ_i 中保留相应解释变量,否则,从 σ_i 中剔除相应解释变量;

[0046] 步骤4.7、按照步骤4.5-步骤4.6的过程进行处理,直至模型回归结果中估计参数的P值均小于设定的显著性水平 α ,从而得到最终的模型回归结果;

[0047] 步骤4.8、根据最终的模型回归结果,当第三解释变量集 X_i^3 第 m 个解释变量 X_{im}^3 为连续变量时,利用式(10)计算弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$;当解释变量集 X_i^3 中的解释变量 X_{im}^3 为分类变量时,利用式(11)计算变量的伪弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$;

$$[0048] \quad E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{\partial p_i}{\partial X_{im}^3} \frac{X_{im}^3}{p_i} \quad (10)$$

$$[0049] \quad E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{p[X_{im}^3 = 1] - p[X_{im}^3 = 0]}{p[X_{im}^3 = 0]} \quad (11)$$

[0050] 式(11)中, $p[X_{im}^3 = 1]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于1时发生严重冲突的概率, $p[X_{im}^3 = 0]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于0时发生严重冲突的概率;

[0051] 步骤4.9、按照步骤4.8的过程得到第三解释变量集 X_i^3 中所有解释变量的边际效应,并进行降序排序,判断出第三解释变量集 X_i^3 中各风险驾驶行为对交通冲突风险程度的影响大小,作为平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估结果。

[0052] 本发明一种电子设备,包括存储器以及处理器,其特点在于,所述存储器用于存储支持处理器执行所述风险因子评估方法的程序,所述处理器被配置为用于执行所述存储器

中存储的程序。

[0053] 本发明一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质上存储有计算机程序,其特点在于,所述计算机程序被处理器运行时执行所述风险因子评估方法的步骤。

[0054] 与已有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0055] 1、与传统的平面交叉口下非机动车交通安全风险因子评估方法相比,本发明构建交通冲突指标衡量冲突趋近事故的严重程度,充分考虑了平面交叉口内非机动车的风险驾驶行为,分析其对非机动车交通冲突风险性的影响规律,具有样本大、周期短、区域小、信度高、统计优势特征,从而提升了平面交叉口下非机动车交通安全分析的高效性和客观性。

[0056] 2、本发明考虑到直线交通冲突下冲突点移动性和非直线交通冲突下预期碰撞的不确定性,精确构建反映冲突车辆到达冲突点之前和之后交通冲突风险性的安全替代评价指标,有助于提升交通冲突风险评估的准确性。

[0057] 3、本发明建立均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型,定量分析骑行者风险驾驶行为对非机动交通冲突的影响。通过指定模型估计参数的分布函数,且分布函数的均值、方差为观测到的解释变量的估计函数,从而捕捉数据中未观测到的异质性问题,提高了模型参数估计和推断结果的准确性。

附图说明

[0058] 图1为本发明风险因子评估方法的流程图。

具体实施方式

[0059] 本实施例中,如图1所示,一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法,以安徽省合肥市中心城区的桐城路与芜湖路十字形信号平面交叉口为例,是按如下步骤进行:

[0060] 步骤1、从无人机航拍视频中采集当前平面交叉口中车辆行驶轨迹数据,并从中提取非机动车A以及车辆B的运动状态数据,包括:车辆位置和速度;

[0061] 步骤2、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上相互逼近,考虑直线交通冲突下冲突点的移动性,则执行步骤2.1-步骤2.3,衡量直线交通冲突的风险性;若当前非机动车A与车辆B以交错的方式相互逼近,考虑非直线交通冲突预期碰撞发生的不确定性,则执行步骤2.4-步骤2.7,综合反映车辆到达冲突点之前和之后的接近程度;

[0062] 步骤2.1、若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上同向行驶,则利用式(1)计算当前时刻t的非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC_{A,B}(t)$,识别追尾冲突:

$$[0063] \quad TTC_{A,B}(t) = \frac{l_{A,B}(t)}{v_B(t) - v_A(t)}, v_B(t) > v_A(t) \quad (1)$$

