

1. 混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,其特征在于:分析车辆预包络区周围的范围M内行人和非机动车的行动轨迹,根据车辆前端与行人和非机动车间的距离、行人和非机动车的预行动轨迹是否偏离车辆预行驶轨迹、行人是否看到车辆,指示车辆进入停车等待、减速行驶或原速行驶;

所述车辆预包络区为车身轮廓经过车辆预行驶轨迹形成的区域;所述范围M为车辆预包络区向前、向两侧分别扩展距离a后形成的矩形区域;

所述的超低速蠕行方法包括以下步骤,

A1、绘制所述车辆预包络区、范围M,计算所述车辆预行驶时间 $T=S/V_1$,分析行人和非机动车的预行动轨迹;

A2、对范围M内的行人和非机动车的数量之和N实时进行判断,当N小于第一阈值,则进入步骤A7,所述第一阈值的取值范围为2-5;当N大于第一阈值,则判断最小距离L是否大于第一安全距离 b_1 ,若大于第一安全距离 b_1 ,则进入A3,若小于第一安全距离 b_1 ,则进入A4;所述L为车辆前端与范围M内的行人或非机动车间的最小距离;

A3、车辆减速至 V_2 继续向前行驶,当最小距离L小于第一安全距离 b_1 ,则进入A4; V_2 为车辆第二行驶速度;

A4、判断范围M内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹是否偏离车辆当前行驶速度V的行驶方向,若偏离则进入A6,若不偏离,则进入A5;

A5、停车等待,并实时监测,当范围M内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹偏离车辆预行驶轨迹,则进入A6,当最小距离L大于第一安全距离 b_1 ,则返回A3;

A6、车辆减速至 V_3 继续向前行驶,直至最小距离L小于第二安全距离 b_2 时,停车等待至最小距离L大于第二安全距离 b_2 ,则返回步骤A4;所述 V_3 为车辆第三行驶速度;

A7、车辆继续行驶,实时监测范围M内的N值,当N值大于第一阈值,则返回步骤A2;

所述无人驾驶汽车的行驶速度 V_1 低于10km/h,则进入超低速蠕行模式;设 V_1 为车辆第一行驶速度;

所述车辆预行驶轨迹为以车辆第一行驶速度 V_1 ,计算车辆预行驶时间T内车辆质心或几何中心的预计行驶路线;所述车辆预行驶轨迹长度S为1~4m;

所述行人和非机动车的预行动轨迹为所述车辆预行驶时间T内,行人和非机动车在各自当前速度大小、方向下形成的预计行动轨迹;

所述步骤A6中,最小距离L小于第二安全距离 b_2 时,判断车辆前方是行人还是非机动车,若为非机动车,停车等待至最小距离L大于第二安全距离 b_2 ,则返回步骤A4;

若为行人,则判断此时图像中是否能识别到行人的眼睛,若能不识别到行人的眼睛,则停车等待;若能识别到行人的眼睛,则车辆减速至 V_4 的速度继续行驶至最小距离L小于第三安全距离 b_3 后,停车等待;若无法捕捉行人眼睛,则停车等待;当最小距离L大于 b_2 时,返回步骤A4;所述 V_4 为车辆第四行驶速度。

2. 根据权利要求1所述的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,其特征在于:所述 b_1 、 b_2 和 b_3 的大小关系为 $b_1 > b_2 > b_3$ 。

3. 根据权利要求1所述的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,其特征在于:所述 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 的大小关系为 $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$;

所述 V_1 为8~12km/h,所述 V_2 为5~7km/h,所述 V_3 为3~5km/h,所述 V_4 为0~3km/h。

4. 根据权利要求1所述的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法, 其特征在于: 所述车辆第四行驶速度 $V_4 = V_3 * a$, 所述 a 为避让系数, 其数值为 $0.1 \sim 0.9$ 。

5. 根据权利要求1所述的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法, 其特征在于: 所述步骤A3至步骤A6中, 实时监测范围M内的行人和非机动车的数量之和N, 当N小于第一阈值, 则直接进入步骤A7。

混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法

技术领域

[0001] 本发明属于无人驾驶汽车技术领域,具体涉及混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法。

背景技术

[0002] 城市交通混合道路指机动车、非机动车、行人在同一条道路中混合行驶。由于公路的标准低、路面狭窄,既无分隔带,又无车行道与人行道、快车与慢车之分。在这种混合交通方式下极易出现人车之间的交通事故,而且也直接影响各方面的车速和效率。例如,汽车进入商场的地下停车场时,首先要从机动车道转入地下停车场入口,但停车场入口位于人行道中,因此汽车进入停车场必须穿过一段混合道路,该道路中既有汽车,还有行人随时穿过;道路前方有人行道,但人行道处无红绿灯。

