

学 号：\_\_\_\_\_

密 级：\_\_\_\_\_

合肥工业大学

Hefei University of Technology

# 本科毕业设计（论文）

UNDERGRADUATE THESIS



类 型：\_\_\_\_\_设计\_\_\_\_\_

题 目：\_\_\_\_\_基于人脸表情识别的抑郁症诊断

\_\_\_\_\_APP 的设计与实现\_\_\_\_\_

专业名称：\_\_\_\_\_软件工程\_\_\_\_\_

入校年份：\_\_\_\_\_

学生姓名：\_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_

学院名称：\_\_\_\_\_

完成时间：\_\_\_\_\_2023 年 5 月\_\_\_\_\_

合 肥 工 业 大 学

本科毕业设计（论文）

基于人脸表情识别的抑郁症诊断  
APP 的设计与实现

学生姓名：\_\_\_\_\_

学生学号：\_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_

专业名称：\_\_\_\_\_

学院名称：\_\_\_\_\_

2023 年 5 月

**A Dissertation Submitted for the Degree of Bachelor**

**Design and implementation of depression diagnosis APP  
based on facial expression recognition**

By

Hefei University of Technology

Hefei, Anhui, P.R.China

May, 2023

## 毕业设计（论文）独创性声明

本人郑重声明：所呈交的毕业设计（论文）是本人在指导教师指导下进行独立研究工作所取得的成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的内容外，设计（论文）中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得合肥工业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。对本文成果做出贡献的个人和集体，本人已在设计（论文）中作了明确的说明，并表示谢意。

毕业设计（论文）中表达的观点纯属作者本人观点，与合肥工业大学无关。

毕业设计（论文）作者签名：

签名日期：2023 年 5 月 29 日

## 毕业设计（论文）版权使用授权书

本学位论文作者完全了解合肥工业大学有关保留、使用毕业设计（论文）的规定，即：除保密期内的涉密设计（论文）外，学校有权保存并向国家有关部门或机构送交设计（论文）的复印件和电子光盘，允许设计（论文）被查阅或借阅。本人授权合肥工业大学可以将本毕业设计（论文）的全部或部分内容编入有关数据库，允许采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编毕业设计（论文）。

（保密的毕业设计（论文）在解密后适用本授权书）

学位论文作者签名：

指导教师签名：

签名日期：2023 年 5 月 29 日 签名日期：2023 年 5 月 29 日

## 摘要

抑郁症是一种严重影响患者社会功能的常见精神疾病，主要特征为持久的情绪低落，缺失动力或者兴致减退。世界卫生组织调查发现在重大经济负担疾病中抑郁症位列第 3 位，预计将在 2030 年成为第 1 位。据不完全统计，在世界各地，存在包含各年龄段在内共有 3 亿多人口患有不同程度的抑郁症状，占世界人口比例的 4.4%，而目前这个数字仍在增加。

市面上的大多抑郁症诊断 APP 仅为用户提供问卷填写这种单一模式，而问卷填写结果可能会因为主观原因，缺乏一定的有效性和准确性。而面部表情包含着许多情绪特征，机器学习具有高效的识别模型，可以提取更为精确的情绪结果，为分析用户真实情绪提供更有效的诊断凭证。

本课题采用 flutter 前端框架技术、SpringBoot 和 MyBatis 后端框架技术，利用 MySQL 进行数据储存，设计和实现了一款基于深度学习的抑郁症诊断 APP。通过获取用户问卷自测时的面部表情，利用深度学习技术进行表情特征识别，帮助用户检测心理健康状况，为辅助医生诊断用户是否有抑郁症倾向以及抑郁程度提供有效依据。

**关键词：**深度学习；抑郁症；人脸表情识别；Android 应用

## **Abstract**

Depression is a common psychiatric disorder that seriously affects social functioning, characterized by persistent low mood, lack of motivation, or decreased interest. The World Health Organization survey found depression to be ranked 3rd among diseases with significant economic burden and is expected to become 1st by 2030. According to incomplete statistics, around the world, more than 300 million people, including all ages, suffer from varying degrees of depressive symptoms, accounting for 4.4% of the world's population, and this number is still increasing.

Most depression diagnosis apps on the market only provide users with a single mode of questionnaire filling, and questionnaire filling results may lack certain validity and accuracy due to subjective reasons. Facial expressions contain many emotional features, and machine learning has an efficient recognition model that can extract more accurate emotional results and provide more effective diagnostic credentials for analyzing users' real emotions.

In this project, a deep learning-based depression diagnosis APP is designed and implemented by using flutter front-end framework technology, SpringBoot and MyBatis back-end framework technology, and MySQL data storage. By obtaining the facial expressions of users during the questionnaire self-test, deep learning technology is used to identify facial features to help users detect mental health conditions, and provide an effective basis for assisting doctors in diagnosing whether users have depression tendencies and depression.

**KEYWORDS:** Deep learning; Depression; Facial expression recognition; Android apps

# 目录

1	绪论	1
1.1	项目研究背景及意义	1
1.1.1	项目研究背景	1
1.1.2	研究目的及意义	2
1.2	国内外发展现状	2
1.2.1	抑郁症诊断方式国内外研究现状	2
1.2.2	抑郁症诊断 APP 国内发展现状	4
1.3	论文主要工作	5
1.4	论文章节安排	5
1.5	本章小结	6
2	关键技术概述	7
2.1	ANDROID 平台及相关开发技术	7
2.2	SPRING BOOT 开发框架及相关开发技术	7
2.3	PYTORCH 深度学习框架	8
2.4	基于 PRA-NET 网络的面部表情识别	9
2.5	MYSQL 数据库	12
2.6	抑郁自评量表	12
2.7	本章小结	13
3	抑郁症诊断 APP 需求分析	14
3.1	需求分析综述	14
3.2	功能需求分析	14
3.2.1	用户注册	14
3.2.2	验证登陆	15
3.2.3	个人信息	16

3.2.4	情绪自测 .....	17
3.2.5	心理关怀 .....	18
3.2.6	情绪日志 .....	18
3.3	非功能性需求分析 .....	18
3.4	本章小结 .....	19
4	抑郁症诊断 APP 概要设计 .....	20
4.1	抑郁症诊断 APP 系统架构 .....	20
4.2	抑郁症诊断 APP 功能模块设计 .....	21
4.2.1	用户注册模块 .....	21
4.2.2	验证登陆模块 .....	22
4.2.3	个人信息模块 .....	23
4.2.4	情绪自测模块 .....	24
4.2.5	心理关怀模块 .....	26
4.2.6	情绪日志模块 .....	27
4.3	抑郁症诊断 APP 数据库设计 .....	28
4.3.1	数据库实体关系设计 .....	28
4.3.2	数据库表设计 .....	28
4.4	本章小结 .....	32
5	抑郁症诊断 APP 系统的实现 .....	33
5.1	用户注册 .....	33
5.2	验证登陆 .....	35
5.3	个人信息 .....	37
5.4	情绪自测 .....	38
5.4.1	填写问卷 .....	38
5.4.2	面部表情识别 .....	39
5.4.3	结果分析 .....	39



5.5	心理关怀 .....	39
5.6	情绪日志 .....	41
5.6.1	当天情绪分析 .....	41
5.6.2	近一周情绪分析 .....	41
5.6.3	近半个月情绪分析 .....	42
5.7	本章小结 .....	43
6	总结与展望 .....	44
6.1	系统总结 .....	44
6.2	展望 .....	44
	参考文献 .....	45
	致谢 .....	48

## 插图清单

图 2.1 PRA-Net 网络结构 .....	10
图 3.1 注册业务流程图 .....	15
图 3.2 验证登陆业务流程图 .....	16
图 3.3 个人信息业务流程图 .....	17
图 3.4 情绪自测流程图 .....	17
图 4.1 抑郁症诊断 APP 系统架构图 .....	20
图 4.2 用户注册模块功能分解图 .....	21
图 4.3 验证登陆模块功能分解图 .....	22
图 4.4 个人信息模块功能分解图 .....	23
图 4.5 情绪自测模块功能分解图 .....	25
图 4.6 心理关怀模块功能分解图 .....	26
图 4.7 情绪日志模块功能分解图 .....	27
图 4.8 抑郁症诊断 APP 系统的实体关系 E-R 图 .....	28
图 5.1 账户检验 .....	33
图 5.2 填写信息 .....	34
图 5.3 账号注册 .....	34
图 5.4 密码验证成功 .....	35
图 5.5 账号验证 .....	35
图 5.6 身份验证 .....	36
图 5.7 成功重置（左）密码检测（右） .....	36
图 5.8 个人主页 .....	37
图 5.9 账号设置（左）消息通知（中）个人资料编辑（右） .....	37
图 5.10 互动消息页面 .....	38
图 5.11 填写问卷 .....	38

图 5.12 面部表情录制 .....39

图 5.13 结果分析 .....39

图 5.14 咨询师列表 ..... 40

图 5.15 咨询师详情 ..... 40

图 5.16 联系咨询师 .....41

图 5.17 当日情绪分析页面 ..... 41

图 5.18 近一周情绪分析页面 .....42

图 5.19 近半个月情绪分析页面 .....42

# 表格清单

表 4.1 用户信息数据表 .....	29
表 4.2 情绪记录数据表 .....	29
表 4.3 情绪等级数据表 .....	30
表 4.4 关怀建议数据表 .....	30
表 4.5 设置数据表 .....	30
表 4.6 咨询师数据表 .....	31
表 4.7 问卷数据表 .....	31
表 4.8 问卷问题数据表 .....	31
表 4.9 问卷选项分值数据表 .....	32

# 1 绪论

## 1.1 项目研究背景及意义

### 1.1.1 项目研究背景

抑郁症是一种严重影响患者社会功能的常见精神疾病<sup>[1]</sup>，主要特征为持久的情绪低落，缺失动力或者兴致减退。世界卫生组织调查发现在重大经济负担疾病中抑郁症位列第3位，预计将在2030年成为第1位<sup>[2]</sup>。据不完全统计，在世界各地，存在包含各年龄段在内共有3亿多人口患有不同程度的抑郁症状，占世界人口比例的4.4%，而目前这个数字仍在增加。

抑郁症患者因为病情的原因，时常会做出比较危险的行为，有着极高的自残现象和自杀风险。40~70%的抑郁病人曾有过自杀念头，最终生命终结于自杀患者占10~15%。抑郁症严重损害个体情绪<sup>[3]</sup>、思维能力、躯体行为功能、生理发展，造成社会功能下降<sup>[4][5]</sup>，经常给家庭带来沉重的经济压力与精神负担，导致生活秩序紊乱，对家庭生活造成毁灭性打击。

抑郁症症状复杂、病程持续时间长、具有较高的复发率，而且治疗效果个体差异明显，同时病人可能会因为社会带来的负面羞耻心理做出一定的隐瞒行为，这在临床医生进行检测诊断病情时，会面临结果是否具有准确性这一挑战。此时，客观高效且准确率高的辅助诊断方法就成为了迫切的需要。

