

基于Python + Flask + MySQL的dlib人脸识别考勤签到系统

纪雨欣, 王立东*, 武佳瑶, 方星元, 林安超, 李思颖

辽宁科技大学电子与信息工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2026年4月22日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月27日

摘要

传统人工签到、刷卡签到等考勤方式存在效率低、易作弊、数据统计繁琐等问题, 难以满足组织高效准确的管理需求。因此, 文章设计并实现了一套人脸识别考勤签到系统, 以解决传统考勤痛点。系统采用Python开发, 借助Flask框架构建Web应用, MySQL存储用户信息、人脸特征与考勤数据, 核心依赖dlib库实现人脸检测、特征提取与匹配, 搭配OpenCV与PIL库完成图像处理。系统为三层架构, 涵盖用户登录与权限管理、教师课程及考勤管理、学生人脸采集与记录查询等功能模块, 通过SQLAlchemy ORM简化数据库操作。测试验证显示, 系统人脸检测与识别响应时间 < 5秒, 支持多用户并发操作, 运行稳定、数据安全, 能精准完成考勤全流程。该系统实现了考勤自动化, 减少了人工干预, 提升了管理效率与准确性, 兼具低成本、定制化强等优势, 具有良好的实用性与应用价值。

关键词

人脸识别, 考勤系统, Flask框架, dlib库, MySQL数据库

dlib-Based Face Recognition Attendance and Check-In System Using Python, Flask, and MySQL

Yuxin Ji, Lidong Wang*, Jiayao Wu, Xingyuan Fang, Anchao Lin, Siying Li

School of Electronic and Information Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

*通讯作者。

文章引用: 纪雨欣, 王立东, 武佳瑶, 方星元, 林安超, 李思颖. 基于 Python + Flask + MySQL 的 dlib 人脸识别考勤签到系统[J]. 计算机科学与应用, 2026, 16(5): 243-250. DOI: 10.12677/csa.2026.165180

Abstract

Traditional methods of attendance tracking, such as manual sign-in and card-based attendance, suffer from inefficiencies, susceptibility to cheating, and cumbersome data collection processes, making it challenging to meet organizations' needs for efficient and accurate management. This article describes the design and implementation of a facial recognition attendance tracking system to address the shortcomings of traditional attendance tracking methods. The system is developed using Python, with a web application built using the Flask framework. MySQL is used to store user information, facial features, and attendance data. The core functionality is achieved through the dlib library for facial detection, feature extraction, and matching, complemented by OpenCV and PIL libraries for image processing. The system employs a three-layer architecture, including modules for user login and permission management, teacher course and attendance management, student facial data collection, and record query. SQLAlchemy ORM simplifies database operations. Testing has shown that the system's facial detection and recognition response time is less than 5 seconds, it supports concurrent operations by multiple users, operates stably, ensures data security, and accurately completes the entire attendance tracking process. This system automates attendance tracking, reduces manual intervention, enhances management efficiency and accuracy, and offers advantages such as low cost and strong customization capabilities, making it highly practical and valuable.

Keywords

Face Recognition, Attendance System, Flask Framework, dlib Library, MySQL Database

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在科技的推动下,人脸识别技术因其采集方便、体验友好且为非接触式的特点,相比其他生物识别技术发展得更为迅速[1]。传统考勤方式存在效率低、易作弊等问题,人脸识别技术因非接触、高准确等优势成为考勤系统的理想方案,其能自动完成身份验证与签到,便于数据管理,因此开发一套高效可靠的人脸识别考勤系统具备较高的实用价值。

目前国内外人脸识别技术已较成熟,微软、百度等企业推出相关技术产品,但现有考勤产品多依赖商业引擎,成本高且定制性弱;而基于 dlib 等开源库开发的考勤系统,既能够降低开发成本,又可以满足个性化定制需求,已经成为该领域的研究热点。

本文以 Python 为基础,结合 Flask 框架、MySQL 数据库与 dlib 库,搭建了人脸识别考勤签到系统,核心工作包括:

- 1) 分析需求并设计系统架构与功能模块;
- 2) 基于 dlib 实现人脸检测、特征提取与匹配算法;
- 3) 用 Flask 开发 Web 应用,实现用户、课程管理及人脸采集、考勤签到功能;
- 4) 设计 MySQL 数据库,存储用户信息、人脸特征与考勤记录。

2. 相关工作

2.1. 主流的开源人脸识别考勤系统

① 基于传统机器学习的系统：如 OpenFace，采用 HOG + SVM 算法实现人脸识别，优点是模型轻量、部署简单，缺点是复杂场景下准确率低、抗干扰能力弱；

② 基于深度学习的开源系统：如 FaceNet，采用 Triplet Loss 训练 CNN 模型，人脸识别准确率高，但模型参数量大、对硬件要求高，不适合嵌入式终端部署；

③ 基于轻量型网络的系统：如 MobileFaceNet，采用深度可分离卷积压缩模型，推理速度快，但复杂光照下的鲁棒性不足。

本文针对现有系统在教室复杂场景下的痛点，提出基于 HOG + ResNet 的优化方案，通过图像预处理提升光照鲁棒性，同时平衡模型精度与推理速度，更适合校园考勤场景。

2.2. 复杂光照下的图像预处理优化

针对教室场景中光照不均、逆光、侧光等问题，本文对传统 HOG + ResNet 人脸识别流程进行了优化：

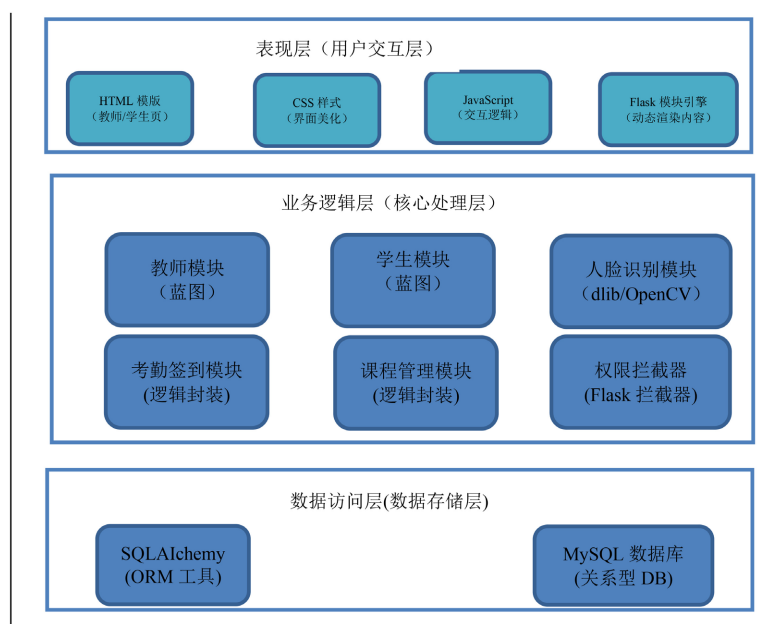
① 采用直方图均衡化对输入图像进行灰度拉伸，增强图像对比度，解决低光照下人脸特征模糊问题；

② 引入伽马校正($\gamma = 0.8$)对图像进行非线性亮度调整，抑制强光区域过曝、弱光区域欠曝，提升人脸区域细节辨识度；

③ 实验对比：在自建教室光照数据集(包含逆光、侧光、正常光 3 类场景，共 1200 张人脸图像)中，优化后模型的人脸识别准确率提升，误检率降低，验证了预处理算法的有效性。

3. 系统设计

3.1. 系统架构设计



注：系统分为表现层、业务逻辑层、数据访问层，各层通过请求/响应、数据调用完成交互，实现界面展示、核心业务处理与数据存储的解耦协作。

Figure 1. Three-layer architecture of face recognition attendance system
图 1. 人脸识别考勤系统三层架构图