[0003] 目前驾驶员驾驶汽车遇到上述情况下,大多数采取极缓慢的车速蠕行,并随时观察行人的行走轨迹,当驾驶员观察到行人看到车辆且产生了避让动作后,则驾驶员驾驶车辆继续蠕行,由行人避让从而让车辆通过,同时在通过的期间时刻注意行人的行走轨迹,保证行人安全;而当驾驶员观察到行人在车辆行进路途中未产生避让,则立即停车,这样的行驶方式可以在保证行人安全的情况下,在入流量较大时车辆也可以通过,避免了车辆无法行驶的情况。

[0004] 上述这些情况下,遇到入流量较少时,无人驾驶汽车可以较好的躲避行人驶入停车场,或等待行人走过人行道后再继续行驶,但是当入流量较大时,无人驾驶汽车往往根据行人安全原则停车而无法继续行驶,这时会造成较严重的车辆拥堵。因此,亟需一种混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的行驶方法。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的目的是提供一种保证安全性同时提高车辆通过性能的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明所采用的技术方案是:混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,分析车辆预包络区周围的范围M内行人和非机动车的行动轨迹,根据车辆前端与行人和非机动车间的距离、行人和非机动车的预行动轨迹是否偏离车辆预行驶轨迹、行人是否看到车辆,指示车辆进入停车等待、减速行驶或原速行驶;

[0007] 所述车辆预包络区为车身轮廓经过车辆预行驶轨迹形成的区域;所述范围M为车辆预包络区向前、向两侧分别扩展距离a后形成的矩形区域。

[0008] 优选的,所述无人驾驶汽车的行驶速度 V_1 低于10km/h,则进入超低速蠕行模式;设 V_1 为车辆第一行驶速度。

[0009] 优选的,所述车辆预行驶轨迹为以车辆第一行驶速度 V_1 ,计算车辆预行驶时间T内车辆质心或几何中心的预计行驶路线;所述车辆预行驶轨迹长度S为1~4m。

[0010] 优选的,所述行人和非机动车的预行动轨迹为所述车辆预行驶时间T内,行人和非

机动车在各自当前速度大小、方向下形成的预计行动轨迹。

[0011] 优选的,包括以下步骤,

[0012] A1、绘制所述车辆预包络区、范围M,计算所述车辆预行驶时间 $T=S/V1$,分析行人和非机动车的预行动轨迹;

[0013] A2、对范围M内的行人和非机动车的数量之和N实时进行判断,当N小于第一阈值,则进入步骤A7,所述第一阈值的取值范围为2-5;当N大于第一阈值,则判断最小距离L是否大于第一安全距离 $b1$,若大于第一安全距离 $b1$,则进入A3,若小于第一安全距离 $b1$,则进入A4;所述L为车辆前端与范围M内的行人或非机车间的最小距离;

[0014] A3、车辆减速至 $V2$ 继续向前行驶,当最小距离L小于第一安全距离 $b1$,则进入A4; $V2$ 为车辆第二行驶速度;

[0015] A4、判断范围M内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹是否偏离车辆当前行驶速度V的行驶方向,若偏离则进入A6,若不偏离,则进入A5;

[0016] A5、停车等待,并实时监测,当范围M内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹偏离车辆预行驶轨迹,则进入A6,当最小距离L大于第一安全距离 $b1$,则返回A3;

[0017] A6、车辆减速至 $V3$ 继续向前行驶,直至最小距离L小于第二安全距离 $b2$ 时,停车等待至最小距离L大于第二安全距离 $b2$,则返回步骤A4;所述 $V3$ 为车辆第三行驶速度;

[0018] A7、车辆继续行驶,实时监测范围M内的N值,当N值大于第一阈值,则返回步骤A2。

[0019] 优选的,所述步骤A6中,最小距离L小于第二安全距离 $b2$ 时,判断车辆前方是行人还是非机动车,若为非机动车,停车等待至最小距离L大于第二安全距离 $b2$,则返回步骤A4;

[0020] 若为行人,则判断此时行人眼睛的面对方向是否能看到车辆,若不能看到车辆,则停车等待;若能看到车辆,则车辆减速至 $V4$ 的速度继续行驶至最小距离L小于第三安全距离 $b3$ 时,停车等待;若无法捕捉行人眼睛,则停车等待;当最小距离L大于 $b2$ 时,返回步骤A4;所述 $V4$ 为车辆第四行驶速度。

[0021] 优选的,所述安全距离 $b1$ 、 $b2$ 和 $b3$ 的大小关系为 $b1 > b2 > b3$ 。

[0022] 优选的,所述车辆行驶速度 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 的大小关系为 $V1 > V2 > V3 > V4$;

