

【本文献信息】孟令军,于磊,郭雄飞.疲劳检测中人眼定位方法研究[J].电视技术,2015,39(1).

疲劳检测中人眼定位方法研究

孟令军¹,于磊¹,郭雄飞^{1,2}

(1. 中北大学 电子与计算机科学技术学院,山西 太原 030051;2. 中科院微电子所 昆山分所,江苏 昆山 215300)

摘要:针对疲劳检测系统应用环境背景简单的问题,提出一种人眼定位方法。该方法使用 Adaboost 算法对人眼样本进行训练,将训练结果用于人眼定位。相比于其他疲劳检测方法,该算法不必首先定位人脸,有更高的检测速度和检测率,同时对光照和人脸姿势有更好的鲁棒性。

关键词:疲劳检测;Adaboost 算法;人眼定位

中图分类号:TN957

文献标志码:B

DOI:10.16280/j.videoe.2015.01.033

Research on Eyes Positioning in Fatigue Detection

MENG Lingjun¹, YU Lei¹, GUO Xiongfei^{1,2}

(1. School of Electronics and Computer Science Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China;

2. Kunshan Department, Institute of Microelectronics of Chinese Academy of Sciences, Jiangsu Kunshan 215300, China)

Abstract: Due to the simple background of fatigue detection, a way to locate eyes is described. This method firstly uses the Adaboost algorithm to train eye sample, and then positions the eyes using the train-result. Compared with other methods, this algorithm does not require locating face at first, and it has a greater speed and detection rate, and a better robustness to light and face pose.

Key words: fatigue detection; Adaboost algorithm; eyes location

近年来,我国汽车保有量日渐增加,安全驾驶逐渐引起了人们的重视。其中,疲劳驾驶已成为影响安全驾驶的一个重大隐患。基于各类原理,例如脑电图法、肌电图法、心电图法、PERCLOS 法、视线跟踪法等疲劳检测系统也相继出现。

国外具有代表性的研究成果有:ASCI 研制的头部位置传感器,通过计算驾驶员头部位置变化规律判断司机是否疲劳;卡内基梅隆大学的 Copilot 系统^[1],根据人体视网膜对不同波长的红外光有不同的反射量研制而成;美国 Electronic Safety Products 公司开发的方向盘见识装置 S. A. M。国内的研究成果有:周玉斌等^[2]采用头戴式摄像机采集驾驶员眼部图像来分析驾驶员是否疲劳;中国农业大学的郑培、宋正河等^[3]利用人脸皮肤色彩的相关知识研究人眼参数;中南大学的李衡峰、夏利民等^[4]利用摄像头和 PC 机,将摄像头获取的图像先进行人脸定位,再根据先验知识定位人眼。

现有方法各有不足, Copilot 系统对人眼有损伤,周玉斌等的系统使用不方便,郑培等的系统对光照敏感。市场上现有的一些疲劳检测系统对人脸姿势要求严格,驾驶员一旦疲劳,姿势就会扭曲,就可能造成系统检测失败。

本文针对疲劳检测系统使用环境背景单一的问题,跳过人脸定位,直接利用 Adaboost 算法定位人眼,为后续的 PERCLOS 算法疲劳检测做准备。

1 人眼定位法

在车辆驾驶过程中,驾驶员头部不可能长时间保持一种姿势,也不可能大幅扭转,车内光照环境也会发生变化,要求人眼定位算法对光照和姿势有一定程度的鲁棒性。Adaboost 算法正是符合这一要求,但是训练样本的选取是影响 Adaboost 算法的决定因素。近年来,Adaboost 算法被广泛应用于人脸识别领域,主要也是因为国内外已有几种权威人脸数据库以供选择。

