

工业巡逻机器人计划书

课题内容

随着工业4.0和智能制造的快速发展，工厂的自动化、数字化和智能化水平不断提升。然而，传统的人工巡检和安防模式仍面临诸多挑战，如人力成本高、夜间监控效率低、危险环境作业风险大等。同时，企业对安全生产、设备维护和高效管理的需求日益增长，亟需更智能、更可靠的解决方案来提升工厂运营的安全性和效率。

本工厂巡逻机器人能够给工厂仓库、设备区等区域进行24小时的巡逻，通过激光雷达进行导航，使用摄像头来识别区域内的人员，反馈给后台。

基本方案

以R550 Plus Auto为机器人底座，使用stm32控制器进行基本的底盘控制，使用其上搭载的激光雷达进行SLAM建图定位，对工作环境进行基本建图，然后规划巡逻路线，在巡逻过程中通过相机实时识别图像当中的人物，将识别到的人物发送到后台服务器当中。

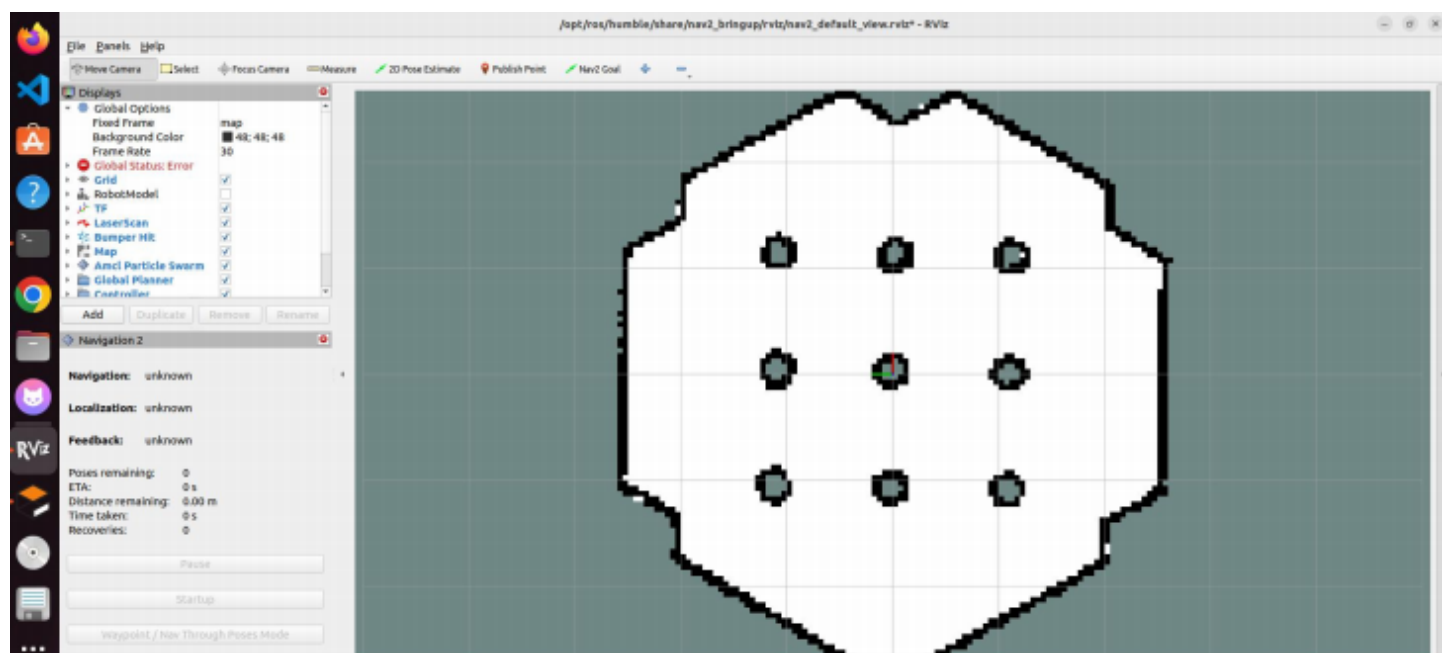
SLAM导航

SLAM技术是一种使机器人在未知环境中同时构建地图与进行自身定位的方法，广泛应用于自动驾驶、服务机器人、无人巡检等领域。考虑到工厂环境中存在复杂结构、狭窄通道以及动态人员干扰等因素，本项目需要选用一套具有高精度、高鲁棒性和实时性能的SLAM解决方案。

