**小区门禁人脸识别系统项目总结**

一、项目背景与目标

随着小区安全管理需求的提升，传统门禁系统存在易丢失、被盗用等安全隐患。xx 物业公司为旗下多个高级住宅小区委托开发本套人脸识别门禁系统，旨在解决便捷性、安全性、管理和防疫等多方面需求，使用人群主要为小区居民和物业管理人员。

二、项目架构

小区存在多个出入口，需服务端统一存储和管理人脸信息。系统架构包含门禁终端模块、服务端模块和管理端模块。同时，为防止断网或服务端故障，门禁终端可将录入的人脸信息保存在本地，若存储空间足够，还可将居民信息同步给其他门禁终端。

（一）门禁终端模块

人脸录入模块：实现住户信息登记，多角度人脸图像采集，包含活体检测以防止照片/视频欺骗，进行图像质量评估，并将数据上传至服务端。

实时人脸捕获与识别模块：进行实时视频采集，人脸检测与跟踪，特征提取与比对实现人脸识别，显示识别结果并控制门锁。

本地缓存子系统：缓存常用人脸特征，存储离线识别记录，具备断网应急处理能力。

（二）服务端模块

包括数据存储接口模块、人脸特征提取模块、人脸比对模块和数据库管理模块，负责接收客户端数据、存储人脸图像和个人信息、提取人脸特征向量、进行人脸比对以及数据库操作。

（三）管理端模块

涵盖用户/居民管理模块、门禁管理模块和日志记录模块，可对用户信息进行管理，实现门禁设备和权限管理，记录每次识别结果。

三、使用技术

（一）Qt 项目搭建与集成

因 OpenCV 官方预编译库默认是 MSVC 编译，而之前 Qt 使用 MinGW 编译器，两者不兼容。所以选择让 Qt 使用 MSVC 编译器，重新安装 Qt 并选择 6.7 版本（只有该版本有 MSVC2022 版本）。安装 msvc2022 的 OpenCV，下载 opencv 和 opencv\_contrib 源码，使用 cmake 进行配置、编译和安装，并将相关路径配置到环境变量。最后在 Qt 项目的.pro 文件中加入 opencv 的包含路径和库路径配置，通过编写代码显示图片测试是否成功集成。

（二）活体检测技术

为防止欺骗攻击，采用多种活体检测方式：

1. 基于传统图像处理（Haar 级联）：通过检测眼睛状态判断是否闭眼来进行简单的活体检测，但误检率较高。

2. 使用 dlib：基于眼睛纵横比（EAR 算法）进行活体检测，不过需要额外安装和配置 dlib。

3. 深度学习 CNN：通过训练模型进行活体检测，但实现较为复杂。

（三）人脸特征提取算法

本项目采用 dlib 来实现人脸特征提取，基于人脸的 68 个关键点生成几何特征。在做人脸比对时，提取两张人脸的 68 个关键点的几何特征，对比它们的欧氏距离和余弦相似度。同时还涉及以下几种方法：

1. 传统方法

主成分分析 (PCA)：一种无监督的线性降维技术，能有效降低数据维度，但对光照、表情变化敏感，对非线性特征建模能力有限。

局部二值模式 (LBP)：将图像划分为局部区域计算像素的局部二值模式，对光照变化具有一定鲁棒性，但对姿态变化和大尺度变化适应性差。

2. 基于深度学习的方法

Triplet Loss：在训练过程中输入三张图片，优化目标函数使同一人的特征向量接近，不同人的特征向量远离，能生成高质量特征向量，但数据准备复杂。

ArcFace / CosFace：在损失函数中引入角度约束，优化特征向量在超球面上的分布，提升了特征向量的区分度和鲁棒性，但实现复杂度较高。

3. 混合方法：结合传统方法和深度学习方法的优势，先用 CNN 提取高层次特征，再结合 LBP 或 Gabor 滤波器提取局部细节特征，提升了特征提取的鲁棒性，但系统复杂度较高。

（四）数据存储（Qt 与 SQLite 部分）

使用 SQLite 数据库，创建了 “t\_faces” 表用于存储人脸相关信息。在代码中定义了 `FaceDatabase` 类来管理数据库操作，实现了数据库的打开、人脸信息的添加等功能。

四、项目成果与展望

通过上述技术的应用，本小区门禁人脸识别系统实现了小区居民便捷、安全的刷脸进出功能，满足了物业管理人员对人员进出管理的需求。在后续工作中，可进一步优化算法以提高识别准确率和效率，同时完善数据存储方案以应对更大规模的数据存储和管理需求。