

电子商务环境下智能化人脸识别及其客流分析

孙林 单双 耿莹莹 杨锦 李保军

(北京财贸职业学院 北京 101101)

[摘要] 随着社会经济快速发展,电子商务行业竞争愈发激烈,这对电子商务企业提出了新的要求,为满足不断增长的客户需求和提供服务,本文提出了一种电子商务线下实体店人脸识别算法,首先,把智能化技术引入到人脸识别中,借助云端技术实现数据存取,创建了硬件环境支持,研究了人脸识别技术的基本思想和方法,将样例图像扭转至同一角度下,经特征提取后与查询图像匹配比较,实现对扭转的鲁棒性和不变性。其次,提出一种线性分析算法,实现人脸识别数据和销售预测数据拟合,对电商企业实体店客流影响下的数据关系做出实证分析。

[关键词] 智能化; 人脸识别; 客流分析; 算法

中图分类号: F713.36

文献标识码: A

文章编号: 1674-2923(2019)02-0037-05

一、引言

随着电子商务与消费需求迅猛发展,电子商务已成为当代百姓生活中不可或缺的组成部分,并以良好的、快速的势头继续保持着增长步伐。电子商务竞争也越来越激烈,这对电商企业来说是机遇也是挑战。智能化人脸识别技术应用对辅助企业精准服务,提高质量和水平,获得更高收益,树立更好的企业形象起到重要作用。

智能化人脸识别是依据生物特征识别技术^[1],通过计算机对人脸特征点的间距、比率等参数为特征识别,融合人脸各种特征信息,如形状拓扑结构特征、局部灰度特征和全局灰度分布特征等。同时利用人脸识别数据,完成对店内客流分析,直观获取在店客流数量($\Delta\sigma$),对客户做出分类管理与服务,对店面营销提供辅助支持。

人脸识别技术应用了电子商务、计算机视

觉^[2]、存储技术及智能化等多门学科技术,对电子商务企业客户识别和客流动态进行了分析研究。本文提出了一种通过模拟垂直水平多角度图像扭转倾斜,得到多个局部特征用于实现具有扭转鲁棒性智能化人脸识别算法^[3]。借助人脸识别数据,应用线性分析计算方法,对实体店面客流做出智能化分析,明确电子商务企业现状与定位,对未来实体店面发展做出战略规划。

二、智能化人脸识别

(一) 人脸识别

顾客线上完成会员注册,对其上传的个人照片进行识别处理,其步骤为:图像预录入、图像预处理、特征提取、图像匹配及会员识别。整个过程由系统自动完成,当顾客进入线下实体店时,智能系统对顾客进行识别,完成图像匹配,确认顾客身份(会员、会员级别)。如图1所示。

