

# 一种基于双目相机的车载限高报警系统的控制方法

张青春<sup>1</sup>, 王文聘<sup>2</sup>, 蒋方呈, 文张源, 张洪源, 王方修

(淮阴工学院, 江苏省 淮安市 223003)

**摘要:**提出了一种基于双目相机的车载限高报警系统的控制方法。该方法利用图像预处理对采集到的图像进行细节增强, 使用轻量级 yolov5-lite 目标检测网络识别行驶过程中的限高杆、拱桥等障碍物, 通过目标区域局部提取降低构建视差图的运算量, 采用自适应窗算法进行视差图优化处理, 测试表明, 该方法相比于传统的方法有效提高了测距的精度。

**关键词:**车载限高报警; 目标检测; 视差图优化

## A control method for vehicle-mounted height limit alarm system based on binocular camera

Zhang Qingchun, Wang Wenpin, Jiang Fangcheng, Wen Zhangyuan,

Zhang Hongyuan, Wang Fangxiu

(Huaiyin Institute of Technology)

**Abstract:** A control method of vehicle-mounted height limit alarm system based on binocular camera is proposed. The method uses image preprocessing to enhance the details of the collected images, uses the lightweight yolov5-lite target detection network to identify obstacles such as height-limiting poles and arch bridges in the driving process, reduces the computation of constructing disparity map through local extraction of the target area, and optimizes the disparity map by using the adaptive window algorithm. The test shows that this method effectively improves the accuracy of distance measurement compared with the traditional methods.

**Keywords:** Vehicle-mounted height limit alarm; Target detection; Parallax map optimization

## 1 传感器设计背景和应用价值

<sup>1</sup> 第一作者信息: 张青春, 男, 教授, 智能仪器、物联网、智能交通, [1524668968@qq.com](mailto:1524668968@qq.com)

<sup>2</sup> 通讯作者信息: 王文聘, 男, 研究生, 智能交通, [2273402144@qq.com](mailto:2273402144@qq.com)

设计背景：近年来，由于我国的公路网的大量完善，交通运输业得到飞速发展，其巨大的规模，在国民经济中占有重要的一部分。在交通运输行业中，运输车辆常因为车身宽大，使得车辆在遭遇到限高杆、拱形桥洞、涵洞等障碍物时驾驶员无法准确预估车高的安全限度，常常会导致运输事故发生。

当前在车载限高报警系统领域主要采取两种措施，第一种是采用对限高杆添加预警装置的方式，预防超高车辆的事故发生，该方法整体成本过高，不适合在一些落后地区使用；另外一种方式是将激光雷达传感器、红外测距传感器或者摄像机搭载到车辆上，对行驶过程中的限高装置进行高度的检测，但是该方法对测距算法和采集设备具有很高的要求，目前的已知的一些算法在精度和效率上还待进一步的提高。

应用价值：交通物流行业是现代物流产业的重要细分领域之一，其发展与交通运输行业紧密相关，在交通运输行业结构调整、市场日益集中、竞争不断加剧的情况下，交通运输企业对物流环节的专业化需求会持续增加，未来公路运输车辆依旧需要维持较高的出勤率，在此同时运输车辆的限高问题依旧是一个不容忽视的问题。

本控制方法基于 RK3399 嵌入式开发平台实现，根据视差原理采用双目摄像头从不同角度采集图像信息，获取三维图像的位置信息，实现对物体的距离测量，另外通过目标检测算法实现对障碍物的识别、检测，通过 RK3399 平台进行控制，对检测到的场景分析，对阻碍车辆正常行驶的障碍物进行预警提醒。可以实现对车辆行驶过程中限高杆、涵洞等障碍物的检测，测量其高度、宽度信息并对驾驶员进行预警提醒，其优秀的功能具有广泛的研究和应用价值。

## 2 创新点与优势

### 2.1 创新点

针对车辆限高问题，本方法创新性的采用双目相机与 RK3399 平台，实现图像的采集与处理，通过图像预处理对采集到的图像进行细节增强，利用轻量级 yolov5-lite 目标检测网络识别行驶过程中的限高杆、拱桥等障碍物，通过目标区域局部提取降低构建视差图的运算量，最后采用改进型自适应窗算法进行视差图优化处理，提高测距的精准度。

系统采用了 YOLOv5-Lite 目标检测算法

YOLOv5-Lite 是在 YOLOv5 的基础上摘除 Focus 层，避免了在不含 GPU、NPU 加速的芯片中频繁的 slice 操作使得大量占用缓存。另外 YOLOv5-Lite 对 yolov5 head 进行通道剪枝等操作，使其更轻更快。由于 YOLOv5-Lite 体积小，并且独特的网络结构设计，使他可以

