



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112348813 A

(43) 申请公布日 2021.02.09

(21) 申请号 202011414956.8

(22) 申请日 2020.12.03

(71) 申请人 苏州挚途科技有限公司

地址 215100 江苏省苏州市相城区高铁新城南天成路88号天成信息大厦501-E23号工位(集群登记)

(72) 发明人 沈蓓 袁志宏 韦松 杜一光

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463

代理人 徐丽

(51) Int.Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/90 (2017.01)

G06K 9/62 (2006.01)

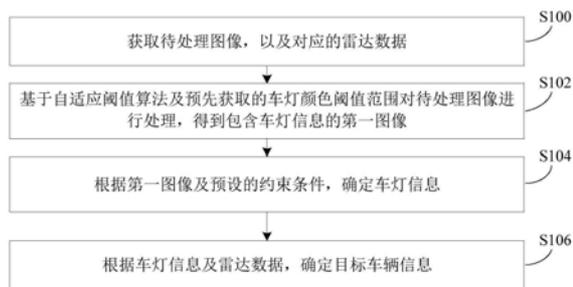
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法及装置,首先获取待处理图像,以及对应的雷达数据;然后基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;根据所述第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;最后根据所述车灯信息及所述雷达数据,确定目标车辆信息。本发明基于自适应阈值算法及车灯颜色范围对待处理图像进行处理,得到较为准确的车灯信息,并进一步与雷达数据融合,得到车辆信息,提高了对车辆信息检测的准确度,提升了驾驶安全性。



1. 一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法,其特征在于,包括:
获取待处理图像,以及对应的雷达数据;
基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对所述待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;
根据所述第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;
根据所述车灯信息及所述雷达数据,确定目标车辆信息。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对所述待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像的步骤,包括:
基于所述自适应阈值算法对所述待处理图像进行处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像;
基于预先获取的车灯颜色阈值范围对所述待处理图像处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像;
根据所述第一预处理图像及所述第二预处理图像,确定第三预处理图像;
对所述第三预处理图像进行闭运算和中值滤波处理,得到包含车灯信息的第一图像。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述待处理图像的图像格式包括RGB格式;
基于所述自适应阈值算法对所述待处理图像进行处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像的步骤,包括:
对所述待处理图像的图像格式进行转换,得到第一灰度图;
计算所述第一灰度图的均值及标准差;
基于均值及标准差得到自适应阈值;
基于所述自适应阈值对所述第一灰度图进行二值化处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,基于所述车灯颜色阈值范围对所述待处理图像处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像的步骤,包括:
对所述待处理图像的图像格式进行转换,得到图像格式为HSV的第一初步图像;
基于预先获取的车灯颜色阈值范围,对所述第一初步图像的H通道进行处理,得到第二初步图像;
对所述第二初步图像的图像格式进行转换,得到第二灰度图;
提取所述第二灰度图的红色通道,得到第三初步图像;
基于所述自适应阈值对所述第三初步图像进行二值化处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像。
5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,根据所述第一预处理图像及所述第二预处理图像,确定第三预处理图像的步骤,包括:
针对于所述第二高亮区域中的各个第二像素,判断所述第二像素对应的第一像素是否属于第一高亮区域;所述第一像素属于所述第一预处理图像;所述第二像素属于所述第二预处理图像;
如果对应的所述第一像素属于所述第一高亮区域,将所述第二像素的灰度值设置为255;
如果对应的所述第一像素不属于所述第一高亮区域,将所述第二像素的灰度值设置为

0;

将所述第二像素,以及所述第二预处理图像中除第二像素外的其他像素组成的图像确定为第三预处理图像。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息的步骤,包括:

基于所述待处理图像的拍摄条件,得到所述第一图像的有效区域;

在所述有效区域中搜索连通域;所述连通域包括多个;

根据任意两个连通域的中心距离,确定有效连通域对;所述有效连通域对包括两个连通域;

计算所述有效连通域对的预设参数对应的参数值;

如果所述参数满足预设的约束条件,确定所述有效连通域对包括车灯信息;

基于所述有效连通域,得到车灯信息;所述车灯信息包括车灯位置及车灯亮度。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述车灯位置包括左车灯位置及右车灯位置;

所述根据所述车灯信息及所述雷达数据,确定目标车辆信息的步骤,包括:

将所述左车灯位置及由车灯位置连线的中间位置确定为目标像素点;

根据预先获取的预测位置对所述目标像素点进行追踪,确定有效车灯位置;

根据所述有效车灯位置及预设的坐标转换模型,确定目标车辆的初步位置;

根据所述雷达数据,确定有效目标点位置;

将所述目标车辆的初步位置与所述有效目标点位置进行数据关联,得到匹配的目标点;

对所述目标点进行跟踪,得到目标车辆位置及速度;

根据所述车灯亮度,确定目标车辆的状态;所述目标车辆的状态包括正常行驶或刹车;

将所述目标车辆的位置、速度及所述目标车辆的状态确定为目标车辆信息。

8. 一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测装置,其特征在于,包括:

数据获取模块,用于获取待处理图像,以及对应的雷达数据;

图像处理模块,用于基于自适应阈值算法及车灯颜色阈值范围对所述待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;

车灯信息确定模块,用于根据所述第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;

车辆信息确定模块,用于根据所述车灯信息及所述雷达数据,确定目标车辆信息。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括处理器和存储器,所述存储器存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令,所述处理器执行所述机器可执行指令以实现权利要求1-7任一项所述的方法。

10. 一种机器可读存储介质,其特征在于,所述机器可读存储介质存储有机器可执行指令,所述机器可执行指令在被处理器调用和执行时,所述机器可执行指令促使所述处理器实现权利要求1-7任一项所述的方法。

雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其是涉及一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法及装置。

背景技术

[0002] 相关技术中,在夜间,行驶中的车辆通常采用车载摄像头获取前方车辆的图像,通过提取图像中的车辆尾灯从而对前方车辆进行检测。然而,夜间光线不足,路灯的光线及当前车辆的灯光会导致上述车辆检测方法的准确度较低。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法及装置,以提高对车辆信息检测的准确度,提升驾驶安全性。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供了一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法,包括:获取待处理图像,以及对应的雷达数据;基于自适应阈值算法及车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。

[0005] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第一种可能的实施方式,其中,基于自适应阈值算法及车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像的步骤,包括:基于自适应阈值算法对待处理图像进行处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像;基于车灯颜色阈值范围对待处理图像处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像;根据第一预处理图像及第二预处理图像,确定第三预处理图像;对第三预处理图像进行闭运算和中值滤波处理,得到包含车灯信息的第一图像。

[0006] 结合第一方面的第一种可能的实施方式,本发明实施例提供了第一方面的第二种可能的实施方式,其中,上述待处理图像的图像格式包括RGB格式;基于自适应阈值算法对待处理图像进行处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像的步骤,包括:对待处理图像的图像格式进行转换,得到第一灰度图;计算第一灰度图的均值及标准差;基于均值及标准差得到自适应阈值;基于自适应阈值对第一灰度图进行二值化处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像。

[0007] 结合第一方面的第二种可能的实施方式,本发明实施例提供了第一方面的第三种可能的实施方式,其中,基于车灯颜色阈值范围对待处理图像处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像的步骤,包括:对待处理图像的图像格式进行转换,得到图像格式为HSV的第一初步图像;基于预先获取的车灯颜色阈值范围,对第一初步图像的H通道进行处理,得到第二初步图像;对第二初步图像的图像格式进行转换,得到第二灰度图;提取第二灰度图的红色通道,得到第三初步图像;基于自适应阈值对第三初步图像进行二值化处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像。

