



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102737236 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201210234127.0

1-8, 说明书第 8-41, 48 段.

(22) 申请日 2012.07.06

CN 101388146 A, 2009.03.18, 权利要求 3.

US 2010/0128110 A1, 2010.05.27, 全文.

(73) 专利权人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区中关村颐和园路
5 号

审查员 胡平

(72) 发明人 王超 赵卉菁

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 毛燕生

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102147971 A, 2011.08.10, 权利要求

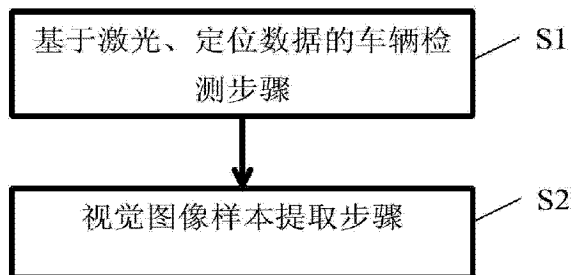
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法

(57) 摘要

一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,基于激光、定位数据的车辆检测步骤:根据激光数据的距离、角度和激光传感器标定参数,得到相对于数据采集车辆的二维坐标,以描述物体水平的轮廓信息;通过形状的分析,以及移动物体的检测追踪,提取出候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列;视觉图像样本提取步骤:根据候选车辆在每一时刻的位置方向,根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系,将候选车辆投射到图像中,产生感兴趣区域,使用检测器来修正感兴趣区域,对每辆候选车辆,根据其位置方向等参数计算该候选车辆相对于摄像机的相对视角,去除视角相近的图像帧样本,自动地提取该候选车辆在不同视角下的样本图片。



1. 一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,包括以下步骤:

基于激光、定位数据的车辆检测步骤:根据激光数据的距离、角度和激光传感器标定参数,得到相对于数据采集车辆的二维坐标,以描述物体水平的轮廓信息;通过形状的分析,以及移动物体的检测追踪,提取出候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列;

视觉图像样本提取步骤:根据候选车辆在每一时刻的位置方向,根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系,将该候选车辆投射到图像中,产生感兴趣区域,并使用检测器来修正感兴趣区域,对每一辆候选车辆,根据其位置方向等参数计算该候选车辆相对于摄像机的相对视角,去除视角相近的图像帧样本,自动地提取该候选车辆在不同视角下的样本图片;

所述基于激光、定位数据的车辆检测步骤进一步包括:

数据融合:将来自于各个激光扫描仪的相同或者临近时间的数据融合;

聚类:将来自于各个激光传感器的数据,根据相邻两点间的距离,进行聚类;

标注:将聚类区分为静止物体、移动物体或者不确定三种类型;地图生成:生成描述数据采集车辆移动轨迹周围静态环境的地图;

检测:在当前的进行分类后的激光融合数据中找到候选车辆;追踪:关联检测结果和之前的追踪结果,更新追踪状态和车体、运动参数;

验证:通过追踪物体的运动和形状信息来对其进行验证;

所述视觉图像样本提取步骤进一步包括:

基于激光数据的感兴趣区域提取:将激光数据追踪结果根据摄像头和激光的标定参数,投射到图像中,提取包含候选车辆的感兴趣区域;

基于图像技术的感兴趣区域修正:使用基于图像的检测方法,对感兴趣区域进行修正,找到其中的车辆;

车辆样本图像提取和去重:根据修正结果,去除同一车辆位姿相同或者相近的图像,经筛选得到车辆样本图像。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述多模态传感器包括:多视角激光扫描仪、多视角摄像头和GPS/IMU定位系统;所述多视角激光扫描仪、多视角摄像头用来监测数据采集车辆四周环境,构成全方位的覆盖。

3. 根据权利要求2所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述GPS/IMU用于测量车辆的6自由度的位姿。

