



# 2024年（第17届） 中国大学生计算机设计大赛

## 人工智能实践赛作品报告

作品编号：\_\_\_\_\_2024067961\_\_\_\_\_

作品名称：\_\_\_\_\_察“颜”观色——基于卷积神经网络的  
\_\_\_\_\_电脑用户状态监测系统\_\_\_\_\_

填写日期：\_\_\_\_\_2024年5月26日\_\_\_\_\_

# 目录

- 第 1 章 作品概述.....1
  - 1.1 作品创意/项目背景.....1
  - 1.2 应用价值.....1
- 第 2 章 问题分析.....2
  - 2.1 问题来源.....2
  - 2.2 现有解决方案.....2
  - 2.3 本作品要解决的痛点问题.....3
  - 2.4 解决问题的思路.....3
- 第 3 章 技术方案.....5
  - 3.1 总体介绍.....5
  - 3.2 详细介绍.....5
    - 3.2.1 界面构造.....5
    - 3.2.2 人脸识别技术.....6
    - 3.2.3 表情识别技术.....7
    - 3.2.4 疲惫检测.....8
    - 3.2.5 数据库存储数据.....8
- 第 4 章 系统实现.....10
  - 4.1 软件设计实现.....10
    - 4.1.1 系统架构.....10
    - 4.1.2 技术选型.....10
    - 4.1.3 模块设计.....10
  - 4.2 用户界面.....11
  - 4.3 数据来源.....11
  - 4.4 数据训练.....12
    - 4.4.1 数据预处理.....12
    - 4.4.2 模型训练.....12
    - 4.4.3 模型优化.....13
  - 4.5 改进过程.....13
    - 4.5.1 实时性能问题.....13
    - 4.5.2 准确性问题.....13
    - 4.5.3 表情时间记录问题.....14
  - 4.6 系统部署.....14
- 第 5 章 测试分析.....15
  - 5.1 数据来源.....15
  - 5.2 功能测试.....15
    - 5.2.1 人脸识别功能测试.....15
    - 5.2.2 表情识别功能测试.....17
    - 5.2.3 提醒设置验证测试.....21
    - 5.2.4 数据库数据记录.....25

第 6 章 作品总结.....26

6.1 作品特色与创新点.....26

6.2 应用推广.....26

6.3 作品展望.....27

参考文献.....29

# 第1章 作品概述

## 1.1 作品创意/项目背景

随着信息技术的快速发展和互联网的普及，人们对电脑的依赖程度越来越高，无论是在工作中处理文件，还是在学习中获取知识，甚至是在娱乐中放松身心，电脑都扮演着重要角色，已经成为人们日常工作、学习和娱乐的重要工具。然而，长时间的使用电脑不仅会带来身体不适，如眼睛疲劳、颈椎疼痛等，还会对电脑用户的心理健康产生影响，如焦虑、压力、疲惫等负面情绪。因此，对电脑用户情绪状态的监测和提醒显得尤为迫切和重要。

当前，市面上已有一些针对电脑用户健康的监测系统，但大多集中在身体健康方面，对于电脑用户情绪状态方面的监测和提醒相对较少。基于此背景，我们提出了“察‘颜’观色——基于卷积神经网络的电脑用户状态监测系统”项目。本系统通过利用电脑自带的摄像头，结合卷积神经网络等人工智能技术，实现对电脑用户面部情绪的识别和分析，让电脑用户能够可视化自己的情绪变化、调节自身用机状态、改善学习效率，对电脑用户进行多方面辅助，提供更全面的健康监测服务。

## 1.2 应用价值

本项目的提出，为用户提供了一种全新的情绪管理方式，填补了现有电脑用户监测系统中的情绪状态监测空白，提供相应的情绪管理和提醒服务，帮助用户更好地管理自己的情绪状态，提高学习和工作效率。同时，本项目通过可视化用户的情绪变化，激励用户关注自身健康，培养良好的电脑使用习惯，促进用户身心健康的全面发展。

随着人们对健康生活的重视和对智能软件的需求不断增加，本作品具有广阔的推广前景。可以将该系统推广到各个行业和领域，满足不同用户群体的需求。同时，可以结合社交平台和线下宣传等方式进行推广，吸引更多用户使用。

## 第2章 问题分析

### 2.1 问题来源

《第53次中国互联网网络发展状况统计报告》指出截至2023年12月，我国网民使用台式电脑、笔记本电脑、电视和平板电脑上网的比例分别为33.9%、30.3%、22.5%和26.6%。随着信息时代的深入发展，电脑等电子产品已经深入人们的生活，并给我们每一个人带来不可替代的深远影响。不可否认，电脑已经成为大多数人工作、学习、娱乐的必不可少的工具，我们享受着其强大功能给我们带来的快捷和方便，但同时也承受着电脑使用所带来的一些不利影响，比如长时间的使用电脑不仅会带来身体不适，如眼睛疲劳、颈椎疼痛等，还会对电脑用户的心理健康产生影响，如焦虑、压力、疲惫等负面情绪。常见的电脑带来的症状，例如“鼠标手”、“电脑视觉综合征”、“晕屏症”等。另外，还有一些报道指出，使用电脑上网可能会给网民带来心理负面影响，因为他们可能极易接触到负面新闻。

因此，对电脑用户情绪状态的监测和提醒显得尤为迫切和重要，而市面并没有相应的产品。

### 2.2 现有解决方案

目前市面上有类似的产品，比如可以定时提醒电脑使用者工作或者休息的软件——番茄钟，这类软件简单的以时间间隔作为提醒，比如每40分钟提醒一次使用者需要休息。相比之下，我们的产品具有如下特点是其他类似的产品所不具备的：