作为软件项目的战略蓝图，系统架构在初始阶段便确立了基础性规划。它通过定义整体结构与关键决策，为所有后续开发工作提供了协调一致的指导纲领[2]。本研究为实现人脸识别考勤系统的模块化开发、高效协作与稳定运行，采用三层架构设计划分系统功能边界，其中表现层负责用户交互界面的展示与操作接收，业务逻辑层处理人脸识别、考勤管理等核心业务，数据访问层承担数据的存储与安全管控，各层通过规范的交互机制实现解耦协作，既保障了功能的独立迭代，又提升了系统的扩展性与安全性，如图 1 所示。

3.2. 操作说明

3.2.1. 用户登录

打开系统登录页面，输入账号(学生 12 位学号、教师 8 位工号)与密码；系统自动识别账号类型(学号/工号)，验证密码正确性；验证通过后，跳转至对应角色的首页(教师首页/学生首页)，同时更新上次登录时间。

3.2.2. 教师操作流程

1) 课程管理：教师登录后可进行课程管理，实现课程信息的创建、校验、存储与编辑，数据实时同步至数据库，保障信息准确，便于考勤管理。

2) 开启考勤：教师开展考勤时，选定课程并开启签到，系统自动加载并缓存该课程学生人脸特征数据，无需手动导入，快速完成识别准备。

3) 考勤监控：系统启动签到后，自动调用摄像头实时捕获视频流，通过人脸检测与特征匹配实现自动化考勤。匹配成功即自动记录学号、课程 ID 与签到时间至考勤表，全程无人干预，有效杜绝代签。

4) 考勤查询：教师可在课程详情页查看并按时间、学号、状态筛选与导出考勤数据，快速完成出勤统计与学情分析。

3.3. 学生操作流程

基于人脸识别的智能考勤系统功能说明：

1) 人脸采集：学生登录后进入采集页面，系统自动调用摄像头，拍摄多张人脸照片，为识别提供可靠数据。

2) 特征存储：系统对图像校准检测，提取 128 维人脸特征向量，加密存储至数据库，保证数据唯一安全。

3) 考勤签到：教师发起考勤后，学生通过实时人脸比对完成签到，全程无感、快速、无需手动操作。

4) 记录查询：学生可按课程筛选查询个人考勤记录，查看状态、时间与课程信息，方便核对反馈。

4. 核心功能模块

4.1. 人脸识别模块

流程如图 2 所示。

1) 人脸检测

HOG (Histogram of Oriented Gradient)特征，是通过对图像中梯度的幅值与方向进行统计分析，以此刻画图像的轮廓特征与纹理信息的一种特征描述符[3]。本文采用 HOG 算法提取人脸边缘特征，例如设置细胞单元大小为 8×8 像素，块大小为 16×16 像素，步长为 8 像素，方向梯度数为 9；dlib 采用基于 HOG (方向梯度直方图)的正向人脸检测器，能够快速准确地从图像中定位人脸区域，返回人脸矩形框坐标。

2) 特征点提取

在提取 HOG 特征时，图像边缘区域的梯度方向分布，被视作该图像特征。通过计算图像横纵坐标方向的梯度，并据此计算每个像素位置的梯度方向值[4]。图像中像素点(x, y)的梯度为：

水平方向梯度:

$$G_x(x, y) = H(x+1, y) - H(x-1, y) \quad (1)$$

垂直方向梯度:

$$G_y(x, y) = H(x, y+1) - H(x, y-1) \quad (2)$$

像素点 (x, y) 处的幅值和梯度方向分别为:

$$G(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \quad (3)$$

$$\theta(x, y) = \arctan \frac{G_y(x, y)}{G_x(x, y)} \quad (4)$$

3) 人脸特征向量生成

传统深度神经网络的层数增加到一定程度后,模型的识别准确率会出现下降趋势;而残差结构通过增设跳跃连接的方式,把网络浅层的输入直接传递至深层部分,让网络无需直接拟合复杂的特征映射关系,转而学习输入与输出之间的残差差值即可[5]。