收稿日期: 2019-03-04

作者简介: 孙林(1966—),男,河南信阳人,北京财贸职业学院商学院教授,博士,硕士研究生导师,研究方向: 计算机应用,决策支持系统。

单双(1982—),男,哈尔滨牡丹江人,北京财贸职业学院商学院教师,硕士,研究方向: 经济管理。

耿莹莹(1989—),女,河南信阳人,北京财贸职业学院商学院,硕士,研究方向: 物流管理。

杨锦(1989—),女,河北邯郸人,北京财贸职业学院商学院,硕士,研究方向: 经济管理。

李保军(1996—),男,山东聊城人,北京财贸职业学院商学院14级物流管理1班。

基金项目: 本文系“互联网+社区服务”平台的设计与建设研究课题(课题编号: SM201851638003),北京市教育委员会社科计划一般项目的成果。

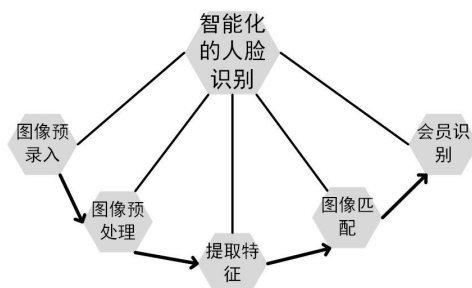


图1 智能化的人脸识别

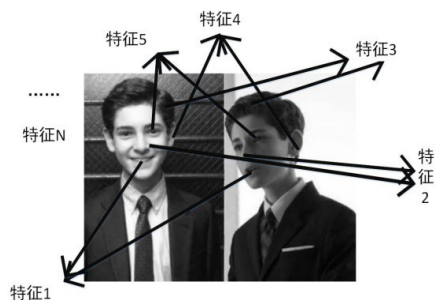


图2 智能化的特征提取

图像识别匹配过程是: 顾客进行会员注册时, 上传一张半身照, 作为样例照片, 照片经过预处理, 即将灰度、对比度等数据调整为适当值, 对图像做特征提取, 取特征值 1、2、3、……、特征值 N, 当顾客进入线下实体店时, 通过查询(新捕捉)图像与样例图像经过特征提取匹配处理后, 将匹配成功顾客做会员处理。如图 2、3、4 所示。

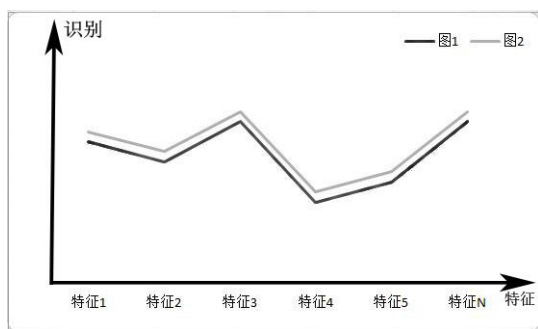


图3 匹配的人脸识别

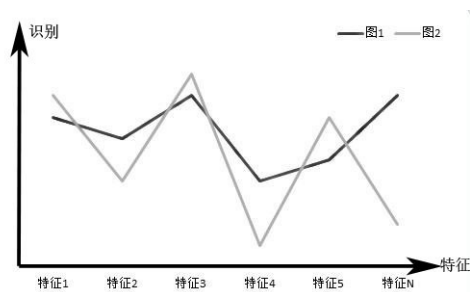


图4 非匹配的人脸识别

(二) 人脸识别算法

1. 算法原理

算法表述如下:

已知人脸样例图像 E 及识别后查询图像 I 。现统一提取特征与描述方法, 提取出样例图像特征集合分别为:

$$F_E = \{f_1^E, f_2^E, \dots, f_i^E, \dots, f_m^E\}, 1 \leq i \leq m \text{ 和 } F_I = \{f_1^I, f_2^I, \dots, f_j^I, \dots, f_n^I\}, 1 \leq j \leq n。$$

这里借用经典 *SIFT* 算法的 128 维直方向量为特征描述。为此把人脸识别问题转变为两个特征集合相似性匹配问题。假如得出任意两关键点特征 f_i^E 与 f_j^I 欧拉距离 $d(f_i^E, f_j^I)$ 足够小, 即可判定两个特征集合的关键点是对应点, 确定为处于同一个图像目标上(如人脸)。

对于那些特征距离判定足够小, 使用 *SIFT* 中的相对距离较小准则。即, 假如 $d(f_i^E, f_j^I) = \min_{k \in [1, n]} d(f_i^E, f_k^I)$, 且 $d(f_i^E, f_j^I) / \min_{k \in [1, n], k \neq j} d(f_i^E, f_k^I) < 0.5$, 则认为两个关键点是同一个目标。其物理意义是, 特征距离极小的且比次小距离小的多关键点对才是匹配的。

当前面对的问题是如果查询图像 F_I 集合描述发生了图像扭转和缩放后, 提取的特征 F_I 由于画面扭曲, 不具备与 F_E 可匹配的条件。这时还要保持实现对扭转的不变性和鲁棒性, 就需要一种方法将 F_I 图像扭转或缩放到同一角度下再去提取特征后与 F_E 图像进行匹配。

