



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110288833 A

(43)申请公布日 2019.09.27

(21)申请号 201910634515.X

(22)申请日 2019.07.15

(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 杨波 张于可心

(51)Int.Cl.

G08G 1/01(2006.01)

G08G 1/065(2006.01)

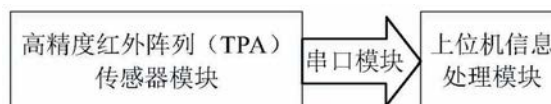
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于高精度红外阵列传感器的车流量检测系统

(57)摘要

本发明提供了一种车流量检测系统,基于高精度红外阵列传感器模块对实际道路单车道车辆信息进行采集后统计车流量。高精度红外阵列传感器模块部署于道路一侧,采集车辆红外辐射信息通过串口模块发送至上位机信息处理模块;上位机信息处理模块对原始数据进行数据转换、插值、滤波,采用背景移除、二值化、形态学方法从背景中提取车辆目标信息,设置矩形检测窗口并利用多中间状态机算法对车辆实现计数。本发明解决了磁阻传感器与传统红外传感器在交通拥堵时不能进行车辆目标检测的问题,也克服了不良天气情况下视频检测特有的缺点。



1. 一种基于高精度红外阵列传感器的车流量检测系统,其特征在于,由检测车流量的高精度红外阵列传感器模块、串口模块和上位机信息处理模块三个部分构成;

其中所述高精度红外阵列(Thermal Pile Array, TPA)传感器模块的特征在于,能够检测出车辆经过所述高精度红外阵列传感器模块时产生的红外辐射变化;所述串口模块的特征在于,能够将传感器模块测量得到的红外辐射温度数据以十六进制补码的形式通过串口模块传输给上位机信息处理模块;所述上位机信息处理模块的特征在于,能够处理传感器模块通过串口模块传输的车辆红外辐射温度数据实现车流量的统计。

2. 根据权利要求1的高精度红外阵列传感器模块,包括:

所述高精度红外阵列传感器模块采集车辆红外辐射温度数据;

所述高精度红外阵列传感器模块的部署方案;

其中所述部署方案的特征在于,传感器模块垂直于地面、平行于车道放置。

3. 根据权利要求1的上位机信息处理模块,包括:

所述上位机信息处理模块的检测模式,包括在线检测和离线检测;

所述上位机信息处理模块的车流量检测算法;

所述上位机信息处理模块的软件平台设计;

其中所述在线检测的特征在于实时统计车流量并具备保存检测数据的功能;所述离线检测的特征在于处理事先保存的采集数据。

4. 根据权利要求3的上位机信息处理模块,其中所述车流量检测算法包括:

温度数据矩阵预处理算法、车辆目标提取算法、车流量统计算法。

5. 根据权利要求4的车流量检测算法,其中所述红外辐射温度数据矩阵预处理包括:

数据转换、插值、滤波;

其中所述数据转换的特征在于,将传感器传输的十六进制红外辐射温度数据转换为十进制红外辐射温度矩阵;所述插值的特征在于,提高传感器输出显示的分辨率;所述滤波的特征在于,去除红外辐射温度波动产生的噪声干扰。

6. 根据权利要求4的车流量检测算法,其中所述车辆目标提取算法包括:

背景移除、二值化、形态学处理;

其中所述背景移除的特征在于,提取车辆的红外特征信息,将其与背景分离;所述二值化的特征在于,将所述背景移除提取的车辆红外特征像素置1,背景像素置0,简化下一步处理的计算量;所述形态学处理的特征在于,去除图像内的细小噪声便于车流量统计。

7. 根据权利要求4的车流量检测算法,其中所述车流量统计算法包括:

检测窗口设置、多中间状态机判定状态;

其中所述检测窗口设置的特征在于,在二值数据矩阵内靠近边界处设置虚拟的矩形检测窗口,计算矩形检测窗口内的像素均值,得到0、1变化的序列;所述多中间状态机判定状态的特征在于,输入所述的0、1变化序列判断车辆进出检测区域的状态,决定是否增加车辆计数,防止车辆误检。

8. 根据权利要求7的车流量统计算法,其中所述多中间状态机判定状态的方式为:车辆不在矩形检测窗口时,由于矩形检测窗口均值为0,状态机判定车辆一直处于无车状态(nocar);当车辆开始进入矩形检测窗口之后,矩形检测窗口的均值发生变化,将均值四舍五入至整数位,若均值变为1,则状态机状态改变为车辆进入计时状态(S1),计数器count1