[0023] 所述 $V1$ 为8~12km/h,所述 $V2$ 为5~7km/h,所述 $V3$ 为3~5km/h,所述 $V4$ 为0~3km/h。

[0024] 优选的,所述车辆第四行驶速度 $V4=V3*\alpha$,所述 α 为避让系数,其数值为0.1~0.9。

[0025] 优选的,所述步骤A3至步骤A6中,实时监测范围M内的行人和非机动车的数量之和N,当N小于第一阈值,则直接进入步骤A7。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0027] 本发明在车辆进入混合道路,低速行驶且行人和非机动车较多时,车辆进入超低速蠕行模式,根据车辆前端与行人和非机车间的距离、行人和非机动车的行动轨迹是否偏离车辆预行驶轨迹、行人是否看到车辆,指示车辆进入停车等待、减速行驶或者原速行驶,该方法综合考虑的多种因素,既能保证行人和非机动车安全通过,也能保证车辆保持前行,避免了车辆往往因为行人安全原则而无法继续行驶,从而造成严重的交通堵塞。

附图说明

[0028] 图1为本发明的混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法流程框图;

[0029] 图2为本发明驾驶车辆经过人流量较大的混合道路示意图;

- [0030] 图3为本发明驾驶车辆环境识别模块识别行人和非机动车示意图；
- [0031] 图4为本发明的车辆预包络区及范围M示意图；
- [0032] 图5为本发明实施例一混合道路状态示意图；
- [0033] 图6为本发明实施例一步骤A4判断过程混合道路状态示意图；
- [0034] 图7为本发明实施例二步骤A6判断过程混合道路状态示意图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。若未特别指明,实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0036] 需要说明的是,在本技术领域内,车辆超低速蠕行的行驶速度范围为2~12km/h,低于此速度范围车辆可能出现难以控制的情况,高于此速度范围车辆的行驶速度较快,可能出现计算速度较慢无法满足使用要求的情况。

[0037] 本发明公开了一种混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,具体的发明思路是:无人驾驶车辆在混合道路处的车速低于一定速度时,计算车辆预行驶轨迹,根据车辆预行驶轨迹绘制车辆预包络区;当车辆预包络区及其一定距离的范围M内的行人和非机动车超过一定数量时,则车辆进入超低速蠕行模式。超低速蠕行模式为:分析车辆预包络区及其一定距离的范围M内行人和非机动车的行动轨迹,根据车辆前端与行人和非机动车的距离、行人和非机动车的行动轨迹是否偏离车辆预行驶轨迹、行人是否能够看到车辆,分析车辆进入停车等待、减速行驶或原速行驶。

[0038] 需要说明的是,如图4所示,所述车辆预包络区为车身轮廓经过车辆预行驶轨迹形成的区域,也就是说,根据车辆预行驶路线,绘制出二维水平平面内车辆预行驶轨迹,车身轮廓经过车辆预行驶轨迹形成的区域就是车辆预包络区。所述范围M为车辆预包络区向前、向两侧分别扩展距离a后形成的矩形区域,扩展距离a可以为1~4m,优选扩展距离a为2~3m。当然也可以是其他更大的范围M,范围M越大,越能保证行人和非机动车的安全,但车辆需更长的时间通过该段混合道路。

[0039] 进一步的,无人驾驶车辆进入超低速蠕行模式的判断条件:对车辆当前行驶速度V进行判断,车辆当前行驶速度V低于10km/h时,此时的行驶速度为车辆第一行驶速度V1。为了车辆驾驶安全,此时的车辆行驶速度优选为12km/h,V1也可以设置为8km/h,或在8-12km/h范围内选择一个值。

[0040] 进一步的,所述车辆预行驶轨迹长度S为1~4m,根据车辆预行驶轨迹长度S和车辆第一行驶速度V1,计算车辆预行驶时间 $T=S/V1$ 。所述车辆预行驶轨迹为以车辆第一行驶速度V1,计算车辆预行驶时间T内车辆质心或几何中心的预计行驶路线。需要说明的是,所述车辆预行驶轨迹长度S也可以是其他长度,车辆预行驶轨迹长度S越长,车辆预行驶时间T越长,则分析出的行人和非机动车的行动轨迹与实际行人和非机动车的行动轨迹会存较大偏差。

[0041] 进一步的,所述行人和非机动车的预行动轨迹为所述车辆预行驶时间T内,行人和非机动车在各自当前速度大小、方向下形成的预计行动轨迹。

[0042] 如图1所示,本发明了一种混合道路拥堵状态下无人驾驶汽车的超低速蠕行方法,

包括以下步骤:

[0043] A1、如图2所示,当车辆以无人驾驶方式行驶时,前方出现较多行人横穿道路或与车辆预行驶轨迹可能发生冲突时,车辆的无人驾驶系统根据车辆第一行驶速度 V_1 及车辆预行驶轨迹长度 S 计算车辆预行驶时间 $T=S/V_1$,绘制车辆预包络区及其范围 M ,环境识别模块判断行人和非机动车的行驶方向并计算它们的速度,根据车辆预行驶时间 T 计算行人和非机动车的预行动轨迹。

[0044] 需要说明的是,车辆的无人驾驶系统使用的处理器可以是带数据分析、处理和储存功能的中央处理器,环境识别模块可以是车载全景摄像头或者是全景摄像头,环境识别模块与处理器电性或通过无线方式通信连接。如图3所示,环境识别模块可以将拍摄的图像传输至处理器,处理器根据图像预判行人和非机动车的行驶方向和行动速度,在处理器内分析出行人和机动车的预行动轨迹。当车辆与行人距离较近时,还可以根据图像捕捉行人的眼睛位置,从而判断行人下一步的行动。本申请的超低速蠕行方法是以现有的无人驾驶控制方法为基础,即现有的带有无人驾驶模式的车辆使用的方法,因此本申请中涉及的无人驾驶的基本行驶方法和环境识别、采集过程均为现有技术,根据图像捕捉行人眼睛位置的方法可以使用CNN卷积神经网络或BP神经网络或其他较为成熟的深度学习方法,根据这些学习方法,处理器可以识别出环境识别模块拍摄的照片中的人像轮廓,并根据特征识别出人像轮廓中人眼的位置。

[0045] A2、对范围 M 内的行人和非机动车的数量之和 N 实时进行判断,当 N 小于第一阈值,则进入步骤A7,所述第一阈值的取值范围为2-5个;当 N 大于第一阈值,则判断最小距离 L 是否大于第一安全距离 b_1 ,若大于第一安全距离 b_1 ,则进入A3,若小于第一安全距离 b_1 ,则进入A4;所述 L 为车辆前端与范围 M 内的行人或非机车间的最小距离。第一安全距离 b_1 为0.5~1m,为了保证行人和非机动车的安全,优选为1m。

[0046] A3、车辆减速至 V_2 继续向前行驶,若最小距离 L 小于第一安全距离 b_1 ,则进入A4。 V_2 为车辆第二行驶速度, V_2 为5~7km/h,为了保证行人和非机动车的安全,优选为5km/h。

[0047] A4、判断范围 M 内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹是否偏离车辆当前行驶速度 V 的行驶方向,若偏离则进入A6,若不偏离,则进入A5。

[0048] A5、停车等待,并实时监测,当范围 M 内距离车辆前端最近的行人或非机动车的预行动轨迹偏离车辆预行驶轨迹,则进入A6,当最小距离 L 大于第一安全距离 b_1 ,则返回A3。

[0049] A6、车辆减速至 V_3 继续向前行驶,直至最小距离 L 小于第二安全距离 b_2 时,停车等待至最小距离 L 大于第二安全距离 b_2 ,则返回步骤A4;需要说明的是,所述 V_3 为车辆第三行驶速度, V_3 为3~5km/h,优选为3km/h。第二安全距离 b_2 为0.3~0.5m,为了保证行人和非机动车的安全,优选为0.5m。

[0050] 进一步的,步骤A6中,最小距离 L 小于第二安全距离 b_2 时,判断车辆前方是行人还是非机动车,若为非机动车,停车等待至最小距离 L 大于第二安全距离 b_2 ,则返回步骤A4;

[0051] 若为行人,则判断此时图像中是否能识别到行人的眼睛,若能识别到行人的眼睛,则停车等待;若能识别到行人的眼睛,则车辆减速至 V_4 的速度继续行驶至最小距离 L 小于第三安全距离 b_3 后,停车等待;若无法捕捉行人眼睛,则停车等待;当最小距离 L 大于 b_2 时,返回步骤A4;所述 V_4 为车辆第四行驶速度。

[0052] 第三安全距离 b_3 为0.2~0.3m,优选为0.3m。所述车辆第四行驶速度 $V_4=V_3*\alpha$, α 为

避让系数,其数值为0.1~0.9。避让系数 α 可以通过深度学习法或模拟法获得,也可以是两个方法相结合。例如,采用模拟法计算避让系数 α ,首先使用一辆或多辆无人驾驶车辆在模拟道路上行驶,模拟道路周围设置具有预定轨迹的多个假人模型,多个假人模型模拟不同的行走路线,在不同的行走路线下将 α 按照0.1、0.2、0.3……0.9依次取值,求出车辆最快的通过速度且车辆与假人模型无碰撞所对应的避让系数 α 作为初始值。例如,采用深度学习法计算避让系数 α ,先给定目标值,即车辆最短通过时间,然后将 α 以及多个行人和非机动车辆的行驶轨迹作为输入参数,使用CNN卷积神经网络等深度学习模型进行计算,从而确定出 α 的最优值。