在嵌入式设备上部署使用。

通过细节增强对双目采集到的图像进行图像预处理

我们分别在双目相机采集图像后和训练 YOLOv5 模型前加入一个图像预处理环节(目的在于丰富数据集), 对图像进行细节增强, 提高下一步匹配过程的精确度。

通过目标区域局部提取降低构建视差图的运算量

通过目标检测网络识别出限高杆、涵洞等目标后, 记录该目标在左右相机采集的图片上的 anchor 坐标, 通过 opencv 根据 anchor 坐标将对应的目标区域裁剪, 即只保留原图像上的目标区域, 去掉不必要的背景信息, 大大降低对整幅图片构建视差图所带来的巨大运算量。

(4) 采用改进型自适应窗算法进行视差图优化处理

在视差空洞区域从水平和垂直方向找到最接近的非零视差值, 根据坐标生成可自适应的矩阵窗口, 计算窗口内的视差均值进行空洞区域填充, 从而完成视差图优化。

## 2.2 优势

该方法与传统的限高方法相比, 系统简单灵活, 整体成本低, 市场应用价值高, 适合企业大规模应用。它可以搭载在汽车上, 方便灵活, 不需要花昂贵的费用在道路上建立限高预警系统; 系统采用 YOLOv5-Lite, 使其可以轻松地在移动端、嵌入式端部署; 另外对视差图采用改进型自适应窗的方法对生成的视差图进行优化处理, 极大提高测距的精度; 最后系统采用双目摄像头采集图像信息, 相比于激光雷达在成本上可以实现大量的节省。

- (1) 系统简单灵活;
- (2) 模型体积小、轻、易于部署;
- (3) 降低限高报警设备的成本;
- (4) 对视差图优化提高测距的精度。

## 3 实现方案简介

拟采用理论分析与实验仿真相结合的方法, 针对车载限高报警系统所涉及到的基础理论知识和关键技术进行系统研究, 通过硬件开发板与软件算法实现对该车载限高报警系统控制方法的验证。

### 3.1 设计原理

本方法中涉及到图像预处理、双目立体视觉、目标检测、视差图优化等技术, 其中视差优化处理起到了核心作用。

图像预处理

由于拍摄环境亮度低或者相机生产等原因，有时拍摄到的图片质量很差，会出现跟拍摄物体无关的干扰，需要对图片进行图像处理，对拍摄的图像进行边缘细节增强，改善图像边缘模糊，为后续匹配奠定好的基础。图像预处理的主要目的是消除图像中无关的信息，恢复有用的真实信息，增强有关信息的可检测性、最大限度地简化数据，从而改进特征提取、图像分割、匹配和识别的可靠性。

#### 双目立体视觉

双目立体视觉是机器视觉的一种重要的形式，它是基于视差原理，通过双目相机来模仿人类的两个眼睛获得图像并观察左右相机间图像的差别，从而获得深度信息，建立周围景物的三维形状与位置。

#### 目标检测

目标检测即从图像中找出所有感兴趣的目标，确定他们的位置和类别，目标检测有两种方向，传统算法和基于深度学习算法。基于深度学习的目标检测典型代表有 RCNN 系列，YOLO 系列和 SSD 系列，在本方法中采用 YOLO 系列中 YOLOv5-Lite 来实现对目标的检测。

#### 视差图优化

视差图优化顾名思义，就是对视差图进一步处理，改善视差图的质量，其一般包括剔除错误时差、适当平滑、子像素精度优化等，这些操作可以去除掉视差图中因遮挡、噪声而产生的错误视差，并且可以对视差图进行平滑处理，提高视差图质量。

### 3.2 设计方法

系统由 RK3399 主控板、双目摄像头、语音模块以及供电设备组成。实现方法为构建限高杆、拱形桥洞、涵洞等目标数据集，通过基于深度学习的目标检测网络，得到可以识别障碍物目标的检测网络 YOLOv5-Lite，采用 RK3399 嵌入式开发平台搭建系统，将双目摄像头采集到的信息输入到目标检测网络中检测目标，输出检测目标的坐标信息，然后基于视差原理对检测到的目标，进行特征点提取、目标匹配生成视差图，最后采用改进型自适应窗口算法对生成的视差图进行优化处理，生成深度图，实现对目标的高度测量，对危险距离进行报警示意。具体如下图所示：