[0064] 式(1)中, $l_{A,B}(t)$ 表示当前时刻t下后车B车头到前车A车尾的空间距离, $v_B(t)$ 表示当前时刻t下后车B车辆的速度, $v_A(t)$ 表示当前时刻t下前车A的速度;

[0065] 若当前非机动车A与车辆B在一条水平直线上对向行驶,则利用式(2)计算当前时刻t下非机动车A与车辆B的碰撞时间 $TTC'_{A,B}(t)$,识别正向冲突:

$$[0066] \quad TTC'_{A,B}(t) = \frac{l'_{A,B}(t)}{v_A(t) + v_B(t)} \quad (2)$$

[0067] 式(2)中, $l'_{A,B}(t)$ 表示当前时刻 t 两车车头的空间距离, $v_A(t)$ 、 $v_B(t)$ 分别表示当前时刻 t 非机动车A、车辆B的速度;

[0068] 步骤2.2、在同向行驶过程中若 $t+1$ 时刻下后车B车速大于前车A, 或对向行驶过程中 $t+1$ 时刻下非机动车A与车辆B中任一车辆的速度不为0, 则表示两车将发生预期碰撞, 并将 $t+1$ 赋值给 t 后, 返回步骤2.1执行, 否则, 表示两车不发生预期碰撞, 并从所有计算的非机动车A与车辆B的碰撞时间中选取最小值得到最小碰撞时间 $\min TTC_{A,B}$;

[0069] 步骤2.3、选取 $\theta_1 = 3s$ 作为碰撞时间TTC指标判别冲突的阈值, 选取 $\theta_2 = 1.5s$ 作为碰撞时间TTC指标划分轻微冲突和严重冲突的阈值, 利用式(3)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y_{A,B}$; 若 $y_{A,B} \neq \infty$, 则执行步骤3; 否则, 返回步骤1;

$$[0070] \quad y_{A,B} = \begin{cases} 0, & \theta_2 \leq \min TTC_{A,B} < \theta_1 \\ 1, & \min TTC_{A,B} < \theta_2 \\ \infty, & \min TTC_{A,B} \geq \theta_1 \end{cases} \quad (3)$$

[0071] 式(3)中, θ_1 表示基于TTC指标的交通冲突判别阈值, θ_2 表示基于TTC指标的交通冲突风险等级划分阈值; $y_{A,B} = 0$ 表示轻微冲突, $y_{A,B} = 1$ 表示严重冲突, $y_{A,B} = \infty$ 表示无冲突;

[0072] 步骤2.4、利用式(4)计算当前时刻 t 下非机动车A与车辆B的交通冲突风险度量指标 $T_2^{A,B}(t)$, 衡量非直线交通冲突下车辆到达冲突点之前的交通冲突风险性:

$$[0073] \quad T_2^{A,B}(t) = \max \left\{ \frac{d_A(t)}{|v_A(t)|}, \frac{d_B(t)}{|v_B(t)|} \right\} \quad (4)$$

[0074] 式(4)中, $d_A(t)$ 表示当前时刻 t 非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与非机动车A的距离, $d_B(t)$ 表示当前时刻 t 非机动车A与车辆B保持当前行驶方向不变时两车预期轨迹相交点与车辆B的距离;

[0075] 步骤2.5、若非机动车A或车辆B的车尾经过两车行驶轨迹的相交点, 则从所有计算的交通冲突风险度量指标中选择最小值并记为最小交通冲突风险度量指标 $\min T_2^{A,B}$; 否则, 将 $t+1$ 赋值给 t 后, 返回步骤2.4执行;

[0076] 步骤2.6、利用式(5)计算非机动车A与车辆B的后侵入时间指标 $PET_{A,B}$, 衡量非直线交通冲突下车辆到达冲突点之后的风险性:

$$[0077] \quad PET_{A,B} = t_A - t_B \quad (5)$$

[0078] 式(5)中, t_A 表示后经过相交点的非机动车A的车头到达相交点的时刻, t_B 表示先经过相交点的机动车B的车尾离开相交点的时刻;

