

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，实现高效监管。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 程序框架基础下，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。

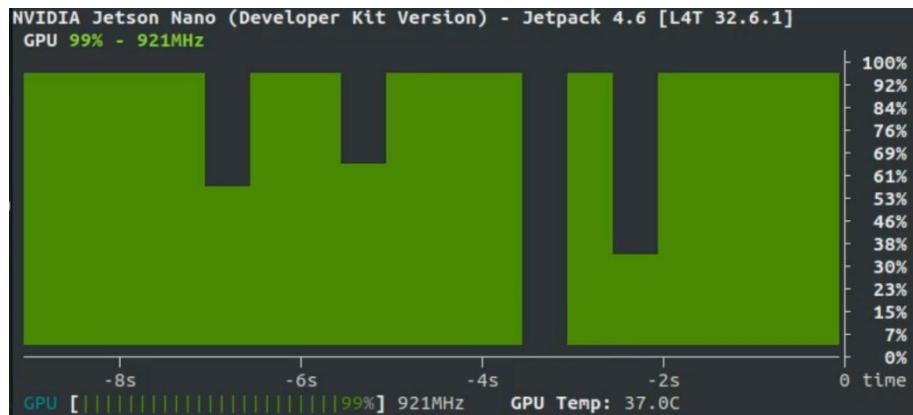


图 2-3 普通 YOLOv5s 的 GPU 占用情况

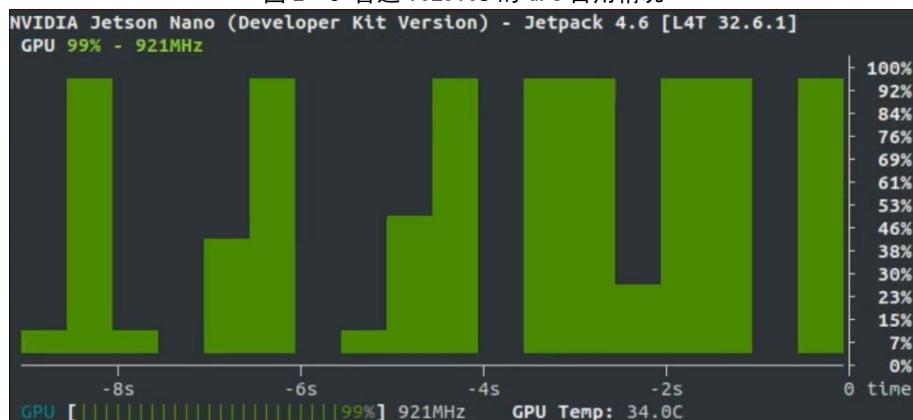


图 2-4 加速后的 YOLOv5s 的 GPU 占用情况

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。

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。

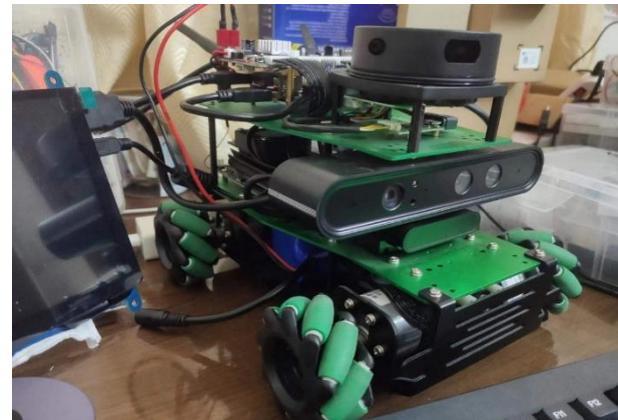


图 3-1 硬件实物图

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:

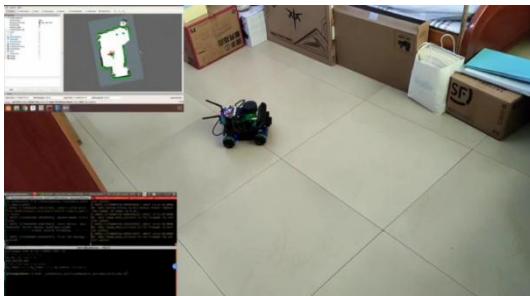


图 3- 2 小车开始建图

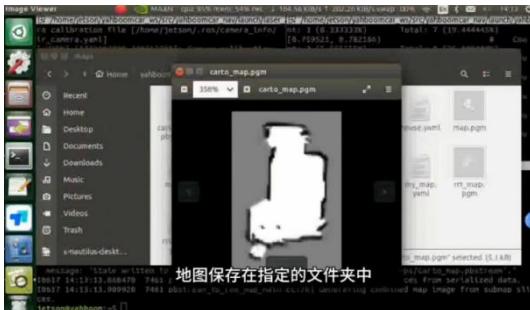


图 3- 3 小车完成建图

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, 计算得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

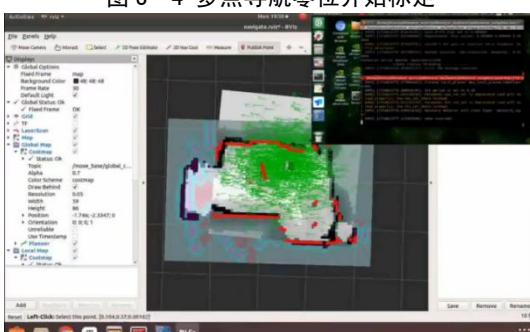


图 3- 5 多点导航完成标定



图 3- 6 多点导航巡逻并识别目标 1

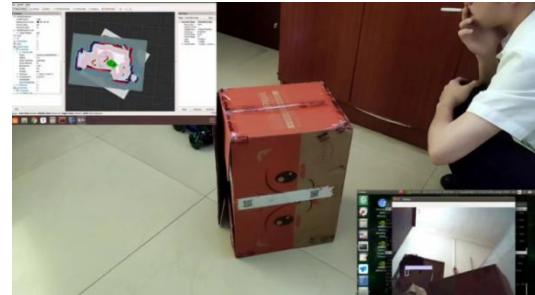


图 3- 7 多点导航巡逻并识别目标 2

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.