经过调研，Fast-LIO算法在当前激光雷达SLAM方案中具有突出优势。Fast-LIO采用稀疏直接法与IMU紧耦合优化策略，能够在资源受限的嵌入式平台上高效地进行点云处理，同时保持厘米级的建图精度。该算法利用滑动窗口优化实现点云与惯性数据的深度融合，显著增强了系统的鲁棒性与抗干扰能力，适配飞腾派v3的算力条件。

此外，为了解决机器人在运行中因突发情况导致的定位丢失问题，引入ICP（Iterative Closest Point）算法作为重定位手段。ICP通过点云匹配，可在已有地图中重新校准机器人当前位姿，提升系统稳定性。

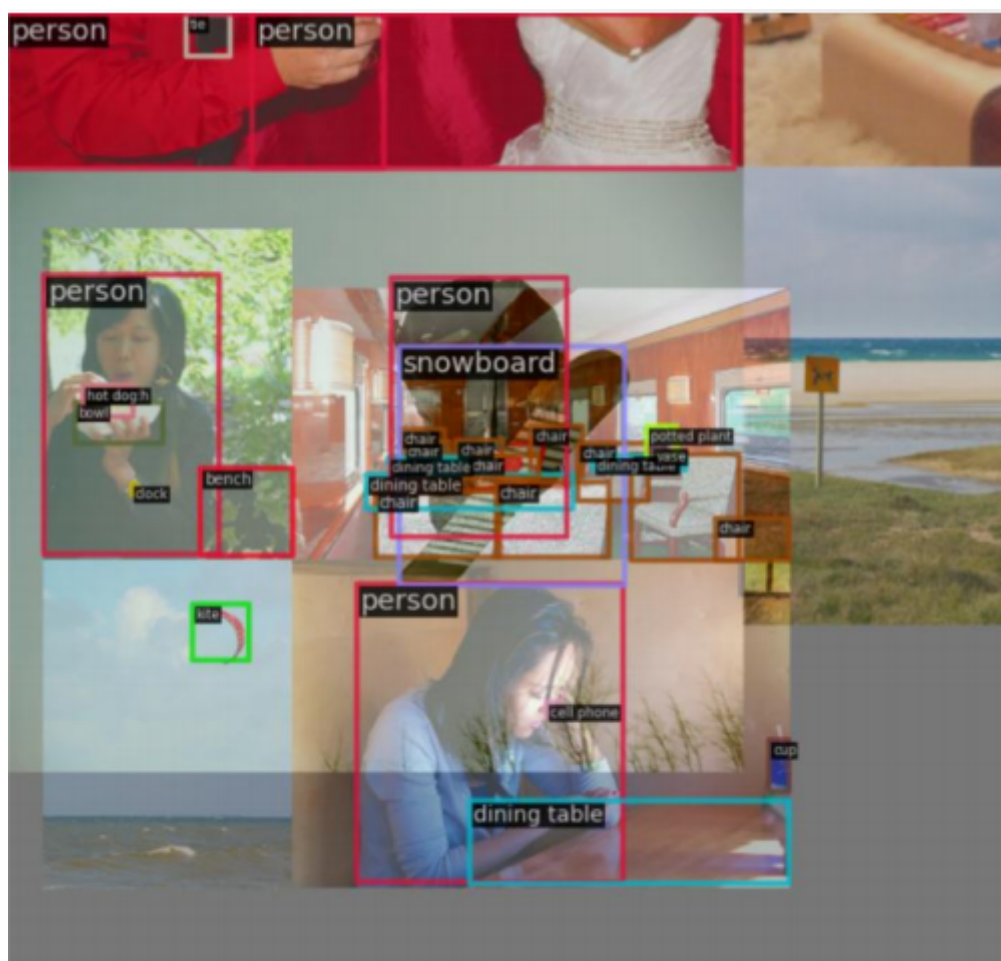
在路径规划方面，采用ROS 2框架下的Nav2导航系统。Nav2支持多种全局与局部路径规划算法，具备障碍物检测、动态避障等功能，适合复杂的工业应用场景。



