



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111523445 A

(43)申请公布日 2020.08.11

(21)申请号 202010317535.7

(22)申请日 2020.04.21

(71)申请人 南通大学

地址 226019 江苏省南通市崇川区啬园路9号

(72)发明人 张堃 冯文宇 朱洪堃 孙昊辰
孙维 殷佳炜

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 50/20(2012.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

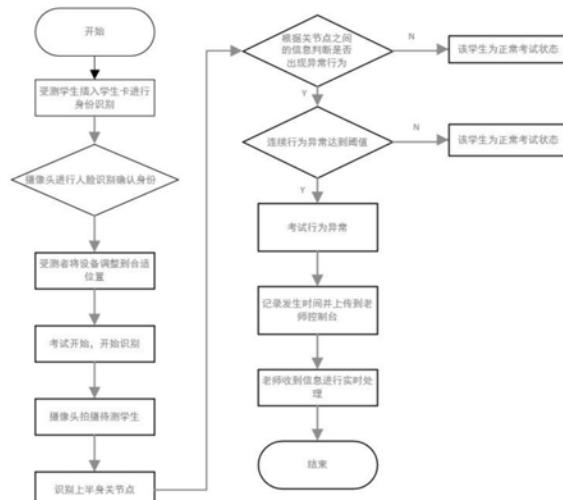
一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法，在课桌前布置摄像机，实时检测学生考试行为。通过人工智能模型识别面部信息、上半身骨骼信息，以关键点能否被识别到以及关键点之间的距离为主要判断条件，以微表情的变化为辅助判断条件。若某学生持续一段时间未满足条件，则判定其存在考试行为异常。此外，通过一节课的视频流，找出学生行为异常可能发生阶段，并对该阶段进行分析，实现教学的创新和改革。靠机器视觉识别减少干扰因素，简化设备，本发明通过残差网络，权值修剪等方法进一步优化网络模型。相较于传统方式，本发明实现自助式的考试行为检测和反馈，测试效率高，准确性可达95%，可以应用于一般考试检测。

A

CN



1.一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1、通过放置在测试者前端的设备摄像头拍摄测试者上半身图像,并以一定初始帧率持续拍摄测试者上半身的测试图像;

S2、通过建立的改进的Openpose模型和面部微表情,识别出测试图像的每帧图片的关键点并对其编号、连线;以Openpose所选取的18个关键点为参考,为了使识别更加简便,挑选出上半身中左右眼睛,左右耳朵,鼻子,脖子,左右手腕,左右手肘,左右肩膀共12个关键点进行不同帧照片之间对比比较,在这12个点中除主要躯体连线外,另定义异常表情:当短时间内存在揉鼻子,抿嘴,摸脖子一种或多种动作时定义为异常表情;

S3、考场异常行为检测分成2个主要状态:正常状态和异常状态;其中异常状态具体划分为:状态1:主要定义为手部信息超出规定区域;状态2:主要定义为手放在桌子下;状态3:主要定义为左右张望;状态4:主要定义为频繁抬头四个分状态;以一般情况为例,初始时,系统将会每隔5秒对图像进行对比检测,若各连线数值未达到异常情况将判定为正常考试状态,若关键点间位置关系出现错误、关键点连线之间的距离达到阈值,或识别出规定微表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测;

S4、根据识别出的关键点连线图像,当初次发现某帧图像中关键点位置关系或关键点连线距离达到预设的阈值时,将该帧设置为起始帧,此后提高检测频率;初始时,系统将会每隔5秒对图像进行对比检测;若指定关键点出现丢失、相关数值达到阈值或出现异常表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测;当关键点位置长时间丢失或关键点连线距离超过设定阈值时,判定为异常状态;

S5、当检测到异常状态,系统将继续对后20秒的每一秒进行分析,并根据关键点之间连线异常值、关键点丢失,微表情等异常信息按各行为判定标准判定为状态1、状态2、状态3或状态4;

S6、异常状态具体判断标准为:状态1:如有关键点超出规定空间则判断为状态1;状态2:左手或右手手腕关键点信息丢失时判定为状态2;状态3:出现单侧眼睛及耳朵关键点信息长时间缺失时判定为状态3;状态4:短时间内多次检测到左眼和右眼关键点信息超过预设阈值时判定为状态4;

S7. 引入专家控制策略:对学生日常考场纪律情况进行分析,对整个考试过程进行多次检测分析,并进行分区域异常情况概率统计;根据经验将教室划分为多个区域,并得到以下策略:按如图5所示,各区域识别频率按照比例增加;从而达到:优化检测效果,减少运算次数的效果;对每个学生个人情况进行分析,其中包括引入该学生以往的考试异常行为统计;在考试过程中,对每个学生异常次数予以统计,检测初始即对过去出现行为异常频率高的学生进行检测频率的提高;检测过程中,记录高于设定次数同学,提高后续检测频率初始值进行检测识别;

S8. 引入搜索和优化识别策略,遍历状态1到状态4,若某一学生经常出现异常行为状态1的确诊,则下一次异常识别中,优先判断是否为状态1,进而提高分析的效率。

S9、在对各学生端信息采集过后,系统将正常与异常情况信息传输至教师端并进行汇总,并进行信息分类分析。

2.一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测系统,其特征在于:包

括学生课桌(1)、座位号(2)、学生端显示器(3)、识别摄像头(4)、摄像杆(5)、数据分析服务器(6)、教室课桌(7)、教师端显示器(8)、教师端数据分析服务器(9)、语音播报系统(301)、IC卡读卡器(303)、显示屏(304);所述的人脸识别装置包括摄像杆(5)和安装在摄像杆(5)顶部的人脸识别摄像头(4),所述的行为与微表情分析服务器包括行为考生端显示屏和分析数据服务器,所述教师端控制台包括教师端显示屏和教师端处理平台。所述身份识别考生卡、语音装置和考生端显示屏集成设置,所述识别摄像头安装在所述桌子的一侧,所述摄像头和行为与微表情分析数据服务器连接,所述教师端显示屏和教师端控制台安装在讲台桌面,所述行为分析数据服务器与所述教师显示屏相互通信连接。