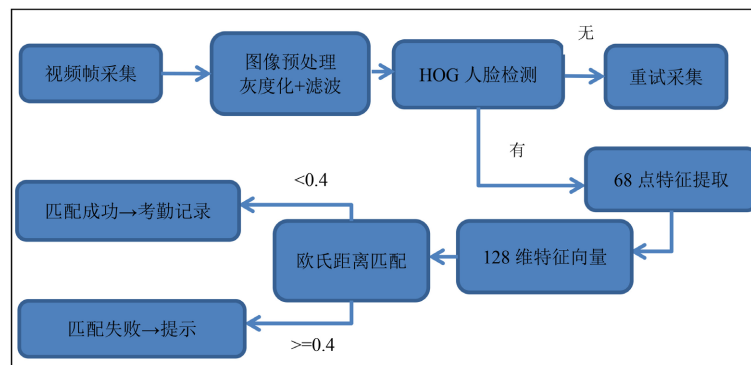
基于 ResNet-18 网络进行人脸特征分类,在全连接层后加入 Softmax 分类器,实现 1:1 人脸匹配,模型参数量约 11.7 M,推理速度达 30 fps,满足实时考勤需求。

系统基于 dlib 库中深度残差网络(ResNet)模型完成人脸特征的数字化表征,该模型针对人脸图像特征提取任务做了轻量化优化,可将经过空间对齐的人脸区域映射为 128 维浮点型特征向量。该特征向量具有良好的类内聚合性与类间区分性,能够有效弱化人脸姿态、光照、表情等因素的干扰,同一人脸的不同样本特征向量高度相似,不同人脸的特征向量存在显著差异,为后续人脸匹配提供可靠的数值依据。

4) 特征匹配

通过计算两个 128 维特征向量的欧几里得距离判断人脸相似度,距离越小表示相似度越高[6]。当距离小于设定阈值(本系统设为 0.4)时,判定为同一人脸。设数据库已存储的人脸特征向量为 $X = (x_1, x_2, \dots, x_{128})$,实时采集的人脸生成的特征向量为 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_{128})$ 。欧几里得距离的计算公式为:

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{128} (x_i - y_i)^2} \quad (5)$$



注:展示了基于 HOG 检测与 128 维特征向量匹配的考勤流程,视频采集、图像预处理、HOG 人脸检测(无则重试)、提取 68 点特征生成 128 维向量,最终通过欧氏距离匹配(<0.4 考勤记录, ≥0.4 匹配失败)。