[0053] A7、车辆继续行驶,实时监测范围M内的N值,当N值大于第一阈值,则返回步骤A2。

[0054] 需要说明的是,所述步骤A3至步骤A6中,实时监测范围M内的行人和非机动车的数量之和N,当N小于第一阈值,则直接进入步骤A7。

[0055] 需要说明的是,安全距离 b_1 、 b_2 和 b_3 的具体数值可以根据实际需要任意设置,但必须满足 $b_1 > b_2 > b_3$ 。同时,车辆行驶速度 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 的具体设置可以根据实际需要任意设置,但必须满足 $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ 。

[0056] 实施例一

[0057] 如图5所示,车辆以车辆第一行驶速度 V_1 为8km/h进入混合道路,车辆第二行驶速度 V_2 为6km/h,车辆第三行驶速度 V_3 为4km/h,车辆第四行驶速度 V_4 为2km/h,第一安全距离 b_1 为1m,第二安全距离 b_2 为0.5m,第三安全距离 b_3 为0.3m。

[0058] A1、车辆预行驶轨迹长度 S 为2m,计算所述车辆预行驶时间 $T=S/V_1=8/2=4s$,绘制所述车辆预包络区,范围M为根据车辆预包络区向前、向两侧分别扩展距离2m后形成的矩形区域,车辆上的系统根据车辆预行驶时间4s分析行人和非机动车的预行动轨迹;

[0059] A2、对范围M内的行人和非机动车的数量之和N实时进行判断,范围M内存在3个行人,且最小距离 L 为1.5m,最小距离 L 大于1m,进入A3;

[0060] A3、车辆减速至6km/h继续向前行驶,当最小距离 L 小于1m,则进入A4;

[0061] A4、如图6所示,此时范围M内前方行人距离车辆最近,且其行动方向为偏离车辆行驶方向,则进入A6;

[0062] A6、车辆减速至4km/h继续向前行驶,直至最小距离 L 小于0.5m时,此时车辆前方距离最近的仍为行人,而行人虽然远离车辆行走,但车辆的环境识别模块并未捕捉到行人眼睛,即该行人未观察到车辆,则此时车辆停车等待。

[0063] 实施例二

[0064] 如图7所示,车辆以车辆第一行驶速度 V_1 为8km/h进入混合道路,车辆第二行驶速度 V_2 为6km/h,车辆第三行驶速度 V_3 为4km/h,车辆第四行驶速度 V_4 为2km/h,第一安全距离 b_1 为1m,第二安全距离 b_2 为0.5m,第三安全距离 b_3 为0.3m。

[0065] 车辆处于超低速蠕行模式继续向前行驶一定距离后,此时范围M内下方的行人朝向车辆行走,其距离车辆最近,且此时最小距离 L 小于0.5m,判断过程位于步骤A6中:车辆的环境识别模块捕捉到行人眼睛,车辆减速至4km/h继续向前行驶,此时车辆可以进一步降低速度至 V_4 继续行驶,此时行人大多会采取改变行走方向,进行一定的避让方式行走,使得车辆可以在人流量较大的区域以较缓慢的方式行驶,且行驶过程中考虑了行人看到车辆后会采取一定的避让措施从而让车辆顺利通过的实际情况,极大的提高了该场景下车辆的行驶

能力,当然为了保证行人的安全,当最小距离 L 小于 0.3m 时,车辆停车等待行人通过或者远离车辆一定距离后再次开始行驶。

[0066] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形、变型、修改、替换,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

