

基于 YOLOv5 的吸烟行为检测可移动哨兵机器人

罗家俊 孔令云

西京学院, 陕西省西安市, 710123;

摘要: 根据世界卫生组织 2023 年数据, 烟草每年导致超过 800 万人死亡, 其中包括 130 万非吸烟者因二手烟致死, 吸烟引发的事故也日益增多。因此, 监测吸烟行为显得尤为重要。为此, 本设计提出以下解决方案:

采用 YOLOv5s 模型进行吸烟行为检测, 并将其部署于 Jetson Nano 边缘设备。通过深度相机捕捉画面并进行目标识别, 利用 TensorRT 和 CUDA 加速推理过程, 提高识别效率, 实现高效监督。

提出使用移动式巡逻机器人替代传统定点摄像头。机器人使用 STM32 控制板驱动麦克纳姆轮电机, 实现全向移动, 并采用 cartographer 算法进行地图构建, 结合 ROS 导航避障功能, 实现自主巡逻和灵活监管。

关键词: YOLOv5s; TensorRT; 多传感器融合建图; 导航避障; 吸烟行为检测

DOI: 10.69979/3041-0673.25.07.017

前言

吸烟人群的增多, 不仅导致吸烟造成的事故增多, 也导致监管的难度也随之上升, 因此本次设计提出用基于 YOLOv5 的吸烟行为检测可移动哨兵机器人来辅助传统吸烟监管。将轻量级的 YOLOv5s 部署于 Jetson nano 边缘设备中, 作为计算单元, 通过深度相机实时捕捉画面, 形成视频流, 计算单元将视频流画面识别, 识别出吸烟目标后, 并将识别信号发送到 STM32 主控单元中, STM32 接收到信号则驱动有源蜂鸣器执行报警动作。再将这一套视觉系统部署于麦克纳姆轮车体上, 再通过计算单元去收集激光雷达的数据, 让机器人能感知外界环境, 使用感知数据实现环境建图, 再通过计算单元与控制单元的通讯, 进而控制麦轮四路电机运作, 将这视觉系统与控制系统相结合, 从而可实现多点式导航避障巡逻和远程遥控巡逻。

1 软件设计

本次设计大致可分为视觉部分与巡逻部分, 将这两个部分组合就是本次设计的最终部分。

1.1 视觉部分

1.1.1 模型 TensorRT 加速

先是通过收集大量的吸烟数据, 进行精确的标签绘

制处理后, 在将数据集筛选处理, 直到得到符合高精度识别的数据集, 然后通过 yolov5s 框架训练需识别的模型, 然后进一步的在 yolov5s 程序框架基础上, 使用 TensorRT 加速该模型, TensorRT 是一个高性能的深度学习推理 (Inference) 优化器, 可以为深度学习应用提供低延迟、高吞吐率的部署推理。将 TensorRT 和 NVIDIA 的 GPU 结合起来, 能在几乎所有的框架中进行快速和高效的部署推理。对训练好的模型进行优化, TensorRT 只负责模型的推理 inference 过程。

具体过程是, 将吸烟行为检测权重 pt 模型, 运行 TensorRT 代码, 生成 wts 文件在使用 TensorRT 推理模型, 生成 engine 文件, 在使用 TensorRT 实时推理代码, 即可实现吸烟行为目标检测使用 GPU 加速。

1.1.2 GPU 占用率对比

使用 TensorRT 将训练好的模型进行推理, 推理完成后的模型再次被调用运行时, 速率会大大提升, 实测画面捕捉的帧率平均提高了 2 倍 FPS, 画面捕捉的流畅性效果得到了很大的提升。下图显示的时加速前的模型使用 YOLOv5s 运行时的 GPU 占用情况和加速后的情况对比, 得出加速后的模型对 GPU 的占用大幅度降低, 因此提高了运行速率, 让算力单元有更多的机会去用于其它进程。

