

深度学习技术在在线学习中的应用

——以学习者疲劳检测为例

陈潇

(浙江师范大学 浙江金华 321000)

摘要:后疫情时代,在线学习成为了重要的学习方式。然而,在线学习存在情感交流缺失、学习者自制力不足的问题,导致学习者注意力不集中,学习效果欠佳。国内学者对在线教学模式下学习者疲劳情况方面的研究还略显不足,本文通过疲劳检测算法对学习进行检测与分析,教师可以凭借分析结果调整教学,提升教学质量。

关键词:在线学习;疲劳检测;深度学习;教学干预

一、引言

针对新型冠状病毒感染肺炎疫情对高校正常开学和课堂教学造成的影响,日前,教育部印发《关于在疫情防控期间做好普通高等学校在线教学组织与管理工作的指导意见》(以下简称《指导意见》),要求采取政府主导、高校主体、社会参与的方式,共同实施并保障高校在疫情防控期间的在线教学,实现“停课不停教、停课不停学”。

以物联网、大数据、云计算、人工智能为基础的新一代信息技术在 5G 技术和高速骨干网络等加持下展现出蓬勃的生命力,推动社会向“后工业化”时代“跑步前进”。与此同时,“互联网+教育”也在技术要素的渗透中重塑着全新的教育生态。2019 年,教育部等十一部门印发的《关于促进在线教育健康发展的指导意见》中指出,到 2022 年要“实现现代信息技术与教育的深度融合,在线教育质量不断提升,学习型社会建设取得重要进展”^[1],为发展在线教育提出了质量要求和发展目标。

学习疲劳是指学习者经过长时间的学习后所产生的心理上和生理上的疲惫,导致学习效率下降,甚至是产生对学习的厌倦感,是影响学习者学习效率的重要因素之一。在线学习师生缺乏交流互动,教师无法通过面对面的交流来及时地调整自己的教学策略等,从而导致一系列问题的发生。

二、国内外研究综述

(一) 学习者行为分析

2011 年,日本综合研究大学的 Fujisawa 等人^[2]通过检测人脸的尺寸大小的变换来估计学习者的学习兴趣。实验中人脸检测算法使用 OpenCV 开源视觉库中正面人脸检测器,通过位于计算机正上方的摄像头进行人脸检测,该实验证明人脸接近屏幕的次数和素材的娱乐性等因素跟学习者兴趣密切相关。OpenCV 视觉开源库中包含大量工具可用于计算机视觉、图像处理和行为识别等相关领域。

2013 年,西南科技大学程萌萌等^[3]选取 34 个特征点定义面部几何特征,标记特征点后,采用 Gabor 小波提取脸部特征信息,并以 SVM(Support Vector Machine)对表情进行分类得到表情分类器,然后结合通过对眼球追踪得到的学生视线,提出基于表情识别和视线跟踪技术的智能教学系统结构模型。

2018 年,周全^[4]采用基于卷积神经网络提取身体特征,并把单个学习者坐姿分为看黑板、读写、手托腮、左顾右盼、低头开小差、趴着这六类。然后给每个分类赋予权重,专注度得

分在此基础上和每种分类所占人数的百分比计算可得出。最后将看黑板和读写分为积极姿势,手托腮稍偏向于消极姿势,左顾右盼、低头开小差和趴着属于消极姿势。积极姿势代表专注度高,而消极姿势则表明专注度低。该文方法建立了一个基于坐姿的专注度识别模型,可以给教学工作提供一定参考,但在拍摄过程中要求必须从课堂的正面来拍摄,否则容易误判。

2021 年,伍万杰^[5]提出基于姿态分析的学习者学习状态检测方法,使用基于卷积神经网络来识别人脸和支持向量机分类特征来建立学习者的姿态特征模型。选取姿态中的六种动作,分别是闭眼、嘴紧闭、打哈欠、打瞌睡、视角转移、身体前倾。并通过考察把学习状态分为专注、一般、不专注,然后给专注和不专注赋予分数,0 分为不专注,1 分为专注,分数越接近 1 分,专注度越高;否则分数越接近 0 分,专注度越低,专注度一般的分数则定义在 0.5 分附近。该文所提出的模型平均准确率达到 78.6%,对不专注的识别准确率较高,而对专注和一般的识别准确率反倒不高。

(二) 疲劳检测算法

1 基于 EAR 算法的眼部疲劳检测

Jo J 等人利用眼睛长宽比(eye aspect ratio, EAR),来判断人眼的开合度^[6], α (即 EAR) 值计算公式为:

$$\alpha = \frac{(D(p2, p6) + D(p3, p5))}{(2 \times D(p1, p5))} \quad (1)$$

当人的眼睛睁开时, α 几乎是恒定的,约为 0.2,而当眼睛闭上时, α 几乎趋近于零。这适用于大多数人, α 值在个体之间存在轻微差异,它是完全不变的图像的均匀缩放和面内旋转。因为人的眨眼是由左右两眼同步进行的,再平均 α 值进行处理。

所以初步设定阈值为 0.2。对于摄像头捕捉到的每一帧的 α 值进行判断,并与阈值 0.2 进行比对,经过多次比对测试,以阈值 0.2 为限可基本过筛出疲劳的实验样本。人一般的眼睛睁开分为短眨眼、中眨眼和长眨眼三种类型,其中短眨眼时长为 0~60 ms,中眨眼时长为 61~130ms,长眨眼时长为 131~200ms,通常来说人中眨眼与长眨眼的频率要高于短眨眼,而疲劳中的人眨眼时间变得更长,其中大多数都是中眨眼和长眨眼,并且由于人的表现具有不定性,且算法本身会导致一定的漏检情况的存在,在此基础上改进阈值设定,发现当漏检情况出现