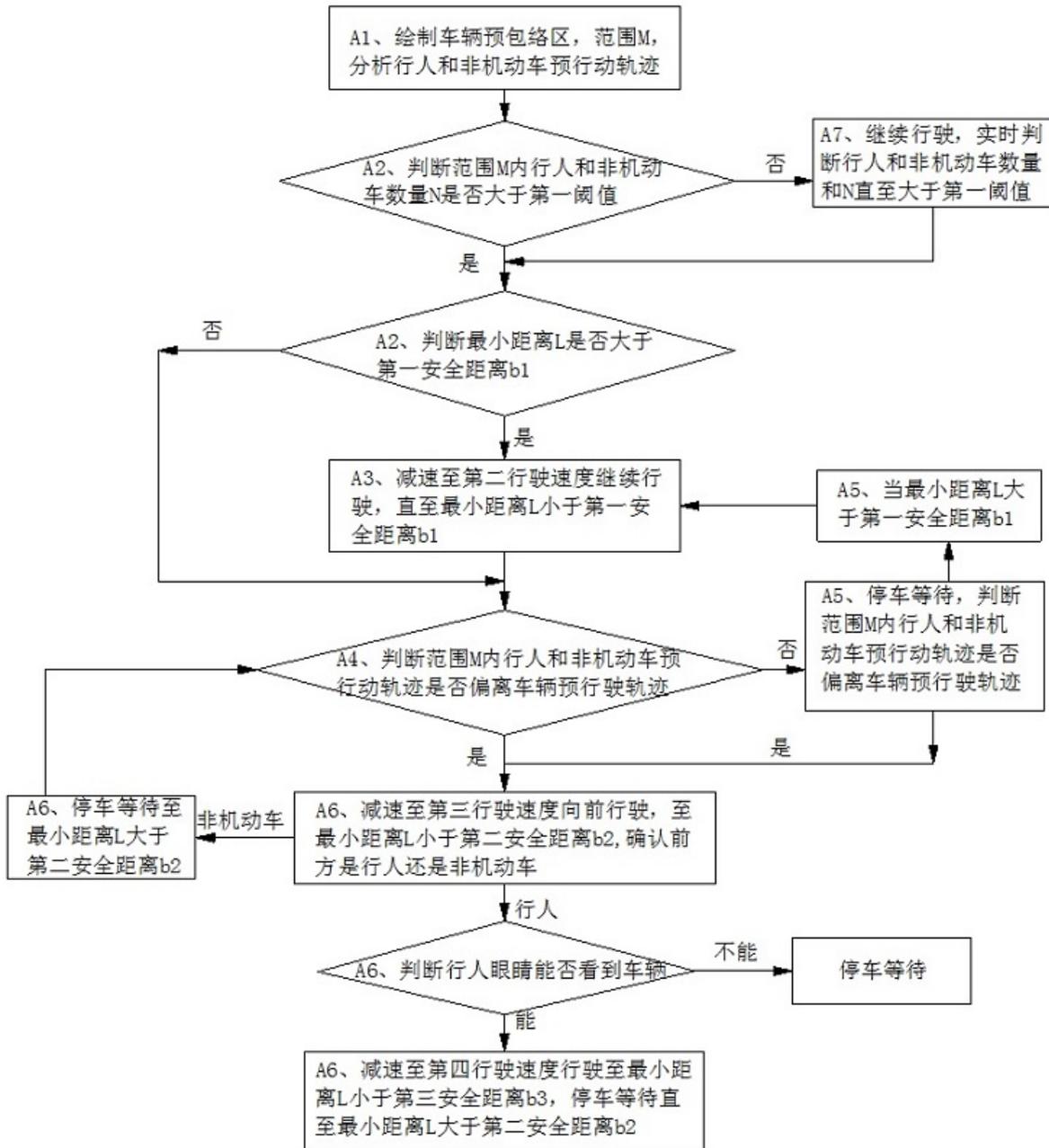


图1



图2



图3

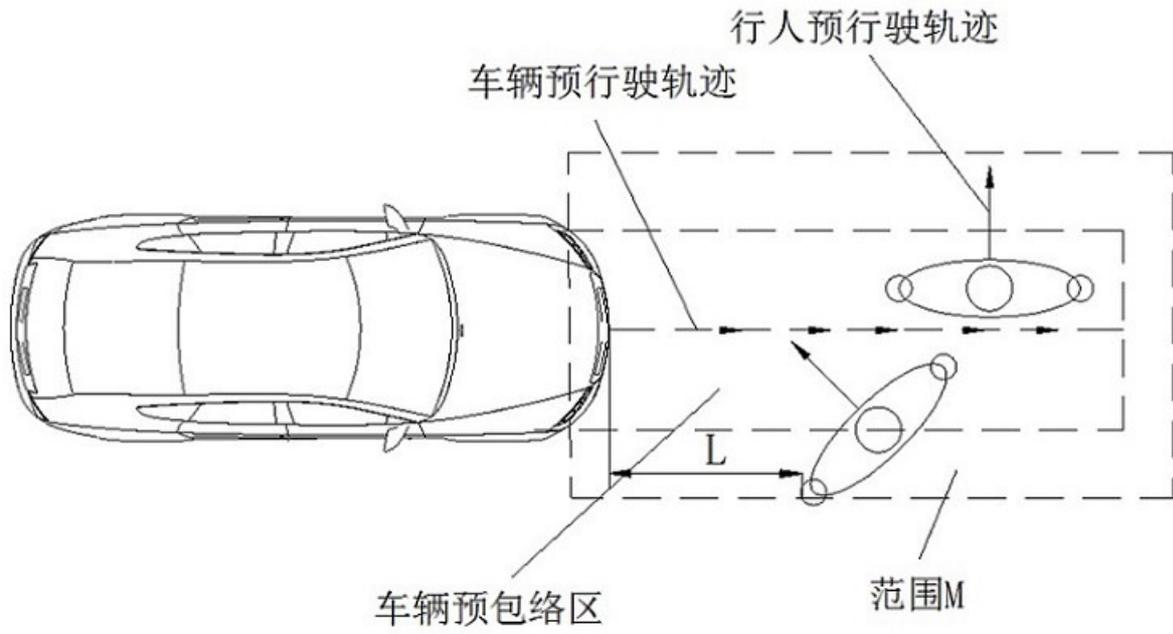


