

基于深度学习的火灾预警系统的设计与实现

计2101班：薛俊毅 指导教师：方昕 论文类型：毕业设计

摘要：本系统“基于深度学习的火灾预警系统”是结合火灾预警的现状和需求，开发的一款基于深度学习的火灾预警系统，不仅可以提升火灾早期检测的准确性与效率，减少火灾带来的人员伤亡和财产损失，还能够直接面向多种场景进行预警。系统主要采用YOLOv8模型并引入SE注意力机制，改进模型在数据测试集上的精确率、召回率与平均精度等，较原有YOLOv8模型均有显著提升。模型的开发与部署主要利用Python开发，并使用PyQt5开发用户界面，集中实现了对图片、文件、视频流与摄像头实时画面的火灾预警与检测，支持可视化展示检测结果、数据统计与数据导出等功能。经测试，该系统能够准确识别到火灾区域并及时预警，性能稳定，满足多场景的火灾预警需求。

关键词：火灾预警；目标检测；深度学习；注意力机制；YOLOv8-SE

1 研究背景

为契合当下森林、工厂、居住区等常见场景对于火灾预警安防领域的需求，要求及时且准确地发现早期火灾并进行报警，指导相关技术人员如林场监护员、厂房安全员、社区物业等及时发现火情，对火情快速进行相关处理，降低火灾造成的危害，保障人身安全、社会经济。

2 发展现状

目前常见的火灾预警方法有传统方式、基于机器学习方式与基于深度学习方式。传统方法的火灾预警主要采用传感器与人工巡检相结合的方式，预警成本较大、企业用人较多，预警效果还不佳；基于机器学习的火灾预警主要通过视频图像技术，结合模式识别，其检测结果的准确度依赖于特征值和候选区域的提取与分析，但在真实的应用环境中，不同环境有不同的特征提取痛点，人工提取特征难度较高，存在诸多问题；而深度学习在火灾预警中的研究成果多元，可以提取出更深层次的图像特征与语义信息，能够适用于火灾预警系统所投放的多元化、复杂化的市场环境，检测效果更优，十分适合应用在森林、工厂、城市居民区等场景进行火灾预警。

在深度学习的目标检测领域中，主要有双阶段目标检测算法与单阶段目标检测算法，考虑火灾预警需求，以单阶段目标检测算法中的YOLOv8算法为基础，引入SE注意力机制得到YOLOv8-SE算法，提高预警模型的预警准确率。

3 相关分析

3.1 基于深度学习的火灾预警方法

首先完成基于深度学习的火灾预警方法的准备工作即预警模型的准备，包含模型训练环境的配置、训练数据的准备与模型的选择与改进三大部分。模型训练环境的配置主要是搭建模型训练的相关软件资源与硬件资源，是模型能够被训练的前提；训练数据也称数据集，模型便可根据提供的标注好的数据集进行自我训练；模型的选择与改进则有助于提升火灾预警的准确度与速度。

其次完成基于深度学习的火灾预警模型的训练，本系统所训练的模型是在YOLOv8模型的基础上加入注意力机制得到的YOLOv8-SE模型，该模型的精确率、召回率等相关数据，与YOLOv8模型相比有了较大提高，如下表3.1。

表3.1 YOLOv8与YOLOv8-SE模型性能对比表

| 类别 | 评估图片总数 | 训练图片总数 | 精确率 | 召回率 | 平均精度 |
|-----------|--------|--------|-------|-------|-------|
| YOLOv8 | 47 | 877 | 0.907 | 0.839 | 0.867 |
| YOLOv8-SE | 47 | 877 | 0.927 | 0.871 | 0.894 |

最后对训练完成的模型进行评估，利用相关数据集对模型细致评估，通过分析得出YOLOv8-SE模型的预测能力有了提升，其精确度与预测速度已经适用于开发火灾预警系统。

3.2 基于深度学习的火灾预警系统

按照软件工程的相关流程，条理清晰地对基于深度学习的火灾预警系统进行设计与开发，包括可行性分析、需求分析、总体设计、详细设计、系统实现与系统测试。

可行性与需求分析阶段，前者通过经济可行性、技术可行性、组织可行性、法律可行性四个方面入手，全面地阐述了本系统开发的可行性，最终得出值得开发且能够开发的结论。后者通过用户需求、功能需求和非功能需求三个方面全面阐述了本系统设计与开发的主要需求，为后续设计打下基础。

总体设计阶段，首先理清与阐述了系统的开发目标，主要将其分为火灾预警系统前端的开发与火灾预警模型的部署两大部分；其次对系统的功能进行详细的划分，将其分为用户登录与管理、火灾检测与预警、结果记录与导出三大功能模块，共九大详细功能，该系统的具体功能模块如下图3.1所示。其中，用户登录与管理主要包括用户的登录、注册等功能；火灾预警与检测包括火灾识别与火灾预警主要内容；结果记录与导出则是对检测结果的记录与更新。