3. 根据权利要求1所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:所述步骤S1之前还包括采用考生卡识别对测试者的身份识别;若身份识别成功人数达到考试人数,进行正常测试并把该场考试考生名单录入系统,若身份识别成功人数未达到考试人数,停止测试并提示老师进行考勤。

4. 根据权利要求1所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:所述步骤S4还包括:若识别到行为异常持续10秒,则标记为行为异常,若识别到行为异常未能持续10秒,则标记为潜在行为异常并继续测试;若在接下来识别到行为异常未能持续20秒,则取消标记,若识别到行为异常持续20秒,则标记为行为异常。

5. 根据权利要求1所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:行为与微表情分析数据服务器将会对所识别的数据按照以下各点描述进行分析处理:

- (1)任意时间范围内行为异常考生数量;
- (2)行为异常考生名单;
- (3)任意考场座位区域的行为异常数量;
- (4)各异常行为出现数量;

并且同步输出分析报告,可在教师端显示屏查看。

6. 根据权利要求1所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:该模型使用残差网络提取底层特征,以提升改进模型的检测精度和训练速度;该网络结构参照Res-18网络前10层,共构成5个残差块;所构成的残差块为添加了软阈值的残差块;软阈值处理是许多信号降噪算法的基础步骤,它可以去除样本中的无关信息;如式(1)所示,是软阈值处理公式,其中x是输入值,y是输出值,τ是阈值。

$$y = \begin{cases} x - \tau, & x > \tau \\ 0, & -\tau < x < \tau \\ x + \tau, & x < -\tau \end{cases} \quad (1).$$

7. 根据权利要求6所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:使用1X1卷积层为不同图像设置不同阈值。由公式(1)可知,软阈值处理将绝对值小于阈值的值置零,将绝对值大于阈值的值朝零方向缩小,所以阈值必须根据每个样本无关信息含量而定,使用统一的数值反而不利于去除无关信息;该残差块的最终输出结果如公式(2)所示:

$$Y = X + X' \otimes \text{sig}(\text{COV}_{1 \times 1}(X)) \quad (2)$$

式中,Y代表输出量,X代表输入量,X'代表经过一般卷积后的X,COV_{1X1}代表使用1X1卷积核卷积,sig代表归一化处理,⊗代表软阈值处理。

8.根据权利要求1所述的一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,其特征在于:该模型使用权值修剪的方式对模型进行压缩以在保持检测精度的情况下降低运算量,加快检测速度,提高实时性;该方式通过对评估某连接对最终输出结果的贡献度,删除贡献度较小的连接,即可在尽量不影响检测精度的情况下减少网络参数和计算量,缩小模型大小,加快检测速度;评估某条连接贡献度的方法为计算该连接对应卷积核 w_l^k 的L2范数,计算方式如公式(3)所示:

$$\varphi_l^k = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w \alpha_{ij}^2}, \quad \alpha_{ij} \in w_l^k \quad (3)$$

其中 φ_l^k 代表第l条通路第k个连接的贡献度, w_l^k 该连接对应的卷积核,h,w分别为该卷积核参数矩阵的高、宽,n为该卷积核参数数量, α_{ij} 为该卷积核参数矩阵第i行 j列对应的参数。

一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及深度学习、机器视觉与图像处理技术领域,具体为一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法。

背景技术

[0002] 近年来,以深度学习为代表的人工智能技术已渗入人们生活的方方面面,并已进入大范围应用阶段。2017年,国务院在印发的《新一代人工智能发展规划》中提出:“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”。

[0003] 长期以来,学生考试一直是教育研究的重点。在学生考试活动中,学生作为活动的主体,其行为状态是考试状况的直接体现。因此,学生考试行为分析既是分析的重要环节,也是影响学生学习和教师教学效率的重要因素。当前,教育已经步入智能时代,对学生考试行为分析提出了更高的要求,实现考试监考变得越来越重要。通过对国内外考试行为相关研究的学术史梳理,以及国内外主流数据库文献相关研究动态得知,国内关于高等教育领域的学生考试行为研究很少。基础考试行为研究主要采用主观报告和定性分析等研究方式,已有研究不适应于复杂的高等教育领域的学生考试行为研究。在对于学生考试行为分析的准确性、适用性、抗干扰性以及能够及时反馈学生信息的要求下,目前尚未有具有良好分析体验的方法。在对检测中的项目测试精度越来越高的要求和实现无人化测试需求下,目前已有的考试行为方法(范子健,徐晶,刘威.基于多维度体感信息的在线考试异常行为监测[J].计算机工程与科学.)尚不具备良好测试体验,测试效率、准确率、自动化程度仍有待提高。现有的基于机器视觉的分析方法主要是利用卷积神经网络进行图像识别,然而传统的卷积神经网络在考试行为识别的应用中对于学生行为的识别精度与速度上并不令人满意,并且在考试行为识别的过程中,获取海量的训练样本也是十分困难。再者,通过对学生的个人历史信息以及对其考试专注度的反馈,对考试进行评估,也是目前尚待开发的方面。

[0004] 本文将人工智能与教育教学研究相结合,基于原有的Openpose模型([1]Cao Z., Hidalgo G., Simon T. et al. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields[J]. 2018.),加以改进,并融入训练的微表情识别网络模型对学生考试行为进行客观量化分析,更好地服务于教育学领域。

[0005] 在此背景下,一些发达国家的高校纷纷建立了相对完善的考试监控与分析系统,以对考试活动进行深入研究。然而,学生的考试行为不易检测,使智能化的学生考试行为识别存在困难。基于上述分析,本研究拟结合相关研究成果,对基于深度学习的学生考试行为识别进行探讨,以期提高智能化学生考试行为识别的精度,助力考试检测,并尝试应用于高考。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法,包括以下步骤:

[0008] S1、通过放置在测试者前端的设备摄像头拍摄测试者上半身图像,并以一定初始帧率持续拍摄测试者上半身的测试图像;