4. 根据权利要求1所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述检测器采用基于图像的检测方法。

5. 根据权利要求1所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述追踪具体为:对于那些没有找到可关联追踪结果的检测结果,视为新的追踪车辆;而那些没有关联到检测结果的追踪车辆,则认为其消失在车辆的监测范围,从追踪结果中去除。

6. 根据权利要求1所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其

特征在于,所述验证具体为:如果某追踪物体在一段时间内没有运动,则视为静止的并将其融入地图信息中;如果追踪物体的运动和形状信息在短时间内发生了不规律的变化,则去掉此结果;只有那些运动和形状正常变化的追踪结果才被视为候选车辆。

7. 根据权利要求 1 所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述感兴趣区域的修正具体为:根据感兴趣区域中候选车辆的位姿,选择基于特定位姿车辆训练的检测器对其进行修正。

8. 根据权利要求 1 所述的一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,其特征在于,所述去除重复样本具体为:根据车辆相对于数据采集车辆的运动方向和车头朝向,对表观相同或相近的样本图像进行筛选。

一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉、机器人以及机器学习技术领域,尤其涉及一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法。

背景技术

[0002] 车辆检测是汽车安全辅助驾驶(ADAS)领域的一个重要问题。在车辆检测领域已经有了大量的相关研究,研究证明,使用激光、雷达、单目/立体相机以及多传感器融合均能对车辆进行检测。

[0003] 由于单目相机成本低,而且标定问题简单,基于单目视觉的检测方法在计算机视觉以及机器人领域有广泛的研究。使用视觉传感器时,车辆的本身表现以及车辆在不同角度的表现有很大不同,给检测带来很大的困难。近期越来越多的研究人员尝试使用机器学习的方法检测车辆。

[0004] 这些方法中,检测器是预先使用一系列的样本图片训练出来的。有很多的数据集开放用于训练检测器。PASCAL 提供了很多标准化的数据集用于物体检测。

[0005] 其中 UIUC 数据集是专门用于车辆检测识别的数据集,包括 550 张分辨率为 100×40 的车辆图片作为训练正样本,而且包含两个测试集:170 张和训练正样本相同分辨率的均一尺度的车辆,和 108 张包含 139 辆多尺度车辆的图片。

[0006] 很多研究中都使用此数据集来说明研究结果。然而,UIUC 数据集中的车辆全部为侧面视角的图像,在道路车辆检测中,所检测的车辆多数为前面或者后面的视角,所以此数据集并不适用。

[0007] 另外一个缺点是 UIUC 数据集中图片均为黑白图片,使用此数据集对检测器的特征空间有很大限制。与 UIUC 数据集不同,MIT 的数据集包括 516 张正样本图片,分辨率为 128×128 ,全部为前方或者后方的视角。

[0008] 对现在表现良好的方法,训练样本是影响其表现的重要因素。为了研究建立多视角的车辆检测器,USC 的研究人员建立了多视角的车辆样本图像以及测试图像的数据集。数据集包括 1028 张分辨率为 128×64 的来自各个角度的车辆正样本图像,并且有 196 张测试图像工包含 410 个不同尺度不同角度的车辆。

[0009] 然而,此数据集中所有的样本均不包含车辆的位姿信息,通常训练数据根据训练需求需要手工进行标注分类,这对样本的数量、表现都有很大限制。这成为限制算法发展的一个瓶颈。检测器的表现,对环境的变化通常缺乏稳定性。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,涉及一个自动生成多角度车辆样本图像并且包含位姿信息的方法。

[0011] 本发明公开了一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,包括以下步骤:

[0012] 基于激光、定位数据的车辆检测步骤：根据激光数据的距离、角度和激光传感器标定参数，得到相对于数据采集车辆的二维坐标，以描述物体水平的轮廓信息；通过形状的分析，以及移动物体的检测追踪，提取出候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列；