[0079] 步骤2.7、分别选取 $\tau_1 = 3s$ 、 $\lambda_1 = 3s$ 作为交通冲突风险度量指标 T_2 、后侵入时间指标PET指标判别冲突的阈值, 选取 $\tau_2 = 1.5s$ 、 $\lambda_2 = 1.5s$ 作为 T_2 、PET指标划分轻微冲突和严重冲突的阈值, 利用式(6)得到非机动车A和车辆B交通冲突的风险等级 $y'_{A,B}$; 若 $y'_{A,B} \neq \infty$, 则执行步骤3; 否则, 返回步骤1;

$$[0080] \quad y'_{A,B} = \begin{cases} 0, & \tau_2 \leq \min T_2^{A,B} < \tau_1 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_1 \\ 1, & \min T_2^{A,B} < \tau_2 \text{ or } \lambda_2 \leq PET_{A,B} < \lambda_2 \\ \infty, & \min T_2^{A,B} \geq \tau_1 \text{ and } PET_{A,B} \geq \lambda_1 \end{cases} \quad (6)$$

[0081] 式(6)中, τ_1 、 λ_1 分别表示基于 T_2 、PET指标的交通冲突判别阈值, τ_2 、 λ_2 分别表示基于 T_2 、PET指标的交通冲突风险等级划分阈值; $y'_{A,B}=0$ 表示轻微冲突, $y'_{A,B}=1$ 表示严重冲突;

[0082] 步骤3、从与无人机航拍同步拍摄的道路相机摄像数据中,提取非机动车A驾驶员的18($K=18$)个风险驾驶行为并构成影响任意第*i*起交通冲突风险等级的解释变量集合 $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}, \dots, X_{i18})$,其中, X_{ik} 表示意第*i*起交通冲突的第*k*个风险驾驶行为,为便于离散结果模型的拟合,解释变量被重新编码赋值,如表1所示;令第*i*起交通冲突风险等级的解释变量集合 X_i 的交通冲突风险等级 $y_{A,B}$ 或 $y'_{A,B}$ 记为 y_i ;由 X_i 和 y_i 构成第*i*个样本;从而按照步骤1-步骤3的过程得到 $N=438$ 个样本;

[0083] 表1用于非机动交通冲突风险等级影响因素分析的解释变量

分类	自变量	描述	赋值
个体特征			
	X_1 : 性别	—	0=男性; 1=女性
	X_2 : 年龄	—	1=年轻人 (≤ 30); 2=中年人 (31-59); 3=老年人 (≥ 60)
	X_3 : 外卖配送员	—	0=否; 1=是
一般违规行为			
	X_4 : 违规载人	搭载两名以上乘员或搭载一名 12 周岁以上的乘员。	0=否; 1=是
	X_5 : 越过停止线停车	非机动车遇有停止信号时, 停在路口停止线以外。	0=否; 1=是
	X_6 : 加装、改装非机动车	加装车篷、风挡以及货架等改变车辆外形结构影响交通安全的装置。	0=否; 1=是
[0084]	X_7 : 单手扶把	骑行时一手握把一手插兜或持物。	0=否; 1=是
蓄意违规行为			
	X_8 : 闯红灯	违反交通信号灯指示, 在红灯亮起禁止通行时, 越过停止线并继续行驶。	0=否; 1=是
	X_9 : 逆向行驶	非机动车靠左侧通行	0=否; 1=是
	X_{10} : 占用机动车道	在有划分非机动车道的道路上, 非机动车占用机动车道行驶。	0=否; 1=是
	X_{11} : 违反道路通行权	转弯的非机动车未让直行车辆优先通行; 相对方向行驶的右转弯电非机动车未让左转弯的车辆先行。	0=否; 1=是
	X_{12} : 超速行驶	非机动车行驶时时速超过 20Km/h。	0=否; 1=是