现有的抑郁症诊断方式主要表现为患者进行问卷测试和医生通过交流观察，存在一定的主观误差，还耗费一定时间，缺乏比较客观有效的能够自动化检测抑郁症的方法。研究标明，面部表情表现出了人类的大部分行为信息，可以作为抑郁症识别中的一种含有丰富信息的特征指标。通过研究抑郁症患者的面部特征，就可能获取其对应的抑郁程度。因此，研究人员开始通过面部特征来辅助识别和诊断抑郁症。而机器学习作为人工智能的核心，在图像特征提取和分类方面有着突出的优势<sup>[6]</sup>，可以在通过数据采集、学习后极大提高识别准度，实现自动化检测效果，为临床医师实施治疗过程提供更加高效、准确的诊断结果。

### 1.1.2 研究目的及意义

目前市面上的大多抑郁症诊断 APP 仅为用户提供问卷填写这种单一模式，而问卷填写结果可能会因为用户误触、未理解问卷设计内容而产生误差，缺乏一定的客观性和准确性。而面部表情包含着许多情绪特征，机器学习具有高效的识别模型，可以提取更为精确的情绪结果，为分析用户真实情绪提供更有效的诊断凭证。

本课题是一款基于深度学习的抑郁症诊断 APP，通过获取用户问卷自测时的面部表情，利用深度学习技术进行表情特征识别，帮助用户检测心理健康状况以判断用户是否有抑郁症倾向以及抑郁程度，并根据抑郁程度提供有效解决方案。

## 1.2 国内外发展现状

### 1.2.1 抑郁症诊断方式国内外研究现状

1960 年，英国 Leeds 大学 Hamilton 提出汉密尔顿抑郁量表（HAMD），帮助患者评价其病情的轻重以及经过治疗后的症状变化，该量表到目前依然是作为抑郁评估的参考工具，汉密尔顿抑郁量表主要对是已经确诊为抑郁症的患者作为应用对象，对其抑郁程度进行评定<sup>[7]</sup>。HAMD 量表制定标准明确，使用简易，可以用于抑郁症、躁郁症多种疾病的症状结果评定，然而，本量表对于抑郁症和焦虑症在鉴别结果上就显得不尽如人意，因为两者的评分总会有类似的增加，无法进行更准确的区分。

目前抑郁症诊断的国际通用标准是美国《精神障碍与诊断手册第四版》（DSM-IV），其有配套的定式检查工具，即《DSM-IV 轴 I 障碍用临床定式检查病人版》（SCID-P）<sup>[7]</sup>。DMS 是由美国精神病学协会制定的谨慎障碍分类系统，通过在不同国家、不同地区对不同的患者表现症状进行收集整理，共描述了 300 多种精神和行为障碍的症状，为医生在诊断治疗时提供专业的标准说明。美中不足的是，DSM-IV 只讨论了病状的出现而忽略了其成因，且在记录过程中，内容很大程度上由临床医师通过临床经验和投票通过所决定的，所以在一些心理学家中认为，DSM-IV 缺乏一定的有效性和真实性。

在我国，是将中国精神障碍分类与诊断标准第三版（CCMD-3）作为参考指标，然而这两类量表标准对于缺少经验的年轻医生来说，精神检查相对繁琐，为了提高抑郁症的识别率，李献云等人编制了抑郁症诊断筛查量表，它是在 SCID“重性抑郁发

作”基础上进行多次修订，在保留 SCID“重性抑郁发作”原有项目之外，针对每个症状都追加了 2~3 个适合中国人表达方式的补充项目，以提高其筛选抑郁症的敏感性<sup>[7]</sup>。

研究标明，抑郁症诊断筛查量表能够准确有效的筛查抑郁症个体，且适用性和灵敏性更高。此外，该量表的操作性强，所需培训时间短，在熟悉量表内容后，仅由接受过培训的精神科护士就能完成，不过，该量表尚未实现年龄全阶段覆盖，且仅只能作为参考数据，有一定局限性。

在抑郁症研究学习中，除了传统的问卷调研外，行为信号研究也发挥着莫大的作用。其中，随着科技水平的发展，人们逐渐挖掘机器学习在辅助诊断识别过程中发挥的潜在优势。

在诸多行为信号中，面部表情特征是人类最自然有力的一种交流方式，人们往往可以从面部表情上洞察出他人的情绪状态和社交情况。梅拉宾法则指出：情感沟通表现为 55%的面部表情、38%的语气和肢体动作以及 7%的语言<sup>[8]</sup>。经调查发现，抑郁症患者经常表现出忧郁和悲伤的面部表情，他们往往表现情绪低下、睡眠紊乱、走路缓慢、反应迟钝，微笑减少和容易哭泣等特点<sup>[9][10][11]</sup>。

近年来大量学者开展了利用深度学习网络，通过提取面部表情的深度特征对抑郁症进行自动诊断的方法研究。Zhu 等人<sup>[12]</sup>提出了通过构建一个双流 CNN 网络来捕捉面部外观和动态特征，其中一个通道输入面部区域，另一个通道输入面部流动特征。最后使用两个全连接层对特征进行融合，并估计出抑郁程度。Jan 等人<sup>[13]</sup>使用视觉几何组（VGG）架构<sup>[14]</sup>从面部图像中提取视觉特征。为了视觉特征空间的时间运动，作者采用了特征动态历史直方图（FDHH）进行建模。Melo 等人<sup>[15]</sup>通过分布学习，使用一个新的期望损失函数，预先发送了一个深度学习方法，用于估计面部框架的抑郁程度。

以上这些深度学习方法都是从视频帧中提取的视觉图像，然后通过不同方式对提取到的图像特征进行整合以考虑时间信息。这样的方法在描述重要的动态信息方面产生了困难，而这些信息往往是抑郁症识别所必需的。在这个基础上，一些人尝试使用三维卷积神经网络工作来直接探索空间和时间信息。Jazaery 等人<sup>[16]</sup>提出采用 C3D 方法从两个不同尺度的面部视频中产生空间-时间特征，并采用递归神经网络（RNN）对特征的转换进行建模。Melo 等人<sup>[17]</sup>提出从全局和局部面部区域提取时空

特征。局部区域指的是粗略的眼睛区域，而全局区域是全脸区域。抑郁程度是由在全局区域训练的 C3D 和在局部区域训练的 C3D 的预测结果融合来定义的。此外，这些模型在探索某个局部区域时获得了很好的结果，但在模型结合其他面部区域的反应后，性能仍然大致相同，这表明在探索不同面部区域的空间结构方面存在困难。

一些作者提出了从特征或人类行为来估计抑郁程度的方法。这种方案可以分析面部标志、头部姿势、凝视方向、动作单元、手工制作的特征用于进行深度学习研究<sup>[18][19]</sup>。于是，一些研究者提出了两个框架用于从人类行为基元中检测抑郁症。首先对这些信息进行统计，然后使用二维 CNN 来利用这些行为信号的频谱代表。Du 等人采用了时间卷积网络（TCN）<sup>[20]</sup>和无序卷积<sup>[21]</sup>来学习视觉行为中抑郁症检测的长期表示。

除了上述使用生理或者行为数据进行辅助抑郁症诊断，许多研究者逐渐发现音视频、文字语言也包含中各种信息，研究者开始尝试采用多模态数据进行实验研究。如基于表达、声音和语言（文本）的多模态辅助诊断重度抑郁症患者<sup>[22]</sup>，F1 得分最高为 83.0%。而使用音频、视频、语言和睡眠数据作为正常人与抑郁症患者的区分标准<sup>[23]</sup>，F1 分数最高可达 87.7%。与单模态数据相比，多模态数据具有更多的空间特征，卷积网络可提取更高层次的信息以建立更加高效的预测模型，获得识别抑郁症病人的症状结果也更加全面、精确。

### 1.2.2 抑郁症诊断 APP 国内发展现状

目前市场上的心理服务类 APP 大致分为综合服务类和单项功能类<sup>[24]</sup>。

前者一般由心理科普、心理测试、心理咨询、心理课程、问答社区等主要功能组成，而针对用户不同，各个 APP 可能对不同功能有所侧重<sup>[24]</sup>。有些 APP 比如心猫心理，会提供更加大众化的心理测试和心理咨询，而有些 APP 则比较重视投放专业心理课程和制定严格的咨询标准。而这些作为综合类 APP，尽管侧重功能有所不同，其他功能也是比较完善的。

单项功能类 APP 主要是对以上几大功能的强化单项型 APP，侧重心理咨询的 APP 例如 i 心理、和心理咨询 APP，这一类会在 UI 布局和功能结构上更偏向心理咨询服务，如为用户提供交流平台，推荐心理咨询师等。心潮、冥想星球等心理练习类 APP



主要是为用户提供解压助眠、冥想等心理自助练习，帮助用户释放压力，缓解心情。而心理测试类 APP 主要功能是各种心理测评和一些分享调研，用户可以填写各种标准测试量表对自己的情绪进行测试，根据分析结果对自己的心理状态有一定的认知。

除了功能是否单项外，心理服务类 APP 功能根据趋向目的的不同所采用实现方式也有所差异。心理课程主要是采用视频或者直播的形式，辅以音频的方式为大众提供情绪、职场、个人成长等方面的实用课程<sup>[24]</sup>；心理咨询是咨询师通过视频聊天、对话或者面对面交流的形式来提供心理咨询和预约服务；心理测试一般是对科学有效的问卷测试量表进行填写，通过结果分析对用户进行心理评估；心理问答一般是搭建可对话的平台，为普通用户和专业的心理咨询师提供讨论方式，比如心理广场可以发布日常，咨询界面可以提供一对一的咨询服务。

此外，除了上述服务类 APP 外，政府在 2015 年成立好心情互联网医院，意在通过线上提供专业化的心理医疗咨询服务的方式帮助客户解决相关心理问题，提供相应的心理帮助。目前，好心情互联网医院的数字化心理模式逐步结合数字线上服务平台和线下服务体系，为精神障碍患者提供 AI 智能、VR 和生物反馈等新兴技术，助推精神心理健康服务的发展

### 1.3 论文主要工作

本论文的主要工作是实现设计基于人脸表情识别的抑郁症诊断 APP 系统，同时研究基于 PRA-Net 网络的抑郁症诊断方法，并将其集成到系统中，详细工作如下：

- 1) 调研抑郁症的发展背景和课题研究意义，介绍国内外对于抑郁症诊断识别方式的研究现状。
- 2) 对基于 PRA-Net 的目标检测方法改进后应用到抑郁症辅助诊断中。
- 3) 设计并实现抑郁症诊断 APP 系统。本论文采用前后端分离的开发模式，前端使用 flutter 框架，后端使用 springboot 开发框架，数据存储于 mysql 数据库中。

### 1.4 论文章节安排

本论文一共分为六个章节：

绪论：主要论述了项目背景和课题意义，介绍抑郁症诊断识别方式的国内外研

究现状，最后阐明了本文的章节安排和论文主要工作。

相关技术介绍：主要介绍了本系统实现过程中所采的相关理论和技术。

需求分析：针对项目的需求进行阐述，主要就功能性需求和非功能性需求展开说明，在功能性需求模块，详细介绍了系统开发的功能，对非功能模块从系统的多个性能进行分析。

系统概要设计：本章是本论文的核心内容之一。主要介绍了系统的框架结构设计、功能模块设计以及数据库的设计实现；进而详细说明系统的业务功能模块内容，包括用户注册、验证登陆、个人信息、情绪自测、心理关怀、情绪日志等功能；最后阐述了数据库的设计详情。