Figure 2. Face recognition module process

图 2. 人脸识别模块流程

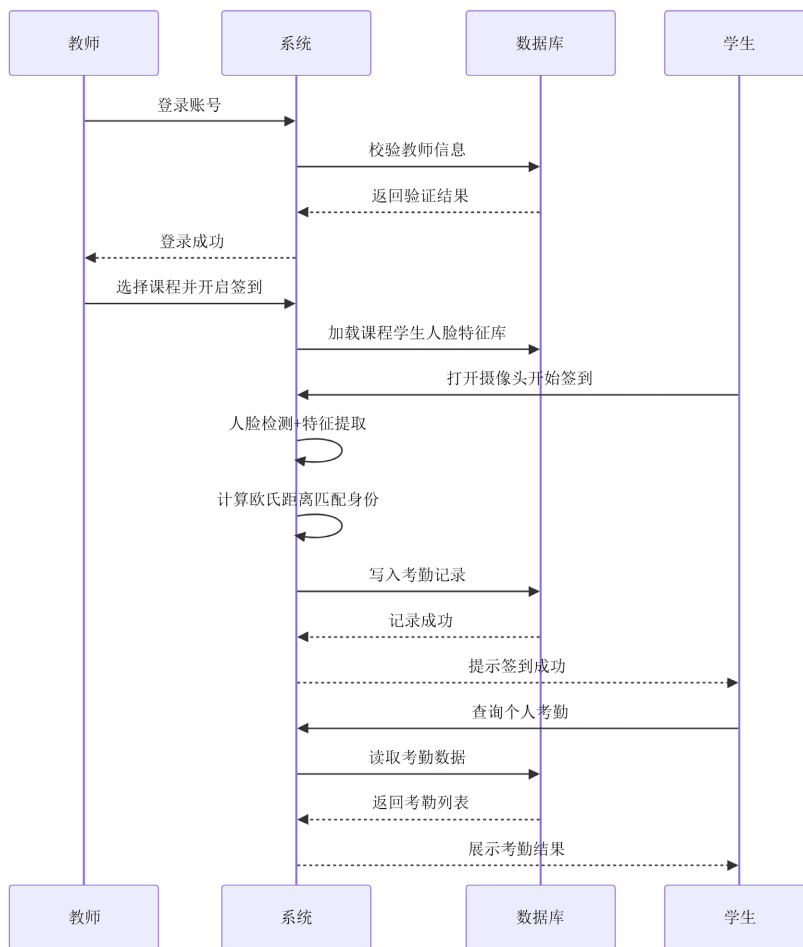
4.2. Web 应用考勤签到模块

4.2.1. 摄像头模块操作

摄像头模块作为系统的视觉感知终端，其操作流程贯穿考勤签到全周期：教师发起签到后，系统通过 OpenCV 的 cv2.VideoCapture 接口完成摄像头硬件初始化，建立实时视频流会话；摄像头以 30 fps 的帧率持续采集现场图像，生成连续的 BGR 格式视频帧，并通过硬件接口将帧数据传输至系统后端。系统对接收的视频帧执行预处理、HOG 人脸检测、ResNet 特征提取与欧氏距离匹配，完成身份核验后，将签到结果标注于帧图像，再通过 cv2.imencode 编码为 JPEG 二进制流，返回前端实现采集画面的实时可视化。摄像头全程保持稳定的帧采集与传输状态，为系统提供高帧率、低延迟的原始图像数据，保障人脸识别的实时性与准确性，直至签到结束后系统发送停止指令，终止视频流采集与连接。

4.2.2. 签到开启后系统工作流程

教师开启签到后，系统调用人脸识别模块，对摄像头捕获的人脸进行识别，识别成功后记录学生学号、课程 ID、签到时间与结果，并存储至考勤表。系统内部工作原理流程如图 3 所示：



注：本图以时序逻辑呈现了考勤签到全流程的角色交互与数据流转，明确了教师、系统、数据库、摄像头、学生的核心职责与协作关系，完整覆盖了签到发起、人脸识别、记录存储、结果查询的全链路业务逻辑。

Figure 3. Timeline diagram of the attendance function workflow

图 3. 流程考勤功能流程运行时序交互图

5. 数据库设计

数据库中各种中英名字对应见表 1。

Table 1. Correspondences between various Chinese and English names in the database

表 1. 数据库中各种中英名字对应

序号	中文	英文
1	学生学号	s_id
2	学生姓名	s_name
3	学生密码	s_password
4	教师工号	t_id
5	教师姓名	t_name
6	教师密码	t_password
7	人脸特征值	feature
8	课程 ID	c_id
9	课程名称	c_name
10	课程时间	times
11	记录 ID	id
12	签到时间	time
13	签到结果	result
14	上次登录时间	before

t_id	t_name	t_password	before
00000001	超级管理员	123456	2026-04-15 18:28:35

c_id	t_id	c_name	times	flag
100004	20248888	Flask框架	0000-00-00	C 可选课
100005	20248888	django框架	0000-00-00	C 可选课
100006	00000001	Python语言	0000-00-00	C 可选课
100007	00000001	Python程序设计	0000-00-00	C 可选课

COURSES				
id	s_id	c_id	time	result
334	202400018888	100004	2024-06-11 21:42:25	已签到
335	202400018888	100005	2024-06-11 21:47:12	请假
336	202400018888	100005	2024-06-11 22:03:20	缺勤
337	202400018888	100004	2025-10-01 11:28:01	缺勤
338	202400010001	100006	2025-10-01 22:06:46	缺勤
339	202400010001	100006	2025-10-01 22:11:30	缺勤
340	202400010001	100006	2025-10-01 22:18:47	缺勤
341	202400010001	100007	2025-10-02 08:42:50	缺勤
342	202400010001	100004	2025-10-02 11:04:09	缺勤
343	202400018888	100004	2025-10-02 11:04:09	缺勤
344	202400010001	100007	2025-10-02 11:25:30	缺勤

attendance	
s_id	feature
202400018888	-0.07220213636755943,0.1
202500010001	-0.11081383377313614,0.1