[0008] 结合第一方面的第一种可能的实施方式,本发明实施例提供了第一方面的第四种

可能的实施方式,其中,根据第一预处理图像及第二预处理图像,确定第三预处理图像的步骤,包括:针对于第二高亮区域中的各个第二像素,判断第二像素对应的第一像素是否属于第一高亮区域;第一像素属于第一预处理图像;第二像素属于第二预处理图像;如果对应的第一像素属于所述第一高亮区域,将第二像素的灰度值设置为255;如果对应的第一像素不属于第一高亮区域,将第二像素的灰度值设置为0;将第二像素,以及第二预处理图像中除第二像素外的其他像素组成的图像确定为第三预处理图像。

[0009] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第五种可能的实施方式,其中,上述根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息的步骤,包括:基于待处理图像的拍摄条件,得到第一图像的有效区域;在有效区域中搜索连通域;连通域包括多个;根据任意两个连通域的中心距离,确定有效连通域对;有效连通域对包括两个连通域;计算有效连通域对的预设参数对应的参数值;如果参数满足预设的约束条件,确定有效连通域对包括车灯信息;基于有效连通域,得到车灯信息;车灯信息包括车灯位置及车灯亮度。

[0010] 结合第一方面的第五种可能的实施方式,本发明实施例提供了第一方面的第六种可能的实施方式,其中,上述车灯位置包括左车灯位置及右车灯位置;根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息的步骤,包括:将左车灯位置及由车灯位置连线的中间位置确定为目标像素点;根据预先获取的预测位置对目标像素点进行追踪,确定有效车灯位置;根据有效车灯位置及预设的坐标转换模型,确定目标车辆的初步位置;根据雷达数据,确定有效目标点位置;将目标车辆的初步位置与有效目标点位置进行数据关联,得到匹配的目标点;对目标点进行跟踪,得到目标车辆位置及速度;根据车灯亮度,确定目标车辆的状态;目标车辆的状态包括正常行驶或刹车;将目标车辆的位置、速度及目标车辆的状态确定为目标车辆信息。

[0011] 第二方面,本发明实施例还提供一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测装置,包括:数据获取模块,用于获取待处理图像,以及对应的雷达数据;图像处理模块,用于基于自适应阈值算法及车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;车灯信息确定模块,用于根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;车辆信息确定模块,用于根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。

[0012] 第三方面,本发明实施例还提供一种电子设备,包括处理器和存储器,存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令,处理器执行机器可执行指令以实现上述方法。

[0013] 第四方面,本发明实施例还提供一种机器可读存储介质,机器可读存储介质存储有机器可执行指令,机器可执行指令在被处理器调用和执行时,机器可执行指令促使处理器实现上述方法。

[0014] 本发明实施例带来了以下有益效果:

[0015] 本发明实施例提供了一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法及装置,首先获取待处理图像,以及对应的雷达数据;然后基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;最后根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。该方式通过自适应阈值算法及车灯颜色范围对待处理图像进行处理,得到较为准确的车灯信息,并进一步与雷达检测数据融合,得到车辆信息,提高了对车辆信息检测的准确度,提升了驾驶安全性。

[0016] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0017] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明实施例提供一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法的流程图;

[0020] 图2为本发明实施例提供的另一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法的流程图;

[0021] 图3为本发明实施例提供一种基于毫米波雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法的流程图;

[0022] 图4为本发明实施例提供一种数据预处理过程的流程图;

[0023] 图5为本发明实施例提供一种车灯检测过程的流程图;

[0024] 图6为本发明实施例提供一种车灯区域匹配过程中,概率计算的流程图;

[0025] 图7为本发明实施例提供一种像素跟踪过程的流程图;

[0026] 图8为本发明实施例提供一种车辆位置计算过程的原理图;

[0027] 图9为本发明实施例提供一种雷达目标点确定过程的原理图;

[0028] 图10为本发明实施例提供一种雷达目标点确定雷达点的比较过程的流程图;

[0029] 图11为本发明实施例提供一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测装置的结构示意图;

[0030] 图12为本发明实施例提供一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 自动驾驶行业的高速发展,其安全性问题愈发突出。智能汽车的安全性很大程度上依赖于环境感知技术的发展。目前,关于智能汽车环境感知技术的发展,主要有基于车道电子标记进行识别的智能车环境感知技术、基于单一传感器的智能车环境感知技术和基于多传感器信息融合的智能车环境感知技术。摄像头、毫米波雷达、激光雷达、超声波雷达等传感器组合已成为智能汽车感知外部环境的基本配置。

[0033] 毫米波雷达多用于感知前方障碍物,但无法实现障碍物辨识。摄像头视觉传感器

多用于障碍物检测分类,但受到光线、气候条件等影响,无法全天候工作,尤其在夜晚检测车辆的难度将大幅增加。激光雷达测量精度高,使用范围广,可进行目标分割和跟踪方法,可实现障碍物的识别与跟踪。缺点是成本太高,无法适用于量产车型。因此倚重一种传感器的环境感知技术方案存在很大局限性。采用多传感器融合的车辆检测是当前技术的主流趋势。

[0034] 基于车载摄像头对前方车辆的检测很大程度的依赖于不同的光照环境,光照条件不足是夜间车辆检测研究的一个重要难点。在夜间摄像头图像中,车辆的车灯部位比较明显。但是由于当前车辆前照灯亮度较高,容易造成图像过曝,且在实际场景中左右车道间往往有隔离护栏的干扰,道路路灯的干扰,造成车灯的提取难度提升。

[0035] 当前针对车辆尾灯的识别已有部分研究。相关技术中提出基于图像的尾灯检测与识别方法。其中利用图像锐化分割技术提取尾灯,并使用SVM方法实现尾灯分类,该方法为了加快检测速度,只检测夜间图像红色分量,利用检测尾灯的对称性,根据距离设定不同的分割阈值来实现对车灯的提取与车辆识别。

[0036] 相关技术中还提出一种夜间高速场景下车辆识别方法,默认车灯的形状为圆形,通过车灯的亮度和面积信息提取反射板并识别出车道边界,剔除图像中的反射板然后计算白色光斑周围红色区域周长,如果大部分为红色则认为是尾灯对,最后根据尾灯对完成车辆的识别。

[0037] 针对上述基于车灯的检测方法进行分析,当前检测方法还有以下几个方面不完善:尾灯提取阈值对环境的适应性较差,基本采用固定阈值;车灯形状不统一,检测算法鲁棒性不足;尾灯提取易受其他光源的干扰;在车辆互相遮挡情况下车辆检测的准确率下降严重。

[0038] 基于此,本发明实施例提供的一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法、装置以及电子设备,可以应用于各种驾驶场景下,车辆的检测,如夜间、阴天等。

[0039] 为便于对本实施例进行理解,首先对本发明实施例所公开的一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法进行详细介绍。

[0040] 本发明实施例提供了一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法,如图1所示,该方法包括:

[0041] 步骤S100,获取待处理图像,以及对应的雷达数据。

[0042] 上述待处理图像可以由车载摄像头拍摄得到,其图像格式通常为RGB(red green blue)格式。上述待处理图像对应的雷达数据可以为在待处理图像拍摄的同时,由毫米波雷达获取得到。