系统设计与实现：该章是本论文的另一核心内容。具体描述了系统实现的具体过程，同时对项目的核心功能代码进行详细讲述，通过部分代码说明和数据展示对系统设计过程进行呈现。

总结与展望：对本论文所做的工作进行了总结，并针对文章中的一些不足做出未来工作的安排与展望。

## 1.5 本章小结

本章详细介绍了项目背景和课题意义，阐明抑郁症诊断识别方式的发展及国内外研究现状，介绍了市场上成熟的抑郁症识别 APP 并针对功能类型进行分类，最后阐明了本文的章节安排和项目创新点。

## 2 关键技术概述

### 2.1 Android 平台及相关开发技术

Andoir 是一个开放式的移动操作系统软件，为用户提供丰富的功能以及可自定义的用户界面，允许各大软件应用商家根据自己的需求进行个性化修改源代码。

Android 平台是基于 Linux 内核进行搭建，包括应用程序、应用程序框架、系统环境和 Linux 内核四个层次。应用程序层次，主要用来存储开发各种应用 APP；应用程序框架层次为开发者提供大量 API 接口，供开发者进行开发，此外，开发者也可以上传自己搭建的功能模块；系统环境层包含了大量 C/C++ 库为开发上层功能提供支持，还包含 Java 核心库以及虚拟机在内的 Android 运行环境；Linux 内核层为程序应用开发提供基础的内存管理、网络协议等操作系统服务。

Android 项目通常分为 res 目录、src 目录、libs 目录几个部分，通常 res 目录用来存放项目所使用的各种资源文件；src 目录存放着项目源文件，其中又包含着 AndroidTest、main 两个子目录，前者用来编写测试用例，对项目进行测试自动化，后者则涵盖 java，res 两个目录和 androidManifest.xml 文件。Java 子目录用作存放项目编写的 java 代码，res 子目录包含着项目所需要的资源文件，比如系统所需要的页面布局文件、图像资源文件等。androidManifest.xml 文件是整个项目的配置文件，用来注册程序所需要的组件和添加权限声明。Libs 目录则是用来存放项目中所需要使用的第三方 jar 包，由系统自动添加到构建路径里。

在基于 Android 开发平台的基础上，我们引入 flutter 框架进行前端布局搭建。Flutter 是由 Google 建立在 Dart 语言的基础上开发的一个跨平台 UI 开发工具，可以快速在 Android、IOS 和 Web 平台上搭建自定义的用户界面。Flutter 系统可以分为框架、引擎、嵌入层三层，框架层是 Dart 语言实现的响应式框架，开发者需要在该层与 flutter 系统交互；引擎层又称为连接框架和系统的桥梁，大部分由 C++ 语言进行实现，为各项 API 提供底层实现方式；嵌入层基本有平台对应的语言进行实现。

### 2.2 Spring Boot 开发框架及相关开发技术

Spring 框架是一个轻量级 Java，帮助开发者管理应用配置，提供基于实际开发中

常见配置的默认处理，简化应用开发。Spring 提供了 IOC、AOP 及 Web MVC 等功能，可以单独应用于应用程序，也可以和 Webwork 等 Web 框架组合使用。

Springboot 框架是基于 Spring 开发的一种全新框架，不仅继承了 Spring 框架原有的优秀特性，还通过简化配置来进一步简化了 Spring 应用的搭建和开发过程。通过 Springboot 可以轻松创建独立的基于 Spring 的应用程序，同时基于其 Maven 或 Gradle 插件，可以创建可执行的 JARs 和 WARs。

Springboot 提供一个强大的 starter 依赖机制，简化项目 Maven 配置，在调用第三方库时，只需要在 maven 依赖中添加所需第三方库的依赖就可以进行加载使用，而在程序引用完依赖后，Springboot 框架会根据引用的依赖提供默认的配置供用户使用，也可以根据需求在配置文件中修改对应的配置。

Springboot 项目工程大部分代码存放于 src 文件夹中，与之同级的有 maven 的配置文件 pom.xml 文件。Src 文件包含 java 和 resource 两个主要文件夹，java 文件夹用来存放 springboot 项目的代码部分，其中根据实际项目需求又分为 controller 层、service 层、entity 层、Dao/mapper 层；resource 文件夹用来存放项目配置信息，如 application.yml 和其他配置文件。controller 层是控制层接口，对 view 层提交的请求设置对应的 servlet 进行特处理，其主要工作是从 HTTP 请求中获取信息，提取参数，并将其传递给不同的 service 层，并向前端返回 service 层处理的数据。Entity 层是实体类层，主要用于定义与连接的数据库对应的属性。Service 层称为业务逻辑层，用来存放业务逻辑处理，而不直接对数据库进行操作，其中有接口和接口实现类，为 controller 层提供调用方法。Dao/mapper 层成为数据持久层，用来对数据库进行持久化操作，常见操作为对数据库数据进行增加、修改、查询、删除，Dao/mapper 层主要是提供接口和名字，具体实现在 mapper.xml 配置文件中。Mapper.xml 文件一般存储在 resource 文件夹中，是整合了 mybatis 框架，用来实现关联数据库，对数据库实现具体操作代码的文件。

### 2.3 Pytorch 深度学习框架

Pytorch 是 torch 的 python 版本，是由 Facebook 开源的神经网络框架，专门针对 GPU 加速的深度神经网络（DNN）编程，可以在短时间处理大量数据。

Pytorch 是动态框架，支持动态神经网络，可以逐层对神经网络进行修改，并且神经网络具备自动求导的功能。

Pytorch 由低到上层主要由张量计算引擎（Tensor computation）、自动求导机制（autograd）、神经网络高级接口（NN）三个部分。Tensor 是深度学习中广泛使用的数据结构，本质为一个高维的矩阵，由于其丰富的操作函数、dtype 和 CPU/GPU 自由切换存储、自动梯度求解等特性，在用于支撑深度学习模型和训练时更为方便。Autograd 是反向传播中运用的自动微分系统，它记录了梯度张量上所有操作的一个图，并创建了一个称作动态计算图的非循环图。输入张量为叶节点，输出张量为根节点。通过从根到叶追踪这张图，可以使用链式法则自动计算梯度。

## 2.4 基于 PRA-Net 网络的面部表情识别

近年来，面部表情逐渐成为抑郁症识别的一个热门话题，相比于其他模态信号，面部表情更易获取，且面部表情中含有与抑郁症密切相关的特征信息。

心理学研究表明，人脸感知机制能够提取整体和部分信息。为此，一些研究人员增加了对局部区域的关注，以更好地捕捉抑郁症信息。例如，He<sup>[25]</sup>等人将面部分为 24 个斑块，并应用注意力机制自动加强对重要斑块特征的注意力。在<sup>[26]</sup>中，从主体的全局（全脸）和局部（眼睛）区域中提取时空特征。在<sup>[27]</sup>中，周等人将面部分为眼、鼻、嘴和全脸四个部分，以提取相应的局部和全局特征。最后，将四个分支的分数平均为最终抑郁分数。这些基于全局-局部的方法使模型能够越来越多地关注与抑郁症高度相关的局部特征。

本论文实现了一个基于面部表情识别的抑郁症诊断 APP 系统，结合 PRA-Net 网络模型对面部表情划分特征图来提取局部特征，以提高抑郁识别性能。

PRA-Net 网络如图 2.1 所示，由特征提取器、部分分区和部分关系三个模块组成，特征提取器是获取中级特征，由 Resnet 的浅卷积层组成，然后设计零件分区来处理中级特征图以获取本地和全局信息。PR 包含部分注意力和关系注意力两种机制，关系注意力用于学习每个零件特征与先前加权特征间的关系以细化权重。最后通过 PR 注意力将所有部分特征聚合成紧凑表示，最后是全球平均化池层和用于预测抑郁评分的全连接层<sup>[28]</sup>。

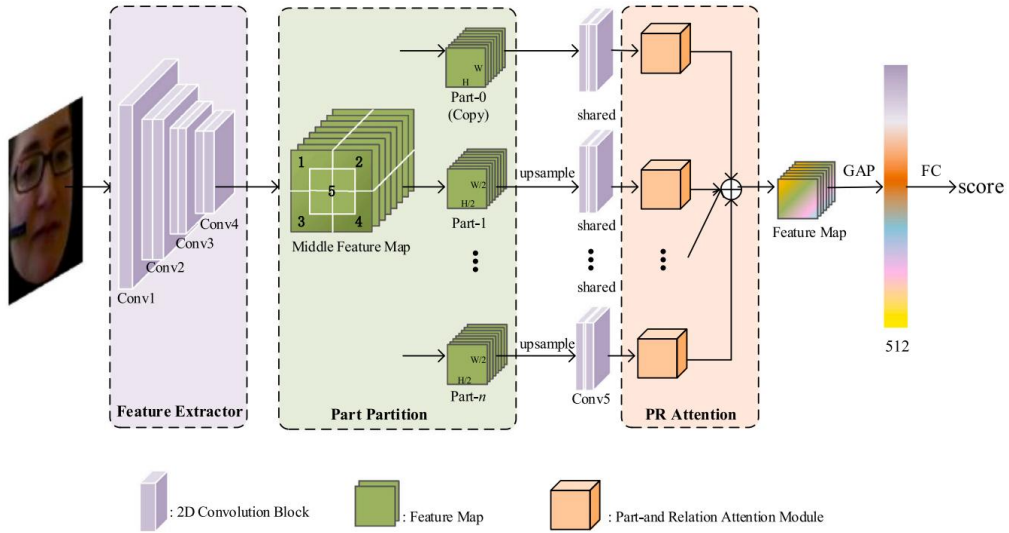


图 2.1 PRA-Net 网络结构

PRA-Net 网络是在 Resnet18 基础上进行改进，因此特征提取器是 Resnet18 的前几个卷积层，主要由一个  $7 \times 7$  卷积层和 6 个残差基本块进行搭建<sup>[29]</sup>。分区时，与提取模块将特征图分成 5 个沿空间局部特征图，为了使每个局部特征图获得更高层次的特征，该网络将局部特征图从  $7 \times 7$  上采样到  $14 \times 14$ 。为了利用全局信息，网络使用原始特征图的一个部分和  $n$  个采样局部特征图构成  $n+1$  零件特征图，用来形成  $n+1$  用于抑郁症识别的并行分支网络，每个分支网络都需要通过卷积层 Conv5 来提取更高层次的特征见公式（2.1）。

$$X = [PF_0, PF_1, \dots, PF_n] = [r(M_0; \theta), r(M_1; \theta), \dots, r(M_n; \theta)] \quad (2.1)$$

其中  $X$  为高层次特征， $M$  是部分特征图， $M_0, M_1, \dots, M_n$  分别表示原始特征图和局部特征图， $r$  表示卷积层 Conv5， $\theta$  为全连接层参数，用来计算每一个局部特征图的注意力权重。

由上述可知，该算法将特征图拆分为  $n+1$  个用于提取局部要素和全局要素的分支网络。部分注意力是一种自我注意机制，采用  $PF$  作为输入，并利用 FC 层和 sigmoid 函数来计算零件特征的权重，这部分特征计算见公式（2.2）：

$$a_i = f(PF_i^T q^0) \quad (2.2)$$

其中  $a_i$  是权重  $i$  输入,  $q^0$  表示 FC 层的参数,  $PF_i$  是第  $i$  个的零件特征,  $f$  表示 sigmoid 函数。