[0013] 视觉图像样本提取步骤：根据候选车辆在每一时刻的位置方向，根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系，将该候选车辆投射到图像中，产生感兴趣区域，并使用检测器来修正感兴趣区域，对每一辆候选车辆，根据其位置方向等参数计算该候选车辆相对于摄像机的相对视角，去除视角相近的图像帧样本，自动地提取该候选车辆在不同视角下的样本图片。

[0014] 进一步，作为一种优选，所述基于激光、定位数据的车辆检测步骤进一步包括：

[0015] 数据融合：将来自于各个激光传感器的相同或者临近时间的数据融合；

[0016] 聚类：将来自于各个激光传感器的数据，根据相邻两点间的距离，进行聚类；

[0017] 标注：将聚类区分为静止物体、移动物体或者不确定三种类型；地图生成：生成描述数据采集车辆移动轨迹周围静态环境的地图；

[0018] 检测：在当前的进行分类后的激光融合数据中找到候选车辆；

[0019] 追踪：关联检测结果和之前的追踪结果，更新追踪状态和车体、运动参数；

[0020] 验证：通过追踪物体的运动和形状信息来对其进行验证。

[0021] 进一步，作为一种优选，所述视觉图像样本提取步骤进一步包括：

[0022] 基于激光数据的感兴趣区域提取：根据候选车辆在每一时刻的位置方向，根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系，将该候选车辆投射到图像中，提取包含候选车辆的感兴趣区域；

[0023] 基于图像技术的感兴趣区域修正：使用基于图像的检测方法，对感兴趣区域进行修正，找到其中的候选车辆；

[0024] 车辆样本图像提取和去重：根据修正结果，去除视角相近的图像帧样本，自动地提取候选车辆在不同视角下的样本图片。

[0025] 进一步，作为一种优选，所述多模态传感器包括：多视角激光传感器、多视角图像采集设备和定位系统；所述多视角激光传感器、多视角图像采集设备用来监测数据采集车辆四周环境，构成多个观测角度上的覆盖。

[0026] 进一步，作为一种优选，所述定位系统用于测量车辆的 6 自由度的位姿。

[0027] 进一步，作为一种优选，修正感兴趣区域所用检测器采用基于图像的检测方法。

[0028] 进一步，作为一种优选，所述追踪具体为：对于那些没有找到可关联追踪结果的检测结果，视为新的追踪车辆；而那些没有关联到检测结果的追踪车辆，则认为其消失在车辆的监测范围，从追踪结果中去除。

[0029] 进一步，作为一种优选，所述验证具体为：如果某追踪物体在一段时间内没有运动，则视为静止的并将其融入地图信息中；如果追踪物体的运动和形状信息在短时间内发生了不规律的变化，则去掉此结果；只有那些运动和形状正常变化的追踪结果才被视为候选车辆。

[0030] 进一步，作为一种优选，所述感兴趣区域的修正具体为：根据感兴趣区域中候选车辆的位姿，选择基于特定位姿车辆训练的检测器对其进行修正。

[0031] 进一步,作为一种优选,所述去除重复样本具体为:根据被追踪车辆相对于数据采集车辆的运动方向和车头朝向,对表观相同或相近的样本图像进行筛选。

[0032] 本发明通过多模态传感器数据,自动生成多角度车辆样本图像并且包含位姿信息,能够有效避免人工操作,给检测算法的研究提供了更多的自由,更少的限制。而且,自动生成训练样本使在线训练成为可能,使得能够自动的改善分类器以适应光照等环境的变化。

[0033] 本发明是全自动不需要人工干预,能得到大量的车辆样本,使训练集更加丰富,并且得到的训练图片含有车辆的位姿信息,方便训练基于不同位姿的分类器。

附图说明

[0034] 当结合附图考虑时,通过参照下面的详细描述,能够更完整更好地理解本发明以及容易得知其中许多伴随的优点,但此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定,其中:

[0035] 图 1 是本发明实施例流程图;

[0036] 图 2 是基于激光、定位数据的车辆检测步骤实施例流程图;