[0043] 步骤S102,基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像。

[0044] 上述自适应阈值算法利用图像局部阈值替换全局阈值进行图像计算的一种方法。在使用时具体针对光影变化过大的图片,或者范围内颜色差异不太明显的图片。自适应是指保证计算机能够通过判断和计算取得该图像区域的平均阈值进行迭代。上述车灯颜色阈值范围可以通过统计获取的,可以将待处理图像中处于该车灯颜色阈值范围的像素保留。

[0045] 步骤S104,根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息。

[0046] 上述预设的约束条件可以为几何条件,如车灯的形状、两个车灯之间的距离等;还可以为像素灰度条件,如将像素灰度超过某一阈值的像素点确定为车灯的一部分。当第一图像中已经包含了车灯信息时,基于预设的约束条件可以从第一图像中提取车灯信息。车灯信息可以包括车灯位置以及车灯亮度。

[0047] 步骤S106,根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。

[0048] 上述目标车辆信息可以包括位置信息及行驶状态信息。在确定了车灯信息后,可以基于车灯的位置计算得到目标车辆的位置信息。然而,由于该位置信息通过图像获取得到,而图像具有一定的畸变,因此该位置信息是不准确的。雷达数据是同时与待处理图像获取的,从雷达数据中得到的车辆信息包含当前目标车辆的位置信息,将从待处理图像中获取到的位置信息与雷达数据中获取到的位置信息相关联,得到较为准确地目标车辆信息。

[0049] 本发明实施例提供了一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法,首先获取待处理图像,以及对应的雷达数据;然后基于自适应阈值算法及预先获取的车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;最后根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。该方法通过自适应阈值算法及车灯颜色范围对待处理图像进行处理,得到较为准确的车灯信息,并进一步与雷达数据融合,得到车辆信息,提高了对车辆信息检测的准确度,提升了驾驶安全性。

[0050] 本发明实施例还提供了另一种雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法,该方法在如图1所示的方法基础上实现;如图2所示,该方法包括以下步骤:

[0051] 步骤S200,获取待处理图像,以及对应的雷达数据。

[0052] 步骤S202,基于自适应阈值算法对待处理图像进行处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像。

[0053] 具体而言,上述待处理图像的图像格式包括RGB格式;可以先对待处理图像的图像格式进行转换,得到第一灰度图;然后计算第一灰度图的均值及标准差;基于均值及标准差得到自适应阈值;并基于自适应阈值对第一灰度图进行二值化处理,得到包括第一高亮区域的第一预处理图像。

[0054] 步骤S204,基于车灯颜色阈值范围对待处理图像处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像。

[0055] 上述步骤可以基于HSV (Hue, Saturation, Value, 色调, 饱和度, 明度) 格式实现。首先对待处理图像的图像格式进行转换,得到图像格式为HSV的第一初步图像;然后基于预先获取的车灯颜色阈值范围,对第一初步图像的H通道进行处理,得到第二初步图像,具体为设定H通道阈值,阈值范围内的H通道值保留,范围外的直接将H值置为0;再对第二初步图像的图像格式进行转换,得到第二灰度图;进一步提取第二灰度图的红色通道,得到第三初步图像;最后基于自适应阈值对第三初步图像进行二值化处理,得到包括第二高亮区域的第二预处理图像。上述车灯颜色阈值范围主要包括黄色、紫色、红色的颜色范围。

[0056] 步骤S206,根据第一预处理图像及第二预处理图像,确定第三预处理图像。

[0057] 通常情况下,需要将第一预处理图像及第二预处理图像中均为高亮的部分保留为高亮,其余设为灰度255。在具体操作时,可以针对于第二高亮区域中的各个第二像素,判断第二像素对应的第一像素是否属于第一高亮区域;第一像素属于第一预处理图像;第二像素属于第二预处理图像;如果对应的第一像素属于所述第一高亮区域,将第二像素的灰度

值设置为255;如果对应的第一像素不属于第一高亮区域,将第二像素的灰度值设置为0;将第二像素,以及第二预处理图像中除第二像素外的其他像素组成的图像确定为第三预处理图像。

[0058] 步骤S208,对第三预处理图像进行闭运算和中值滤波处理,得到包含车灯信息的第一图像。

[0059] 步骤S210,基于待处理图像的拍摄条件,得到第一图像的有效区域。上述拍摄条件主要指当车载摄像头拍摄待处理图像时,车载摄像头所处的高度;该条件会影响待处理图像中包括车灯信息的部分。通常来说,限定有效的搜索区域(即上述有效区域)为图像的上半部分,并去除下边缘的自车车头部分。车头经常会有前车车灯的反光会造成误检,所以也需滤除,车头大约为图像的0.18倍高度。

[0060] 步骤S212,在有效区域中搜索连通域;连通域包括多个。

[0061] 上述连通区域(Connected Component)一般是指图像中具有相同像素值且位置相邻的前景像素点组成的图像区域(Region,Blob)。连通域的大小通常设置在100~1000像素之间。

[0062] 步骤S214,根据任意两个连通域的中心距离,确定有效连通域对;有效连通域对包括两个连通域。

[0063] 步骤S216,计算有效连通域对的预设参数对应的参数值。该参数值可以包括两个连通域的水平距离、垂直距离、重叠度、高度相似度、宽度相似度、车身车灯宽度比、车身宽度车灯高度比等。

[0064] 步骤S218,如果参数满足预设的约束条件,确定有效连通域对包括车灯信息;上述预设的约束条件可以为统计得到的经验阈值,如果参数落在经验阈值组成的有效范围区间之内,增大概率,不符合有效范围的减小概率;再基于预设的概率阈值,确定有效连通域对是否包括车灯信息。

[0065] 步骤S220,基于有效连通域,得到车灯信息;车灯信息包括车灯位置及车灯亮度;在该过程会去除重复车灯。

[0066] 步骤S222,根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。

[0067] 具体而言,上述车灯位置通常包括左车灯位置及右车灯位置;在确定目标车辆信息时,可以将左车灯位置及由车灯位置连线的中间位置确定为目标像素点;根据预先获取的预测位置对目标像素点进行跟踪,确定有效车灯位置;根据有效车灯位置及预设的坐标转换模型,确定目标车辆的初步位置;根据雷达数据,确定有效目标点位置;将目标车辆的初步位置与有效目标点位置进行数据关联,得到匹配的目标点;对目标点进行跟踪,得到目标车辆位置及速度;根据车灯亮度,确定目标车辆的状态;目标车辆的状态包括正常行驶或刹车;将目标车辆的位置、速度及目标车辆的状态确定为目标车辆信息。

[0068] 该方法将车载摄像头拍摄的图像信息与毫米波雷达信息结合起来,确定了车辆信息,提高了检测准确度,提升了驾驶安全性。

[0069] 本发明实施例还提出一种基于毫米波雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法(相当于上述雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法),能够有效提高夜间车辆识别的准确率,同时提高夜间车辆车灯识别的准确率,并有效的实现车灯分类功能。

[0070] 如图3所示,该方法包括以下步骤:

[0071] (1) 相机数据采集。

[0072] (2) 数据预处理:具体而言,利用相机采集的RGB图像,对灰度图应用自适应阈值算法提取高亮区域,并基于HSV通道和车灯颜色统计信息提取红色和黄色区域,取交集得到二值化图像。对获得的二值化图像进行形态学处理,即进行闭运算和中值滤波,输出只包含感兴趣区域的处理后图像。

[0073] (3) 车灯检测:在预处理后图像的有效区域上,搜索大小合适的连通域,再基于几何约束条件计算两个可能的车灯区域的匹配概率。筛选得到概率最大的车灯对,并去除重复车灯,得到检测出的车灯对。

[0074] (4) 像素跟踪:根据匹配到的车灯对,得到车灯的中点坐标,即目标点像素坐标,进行像素跟踪,确定有效车灯对。

[0075] (5) 车辆状态分类:根据有效车灯对的亮度值,进一步将其分类为刹车灯或者尾灯,得出目标车辆的状态。

[0076] (6) 坐标转换:基于有效车灯对,利用相机标定参数和坐标转换,得到世界坐标系下的目标位置。

[0077] (7) 毫米波雷达数据采集:该过程应该与相机数据采集同时进行。

[0078] (8) 目标点预处理:获取毫米波雷达输出的目标位置及速度信息,去除干扰噪声点,并筛选出有效目标点。

[0079] (9) 目标匹配:根据步骤(6)中的目标位置,在一定范围内与毫米波雷达的有效目标点利用匹配准则进行数据关联。

[0080] (10) 目标跟踪:利用Kalman滤波算法对步骤(9)中匹配到的目标点进行跟踪,得到最终目标车辆位置、速度与状态信息作为目标车辆信息。

[0081] 如图4所示,上述步骤(2)的具体实现过程如下:

[0082] a. 输入RGB图像:输入图片为相机采集的每一帧图像数据,该图像数据为RGB图像格式。

[0083] b. 利用自适应阈值提取高亮区域:将RGB格式的图像数据转换成灰度图,计算灰度图的均值和标准差。根据均值与标准差得到自适应阈值,并利用该阈值对图像进行二值化处理。其中大于该阈值的部分设为高亮区域,低于该阈值的部分设为非高亮区域。从而根据自适应阈值的方法完成图像高亮区域的提取。

[0084] c. 根据统计数据,基于HSV通道提取红黄区域:将原始RGB格式的图像数据转换成HSV格式。对车灯的HSV图像进行统计,由于夜间车灯的颜色不统一,但主要分布在黄色、紫色、红色的颜色范围内。基于车灯的颜色分布,对HSV图像进行处理,设定H通道阈值,阈值范围内的H通道值保留,范围外的直接将H值置为0。HSV图像处理完成后,将其转换成灰度图,再对灰度图提取红色通道,对红色通道采用上述的自适应阈值法提取高亮区域。

[0085] d. 取交集,得到二值化图像:根据上述的图像处理结果,对两种图像取交集部分。即两幅二值化图像同时高亮的区域保留高亮特征,否则置为非高亮区域。

[0086] e. 闭运算,中值滤波:进一步对图像进行闭运算和中值滤波,最终输出只包含感兴趣区域的处理后图像,即输出预处理结果。

[0087] 如图5所示,上述步骤(3)的具体实现过程如下:

[0088] a. 输入预处理后的图像。

[0089] b. 寻找大小合适的连通区域:限定有效的搜索区域为图像的上半部分,并去除下边缘的自车车头部分。车头经常会有前车车灯的反光会造成误检,所以也需滤除,车头大约为图像的0.18倍高度。在有效区域内搜索连通域,只保存100到1000个像素大小的区域,滤除过大或过小的区域。

[0090] c. 利用多个几何约束条件,求两个车灯区域的匹配概率:对每一个连通区域,计算与它中心距离在200个像素距离内的其他连通区域的匹配概率。其概率计算的流程如图6所示。将初始概率值设置为0,分别计算出连通域1及连通域2的参数,包括水平距离、垂直距离、重叠度(overlap)、高度相似度(similar height)、宽度相似度(similar height)、车身车灯宽度比(near)、车身宽度车灯高度比(scale)。并利用统计出的经验阈值,对参数落在有效范围区间(以范围1表示)的车灯增大概率(相当于正作用),不符合有效范围(落在范围2中)的减小概率(相当于负作用)。综合考虑多个几何参数的约束,得到最终的匹配概率。

[0091] 其参数、范围及作用关系如表1所示:

[0092] 表1

| 参数 | Overlap | | | Similar height/ similar height | | | near | | | scale | | | |
|------|---------|---------|-------|-----------------------------------|---------|------|-------|--------|--------------|---------|--------|--------|-----------|
| | <-1 | -1~-0.2 | >-0.2 | >0.8 | 0.5~0.8 | <0.5 | 3~1.2 | 12~1.5 | >1.5 | 2.5~1.4 | 14~1.0 | 15~2.0 | >20.5 |
| 范围 | 1 | 2 | 2 | 8 | 8 | 5 | 2 | 5 | 5 或 <3 | 4 | 5 | 0 | 或 <2.5 |
| 作用关系 | + | + | - | + | + | - | + | + | - | + | + | + | - |

[0094] 其中,“+”表示增大概率,“-”表示减小概率。

[0095] d. 寻找匹配概率最大的车灯对:查找与每个车灯有最大匹配概率的其他车灯,并且保证这个概率值大于1,则匹配成功,否则匹配失败。

[0096] e. 去除重复车灯:如果相邻车道的车辆距离过近,匹配完的车灯里很可能会出现两对车灯里有同一个车灯,对于这种情况,采取去重操作。保留匹配概率值更大的一对车灯,去除概率小的车灯对,增加检测的准确率。最后输出匹配车灯对。步骤(3)也可以采用车灯的对称性、车灯面积大小来进行车灯对匹配的其他类似方案。

[0097] 如图7所示,上述步骤(4)的具体实现过程如下:

[0098] a. 缓存3帧:缓存3帧的目标点的像素位置。

[0099] b. 帧间关联。

[0100] c. 通过K-1时刻最优估计得到K时刻预测值:该预测值通过卡曼滤波得到。

[0101] d. 目标匹配:用Kalman滤波得到当前帧的预测值与当前帧的观测值做目标匹配。

[0102] e. 更新状态:如果匹配成功,则更新目标点的状态,并确认为已跟踪目标。

[0103] f. 未匹配成功目标,判断是否为新目标。

[0104] g.如果是新目标,则创建新跟踪目标。

[0105] h.如果不是,则跟丢帧数加1。

[0106] i.如果跟丢帧数大于最大可接受的跟丢帧数,则删除目标。如果不大于,则将预测值作为最优值输出。

[0107] 对跟踪得到的目标点,根据车灯的亮度和统计得到的阈值,进一步将车灯分为刹车灯和尾灯。得到车辆的状态信息,即处在刹车状态或正常行驶状态;实际使用中,也可以通过其他方法实现车灯分类的方案同样能实现车灯状态判断。

[0108] 上述步骤(6)的具体实现过程如下:根据车灯对的像素位置,可以求出两个车灯的对称点的像素位置。将车辆与地面进行分割,对称点投影到地面的像素位置(如图8中A点位置所示)。