[0085]	X_{13} : 闯黄灯	当交通信号灯的黄灯亮起时, 未过停车线的行驶车辆强行通过。	0=否; 1=是
	疏忽失误行为		
	X_{14} : 使用手机	在骑行过程中接打电话、浏览发送消息或查看导航等使用手机行为。	0=否; 1=是
	X_{15} : 驶入交叉口不减速	通过路口没有注意减速。	0=否; 1=是
	X_{16} : 骑行时交谈	骑行时与后座同乘人员或与并排同行人员相互攀谈。	0=否; 1=是
	X_{17} : 转弯时未观察后方来车	非机动车骑行者没有观察后方来车、确认安全无误的情况下转弯。	0=否; 1=是
	X_{18} : 未保持安全横向距离	非机动车骑行时未与同方向行驶的机动车保持安全横向距离。	0=否; 1=是

[0086] 步骤4、建立均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型, 定量分析影响非机动车交通冲突严重程度的影响因素;

[0087] 步骤4.1、当 X_{ik} 为连续变量时, 采用t检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析, 当 X_{ik} 为分类变量时, 采用卡方检验对 X_{ik} 进行单因素显著性分析, 并将检验得到的P值与所设定的显著水平 α 进行比较, 若P值小于显著性水平 α , 则加入第一解释变量集 X_i^1 中, 否则, 继续判断下一个风险驾驶行为; 从而得到最终的第一解释变量集 X_i^1 ;

[0088] 在实施例中, 解释变量集合 X_i 中的解释变量均为分类变量, 故采用卡方检验进行单因素显著性检验, 当显著性评价指标P值小于0.05 ($\alpha=0.05$) 时, 认为该备选解释变量对非机动车交通冲突严重程度具有显著影响, 否则, 删除该备选解释变量, 结果如表2所示:

[0089] 表2单因素分析结果

影响因素	χ^2	p 值
性别	10.562	0.001
年龄	5.293	0.071
外卖配送员	16.623	0.000
违规载人	2.861	0.091
越过停止线停车	0.079	0.779
加装、改装非机动车	2.222	0.136
单手扶把	0.093	0.760
闯红灯	7.287	0.007
逆向行驶	1.697	0.193
占用机动车道	18.319	0.000
违反道路通行权	28.517	0.000
超速行驶	2.811	0.094
闯黄灯	0.000	0.983
使用手机	0.449	0.503
驶入交叉口不减速	7.664	0.006
骑行时交谈	0.019	0.892
转弯时未观察后方来车	20.072	0.000
未保持安全横向距离	36.979	0.000

[0091] 由表2可知,性别、外卖配送员、闯红灯、占用机动车道、转弯时未观察后方来车、驶入交叉口不减速、违反道路通行权以及未保持安全横向距离共8个解释变量具有统计学意义($P < 0.05$)。因此,保留上述解释变量,得到第一解释变量集 $X_1^1 = (\text{性别、外卖配送员、闯}$

红灯、占用机动车道、转弯时未观察后方来车、驶入交叉口不减速、违反道路通行权,未保持安全横向距离)。

[0092] 步骤4.2、计算最终的第一解释变量集 X_1^1 中每个解释变量的方差膨胀因子,并将方差膨胀因子大于等于10($\theta = 10$)的解释变量删除,从而得到第二解释变量集 X_1^2 ,消除解释变量间存在的多重共线性的影响,满足Logit回归模型在进行参数估计时,变量间相互独立的要求,多重共线性检验如表3所示:

[0093] 表3多重共线性诊断结果

	变量	VIF
	性别	1.07837
	外卖配送员	1.07607
	闯红灯	1.11015
[0094]	占用机动车道	1.18863
	转弯时未观察后方来车	1.29374
	驶入交叉口不减速	1.12786
	违反道路通行权	1.42232
	未保持安全横向距离	1.19261

[0095] 由表3可知,步骤4.2筛选出的具有统计学意义的8个解释变量的VIF值均小于2,不存在多重共线性问题。因此,保留上述8个解释变量,得到第二解释变量集 $X_1^2 = (\text{性别、外卖}$

配送员、闯红灯、占用机动车道、转弯时未观察后方来车、驶入交叉口不减速、违反道路通行权,未保持安全横向距离)。

[0096] 步骤4.3、构建逐步回归模型,将第二解释变量集 X_1^2 中的解释变量逐个引入回归方程中,并在每一次引入时对回归方程中的全部解释变量分别进行F检验,若检验得到的P值大于等于设定的显著水平 α ,则剔除相应解释变量,否则,保留相应解释变量,从而进一步筛选出具有显著预测作用的第三解释变量集 X_1^3 ,逐步回归结果如表4所示:

[0097] 表4逐步回归结果

	输入的变量	F 值	p 值
	未保持安全横向距离	40.21	<.0001
	外卖配送员	16.24	<.0001
[0098]	违反道路通行权	12.86	0.0004
	闯红灯	7.19	0.0076
	驶入交叉口不减速	6.34	0.0122
	占用机动车道	4.05	0.0448

[0099] 由表4可知,逐步回归结果筛选得到的解释变量集

$X_i^3 =$ (未保持安全横向距离、外卖配

送员, 违反道路通行权, 闯红灯, 驶入交叉口不减速, 占用机动车道)。

[0100] 步骤4.4、利用式(7)建立Logit回归模型:

$$[0101] \quad \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_i X_i^3 + \varepsilon_i \quad (7)$$

[0102] 式(7)中, p_i 表示第*i*个样本为严重冲突的概率, $1-p_i$ 表示第*i*个样本为轻微冲突的概率; β_i 为第*i*个样本待估计的参数向量, 并由式(8)得到; ε_i 为第*i*个样本的随机误差项;

$$[0103] \quad \beta_i = \beta + \delta_i M_i + \sigma_i \exp(\omega_i s_i) v_i \quad (8)$$

[0104] 式(8)中, β 表示参数向量 β_i 的均值, M_i 是影响参数向量 β_i 均值的解释变量向量, δ_i 是 M_i 相对应的估计参数向量, s_i 为捕捉 β_i 的标准差 σ_i 中异质性的解释变量向量, ω_i 是 s_i 相对应的估计参数向量; v_i 是第*i*个样本的扰动项;

[0105] 步骤4.4、假设第三解释变量集 X_i^3 的参数向量 β_i 均为随机参数, 并指定随机参数服从正态分布或对数正态分或均匀分布, 将解释变量向量 M_i 和解释变量向量 s_i 均初始化为解释变量集合 X_i ;

[0106] 步骤4.5、采用基于仿真的最大似然方法对Logit回归模型进行参数估计, 求出使如式(9)所示的似然函数取最大值时的估计参数向量 β'_i 、 δ'_i 、 ω'_i , 并作为模型回归结果;

$$[0107] \quad L(\beta_i) = \sum_{i=1}^N [y_i \ln(p_i) + (1-y_i) \ln(1-p_i)] \quad (9)$$

[0108] 步骤4.6、根据所述模型回归结果, 若在第三解释变量集 X_i^3 中某个解释变量在估计参数向量 β'_i 中对应的估计参数的标准差和均值的P值均小于设定的显著性水平 α , 则将相应解释变量设定为随机参数, 并基于Logit回归模型的拟合优度确定相应解释变量在估计参数向量 β'_i 中对应估计参数的概率密度函数, 否则, 将相应解释变量的估计参数设定为固定参数;

[0109] 若解释变量向量 M_i 中某个解释变量在估计参数向量 δ'_i 中对应的估计参数的P值小于设定的显著性水平 α , 则在解释变量向量 M_i 中保留相应解释变量, 否则, 从 M_i 中剔除相应解释变量;

[0110] 若解释变量向量 σ_i 中某解释变量在估计参数向量 ω'_i 中对应的估计参数的P值小于设定的显著性水平 α , 则在解释变量向量 σ_i 中保留相应解释变量, 否则, 从 σ_i 中剔除相应解释变量;

[0111] 步骤4.7、按照步骤4.5-步骤4.6的过程进行处理, 直至模型回归结果中估计参数的P值均小于设定的显著性水平 α , 从而得到最终的模型回归结果, 如表5所示:

[0112] 表5均值、方差异质性的随机参数二项Logit模型参数估计结果

变量名称	参数估计	t 检验	P 值
截距	-0.49378	-3.09	
闯红灯	0.76789	2.79	0.0053
外卖配送员	1.3757	2.95	0.0032
违反道路通行权	0.92043	2.30	0.0216
未保持安全横向距离	2.12506	4.62	0.0000
占用机动车道	0.68205	1.97	0.0486
随机参数			
驶入交叉口不减速	1.84469	2.27	0.0234
[0113] 标准差(正态分布)	2.31186	2.84	0.0045
随机参数的方差异质性			
驶入交叉口不减速: 性别	1.5993	4.24	0.0000
拟合优度			
样本量		437	
Log-likelihood at constant		-288.13	
Log-likelihood at convergence		-238.97	
McFadden ρ^2		0.21	
AIC		495.90	

[0114] 由表5可知,解释变量驶入交叉口不减速、闯红灯、外卖配送员、违反道路通行权、未保持安全横向距离以及占用机动车道对非机动车交通冲突严重性具有显著影响。其中解释变量驶入交叉口不减速具有随机参数特性,且在“性别”解释变量中具有方差异质性。且与三角分布(-239.00217)和均匀分布(-239.06153)相比,在模型收敛时随机参数服从正态分布具有更好的对数似然值(-238.96525),此时模型的拟合优度最佳。因此,均值为1.84469、方差2.31186的正态分布被确定为随机参数的概率密度函数,即对于非机动车骑行者驶入交叉口不减速而言,78.75%的骑行者易发生严重冲突,而21.25%的骑行者会降低严重冲突发生的可能性。其余解释变量估计参数为固定参数。

[0115] 步骤4.8、根据最终的模型回归结果,当第三解释变量集 X_i^3 第m个解释变量 X_{im}^3 为连续变量时,利用式(10)计算弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$,表示变量 X_{im}^3 1%的变化对应于非机动车发生严重冲突概率的变化值;当解释变量集 X_i^3 中的解释变量 X_{im}^3 为分类变量时,利用式(11)计算变量的伪弹性系数值 $E_{X_{im}^3}^{p_i}$,表示该解释变量 X_{im}^3 由基准值变化为当前取值时,非机动车发生严重冲突概率的变化值;从而,量化分析风险驾驶行为对非机动车交通冲突严重程度的影响;

$$[0116] \quad E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{\partial p_i}{\partial X_{im}^3} \frac{X_{im}^3}{p_i} \quad (10)$$

$$[0117] \quad E_{X_{im}^3}^{p_i} = \frac{p[X_{im}^3 = 1] - p[X_{im}^3 = 0]}{p[X_{im}^3 = 0]} \quad (11)$$

[0118] 式(11)中, $p[X_{im}^3 = 1]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于1时发生严重冲突的概率, $p[X_{im}^3 = 0]$ 表示当解释变量 X_{im}^3 等于0时发生严重冲突的概率;

[0119] 在实施例中,选取的解释变量均为分类变量,故通过计算式(11)量化解释变量对

非机动车交通冲突严重程度的影响。

[0120] 步骤4.9、按照步骤4.8的过程得到第三解释变量集 X_i^3 中所有解释变量的边际效应,并进行降序排序,判断出第三解释变量集 X_i^3 中各风险驾驶行为对交通冲突风险程度的影响大小,作为平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估结果,如表6所示:

[0121] 表6显著变量对非机动车交通冲突严重程度影响的平均边际效应

	变量名称	轻微冲突	严重冲突
	闯红灯	-3.51%	3.51%
	未保持横向安全距离	-2.78%	2.78%
[0122]	违反道路通行权	-1.71%	1.71%
	外卖配送员	-1.69%	1.69%
	占用机动车道	-1.68%	1.68%
	驶入交叉口不减速	-0.52%	0.52%

[0123] 由表6可知,解释变量闯红灯、未保持横向安全距离、违反道路通行权、外卖配送员、占用机动车道以及驶入交叉口不减速会显著增加非机动车发生严重冲突的概率。其中,闯红灯引起非机动车发生严重冲突的概率最大,为3.51%;其次是未保持横向安全距离,为2.78%;违反道路通行权、骑手为外卖配送员、占用机动车道导致非机动车发生严重冲突的概率相当,分别为1.71%、1.69%以及1.68%;驶入交叉口不减速最低,为0.52%。

