

基于深度学习的校园垃圾分类识别系统设计与实现

专业：计算机科学与技术　　答辩人：李明　　指导教师：王芳 副教授

AI生成



研究背景与意义

现状问题

对本校 3 个食堂、6 栋宿舍楼抽样调查显示：

- 投放点平均分类准确率仅 **61.4%**
- "其他垃圾"与"厨余垃圾"混投最严重
- **42%** 的同学表示"不确定某些物品属于哪一类"

研究意义

- 将图像识别落地真实校园场景，辅助正确投放
- 为后勤部门提供投放数据统计，辅助管理决策
- 探索轻量化模型在边缘设备上的部署方案

AI生成

国内外研究现状

1

传统方法

SIFT、HOG + SVM，准确率约 60%–75%，对光照和遮挡敏感

2

深度学习

ResNet、DenseNet 等在公开数据集（6类/2500张）准确率达 90% 以上

3

轻量化部署

MobileNet、EfficientNet 等可运行于手机与嵌入式设备

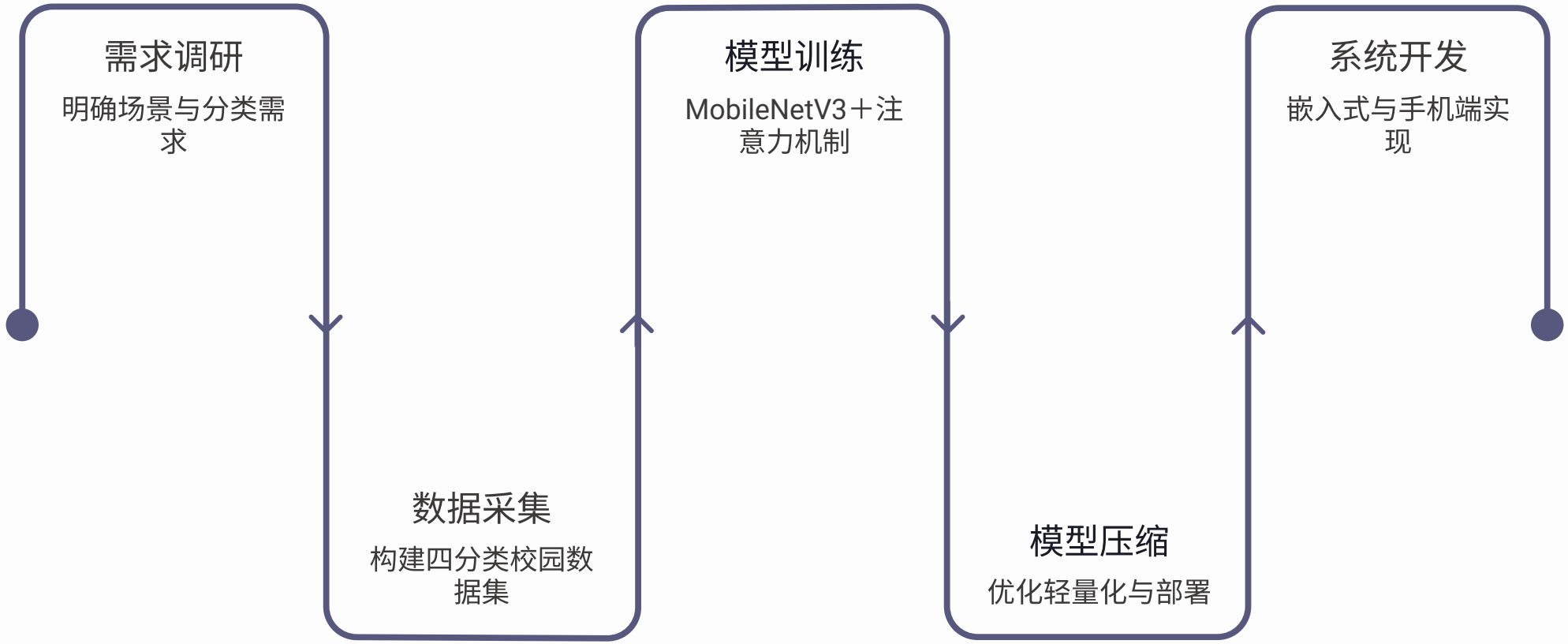
4

现存不足

公开数据集与我国四分类标准不符，缺少真实校园场景数据与完整系统

AI生成

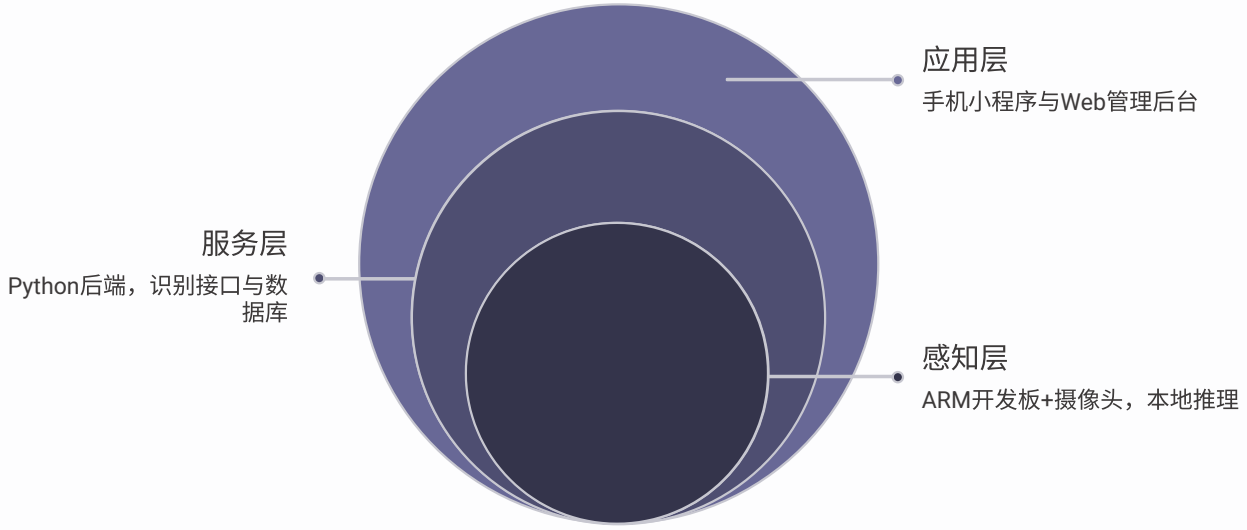