[0109] 根据自车的中轴线位置,可以求出A点到中轴线的像素位置。可得AB的像素位置 $p(AB)$,bc的像素位置 $p(BC)$ 。

[0110] 根据相机标定模型可将 $p(AB)$, $p(BC)$ 转换为实际距离 $S(AB)$, $S(BC)$ 。

[0111] 自车相机的盲区距离 $D3$,相机到自车车辆前端的距离 $D2$ 均可测量得出。因此可得出前方车辆相对自车最前端的相对位置,其中纵向距离为 $D4=S(BC)+D3-D2$,横向距离为 $D5=S(AB)$ 。同理可得出其他车辆相对自车的横向距离以及纵向距离。以自车行驶方向为X轴,前车坐标为 $(D4,D5)$ 。

[0112] 上述步骤(8)的具体实现过程如下:获取毫米波雷达输出的目标位置及速度信息,去除干扰噪声点,并筛选出有效目标点位置,得到车距信息。根据步骤(4)中的目标位置,在一定范围内与毫米波雷达目标点利用匹配准则进行数据关联。

[0113] 雷达的探测范围较为广泛,自然会获取更多的目标信息,因此需要对雷达划分有效目标区域。车辆在行驶过程中,以当前车辆预期行驶轨迹为中心,左右宽度为一个车道宽的区域可以看做雷达的有效目标区域。车辆左右邻车道目标以及同车道目标是待检测对象。

[0114] 筛选滤除雷达探测的无效目标,空信号,从而确定雷达的有效目标点位置。

[0115] 上述步骤(9)的具体实现过程如下:车灯检测结果经坐标转换后,在世界坐标系下目标的位置会有较大误差,所以需要与毫米波目标点进行数据融合。其方法如图9所示,对于步骤(4)中得到的每个目标车辆位置 (x_0,y_0) ,搜索范围为 $[x_0-5\text{ m},x_0+5\text{ m}]$ 和 $[y_0-2.5\text{ m},y_0+2.5\text{ m}]$ 的矩形框区域内的毫米波雷达目标点。此处的5m和2.5m取自最大车长与车宽。

[0116] 对该区域内所有雷达点,两两比较,以确定是否为同一目标车辆的点。设待比较的两雷达坐标点为 (x_1,y_1) , (x_2,y_2) ,比较准则如图10所示,当横向距离或纵向距离大于阈值时,认为是不同目标,否则为相同目标,保留距离更近的目标点。

[0117] 上述步骤(10)与(4)的跟踪方法原理一致,不再赘述。不同的是,步骤(10)中是在世界坐标系下,针对毫米波雷达目标点与车灯检测目标点融合后的目标点位置进行跟踪。最终输出更加准确的目标车辆位置、速度与状态信息。

[0118] 上述方法对灰度图应用自适应阈值算法提取高亮区域,可以更好地适应环境,具有很高的鲁棒性;并基于HSV通道和车灯颜色统计信息提取可能为车灯颜色的区域,而不仅仅是红色区域,覆盖了更多不同颜色的车灯,提高车灯位置提取的准确率;基于几何约束条件计算两个可能的车灯区域的匹配概率,并利用概率值去除重复车灯,基于匹配概率计算

和去重操作的车灯检测算法,采用了多个几何约束条件,且具有较低的误检率以及车灯定位的准确率;确定有效车灯对后,根据车灯的亮度值,进一步将其分类为刹车灯或者尾灯,可以获取目标车辆的状态;车灯检测目标与毫米波雷达目标的数据融合,更好的辅助自动驾驶的判断;根据车灯检测的目标位置,在一定范围内与毫米波雷达目标点进行数据关联,提高了目标车辆定位的精度,弥补了现有方法的不足。

[0119] 对应于上述方法实施例,本发明实施例还提供一种雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测装置,如图11所示,该装置包括:

[0120] 数据获取模块1100,用于获取待处理图像,以及对应的雷达数据;

[0121] 图像处理模块1102,用于基于自适应阈值算法及车灯颜色阈值范围对待处理图像进行处理,得到包含车灯信息的第一图像;

[0122] 车灯信息确定模块1104,用于根据第一图像及预设的约束条件,确定车灯信息;

[0123] 车辆信息确定模块1106,用于根据车灯信息及雷达数据,确定目标车辆信息。

[0124] 本发明实施例提供的雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测装置,与上述实施例提供的雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法具有相同的技术特征,所以也能解决相同的技术问题,达到相同的技术效果。

[0125] 本发明实施例还提供了一种电子设备,参见图12所示,该电子设备包括处理器130和存储器131,该存储器131存储有能够被处理器130执行的机器可执行指令,该处理器130执行机器可执行指令以实现上述雷达与车灯检测融合的夜晚车辆检测方法。

[0126] 进一步地,图12所示的电子设备还包括总线132和通信接口133,处理器130、通信接口133和存储器131通过总线132连接。

[0127] 其中,存储器131可能包含高速随机存取存储器(RAM,Random Access Memory),也可能还包括非不稳定的存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。通过至少一个通信接口133(可以是有线或者无线)实现该系统网元与至少一个其他网元之间的通信连接,可以使用互联网,广域网,本地网,城域网等。总线132可以是ISA总线、PCI总线或EISA总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图12中仅用一个双向箭头表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0128] 处理器130可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器130中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器130可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)、网络处理器(Network Processor,简称NP)等;还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processing,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器131,处理器130读取存储器131中的信息,结合其硬件完成前述实施例的方法的步骤。

[0129] 本发明实施例还提供了一种机器可读存储介质,该机器可读存储介质存储有机器可执行指令,该机器可执行指令在被处理器调用和执行时,该机器可执行指令促使处理器实现上述雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法,具体实现可参见方法实施例,在此不再赘述。

[0130] 本发明实施例所提供的雷达与车灯检测融合的夜间车辆检测方法、装置和电子设备的计算机程序产品,包括存储了程序代码的计算机可读存储介质,所述程序代码包括的指令可用于执行前面方法实施例中所述的方法,具体实现可参见方法实施例,在此不再赘述。

[0131] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,网关电子设备,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0132] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