开始递增;若连续M帧矩形检测窗口的均值都为1,则状态机改变为有车状态(car),否则计数器count1置0,返回到无车状态;在有车状态下,若矩形检测窗口的均值一直为1,则状态不变;当车辆逐渐驶离矩形检测窗口时,矩形检测窗口的均值变为0,状态机状态改变为车辆离开计时状态(S0),计数器count0开始递增;若连续N帧矩形检测窗口的均值都为0,这状态机改变为无车状态(nocar),此时车辆的数量加1,达到车辆计数的目的,否则计数器count0置0,返回到有车状态。

9. 根据权利要求3的上位机信息处理模块,其中所述的软件平台设计的特征在于,根据权利要求1所述车流量检测系统和根据权利要求3所述检测模式的需要,实现车流量的在线检测与离线检测,观察检测结果,存储和读取xml格式的数据文件,显示车辆计数,实现数据回放。

一种基于高精度红外阵列传感器的车流量检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车流量检测系统,具体而言是一种基于高精度红外阵列传感器的车流量检测系统。

背景技术

[0002] 机动车给人们生活带来便捷的同时,其数量的激增也带来了交通拥堵等一系列问题。在这种情况下,发展智能交通系统(Intelligent Transportation System,ITS)就成了当务之急。智能交通系统集成信息、传感、通信与控制于一体,在完备的交通基础设施之上,利用先进的电子传感器、数据通信技术、计算机处理技术、电子控制技术,对交通系统进行实时、准确和高效地管理。

[0003] 智能交通系统的一个重要环节是交通信息的采集。交通信息包括车流量、车速、车型等,这些信息需要通过传感器进行采集,因此传感器技术水平的提高也是发展智能交通系统的重要关键点之一。

[0004] 目前,由于MEMS传感器具有体积小、成本低、安装和维护方便等突出优点,且可以与无线传感器网络技术相结合,逐渐成为车辆检测领域的新方向。其中比较成熟的MEMS传感器有磁阻传感器,它具有低成本、低功耗和精度高等优点,并且受天气、道路环境因素影响小,符合车辆检测中对稳定性和准确性的要求,是现有行驶车辆检测系统中较为优秀的一种。但在道路拥堵情况下,由于车辆首位相接,车速低,对地磁场的扰动小,磁阻传感器很难准确检测出低速行进车辆。而高精度红外阵列传感器的新进上市,恰好弥补了磁阻传感器的不足。

[0005] 由多个热电堆元件集成的高精度红外阵列(Thermal Pile Array,TPA)传感器,不仅能测量移动的红外物体,还能测量静止的红外物体,这种特性将有助于提升车辆严重拥堵时,车速接近静止、车辆首尾相接时的车辆检测精度。此外,TPA传感器具有MEMS传感器的所有优点。

[0006] 本发明将结合交通流量统计需求,合理部署TPA传感器位置,采集实际道路车辆相关信息,实现TPA传感器在车流量检测中的应用,为智能交通系统中车辆信息的检测提供一种新的、灵活的解决方案。

发明内容

[0007] 本发明提出利用TPA传感器模块对实际道路单车道车辆信息进行采集,并对采集信号进行分析处理,实现车流量检测。

[0008] TPA传感器模块是进行数据采集和数据处理的基础,TPA传感器模块将采集到的信息通过串口模块传递到上位机信息处理模块,通过进一步信息处理实现现场车辆目标的检测。

[0009] 进一步地,车流量检测系统包括TPA传感器模块、串口模块和上位机信息处理模块。

[0010] 进一步地,TPA传感器模块用于车辆目标信息的采集,车辆目标进入传感器模块视场后,由于车辆温度高于环境温度带来的影响,传感器模块视场的红外辐射温度发生变化;串口模块将温度信息传输给上位机信息处理模块,以满足现场实时检测或数据离线采集的需要;上位机信息处理模块与TPA传感器模块通过串口模块进行连接,用于对TPA传感器模块采集到的数据进行处理。

[0011] 进一步地,在实际道路环境中,TPA传感器模块的部署方案可以根据实际环境确定。传感器模块的部署角度和传感器距离地面的距离以其视场能够采集到的红外信息完整并且受到的干扰较小为准。根据测量效果和测量的连续性完整性实验结果,最终选择传感器模块平行于车道部署。为保证得到的车辆数据较为完整,将传感器模块放置在距离车道中心约2米、距离地面高度0.5米处。