技术路线



研究内容涵盖四分类校园数据集构建、MobileNetV3 + 注意力机制模型训练、完整系统实现及嵌入式/手机端部署测试。

AI生成

系统架构设计



主要功能模块

- 图像识别
- 投放提示
- 积分激励
- 统计分析

同学拍照即可获得语音+屏幕提示；后勤老师通过 Web 后台查看各点识别次数、类别分布与误投趋势。

数据集构建



采集规模

在食堂、宿舍、教学楼采集图像 **12,860 张**，覆盖 4 大类 32 小类常见垃圾，按 **7:2:1** 划分训练/验证/测试集。

真实场景模拟

约 **40%** 图片含手持、遮挡与复杂背景；对有害垃圾（仅占 6%）进行过采样，缓解类别不均衡。

数据增强

随机裁剪、旋转、色彩抖动、Mixup

AI生成

模型设计

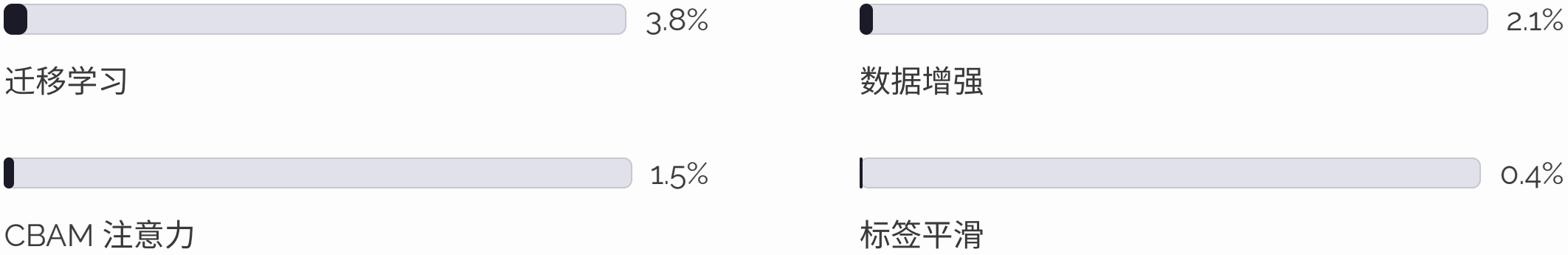
主干网络

MobileNetV3-Large，在倒残差模块中引入 **CBAM 注意力机制**

训练策略

- ImageNet 预训练权重迁移学习
- 标签平滑交叉熵损失函数
- 输入 224×224，批大小 64
- 初始学习率 0.001，余弦退火，共 120 轮

