**非密**

**基于步态特征的抑郁状态识别**

**软件设计说明**

**中国电子科技集团公司第二十八研究所**

**2020年6月**

|  |
| --- |
| **目 录** |

[一、 概述 1](#_Toc42849117)

[（一） 设计目的 1](#_Toc42849118)

[（二） 设计依据 1](#_Toc42849119)

[（三） 设计内容 1](#_Toc42849120)

[二、 系统需求分析 1](#_Toc42849121)

[（一） 任务分析 1](#_Toc42849122)

[（二） 系统主要功能 1](#_Toc42849123)

[（三） 系统技术指标 1](#_Toc42849124)

[三、 系统总体设计 1](#_Toc42849125)

[（一） 系统组成 1](#_Toc42849126)

[（二） 系统信息处理流程 2](#_Toc42849127)

[（三） 信息交互关系 2](#_Toc42849128)

[（四） 系统开发与运行环境设计 2](#_Toc42849129)

[四、 模块组成与功能设计 2](#_Toc42849130)

[（一） 情绪识别模块 2](#_Toc42849131)

[（二） 抑郁状态识别模块 3](#_Toc42849132)

# 概述

## 设计目的

本文档是在分析基于步态特征需求的基础上，以图、文结合的方式，着重描述基于步态特征的抑郁状态识别系统的总体设计、仿真软件设计、关键技术与解决方案等内容。本文档经审定和确认后，可作为基于步态特征的抑郁状态识别软件开发、集成、测试和验收的依据。

## 设计依据

基于步态特征的抑郁状态识别技术研究合同

基于步态特征的抑郁状态识别技术协议

## 设计内容

根据抑郁状态识别分析需求，对基于步态特征的抑郁状态识别软件主要功能进行分析，设计系统组成、信息处理流程和系统开发与运行环境，以及其中的主要模块，并对关键技术的解决方案进行论述。

# 系统需求分析

## 任务分析

本系统的功能是通过步态特征完成情绪状态识别、异常精神状态识别的任务。通过跨多摄像头的目标跟踪，实现步态持续特征提取，建立步态情绪特征与抑郁症关联模型，在排除非神经系统疾病导致的步态障碍的基础上，识别异常精神状态（抑郁）。

## 系统主要功能

（1）身份识别功能

本模块利用基于姿态估计的关键点算法对视频序列预处理得行人的骨架图序列，将采集到骨架序列关节坐标作为双基于向LSTM的自动编解码器模型的输入，然后利用编码器提取出编码特征，最后在线性支持向量机中进行视频中行人身份识别。

（2）情绪识别功能

首先，抑郁症状与患者的情绪有直接关联，表现为长期处于低迷情绪之中。所以识别负性情绪可以作为抑郁症判别的首要条件。本模块主要采用一种新的注意力增强方法用于步态识别和运动预测的时间图卷积网络（AT-GCN）。在时空注意的增强下，该模型能够捕捉到空间依赖和时间上的区别特征并通过softmax 分类器完成情绪识别任务。

（3）异常精神状态（抑郁症）识别

抑郁症患者通常表现出包括情绪低落、抑郁症患者的行走速度更慢、摆臂更少、更大的侧身摇摆、更多的跌倒姿势以及头部垂直运动的减少等症状。本模块定义如下几个统计特征参数：1）负性情绪出现的时间点；2）每次负性情绪出现的时长；3）每天的负性情绪出现的次数/频率；4）行人行走的速度；5）行人摆臂的频率；6）行人侧身摇摆的频率；7）上身姿势以及头部的垂直运动。同时提取关键点轨迹特征，采用深度学习端到端的方式构建神经网络模型，建立行人步态的统计特征与抑郁状态的关联关系。

## 系统技术指标

（1）身份识别准确率；

（2）情绪状态识别准确率；

（3）抑郁状态识别；

# 系统总体设计

## 系统组成

情绪识别模型和抑郁状态识别模型组成如图1所示。



图1 抑郁状态识别系统组成

## 系统信息处理流程

基于步态特征的抑郁状态识别系统信息处理流程如图2所示。

图2 系统信息处理流程图

主要处理流程如下：

第一步，点击“选择文件”按钮，选择打开本地media文件夹下的一个MP4格式的视频文件；

第二步，点击“开始识别”按钮，后台的预训练好的情绪识别模型开始识别，所选视频将同步播放；情绪识别结果通过前后台数据交互，由后台将识别结果等数据传递到前端，将在柱状图中进行显示，红色代表负性情绪，白色代表中性情绪，绿色代表正性情绪；情绪识别结果将在仪表盘中进行显示，显示的结果表示情绪识别的准确率；