[0009] S2、通过建立的改进的Openpose模型和面部微表情,识别出测试图像的每帧图片的关键点并对其编号、连线;以Openpose所选取的18个关键点为参考,为了使识别更加简便,挑选出上半身中左右眼睛,左右耳朵,鼻子,脖子,左右手腕,左右手肘,左右肩膀共12个关键点进行不同帧照片之间对比比较,在这12个点中除主要躯体连线外,另定义异常表情:当短时间内存在揉鼻子,抿嘴,摸脖子一种或多种动作时定义为异常表情;

[0010] S3、考场异常行为检测分成2个主要状态:正常状态和异常状态;其中异常状态具体划分为:状态1:主要定义为手部信息超出规定区域;状态2:主要定义为手放在桌子下;状态3:主要定义为左右张望;状态4:主要定义为频繁抬头四个分状态;以一般情况为例,初始时,系统将会每隔5秒对图像进行对比检测,若各连线数值未达到异常情况将判定为正常考试状态,若关键点间位置关系出现错误、关键点连线之间的距离达到阈值,或识别出规定微表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测;

[0011] S4、根据识别出的关键点连线图像,当首次发现某帧图像中关键点位置关系或关键点连线距离达到预设的阈值时,将该帧设置为起始帧,此后提高检测频率;初始时,系统将会每隔5秒对图像进行对比检测;若指定关键点出现丢失、相关数值达到阈值或出现异常表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测;当关键点位置长时间丢失或关键点连线距离超过设定阈值时,判定为异常状态;

[0012] S5、当检测到异常状态,系统将继续对后20秒的每一秒进行分析,并根据关键点之间连线异常值、关键点丢失,微表情等异常信息按各行为判定标准判定为状态1、状态2、状态3或状态4;

[0013] S6、异常状态具体判断标准为:状态1:如有关键点超出规定空间则判断为状态1;状态2:左手或右手手腕关键点信息丢失时判定为状态2;状态3:出现单侧眼睛及耳朵关键点信息长时间缺失时判定为状态3;状态4:短时间内多次检测到左眼和右眼关键点信息超过预设阈值时判定为状态4;

[0014] S7.引入专家控制策略:对学生日常考场纪律情况进行分析,对整个考试过程进行多次检测分析,并进行分区域异常情况概率统计;根据经验将教室划分为多个区域,并得到以下策略:按如图5所示,各区域识别频率按照比例增加;从而达到:优化检测效果,减少运算次数的效果;对每个学生个人情况进行分析,其中包括引入该学生以往的考试异常行为统计;在考试过程中,对每个学生异常次数予以统计,检测初始即对过去出现行为异常频率高的学生进行检测频率的提高;检测过程中,记录高于设定次数同学,提高后续检测频率初始值进行检测识别;

[0015] S8.引入搜索和优化识别策略,遍历状态1到状态4,若某一学生经常出现异常行为状态1的确诊,则下一次异常识别中,优先判断是否为状态1,进而提高分析的效率。

[0016] S9、在对各学生端信息采集过后，系统将正常与异常情况信息传输至教师端并进行汇总，并进行信息分类分析。

[0017] 优选的，一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测系统，包括学生课桌、座位号、学生端显示器、识别摄像头、摄像杆、数据分析服务器、教室课桌、教师端显示器、教师端数据分析服务器、语音播报系统、IC卡读卡器、显示屏；所述的人脸识别装置包括摄像杆和安装在摄像杆顶部的人脸识别摄像头，所述的行为与微表情分析服务器包括行为考生端显示屏和分析数据服务器，所述教师端控制台包括教师端显示屏和教师端处理平台。所述身份识别考生卡、语音装置和考生端显示屏集成设置，所述摄像头安装在所述桌子的一侧，所述摄像头和行为与微表情分析数据服务器连接，所述教师端显示屏和教师端控制台安装在讲台桌面，所述行为分析数据服务器与所述教师显示屏相互通讯连接。

[0018] 优选的，所述步骤S1之前还包括采用考生卡识别对测试者的身份识别；若身份识别成功人数达到考试人数，进行正常测试并把该场考试考生名单录入系统，若身份识别成功人数未达到考试人数，停止测试并提示老师进行考勤。

[0019] 优选的，所述步骤S4还包括：若识别到行为异常持续10秒，则标记为行为异常，若识别到行为异常未能持续10秒，则标记为潜在行为异常并继续测试；若在接下来识别到行为异常未能持续20秒，则取消标记，若识别到行为异常持续20秒，则标记为行为异常。

[0020] 优选的，行为与微表情分析数据服务器将会对所识别的数据按照以下各点描述进行分析处理：

[0021] (1) 任意时间范围内行为异常考生数量；

[0022] (2) 行为异常考生名单；

[0023] (3) 任意考场座位区域的行为异常数量；

[0024] (4) 各异常行为出现数量；

[0025] 并且同步输出分析报告，可在教师端显示屏查看。

[0026] 优选的，该模型使用残差网络提取底层特征，以提升改进模型的检测精度和训练速度；该网络结构参照Res-18网络前10层，共构成5个残差块；所构成的残差块为添加了软阈值的残差块；软阈值处理是许多信号降噪算法的基础步骤，它可以去除样本中的无关信息；如式(1)所示，是软阈值处理公式，其中x是输入值，y是输出值， τ 是阈值。

$$[0027] \quad y = \begin{cases} x - \tau, & x > \tau \\ 0, & -\tau < x < \tau \\ x + \tau, & x < -\tau \end{cases} \quad (1).$$

[0028] 优选的，使用1X1卷积层为不同图像设置不同阈值。由公式(1)可知，软阈值处理将绝对值小于阈值的值置零，将绝对值大于阈值的值朝零方向缩小，所以阈值必须根据每个样本无关信息含量而定，使用统一的数值反而不利于去除无关信息；该残差块的最终输出结果如公式(2)所示：

$$[0029] \quad Y = X + X' \otimes \text{sig}(\text{COV}_{1 \times 1}(X)) \quad (2)$$