2. 算法思路

在实际应用中由于无法明确查询图像 F_I 的任意扭转或缩放角度, 故无法将 F_I 和 F_E 扭转到同一角度进行特征提取。本文算法基本思路是: 预先制作样例图像 F_E 的多角度扭转, 得到若干个 F_E 的多角度副本。对于查询图像 F_I , 对各个样例副本图像分别使用 *SIFT* 进行算法匹配, 最终以匹配点数最多的作为匹配结果。即通过枚举采样做多角度匹配, *SIFT* 算法对局部扭转(30°之内)的鲁棒性的匹配算法分两个步骤:

- 预先制作多角度扭转或缩放样本, 选择预先样本与实际任意角度捕获情况的匹配结果, 得到多个 E_i ;

- 得到多个副本图像 E_i 后, 再与查询图像特征进行匹配。把一对一的特征匹配过程扩展为多对一匹配思路。

3. 多角度扭转

正常的图像几何拍摄角度确定了人脸在图像中扭转或缩放的角度。依据照相机成像原理探讨多角度扭转的自动选取问题。如图 5 所示。

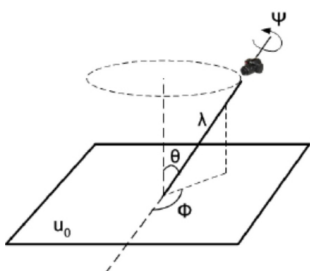


图 5 照相机成像原理示意图

图 5 中,成像参数关系如下式所示^[4],

$$\text{访射成像过程: } \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \rightarrow A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix}, A = \lambda \begin{bmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi \\ \sin\varphi & \cos\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi \\ \sin\varphi & \cos\varphi \end{bmatrix}$$

照相机成像参数 φ , θ 和 τ , λ 等共同决定了成像过程。其中 e , f 是坐标位移, x , y 是人脸在图像中像素坐标位置,共包含六个参数坐标值。本文讨论依据照相机斜角 φ 和倾角 θ 研究特征选取问题。图 6 为 φ 和 θ 对图像外观的影响, τ 表示原始尺寸被缩小,斜角 φ 表示水平位移的变化。 θ 参数表示垂直位移。这里在经度和纬度上选取多个角度,以匹配多角度变化。

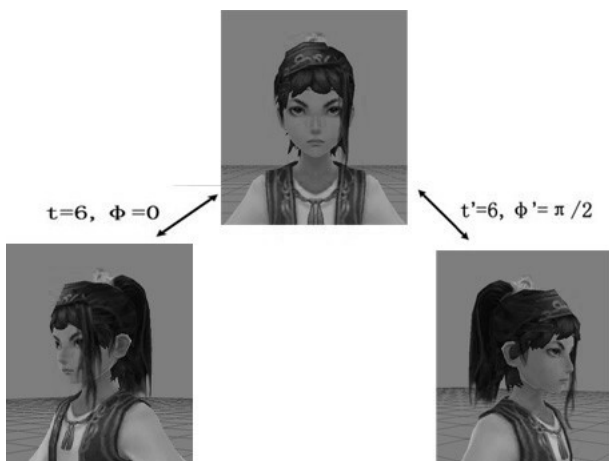


图 6 图像扭转或缩放参数关系示意图

这里,设 $\theta = \arccos(1/t)$, 则 $t_{\max} = 4\sqrt{2}$ 。用倾斜度 t 代表纬度上的变化, φ 代表经度上的变化。上图展示出经扭转后采样取值的两种透视图。设置参数范围为 $\varphi \in [0, \pi]$, $\theta \in [0^\circ, 80^\circ]$ 。 θ 的取值 $< 90^\circ$, 因为人脸识别如果完全被扭转 90° 后就无意义了。