#### （1）实时性、动态变化

我们的产品通过实时监测使用者的面部表情，直接得出当前使用者的心情和状态，可以做到实时反馈，提醒使用者等功能。

#### （2）实现个性化监测

每个人的精力、时间安排都是不同的，甚至每个人每一天的状态都是不同的，简单的以时间间隔为标准来提醒用户，显然是不够科学、准确、有效的，

我们的产品则可以实现对每个用户个性化服务，根据他们的实际情况进行监测并提醒。

(3) 可拓展性强、适用范围广

我们的产品，是基于识别用户面部表情的，可以据此拓展出许多额外的功能，另外我们这一产品的应用场景也是相当广泛的，也可以应用在许多不同的生产、生活场景，比如应用于学校，可以监测学生的状态，并不仅仅局限于电脑使用者。

2.3 本作品要解决的痛点问题

我们的产品让电脑用户能够可视化自己的情绪变化、调节自身用机状态、改善学习效率，对电脑用户进行多方面辅助，提供更全面的健康监测服务。

- (1) 解决用户由于不能合理安排电脑使用时间，导致使用效率低下的问题。
- (2) 减缓用户使用电脑，带来的身心困扰，帮助其健康使用电脑。

2.4 解决问题的思路

我们的产品通过对用户表情的识别，进而记录并分析用户的状态，可以帮助用户动态调整对电脑的使用，提高用户的效率。另外，也可以在发现用户有不好的情绪时，及时给与提醒和帮助，以达到避免或减少因使用电脑而对身心造成的负面影响。（如表 2-1 所示）

表 2-1

数据集	人脸识别数据集
格式	图片与标签映射形成的.csv 文件
来源	从网上获取专门的数据集，另搜集一些表情图片加以补充
获取方式	购买网上的数据集文件
特点	数据量庞大，方便训练出更好的模型
规模	约 55742 张图片

示例



开心



中立



伤心



惊讶



疲惫



厌恶



害怕



生气

图片名称	图片标签
angry\41. jpg	0
neutral\2638. jpg	1
happy\51667. jpg	2
tired\2140. jpg	3
disgust\12828. jpg	4
surprise\22439. jpg	5
sad\13226. jpg	6
fear\7609. jpg	7

# 第 3 章 技术方案

## 3.1 总体介绍

本系统核心技术包括人脸识别技术、表情识别技术，产品通过对电脑用户面部状态以及电脑使用时间的记录，构建一个可视化电脑用户状态监测系统。通过交互可视化界面达到信息反馈的效果，本系统基于统计图和提示文本框反应电脑用户一段时间的状态变化情况。总体技术设计路线如图 3-1 所示。

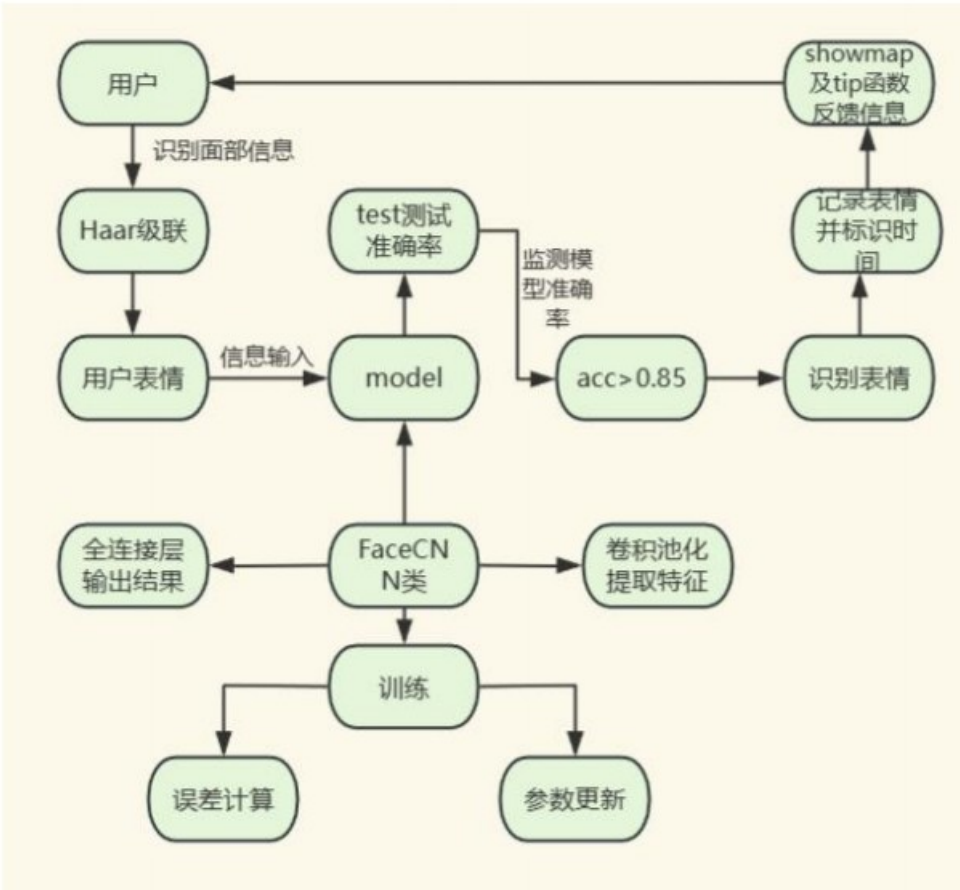


图 3-1 技术框架路线图

## 3.2 详细介绍



### 3.2.1 界面构造

本系统涉及到前端开发技术框架 PyQt5，用于实现用户界面的设计。通过设计一系列的功能按键，并且添加对应的触发事件，将具体的代码内容操作可视化，方便用户简单操作本系统，同时选择将数据内容图形可视化也让用户更加直观的了解自己的状态情况。