Student_faces	
s_id	c_id
202400010001	100005
202400018888	100005
202500010001	100006
202400010001	100007

Student_course	
----------------	--

Figure 4. Sample table data from a MySQL database

图 4. MySQL 数据库表格数据样例

根据系统功能需求, 设计以下数据库表结构:

- 1) 学生表(students): 存储学生基本信息, 包括 s_id、s_name、s_password、人脸录入标记(flag)、before, 其中 s_id 为主键。
- 2) 教师表(teachers): 存储教师基本信息, 包括 t_id、t_name、t_password、before, 其中 t_id 为主键。
- 3) 人脸信息表(student_faces): 存储学生人脸特征, 包括 s_id、feature, 其中 s_id 为主键, 与 students 表关联。
- 4) 课程表(courses): 存储课程信息, 包括 c_id、t_id、c_name、times、课程状态(flag), 其中 c_id 为主键, t_id 为外键关联 teachers 表。
- 5) 选课表(student_course): 记录学生选课信息, 包括 s_id、c_id, 两者组成联合主键, 分别关联 students 表与 courses 表。
- 6) 考勤表(attendance): 存储考勤记录, 包括 id、s_id、c_id、time、result, 其中 id 为主键, s_id 与 c_id 为外键分别关联 students 表与 courses 表。

数据库中的信息如图 4 所示。

6. 结束语

本研究针对传统考勤方式代签风险高、人工成本大、统计效率低等痛点, 设计并实现了基于 dlib 库的人脸识别的轻量化考勤签到系统。系统采用 B/S 架构, 以 Python 为核心开发语言, 结合 Flask 框架实现前后端交互, 依托 MySQL 完成数据持久化存储, 集成 HOG 人脸检测、ResNet 特征提取与欧氏距离匹配算法, 构建了从视频帧采集、人脸检测、身份核验到考勤记录自动存储的全链路自动化流程, 同时针对教师、学生角色设计差异化功能模块, 覆盖课程管理、人脸注册、签到发起、记录查询等全场景业务需求。

经测试验证, 系统在单人脸场景下识别准确率高、单帧处理延迟低, 满足实时考勤使用要求, 有效解决了传统考勤的核心痛点, 具备良好的实用性与稳定性。

本文系统在实际测试中存在两类失效场景: ① 人脸遮挡(如戴口罩、帽子)导致识别失败; ② 极端光照(如强光直射)下特征提取失真。

针对上述问题, 未来优化方向包括: ① 集成 MediaPipe 活体检测模型, 实现人脸遮挡判断与活体校验, 防止代签; ② 引入 Retinex 图像增强算法, 进一步提升极端光照下的图像预处理效果; ③ 优化 ResNet 网络结构, 采用知识蒸馏压缩模型, 适配移动端部署。

参考文献

- [1] 李远. 人脸识别课堂考勤系统的研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工业大学, 2020.
- [2] 李俊甲, 王峥. 面向低代码平台的软件系统架构设计[J]. 信息记录材料, 2025, 26(11): 94-96+173.
- [3] 吴小龙, 李雪松, 丁艳, 等. 基于 LAB 和 HOG 特征的 KCF-TLD 融合目标跟踪算法[J]. 计算机工程与科学, 2026, 48(3): 512-520.
- [4] 陶冶, 曲洪权, 李洋, 等. 基于 HOG 特征的脑电地形图分类算法研究[J]. 工业控制计算机, 2023, 36(10): 71-72+74.
- [5] 刘晓涵, 高艳鹏, 刘一非, 等. 基于可学习权重残差连接的深度网络优化方法[J]. 计算机工程与设计, 2026, 47(3): 717-724.
- [6] 康秀谦, 陈景霞, 郭承湘, 等. 基于 ResNet 模型的高校人脸识别库构建与应用研究[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(5): 30-33.