

人体特征检测算法的设计与实现

翟社平,李 威,李 扬

(西安邮电大学 计算机学院,陕西 西安 710121)

摘 要:人体特征检测是特征识别技术的基础,特征检测技术运用到诸多领域,从刑侦领域的人脸检测到手机应用领域的指纹解锁都有涉及。为了实现人体特征检测算法的分析与研究,在现场可编程逻辑门阵列平台中,提出一种基于 SAda-boost 的人体特征检测算法。该算法结合了支持向量机和 Adaboost 分类器算法的优点,实现人体特征图像的降维处理,并对图像进行分类处理,实现人体特征元素的检测。整个设计基于 ZedBoard 硬件平台,该平台具有较强的可重构性和并行处理的能力,完成了人体特征图像检测算法的设计与实现,实现了对人体特征图像中的人脸、人眼、人体框架 3 种人体元素的检测。通过对比分析实验结果,验证了该算法的有效性。

关键词:现场可编程逻辑门阵列;支持向量机;Adaboost;分类器

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)03-0044-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.03.011

Design and Implementation of Human Characteristics Detection Algorithm

ZHAI She-ping, LI Wei, LI Yang

(School of Computer, Xi'an University of Posts and Telecommunications,
Xi'an 710121, China)

Abstract: Human feature detection is the basis of feature recognition technology which has been applied to many areas, from the face of criminal investigation to fingerprint unlock in the field of mobile application is involved. In order to achieve the analysis and study of human characteristics detection algorithm, in platform on field-programmable gate array, a body feature detection algorithm based on SAda-boost is presented. The algorithm combines the advantages of SVM and Adaboost classifier algorithm to reduce the dimension of human characteristics and to achieve the detection of human characteristic elements by image classification processing. Entire design is based on ZedBoard, which has a strong ability to reconfigurable and parallel processing, completing the design and implementation of human features image detection algorithm, realization of detection for human body elements, including face, eye, and human framework. Through comparative analysis of the experimental results, the validity of the algorithm is verified.

Key words: FPGA; support vector machines; Adaboost; classifier

0 引言

特征检测可依据设备采集的原始数据来训练机器学习模型,从而对测试集进行分类检测^[1-3]。特征检测广泛应用于人机交互、计算机视觉等领域,它是智能家居、物联网的重要组成部分。

文献[4]使用了改进的 Adaboost 算法对人脸进行检测;文献[5]利用红外技术对人脸进行识别;整个特征检测识别的过程分为数据采集、预处理、特征提取选择和分类检测 4 个模块^[6]。其中,文献[4]只能实现

人脸的检测,不能完成人体框架的检测;文献[5]研究识别图像是否为人脸,没能实现对人体特征的进一步识别,对于人体特征检测领域的研究,还存在一些难题,如图像处理速度慢、效果差等^[7]。

近几年,基于图像处理的检测识别系统迅速发展^[8-9],在此背景下,文中提出一种基于 ZedBoard 硬件平台的人体特征检测算法。该算法采用支持向量机分类器对人体框架信息进行检测分析^[10],并对人体框架进行标注,实现人体特征检测。

收稿日期:2015-06-04

修回日期:2015-09-10

网络出版时间:2016-02-18

基金项目:陕西省自然基金面上项目(2012JM8044);陕西省教育科研计划项目(12JK0733);西安邮电大学创新基金项目(114-602080034)

作者简介:翟社平(1971-),男,博士,副教授,研究方向为语义 Web、智能 Agent、Web 服务及云计算等;李 威(1990-),男,硕士研究生,研究方向为嵌入式应用。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160218.1630.024.html>

1 算法分析

1.1 分类器

支持向量机(SVM)对于线性不可分的情况,通常使用非线性映射的算法^[11],在解决非线性、小样本及高维模式识别中表现出其特有的优势^[12]。SVM 算法流程大致可以分为两部分:训练分类器和决策部分。SVM 算法的训练过程中需提取大量的样本特征,根据样本特征值训练分类器,该分类器是判别输入图像的依据。

1.2 Adaboost 算法

Adaboost 的人体特征检测算法的训练过程,实质上是将具有最强分类能力的特征作为最优的弱分类器,接着将弱分类器转化为强分类器的过程。弱分类器的训练过程如下^[13]:

1)系统初始化设置:定义 M 个训练样本, N 个矩形特征,数组 $\text{feature}[i][j]$ 存储样本的特征值 ($1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M$),令数组 $V[i] = \text{feature}[i][j]$,其表示第 i 个矩形特征下所有样本的特征值, MAX_V 表示均方误差。

