

文章编号: 2095-2163(2020)08-0176-04

中图分类号: TP29

文献标志码: A

人脸表情识别技术在服装领域的应用

于存江, 丁笑颖, 杨龙标, 施 浩

(长春大学 电子信息工程学院, 长春 130022)

摘要: 本文基于人脸表情识别技术, 实现在服装行业中的应用。该应用通过搭建一个表情检测系统, 每秒钟都会通过安装在镜子前的 USB 摄像头获取一帧顾客试衣的人脸图像, 进行表情检测; 将检测后的结果通过调用音频文件在蓝牙耳机中进行实时语音播报, 更准确、及时的帮助服务人员了解顾客的心理状态, 以便有针对性的为顾客提供服务。同时 PC 机自动将摄像头采集到的顾客试衣帧图像与识别后的人脸表情信息进行统一保存, 通过顾客对服装的满意程度, 统计出畅销的款式, 为服装营销提供数据支持, 建立更为精准的营销方案。避免人力物力的消耗和销售的盲目性。

关键词: 人脸表情识别; 服装行业; 语音播报

Application of facial expression recognition technology in the field of clothing

YU Cunjiang, DING Xiaoying, YANG Longbiao, SHI Hao

(School of Electronic Information Engineering, Changchun University, Changchun 130022, China)

[Abstract] This article is based on facial expression recognition technology to achieve application in the service industry. The application builds an expression detection system, and after every second it will obtain the frame image of the customer's fitting through the USB camera installed in front of the mirror for expression detection. Then the result of the detection will be broadcast in the Bluetooth headset by calling the audio file, which will help the service personnel to understand the customer's psychological state more accurately and timely which is convenient to provide targeted services to customers. At the same time, the PC automatically saves the image of the customer's fitting frame collected by the camera and the detected facial expression information. Through the customer's satisfaction with the clothing, the best-selling styles are counted to provide data support for their own clothing marketing, avoiding manpower and material resources consumption and statistical errors.

[Key words] facial expression recognition; clothing industry; voice broadcast

0 引言

近年来,为了减少资金的损耗,服装店内往往配备的服务员也越来越少,进而服务质量显著下降。因此一套完整的、行之有效的对顾客试衣时的表情检测系统不仅有利于服务员及时的了解顾客的情绪变化,也可以提供商家一些营销数据的支持。而且对于每个顾客来说也能更好的享受到高质量的服务,从而使服装店得到良好的发展。而情绪识别是服装营销的一种强力辅助技术,也能够帮助顾客得到良好购物体验的协助技术。传统的服装店主要通过服务员对顾客的询问、观察来获取顾客对衣服的满意度,或者服务员通过顾客主动提出相应的要求(例如款式、尺码等信息)来获取信息。这种传统的营销方式既不能让顾客感受到良好的体验感,也不能让服务员及时了解到顾客的感受,做出及时调整,更不能进行定量预测。定量预测是指基于生成的销

售数据,利用统计知识和相关数学方法建立预测模型的方法^[1]。

本文研究的人脸表情识别系统,不仅让顾客在消费的同时得到人们的消费喜好,而且通过分析,企业可得出顾客的消费走向。与此同时,在这些类型复杂的数据中提取分析,其蕴含的商业价值是非常丰富的^[2]。当服务员不在顾客身边,顾客试衣照镜子时,服务员依然可以通过蓝牙耳机得到顾客对试穿的衣服是否满意。同时也解决了节假日期间人流量过多,服务人员不能兼顾每一位顾客等一系列问题,进而弥补了服装销售上的不足。

1 系统分析与设计

1.1 需求分析

该系统需要在服装店镜子上安装一个 USB 摄像头,按照一定的时间间隔捕捉顾客试衣照镜子时的图像。将帧图像经过数据线发送到后台 PC 机上

作者简介: 于存江(1968-),男,硕士,教授,主要研究方向:检测技术与过程控制;丁笑颖(1994-),女,硕士研究生,主要研究方向:检测技术与过程控制;杨龙标(1993-),男,硕士研究生,主要研究方向:检测技术与过程控制;施 浩(1995-),男,硕士研究生,主要研究方向:检测技术与过程控制。

通讯作者: 丁笑颖 Email: 2871685774@qq.com

收稿日期: 2020-06-18

的人脸表情识别系统进行预处理;再对图像进行人脸表情检测,此后由系统对检测到的人脸表情信息做人脸表情识别;最后将识别结果通过调用录制好的音频文件进行播报。此时蓝牙耳机中实时播报出顾客试衣时的心理特征,得到顾客对目前试穿衣服的满意度,并将识别结果与采集回的原图像进行统一保存,反映出阶段性大众喜爱衣服款式的类型,建立营销方案。