[0030] 式中，Y代表输出量，X代表输入量，X'代表经过一般卷积后的X，COV_{1×1}代表使用1X1卷积核卷积，sig代表归一化处理， \otimes 代表软阈值处理。

[0031] 优选的，该模型使用权值修剪的方式对模型进行压缩以在保持检测精度的情况下

降低运算量,加快检测速度,提高实时性;该方式通过对评估某连接对最终输出结果的贡献度,删除贡献度较小的连接,即可在尽量不影响检测精度的情况下减少网络参数和计算量,缩小模型大小,加快检测速度;评估某条连接贡献度的方法为计算该连接对应卷积核 w_l^k 的L2范数,计算方式如公式(3)所示:

$$[0032] \quad \varphi_l^k = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w \alpha_{ij}^2}, \quad \alpha_{ij} \in w_l^k \quad (3)$$

[0033] 其中 φ_l^k 代表第l条通路第k个连接的贡献度, w_l^k 该连接对应的卷积核,h、w分别为该卷积核参数矩阵的高、宽,n为该卷积核参数数量, α_{ij} 为该卷积核参数矩阵第i行j列对应的参数。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明中,在课桌前的布置摄像机,实时检测学生考试行为。通过人工智能模型识别面部信息、上半身骨骼信息,以关键点能否被识别到以及关键点之间的距离为主要判断条件,以微表情的变化为辅助判断条件。若某学生持续一段时间未满足条件,则判定其存在考试行为异常。此外,通过一节课的视频流,找出学生行为异常可能发生阶段,并对该阶段进行分析,实现教学的创新和改革。靠机器视觉识别减少干扰因素,简化设备,同时本发明还提供对应的数据分析处理系统。本发明通过残差网络,权值修剪等方法进一步优化网络模型。相较于传统方式,本发明实现自助式的考试行为检测和反馈,测试效率高,准确性可达95%,可以应用于一般考试检测。

附图说明

- [0035] 图1是OpenPose模型处理流程图;
- [0036] 图2是添加二阶项融合的残差块的结构图;
- [0037] 图3是本发明测试识别系统一个实施例结构示意图;
- [0038] 图4是本发明考试行为测试识别流程图;
- [0039] 图5为教室区域划分示意图;
- [0040] 图6是本发明的异常行为分类示意图;
- [0041] 图7是本发明的基于openpose的模型改进图;
- [0042] 图8是本发明所检测的一个正常考试坐姿的帧示意图;
- [0043] 图9是本发明所检测的一个考试东张西望动作的帧示意图;
- [0044] 图10是本发明所检测的一个考试低头并手放在桌下动作的帧示意图;
- [0045] 图11是本发明所检测的一个考试手腕信息丢失的帧示意图;
- [0046] 图12是本发明所检测的一个考试频繁抬头的帧示意图;
- [0047] 图13是本发明所检测的一个考试斜视表情的帧示意图;
- [0048] 图14是本发明所检测的一个考试揉鼻子表情的帧示意图;
- [0049] 图15是本发明的实时数据信息图。

具体实施方式

[0050] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0051] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“设置有”、“连接”等，应做广义理解，例如“连接”，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0052] 请参阅图1-15，本发明提供一种技术方案：本发明提供如下技术方案：一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测方法，包括以下步骤：

[0053] S1、通过放置在测试者前端的设备摄像头拍摄测试者上半身图像，并以一定初始帧率持续拍摄测试者上半身的测试图像；

[0054] S2、通过建立的改进的Openpose模型和面部微表情，识别出测试图像的每帧图片的关键点并对其编号、连线；以Openpose所选取的18个关键点为参考，为了使识别更加简便，挑选出上半身中左右眼睛，左右耳朵，鼻子，脖子，左右手腕，左右手肘，左右肩膀共12个关键点进行不同帧照片之间对比比较，在这12个点中除主要躯体连线外，另定义异常表情：当短时间内存在揉鼻子，抿嘴，摸脖子一种或多种动作时定义为异常表情；

[0055] S3、考场异常行为检测分成2个主要状态：正常状态和异常状态；其中异常状态具体划分为：状态1：主要定义为手部信息超出规定区域、状态2：主要定义为手放在桌子下、状态3：主要定义为左右张望及状态4：主要定义为频繁抬头四个分状态；以一般情况为例，初始时，系统将会每隔5秒对图像进行对比检测，若各连线数值未达到异常情况将判定为正常考试状态，若关键点间位置关系出现错误、关键点连线之间的距离达到阈值，或识别出规定微表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测；

[0056] S4、根据识别出的关键点连线图像，当首次发现某帧图像中关键点位置关系或关键点连线距离达到预设的阈值时，将该帧设置为起始帧，此后提高检测频率；初始时，系统将会每隔5秒对图像进行对比检测；若指定关键点出现丢失、相关数值达到阈值或出现异常表情时将提高检测频率至每隔1秒进行对比检测；当关键点位置长时间丢失或关键点连线距离超过设定阈值时，判定为异常状态；

[0057] S5、当检测到异常状态，系统将继续对后20秒的每一秒进行分析，并根据关键点之间连线异常值、关键点丢失，微表情等异常信息按各行为判定标准判定为状态1、状态2、状态3或状态4；

[0058] S6、异常状态具体判断标准为：状态1：如有关键点超出规定空间则判断为状态1；状态2：左手或右手手腕关键点信息丢失时判定为状态2；状态3：出现单侧眼睛及耳朵关键点信息长时间缺失时判定为状态3；状态4：短时间内多次检测到左眼和右眼关键点信息超过预设阈值时判定为状态4；

[0059] S7. 引入专家控制策略：对学生日常考场纪律情况进行分析，对整个考试过程进行多次检测分析，并进行分区域异常情况概率统计；根据经验将教室划分为多个区域，并得到以下策略：按如图5所示，各区域识别频率按照比例增加；从而达到：优化检测效果，减少运算次数的效果；对每个学生个人情况进行分析，其中包括引入该学生以往的考试异常行为统计；在考试过程中，对每个学生异常次数予以统计，检测初始即对过去出现行为异常频率