[0037] 图 3 是视觉图像样本提取实施例流程图。

具体实施方式

[0038] 参照图 1 至图 3 对本发明的实施例进行说明。

[0039] 为使上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0040] 如图 1 所示,一种基于多模态传感器数据自动获取车辆训练样本方法,包括以下步骤:

[0041] S1、基于激光、定位数据的车辆检测步骤:根据激光数据的距离、角度和激光传感器标定参数,得到相对于数据采集车辆的二维坐标,以描述物体水平的轮廓信息;通过形状的分析,以及移动物体的检测追踪,提取出候选车辆;

[0042] S2、视觉图像样本提取步骤:根据候选车辆在每一时刻的位置方向,根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系,将该候选车辆投射到图像中,产生感兴趣区域,并使用检测器来修正感兴趣区域,对每一辆候选车辆,根据其位置方向等参数计算该候选车辆相对于摄像机的相对视角,去除视角相近的图像帧样本,自动地提取该候选车辆在不同视角下的样本图片。

[0043] 本发明是建立一个自动生成车辆样本数据集用于训练视觉车辆检测器训练的系统。数据集包括多角度的车辆样本图像,各个图像都包括其位姿信息,这样对不同角度车辆的车辆检测器的训练成为可能。

[0044] 多模态传感器包括激光传感器、图像采集设备和定位系统。激光传感器包括激光扫描仪、激光测距仪等,图像采集设备可以使用摄像头,也可以使用集成了单个或者多个摄像头的相机系统。定位系统以能获取装载了该系统设备的物体的位置信息为目的,如 GPS 全球卫星定位系统、伽利略卫星定位系统、北斗卫星定位系统等。

[0045] 各传感器共同对数据采集车辆的四周形成多视角范围的覆盖,根据实际需要和数据采集平台限制,可选择不同的传感器架设来实现覆盖不同视角范围的检测。

[0046] 传感器系统:

[0047] 本发明公开了一个车载传感器系统。系统包括三种传感器:激光扫描仪、视频摄像机和 GPS/IMU。GPS/IMU 是工业设备用于测量车辆的 6 自由度的位姿(三维位置和角度)。激光和摄像机都是用来监测车辆四周环境的,每种传感器都能构成全方位的覆盖。三个 Hokuyo UTM-30LX 激光扫描仪安装在车辆的前左、前右、后中,构成水平全方位的覆盖,然而 Hokuyo UTM-30LX 激光扫描仪的监测距离比较短,通常在室外交通环境中只能达到 25m,所以在前向正中使用 SICK LMS291 激光来覆盖监测一个半径达 45m 的半圆区域。全方位的视频传感器的覆盖可以使用多个摄像头来实现,这里使用集成了多个相机的 Ladybug 摄像机,采集结果融合了 6 个摄像头的图片,构成全景图像。为了减少遮挡,Ladybug 摄像机架设在车辆的顶部。使用两个经过同步时间的计算机采集传感器数据:一个用于激光扫描仪数据和 GPS/IMU 数据的采集,另一个用于 Ladybug 视频数据采集。对于每帧数据,给予记录时计算机的时间作为时间戳。数据传输过程中的延时视为一个恒定值,可以事先测试得到。传感器标定之后,所有的激光扫描仪数据通过转化传输到同一坐标下,此处为数据采集车辆的局部坐标,激光数据的处理结果投射到全景图像上来提取图像样本图片。

[0048] 处理流程:

[0049] 如图 1 所示,本发明包括二个步骤:

[0050] S1、基于激光、定位数据的车辆检测;

[0051] S2、视觉样本图片提取。

[0052] 激光扫描仪能够直接测量物体的距离值。根据角度和传感器标定参数,能够得到相对于车辆的二维坐标,以描述物体水平的轮廓信息。通过形状的分析,以及移动物体的检测追踪,能够很快的提取出候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列。