第三步，如果对情绪识别结果存疑或识别出错，可对结果进行标注修改，选择单选按钮“正性、中性、负性”中的一个，点击“确认”按钮，网页将显示“标注完成”字样，此时前端将标注结果传递给后台，写入、保存到文件中；标注完成后，后台读取文件中的数据并将数据传递到前台，将所选文件的识别结果、标注结果等信息在仪表盘下方的表格控件中显示出来；

第四步，选择“开始日期”和“结束日期”，日期选择结束后，点击“确认”按钮，所选时间段内的识别结果将用柱状图显示，值“-1”表示“负性情绪”，值“0”表示“中性情绪”，值“1”表示“正性情绪”，同时，结果也将在下方的表格中进行显示。

## 信息交互关系

基于步态特征的抑郁状态识别软件前后台信息交互关系，如图3所示。

前端

后台

调用、图表显示、数据标注

响应、模型识别、数据处理

数据交互

数据交互

图3 前后台信息交互关系

## 系统开发与运行环境设计

本系统在Windows 10操作系统环境下开发，后端采用的Web应用开发框架为Django，计算机编程语言为python，使用nVidia的通用并行计算架构CUDA进行数据加速处理；前端采用的JavaScript框架为jQuery、bootstrap，前端的数据可视化工具为Echarts，使用的程序设计语言为JavaScript。同时，本Web软件的运行环境要求为Chrome浏览器的最新版本。

# 模块组成与功能设计

## 身份识别模块

步态识别模块由步态骨架提取、身份识别网络、识别结果的图表功能展示等子模块组成，如图4所示。

图4 身份识别模块组成

1. 步态骨架关键点检测

步态骨架关键点检测技术主要采用基于位姿估计的关键点检测算法。通过双分支CNN网络，第一条主线估计人体的关键点（头，肩膀，手肘，手腕 ...），采用两组CNN网络，输入原图输出关键点热图，循环直至收敛；第二条线则是估计所有的关节区域，同样采用两组CNN网络，输入原图输出关键点矢量连接热图，循环直至收敛。然后根据关节区域和点的位置来计算每个像素的小法向，生成一个法向图。由法向图，确定哪两个点的连线的概率最大，找到所有连线。每找到一条线就可以开始用最小生成树算法来找下一条线，最终得到一个人的骨架，然后得到所有的骨架。

2. 情绪识别网络

情绪识别网络采用PHRNN网络模型，具体做法是根据面部结构将提取的关键点分为四部分——眉毛、眼睛、鼻子和嘴巴，分别输入一个子网络（BRNN）中，通过不同部分低级特征的组合得到全局的高级特征。最后将特征输入训练好的Soft Max分类器中完成情绪识别任务。

3. 图表展示模块

图表展示模块采用的数据可视化工具为Echarts，Echarts具有丰富的可视化类型，提供各种折线图、柱状图、散点图、仪表盘等数据可视化的手段。本模块使用柱状图实现情绪识别结果的展示功能，红色代表负性情绪，白色代表中性情绪，绿色代表正性情绪；使用仪表盘实现情绪识别准确率的展示功能。

## 情绪识别模块

## 抑郁状态识别模块

抑郁状态识别模块由统计特征提取、人眼关键点轨迹特征提取、抑郁状态识别网络、识别结果的图表功能展示等子模块组成，如图5所示。

图5 抑郁状态识别模块组成

1. 统计特征提取

统计特征包含的参数有：1）负性情绪出现的时间点；2）每次负性情绪出现的时长；3）每天的负性情绪出现的次数/频率；4）每分钟眼睛的眨眼次数；5）经过归一化处理的上下眼睑的间距；6）瞳孔的运动轨迹；7）眼睛的注视方向/姿态；8）每分钟眼睛固定和进行扫视的次数，以及两种运动出现次数的比值等。

2. 人眼关键点轨迹特征提取

人眼关键点轨迹特征提取模块采用基于卷积神经网络的约束局部模型，相较于原始的约束局部模型，改进就在于用CNN网络取代了SVM分类器计算关键点的响应图，使得关键点检测的准确性得到了很大提高，从而达到人眼关键点检测的精度和稳定性要求。

3. 抑郁状态识别网络

采用深度学习端到端的方式构建神经网络模型，建立人眼关键点运动轨迹与抑郁状态的关联关系。人眼关键点共包括两只眼睛56个关键点在连续时间内的二维空间坐标信息及其变化信息。采用因果卷积神经网络（C-CNN）模型，建立步态特征长序列模型。

4. 图表展示模块

图表展示模块采用的数据可视化工具为Echarts，Echarts具有丰富的可视化类型，提供各种折线图、柱状图、散点图、仪表盘等数据可视化的手段。本模块使用柱状图实现抑郁状态识别结果的展示功能，白色代表正常，即非抑郁症患者，黄色代表轻度抑郁状态，橙色代表中度抑郁，红色代表重度抑郁；使用仪表盘实现抑郁状态识别准确率的展示功能。