2)循环:FOR ($i = 0; i < N; i++$)

(1)对每一个矩形特征下所有的样本特征值按从小到大的方式进行排序。

(2)FOR ($j = 0; j < M; j++$)

计算前 j 个样本的离散度:

$$\text{Discrete}_j = \sum_{k=1}^j w_k \times (y_k - \sum_{k=1}^j (w_k \times y_k) / \sum_{k=1}^j w_k)^2$$

计算后 $m-j$ 个样本的离散度:

$\text{Discrete}_{m-j} =$

$$\sum_{k=j+1}^m w_k \times (y_k - \sum_{k=j+1}^m (w_k \times y_k) / \sum_{k=j+1}^m w_k)^2$$

IF ($\text{Discrete}_j + \text{Discrete}_{m-j} < \text{MAX_V}$)

$\text{MAX_V} = \text{Discrete}_j + \text{Discrete}_{m-j}$

更新均方误差,记录弱分类器的阈值 $\theta = V[j]$,分类置信度 $\alpha_1 = \text{Discrete}_j$, $\alpha_2 = \text{Discrete}_{m-j}$ 。

(3)记录均方误差最小的矩形特征坐标。

3)输出最优矩形特征的参数,得到一个弱分类器。

Haar 与 Adaboost 算法流程如图 1 所示。

首先计算出待检测人体特征图像 Haar^[14]特征值,根据不同的特征值设计不同的分类器。然后利用样本的 Haar 特征进行分类器训练,将大量弱分类器叠加起来,得到一个级联的强分类器。

2 算法的设计与实现

2.1 优化算法

Haar 特征只能描述水平、垂直、对角等简单的灰

度结构,无法对一些复杂环境下的人体特征图像进行检测。改进的 Adaboost 算法用一种新型的稀疏特征来代替 Haar,相比于 Haar 特征和它的扩展特性,稀疏特征更具优势^[15]。由于稀疏特征的指数复杂度大,导致无法列举所有的可能组合,因此文中用一种启发式的搜索算法。该算法可以为每一次循环中的 Adaboost 算法训练得到弱分类器。其中,启发式搜索是人工智能领域中一个经典最优化问题^[16]。

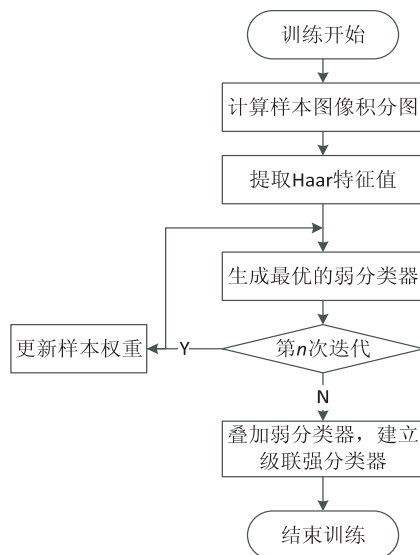


图 1 算法流程

得到最优的特征后,可根据上述经典 Adaboost 算法的训练思路得到弱分类器,然后再得到强分类器。

优化的 Adaboost 算法提取图像的稀疏特征,检测复杂环境下的人体特征图像,能够成功辨别图像中的多人特征,并对其进行标注。

2.2 SAdaboost 算法

SAdaboost 算法结合 Adaboost 和 SVM 来实现人体特征检测系统的设计。

SAdaboost 算法是整个图像检测流程中的核心部分,其中图像检测流程如图 2 所示。

首先根据算法设计要求训练 SVM 分类器和 Adaboost 分类器;然后依据分类器文件(.XML 文件)对图像进行检测处理,SVM 分类器对输入的图像进行检测,检测图像中是否含有人体部分。若有,则对其进行标注。Adaboost 分类器对脸、眼等人体特征元素进行检测并标注。SAdaboost 算法的图像检测系统的部分伪代码如图 3 所示。