义了。

4. 算法流程

(1) 样例图像 F_E 以多角度在垂直方向做线性扭转。

这里需要考虑的参数有 t 做下采样, n 取值为 $0-5$, θ 对应于倾斜度 $t = 1, \sqrt{2}, \dots, \sqrt{n}$ 且 $a > 1$, 且 $a = \sqrt{2}$, 设步长 $\Delta t = \sqrt{2}$ 。 θ 取值为 $0^\circ - 79.8^\circ$ (接近放平状态) 倾角, 这样足够模拟现实中严重扭转等情况。

θ 为选取图像的垂直扭转角度, 其 \cos 值如表 1 所示, 其采样角度的选取如图 7 中黑点所示。

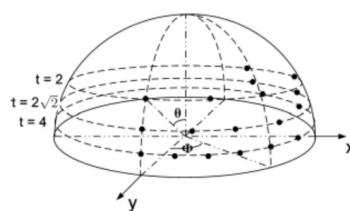


图 7 扭转采样角度 θ 示意图

(2) 样例图像 F_E 做水平扭转。

这里需要考虑的参数有:

1) 取 $0, \frac{b}{t}, \dots, kb/t$, 其中 $kb/t < 180^\circ$, $b = 72^\circ$ 满足

鲁棒性及采样密集性, 采样密度与 t 大小相关。 K 为满足的最大整数。当 $t = 1$ 时, 是俯视角度, 则 φ 没有取值。其采样角度如图 7 中黑点所处的同一纬线上。

2) $\varphi = 180^\circ / ?$, $\varphi = \frac{180^\circ \times t}{72^\circ}$, 其中 $?, \varphi = 72^\circ / t$, 其

数值如表 1 所示。共取得 42 个扭转样例以模拟实际任意扭转情况。

表 1 采样图像扭转角度 θ 及 φ 的采样值

θ	0°	45°	60°	69.3°	75.5°	79.8°
t	1	$2^{1/2}$	2	$2^{3/2}$	4	$2^{5/2}$
φ	0	5	6	8	10	13

(3) 经过 DOG 关键点检测并提取 SIFT 特征作为描述向量。

(4) 计算查询图像 I_q 的 SIFT 特征 f_q 与某个样例图像特征 f_d 一对一相似度:

$$\text{sim}(f_q, f_d) = \frac{\text{匹配的关键点对数}}{\text{两图像的平均关键点数目}}$$

(5) 计算查询图像与一个样例图像所有特征 F_d 的一对多相似度:

$$\text{sim}(f_q, F_d) = \max_{f_d \in F_d} \text{sim}(f_q, f_d)$$

(6) 求查询图像 I_q 属于人脸类别 C_d 的置信度:

$$i = \arg \max_{i=1, \dots, n} \text{sim}(f_q, F_n)$$

有置信度可得查询图像 I_q 所匹配的最可能属于的人脸类别。

5. 算法分析

上述算法的基本原理是把数据库中原有图像预先扭转为多种倾角和斜角,每个图像得到一组人脸图像的关键点特征。

其实现过程分析如下:

(1) 采样采用垂直方向上取值,是对上部取值稀疏而下部密集,因为倾角不大时变化过程的图像扭转也不明显,当角度变化较大时画面变化表现剧烈,故需要密集采集特征,以实现扭转鲁棒性。

(2) 水平斜角 φ 采用平均采样取值。从 0° 到 180° ,采样点分布如图7所示,共有 $6 \times 7 = 42$ 种取值方式,具体数值设置如表1所示。图像在四周拍摄的角度变化,考虑各个角度情况。