该表情检测系统主要由 5 个模块组成:试衣顾客人脸表情图像采集模块、人脸表情识别模块、语音播报模块、UI 界面显示模块和数据统计模块。当试衣顾客在店内照镜子时,表情检测系统通过镜子上的摄像头检测到人脸图像信息并开始采集。每隔 1 秒钟,利用 OpenCV 截取一帧图像进行人脸表情检测和识别,将识别结果连同截取的这一帧图像进行统一存储。与此同时,将识别的结果通过调用录制好的音频文件进行语音播报,由于蓝牙与 PC 机进行着无线连接,此时蓝牙耳机中实时播报出顾客试衣时的心理特征,得到顾客对目前试穿衣服的满意度,方便服务员第一时间掌握顾客的心理变化,及时做出应对。此外将识别结果通过 UI 界面显示出来,作为耳机语音播报的一种辅助功能。

1.2 技术方案

人脸表情识别是利用生物特征识别技术,根据人脸表情特征信息进行分类识别。目前,人脸表情识别已成为计算机视觉领域的研究热点,不仅在人机交互、安全、机器人制造、医疗、通信和汽车领域得到应用,而且在教育领域也逐步发展。Shan 等人用增强的 LBP 算法来进行特征提取,发现通过用支持向量机(SVM)的方法来进行分类,可以得到很好的识别效果^[3]。之后,越来越多的研究者开始使用不同的方法来研究如何提高人脸表情识别的准确率。如文献[3]中描述的 Gabor 小波和核主成分分析(KPCA)进行人脸表情识别的方法、融合多类 Adaboost 和 SVM 的人脸表情识别方法、用 Gabor 小波和 PCA 的方法提取人脸表情特征,然后用 k 最近邻算法来进行分类的方法等等。

卷积神经网络是神经网络算法的扩展,主要由 3 层构成:卷积层、池化层和 Flatten 层。对于数量级较大的表情图像精细分类识别中,用于提取图像的判别特征以供其它分类器进行学习。

本系统使用深度学习主流框架 TensorFlow,与计算机视觉的开源工具包 Keras、OpenCv 相结合的方法,实现系统核心模块——人脸检测和人脸表情

识别功能。此外,还通过调用 PyQt5、Pygame 库来完成 UI 显示界面和音频播放功能,以及顾客表情识别后信息的展示功能。

1.3 系统框架设计

系统框架如图 1 所示,主要由 3 大部分组成:USB 摄像头对人脸表情图像的采集;PC 机对 USB 摄像头采集回的图像信息进行处理;蓝牙耳机通过 PC 机处理的结构进行语音播报。

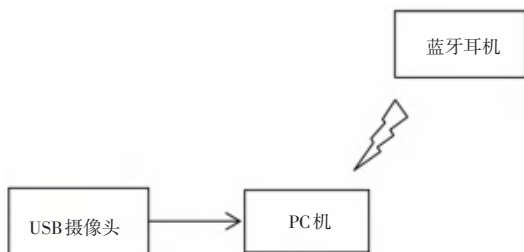


图 1 系统框架设计

Fig. 1 System framework design

由图 1 可知,USB 摄像头的主要功能是采集摄像头覆盖范围内的图像信息;通过 PC 机上的人脸检测系统提取出人脸信息,进行人脸检测和人脸表情识别,本文使用 OpenCV 计算机视觉这一开源工具包进行人脸检测,使用卷积神经网络来实现人脸表情识别,并将每一张摄像头未处理过的图像做标签,与识别后的结果进行统一保存。通过顾客对服装的满意程度,统计出畅销的款式,为服装营销提供数据支持,建立更为精准的营销方案。展示层将识别的结果进行 UI 界面显示,并与蓝牙耳机无线连接 PC 机。当表情检测系统进行表情识别后调用音频文件播报时,语音通过蓝牙耳机播报出来,服务员可以通过耳内的蓝牙耳机实时了解试穿衣服顾客的心理情况。

2 系统详细设计

2.1 人脸表情图像采集模块

当顾客试穿衣服进行照镜子时,由 USB 摄像头实时捕捉摄像覆盖范围内图像,将图像通过调用 VideoCapture 函数来进行视频流到多帧图像的处理。帧图像经数据线发送给后台的人脸表情识别系统进行预处理。采用 haar 特征的 adaboost 分类器方法进行人脸检测。当函数 detectMultiScale() 检测到帧图像中有人脸特征图像时,则人脸表情识别系统将每隔 1 s 中捕捉摄像头拍摄到的画面,进行人脸图像的提取,进而对图像中的人脸进行人脸表情检测。