[0012] 进一步地,将车流量检测分为在线检测和离线检测两种模式。在线检测可以实现实时的车流量统计,同时也可以保存传感器模块采集的数据;离线检测可以处理事先保存的采集数据,实现对历史数据的回放。

[0013] 进一步地,车流量检测的具体步骤如下:

[0014] (1)通过算法将传感器模块发送给上位机信息处理模块的包含帧头、帧尾信息的十六进制温度数据转换成十进制温度矩阵,对转换后的数据进行插值、滤波处理,提高传感器输出显示的分辨率,去除温度波动产生的噪声干扰;

[0015] (2)采用背景移除方法对背景数据进行移除,将车辆目标从背景中提取出来,将车辆红外特征像素置1,背景像素置0,得到二值数据矩阵,再对二值数据矩阵进行形态学开运算和闭运算,去除背景区域内的细小噪声物体和物体区域内的噪声孔;

[0016] (3)在二值数据矩阵内设置矩形检测窗口,该检测窗口是虚拟的,固定在靠近传感器视场其中一侧边界的地方,无车辆经过时,矩形检测窗口内的像素均值为0;有车辆经过时,检测窗口内的像素点均值为1,将检测窗口的像素均值输入多中间状态机,对车辆是否驶入或驶出检测区域进行判定,对车辆进行计数的同时消除温度波动带来的误检问题。

[0017] 进一步地,根据车流量检测系统的需要,完成车流量检测的软件平台设计与开发。

[0018] 本发明解决了磁阻传感器与传统红外传感器在道路交通拥堵时不能准确进行车辆检测的问题,也克服了不良天气情况下视频检测特有的缺点;利用高精度红外阵列传感器模块可以有效提取车辆红外特征,实现车流量检测。

附图说明

[0019] 图1为本发明车流量检测系统的整体结构示意图;

[0020] 图2为本发明车流量检测系统的传感器模块部署方案与传感器模块视场示意图;

[0021] 图3为本发明原始数据与数据处理后的效果对比图;

[0022] 图4为本发明车辆计数原理示意图;

[0023] 图5为本发明车辆计数的多中间状态机状态转换图;

[0024] 图6为本发明车流量检测软件平台结构框图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0026] 参照图1,本发明车流量检测系统的整体结构包含高精度红外阵列传感器模块与上位机信息处理模块,二者通过串口模块进行信息传输。

[0027] 参照图2,本发明车流量检测系统的部署方案是将传感器模块垂直于地面、平行于车道放置。图中21是传感器模块视场的侧视图,22是传感器模块视场的俯视图,211和221表示高精度红外阵列传感器模块。图中 d_1 表示传感器模块距离车辆中轴线(车道中心)的距离。21中 α 表示传感器模块铅垂方向的视角, d_2 表示传感器模块距离地面的铅垂高度, h_1 表示传感器模块铅垂方向的有效测量高度,其大小为 $h_1 = d_1 \tan \frac{\alpha}{2} + d_2$; s_1 表示传感器模块水平方

向的检测盲区长度,其大小为 $s_1 = d_2 \cot \frac{\alpha}{2}$,当 $d_1 - s_1$ 大于车辆宽度的一半时,可以检测到完整的车身下部; h_2 表示传感器模块铅垂方向的最小测量高度,其大小为 $h_2 = 2d_2$ 。22中 β 表示传感器模块水平方向的视角, s_2 表示传感器模块水平方向的有效测量长度。标准车道宽度在3米左右,将传感器模块放置于车道旁0.5米处,则 $d_1 \approx 0.5\text{m} + 1.5\text{m} = 2\text{m}$ 。将传感器模块距离地面0.5米放置,即 $d_2 = 0.5\text{m}$ 。以垂直视角 $\alpha = 75^\circ$,水平视角 $\beta = 110^\circ$ 的传感器模块为例,传感器模块铅垂方向的有效测量高度 $h_1 = 2\text{m} \times \tan(55^\circ \div 2) + 0.5\text{m} \approx 2.03\text{m}$,传感器模块铅垂方向的最小测量高度为 $h_2 = 2 \times 0.5\text{m} = 1\text{m}$,传感器模块水平方向的检测盲区长度为 $s_1 = 0.5\text{m} \times \cot(55^\circ \div 2) \approx 0.65\text{m}$,所以 $d_1 - s_1 = 1.35\text{m}$ 。根据国家规定,车辆的宽度不超过2.5米,即车宽一半的最大值为1.25米,小于 $d_1 - s_1$,所以传感器模块能够检测到完整的车身下部。由于车辆的发热部位包含发动机和轮胎部位,只要能够测量到车辆的这两部分就能提取车辆的红外特征。由于所有车型车辆发动机的高度不会超过2米,这个高度在传感器模块铅垂方向的有效测量高度内。在传感器模块铅垂方向的最小测量高度范围内,车辆的轮胎红外特征也能被提取。