的时间比总时间的值大于 50% 时, 发生概率不到 1%, 有较高准确率。而当此值在 50% 以下时, 误检率随比例变化起伏, 对检测结果的准确产生明显影响。据此, 增加筛选要求, 再设定若一段连续不间断的时间内累计其中 50% 的时间 α 值都小于默认值, 则认为司机进入疲劳状态。

2 基于 MAR 算法的嘴部疲劳检测

嘴部疲劳检测通过嘴巴的长宽比, 即 MAR 值来判断嘴部是否处于疲劳状态(打哈欠)。 β (即 MAR) 值计算公式为:

$$\beta = \frac{(D(p62, p68) + D(p64, p66))}{(2 \times D(p61, p65))} \quad (2)$$

人在打哈欠时, 嘴张的幅度明显比平时说话和吃东西时大, 所以 β 值显著变大。因为打哈欠时的特征相对于人正常放松状态时有明显差异, 并且本文设置此特征为次要的疲劳特征检测点, 所以几乎可以完全忽略个体差异。根据多次测试数据综合考虑, 本文初步设定 0.6 为 β 值的阈值。

Gallup Andrew C 等人经过研究发现, 人打一次哈欠, 嘴部张大闭合活动的全过程时间约 6.5 s 左右^[7]。据此, 再经过多次比对测试试验, 提高设定条件, 发现当“设置检测到大于阈值 0.6 且 60s 内超过 10 次判定为疲劳”时, 误检率较低。

3 基于 HPE 算法的头部疲劳检测

头部姿态估计(head pose estimation, HPE)算法步骤为, 先进行 2D 人脸关键点检测, 再利用三维形变模型(3D morphable model, 3DMM), 对不同的人可以拟合出对应的 3D 脸模型, 对 3D 人脸模型匹配, 求解 3D 点和对应 2D 点的转换关系, 再使用 OpenCV 中的求解 PnP 问题的函数 solvePnP(), 得到并根据旋转矩阵求解欧拉角, 可得到低头欧拉角、头部倾斜欧拉角、转头欧拉角等数据从而判断头部状态。闵秋莎等人基于面部特征点定位对头部进行姿态估计, 通过人脸特征关键点的空间几何关系, 分析特征点之间相对位置的变化, 可得到头部的姿态^[8]。



图 1 人脸关键点

三、基于 dlib 的学习者疲劳检测

(一) 部署环境

电脑配置为 i5-4720H 四核 2.6 GHz, 显卡 GTX950, 内存 12 GB, 操作系统 Windows 11, 编译器 PyCharm2022 社区版, Python 版本为 3.10。

(二) 检测方法

联合 dlib 的人脸检测器, 以及自定义的 EAR 和 MAR 算法, 同时检测画面中人物的眨眼、打哈欠、点头三种行为。300 帧以内眨眼 12 次或者打哈欠 5 次或者闭眼超过 1s 或者打瞌睡超过 5 次就会报警, 在画面中显示红色字体的“SLEEP!!!”。

(三) 检测效果展示

面板数值:

Faces: 画面中人脸的个数。

Blinks: 眨眼次数 (每 100 帧重新计算)。

COUNTER: 眼帧计数器 (每 100 帧重新计数)。

EAR: 眼睛开合度。

Yawning: 打哈欠次数统计 (每 100 帧重新计算)。

mCOUNTER: 嘴帧计数器 (每 100 帧重新计数)。

MAR: 嘴开合度。

X,Y,Z: 头部坐标。

Nod: 打瞌睡次数。

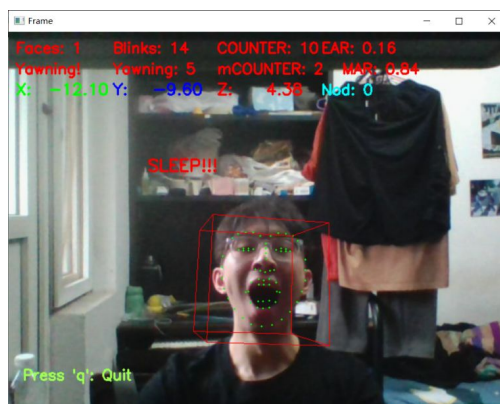


图 2 检测效果展示

参考文献:

- [1]教育部.教育部等十一部门关于促进在线教育健康发展的指导意见[EB/OL][2022-1-15].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A03/moe.1892/moe_630/201909/t20190930_401825.html.
 - [2]Fujisawa K and Aihara K. Estimation of user interest from face approaches captured by familiar user device[J]. Whole Body Interaction Part of the series Human-Computer Interaction Series, 2011:187-195.
 - [3]程萌萌,林茂松,王中飞.应用表情识别与视线跟踪的智能教学系统研究[J].中国远程教育,2013(03):61-66.
 - [4]程萌萌,林茂松,王中飞.应用表情识别与视线跟踪的智能教学系统研究[J].中国远程教育,2013(03):61-66.
 - [5]伍万杰.基于姿态分析的学生学习状态监测方法研究与实现[D].重庆:西南大学,2021.
 - [6]王秀,周枫晓,刘保罗,等.基于 Dlib 库的驾驶员疲劳驾驶检测系统 [J].物联网技术,2021,11(12):26-29.
 - [7]GALLUP A C, CHURCH A M, PELEGRINO A J. Yawn duration predicts brain weight and cortical neuron number in mammals.[J]. Biology letters, 2016, 12(10): 45-48.
 - [8]闵秋莎,刘能,陈雅婷,等.基于面部特征点定位的头部姿态估计[J].计算机工程, 2018,44(6):263-269.
- 陈潇(1999.12-)男,汉,浙江嘉兴人,硕士研究生,研究方向:智能教育