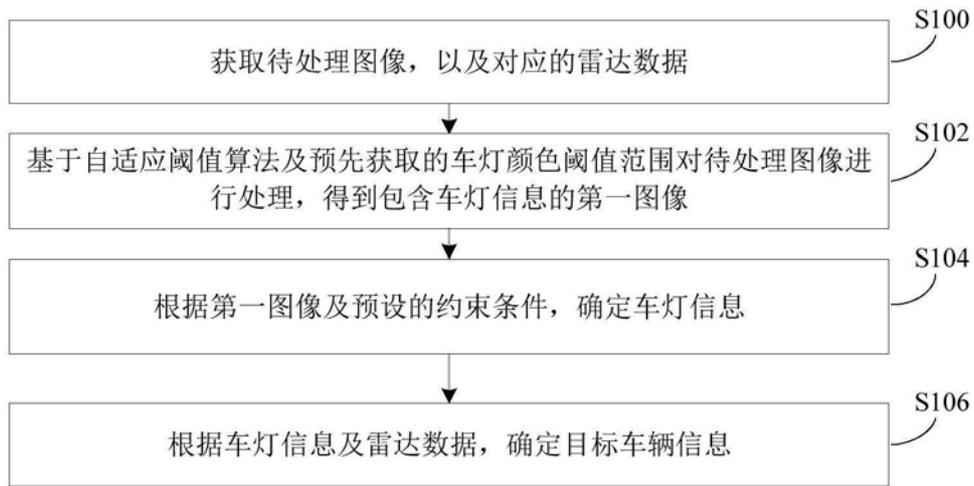


图1

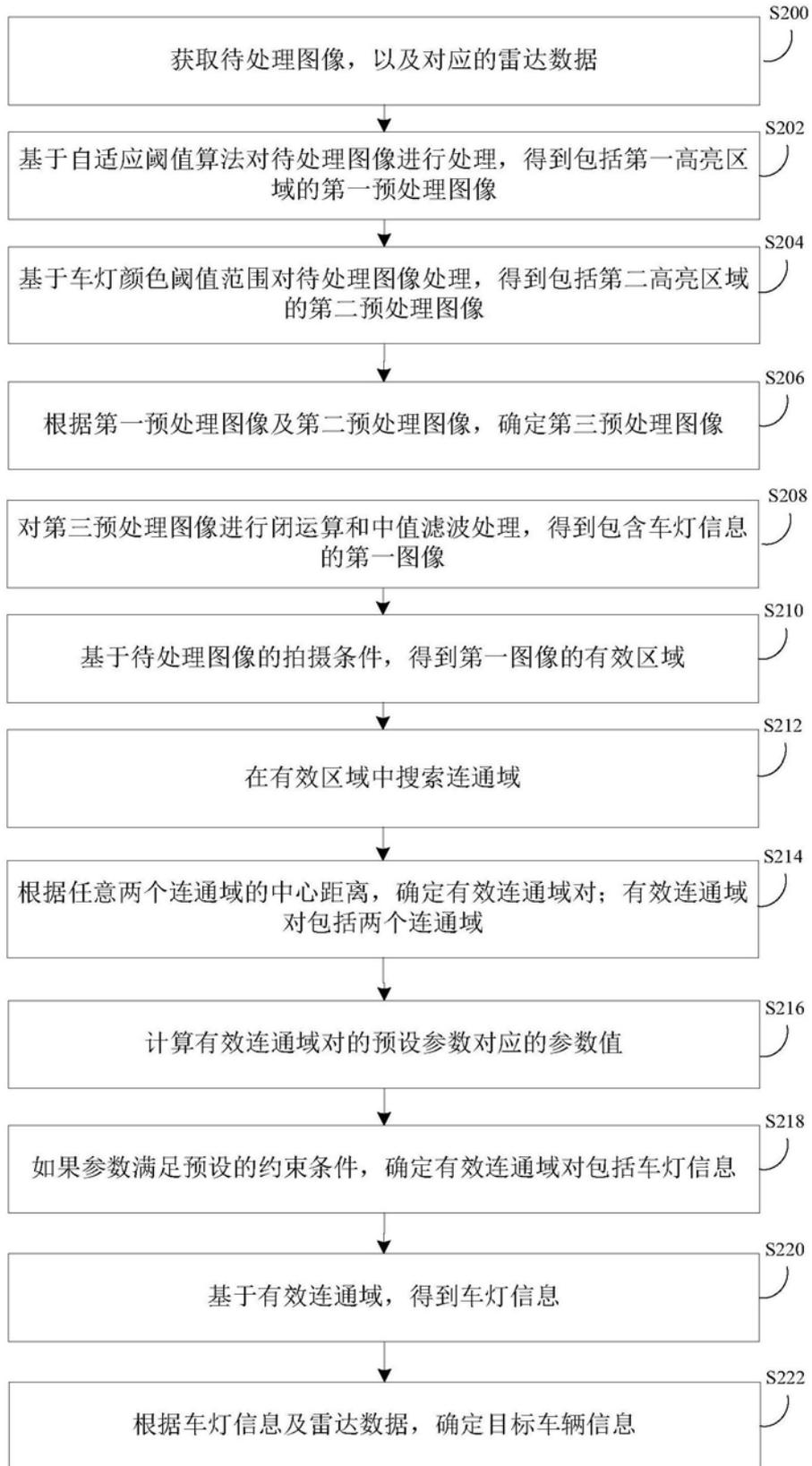


图2

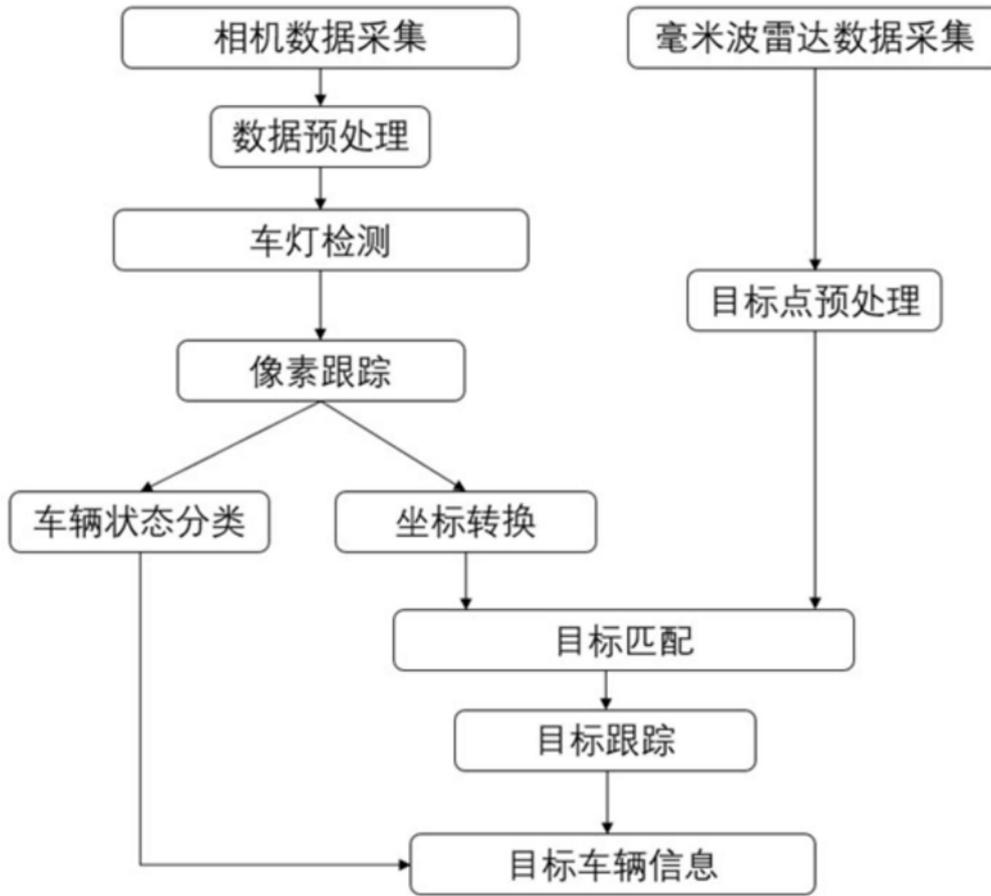


图3

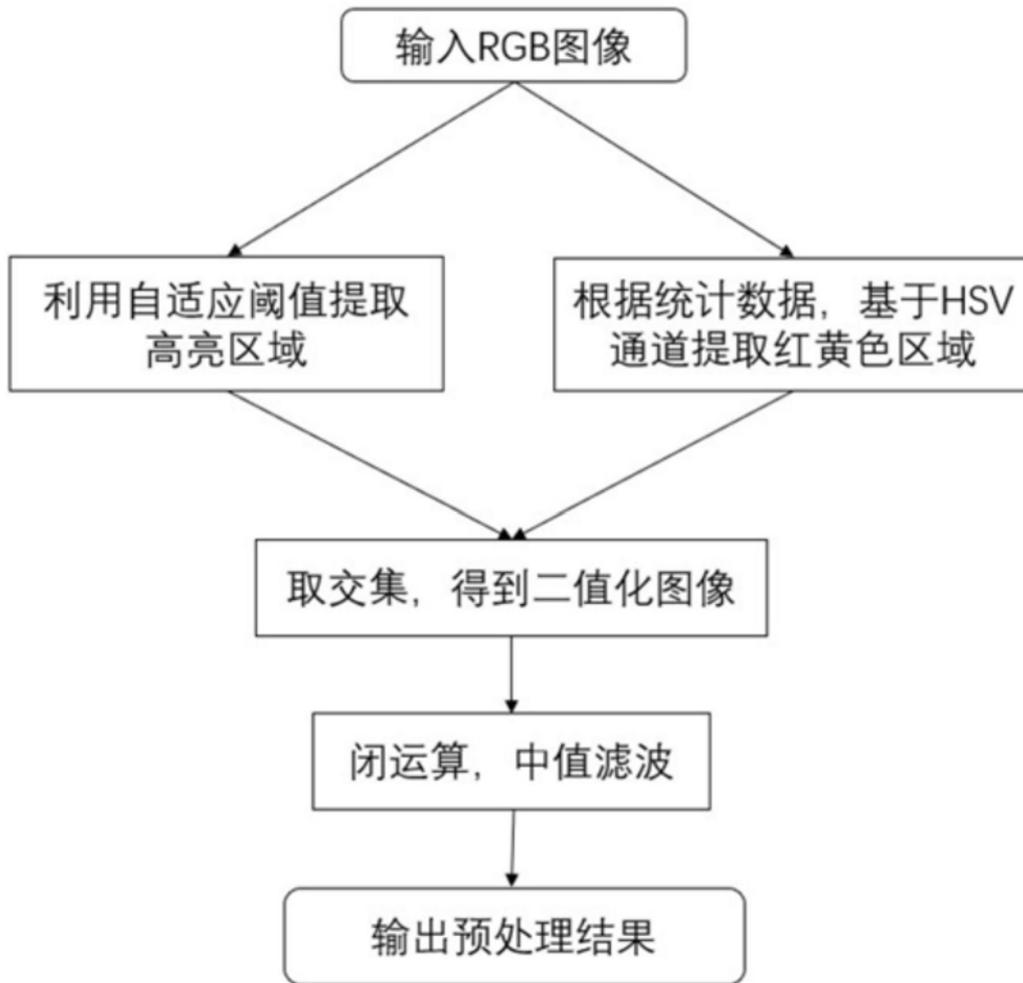