2.2 人脸表情识别模块

人脸表情识别模块是整个系统的核心部分,主

要功能是对人脸检测。将提取到的人脸图像,采用 $\text{resize}()$ 函数进行面部特征的提取,进而识别顾客的面部情绪。经识别后的结果与处理前的图像进行统一保存并调用音频数据进行语音播报。人脸表情识别模块的设计流程如图 2 所示。

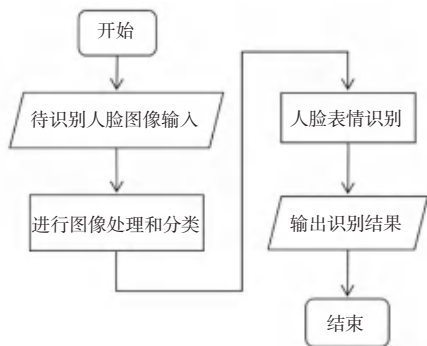


图 2 人脸表情识别流程

Fig. 2 Facial expression recognition flowchart

2.2.1 模型建立

系统研究所需要的情绪识别模型模型可通过以下步骤搭建:

步骤 1 选用深度学习 Tensorflow 框架,利用 FER2013 数据集进行训练和模型测试。

步骤 2 数据预处理。利用基于 Haar 特征的 Adaboost 分类器进行人脸检测的方法,进行尺度归一化处理,使其规格统一;对采集到的图像进行灰度归一化,减少光照等误差。

步骤 3 使用 $\text{train_test_split}()$ 函数划分数据集、验证集和训练集;采用回调函数 Callbacks 用于训练过程;采用 TensorFlow 中 $\text{softmax_cross_entropy}$ 函数作为本文的损失函数。

步骤 4 归一化数据和选取一种自适应参数更新的算法 Adam。训练出本文的模型,生成一个后缀为 .data 的文件。表情识别时通过读取这个文件,加载模型,进行人脸面部表情的识别。

2.2.2 卷积神经网络

模型训练是在基于卷积神经网络环境下实现的。卷积神经网络是一类包含卷积计算且具有深度结构的前馈神经网络^[4],主要由输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层组成^[3]。卷积神经网络结构如图 3 所示。

卷积操作是计算卷积核与图像中对应区域像素乘积的和。卷积运算公式如式(1)所示。

$$y_{mn} = f\left(\sum_{j=1}^{J-1} \sum_{i=1}^{I-1}\right), (0 \leq m \leq M, 0 \leq n \leq N). \quad (1)$$

其中, x 的取值范围为 (M, N) 的二维矩阵, w 是 $I \times J$ 的卷积核, b 为偏置, f 为激活函数。本文采用 ReLU 函数作为激活函数^[5],如图 4 所示。

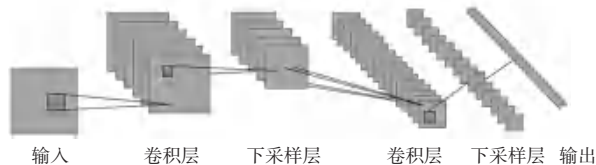


图 3 卷积神经网络结构图

Fig. 3 Convolutional neural network structure diagram

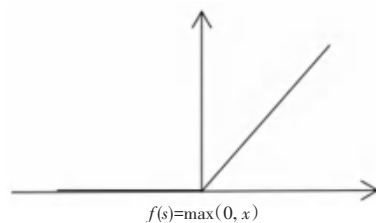


图 4 ReLU 函数

Fig. 4 ReLU function

2.3 语音播报模块和 UI 显示模块

本文的这两个模块为整个系统的信息展示模块。UI 显示模块的设计是参考 GitHub 上源码进行改进而来。当顾客试穿衣服照镜子时,系统将识别后的 7 种情绪结果出现的概率在 UI 界面上显示出来,方便服务人员的观看;同时将生气、厌恶、悲伤、恐惧情绪进行处理。通过 pygame 库中 $\text{mixer.music.play}()$ 函数,调用录制好的“悲伤”音频进行播报;将高兴、惊讶、正常三种情绪处理后,调用录制好的“高兴”音频进行播报。服务人员可以通过耳内的蓝牙耳机及时了解试衣顾客的心理情况。

2.4 数据统计模块

将采集到的表情识别图片,直接调用 opencv 中的函数 $\text{cvtColor}()$ 转换成灰度图,与识别后的表情信息通过 $\text{writer}().\text{writerow}()$ 函数写入到 csv 文件中进行统一保存。商家可通过统计数据了解顾客对服装的满意度。统计出畅销的款式,为服装营销提供支持,建立更为精准的营销方案。