### 3.2.2 人脸识别技术

本系统人脸识别技术采用的是 OpenCV 中 Harr 级联技术，能够迅速地捕捉到人脸部的信息，包括面部、眼睛、嘴部检测，获取面部的特征信息。其中 Haar 特征（边缘特征、线性特征、中心特征和对角线特征）通过图像中相邻区域的像素值做差值运算获取，每个 Haar 特征都由两个或者多个矩形区域构成其像素和就是该区域的特征值，通过比较特征值与先前设置的阈值来判断图像中是否存在人脸信息。

由于 Haar 特征是一个弱分类器，为了达到一个可信的判断，需要组合大量的 Haar 特征形成一个强分类器，而 AdaBoost 算法针对于同一训练集训练不同的分类器（弱分类器），然后把这 些弱分类器集合起来构成一个强分类器，通过不断迭代的方式逐步提高分类器的性能，在每次迭 代中会计算基分类器的权重，并更新样本的权重，用更新后的样本来算下一个基分类器，最终得到多个分类器，每个分类器给予相应的权重，具体过程如下图 3-2 所示。

通过强分类器的组合进一步处理图片信息，通过提高级联的分类器的复杂度逐渐提高算法的识别精度。

由于 Haar 特征如何在一个窗口中排列才能体现人脸的特征是未知，如果穷尽这些排列组合，可能会产生很多的特征，但是通过积分图（描述全局信息的矩阵）就可以遍历一次图像就可以获得所有像素和，大大提高了计算速度。

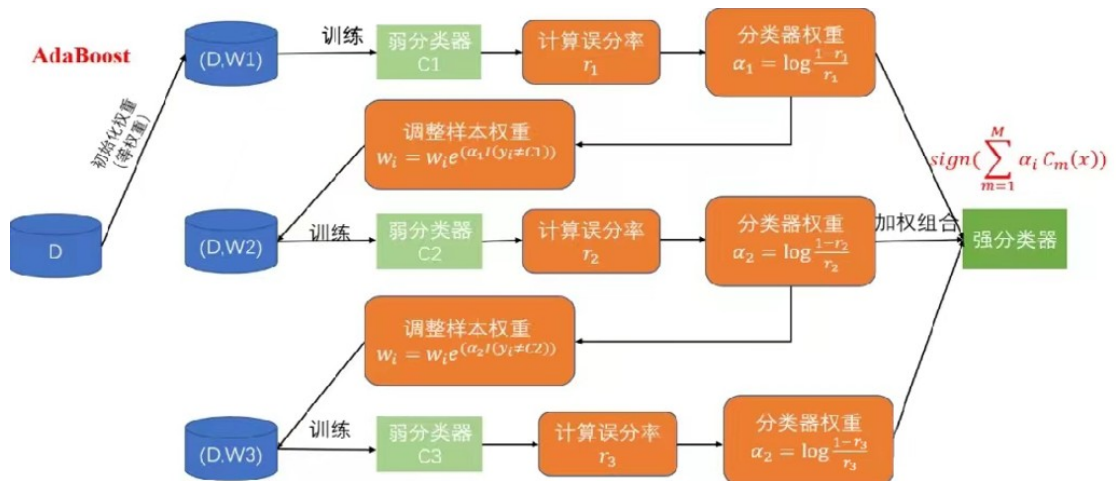


图 3-2 OpenCV Harr 级联过程

### 3.2.3 表情识别技术

在能够进行表情识别之前，本系统需要训练出一个准确率较高的模型来进行表情检测。在训练部分，我们将 55338 图片按照 8: 2 分为训练集和测试集，其中 98% 的图片为中国人脸，符合国人面部特征。通常在训练之前，通常会采取一些预处理方法，例如用高斯模糊等处理方法添加噪声，提高神经网络的鲁棒性和泛化能力，增强数据集。同时建立映射表为每一张图片都设置一个标签，总共有 8 类表情，如图 3-2 所示，包括生气、中立、开心、疲惫、厌恶、惊喜、伤心、害怕，故通过 0-7 分别表示每一种表情，具体映射关系如图 3-3 所示，方便每次训练过程读取图片数据。

技术实现的核心在于卷积神经网络（CNN）的构建，此模型采用了三次卷积池化操作（如图 3-4 所示），设置好输入通道数、输出通道数、卷积核大小、步长等参数，提取特征的有效信息并且保证特征的鲁棒性。将提取到的特征输入至全连接层，利用特征信息（包括眼睛、鼻子、眉毛、嘴巴等）进行分类。通过多轮循环，计算交叉熵损失率，改变学习率，通过 SGD 优化器进行优化，不断调整相关参数，使模型的检测准确率不断提高，准确率接近 90%，大于 85%。使用误差反向传播不断减小误差，所谓误差反向传播就是将当前的误差分摊给每个单元，通过每个单元的误差来修正相关权值。

如图 3-5 所示，由于本系统采用的是 CNN，即卷积神经网络，是一种相对于基础的、传统的图像特征提取方法，为了进一步提高模型的准确率和泛化能力，本系统会继续研究相关人脸识别及表情识别技术算法，比较不同算法之间