图像识别

采用YOLOv8轻量级模型（YOLOv8n），兼顾检测速度和精度，适配嵌入式平台算力。

基于公开工业数据集进行迁移学习。调整输入分辨率为 640×640 ，优化锚框参数适配人体检测。将训练模型转换为ONNX格式，通过TensorRT加速推理。嵌入式系统实时处理图像，输出人员坐标及置信度至后台。



多核并行图像识别

飞腾派采用多核处理器技术，可以通过多线程模式来进行图像识别，将相机捕获到的图像存储到队列当中，多线程读取图像队列进行并行的图像识别，提高图像识别的效率。同时使用池化技术来减小线程创建销毁的开销，进一步提高利用率。

R550 Plus Auto机器人

R550 PLUS Auto机器人是一款教育用机器人底盘，驱动结构为四轮独立驱动带摆式悬挂。使用65mm四驱车专用轮，尺寸为266*206*193。小车自重为2.68kg,负载能力为6kg,最大速度为1.2m/s,续航能力为5.5h。四个电机均使用MG513金属齿轮减速电机。底盘上配备STM32开发板来提供编程控制底盘。搭载了加速度计、九轴加速度计等传感器来提供机器人位姿信息。除此之外还有镭神智能的多线激光雷达，提供高精度的点云数据来支持slam建图导航。与Astra RGBD深度相机提供基本的图像捕获与距离测量。



飞腾派v3 4g

飞腾派v3 4g是由中电港萤火工场与飞腾合作推出采用飞腾自主研发的高能效异构多核处理器技术，cpu为四核处理器，使用ARMv8指令集，搭配DDR4 4g内存。

下位机环境

下位机使用STM32进行底盘控制，使用FreeRTOS操作系统。

主控环境

视觉处理部分的主控使用飞腾派v3，其操作系统为Ubuntu20.04，使用Ros2 Foxy版本。

导航控制部分的主控使用Jetson Nx,其操作系统为Ubuntu18.04。

时间安排

4.2-.4.6	了解飞腾派开发环境，安装其操作系统，考察其基本性能。训练Yolo v8模型，熟悉使用流程。
4.7-4.13	研究机器人底座使用，实现基本的底盘控制。测试训练模型的效果。
4.14-4.20	将模型部署到飞腾派上，验证其识别效果。完成机器人底座基本的SLAM导航定位功能。
4.21-4.27	初步实现其基本工作流程，开始设计后端服务器。
4.28-5.4	后端服务器基本工作流程设计完成，尝试完成飞腾派与服务器之间的通信。
5.5-5.11	测试各项功能，评估当前阶段项目完成度。
5.12-5.20	基于飞腾派多核进行图像识别性能优化，采用多线程进行并行图像识别，提高识别效率。

团队基本情况分工

吴圳楠，同济大学软件工程专业大三生，21岁，擅长ros2使用、SLAM导航,负责机器人的SLAM导航定位部分。擅长线程调度，openvino使用，加速飞腾派推理效率。

许扬扬，同济大学软件工程专业大三生，21岁，擅长前后端开发、机器学习、神经网络训练，图像识别，负责机器人的图像识别功能部分。

曹智文，同济大学软件工程专业大三生，21岁，擅长数据处理、后端开发，负责与机器人通信的服务器部分，包括巡逻结果的可视化，地图和坐标显示。

使用软硬件

Openvino --2025.1

Ubuntu20.04

飞腾派v3 4g