[0053] 根据激光和摄像机之间的几何关系,这些候选车辆再被投射到全景图像中,产生感兴趣区域,这种感兴趣区域同时包含当前时刻车辆的位姿信息。

[0054] 然而,激光在物体上扫描得到的点是稀疏的,而且在特殊颜色材料上会产生反射失败。特别是在动态的交通环境中,有很多的遮挡存在,对周围车辆的观测可能只是局部的。这就给激光数据处理带来了很大挑战,处理结果存在一些错误。

[0055] 不同于激光数据,视频图像数据包含丰富的信息,能够用来修正根据激光处理结果提供的感兴趣区域。在本发明中,使用基于 HOG 特征的检测器来修正感兴趣区域。

[0056] 此外,在对候选车辆的追踪过程中,其在图像中的表现变化是很缓慢的。在全部的图像中提取车辆图像时会产生大量的视角相近图像,需要一个挑选不同位姿车辆图片的过程。

[0057] 如图 2 所示,所述基于激光、定位数据的车辆检测步骤进一步包括:

[0058] S11、数据融合:将来自于各个激光扫描仪的相同或者临近时间的数据融合;

[0059] S12、聚类:将来自于各个激光传感器的数据,根据相邻两点间的距离,进行聚类;

[0060] S13、标注:将聚类区分为静止物体、移动物体或者不确定三种类型;

[0061] S14、地图生成:生成描述数据采集车辆移动轨迹周围静态环境的地图;

[0062] S15、检测:在当前的进行分类后的激光融合数据中找到候选车辆;

[0063] S16、追踪：关联检测结果和之前的追踪结果，更新追踪状态和车体、运动参数；

[0064] S17、验证：通过追踪物体的运动和形状信息来对其进行验证。

[0065] 以下具体说明上述工作过程。

[0066] S1、基于激光、定位数据的车辆检测：

[0067] 本发明中，公开一个基于多个单线激光扫描仪数据及定位数据进行道路车辆检测追踪的方法，根据激光数据的距离、角度和激光传感器标定参数，得到相对于数据采集车辆的二维坐标，以描述物体水平的轮廓信息；通过形状的分析，以及移动物体的检测追踪，提取出候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列。该数据为 S2 视觉样本图片提取提供每一时刻候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数。基于激光扫描仪数据及定位数据的车辆检测框架如图 2 所示，下面对各个模块进行介绍。

[0068] S11、数据融合：将来自于各个激光扫描仪的相同或者临近时间的数据融合，为了减少使用内存，同时还要保存数据的角度信息，融合后的数据按序列记录来自不同激光传感器的距离数据。每个距离数据根据其次序获得角度信息，同时按照激光之间的标定参数，能够转化为相对于数据采集车辆的二维坐标。融合后的激光数据能够描述从数据采集车辆视角观看的物体的轮廓信息。

[0069] S12、聚类：将来自于各个激光传感器的数据，根据相邻两点间的距离，进行聚类。这里使用两点间的欧式距离，同时考虑了角度的间隔。如果距离大于给定阈值，则产生新的聚类。一个聚类可以是做是对一个物体的观测，可能是移动也可能是静止的，此处的聚类只在相同激光传感器数据中进行。

[0070] S13、标注：将聚类区分为静止物体、移动物体或者不确定三种类型。首先根据数据采集车辆的 GPS/IMU 记录的位置信息，将各聚类投射到全局的坐标系中。对于各聚类，如果它能够和上一帧的静止的环境的预期估计匹配上，则可以认为是静止的，如果和某移动物体的预期估计匹配，则视为移动的，否则认为是不确定的。而且还可以根据先验知识对聚类补充分类，如车辆的大小、道路几何信息等。分类后的激光数据将在地图生成和移动物体检测模块中应用。