图4

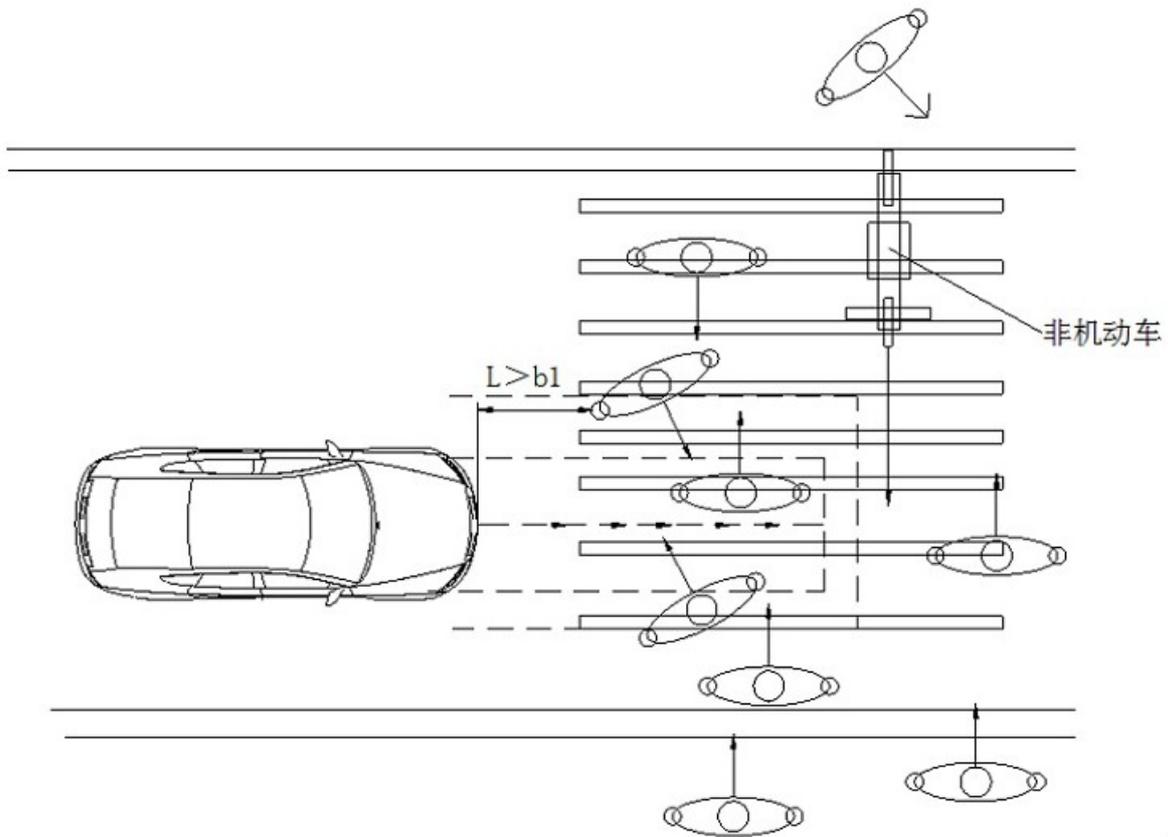


图5

