

本科毕业设计任务书

姓名：黄文浩

学号：220210809

专业：通信工程

任务起止日期：2025年09月01日至2026年05月25日

论文（设计）题目

基于深度学习的无线电信号时频位置检测及制式识别方法研究

立题的目的和意义

随着无线通信设备的广泛普及，2.4 GHz ISM 频段内的频谱资源日益紧张，Wi-Fi、BLE、ZigBee、LoRa 等多种协议在同一频段内并发运行，极易导致频谱干扰，影响通信稳定性。在无人机、智能终端及物联网等应用场景中，如何在复杂电磁环境中准确地检测各类信号的时频位置并进行制式识别，成为保障系统安全和可靠通信的重要研究课题。

传统的信号检测与识别方法多依赖于特征工程和统计分析，对复杂场景下的多信号重叠和多制式混合的适应性不足。而近年来，深度学习在目标检测与模式识别方面展现出强大能力，为无线电信号的自动化检测与识别提供了新的思路。通过在时频域上构建统一的深度学习模型，不仅能够实现信号的时频位置检测，还能在同一框架下完成制式识别，避免传统“先检测后分类”方法带来的误差累积。

本课题拟基于深度学习方法，构建适用于多采样率、多时长、多制式场景的无线电信号时频位置检测与识别一体化框架。研究内容包括：时频检测与制式识别模型的联合设计与改进，复杂场景下的重叠信号分离与标注。预期成果是在保证检测精度的同时提升模型的泛化能力和实时性，为无人机通信安全、频谱管理和电磁态势感知提供理论价值和应用参考。

技术指标与主要内容

技术指标：

- 基于统一的深度学习网络，实现无线电信号时频位置检测与制式识别的联合建模；
- 在复杂场景下（多信号重叠、多制式并发）保持较高的检测与识别性能；
- 在识别精度与计算复杂度之间保持合理平衡，保证方法具有一定的实用性与可扩展性。

主要内容：

- 信号数据建模与预处理：
针对不同采样率与时长的 IQ 数据，研究统一的时频特征表示方法，建立适配的输入数据格式与归一化策略；分析数据集特性，探索样本不平衡条件下的数据增强与采样方法。
- 信号时频位置检测与制式识别模型设计：

借鉴深度学习目标检测方法（如 DETR 等），构建一个统一的深度学习框架，通过不同的输出头分别完成信号的时频位置检测与制式识别，实现端到端的联合建模；研究重叠信号情况下的多标签识别方法，结合类别不平衡条件下的迁移学习与数据增强策略，提升少数类制式的识别性能。

3. 模型优化与实验评估：

探索残差结构、注意力机制等方法，提升模型的检测与识别性能，对比多种深度学习方法的性能差异；从准确率、召回率、复杂度与推理速度等方面进行评估，为后续部署提供参考。

进度安排

开题检查前（2025年9月 - 2025年10月）

完成课题背景调研与相关文献阅读，重点学习无线电信号检测、时频分析与深度学习目标检测方法；掌握 IQ 信号数据的读取与预处理方法，熟悉 PyTorch 深度学习框架；

开题至中期前（2025年10月 - 2026年3月）

- 【2025年10月 - 2025年12月】搭建基本的时频检测与制式识别模型，对不同采样率和时长的数据进行训练与测试；初步实现信号的时频位置检测，验证模型在小规模数据上的可行性；
- 【2026年1月 - 2026年3月】：通过引入注意力机制等方法优化网络结构，提升检测与识别性能；研究多标签识别与不平衡样本的训练方法；

中期至结题前（2026年3月 - 2026年5月）

对模型进行全面测试与性能评估，分析其在不同信号密度下的表现。完成实验结果的图表整理与对比分析，撰写数据总结与结题报告。