高的学生进行检测频率的提高;检测过程中,记录高于设定次数同学,提高后续检测频率初始值进行检测识别;

[0060] S8. 引入搜索和优化识别策略,遍历状态1到状态4,若某一学生经常出现异常行为状态1的确诊,则下一次异常识别中,优先判断是否为状态1,进而提高分析的效率。

[0061] S9、在对各学生端信息采集过后,系统将正常与异常情况信息传输至教师端并进行汇总,并进行信息分类分析。

[0062] 本发明中,一种基于改进的Openpose模型和面部微表情的考试行为检测系统,包括学生课桌1、座位号2、学生端显示器3、识别摄像头4、摄像杆5、数据分析服务器6、教室课桌7、教师端显示器8、教师端数据分析服务器9、语音播报系统301、IC卡读卡器303、显示屏304。所述的人脸识别装置包括摄像杆5和安装在摄像杆5顶部的人脸识别摄像头4,其中人脸识别摄像头4用于对测试者的面部进行人脸识别,以确定测试者的身份。其中摄像头4用于识别测试学生身份,摄像头4用于对测试者的上半身进行拍摄,以便进行识别判断,学生端显示屏3可以显示测试者的身份信息是否核实并反馈行为检测情况,数据分析服务器6将摄像头4拍摄的图像进行处理并反馈结果到学生端显示屏3及教师端数据分析服务器9。

[0063] 首先,学生将学生IC卡插入IC卡读卡器303中,识别学生身份并对预先存储在内部的学生记录文件进行检索,显示器304显示出学生学号,姓名,身份检验状态,统计本次考试的考试学生的信息。

[0064] 本实施例中优选地,所述的摄像杆4安装在可做右上侧,人脸识别摄像头4安装在所述摄像杆5顶部,且较好识别到测试者上半身图像。

[0065] 在身份登记后,学生双手放在课桌上,脸正对黑板,安装在桌子上方的人脸识别摄像头4为学生的脸部摄像,通过无线电波传输到数据服务器6,利用人脸识别系统,确认该座位学生的身份。

[0066] 确定学生身份后,录入数据系统,待考试一定时间(1分钟)后。摄像头4开始识别。将图片传入数据处理服务器并保存,学生端显示器3同步显示分析结果。

[0067] 将异常情况传到教师端数据服务器9,由老师进行实时监督与调控,同时将数据上传到实时信息查看软件以方便老师对考试情况进行更便捷的调控。

[0068] 本发明中,所述步骤S1之前还包括采用考生卡识别对测试者的身份识别;若身份识别成功人数达到考试人数,进行正常测试并把该场考试考生名单录入系统,若身份识别成功人数未达到考试人数,停止测试并提示老师进行考勤。

[0069] 本发明中,所述步骤S4还包括:若识别到行为异常持续10秒,则标记为行为异常,若识别到行为异常未能持续10秒,则标记为潜在行为异常并继续测试;若在接下来识别到行为异常未能持续20秒,则取消标记,若识别到行为异常持续20秒,则标记为行为异常。

[0070] 本发明中,行为与微表情分析数据服务器将会对所识别的数据按照以下各点描述进行分析处理:

[0071] (1)任意时间范围内行为异常考生数量;

[0072] (2)行为异常考生名单;

[0073] (3)任意考场座位区域的行为异常数量;

[0074] (4)各异常行为出现数量;

[0075] 并且同步输出分析报告,可在教师端显示屏查看。

[0076] 本发明中,该模型使用残差网络提取底层特征,以提升改进模型的检测精度和训练速度;该网络结构参照Res-18网络前10层,共构成5个残差块;所构成的残差块为添加了软阈值的残差块;软阈值处理是许多信号降噪算法的基础步骤,它可以去除样本中的无关信息;如式(1)所示,是软阈值处理公式,其中x是输入值,y是输出值,τ是阈值。

$$[0077] \quad y = \begin{cases} x - \tau, & x > \tau \\ 0, & -\tau < x < \tau \\ x + \tau, & x < -\tau \end{cases} \quad (1).$$

[0078] 本发明中,使用1X1卷积层为不同图像设置不同阈值。由公式(1)可知,软阈值处理将绝对值小于阈值的值置零,将绝对值大于阈值的值朝零方向缩小,所以阈值必须根据每个样本无关信息含量而定,使用统一的数值反而不利于去除无关信息;该残差块的最终输出结果如公式(2)所示:

$$[0079] \quad Y = X + X' \otimes \text{sig}(\text{COV}_{1 \times 1}(X)) \quad (2)$$

[0080] 式中,Y代表输出量,X代表输入量,X'代表经过一般卷积后的X,COV_{1×1}代表使用1X1卷积核卷积,sig代表归一化处理,⊗代表软阈值处理。

[0081] 本发明中,该模型使用权值修剪的方式对模型进行压缩以在保持检测精度的情况下降低运算量,加快检测速度,提高实时性;该方式通过对评估某连接对最终输出结果的贡献度,删除贡献度较小的连接,即可在尽量不影响检测精度的情况下减少网络参数和计算量,缩小模型大小,加快检测速度;评估某条连接贡献度的方法为计算该连接对应卷积核 w_l^k 的L2范数,计算方式如公式(3)所示:

$$[0082] \quad \varphi_l^k = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w \alpha_{ij}^2}, \quad \alpha_{ij} \in w_l^k \quad (3)$$

[0083] 其中 φ_l^k 代表第l条通路第k个连接的贡献度, w_l^k 该连接对应的卷积核,h、w分别为该卷积核参数矩阵的高、宽,n为该卷积核参数数量, α_{ij} 为该卷积核参数矩阵第i行j列对应的参数。

[0084] 如图6所示,对原有的Openpose模型进行改进,保留部分关键点信息,对原训练模型进行修改再训练,减少识别的关键信息毫无疑问增加了检测的效率和准确率。更加适用于考试的检测。