图片名称	图片标签
angry\41. jpg	0
neutral\0628. jpg	1

的测试结果差异及准确率，参考别的算法（如 Fisherfaces 算法等）的优点，完善本系统的 CNN 卷积神经网络算法。



图 3-3 表情集

图 3-4 表情映射表

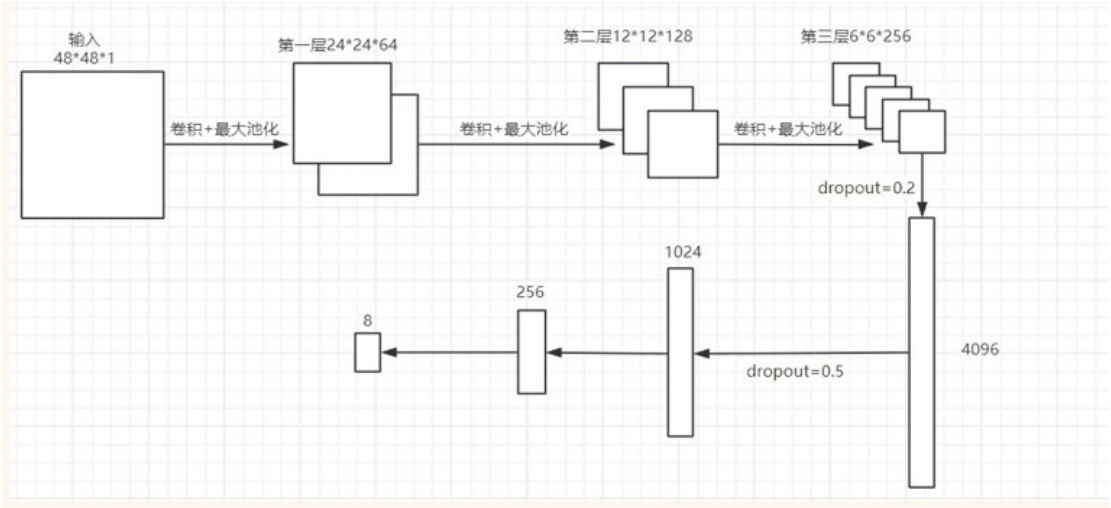


图 3-5 卷积池化过程

### 3.2.4 疲惫检测

虽然模型能够识别出 8 种不同的表情，但是毕竟对于每一帧而言，针对表情的细微变化，模型都有可能会识别出相关表情，如果仅仅根据一帧的表情来进行判断用户是否处于疲惫状态，显然是不合理的。针对此问题，本系统采用一个模拟队列的数组来判断是否处于疲惫，通过设置一个大小为 20 的固定数组。每次检测一帧后，就进入队列，队列充满后，就将队首元素移出，并统计疲惫状态的次数，如果疲惫的次数/20 大于设定的阈值（如 0.8），我们就认为当前状态是疲惫的。

### 3.2.5 数据库存储数据

对于用户每次打开摄像头后，本系统会对每一次的数据内容进行保存，记录每一种表情的持续时间（单位为秒，默认值为0），分别对应8个字段，为后续查看某段时间或者一天内的状态变化情况提供数据基础,同时也会记录每次使用本系统的时间，并用唯一的id来标识每一组数据。具体数据存储结构如图3-6所示。

数据表名: emotions_duration				中文描述: 情绪持续时间表		
字段名称	字段描述	数据类型	长度	是否允许空	缺省值	备注
id	数据唯一标识符	INT	不适用	N	自增	主键
angry	愤怒情绪的持续时间	INT	不适用	N	0	单位为秒
disgust	厌恶情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
fear	害怕情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
happy	开心情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
neutral	无表情的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
sad	悲伤情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
surprise	惊讶情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
tired	疲惫情绪的持续时间	INT	不适用	Y	0	单位为秒
rectime	数据记录的时间	TIMESTAMP	不适用	N	当前时间 (由系统自动生成)	默认值和更新时自动设置为当前时间

图 3-6 表情数据库存储结构

本系统在实现了上述功能后，就能够面向用户进行使用了。通过图形界面的文本框及相关组件提示，让用户自由地选择相关功能。在打开摄像后，并可以实现对用户的状态进行检测，根据用户的选择进行相关的提示，完成信息反馈。

## 第4章 系统实现

### 4.1 软件设计实现

#### 4.1.1 系统架构

系统采用单体架构设计，即前端界面与后端逻辑集成在一个应用程序中。这种设计简化了开发流程，便于维护和部署。

#### 4.1.2 技术选型

开发语言：Python，具有丰富的库支持和简洁的语法，适合快速开发。

GUI 框架：PyQt5，用于构建跨平台的桌面应用程序界面。

图像处理库：OpenCV，用于图像捕获、面部检测和特征提取。

深度学习框架：PyTorch，用于构建和训练情绪识别的深度学习模型。

数据库：MySQL，用于存储情绪识别结果和用户配置信息。

#### 4.1.3 模块设计

系统主要分为以下几个模块：

数据采集模块：负责从连接的摄像头实时获取视频流，并对其进行预处理，如格式转换和大小调整。

面部检测与特征提取模块：利用 OpenCV 库进行面部检测，定位图像中的人脸区域，并从中提取关键特征。

情绪识别模块：采用 PyTorch 构建的深度学习模型，接收面部特征输入，输出情绪分类结果。

提醒模块：根据情绪识别结果和用户设定的参数，当检测到用户情绪异常或长时间处于某一状态时，触发休息提醒。

数据存储模块：将情绪识别结果和用户操作日志存储到 MySQL 数据库中，

用于后续的数据分析和报告生成。

用户界面模块：提供用户交互界面，包括实时情绪展示、设置调整、历史数据查询等功能。

系统配置模块：允许用户或管理员配置系统参数，如数据库连接信息、提醒设置等。

## 4.2 用户界面

用户界面采用 PyQt5 开发，提供直观的操作界面。界面主要包括：

监测页面：展示实时视频流，并显示情绪识别结果。

设置页面：允许用户配置休息提醒参数，如休息间隔时间、番茄工作法参数等。

报告页面：展示情绪识别的历史数据和统计图表。

## 4.3 数据来源

实时视频流：实时视频流数据通过客户端程序直接从用户电脑的摄像头获取。客户端使用 OpenCV 库来捕获视频流，并对其进行必要的图像处理，如灰度化、降噪等，以提高面部检测和情绪识别的准确性。