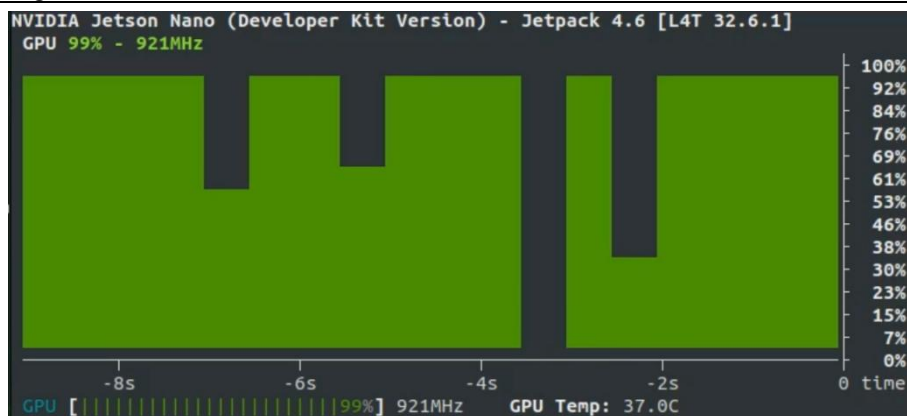


图 2- 3 普通 YOLOv5s 的 GPU 占用情况

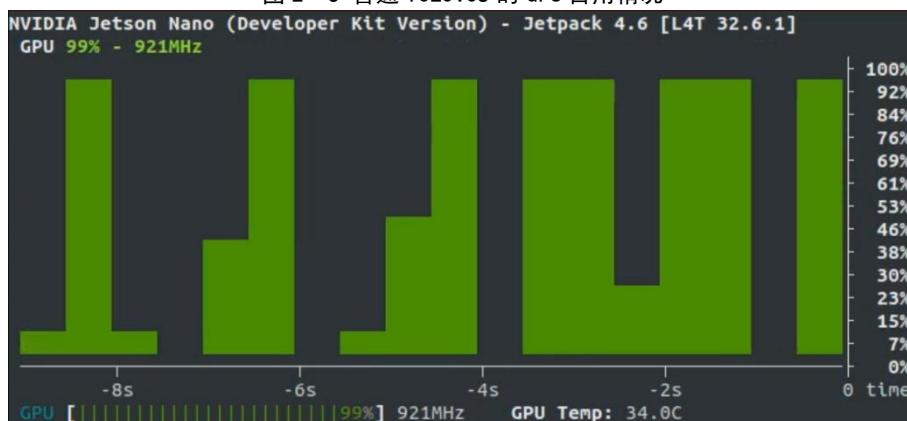


图 2- 4 加速后的 YOLOv5s 的 GPU 占用情况

1.2 巡逻部分

1.2.1 巡逻方式一 导航巡逻

使用 Cartographer 算法，建图完成后使用 navigation 算法实现导航巡逻，设置多个点位，机器人会根据算法去识别障碍物并避开，然后循环对设置的多个点位进行移动式巡逻。

1.2.2 巡逻方式二 遥控巡逻

遥控模式可以实现小车的任意控制，当控制人员需要小车到哪个位置时，打开摄像头，启动 yolov5 目标检测代码，在使能小车，使用无线手柄控制即可实现遥控巡逻的功能。

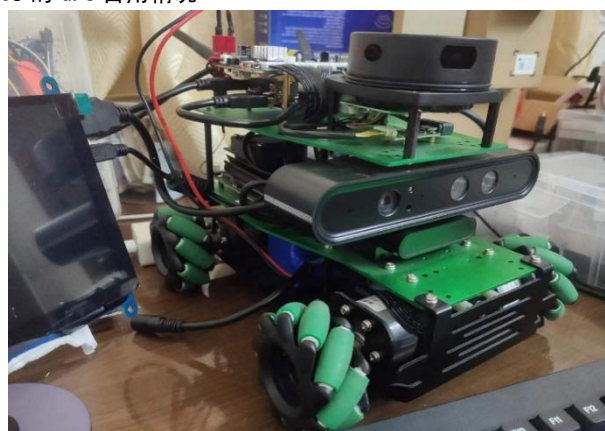


图 3- 1 硬件实物图

2 硬件设计与验证

2.1 硬件设计

2.1.1 硬件实物

实物由带悬挂装置的车架、带霍尔编码器的永磁有刷减速电机麦克纳姆轮、奥比中光深度相机、思岚激光雷达、高精度惯性 IMU 模块、高算力 Jetson 板、低功耗 STM32 单片机、高效率电源转换模块与 12V 高续航动力电池等组成。