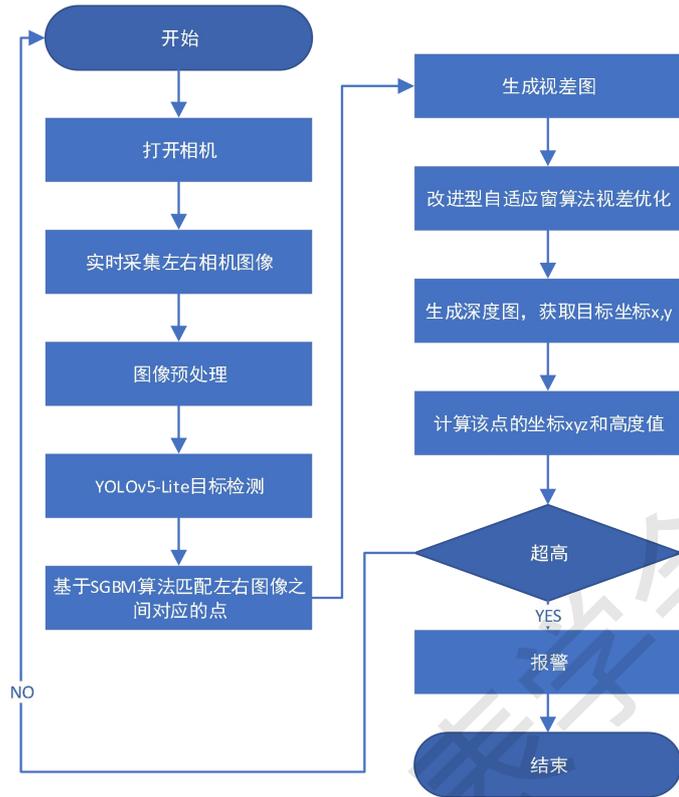


图 3.1 流程图

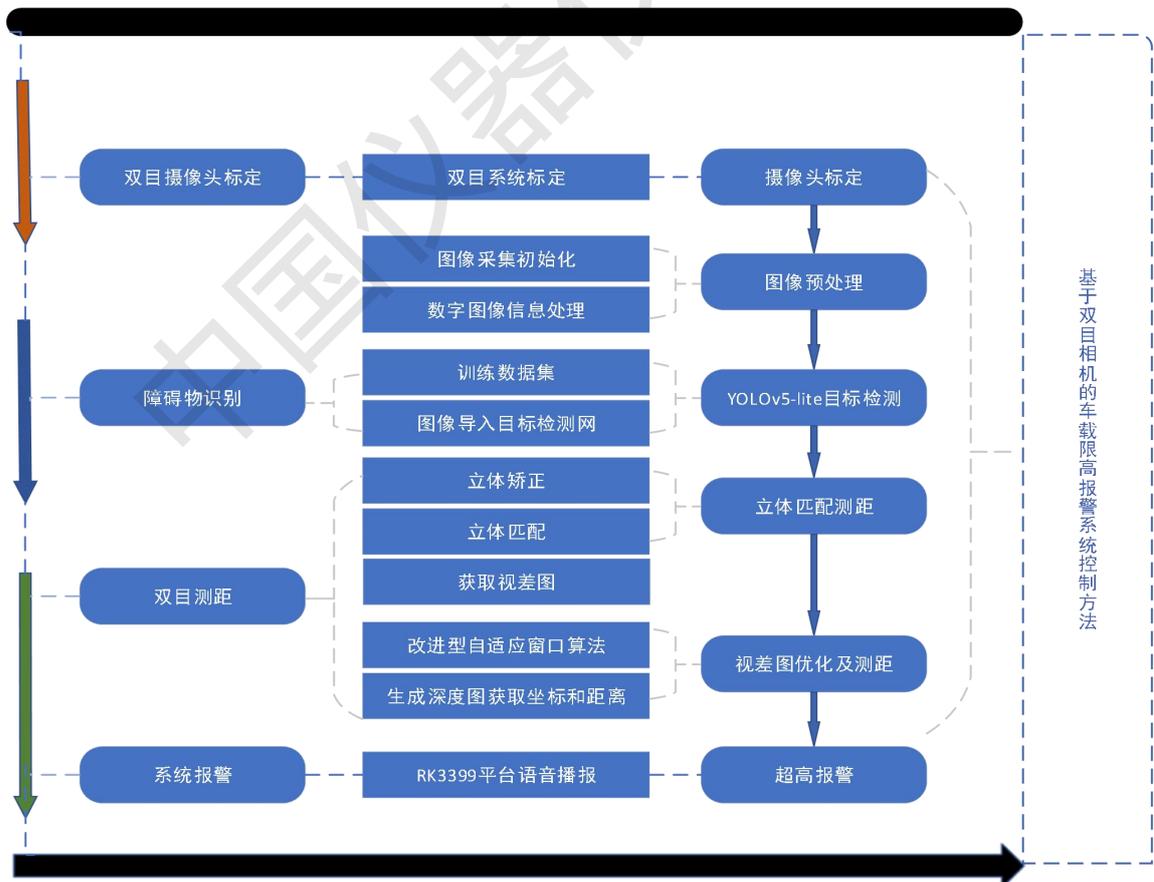


图 3.2 技术路线图

### 3.3 实验验证过程

实验开发板为 FET3399-C 核心板，其配置了 Cortex-A72 四核 Cortex-A53，64 位 CPU，ARM Mali-T860MP4 GPU，软件系统为 Ubuntu16.04 操作系统，2GB LPDDR3 RAM，16GB eMMC ROM，开发板连接一个 1920x1080@60hz MIPI 拼接屏来用于信息显示，采用分辨率为 640\*480 的普通摄像头作为采集设备。硬件基本构成如下图所示。



图 3.3 双目相机



图 3.4 主控板



图 3.5 系统整体图

为了验证算法优化视图的准确性，现构建一个专门的检测限高障碍物的目标检测数据集，从数据集中选取部分限高场景用于测试。

图 3.6 是原始图像，图 3.7 是 SGBM 算法的到的原始视差图，图 3.8 是在 SGBM 算法的基础上采用自适应窗算法处理后得到的视差优化图，图 3.9 是在 SGBM 算法基础上采用改进的自适应窗算法处理后得到的视差优化图。根据视差图优化的图像显示，经过本算法优化后的视差图，视差空洞大范围的减少，视差图轮廓明显，整体显示更佳清晰。



图 3.6 原图

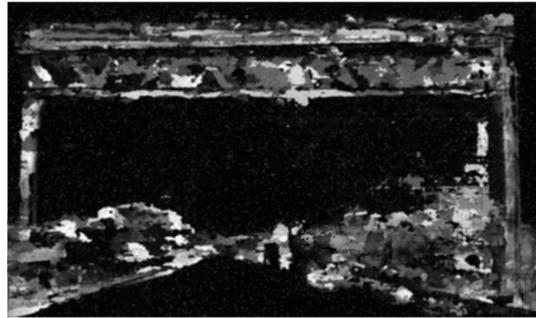


图 3.7 SGBM 处理



图 3.8 自适应窗算法处理



图 3.9 改进后自适应窗算法处理

为了更进一步说明算法的优越性，使用专门用于评价立体匹配算法的数据集 Middlebury 提供的四组最常用的标准左、右立体图像对 Cones、Tsukuba、Venus、Teddy，对算法 BM、SGBM 以及本文算法进行对比，测试结果如表 3.1 所示：