图4

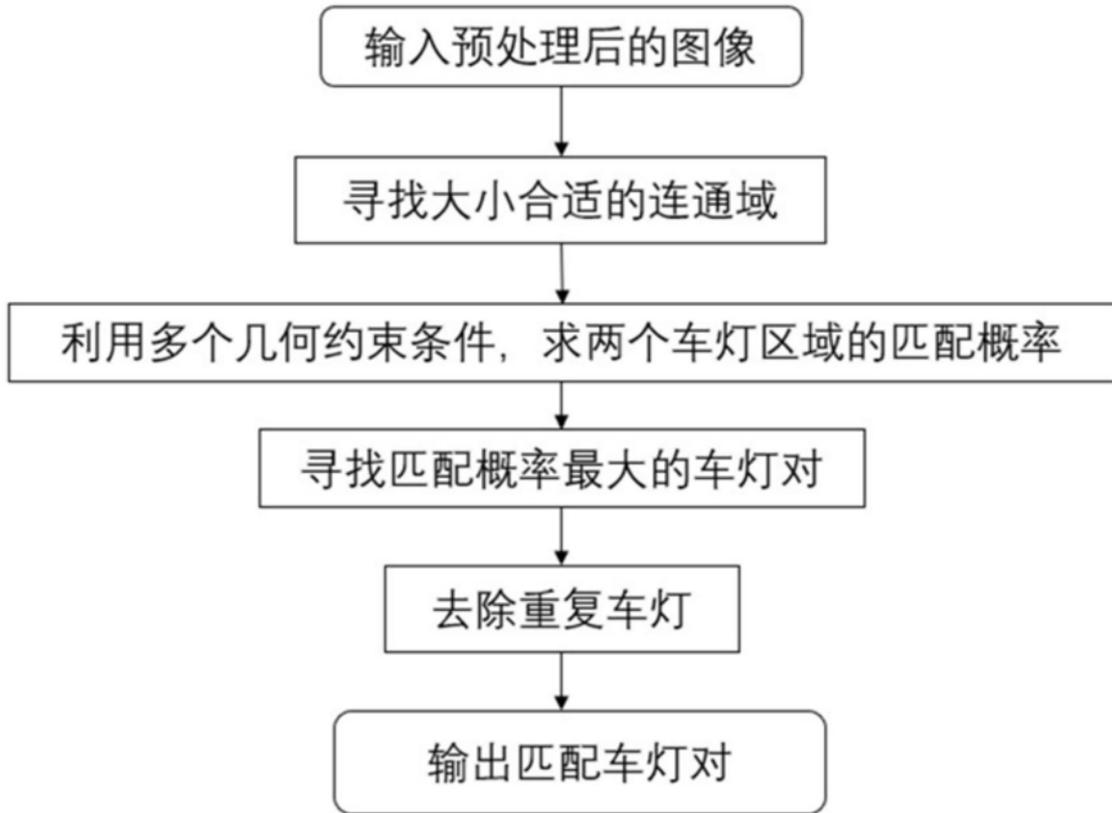


图5

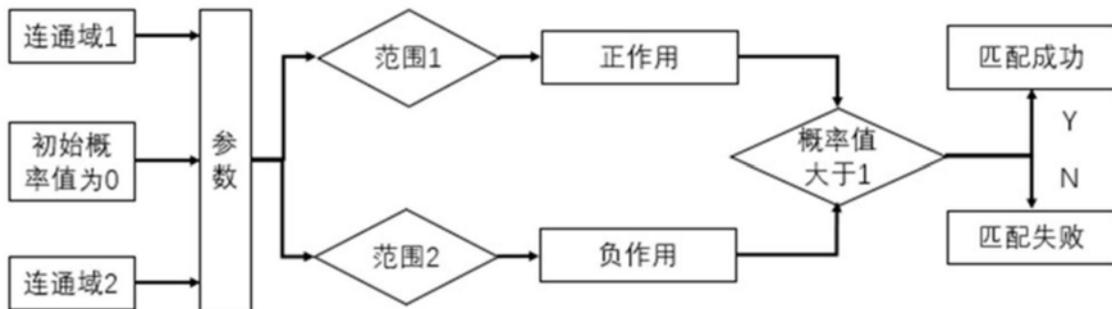


图6

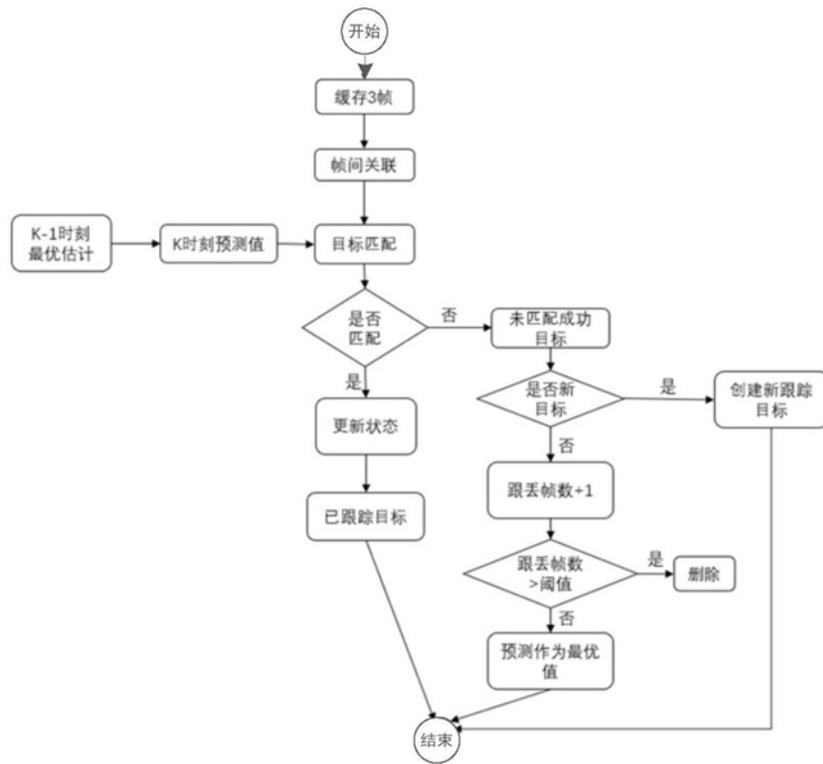


图7