[0124] 本实施例中,一种电子设备,包括存储器以及处理器,该存储器用于存储支持处理器执行上述风险因子评估方法的程序,所述处理器被配置为用于执行所述存储器中存储的程序。

[0125] 本实施例中,一种计算机可读存储介质,是在计算机可读存储介质上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器运行时执行上述风险因子评估方法的步骤。

[0126] 综上所述,本发明所采用的一种平面交叉口下非机动车交通冲突的风险因子评估方法具有可行性,能够客观、高效分析影响平面交叉非机动车交通冲突严重程度的因素,并充分挖掘数据中的异质性特征,提高交通事故风险因素分析的准确性。

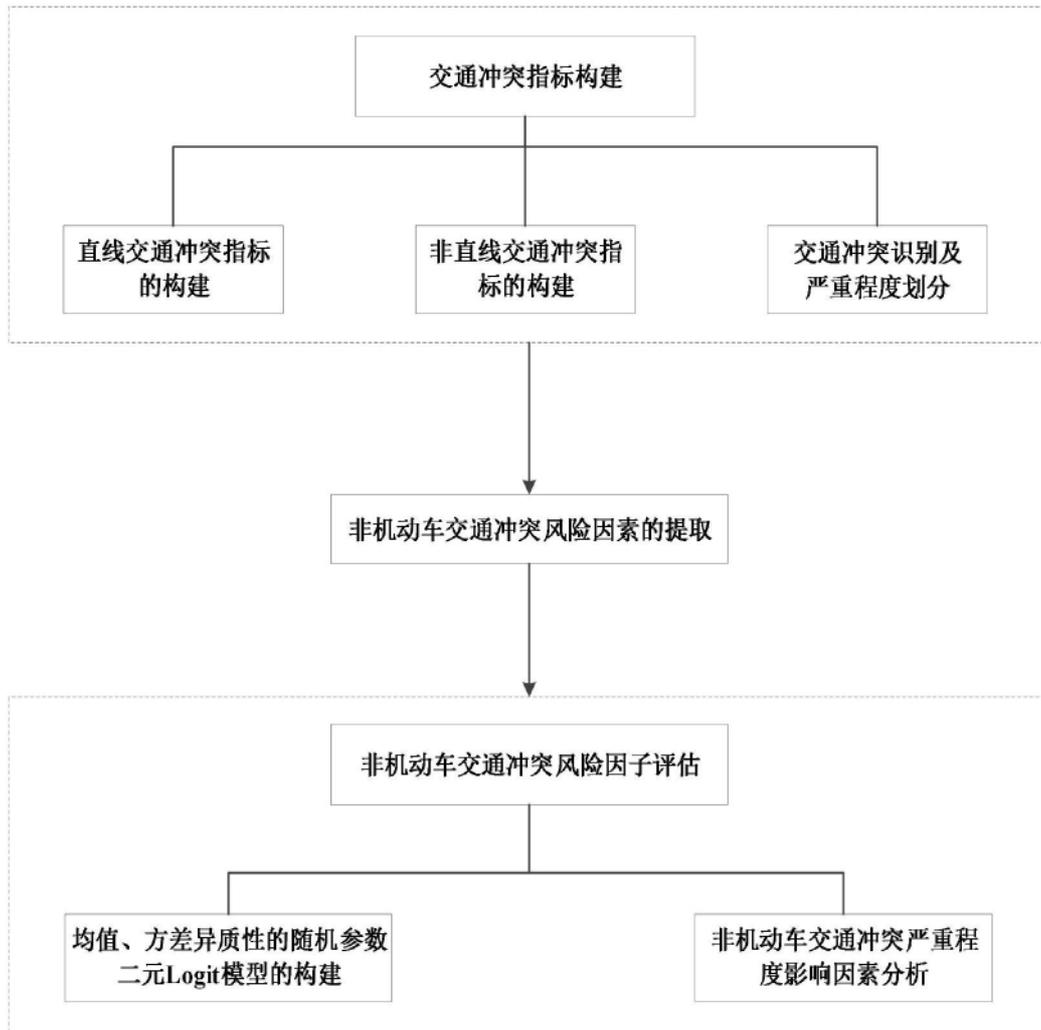


图1