2.2 测试验证

2.2.1 建图

在远程端使用 cartographer_ros，cartographer_ros 这个 package 是在 ROS 下面运行的，可以以 ROS 消息的方式接受各种传感器数据，在处理过后又以消息的形式 publish 出去，便于调试和可视化。

在移动端驱动小车底盘，驱动各个传感器，发布相关的话题数据，使用无线手柄控制小车，再去 PC 端虚拟机中使用 rviz 读取话题数据，控制小车绕着需要建图的环境一圈，完成建图后，保存地图即可，保存的地

图，本次设计保存的地图如下：



图 3- 2 小车开始建图



图 3- 3 小车完成建图

2.2.2 多点式导航避障模式巡逻目标检测测试

启动底盘 launch 文件，加载相应的离线地图，打开 TensorRT 加速后的 YOLOv5s，再去虚拟机中打开 rvi z 多点导航界面，定点到目标位置后识别吸烟行为。

使用 navigation 二维导航避障功能包，进行小车自身位置的标定判断，即根据输入的里程计等传感器 IMU 的信息流和机器人的全局位置，通过导航算法，计算出安全可靠的机器人速度控制指令。



图 3- 4 多点导航零位开始标定

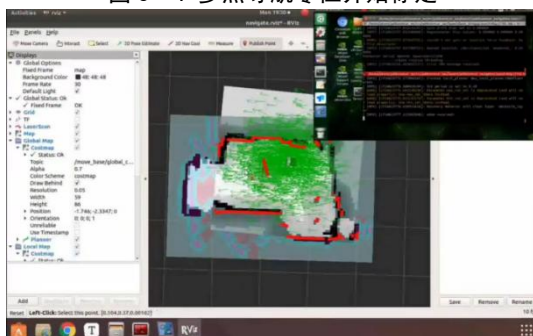


图 3- 5 多点导航完成标定



图 3- 6 多点导航巡逻并识别目标 1



图 3- 7 多点导航巡逻并识别目标 2

2.2.3 无线遥控模式巡逻目标检测测试

启动底盘 launch 文件，手柄控制到目标位置后识别吸烟行为。



图 3- 8 手柄控制巡逻并识别目标

3 总结

本设计成功将吸烟行为检测交给 AI 和可移动的哨兵机器人，减轻了人工识别工作量，并实现了巡逻式自主导航与目标检测报警，有助于减少禁烟区的吸烟行为，具有社会贡献价值。创新点如下：

(1) 建图算法创新：使用 cartographer 建图算法，结合多传感器数据采集和闭环修正，提升建图精度。

(2) 远程控制创新：采用 todesk 替代 VNC，简化远程连接，支持跨网络设备控制。

(3) 硬件创新：前轮悬挂结构提高机器人稳定性，适应多种地形。

(4) 开发工具创新：使用 ROS 工具包提升开发效率，利用 ROS 多机协作分担任务，提升识别性能。

(5) 检测方式创新: 采用 YOLOv5s 进行吸烟行为检测, 部署于 Jetson Nano, 通过 TensorRT 加速推理, 识别效率大幅提高。

(6) 移动方式创新: 替代传统定点摄像头的巡逻机器人可全向移动, 灵活应对狭小空间和复杂环境。

参考文献

- [1]王超平. 基于改进 YOLOv5 的吸烟场景目标检测算法研究[D]. 齐鲁工业大学, 2023. DOI: 10. 27278/d. cnki. gsdqc. 2023. 000652.
- [2]张新宇. 基于 Linux 的实验室监测系统[D]. 江西师

范大学, 2023. DOI: 10. 27178/d. cnki. gjxsu. 2023. 000884.

[3]贺旭. 基于改进 YOLOv5 的水泥厂人员安全穿戴和吸烟行为检测[D]. 重庆交通大学, 2023. DOI: 10. 27671/d. cnki. gcjtc. 2023. 000342.

[4]王彦生, 曹雪虹, 焦良葆, 等. 基于改进 YOLOv5 的电厂人员吸烟检测[J]. 计算机测量与控制, 2023, 31(05): 48-55. DOI: 10. 16526/j. cnki. 11-4762/tp. 2023. 05. 008.

[5]赵冬. 基于改进目标检测算法的吸烟行为检测[J]. 电子技术与软件工程, 2021, (24): 116-117.