算法	误匹配率%			
	Cones	Tsukuba	Venus	Teddy
BM	18.8	19.4	18.8	37.4
SGBM	17.6	15.9	14.8	21.8
自适应窗口算法	14.3	10.9	14.3	29.9
本文算法	13.9	10.6	14.1	29.7

表 3.1 算法性能对比

上表中对比的 BM 算法是一种块匹配算法，它是将两个摄像头的帧分成很多的小方块来进行匹配，通过移动小方块来匹配另一个图中的小方块，通过不同小方块在另一个图像中的像素点位置在结合两个摄像头的关系数据来计算距离；SGBM 算法是一种半全局匹配算法，其较好的中和了局部匹配和全局匹配的优缺点，它是通过寻找每个像素的最优视差来使得整张影像的全局能量函数最小。自适应窗口算法是在视差空洞区域从水平和垂直方向找到最接近的非零视差值，根据坐标生成可自适应的矩阵窗口，计算窗口内的视差均值进行空洞区域填充，从而完成视差图优化。

从以上实验可以得出,本文算法相较于其他算法在优化精度上有了显著的提高,用基于双目相机的车载限高报警系统的控制方法实现了更高精度的视差图优化效果,从而提高了限高距离测量的精确度,保证了系统的可靠性。

**参考文献:**

- [1] 张德龙.基于三维测量的新型道路限高检测系统设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2022,22(04):57-60.
- [2] 周思达,谈海浪,唐嘉宁,蒋聪成.基于自适应窗的立体相机视差图优化方法研究[J].小型微型计算机系统,2022,43(01):124-130.
- [3] 郭仕杰,付茂洺.基于双目视觉系统的测距研究[J].中国民航飞行学院学报,2022,33(02):26-30.

中国仪器仪表学报