为了将所有部分特征聚合获得紧凑表示, 该算法将权重与相应的零件特征连接起来, 计算见公式 (2.3)

$$F_m = \frac{1}{\sum_{i=0}^n a_i} \sum_{i=0}^n a_i PF_i \quad (2.3)$$

其中  $F_m$  是所有零件特征的聚合和关系注意力模块的输入。注意力模块的输入是  $n+1$  个大小为  $7 \times 7 \times 512$  的高层次零件特征, 在注意力模块的实现下得到  $7 \times 7 \times 512$  的加权特征。

在部分注意力模块阶段, 计算权重不是很准确。为了提高计算权重的准确性, 在基于<sup>[30][31]</sup>的基础上, 该算法设计了一个关系注意力模块, 将零件特征  $PF_i$  和全局内容  $F_m$  表示连接起来,  $F_m$  作为参考, 并将注意力机制重新应用于特征拼接, 该模块也使用 FC 层和 sigmoid 函数来计算每个输入的新权重, 计算见公式 (2.4)

$$\beta_i = f([PF_i; F_m]^T q^1) \quad (2.4)$$

其中  $\beta_i$  是第  $i$  输入的权重,  $q^1$  表示 FC 层的参数,  $PF_i$  和  $F_m$  分别是相应的零件特征和全局表示。  $f$  表示 sigmoid 函数。最终表示为融合两个权重并执行参考的加权平均值  $F_m$  和零件特征  $F_i$ , 计算公式见公式 (2.5)

$$F_{final} = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \alpha_i \beta_i} \sum_{i=0}^n \alpha_i \beta_i [PF_i; F_m] \quad (2.5)$$

其中  $F_{final}$  是最后一个特征, 用于预测全局平均池化和 FC 层后的抑郁评分。

本论文和该算法实验所使用的数据集是 AVEC2013<sup>[32]</sup>和 AVEC2014<sup>[33]</sup>。该算法通过 Openface 检测所有样本中的人脸, 并删除背景信息以避免干扰, 然后裁剪面部区域, 根据面部特征点对齐所有面部区域, 最后将图像大小调整为  $224 \times 224$ , 采取缩减采样操作, 即每 10 帧选取一帧作为模型的输入。

## 2.5 MySQL 数据库

MySQL 是关系型数据库管理系统，所谓的关系型数据库，即为建立在关系模型上，借助集合代数等数学概念的方法来处理数据库中的数据模块的数据库。通过关联数据库可以将数据保存在不同的表中，以增加速度和灵活性。

MySQL 是通过使用 C 语言和 C++ 语言进行编写，并通过多种编辑器进行测试，保障源代码可移植，为 AIX, Linux, Windows 等多种操作系统提供支持，同时可以通过使用多种编程语言调用 API 接口，包括不限于 C, C++, Python, Java, PHP 等。在常见的系统开发过程中，MySQL 数据库可以作为一个单独的应用程序在客户端服务器网络环境中进行应用，也可以作为一个第三方库嵌入到其他程序软件中提供语言支持。

MySQL 支持多线程并发，可以充分利用 CPU 资源，另外，MySQL 数据库内提供用于管理、优化数据库操作的管理工具，而且其优化的 SQL 查询算法可以有效提高查询速度，这在处理存在大量记录的数据库中是相当的优势所在。

## 2.6 抑郁自评量表

抑郁自评量表是一种常见的用来测量抑郁心情的工具。在 1965-1966 年，由美国杜克大学教授庄（William W.K.Zung）设计，是作为精神药理学研究的参考量表之一，包括 20 个项目，其中含有 2 个精神性-情感症状相关题目，8 个躯体性障碍相关题目，2 个精神运动性障碍相关题目，8 个抑郁性心理障碍相关题目。可以直观地反映抑郁患者的主观感受，体现病人在医治过程中的变化，目前已经广泛应用在对病人情绪的初筛和情绪状态的评定上。

SDS 含有 20 个反映抑郁主观感受的项目，每个项目按症状出现的频度分为四个评分，其中 10 个为正向，10 个为反向评分<sup>[34]</sup>。其中正向评分依次记为 1, 2, 3, 4 分；反向评分则划分为 4、3、2、1 分。病人填写完量表后，把 20 道项目题中的各项分数相加得到粗评分总和，然后再将粗评分总和乘以 1.25 进行取整以得到最后的参考标准分。

SDS 量表的标准分按照中国常模结果以 53 分为分界线划分为四个等级，其中低于 53 分为正常无抑郁阶段，53-62 分为轻度抑郁，63-72 分划分为中度抑郁，72 分以上属于重度抑郁<sup>[34]</sup>。不过需注意的是，该量表仅用来判定抑郁程度，并不能作为有



无抑郁症的判断。抑郁症的诊断是一个专业的过程，仅能由精神科的临床医生做出，同时具有法律效应。本量表仅可以作为一项参考指标而非诊断标准

## 2.7 本章小结

本章详细概述了在后续程序开发过程中所采用的开发平台和相应框架，首先对前端开发的 Android 开发架构和 flutter 框架进行阐述，接着详细说明程序开发所需的后端 Springboot 框架以及基于 PRA-Net 网络的人脸表情识别算法，最后介绍应用数据存储所选择的 MySQL 数据库以及用于评估抑郁等级的抑郁自评量表。

## 3 抑郁症诊断 APP 需求分析

### 3.1 需求分析综述

本课题是一款基于深度学习的抑郁症诊断 APP，通过获取用户问卷自测时的面部表情，利用深度学习技术进行表情特征识别，帮助用户检测心理健康状况以判断用户是否有抑郁症倾向以及抑郁程度，并根据抑郁程度提供有效解决方案。

用户在填写问卷自测时，通过手机前置摄像头获取 10s 的用户填写问卷时的面部表情视频。获取数据后，将面部数据上传到云端服务器。云端服务器接收到移动端数据后，利用基于 PRA-Net 的神经网络表情识别技术进行表情识别，并存储相应表情情绪标签，最后将通过算法匹配贝克抑郁量表，得到的抑郁程度返回移动端记录。

### 3.2 功能需求分析

#### 3.2.1 用户注册

如图 3.1 所示，为用户注册时的业务流程，当用户在登陆时没有账号，用户在注册页面填写个人信息进行账号注册。

- 1) 注册页面只显示一页，显示昵称、账号、密码、真实姓名、身份证号等相关信息
- 2) 输入账号时，系统对数据库进行检测，查看是否有重复账号进行注册，如果存在重复账号，提醒账号已注册，如果不存在，为用户注册新账号
- 3) 输入密码时，设置重复输入功能，确保用户输入的密码真实有效，若不一致，提示两次密码不符
- 4) 提醒用户勾选用户服务协议
- 5) 点击确认键返回用户登陆界面且可以使用注册账号进行登陆

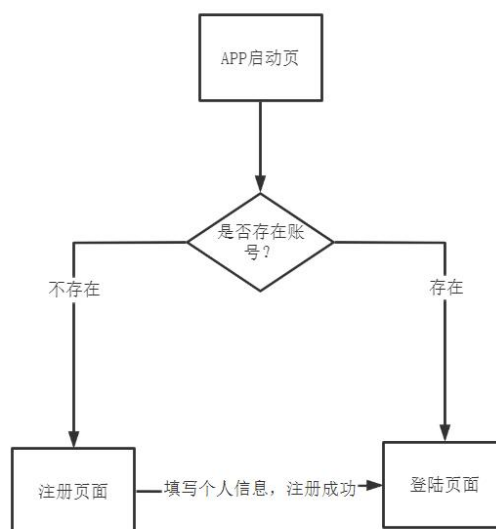


图 3.1 注册业务流程图

### 3.2.2 验证登陆

如图 3.2 所示，为用户进行登陆验证时的流程，用户存在账户或注册账户后，在登陆页面输入用户名和账号密码进行身份验证，验证成功，进入首页；验证失败，提醒用户名或密码不正确。

- 1) 用户输入用户名和账号密码后，与系统数据库存储信息进行比对，信息一致则跳转至首页，不一致则提醒用户进行修改。
- 2) 不同用户登陆所使用的账号密码唯一，且相互独立。
- 3) 用户选择忘记密码时，跳转至忘记密码页面，填写个人信息，与数据库存储信息进行比对，比对一致，设置账号新密码，数据库信息进行更新。用户回到登陆页面，填写账户名和新密码进行登陆验证。
- 4) 用户选择忘记密码，必须正确填写个人信息，数据库信息验证成功后，才可以进行新密码设置。

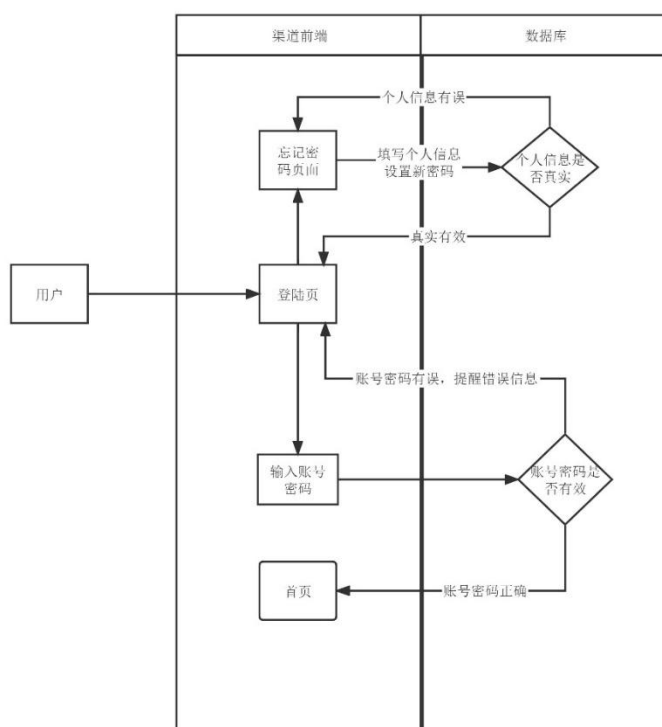


图 3.2 验证登陆业务流程图

### 3.2.3 个人信息

如图 3.3 所示，为用户编辑个人信息的业务流程，个人用户点进个人主页信息，可以根据实际情况对个人资料进行编辑修改。

- 1) 用户可以点击修改个人信息，数据库进行同步更新
- 2) 个人信息页面可以对系统配置进行设置
- 3) 个人信息页面可以查看情绪日志
- 4) 个人信息界面可以查看最近一次测评详细分析结果