(3) 将数据库中图像在离线状态下以多角度做多组特征提取,以备与查询图像进行特征匹配。

数据库中人脸代表性图像数量是很有限的,而相似度计算可以快速并行计算,故本文设计具有实效性。

上述公式 $\text{sim}(f_q, F_d) = \max_{f_d \in F_d} \text{sim}(f_q, f_d)$ 通过关键点匹配比较,对图像 F_i 与图像 F_E 进行匹配,经多点信任度评价,最终得到具有鲁棒性匹配结果。完成对人脸精准识别。

以上运用了多角度 *SIFT* 原理的关键点特征匹配方法,可以有效解决实际照相机在拍摄人脸成像及扭转等问题,在实际应用中其准确率达90%以上,识别效率可达平均6秒/次,达到了人脸智能识别的要求。

三、智能化客流分析

(一) 算法思想

人脸识别完成了初始数据存储。设进店人数为 ΣJ , 出店人数为 ΣC , $\Sigma J - \Sigma C$ 即在店顾客数量 ($\Delta \sigma = \Sigma J - \Sigma C$)。分析 $\Delta \sigma$ 函数图像即可得到其峰值与谷值,并得到所对应时间 T_{MAX} 与 T_{MIN} ,通过人脸识别后,可以实时对客流做出分类,进一步分析具有某一特征人群在店状况,细化客流,由无效客流向有效客

流转变。通过客流分析,触发机制,做到产品精准推荐,提高商品购买率。通过分析购买历史记录,自动识别客户历史到店记录以及消费信息,做到精准服务,促进互动,大大提高实体店销售收入。

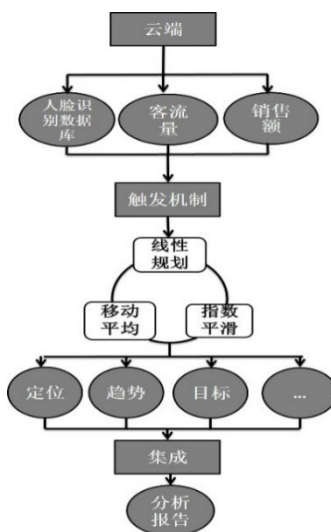


图8 智能化主动计算方法客流分析架构

商业客流^[5]受多种因素影响,导致不同电商企业客流结构和客流量存在着较大差异,以至于电商企业收益起伏跌宕。智能化客流分析集成通信与信息技术、计算机网络技术、智能控制技术及行业技术于一体,通过触发机制,对客流加以分析。

如图8所示,本文设计了一种带有触发机制主动计算方法客流分析架构。公式 B 表示一次计算: $B = f(X, C, Q, D, V)$, 式中 f 代表主动计算函数, B 代表分析结果, X 代表计算变量, C 代表常量, Q 代表触发方式, D 代表结果处理方式, V 代表触发机制所满足的逻辑条件,可以为空。通过这样的描述,使每个计算都统一到上述式中,极大地方便后续计算处理^[6]。通过调用本地人脸识别数据库以及云端数据,在触发公式满足条件下(实时店内顾客数量、累计客流量、销售额等),通过主动计算函数,对实体店以及整个电子商务企业做出分析,诸如,顾客偏好,系统推荐,店面布局、商品种类、未来目标等,为电子商务企业可持续发展确立方向。本文对智能化客流分析架构运用指数平滑方法,对电子商务企业实时客流状况的人脸识别数据和销售数据进行实证分析。

(二) 实证分析

指数平滑法^[7]是用过去时间序列实际值和预测值加权平均来进行预测,如式(3-1)所示:

$$S_t^{(1)} = \alpha X_{t-1} + (1-\alpha) S_{t-1}^{(1)} \quad (3-1)$$

其中: $S_t^{(1)}$ 为 t 期的平滑值(本期预测值) $S_{t-1}^{(1)}$ 为 $t-1$ 期平滑值(上期预测值)

α 为平滑系数 X_{t-1} 为 $t-1$ 期实际发生数
一般的经验是:

对于趋势型时间序列: $0.6 \leq \alpha \leq 1$; 对于水平型时间序列: $0 \leq \alpha \leq 0.3$; 对于水平型和趋势型混合性时间序列: $0.3 \leq \alpha \leq 0.6$ 。

一次指数平滑法初值的确定步骤:

第一步: 初值为第一期实际值;

第二步: 取最初几期的平均值。

运用一次指数平滑法是力图找到最佳 α 值, 使得均方差为最小, 但这需要经过反复试验比较。

当每月完成对人脸识别并记录数据后, 在月底自动触发智能化客流分析架构中指数平滑对人脸识别所捕获数据进行分析, 来预测下月销售额。

设某年电子商务企业线下实体店通过人脸识别完成支付的销售额数据如表 2 所示, 由于该企业属于平滑型, 即可计算平滑系数 $\alpha = 0.1$ 时销售额预测值。

表 2 电子商务企业人脸识别完成的销售记录表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
销售额(万元)	600	590	610	616	600	620	660	680	690	670	680	700

设 $\alpha = 0.1$, $S_1 = X_1 = 600$ 根据

$$S_t^{(1)} = \alpha X_{t-1} + (1-\alpha) S_{t-1}^{(1)}$$

$$S_2^{(1)} = \alpha X_1 + (1-\alpha) S_1^{(1)} = 0.1 \times 600 + 0.9 \times 600 = 600 \text{ (万元)}$$

$$S_3^{(1)} = \alpha X_2 + (1-\alpha) S_2^{(1)} = 0.1 \times 590 + 0.9 \times 600 = 599 \text{ (万元)}$$

.....

$$S_{12}^{(1)} = \alpha X_{11} + (1-\alpha) S_{11}^{(1)} = 0.1 \times 680 + 0.9 \times 628 = 633 \text{ (万元)}$$

由此即可计算出各月预测值:

表 3 电子商务企业通过人脸识别及预测完成的销售额对比表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	下月
销售额(万元)	600	590	610	616	600	620	660	680	690	670	680	700	
预测销售额(万元)		600	599	600	602	602	603	609	616	624	628	633	639

上述仅为一次计算指数平滑法销售额预测值, 在实际工作中, 则需要计算多次指数平滑结果。

两种情境销售额对比拟合, 如图 9 所示:

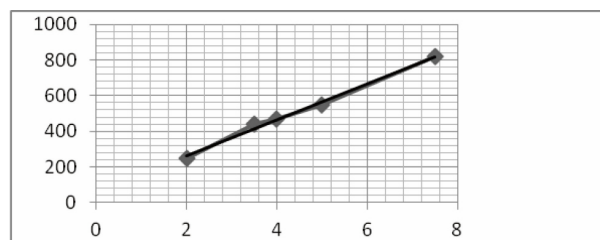


图 9 销售额拟合趋势图

图 9 为人脸识别数据点与计算数据点曲线所组成的图形, 表明了人脸识别完成的销售额与预测销售额接近一致, 图中显示各数据点均在曲线附近, 表明曲线拟合程度比较好。通过上述趋势图得出人脸识别技术应用能较好地预测企业销售行为, 电商企业线下实体店可通过对购买人群识别做出线上预测。

四、结语

本文给出一种电子商务企业线下实体店人脸识别及其客流分析算法。运用 *SIFT* 算法采集具有扭转鲁棒性和不变性特征 f_i^E 和 f_j^I , 实现人脸识别特征提取与相似度比较。对顾客做出了分类, 为后续客流提供数据准备。

本文针对客流对电商企业实体店影响, 通过触发机制在满足一定销售额条件下, 运用线性规划方法对客流数据关系做出算法实证分析, 以确立电商实体店服务定位及战略规划, 期望对电商企业发展有所裨益。

参考文献:

- [1] 王社国, 刘蕊, 刘新涛. 基于人脸识别技术的智能化视频监控[J]. 科技资讯, 2007(2): 5-7.
- [2] 张梅, 文静华. 浅谈计算机视觉与数字摄影测量[J]. 地理空间信息, 2010(2): 15-17.
- [3] 林传力, 赵宇明, 赵荣春. 基于 Sift 特征的商标检索算法[J]. 计算机工程, 2008(23): 275-277.
- [4] 黄侃. 计算机立体视觉中的摄像机标定算法的研究与应用[D]. 沈阳工业大学, 2007.
- [5] 殷海珍. 商业客流分析探讨[J]. 商场现代化, 2000(3): 28-30.
- [6] 王耀飞, 李林, 康卫, 徐新国. 实时数据库主动计算的设计与实现[J]. 计算机技术与应用, 2014(8): 133-135.
- [7] 邓伟, 唐齐鸣. 基于指数平滑转移模型的价格泡沫检验方法[J]. 数量经济技术经济研究, 2013(4): 124-136.

(责任编辑 王艳)

(下转 50 页)

- 写(《教育教学刊》)2018(1):154.
[2] 赛明明.行政管理专业创新型实践教学体系建设研究——以中国矿业大学(北京)为例[J].北京财贸职业学院学报,2017(3):57-60.
[3] 中国互联网络信息中心.第43次中国互联网络发展状况统计报告,2019(2):7-26.
[4] 马云珊,黄玲芝,龙腾.微课在中职市场营销基础课程中的应用——以南宁市第三职业技术学校市场营销专业微课背景下的翻转课堂教学模式为例[J].2019(3):115-117.
[5] 万庆.面向理解的《城市地理学》翻转课堂教学设计研究——以“城市规模分布”章节为例[J].湖北经济学院学报(人文社会科学版),2018(12):143-145.
[6] 张冲,张瑞亭.现代职业教育中信息化教学能力提升的探索[J].北京财贸职业学院学报,2018(5):32-35.
- (责任编辑 侯雪玮)

Preliminary Study on the Course Teaching Process of Turning the Class of Blue Ink Cloud —Practical Operation of the “Primary Accounting Practice” Course

HAN Meng

Abstract: Under the new teaching mode, the teaching of the “Primary Accounting Practice” course changed the traditional teaching mode in the past, using the blue ink cloud class APP software as the medium, and using the curriculum to flip the classroom as a means. We made a preliminary study of the teaching of the course “Primary Accounting Practice”. This article takes the actual operation of the course as the object of teaching research, and explores the contents of the course software in the pre-class preparation, classroom training internalization, and after class consolidation and expansion. Through teaching practice, we can see that with the changes in the way students learn, their interest in learning is strong, their basic knowledge is more firmly mastered, and their practical ability is greatly improved. This has made the course of “Primary Accounting Practice” a good teaching effect. It has laid a solid foundation for students to embark on the society and become qualified talents.

Keywords “Primary Accounting Practice” course; Blue ink cloud class; Flip the classroom; Teaching effects

(上接 41 页)

Intelligent Face Recognition and Passenger Flow Analysis under the Background of Electronic Commerce

SUN Lin SHAN Shuang GENG Ying-ying YANG Jin CHEN Ying-nan LI Bao-jun

Abstract: With the rapid development of social economy, the competition in e-commerce industry is becoming more and more fierce, which puts forward new requirements for e-commerce enterprises. In order to meet the growing needs and services of customers, this paper proposes a face recognition algorithm for offline physical stores in e-commerce. Firstly, this paper introduces the introduction of intelligent technology into face recognition, realizes data access by means of cloud technology, and establishes hardware environment support. In addition, the basic idea and method of face recognition technology are studied in detail. The sample image is scaled to the same angle to extract features and matched with the query image, so as to achieve the invariability and robustness of torsion. Secondly, this paper makes an empirical analysis of passenger flow behavior through face recognition data by means of linear analysis and calculation method.

Keywords: Intelligence; Face recognition; Passenger flow analysis; Algorithm analysis