系统的训练数据集来源于公开的面部表情数据集，用于深度学习模型的训练。本项目在训练时使用了以下数据集：

FER-2013 数据集：一个广泛使用的面部表情识别数据集，包含多种情绪类别。

CK+数据集：提供了在不同情境下捕捉的面部表情，具有较高的多样性。

亚洲人脸数据集：特别针对亚洲人群的面部特征进行收集的数据集。

疲惫表情数据集：专门为识别用户疲劳状态收集的数据集，增强了模型识别疲惫表情的能力。

在这些数据集中，针对亚洲人脸数据集进行了重点训练，因为我们的目标用户主要是国内人群。通过细致的特征工程和模型调优，亚洲人脸数据集上训练得到的模型在验证集上达到了 90% 的准确度，是所有数据集中最高的。此外，加入疲惫表情数据集后，模型在识别用户疲劳状态方面也表现出色，进一步提升了系统的实用性和准确性。

综合考虑，项目最终选择使用基于亚洲人脸数据集和疲惫表情数据集共同

训练得到的模型作为表情识别的核心模型。这一决策确保了系统在识别亚洲用户面部表情，尤其是在识别疲劳表情时的高准确性和可靠性，从而更好地满足用户需求并提供及时的休息提醒。

## 4.4 数据训练

### 4.4.1 数据预处理

在数据训练阶段之前，我们对数据集进行了必要的预处理以提升模型学习效率和性能。具体步骤包括：

归一化：将图像的像素值从[0, 255]线性映射到[0, 1]，以便于模型处理。

数据增强：通过对训练图像进行旋转、缩放、剪切和翻转等操作，增加数据多样性，提高模型的泛化能力。

面部特征点标注：使用面部特征点标注数据，辅助模型更准确地捕捉面部表情特征。

### 4.4.2 模型训练

我们采用了卷积神经网络（CNN）作为情绪分类任务的模型，具体实现细节如下：

模型架构：构建了一个包含多个卷积层、池化层、归一化层和全连接层的CNN模型。模型初始化中，我们使用了 `gaussian_weights_init` 函数对卷积层的权重进行高斯初始化。

激活函数：选用了 RReLU（随机 ReLU）作为激活函数，以加速模型训练并提高性能。

损失函数：使用交叉熵损失函数来衡量预测值与真实标签之间的差异。

优化器：使用 SGD（随机梯度下降）优化器，并添加了权重衰减（L2 正则化）来防止过拟合。

在训练模型的代码中，我们定义了 `FaceCNN` 类来构建模型，并实现了 `train` 函数来训练模型。训练过程中，我们使用了 `FaceDataset` 类来加载和处理数据，并通过 `DataLoader` 来批量加载数据。

### 4.4.3 模型优化

为进一步提升模型性能，我们采取了以下优化措施：

超参数调整：通过实验确定了学习率、批量大小、迭代轮数等超参数的最佳值。

模型保存：在训练完成后，我们将训练好的模型保存为 `pkl` 文件，以便后续的模式部署和应用。

验证集评估：在训练过程中，我们在验证集上评估模型性能，以监控模型的泛化能力。

在训练过程中，我们还记录了每个 `epoch` 后的损失率，并在特定 `epoch`（每 5 个 `epoch`）评估了训练集和验证集上的准确率，以此来监控模型训练进度和性能。

## 4.5 改进过程

在系统开发过程中，遇到了以下困难及解决方法：

### 4.5.1 实时性能问题

问题描述：初始版本的系统在处理视频画面时，如果未能检测到人脸，会停止运行，导致视频流处理中断，程序直接停止。

解决方法：我们改进了人脸检测算法，确保即使在人脸不在标准位置或部分被遮挡的情况下也能稳定运行。此外，通过优化代码逻辑和降低模型的复杂度，提高了系统处理速度，确保了视频流的连续性和实时性。

### 4.5.2 准确性问题

问题描述：模型在某些表情上的识别准确率不高，特别是在表情微妙或不清晰的情况下。

解决方法：扩充了训练数据集，特别是那些难以识别的表情类别，以增加模型的多样性和鲁棒性。同时，采用了数据增强技术，如图像旋转、缩放、剪切和翻转等，来提高模型对不同表情变化的识别能力。



### 4.5.3 表情时间记录问题

问题描述：系统在记录表情持续时间时存在问题，导致无法准确反映用户的实时情绪状态。

解决方法：修正了时间记录的逻辑，确保系统能够准确跟踪并记录每种表情的持续时间。此外，增加了异常检测机制，当系统检测到时间记录异常时，会自动进行调整或提醒用户检查摄像头和面部定位设置。

## 4.6 系统部署

系统部署主要包括以下步骤：

服务器配置：安装 MySQL 数据库，配置 Python 后端服务。

客户端配置：打包 Python 客户端程序，确保包含所有依赖库。

系统测试：在不同硬件和操作系统环境下测试系统性能和稳定性。

用户培训：为用户提供系统操作培训和文档。

## 第5章 测试分析

### 5.1 数据来源

本系统的数据主要来源于电脑用户的面部表情，通过摄像头实时捕捉并记录用户的面部状态信息。数据规模方面，我们在开发和测试阶段收集了大量的面部表情数据，这些数据包括各种情绪状态如高兴、惊讶、愤怒、厌恶、悲伤、害怕、疲惫等。为了确保数据的多样性和代表性，数据采集覆盖了不同性别、年龄的用户。