[0028] 参照图3,传感器模块采集的数据通过上位机信息处理模块进行温度数据矩阵预处理和车辆目标提取。其中,31表示原始数据转化为十进制温度矩阵后的颜色图,32表示插值、滤波后的温度颜色图,33表示车辆目标提取后的二值图像。首先原始数据是以十六进制补码形式通过串口模块传输给上位机信息处理模块,通过算法进行数据解析得到十进制温度矩阵,如31所示。将温度矩阵进行插值、滤波,提高数据的分辨率并滤除掉环境中的高频温度噪声,如32所示。利用算法将背景移除,将前景像素置1,背景像素置0,得到的车辆红外特征二值矩阵,再通过形态学处理进行二次滤波,以达到提取车辆目标的目的,如33所示。

[0029] 参照图4,传感器车流量统计的原理是在背景移除后的二值数据矩阵中设定虚拟的矩形检测窗口,将其固定在靠近传感器视场其中一侧的边界处,并计算每一帧检测窗口中所有像素的均值。在没有车辆通过检测窗口时,均值应为0,如41所示。当有车辆经过时,均值不为0,将检测窗口的均值四舍五入,得到的均值为1,如42所示。车辆离开时,检测窗口内的像素均值重新变为0,如43所示。这样每一帧的检测窗口均值组成一串0、1序列,将该序列输入多中间状态机。

[0030] 参照图5,本发明为避免车辆误检而采用多中间状态机算法。车辆存在4种状态:无车状态、车辆开始进入矩形检测窗口、有车状态、车辆逐渐离开矩形检测窗口。这4个状态在图中分别以nocar、S1、car、S0表示,其中中间状态为S1和S0。count1和count0表示中间状态的计数器,二者的阈值大小分别为M,N。状态机的输入为矩形检测窗口的像素均值mean,输

出为车辆总数car_amount。车辆不在矩形检测窗口时,由于矩形检测窗口均值为0,状态机一直处于无车状态(nocar);当车辆开始进入矩形检测窗口之后,矩形检测窗口的均值发生变化,将均值四舍五入至整数位,若均值为1,则状态机的状态改变为车辆进入计时状态(S1),计数器count1开始递增;若连续M帧矩形检测窗口的均值都为1,则状态机改变为有车状态(car),否则计数器count1置0,回到无车状态;在有车状态下,若矩形检测窗口的均值一直为1,则状态不变;当车辆逐渐驶离矩形检测窗口时,矩形检测窗口的均值变为0,状态机的状态改变为车辆离开计时状态(S0),计数器count0开始递增;若连续N帧矩形检测窗口的均值都为0,这状态机改变为无车状态,此时车辆的数量加1,达到车辆计数的目的,否则计数器count0置0,回到有车状态。通过该状态机可以有效地避免环境温度波动、车辆热量分布不均匀等问题带来的检测干扰。

[0031] 下面给出了车辆信息检测的具体步骤。

[0032] 步骤1:根据高精度红外阵列传感器模块的十六进制补码输出,通过算法转化成十进制温度矩阵,将温度矩阵插值、滤波得到温度数据预处理后的数据矩阵;

[0033] 步骤2:将温度数据预处理后的数据矩阵进行背景移除,再将前景像素置1,背景像素置0,通过形态学处理,最终提取得到车辆目标的二值矩阵;

[0034] 步骤3:当车辆目标进入检测区域时,计算事先设置好的矩形检测窗口像素均值,将矩形检测窗口的像素均值作为状态机的输入,防止因数据波动等情况产生的车辆误检,实现车流量统计功能。

[0035] 参照图6,本发明根据车流量检测的需要设计并实现软件平台。软件平台上可以选择包括在线检测与离线检测在内的两种模式。在线检测可以实时统计车流量,同时也可以将检测到的数据加以保存;离线检测可以处理已经采集好的数据,实现对历史数据的回顾。软件平台数据的读取和存储都是统一采用xml文件格式存储,方便在该软件平台上进行数据的处理。主界面上还包含有数据的回放、车辆计数显示等功能。