[0085] 如图7所示,该图为考试正常姿态的帧示意图,图8~图11分别为考试异常行为的四个状态图,通过改进的Openpose模型检测考试行为异常。

[0086] 如图12,13所示,通过微表情辅助判断来检测考试行为异常。

[0087] 训练多分类的卷积神经网络用于表情识别,模型的构建主要参考2018年CVPR几篇论文以及谷歌的GoingDeeper设计如下网络结构。与传统方法相比,卷积神经网络表现更好,使用该模型构建识别系统,又提供GUI界面和摄像头实时检测。训练出来的模型鲁棒性好,且识别效率高且准确。由此训练出能准确识别斜视、和紧张不安两种表情的网络模型。同时该模型适用于复杂环境下的课堂行为检测,作为辅助条件和改进的Openpose模型和面部微表情共同应用于识别检测。

[0088] 搭建卷积网络模型来进行微表情识别,网络模型结构如表4所示。

种类	核	步长	填充	输出	丢弃
输入				48*48*1	
卷积层 1	1*1	1		48*48*32	
卷积层 2	5*5	1	2	48*48*32	
<u>池化层 1</u>	3*3	2		23*23*32	
卷积层 3	3*3	1	1	23*23*32	
<u>池化层 2</u>	3*3	2		11*11*32	
卷积层 4	5*5	1	2	11*11*64	
<u>池化层 3</u>	3*3	2		5*5*64	
全连接层 1				1*1*2048	50%
全连接层 2				1*1*1024	50%
输出				1*1*7	

[0090] 综上所述,本发明中,在课桌前布置摄像机,实时检测学生考试行为。通过人工智能模型识别面部信息、上半身骨骼信息,以关键点能否被识别到以及关键点之间的距离为主要判断条件,以微表情的变化为辅助判断条件。若某学生持续一段时间未满足条件,则判定其存在考试行为异常。此外,通过一节课的视频流,找出学生行为异常可能发生阶段,并对该阶段进行分析,实现教学的创新和改革。靠机器视觉识别减少干扰因素,简化设备,同时本发明还提供对应的数据分析处理系统。本发明通过残差网络,权值修剪等方法进一步优化网络模型。相较于传统方式,本发明实现自助式的考试行为检测和反馈,测试效率高,准确性可达95%,可以应用于一般考试检测。