伪代码实现的功能是对输入的一张图像进行检测,并标注图像中的人体特征部分。图 4 是 SAdaboost 算法的人体特征图像检测结果。

结果显示标注了人体框架以及人脸部分。分类器文件可简单地认为是一个阈值,该值可作为检测人体特征元素的依据。

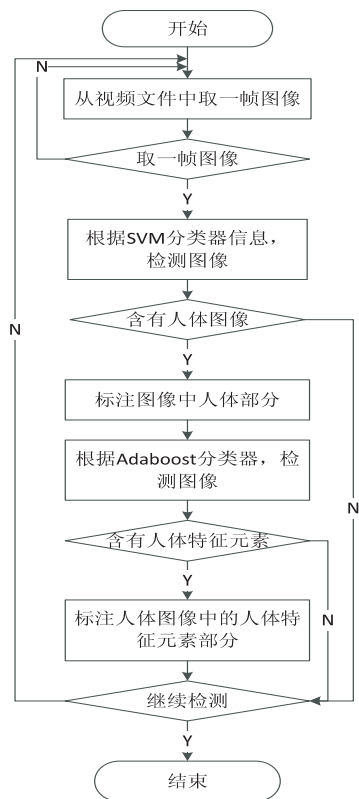


图 2 图像检测流程

```
Input: 检测图像
Output: 标注人体特征部分
FOR int i=0 to found.size()
    找出所有没有嵌套的矩形框 r,并放入
    found_filtered 中
END
FOR int i=0 to found_filtered.size()
    增加步长, 计算矩形框的图像特性
    Rect r=found_filtered[i];
    r.x+=cvRound(r.width*0.1);
    r.width=cvRound(r.width*0.8);
    r.y+=cvRound(r.height*0.07);
    r.height=cvRound(r.height*0.8);
END
rectangle(src,r.tl(),r.br(),Scalar(0,255,0),3);
用线框标注图像中的人体特征部分
```

图 3 SAdaboost 算法的部分伪代码

2.3 算法的实现

SAdaboost 算法在 ZedBoard 硬件平台上实现,需经过图 5 所示的配置过程。

基于 ZedBoard 平台的人体特征检测步骤如下:
首先,在 Linux 平台中安装并配置 OPENCV;
其次,安装交叉编译环境,用于编译 SAdaboost 算法,生成可执行文件;
最后,ZedBoard 中运行 .O 文件以及镜像文件,实现人体特征检测。



图 4 基于 SAdaboost 算法的特征检测结果

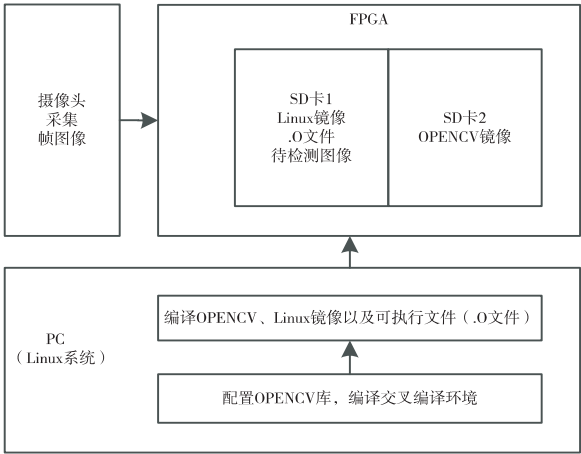


图 5 配置过程

3 结果分析

实验结果表明,PC 机处理一张图片平均耗时 21.067 ms,ZedBoard 平均耗时 177.058 ms。相比 PC 机而言,ZedBoard 平台更耗时,但 ZedBoard 平台的资源利用率高,并且能实现人体特征检测算法的设计。

4 结束语

整个设计完成了算法优化与改进,并最终在 Zed-Board 上实现了人体特征的检测。能够实现对输入图像中的人脸、人眼、人体框架等人体特征部分进行检测,并对这些特征部分进行标注。

参考文献:

[1] Incel O D,Kose M,Ersoy C. A review and taxonomy of activity recognition on mobile phone [J]. BioNanoScience, 2013, 3 (2):145-171.
[2] 朱虎明,焦李成. 基于免疫记忆克隆的特征选择[J]. 西安交通大学学报,2008,42(6):679-682.

增强系统的可扩展性。

5 结束语

文中提出了 Item-based 协同过滤算法与 Slope One 推荐算法相结合的解决方案。采集真实旅游景点评分数据,将推荐系统在 Hadoop 云平台上加以实现,具有一定的实际应用价值。

同时,算法仍存在一些不足和需要进一步研究的方面:

(1)文中在云平台上实现了 Item-based 和 Slope One 相结合的算法,并没有真正实现推荐系统,仅对算法进行了实现与应用。今后可以考虑开发完整的旅游景点推荐系统。

(2)文中主要根据用户对景点的已有评分预测用户的偏好,考虑的因素不够全面。在今后的研究中,可以综合多个影响评分的因素,如在算法中加入用户的社交关系和情感因素等参数。