### 5.2 功能测试

功能测试是确保系统各项功能正常运行的关键步骤。我们的功能测试过程包括以下具体内容：

#### 5.2.1 人脸识别功能测试

测试系统是否能够准确地捕捉并识别用户的面部轮廓。通过使用不同光照条件和背景环境，验证系统在各种条件下的识别能力。

##### A. 正常光照环境（如图 5-1 所示）

测试方法：在光线均匀、适中的环境中测试系统的识别能力。测试场景包括白天室内自然光照、均匀人工照明等。

系统反应：系统在正常光照下表现最佳，能够迅速准确地识别用户的面部。

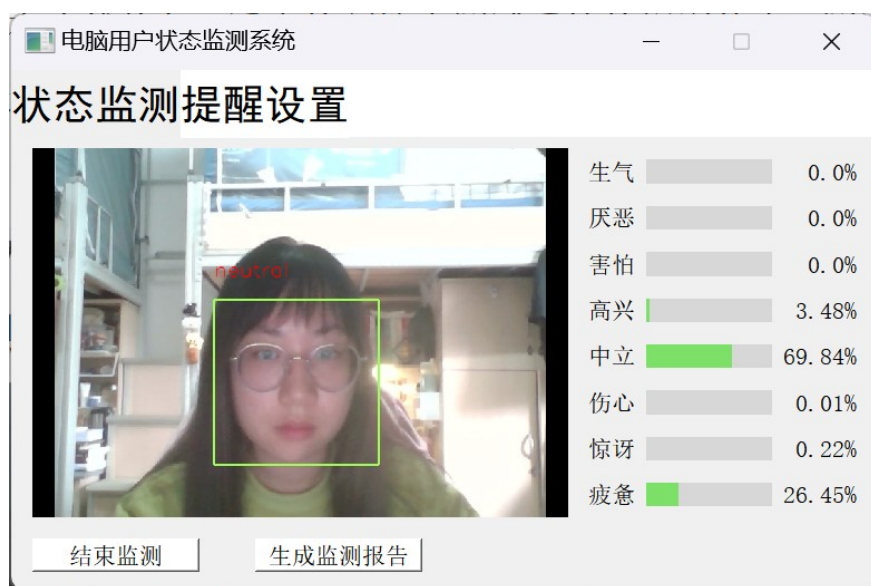


图 5-1 正常光照环境

B. 强光环境（如图 5-2 所示）

测试方法：在强光下测试系统的识别能力。测试场景包括室内强光照照明等。

系统反应：系统能够在这些条件下能够快速定位并识别出用户的面部轮廓。



图 5-2 强光环境

C. 弱光环境（如图 5-3 所示）

测试方法：在光线较弱的环境中测试系统的识别能力。测试场景包括傍晚室内光线不足、夜晚仅有微弱灯光等。

系统反应：系统在弱光条件下的识别能力略有下降，但仍能有效定位面部特征。



图 5-3 弱光环境

## 5.2.2 表情识别功能测试

表情识别功能测试的主要目的是验证系统在不同条件下是否能够准确地识别用户的表情状态。测试过程中，用户表现不同的情绪（如高兴、惊讶、愤怒等），系统将识别结果实时显示在用户界面上，包括识别出的表情类别和对应的置信度值。通过观察系统是否能够正确分类并显示相应的表情状态以验证系统表情识别的准确性。