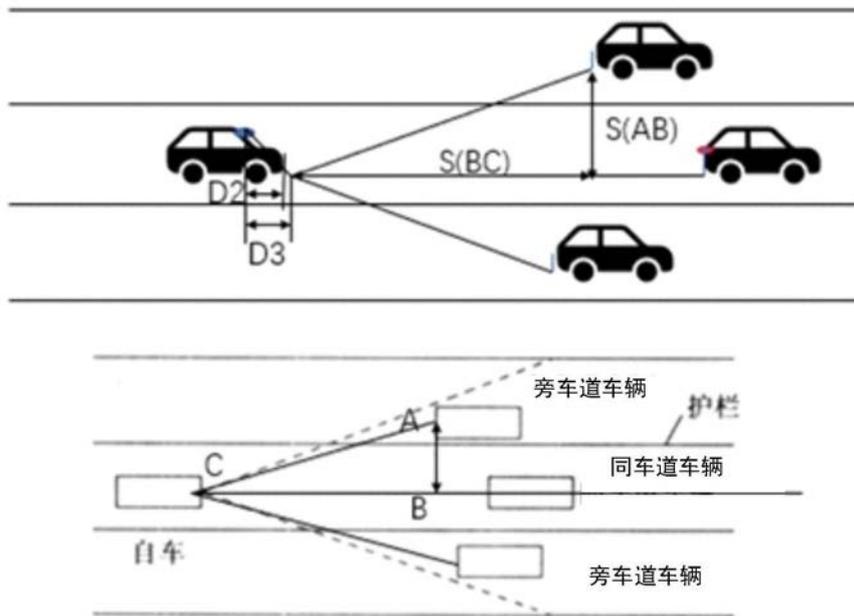


图8

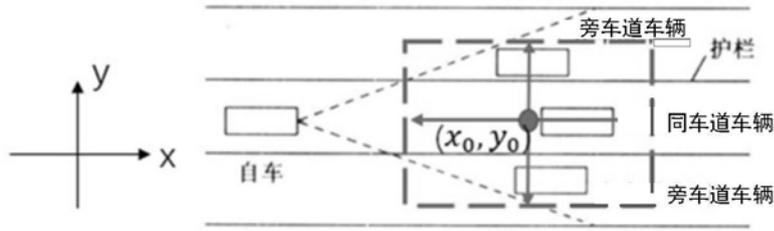


图9

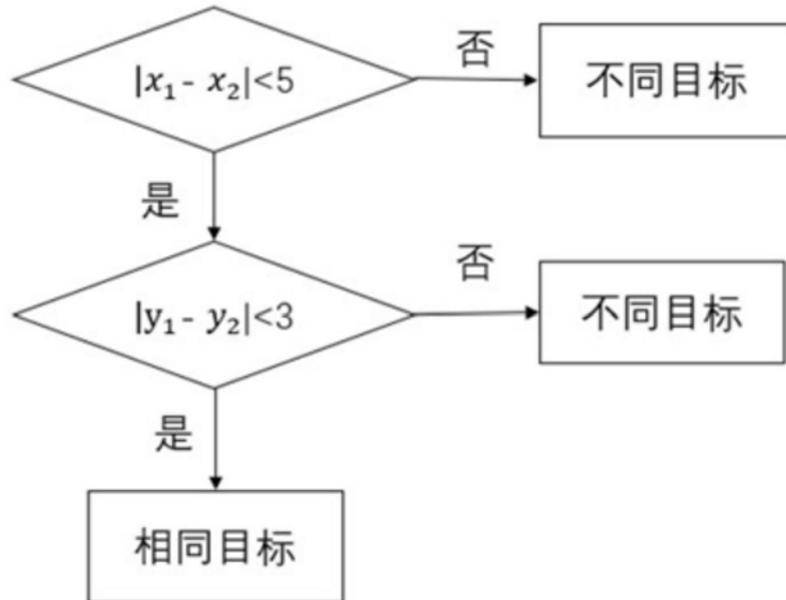


图10



图11

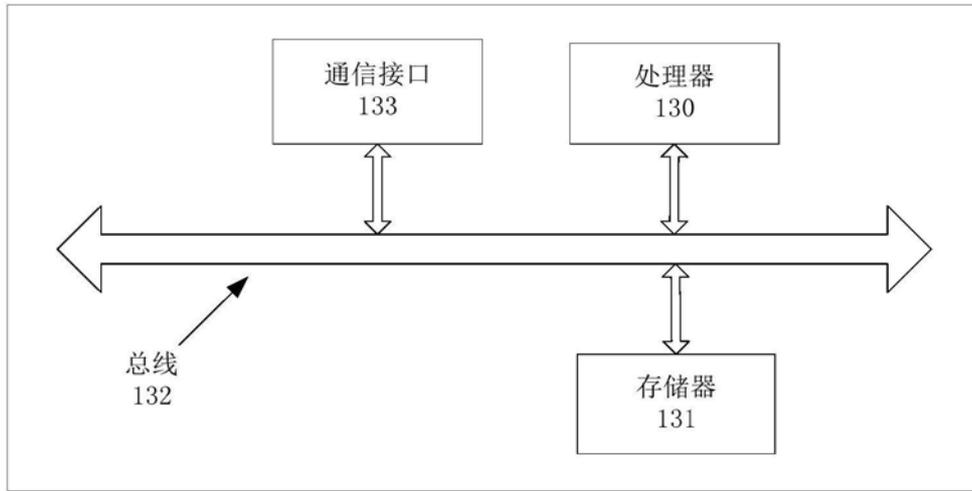


图12