[0036] 以上所述仅为本发明一种适用场景的说明,本发明的保护范围不限于此,任何本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内做出的简单变化和等效替代也均属于本发明的保护范围。

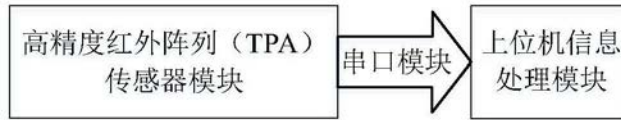


图1

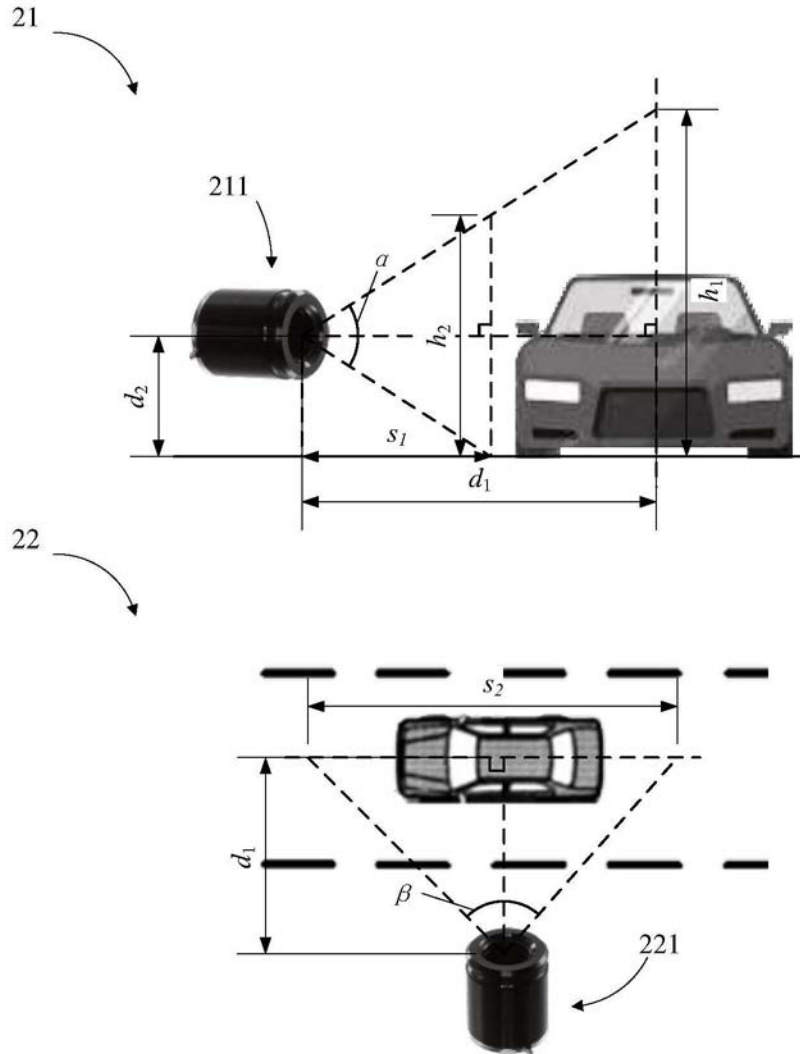