A. 高兴（如图 5-4 所示）

用户表现：用户露出微笑或大笑表情。



图 5-4 高兴表情

系统反应：系统识别为“高兴”，置信度为 97.63%。

B. 惊讶（如图 5-5 所示）

用户表现：用户表现出瞪大眼睛、张大嘴巴的惊讶表情。

系统反应：系统识别为“惊讶”，置信度为 99.94%。



图 5-5 惊讶表情

C. 愤怒（如图 5-6 所示）

用户表现：用户皱眉、紧闭嘴巴或怒目而视。

系统反应：系统识别为“愤怒”，置信度为 97.35%。

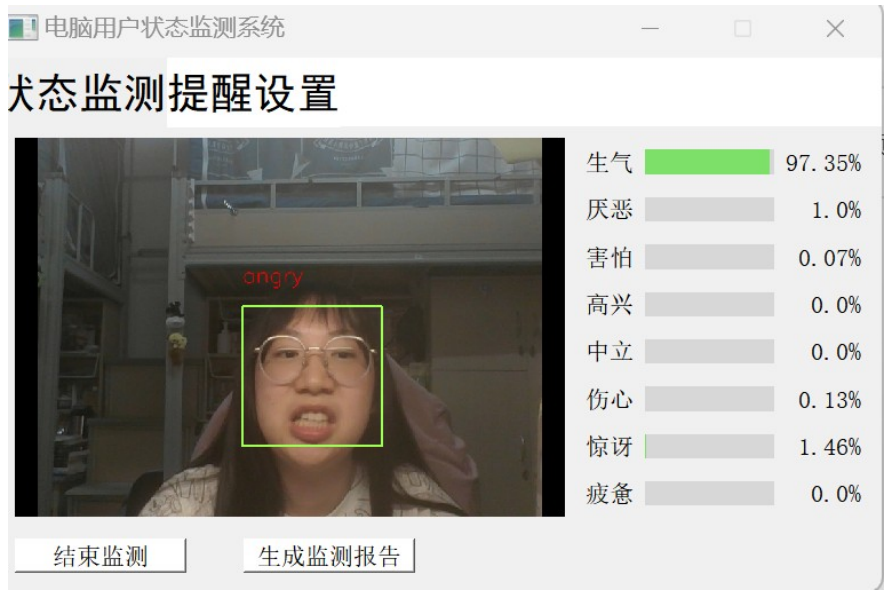


图 5-6 愤怒表情

D. 悲伤（如图 5-7 所示）

用户表现：用户表现出垂下嘴角、眼神黯淡的表情。

系统反应：系统识别为“悲伤”，置信度为 65.99%。



图 5-7 悲伤表情

E. 害怕（如图 5-8 所示）

用户表现：用户表现出眉毛上扬、眼睛睁大的恐惧表情。

系统反应：系统识别为“害怕”，置信度为 69.04%。

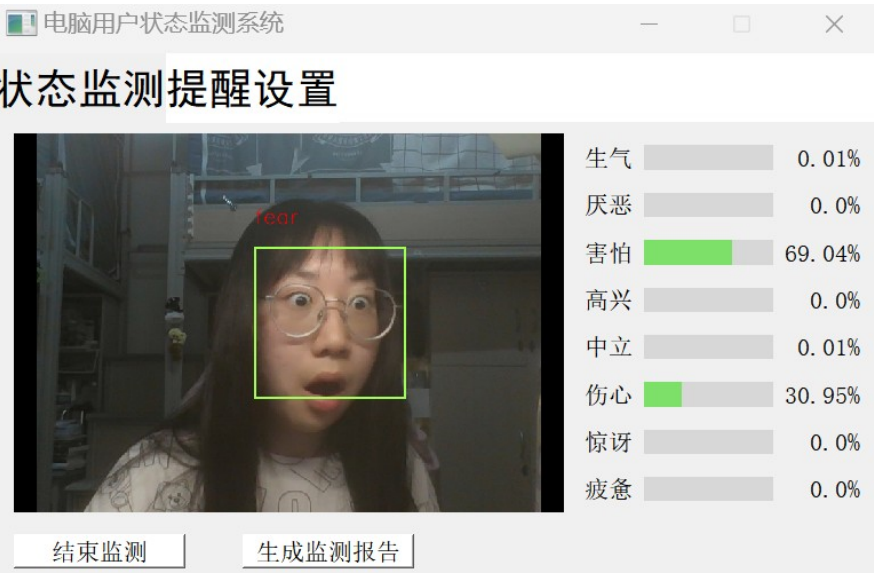


图 5-8 害怕表情

F. 厌恶（如图 5-9 所示）

用户表现：用户表现出皱鼻、嘴巴微张的厌恶表情。



系统反应：系统识别为“厌恶”，置信度为97.65%。



图 5-9 厌恶表情

G. 疲惫（如图 5-10 所示）

用户表现：用户表现出闭眼、打哈欠的疲惫表情。

系统反应：系统识别为“疲惫”，置信度为95.33%。



图 5-10 疲惫表情

H. 中立（如图 5-11 所示）

用户表现：用户表现出正常平静的表情。

系统反应：系统识别为“中立”，置信度为97.76%。



图 5-11 中立表情

### 5.2.3 提醒设置验证测试

提醒设置功能是系统的重要辅助功能之一，它能够帮助用户管理工作和休息时间，提高工作效率，并且有助于保护用户的身体健康。提醒设置功能包括休息提醒、疲惫提醒以及退出设置三大部分。在测试提醒设置功能时，将分别验证这三个部分的功能及其与设置文件的交互。

#### A. 休息提醒功能测试：

测试目标：确保系统能够在设定的休息时间结束时提醒用户休息。

测试方法：设置休息时间，启动休息提醒功能。模拟休息时间结束，验证系统是否能够准时发送休息提醒。

系统反应：能够在设定的休息时间结束时发送提醒信息，提示用户休息，能够在设定时间结束时提醒用户休息。（如图 5-12 所示）





图 5-12 休息提醒

开启工作提醒设置后，系统能够在设定时间结束时提醒用户结束休息时间开始工作。（如图 5-13 所示）



图 5-13 工作提醒

B. 疲惫提醒功能测试：（如图 5-14 所示）

测试目标：确保系统能够在用户疲惫时进行提醒。

测试方法：设置疲惫提醒功能开启。模拟用户疲惫情况，验证系统是否能够及时发送疲惫提醒。

系统反应：能够在用户出现疲惫情况时发送提醒信息，提醒用户注意休息。

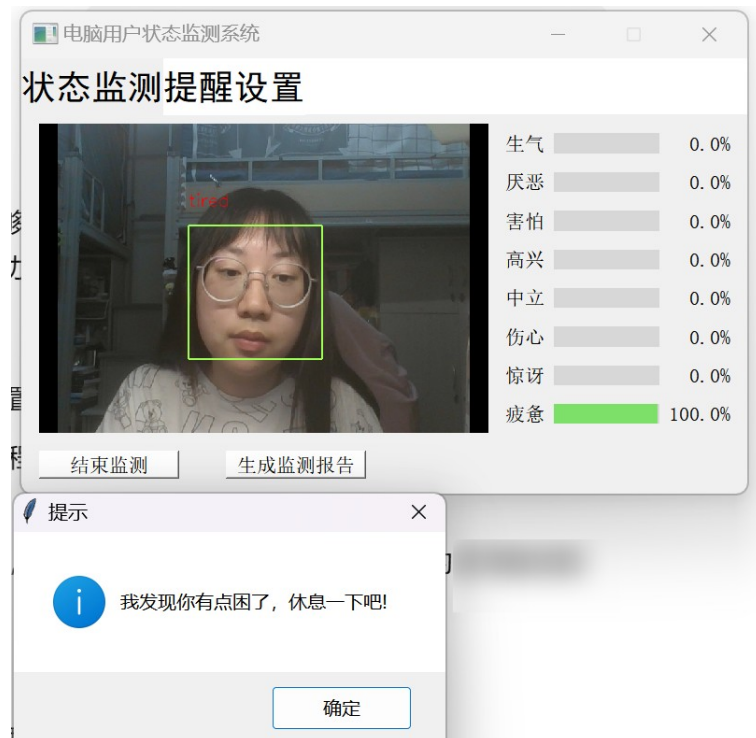


图 5-14 疲惫提醒

### 3. 退出设置保存功能测试:

测试目标：确保系统能够将用户的设置信息正确保存到配置文件中。

测试方法：对各项提醒设置进行修改。保存设置并退出系统，检查配置文件是否正确保存了用户的设置信息。

系统反应：能够将用户对提醒设置的修改正确保存到配置文件中，下次启动时能够读取到用户的设置。（如图 5-15，5-16 所示）



图 5-15 提醒设置

```
# rest reminder
Notification_switch=ON
Notice interval time=5
Pomodoro_Technique=ON
Learning_interval_time=1

# Exhaustion alert
alert_switch=OFF

# Exit setting
Exit=0

# Database
user=root
password=123456
```

