

**企 业 项 目 实 践**

**课 程 任 务 书**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 题目 | ： | 室内自主导航机器人控制系统设计与开发 |
| 姓名 | ： | 曹峰源 |
| 学号 | ： | U202210867 |
| 同组成员 | ： | 任彬毫 王昊 |
| 班级 | ： | 机械本硕博2201班 |

（任务起止日期： 2025 年 3 月 12 日 ～ 2025 年 6 月 17 日）

1. 题目来源

国网温州供电公司变电检修中心，全称国网浙江省电力有限公司温州供电公司，是国有大型供电企业，现隶属于国网浙江省电力有限公司，以建设和运营电网为核心业务，承担着保障更安全、更经济、更清洁、可持续的电力供应的基本使命，是温州能源领域的核心企业。2021年底，国网温州供电公司下辖13个业务机构、9家全资县级供电企业、3个网格化供电公司以及83个乡镇供电所；拥有35千伏及以上变电站292座、变电容量5363.58万千伏安，输电线路5820公里，供电户数455.74万户。

变电站作为电力输送与分配的核心枢纽，对电网的稳定性起着极为关键的保障作用。在电网数字化转型进程中，智能变电站是重要构成部分。实现变电站智能化改造，构建智能巡检体系，已然成为智慧变电站改造的主要发展趋向。自主巡检机器人在提高变电站的运维效率与安全性上起到重要作用，有助于减轻一线运维人员的工作负担，增强电网的稳定性，为我国电力行业的数字化转型与智能化发展增添强劲动力。因此，本项目将着重于设计、开发一套变电站自主巡检机器人控制系统。

1. 实践目标

设计一套变电站移动机器人自主导航系统，包括：

1、 构建基于激光雷达/深度相机的环境感知和自主定位系统；

2、 搭建包括路径规划、轨迹跟踪功能的运动控制系统；

3、 开发集成实时状态监控、运动参数配置等功能的上位机操作平台。

1. 实践内容

1、 构建基于激光雷达/深度相机的环境感知和自主定位系统：

实现图像的识别与信息采集。在进行特征提取前对图像进行清晰化、归一化处理。研究基于深度学习的图像特征定位方法，通过研究不同类型的神经网络对于特定任务特征的提取效果，结合图像目标实时检测YOLO 网络和图像语义分割 DeepLab 网络，训练模型学习保护装置的特征模式与分割规律，使模型能够自动适应不同场景下保护装置图像关键特征的分割任务，同时将非局部注意力机制融入到图像检测模型框架中，在骨干网络提取的特征图上应用非局部注意力操作，使模型在处理保护装置图像时能够关注到图像中不同位置的相关特征信息，增强对保护装置整体结构和上下文信息的理解与表达能力。

2、 搭建包括路径规划、轨迹跟踪功能的运动控制系统：

巡检机器人自主导航技术。通过机器人与变电站内的环境信息进行实时交互，结合路径规划和环境感知技术，帮助机器人快速准确地导航至故障区域。研究一种基于复杂环境下的动态决策算法，实现快速适应现场复杂环境的变化，优化路径规划和导航策略，提高导航的效率和准确度，减少人工干预的需求。

3、 开发集成实时状态监控、运动参数配置等功能的上位机操作平台：

搭建远程应用界面。主要包含两部分。实时状态监控：可视化显示机器人位姿、传感器数据（激光雷达点云/相机图像）及运动轨迹，设置异常状态报警（定位丢失、路径阻塞等）与日志记录功能；交互界面设计：采用分层式UI布局（地图层、控制层、数据层），集成一键式操作（建图启动、紧急制动、任务导入导出等）。

1. 任务与分工

曹峰源：环境感知和自主定位系统的设计

任彬毫：路径规划、轨迹跟踪功能的运动控制系统的搭建

王昊：相关操作界面的设计与上位机操作平台的开发

五、已具备的实践条件

项目团队在基于视觉的移动机器人相关技术领域有着多年的技术积累和研究成果，并十分注重产品产业化应用，研究产品广泛应用于汽车、港口、冶金等行业和领域。项目申报单位拥有与本课题研究相关的主要软件系统，包括机器人开发环境ROS系统；结构设计与装配软件SolidWorks；工程制图软件AutoDesk；动力学建模与仿真分析软件 Adams；软件开发与调试软件Visual Studio Code；控制编程与调试环境 VxWorks；科学计算软件 Matlab；仿真软件系统dSpace。如表1所示，所在单位同时拥有本项目所需要的各种检测仪器和实验设备，如全向移动机器人实验平台、激光跟踪仪、激光干涉仪、激光雷达、高速相机、实时可视化移动机器人控制平台软件与性能分析系统等，为构建无人自主系统产学研平台奠定了良好基础。

表1 项目已具备的实验仪器

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器/设备名称 | 用途 | 仪器/设备名称 | 用途 | 仪器/设备名称 | 用途 |
| 移动机器人 | 系统测试 | 无人艇 | 系统测试 | 无人机 | 系统测试 |
| 激光跟踪仪 | 距离、位置测量 | 激光干涉仪 | 位姿抖振测量 | IMG_20140617_092433(1)  数据采集系统 | 多通道信号  采集 |
| 激光成像雷达 | 环境  感知 | 信号发生器 | 信号  生成 | 光纤组合惯导 | 俯仰、角速度等信息  采集 |
| 高速相机 | 位姿捕捉 | 机器人操作平台 | 机器人操作 | 控制性能分析系统 | 系统性能分析 |
| 32çº¿æ¿åé·è¾¾  3D激光雷达 | 点云数据提取 | 力/力矩传感器 | 机器人导航 | 双通道伺服驱动器 | 机器人导航 |

六、进程安排

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设计阶段 | 设计内容摘要 | 周数 | 备 注 |
| 选题 | 基于人工巡线不安全、有误差的现状，研究一种能够根据跳闸信息快速、准确获取故障情况的机器人，针对该应用场景设计一种精确识别参数屏及相关信息的算法，实现事故图像精准采集 | 第2周 |  |
| 详细方案设计 | 将电站环境进行扫描后，在ROS系统中构筑的虚拟场景很重确定扫描位姿，利用YOLOV5视觉图像识别技术对保护装置参数屏进行识别训练，并将捕获到的有效信息进行灰度等处理后仅留下关键信息，传至分析系统 | 第3周 |  |
| 具体企业项目训练 | 设计并根据实际应用场景改进YOLOV5算法，改善识别效果，经过大量训练提高机器人对目标信息识别的准确率，同时将捕获的图像进行精确处理，使其有效信息能够传到操作系统上 | 第4-15周 |  |
| 总结和文档整理 | 1. 汇总整理项目过程文档  2. 总结团队合作和项目管理经验；  3. 撰写项目报告书和个人总结。 | 第16-17 周 |  |
| 答辩 | 答辩展示及导师评分。 | 第 18周 |  |

七、实践成果要求

1. 实践总结报告1本；

2. 预期成果：室内自主导航机器人控制系统软件一套

指导教师： 谢远龙

企业导师： 陈立

2025 年 3 月 12 日