[0071] S14、地图生成：生成描述数据采集车辆移动轨迹周围静态环境的地图。地图用网格来描述，各个网格的数值表示网格被物体占有的概率。

[0072] S15、检测：在当前的进行分类后的激光融合数据中找到候选车辆。这里局部观测的和重合的观测值是检测中的两个困难部分。为了提高特征参数估计的准确性，并减少错误检测，将聚类结果进行合并是很有必要的。在本发明中，简单的用车辆的轮廓方框定义了车辆的模型，并且开发了聚类合并和模型估计的算法。此外，对于之前检测追踪结果的预期估计能够帮助减少聚类合并中的错误，特别是对那些在同一车辆上但并不连续的聚类。

[0073] S16、追踪：关联检测结果和之前的追踪结果，更新追踪状态和车体、运动参数。对于那些没有找到可关联追踪结果的检测结果，视为新的追踪车辆。而那些没有关联到检测结果的追踪车辆，则认为其消失在车辆的监测范围，从追踪结果中去除。

[0074] S17、验证：通过追踪物体的运动和形状信息来对其进行验证。如果某追踪物体在一段时间内没有运动，则视为静止的并将其融入地图信息中。如果追踪物体的运动和形状信息在短时间内发生了不规律的变化，则去掉此结果。只有那些运动和形状正常变化的追踪结果才被视为候选车辆。

[0075] 如图 3 所示,所述视觉图像样本提取步骤进一步包括:

[0076] S2、视觉样本图片提取:

[0077] 本发明中,公开一个视觉样本图片提取方法,通过利用 S1 所获取候选车辆相对于数据采集车辆的位置方向等参数的时序列,根据候选车辆在每一时刻的位置方向,根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系,将候选车辆投射到图像中,产生感兴趣区域,使用检测器来修正感兴趣区域,对每辆候选车辆,根据其位置方向等参数计算该候选车辆相对于摄像机的相对视角,去除视角相近的图像帧样本,自动地提取该候选车辆在不同视角下的样本图片。视觉样本图片提取框架如图 3 所示,下面对各个模块进行介绍。

[0078] S21、基于激光数据的感兴趣区域提取:根据候选车辆在每一时刻的位置方向,根据激光传感器和图像采集设备之间的几何关系,将该候选车辆投射到图像中,提取包含候选车辆的感兴趣区域;

[0079] S22、基于图像技术的感兴趣区域修正:使用基于图像的检测方法,对感兴趣区域进行修正,找到其中的车辆;

[0080] S23、车辆样本图像提取和去重:根据修正结果,去除视角相近的图像帧样本,自动地提取车辆在不同视角下的样本图片。

[0081] 以下具体说明上述工作过程。

[0082] S2、视觉图像样本提取:

[0083] 使用对激光数据处理得到的候选车辆,在视频图像数据中提取车辆样本图片的流程如图 3 所示。

[0084] S21、基于激光数据的感兴趣区域提取:激光数据处理得到的候选车辆包括车辆的位置、大小、运动信息,根据激光扫描仪和摄像机之间的标定关系,将候选车辆投射到对应时间的图像中,得到包含候选车辆的感兴趣区域,同时根据对应的运动信息得到感兴趣区域中候选车辆的位姿信息。由于动态交通环境中激光数据的处理存在很大困难,感兴趣区域通常含有错误,需要进行修正。

[0085] S22、基于图像技术的感兴趣区域修正:在本发明中,使用的是集成了 6 个摄像头的 Ladybug 全景相机系统监测车辆四周环境,产生的全景图像在几何上存在一定的畸变。在各个感兴趣区域上的几何畸变需要提前消除,通过将感兴趣区域上的像素点投射到其在球体坐标系中的切面上,能够有效的去除畸变。

[0086] 由于感兴趣区域中车辆的位姿是已知的,所以可以基于不同位姿角度对感兴趣区域进行修正。使用基于 HOG 特征的检测器来修正感兴趣区域。使用 USC 多角度车辆数据集训练不同角度车辆的分类器,训练数据手工进行分类。每类选取 200 张图片作为正样本,训练得到 4 个分类器。在感兴趣区域上进行车辆的检测,选取得分最高并且高于给定阈值的检测车辆,作为样本图片。