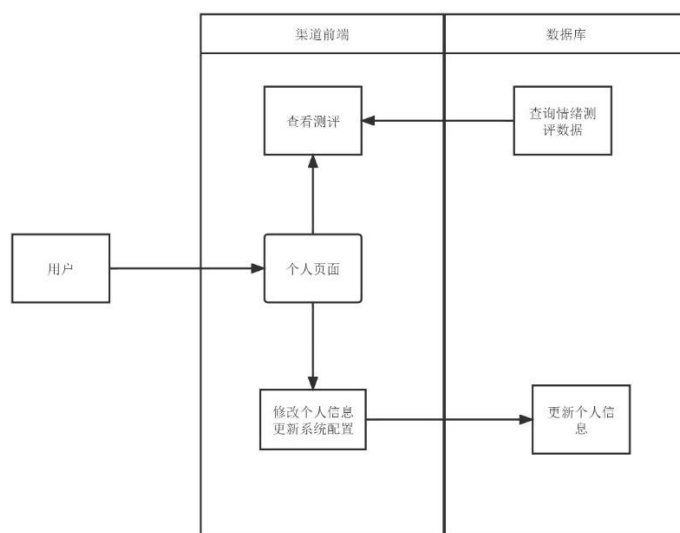


图 3.3 个人信息业务流程图

### 3.2.4 情绪自测

如图 3.4 所示，为用户进行情绪自测的流程，用户点进情绪测评界面，对当前情绪进行测评。

- 1) 用户通过填写 SDS 抑郁自评量表进行情绪自测，获得量表评分
- 2) 用户在填写量表的同时，通过获取前端摄像头权限，对用户的表情进行录制，将表情视频进行抑郁打分，同时将分数返传给前端，获得表情评分
- 3) 抑郁评分总分应依照合理比例进行取舍，同时根据标准参数，划分抑郁等级
- 4) 用户测评后，应及时将测评分数同步到数据库
- 5) 检测用户已填写测评时，应提醒用户已经存在数据，是否进行覆盖

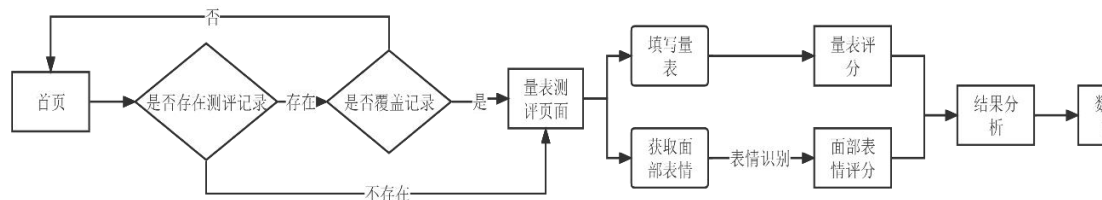


图 3.4 情绪自测流程图

### 3.2.5 心理关怀

用户进行测评后，根据分析结果对用户提出合理科学的建议。

- 1) 建议应当具有科学性、合理性以及针对性
- 2) 用户可以查看在平台注册的专业咨询师列表信息，同时为用户提供咨询师详情，供用户选择
- 3) 为用户提供专业心理咨询师的联系方式，点击按钮可以跳转至通话页面，为用户和心理咨询师提供直接交流

### 3.2.6 情绪日志

用户在使用一段时间后，为用户提供测评分析记录，记录用户一段时间内的各次测评分数。

- 1) 用户可以查看当日的抑郁诊断记录和相应的结果分析
- 2) 用户可以查看近七日的抑郁诊断记录和相应的结果分析
- 3) 用户可以查看近半月的抑郁诊断记录和相应的结果分析

## 3.3 非功能性需求分析

非功能需求是需求的一个重要组成部分，它影响系统的架构设计，是计算项目成本的重要考量，在项目评估过程中需要重点关注。

### 1) 性能需求

系统在运行过程中，一般时段响应时间不超过 1.5s，高峰时段不应超过 4s；用户在注册登陆时，系统响应时间应该在 2s 内，刷新系统时，响应时间应在 2s 内，资源 CPU 占用率应小于 50%，内存占用率应小于 50%。

### 2) 安全性

用户填写的身份信息、用户在客户端上传存储的信息以及存在云端的数据都应进行脱敏加密处理；不同用户的身份和权限不同，需保证确认用户信息正确后为用户提供相应的访问权限。提供运行日志管理和审计功能，可以追溯系统的历史使用记录。

### 3) 可维护性与可扩展性

将系统功能模块化，支持灵活配置，减少代码重复使用量；相似组件应该进行统一设计包装，在需要的部分进行少量修改直接调用，而非使用相似或者重复的代码重新编写。在系统进行版本更新时，应保障所有的数据内容和个人设置不发生更改；应提供日志记录功能，方便分析系统缺陷或者运行失败原因。

### 4) 可靠性

对输入有提示，当数据异常时，系统向用户提出示警信息；在系统发生故障后，用户依旧可以进行正常的操作；数据应在系统恢复正常后自动保存上传到数据库中进行存储。系统发生缺陷的概率应保持在较低的数值水平。

### 5) 易用性

应保证用户在初次下载软件时也能快速使用，并为复杂操作提供解说文档，方便用户进行学习。系统用户界面应该大方美观，按钮布局清晰简洁。

## 3.4 本章小结

本章主要是对抑郁症诊断 APP 进行需求分析研究，首先对软件功能需求进行论述，然后采用图文结合方式对不同模块功能进行分析，最后根据系统实际应用，从性能需求、安全性、可维护性和可拓展性、可靠性、易用性五个方面对非功能需求进行简要说明。

## 4 抑郁症诊断 APP 概要设计

### 4.1 抑郁症诊断 APP 系统架构

抑郁症诊断 APP 遵循规范的结构要求，如图 4.1 所示是系统架构图。整个系统分为数据层、服务层、通讯层、展现层四个层次。通讯层用来接收展现层发来的请求并向展示层返回数据，服务层用来处理业务逻辑。

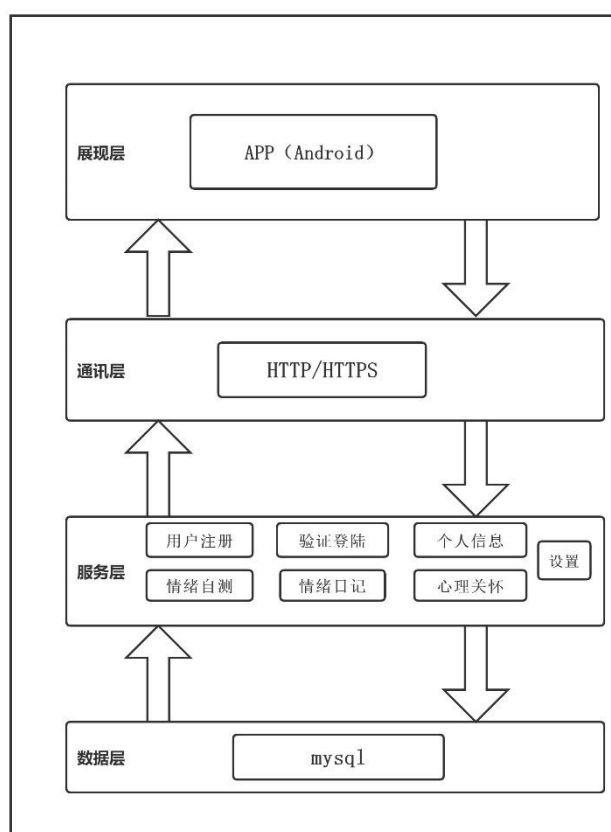


图 4.1 抑郁症诊断 APP 系统架构图

#### 1) 展现层

展示层即程序 APP，用来与用户交互信息，向用户展示信息，接收用户输入。

#### 2) 通讯层

通讯层提供 http 接口，用来接收展现层（前端）出发来的请求，调用后端 API，



后端通过与数据库进行数据处理后，将数据以 json 的形式通过 http 结构传给展现层（前端）。

### 3) 数据层

数据层即用来存储数据信息的部分，本系统选用的是 MySQL 数据库进行用户信息存储。

## 4.2 抑郁症诊断 APP 功能模块设计

### 4.2.1 用户注册模块

用户注册模块主要包括账号检验，填写信息，注册账号三个模块，如图 4.2 所示为用户注册模块功能分解图，以下将对这几个部分进行详细说明。

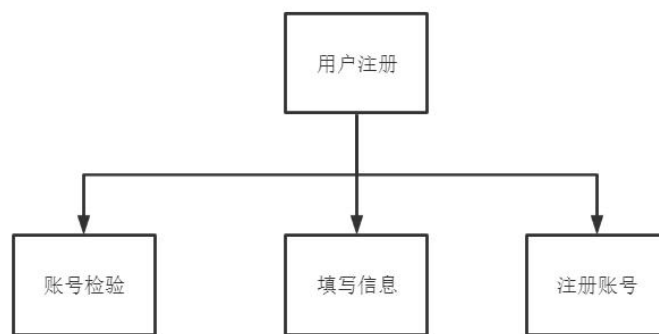


图 4.2 用户注册模块功能分解图

#### 1) 账号检验

用户选择注册时，进入账号注册页面，用户填写用户名，同时查询数据库信息是否存在相同用户名，若存在相同用户名，提醒用户已注册过账号，是否选用该账号直接登陆或重新输入用户名以注册新账号；反之，则进入账号注册环节。

#### 2) 填写信息

用户按照真实情况填写个人信息，在填写密码时提醒用户应选择安全性高的密码，例如数字+字母组合密码，此外，用户在信息填写中需确认设置密码，若填写不

一致，提醒用户密码应前后一致，否则不予注册。

### 3) 注册账号

用户正确填写个人信息后，成功注册账号，同时更新数据库，添加账号信息，返回登陆界面进行登陆验证。

## 4.2.2 验证登陆模块

验证登陆模块主要包括密码验证，忘记密码，验证异常三个部分，其中忘记密码部分又由身份验证和重置密码两个功能组成，如图 4.3 所示为验证登陆模块功能分解图，下面将对这三个部分进行详细说明。

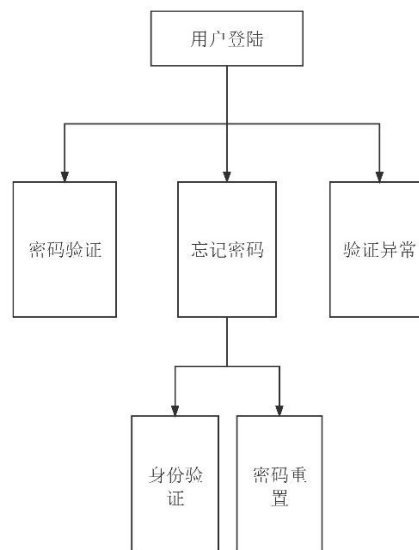


图 4.3 验证登陆模块功能分解图

### 1) 密码验证

用户在进行登陆时，需要进行密码验证，用户输入账户名和密码，数据库进行数据查询，若与数据库存储信息一致，则验证成功，跳转至首页，反之，则显示验证异常。

### 2) 忘记密码

用户只记得用户名而忘记密码时，在密码重置页面，填写注册时所保存的身份

信息，进行身份验证，身份验证成功时进行密码重置，设置新密码，同时更新数据库保存信息；身份验证失败则提醒用户无法进行密码重置，请正确填写身份信息。

### 3) 验证异常

用户用户名或密码填写与数据库存储信息不一致时，密码验证异常，无法判断用户身份信息，弹出消息弹窗警示用户账号输入错误或密码输入错误，提醒用户进行修改。

#### 4.2.3 个人信息模块

个人信息模块主要包括个人主页、设置、情绪日志、互动信息和清除缓存五个部分。其中设置包含账号设置、消息通知、个人资料、隐私和权限设置和账号退出五个功能，如图 4.4 所示为个人信息模块功能分解图，下面将对这几个部分内容进行详细阐述。