消融实验（相对基线准确率提升）



AI生成

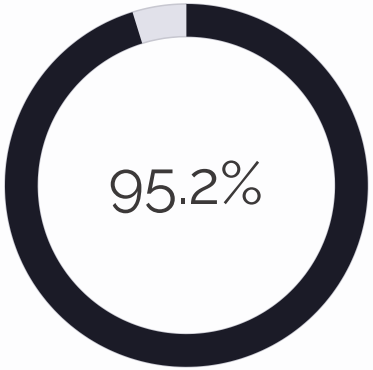
模型对比实验结果

模型	Top-1 准确率	参数量	开发板推理时间
ResNet50	93.1%	25.6M	812 ms
EfficientNet-B0	92.4%	5.3M	365 ms
MobileNetV3-Large（基线）	90.2%	5.4M	148 ms
本文方法（MobileNetV3 + CBAM）	**93.6%**	**5.6M**	**156 ms**

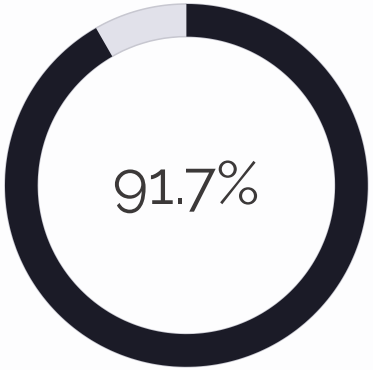
本文方法在参数量仅增加 0.2M、推理时间仅增加 8 ms 的前提下，准确率超越 ResNet50，达到最优。

AI生成

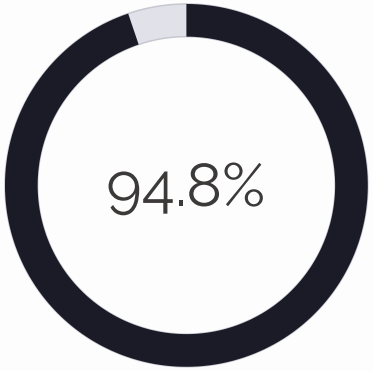
各类别识别准确率



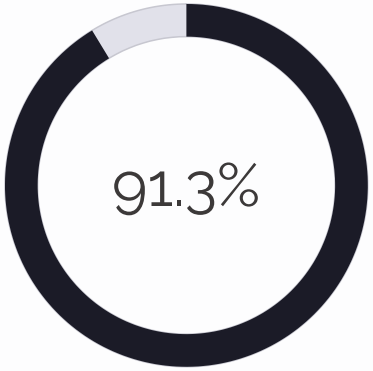
可回收物



有害垃圾



厨余垃圾



其他垃圾

主要误识别场景

沾有油污的纸巾、餐盒在"厨余垃圾"与"其他垃圾"之间存在混淆，是后续改进的重点方向。

整体 Top-1 准确率 **93.6%**，四类均超过 91%

AI生成

实地测试结果

4周

试运行时长

2 个投放点

3,416

累计识别次数

83.9%

试点准确率

较试验前 61.4% 提升 22.5 个百分点

87%

用户满意度

认为系统"有帮助"



AI生成

结论与展望

主要成果

- 构建贴近真实场景的四分类校园垃圾图像数据集（12,860 张）
- 改进模型准确率比基线提升 **3.4 个百分点**，推理时间仅增 8 ms
- 完成边缘设备→小程序→管理后台的完整系统并实地验证

现存不足

- 夜间光照不足时准确率下降约 5 个百分点
- 目前一次仅能识别单个物品

未来展望

1 **多物体检测**

引入目标检测，实现多物品同时识别

2 **称重统计**

结合称重传感器统计垃圾产生量

3 **持续迭代**

扩大数据采集范围，持续优化模型

AI生成



致谢

感谢指导教师**王芳副教授**在选题、实验和论文写作过程中给予的悉心指导；感谢**学校后勤处**提供试点支持；感谢参与数据采集和问卷调查的全体同学。

恳请各位老师批评指正！

AI生成