[0087] S23、车辆样本提取和去重:候选车辆的追踪过程中,其在图片中的表现变化非常缓慢。同一车辆在图像中的表现通常要在很多帧之后才有较大的区别。而且,在道路上行驶时,车辆之间相对静止的情况常有发生,这样车辆的表现会在很长时间内没有变化。需要对表现相同或者相近的车辆图片进行筛选。车辆相对数据采集车辆的运动方向和其车头朝向是对候选车辆在图片中表现影响最大的因素,对于每个车辆,其在各个时刻的相对于数据采集车辆的运动方向 α 和车头朝向 β 都能够计算得到。将这两个角度离散为 $10^\circ \times 10^\circ$

的角度栅格,在每个角度栅格内对同一车辆提取修正过程中得分最高的图像作为样本。而且,根据这两个角度的差值来确定车辆在样本图片中的位姿,将样本图片分为8个类别。

[0088] 如上所述,对本发明的实施例进行了详细地说明,但是只要实质上没有脱离本发明的发明点及效果可以有很多的变形,这对本领域的技术人员来说是显而易见的。因此,这样的变形例也全部包含在本发明的保护范围之内。

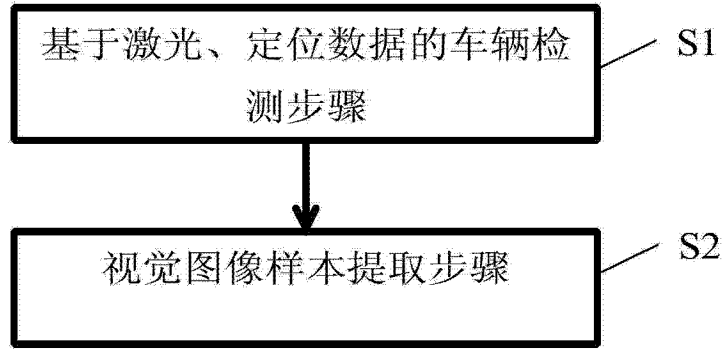


图 1

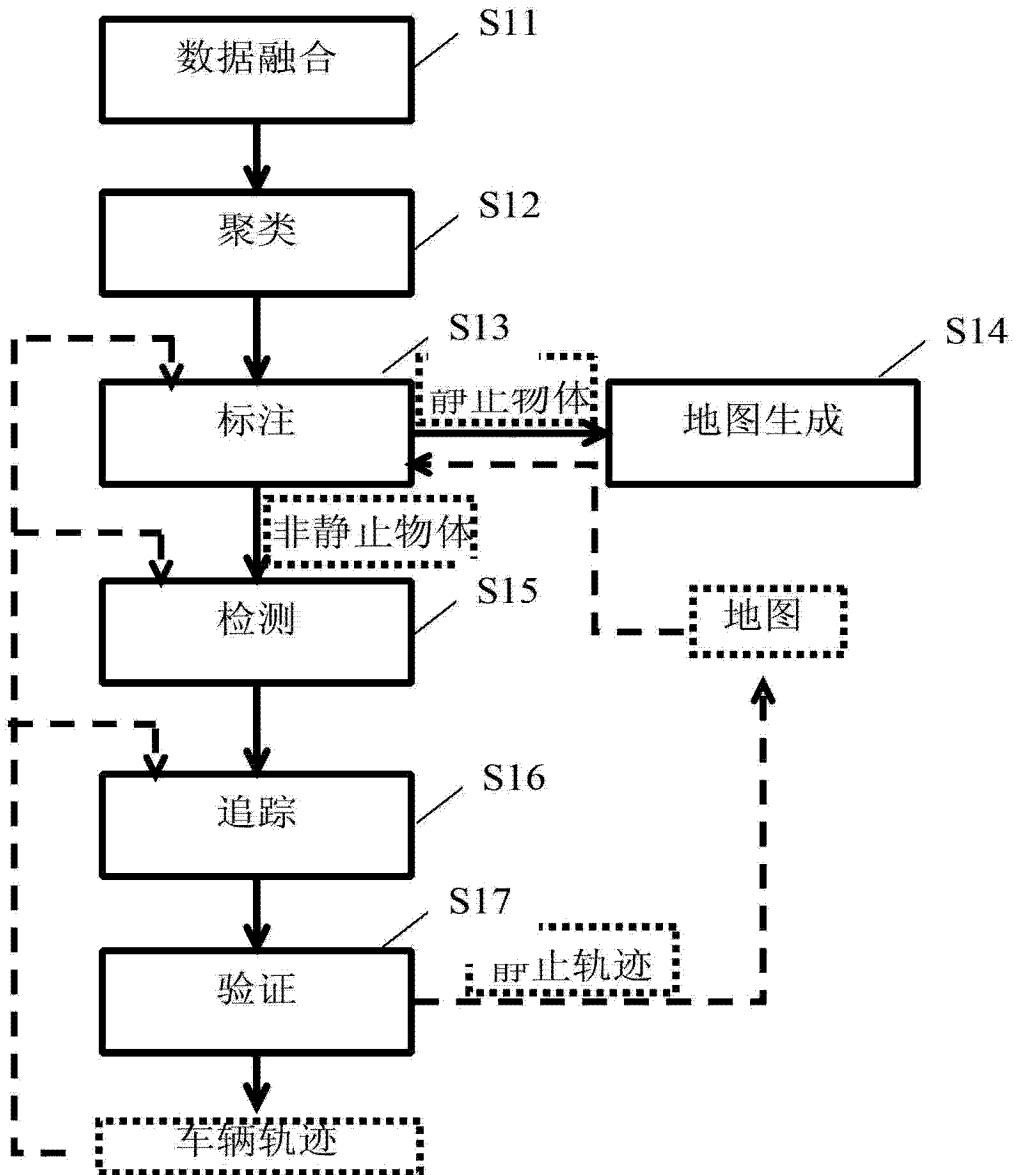


图 2

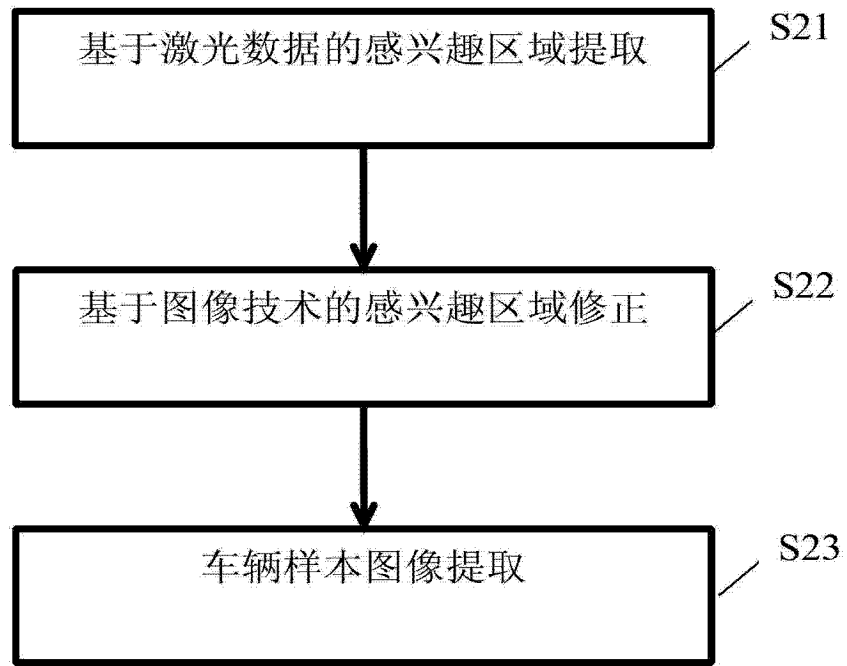


图 3