3 人脸表情识别测试结果

本文采用模拟的形式,测试表情识别系统。在良好的实验条件下,根据要求对着摄像机做出指定的表情动作,最后得到人脸表情图像。无论是在光照、角度还是背景等参数上基本保持一致,测试结果如下:

(1) 原图像经过表情检测系统处理之后表情识别结果如图 5 所示。



图 5 表情识别结果图

Fig. 5 Expression recognition result graph

图 5 中左图 sad 识别率最高 63.69%, 则检测结果为 sad; 右图 happy 识别率最高 62.04%, 则检测结果为 happy。

(2) 未经处理前摄像头检测到的人脸图像的原图像如图 6 所示。



图 6 未处理原图像

Fig. 6 Unprocessed original image

(3) 未经处理前摄像头检测到的人脸图像的原图像与表情识别后的结果进行统一存写入 csv 文件, 结果如图 7 所示。

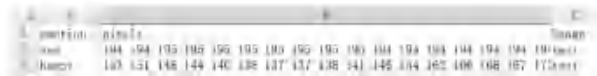


图 7 原图像与识别结果数据存储

Fig. 7 Data storage of original image and recognition result

图 7 中第一列的数据 emotion 为顾客试穿衣服识别表情识别系统识别后的结果; 第二列的数据 pixels 为未经处理前, 摄像头检测到的人脸原图像如图 6 所示(彩色图像数据), 第三列的数据代表目前为测试结果。

4 结束语

相对于传统的服装行业中, 本系统有着实时性、辅助性和节约成本性等明显的优势, 解决了服装店内服务员稀少而顾客较多时的服务质量。统计出畅销的款式, 建立更为精准的营销方案。

由于本系统表情识别率精确度不高, 仅达到 65% 左右, 目前只能作为服装店内的辅助系统, 不能完全依赖。另外在表情识别的精确度上依然有很大的提升空间, 如何解决上述问题, 提高整个系统表情人脸识别的准确率, 将是下一步研究工作的重点。

参考文献

[1] 王昕彤, 王秀敏, 郭瑞良, 等. 基于灰色理论的服装企业销售预测模型[J]. Journal of Silk 丝绸, 2020, 57(2): 55-60.

[2] 刘文庆. 大数据时代下, 微信平台的服装营销发展前景[J]. 西部皮革, 2020.

[3] 施徐敢. 基于深度学习的人脸表情识别[D]. 浙江: 浙江理工大学, 2015.

[4] 李含清, 王宏宇, 王彦华, 等. 基于 CNN 的地面目标高分辨距离像识别方法[A]. 第十三届全国信号和智能信息处理与应用学术会议论文集[C]. 中国会议, 2019.

[5] 徐正. 应用于短文本情感分类的融合情感信息的神经网络模型[D]. 山东: 山东大学, 2019.

[6] 王嫣然, 罗宇豪, 尹东. 一种监控视频人脸图像超分辨率技术[J]. 光学学报, 2017, 37(3): 1-8.

(上接第 175 页)

[7] 肖广兵, 肖菁菁, 陈勇. 无线传感器网络数据冲突检测系统设计[J]. 软件导刊, 2019, 18(11): 57-61.

[8] 鲍宇, 赵亮, 陈树召, 等. 基于实体交互模型巷道瓦斯监测 WSNs 的可用性检验[J]. 煤炭学报, 2020, 45(2): 836-844.

[9] 肖广兵, 陈有超, 孙宁, 等. 基于 JN5139 的无线火灾监测系统的设计[J]. 软件导刊, 2019, 18(12): 138-141.

[10] 陈博行, 马俊, 方卫强, 等. 基于 MSP430F149 的水质监测数据采集系统设计[J]. 自动化仪表, 2019, 40(12): 6-9, 13.

[11] 赵艺兵, 王振豪, 倪银堂, 等. 拖动示教教学机器人研究与设计

[J/OL]. 实验技术与管理, 2020(6): 128-131, 175 [2020-06-23]. <https://doi.org/10.16791/j.cnki.sjg.2020.06.028>.

[12] 凌敏, 王建军, 任菊, 等. 基于车联网的卡车数据采集系统[J]. 电子制作, 2020(8): 15-17.

[13] 王文清, 田柏林, 冯海明, 等. 基于激光测距矿用带式输送机多参数检测方法研究[J/OL]. 煤炭科学技术: 1-8 [2020-06-23]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20200605.1716.006.html>.