图 5-16 设置保存到数据库

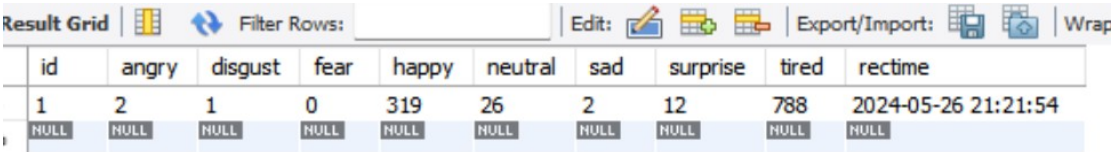
#### 5.2.4 数据库数据记录

数据库数据记录功能是系统的重要组成部分，它能够确保用户的面部表情数据被准确记录和存储，为后续的数据分析和个性化服务提供支持。

测试目标：确保系统能够准确记录用户的面部表情数据，并将其存储到数据库中。

测试方法：使用模拟数据和真实数据对系统进行测试，包括不同情绪状态下的面部表情图片或视频。检查数据库中记录的数据，验证记录的准确性和完整性。

预期结果：期望数据库中记录的数据与用户的实际面部表情数据一致，且记录完整，没有遗漏。（如图 5-17 所示）



id	angry	disgust	fear	happy	neutral	sad	surprise	tired	rectime
1	2	1	0	319	26	2	12	788	2024-05-26 21:21:54
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

图 5-17 表情数据

## 第6章 作品总结

### 6.1 作品特色与创新点

“察‘颜’观色——基于卷积神经网络的电脑用户状态监测系统”是一项旨在利用人工智能技术帮助电脑用户管理情绪、调节状态、提高学习效率的创新性项目。本项目通过对电脑用户面部情绪的实时识别和分析，能够为电脑用户提供情绪报告、休息提醒和疲惫提醒等多方面辅助，从而实现对电脑用户的多方面关怀和帮助。

首先，本系统利用卷积神经网络技术实现了对电脑用户面部情绪的实时监测和识别，为用户提供了一种全新的情绪管理方式。其次，通过对情绪结果进行分析，系统能够生成用户的情绪报告，为用户提供了对自己情绪变化的深入理解和分析。此外，本系统还具有休息提醒和疲惫提醒功能，能够在电脑用户使用电脑过程中及时提醒用户适时休息，避免用户长时间使用电脑，帮助用户合理地规划自己的作息安排时间，预防长时间使用电脑带来的身体和心理问题。本项目旨在利用用户使用电脑的时间观察其情绪变化情况，为用户能够高效、健康的工作提供了一种辅助化工具，便于用户根据自己的情绪并发情况及时调整自己作息及工作计划，在电脑用户群体中有较高的应用价值。

### 6.2 应用推广

作为项目的应用拓展，我们采取了创新的一步，将本系统部署在 Jetson nano 开发板上（如图 6-1）。这一战略性部署不仅使得我们的服务能够覆盖更广泛的用户群体，而且通过与 Jetson nano 平台的深度集成，我们能够提供更加个性化和优化的用户体验。在 Jetson nano 上，我们完成了系统适配、用户界面优化、功能集成。通过这些努力，我们不仅在创意性、技术实现和用户价值方面取得了显著成就，而且为项目未来的发展奠定了坚实的基础，展现了广阔的应用前景。



图 6-1 Jetson nano 开发板部署

通过上述硬件平台的支持，可以将项目应用于学生，则可以应用拓展学生成长监护系统，用以辅助老师和家长关注孩子在校的相关状态；也可以将本项目应用于司机上，则可以应用拓展为疲劳驾驶监测系统，用来防控疲劳驾驶；同时，可将项目应用于工人上，则可以应用拓展为工人情绪状态报警系统，用来监测工人的身体疲劳状况；同理，将项目应用于养老院的老人上，则可以应用拓展为养老院心理健康监测系统，用以辅助关怀老人心理健康。

## 6.3 作品展望

通过该项目的实施，我们成功地解决了电脑用户情绪管理和学习效率提升的问题，为用户提供了全方位的辅助服务。然而，项目仍存在改进的空间。本项目团队将继续优化和扩展其功能，进一步提升用户体验和应用价值。在技术提升方面，我们将不断优化情绪识别算法，提高识别的准确性和实时性，同时开发移动端应用和跨平台适配，满足更多用户的使用需求。功能拓展方面，我们计划增加个性化情绪调节建议功能，根据用户的情绪状态提供具体的放松或激励建议，并与心理健康机构合作，提供在线心理咨询和支持服务，进一步帮助用户管理情绪和心理健康。

在数据分析与挖掘方面，我们将利用大数据技术分析用户情绪数据，发现用户群体的情绪变化趋势，为用户提供更深入的情绪管理建议。同时，引入机器学习和人工智能技术，根据用户的长期使用数据，不断优化系统的情绪识别

和提醒功能。市场拓展方面，我们将致力于将系统推广到国际市场，针对不同文化背景和用户需求进行本地化调整，并深入挖掘各行业的应用场景，与更多行业领军企业合作，拓展系统的应用领域。

通过持续的创新和优化，我们相信本作品将在未来实现更加广泛的应用和更大的社会影响力，成为用户情绪管理和身心健康的重要助手。



## 参考文献

- [1] 张彩丽, 刘广文等.基于新增 haar 特征和改进 AdaBoost 的人脸检测算法, 长春理工大学电子信息工程学院, 长春中国光学科技馆.2020.
- [2] amineHorseman, facial-expression-recognition-using-cnn, <https://github.com/amineHorseman/facial-expression-recognition-using-cnn>, 2019.
- [3] 斋藤康毅.深度学习入门基于 Python 的理论与实现.人民邮电出版社, 2018.7.
- [4] hexiang10, facial-expression-recognition, <https://github.com/hexiang10/facial-expression-recognition> tab=readme-ov-file, 2023.