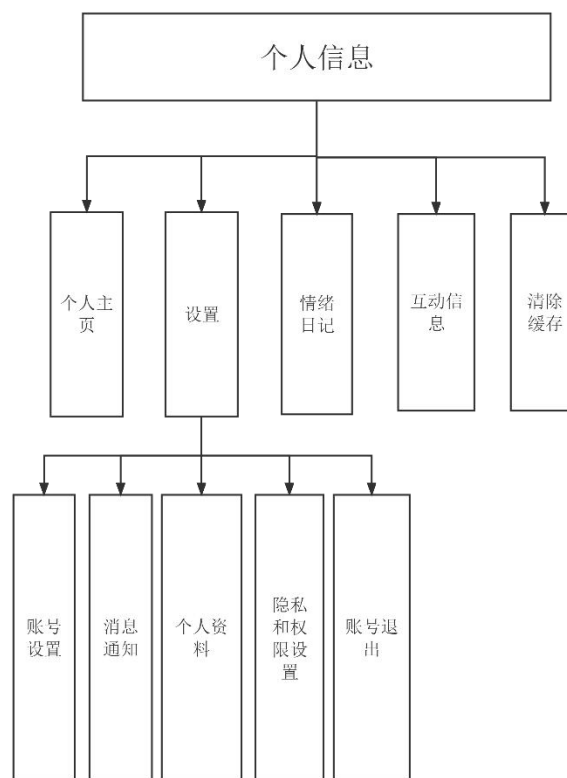


图 4.4 个人信息模块功能分解图

#### 1) 个人主页

用户在个人主页页面查看个人信息，例如昵称、粉丝数、关注数、浏览量等数据；也可以点进他人主页查看类似信息。

#### 2) 设置

用户可以在设置页面进行账号设置，例如修改手机号，取消或者接收系统的消息推送；也可以在个人资料进行资料编辑，包括修改昵称、性别、邮箱号、生日等个人信息；隐私和权限设置用来查看系统获取了哪些权限，以及对相关权限进行修改设置，同时将数据库内容进行同步更新；用户可以选择退出账号，跳转至登陆页面。

#### 3) 情绪日记

用户可以从个人信息界面点击按钮跳转至情绪日记页面，查询情绪日记模块功能。

#### 4) 互动信息

用户可以在互动信息页面查看是否有用户给自己点赞或者添加关注。

#### 5) 清除缓存

用户可以清除系统数据缓存，删除系统日志。

### 4.2.4 情绪自测模块

情绪自测模块主要包括问卷测评、面部表情识别和结果分析三个部分，面部表情识别包括前端获取表情视频、后端进行表情识别、表情打分三个功能，如图 4.5 所示为情绪自测模块功能分解图，下面将对这几个部分内容进行详细阐述。

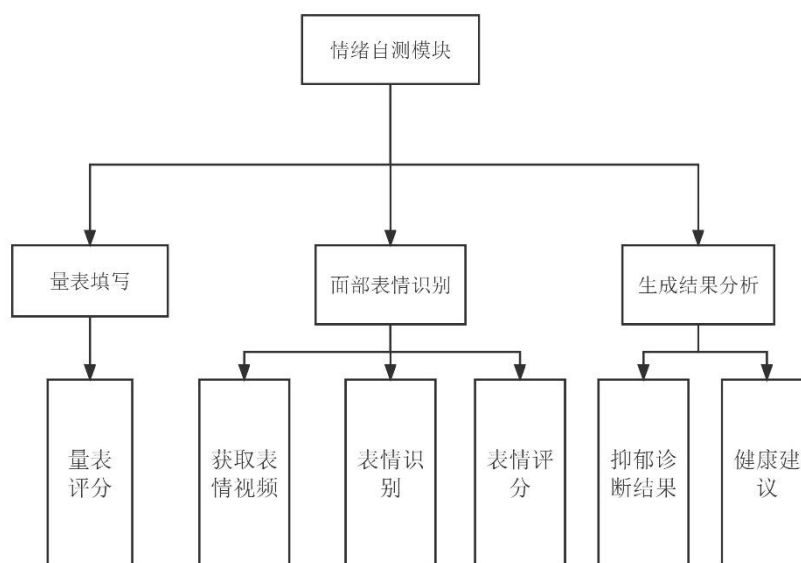


图 4.5 情绪自测模块功能分解图

### 1) 量表填写

当用户点击情绪自测按钮时，进入量表填写页面，填写根据 SDS 量表生成的 20 道量表题。每道题分为 4 个选项，每个选项分值不同；用户填写完量表后，根据所选选项，进行分值统计，获得粗评分，将粗评分 $\times 1.25$ 获得量表评分。

### 2) 面部表情识别

用户在填写量表时，通过手机前置摄像头获取长达 10s 的视频，系统利用神经网络模型对视频进行处理以识别面部表情，获得表情标签，根据抑郁评分标准转换成情绪评分传给前端界面，前端界面进行抑郁评分统计。

### 3) 生成结果分析

用户填写完量表后，依据量表分值 $\times 40\% +$ 面部表情评分 $\times 60\% =$ 总评分的评分标准，生成结果分析，并根据量表标准划分抑郁等级，53 分为正常无抑郁阶段，53-62 分为轻度抑郁，63-72 分划分为中度抑郁，72 分以上属于重度抑郁，同时将量表评分、表情评分和总评分存储到数据库中。系统根据用户最后评分等级提出相应科学有效的健康提示。

#### 4.2.5 心理关怀模块

心理关怀模块主要包括咨询心理咨询功能和倡导建议两个部分，如图 4.6 所示为心理关怀模块功能分解图，下面将对这两个部分进行详细说明。

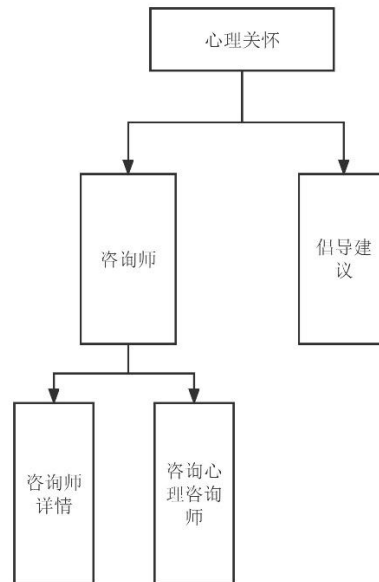


图 4.6 心理关怀模块功能分解图

##### 1) 咨询师功能提供

系统从数据库后端获取在平台注册的专业咨询师的信息，以列表的形式呈现给客户，其中包含咨询师擅长领域、咨询从事年限、服务时薪以及联系方式等信息；用户可以点进咨询师详情界面查看咨询师详细信息，对咨询师有充分了解后可以根据自己的需求选择咨询师进行咨询，点击拨号按钮，跳转至手机通话页面，自动填充咨询师手机号，方便用户与咨询师进行联系。

##### 2) 倡导建议

用户在进行量表测评后，系统依据 SDS 量表评分标准将测评结果进行抑郁等级划分，根据用户评分所处等级不同进行提出相应的建议，为用户提供科学、合理的指导方案。

#### 4.2.6 情绪日志模块

情绪日志模块主要由查看当日测评分析、查看近一周测评分析、查看近半月结果分析三个功能部分组成，如图 4.7 所示为情绪日志模块功能分解图，下面将对这三个部分进行详细说明。

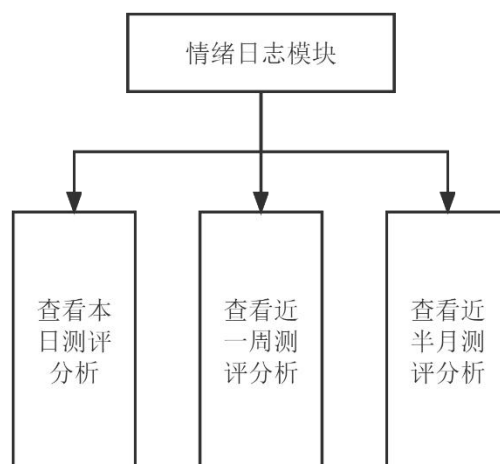


图 4.7 情绪日志模块功能分解图

##### 1) 查看本日测评分析

用户可以在情绪日志页面中选择查看本日所进行的量表测评分析结果，系统从数据库表中获取指定日期的测评结果，以图表加文字的方式对用户进行结果说明，并结合抑郁等级提出科学合理的健康指导。

##### 2) 查看近一周测评分析

用户可以在情绪日志页面中选择查看近一周所进行的量表测评分析结果，系统从数据库表中获取当前日期前 7 天的测评结果，以图表加文字的方式对用户进行结果说明，并计算出这一周的平均测评分，结合抑郁等级提出科学合理的健康指导。

##### 3) 查看近半月测评分析

用户可以在情绪日志页面中选择查看近半月所进行的量表测评分析结果，系统从数据库表中获取当前日期前 15 天的测评结果，以图表加文字的方式对用户进行结

果说明，并计算出这半月的平均测评分，结合抑郁等级提出科学合理的健康指导。

### 4.3 抑郁症诊断 APP 数据库设计

#### 4.3.1 数据库实体关系设计

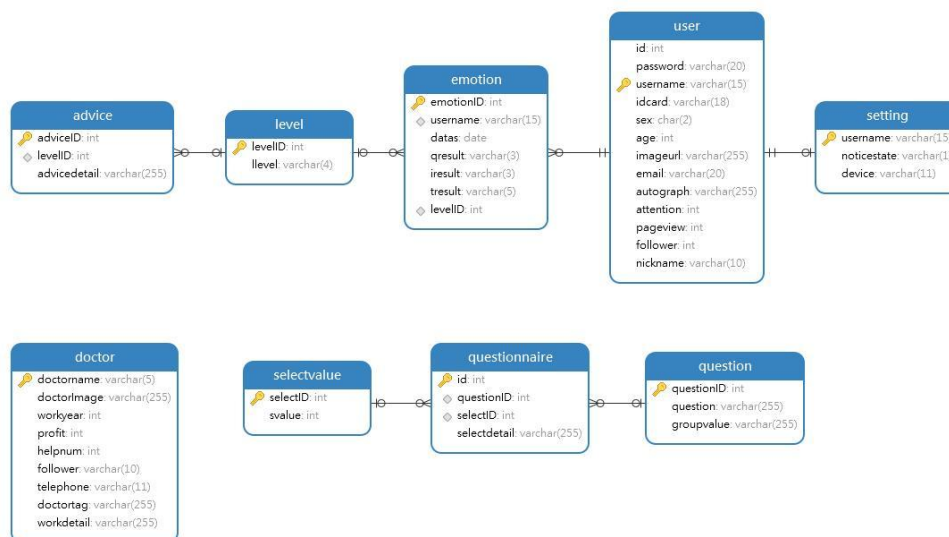


图 4.8 抑郁症诊断 APP 系统的实体关系 E-R 图

本小节用于描述抑郁症诊断 APP 系统有关的数据库实体间的关系，在经过需求分析与功能的概要设计后，结合实际开发需求，分析设计出用户信息（user）、情绪记录（emotion）、情绪等级（level）、设置（setting）、咨询师（doctor）、关怀建议（advice）、问卷（questionnaire）、问卷问题（question）、问卷选项分值（selectvalue）等 9 个实体。图 4.8 为抑郁症诊断 APP 系统的实体关系 E-R 图。