[0091] 本发明未详述之处,均为本领域技术人员的公知技术。

[0092] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

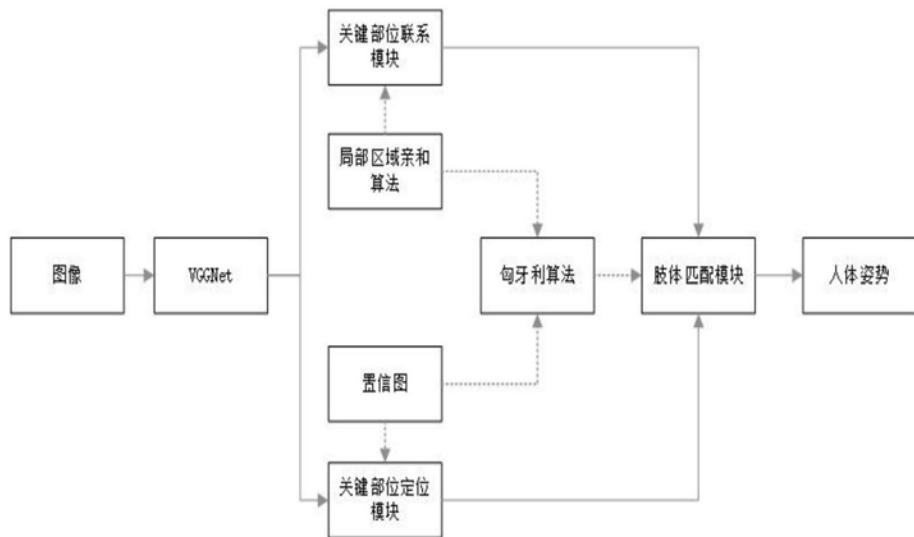


图1

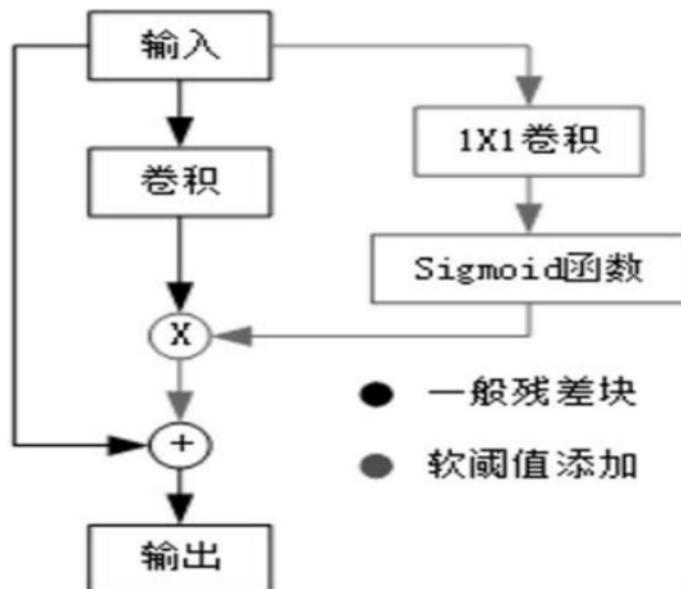


图2

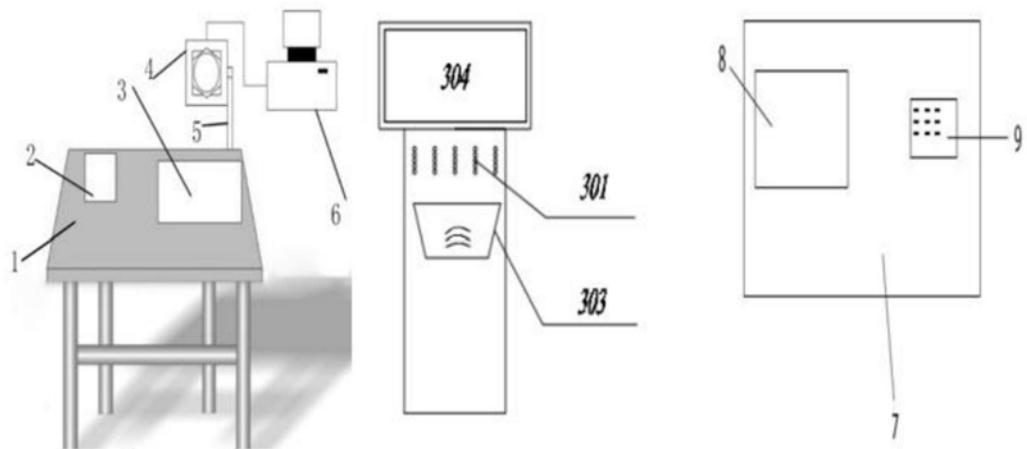


图3

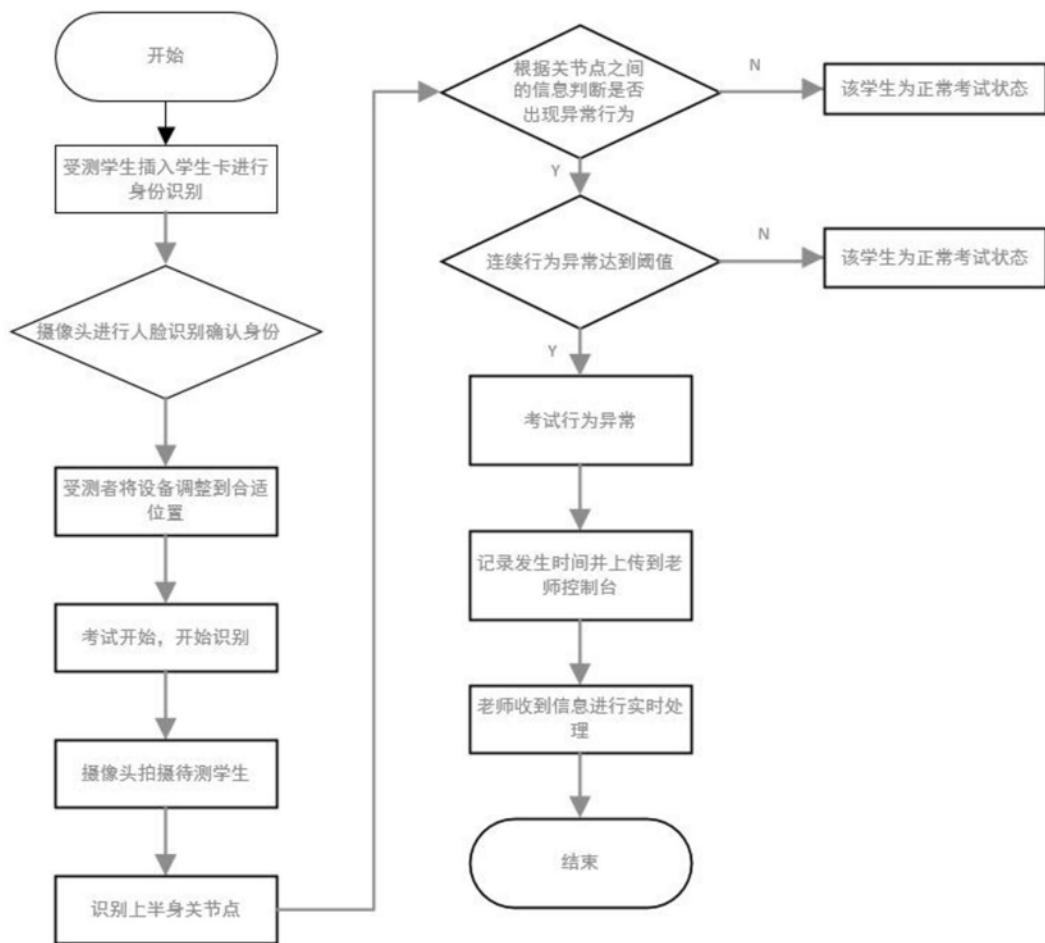