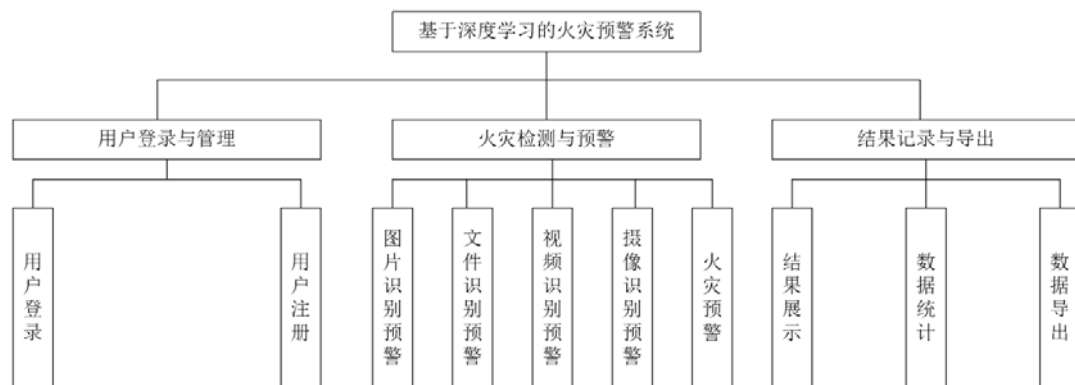


图3.1 火灾预警系统的功能模块图

数据库设计部分，本系统的数据库开发选择PostgreSQL，数据库的名字为“DataMy”，其数据库E-R图与数据存储的相关内容如下图3.2所示。

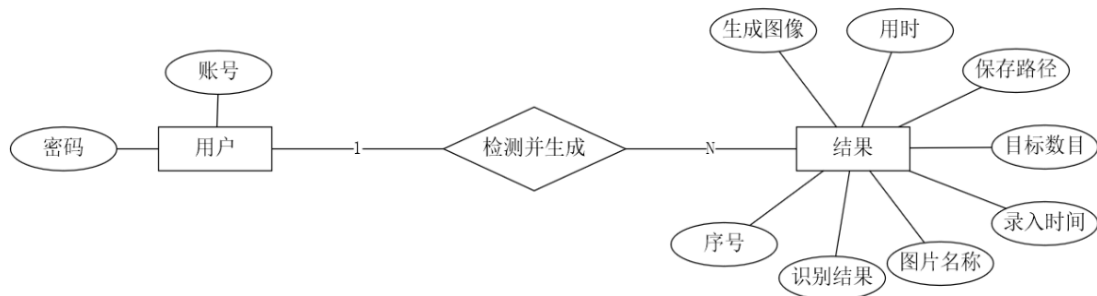


图3.2 系统E-R图

详细设计与系统实现阶段，根据用户需求设计并实现火灾预警系统的前端，在设计时本着简洁直观、界面美观的原则进行设计，利用Qt Designer开发平台进行设计，Qt Designer的良好功能也使得在开发的过程中省时省力许多。火灾预警前端主要以PyQt5的开发为基础，开发出主界面，完成相关UI设计，再将其转换为Python可以直接调用的文件，并通过Python语言、训练完成的YOLOv8-SE模型交互实现各项功能的完成，为用户提供一个全面，便捷的操作平台，功能实现的主界面如下图3.3所示。主界面按照分区进行设计，分为系统功能区、预测结果展示区、图片展示区与按钮操作区，功能明晰，用户操作便捷，用户在使用中可以快速锁定所需要进行操作的功能，上手较快。并且将整体颜色调至淡绿色与淡蓝色的结合，十分契合火灾预警的主要使用场景。



图3.3 火灾预警系统主界面

系统测试阶段，利用多元的测试数据对系统的各项功能进行测试，共编写测试用例30余条、测试图像200余个、测试视频1条，完成系统的收尾工作，对于系统的缺陷进行全面的排查，可以保障在后期使用的过程中功能更加准确，系统更加便捷。

4 研究结论及未来展望

在森林、工厂、城市等主要环境中，火灾发生的频率较高，如果可以设计一个多场景直接应用的预警系统，实时监测并及时反馈，能有效的降低大型火灾发生的概率，减轻火灾的危害程度。本系统以YOLO系列算法中的YOLOv8算法为基础，引入SE注意力机制，训练并部署了YOLOv8-SE模型用于火灾预警功能的实现。系统实现采用Python语言，前端使用PyQt5开发，数据库使用PostgreSQL，完成了系统的基础功能，保障了用户的体验，极大的提高了火灾预警的效率。在后期开发过程中，可以通过扩充数据集，提高火灾、烟雾检测功能的检测能力；也可以在系统中设置相关的灭火信息来帮助灭火人员快速精准的定位并及时利用相应灭火设施，快速部署灭火安排。