#### 4.3.2 数据库表设计

前一小节展示了数据库实体的 E-R 关系图，下面将依据 E-R 图进行数据库表的详细设计。

##### 1) 用户信息

用户信息表用来存储系统中的用户信息，该表中包括年龄、签名、邮箱、id、用户身份证、用户头像地址、用户密码、性别、用户名、关注量、粉丝、浏览量等属性，详细内容见表 4.1。



表 4.1 用户信息数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
age	int	是	否	NULL	用户年龄
autograph	varchar(255)	是	否	NULL	用户签名
email	varchar(20)	是	否	NULL	用户邮箱名
id	int	否	否	NULL	id
Idcard	varchar(18)	否	否	NULL	用户身份证
imageurl	varchar(255)	是	否	NULL	用户头像地址
password	varchar(20)	否	否	NULL	用户密码
sex	char(2)	是	否	NULL	用户性别
username	varchar(15)	否	是	NULL	用户名
attention	int	是	否	NULL	关注量
follower	int	是	否	NULL	粉丝
nickname	Varchar(10)	是	否	NULL	昵称
pageview	int	是	否	NULL	浏览量

## 2) 情绪记录

情绪记录表用来存储用户的测评结果记录，主要包括情绪 ID、用户名、测评时间、问卷调查结果、表情识别结果、总分、抑郁程度 ID 等属性，详细内容见表 4.2。

表 4.2 情绪记录数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
emotionID	int	否	是	NULL	情绪 ID
username	varchar(15)	否	否	NULL	用户名
datas	date	是	否	NULL	测评时间
qresult	varchar(3)	否	否	NULL	问卷调查结果
iresult	varchar(3)	否	否	NULL	表情识别结果
tresult	varchar(5)	否	否	NULL	总分
levelID	int	是	否	NULL	抑郁程度 ID

## 3) 情绪等级

情绪等级数据表用来存储抑郁等级详情，包括等级 ID 和等级详情两个属性，详

细内容见表 4.3。

表 4.3 情绪等级数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
levelID	int	否	是	NULL	抑郁等级 ID
llevel	varchar(4)	是	否	NULL	抑郁等级详情

#### 4) 关怀建议

关怀建议数据表用来存储用户评分后，系统根据所测评等级提供的建议方案，包括建议 ID、抑郁等级 ID、建议细节三个属性，详细内容见表 4.4

表 4.4 关怀建议数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
adviceID	int	否	是	NULL	建议 ID
levelID	int	是	否	NULL	抑郁等级 ID
advisedetail	varchar(255)	否	否	NULL	建议细节

#### 5) 设置

设置数据表用来存储设置页面的接收通知状态和手机号的信息，包括用户名、通知状态、手机号等属性，详细内容见表 4.5。

表 4.5 设置数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
username	varchar(15)	否	是	NULL	用户名
noticestate	varchar(1)	否	否	NULL	通知状态
device	varchar(11)	是	否	NULL	手机号

#### 6) 咨询师

咨询师数据表用来存储咨询师详细信息，包括咨询师姓名、咨询师头像图片 url 地址、咨询师工作年限、咨询师工作时薪、咨询师已帮助人数、咨询师粉丝数、咨询师电话号码、咨询师擅长类型、咨询师工作细节等属性。详细内容见表 4.6。

表 4.6 咨询师数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
doctorname	varchar(5)	否	是	NULL	咨询师姓名
				NULL	咨询师头像图片
doctorImage	varchar(255)	是	否		url 地址
workyear	int	是	否	NULL	咨询师工作年限
profit	int	是	否	NULL	咨询师工作时薪
helpnum	int	是	否	NULL	咨询师帮助人数
follower	varchar(10)	是	否	NULL	咨询师粉丝数
telephone	varchar(11)	是	否	NULL	咨询师电话号码
doctortag	varchar(255)	是	否	NULL	咨询师擅长类型
workdetail	varchar(255)	是	否	NULL	咨询师工作细节

## 7) 问卷

问卷数据表用来存储用户填写的抑郁症自评量表信息，包括 id、问题题号、选项 ID、选项内容、四个属性。详细内容见表 4.7。

表 4.7 问卷数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
id	int	否	是	NULL	id
questionID	int	是	否	NULL	问题题号
selectID	int	是	否	NULL	选项 ID
selectdetail	varchar(255)	是	否	NULL	选项内容

## 8) 问卷问题

问卷数据表用来存储用户填写的抑郁症自评量表信息，包括问题题号、问题详情、前端代码所需属性三个属性。详细内容见表 4.8。

表 4.8 问卷问题数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
questionID	int	否	是	NULL	问题序号
question	varchar(255)	是	否	NULL	问题详情

groupvalue	varchar(10)	是	否	NULL	前端代码所需属性
------------	-------------	---	---	------	----------

#### 9) 问卷选项分值

问卷选项分值用来存储问卷每一个选项对应的认知，包括选项 ID、选项 ID 对应的分值两个属性，详细内容见表 4.9。

表 4.9 问卷选项分值数据表

字段名	字段类型	是否可空	是否主键	默认值	备注
selectID	int	否	是	NULL	选项 ID
svalue	int	否	否	NULL	选项分值

#### 4.4 本章小结

本章是抑郁症诊断 APP 的概要设计部分，通过图标和文字结合的方式对系统架构、功能模块设计及数据库设计进行详细的说明，在架构设计中对系统各个部分功能模块进行阐述、对数据库各实体、表结构进行详细介绍。

## 5 抑郁症诊断 APP 系统的实现

### 5.1 用户注册

用户不存在登陆账户时，在注册页面填写个人信息进行账号注册。

#### 1) 账户验证

当用户注册的账号已存在数据库中，提醒用户账号已存在，前往登陆页面或者更换账号名，如图 5.1 所示。



图 5.1 账户检验

#### 2) 填写信息

用户填写正确个人信息，设置登陆密码，且密码进行重复确认，确认一致则进行账号注册，不一致提醒用户进行改正，如图 5.2 所示。



图 5.2 填写信息

### 3) 账号注册

用户账号不存在且正确设置个人信息，提醒用户账户注册成功，返回登陆页面进行账号登陆，如图 5.3 所示。



图 5.3 账号注册

## 5.2 验证登陆

### 1) 密码验证

用户正确填写账号密码，进入首页，如图 5.4 所示。



图 5.4 密码验证成功

### 2) 验证异常

用户密码填写异常，提醒用户密码错误，如图 5.5 所示。



图 5.5 账号验证

### 3) 忘记密码

用户在重置密码页面填写个人信息进行身份验证，验证成功后，进行密码重置，

如图 5.6 和 5.7 所示。



图 5.6 身份验证



图 5.7 成功重置（左）密码检测（右）



### 5.3 个人信息

1) 个人主页，如图 5.8 所示。



图 5.8 个人主页

2) 设置，如图 5.9 所示。

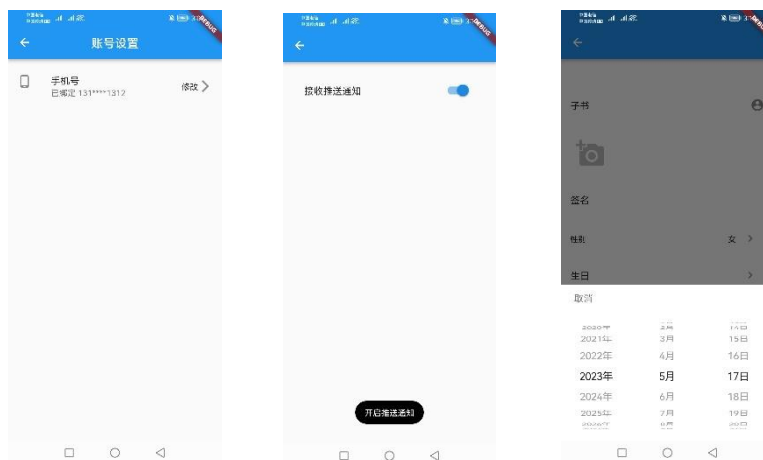


图 5.9 账号设置（左）消息通知（中）个人资料编辑（右）

3) 互动信息，如图 5.10 所示。

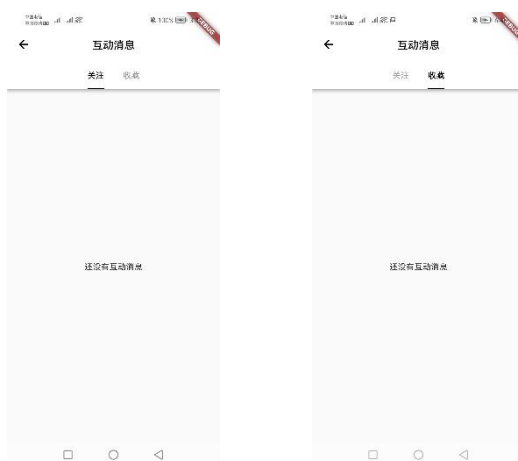


图 5.10 互动消息页面

## 5.4 情绪自测

### 5.4.1 填写问卷

用户进入抑郁测评界面，填写问卷，问卷根据 SDS 量表进行设计，共 20 道题，10 道反向题，10 道正向题，用户填完问卷后点击提交按钮跳转结果分析页面，如图 5.11 所示。

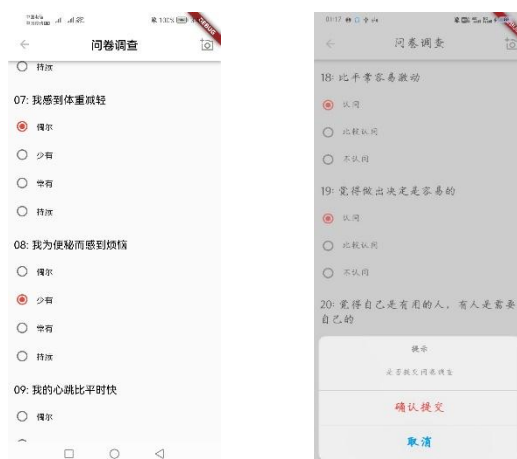


图 5.11 填写问卷

### 5.4.2 面部表情识别

用户在填写问卷时，系统通过调取前置摄像头录制 10s 的视频并上传提交至后端，后端进行表情识别后，返回表情评分给结果分析页面，如图 5.12 所示。



图 5.12 面部表情录制

### 5.4.3 结果分析

用户测评完后进入结果分析页面，如图 5.13 所示。

测试完成 结果显示:

姓名	日期	问卷评分	图像识别评分	总评分	抑郁等级
子书	2023-05-17 04:58:57	46	58	53.2	轻度抑郁

温馨提示:

本量表的评估计算方式为:  
总分数 = 问卷测评分数 × 40% + 表情识别分数 × 60%

抑郁严重度指数的评估计算方式为:  
抑郁严重度指数 = 总分数/100  
0.53以下者为无抑郁; 0.53~0.62为轻微至轻度抑郁; 0.63~0.72为中度抑郁; 0.72以上为重度抑郁