图4

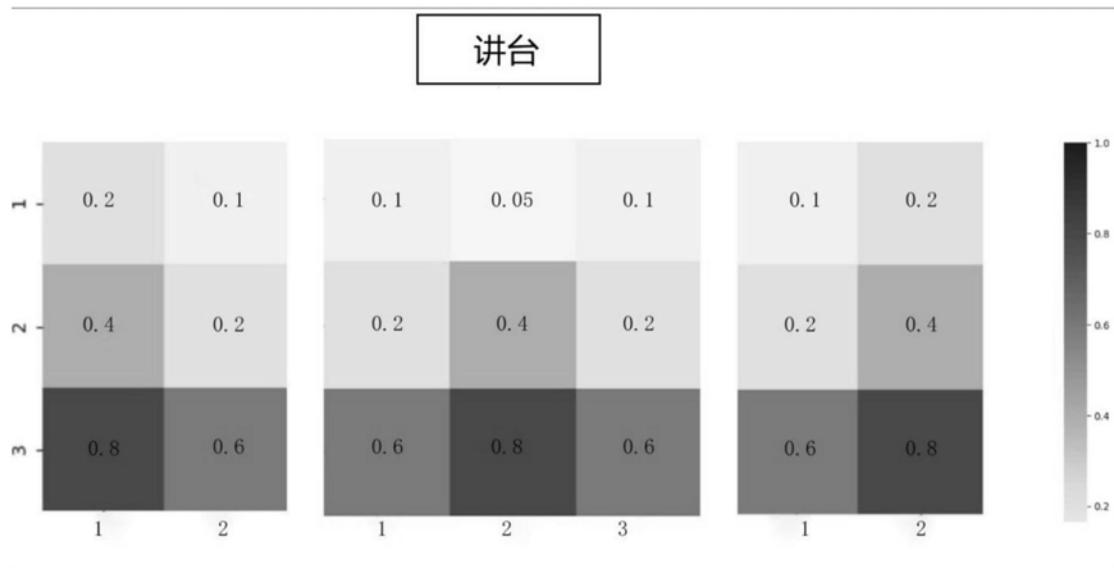


图5

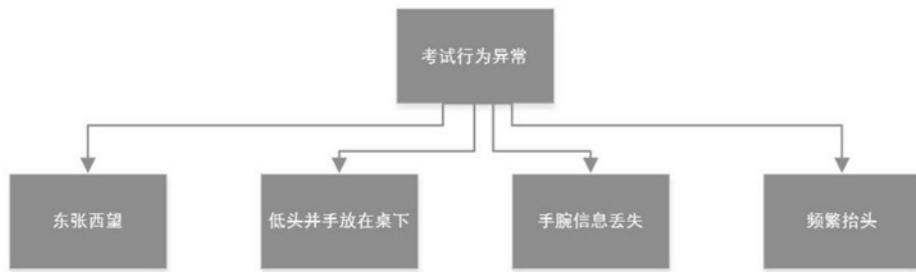


图6

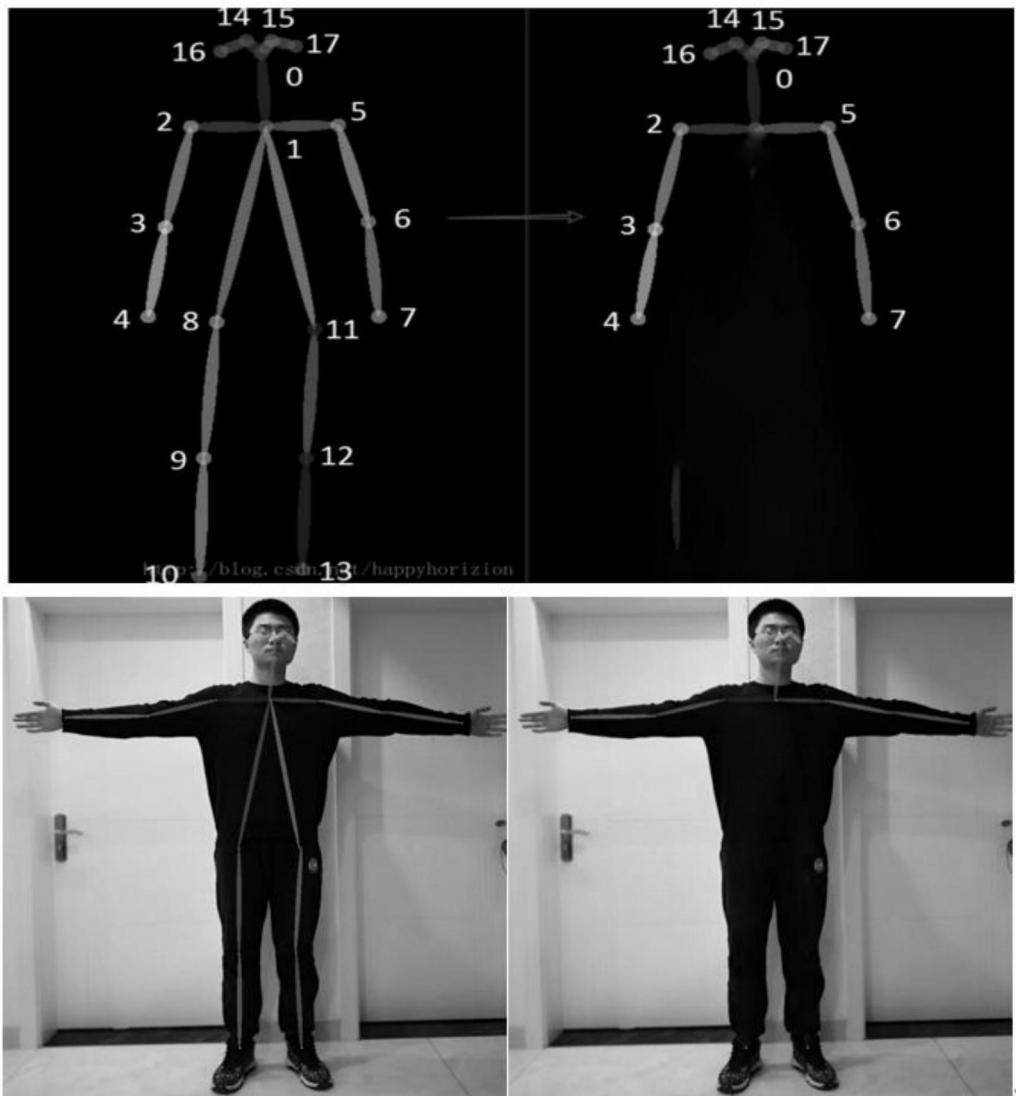


图7



图8



图9



图10



图11



图12

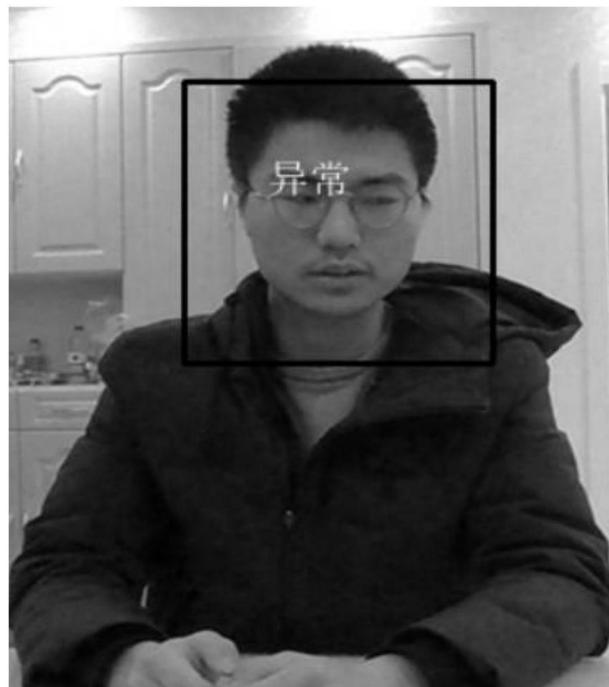


图13



图14



图15