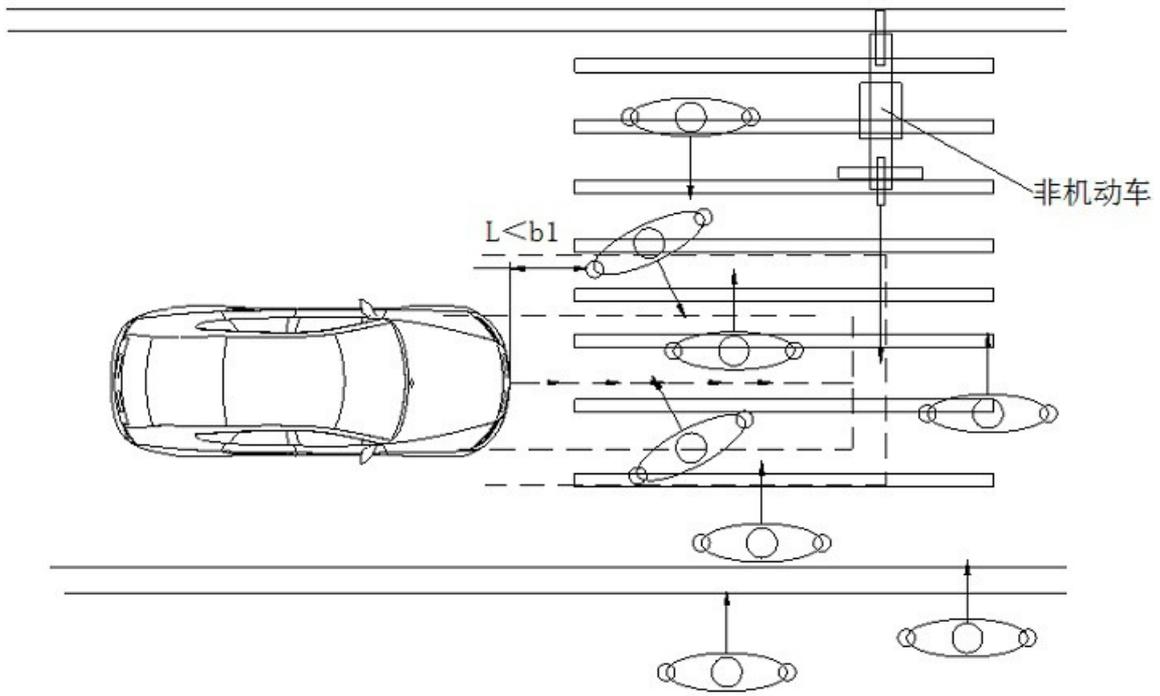


图6

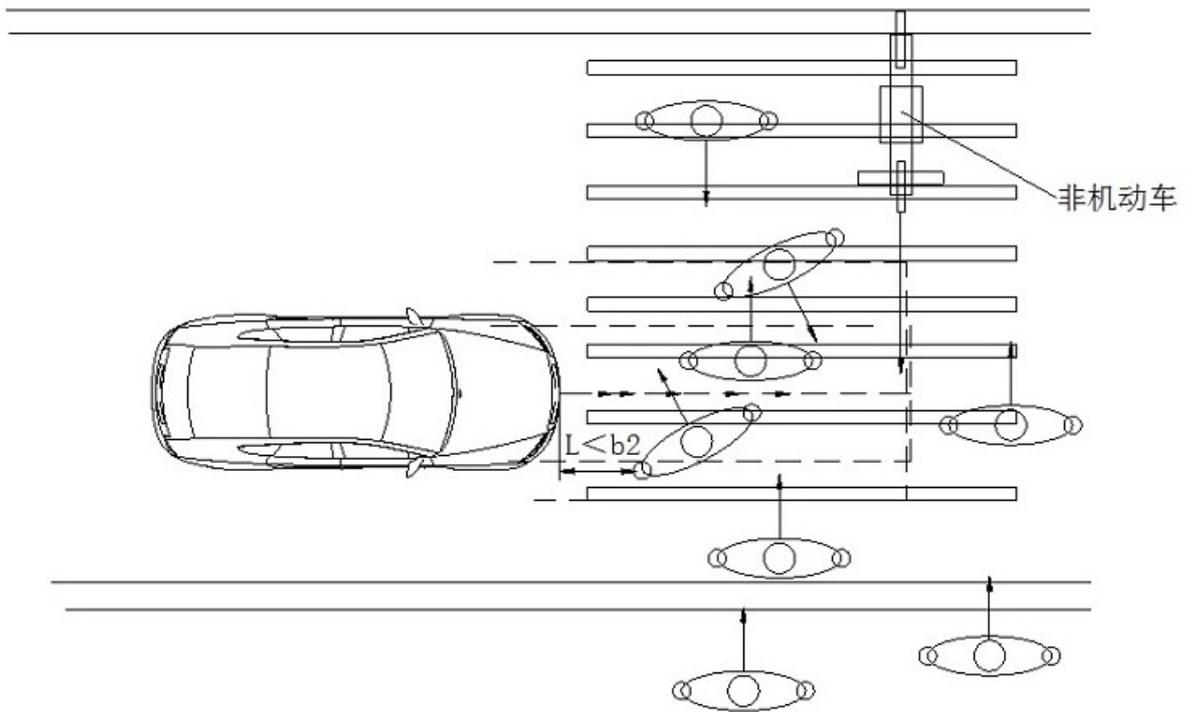


图7