

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普及，2.4 GHz ISM 频段的频谱资源日益紧张，Wi-Fi、BLE、ZigBee、LoRa 等多种协议并发运行，易导致干扰，影响通信稳定性。在无人机、智能终端和物联网等应用中，如何在复杂电磁环境下准确检测信号的时频位置并完成制式识别，成为保障系统安全与可靠通信的重要课题。

传统方法多依赖特征工程和统计分析，对多信号重叠和多制式混合场景适应性不足。近年来，深度学习在目标检测与模式识别中展现出强大优势，为无线电信号的自动化处理提供新思路。基于时频图构建统一模型，可同时实现时频位置检测与制式识别，避免“先检测后分类”方法的误差累积。

本课题拟研究基于深度学习的无线电信号检测与识别一体化框架，重点包括：时频检测与制式识别模型的联合设计与优化，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泛化能力与实时性，为无人机通信安全、频谱管理和电磁态势感知提供理论支撑与应用参考。

技术指标与主要内容

技术指标：

1. 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；
2. 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；
3. 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：

1. 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。

2. 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）

1. 【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；
2. 【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。