图2

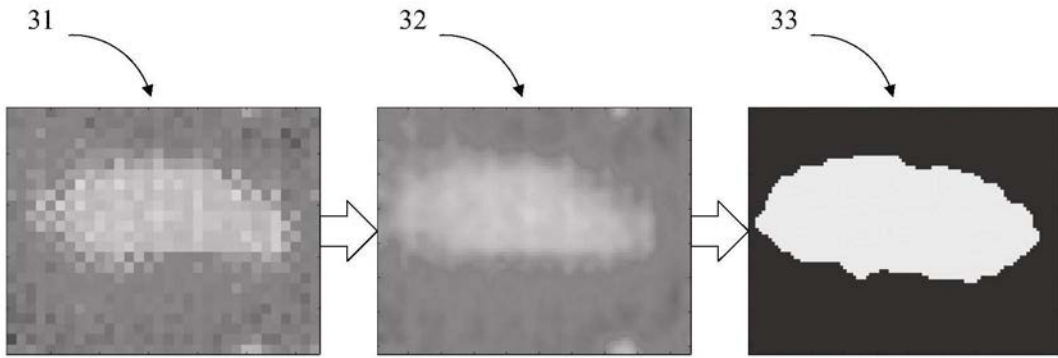


图3

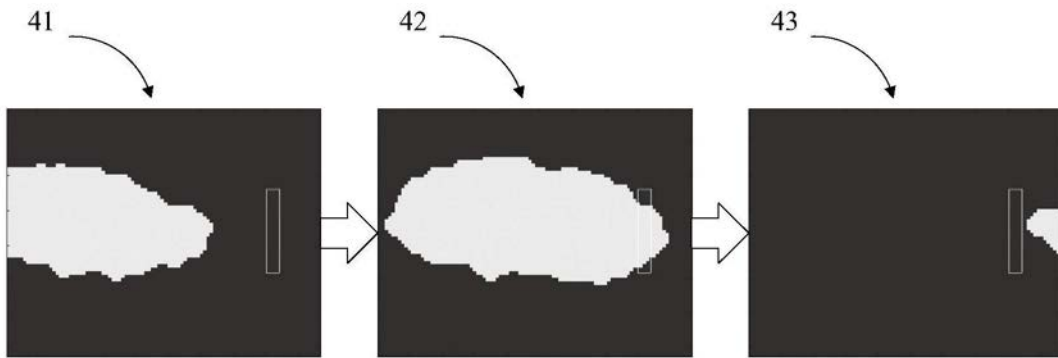


图4

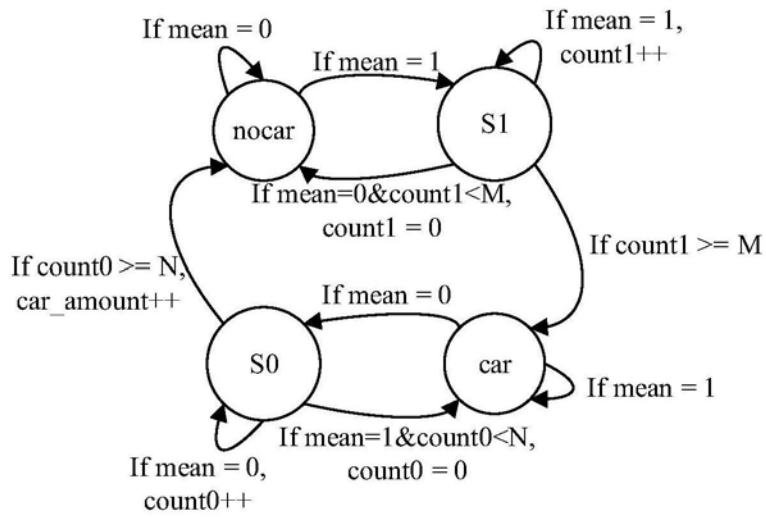


图5

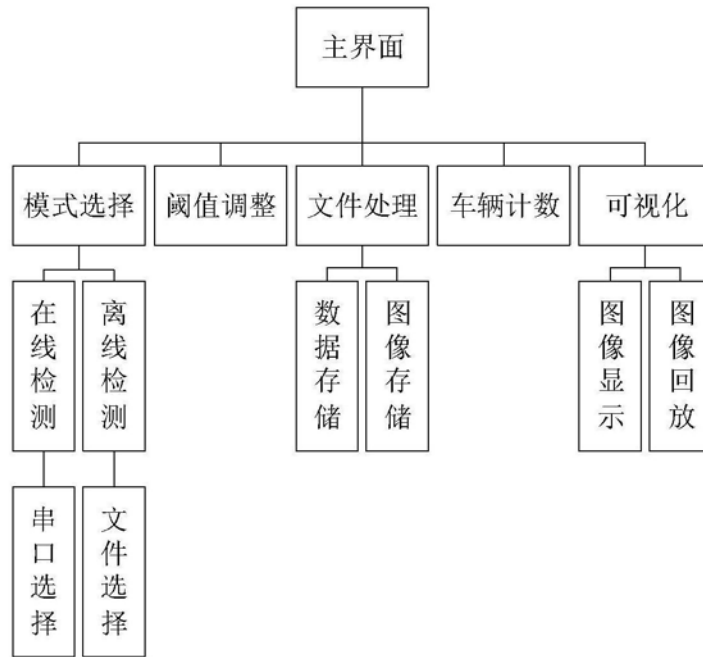


图6