图 5.13 结果分析

## 5.5 心理关怀

1) 咨询师列表,如图 5.14 所示。



图 5.14 咨询师列表

2) 咨询师详情,如图 5.15 所示。



图 5.15 咨询师详情

3) 联系咨询师

用户点击拨号按钮跳转至通话页面，拨号键自动填充咨询师手机号，方便用户联系心理咨询师，如图 5.16 所示。

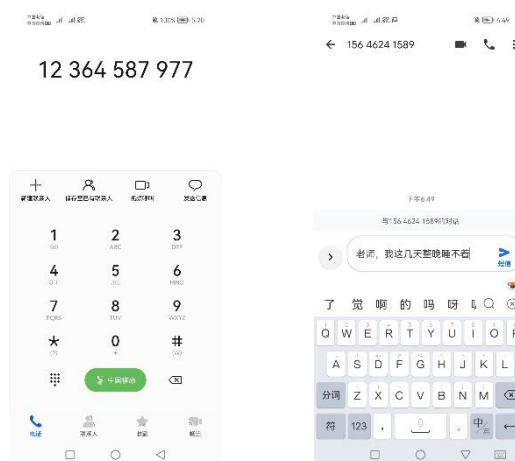


图 5.16 联系咨询师

## 5.6 情绪日志

### 5.6.1 当天情绪分析

用户在当前页面可以查看当日的测评数据，以扇形图的形式向用户说明测评得分，根据最后总分提出相应的健康建议，如图 5.17 所示。



图 5.17 当日情绪分析页面

### 5.6.2 近一周情绪分析

用户在当前页面可以查看近七天的测评数据以及近七天的平均值，根据平均值

提出相应的健康建议，如图 5.18 所示。



图 5.18 近一周情绪分析页面

### 5.6.3 近半个月情绪分析

用户在当前页面可以查看近半个月的测评数据以及近半月的平均值，根据平均值提出相应的健康建议，如图 5.19 所示。

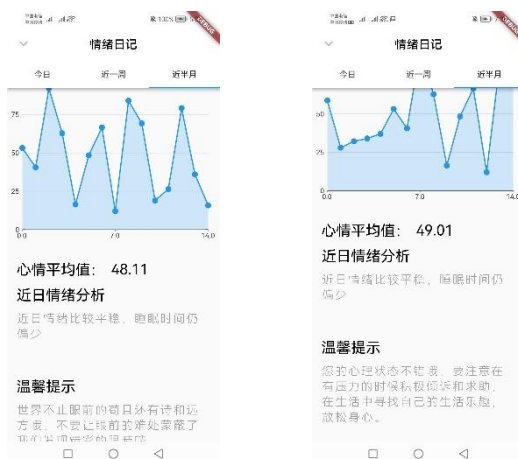


图 5.19 近半个月情绪分析页面

## 5.7 本章小结

本章是依据需求分析对抑郁症诊断 APP 的实现的说明，截取每个功能页面对所实现功能进行叙述。

## 6 总结与展望

### 6.1 系统总结

本文主要阐述了基于人脸表情识别的抑郁症诊断 APP 的设计与实现。在绪论中阐明了研究背景，详述了目前抑郁症的普发性和高危型以及仅通过问卷测试进行诊断的局限性，面部表情包含着人类大部分的行为信息，通过识别面部表情来辅助诊断可以提供更加准确的诊断结果。而后对目前抑郁症诊断方式在国内外的研究现状和进展进行研究，同时比较市场上已有的成熟产品进行调研，为本项目的设计提供参考方案。

在第二章，对抑郁症诊断 APP 中所使用的有关技术框架和具体选用方案进行说明，包含前后端使用框架和开发平台、数据库选用和抑郁量表的选用标准。

其次，对项目应用进行需求分析，通过需求调研和市场分析，整理出当前用户对抑郁症诊断 APP 的需求列表，主要将系统分成用户注册、验证登陆、个人信息、情绪自测、心理关怀以及情绪日志等六个模块，通过业务流程图与文字相结合的方式，分别从功能性需求和非功能性需求对抑郁症诊断 APP 进行分析，为后续设计奠定开发基础。

第四章主要是依据所列出的需求分析做出详细概要设计，通过架构设计图和功能模块图等方式对每一个模块进行功能说明，使用 E-R 图对系统数据库中的每一个实体进行介绍，以此基础对各模块的数据库表进行设计。

最后部分是系统开发的具体设计实现，结合详细页面对系统功能设计详情进行说明。

### 6.2 展望

本文对基于人脸表情识别的抑郁症诊断 APP 的设计与实现过程做出了详细介绍，目前系统开发已经全面完成，但在面部表情识别结果上仍存在一定的准度问题，我觉得这部分内容需要仔细研究，后续将结合其他算法思想对目前使用的算法进行改进，进一步提高识别准度，增加识别结果的可靠性和准确性。



## 参考文献

- [1] WU W, PIZZAGALL D A, TRIVEDI M H, et al. Reply to: EEG-based model and antidepressant response [J] . Nat Biotech, 2021, 39(1): 28-29.
- [2] MALHI G S, MANN J J. Depression [J] . Lancet, 2018, 392(10161): 2299-2312
- [3] Cooper P J, Murray L, Wilson A, et al. Controlled trial of the short-and long-term effect of post-partum depression Impact on the maternal mood[J]. The British Journal of Psychiatry, 2003, 182(5): 412-419.
- [4] Kelly B D, Nur U A, Tyrer P, et al. Impact of severity of personality disorder on the outcome of depression[J]. European psychiatry, 2009, 24(5): 322-326.
- [5] Chabrol H, Rodgers R, Rousseau A. Relations between suicidal ideation and dimensions of depressive symptoms in high-school students[J]. Journal of Adolescence, 2007, 30(4): 587-60
- [6] 李欣, 范青. 机器学习在抑郁症患者面部特征研究中的应用进展[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2022, 42(1): 124-129.
- [7] 杨钦焱, 周敏, 罗春琼, 王晓斌. 抑郁症的诊断研究进展[J]. 国际精神病学杂志, 2014, 02: 100-102.
- [8] Jurin R R, Roush D, Danter J. Communicating without words[M]. Environmental Communication. Second Edition, 2010: 221-230.
- [9] 季建林, 张虹复. 抑郁症躯体症状及其相关因素分析[J]. 中国心理卫生杂志. 2002 (09): 605-608
- [10] Trevor, R. Norman Treatment of Major Depressive Disorder[M]. 2018: 71-110.
- [11] Trivedi M H . Major depressive disorder: Remission of associated symptoms[J]. The Journal of Clinical Psychiatry, 2006, 67 Suppl 6(Suppl 6): 27-32.
- [12] Yu Z , Shang Y , Shao Z , et al. Automated Depression Diagnosis Based on Deep Networks to Encode Facial Appearance and Dynamics[J]. IEEE Transactions on Affective Computing, 2018 , 99: 1-1.
- [13] Jan A , Meng H , Gaus Y , et al. Artificial Intelligent System for Automatic Depression Level Analysis Through Visual and Vocal Expressions[J]. IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 2018, 10(3): 668-680.

- [14] Simonyan K , Zisserman A . Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition[J]. arXiv e-prints, 2014:1556-1563.
- [15] Melo W , Granger E , Hadid A . Depression Detection Based on Deep Distribution Learning[C]// IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2019). IEEE, 2019:4544-4548.
- [16] Jazaery M A , Guo G . Video-Based Depression Level Analysis by Encoding Deep Spatiotemporal Features[J]. IEEE Transactions on Affective Computing , 2018: 1-1.
- [17] Melo W , Granger E , Hadid A . Combining Global and Local Convolutional 3D Networks for Detecting Depression from Facial Expressions[C]// 14th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition. IEEE, 2019: 1-8.
- [18] Valstar M , Gratch J , Ringeval F , et al. AVEC 2016 : Depression, Mood, and Emotion Recognition Workshop and Challenge[C]// International Workshop. ACM, 2016:3-10.
- [19] Hamdi, Dibeklioglu, Zakia, et al. Dynamic Multimodal Measurement of Depression Severity Using Deep Autoencoding.[J]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2017:525-536.
- [20] Lea C , MD Flynn, Vidal R , et al. Temporal Convolutional Networks for Action Segmentation and Detection[C]// IEEE Computer Society. IEEE Computer Society, 2016:21-26.
- [21] Yu F , Koltun V . Multi-Scale Context Aggregation by Dilated Convolutions[C]// IC LR. 2016:1–13.
- [22] HAQUE A, GU pp.O M, MINER A S, et al. Measuring depression symptom severity from spoken language and 3D facial expressions [J] . arXiv e-prints, 2018, arXiv: 1811.08592.
- [23] YANG L, JIANG D, HE L, et al. Decision tree based depression classification from audio video and language information [C]. Proceedings of the 6th International Workshop on Audio/Visual Emotion Challenge. Amsterdam: Association for Computing Machinery, 2016: 89-96.
- [24] 谭梦. 心理服务类 APP 的可用性研究[D].杭州：浙江理工大学，2021.
- [25] Lang H , Cwc C , Zwa B . Automatic depression recognition using CNN with attention mechanism from videos[J]. Neurocomputing, 2021, 422:165-175.

- [26] Melo W , Granger E , Hadid A . Combining Global and Local Convolutional 3D Networks for Detecting Depression from Facial Expressions[C]// 14th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition. IEEE, 2019:1-8.
- [27] Zhou X , Jin K , Shang Y , et al. Visually Interpretable Representation Learning for Depression Recognition from Facial Images[J]. IEEE Transactions on Affective Computing, 2018:542-552
- [28] Liu, Zhenyu,Yuan, Xiaoyan,Li, Yutong,et al. PRA-Net: Part-and-Relation Attention Network for depression recognition from facial expression[J]. COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE, 2023:157
- [29] He K , Zhang X , Ren S , et al. Deep Residual Learning for Image Recognition [J]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016:770-778.
- [30] Luong M T , Pham H , Manning C D . Effective Approaches to Attention-based Neural Machine Translation[J]. Computer ence, 2015:1412-1421.
- [31] Sung F , Yang Y , Zhang L , et al. Learning to Compare: Relation Network for Few-Shot Learning[J].IEEE, 2017:1199-1208.
- [32] Valstar M , Schuller B , Smith K , et al. AVEC 2013: The Continuous Audio/Visual Emotion and Depression Recognition Challenge[C]. Proceedings of the 3rd ACM international workshop on Audio/visual emotion challenge, 2013:3-10.
- [33] Valstar M , Schuller B , Smith K , et al. AVEC 2014 - 3D dimensional affect and depression recognition challenge[J]. Association for Computing Machinery, 2014:3-10.
- [34] 王小梅,陈宝枝,李喜凤等.新型冠状病毒肺炎疫情期间隔离病区护理人员心理健康状况调查及干预[J].中国药物与临床,2020,20(24):4083-4084.

## 致谢

本设计从选题到完成得到xxxx老师的悉心指导和帮助。为了保证我们的设计进度，老师每周进行一次毕设汇报，为我们解决设计过程中遇到的实际问题。毕业设计之所以能够顺利完成，与老师为我们做的一切是分不开的。

同时我要感谢学长，因为对在算法部分不是很了解，经常麻烦学长为我们答疑解惑，学长也为我们如何改进算法网络提供了有效建议。

其次，我要感激我的室友，是她们陪我一起度过这成长的重要一环，这四年的大学生活里，她们给予我关心与支持，同我一起学习、生活，给我留下了很多难忘的回忆。

最后，我要感谢我的父母对我的关心和理解，如果没有他们在我的学习生涯中的无私奉献和默默支持，我将无法顺利完成今天的学业。

2023 年 05 月 18 日