参考文献:

- [1] 汪英姿,马 慰,徐守坤.一种基于本体的旅游资源二次推荐方法[J].情报科学,2012,30(12):1866-1871.
- [2] 石 静.基于混合模式的个性化推荐系统的应用研究[D].武汉:武汉理工大学,2010.
- [3] 胡纳纳,李琳琳,武 尚.个性化的旅游推荐系统[J].信息技术,2013(2):135-139.
- [4] 侯新华,文益民.基于协同过滤的旅游景点推荐[J].计算机技术与自动化,2013,31(4):116-119.
- [5] 泰国和,梁晓婷.协同过滤推荐研究综述[J].图书情报工作,2011,55(16):126-130.
- [6] Bradley N M, Albert I, Shyong K L, et al. MovieLens un-

plugged; experiences with an occasionally connected recommender system[C]//Proceedings of the 8th international conference on intelligent user interfaces. New York, USA: [s. n.],2003:263-266.

- [7] Konstan J A, Miller B N, Maltz D, et al. GroupLens: applying collaborative filtering to Usenet news[J]. Communications of the ACM,1997,40(3):77-87.
- [8] Hill W, Stead L, Rosenstein M, et al. Recommending and evaluating choices in a virtual community of use[C]//Proceedings of the conference on human factors in computing systems. Denver, USA: ACM,1995:194-201.
- [9] Shardanand U, Maes P. Social information filtering: algorithms for automating "word of mouth"[C]//Proceedings of the conference on human factors in computing systems. Denver, USA: ACM,1995:210-217.
- [10] Sarwar B, Karypis G, Konstan J, et al. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms[C]//Proceedings of the 10th international world wide web conference. Hong Kong, China: IW3C2,2001:285-295.
- [11] Lemire D, MacLachlan A. Slope one predictors for online rating-based collaborative filtering[C]//Proceedings of SIAM data mining. Newport Beach, California: Compensation Committee, 2005.
- [12] 王 毅,楼恒越.一种改进的 Slope One 协同过滤算法[J].计算机科学,2011,38(10A):192-194.
- [13] Dean J, Ghemawat S. MapReduce: simplified data processing on large clusters[J]. Communications of the ACM,2008,51(1):107-113.
- [14] Shvachko K, Kuang H, Radia S, et al. The Hadoop distributed file system[C]//Proceedings of the 26th symposium on mass storage systems and technologies. Incline Village, USA: IEEE, 2010:1-10.

(上接第 46 页)

- [3] 王 帆,赵春晖,张 志.基于克隆选择算法的人脸特征选择[J].应用科技,2009,36(3):11-14.
- [4] 刘 琼,彭光正.一种改进的 AdaBoost 人脸检测算法[J].计算机应用与软件,2011,28(6):265-268.
- [5] 伍世虔.红外人脸识别[J].西安邮电大学学报,2013,18(1):11-21.
- [6] 王忠民,曹 栋.基于蚁群算法的行为识别特征优选方法[J].西安邮电大学学报,2014,19(1):73-77.
- [7] 侯梦华.基于机器视觉的实时目标检测系统研究[D].广州:广东工业大学,2008.
- [8] 陆振杰,宋 进.单幅数字图像多尺度空间下的场景深度估计[J].计算机技术与发展,2013,23(1):51-53.
- [9] 于新辉,张 建,李伟涛.基于生命周期分析信息安全管理体体系[J].计算机技术与发展,2012,22(3):237-239.
- [10] 周 川,林学闾.基于核函数因素分解模型的表情的合成与识别[J].清华大学学报:自然科学版,2006,46(10):

1751-1754.

- [11] 衡 霞,王忠民.基于手机加速度传感器的人体行为识别[J].西安邮电大学学报,2014,19(6):76-79.
- [12] 吴 青,赵 雄.一类新样条光滑支持向量机[J].西安邮电大学学报,2013,18(6):68-74.
- [13] 何世民.基于 Adaboost 算法的人脸检测及其在 DSP 平台上的移植[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2010.
- [14] Papageorgiou C, Poggio T. A trainable system for object detection[J]. International Journal of Computer Vision,2000,38(1):15-33.
- [15] Huang C, Ai H, Li Y, et al. High performance rotation invariant multi-view face detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,2007,29(4):671-686.
- [16] 李瑞淇.基于肤色和改进的 Adaboost 人脸检测算法研究[D].西安:西安电子科技大学,2014.