1.1 训练样本选择

中国科学院自动化研究所建立的 CASIA 虹膜数据库,最初是用于研究个人身份的认证技术。严格来讲,虹膜库不适合用来人眼定位,因为该数据库中一部分数据过于集中在虹膜区域,而非整个人眼区域。所以在 CASIA 虹膜数据库中,去除那些集中在虹膜区域(见图 1a)或有遮挡(见图 1b)的数据,选择合适的数据(见图 2)作为训练的正样本,负样本可以任意选取。

基金项目:国家科技重大专项基金项目(2012ZX03005018);中国科学院战略性先导科技专项(XDA06040300)



a 集中在虹膜区域 b 有遮挡

图1 不合适的正样本

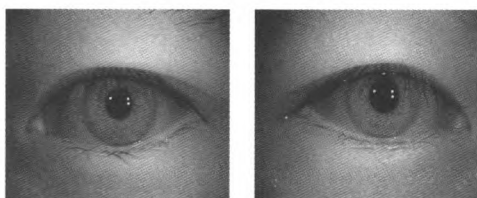


图2 合适的正样本

1.2 Haar-like 特征

选择合适的矩形特征对人眼检测的正确性至关重要,出于鲁棒性和实时性的考虑,本文使用如图3所示的一组Haar-like矩形特征对图像进行训练。矩形特征分为3种:边缘特征、对称特征和中心特征。

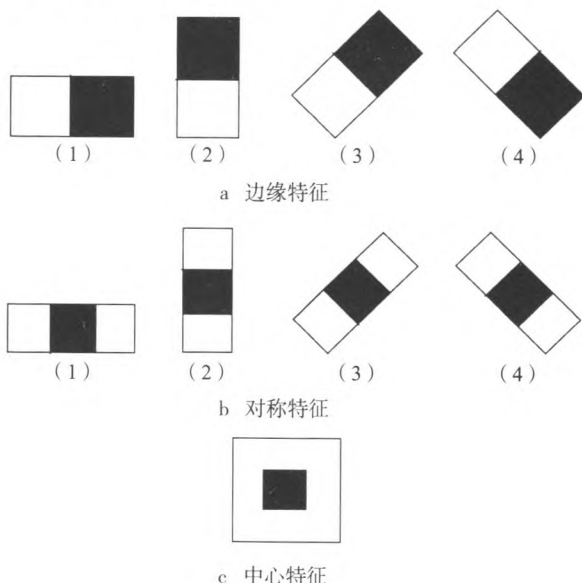


图3 Haar-like 矩形特征

为了避免每次计算特征值都要统计矩形内所有像素之和,采用由 Paul Viola^[5]提出的图像表示方法——积分图像,这样可以大大降低训练时间。

1.3 构造强分类器

1.3.1 Adaboost 算法

Adaboost 算法是 Freund 和 Schapire 首先提出来的,其本质是通过不断地改变训练集中样本的权重分布,将弱分类器提升为具有更强分类能力的强分类器。

最简单的弱分类器^[56]形式如下

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

Adaboost 算法的每次迭代过程是不断降低被正确分类的样本权重,相应的错误样本的权重上升,在下次迭代过程中更加重视没有被正确分类的样本。随着迭代次数的增加,组成的强分类器就有更小的错误率,而相应的训练时间也会增加。

1.3.2 改进的 Adaboost 算法

在构造强分类器前,必须对训练样本集进行归一化,大小归一化为 20×20 ,像素归一化可以减小光照对训练结果的影响。

每一个矩形特征都对应一个弱分类器,所以弱分类器数量是相当庞大的,例如,经过大小归一化后的图像,仅边缘特征(图3a的(1))数量就达到42000个。为了提高训练效率,本文从样本矩形特征搜索范围入手减少特征数量。

对于边缘特征来说,样本训练的最优弱分类器,最有可能出现在样本的边缘。所以,本文做了以下改进:把搜索范围由图4中的(1)分为(2)和(3);对于中心特征,搜索范围由图5中的(1)变为(2)。矩形特征数量减少,训练效率明显提高。

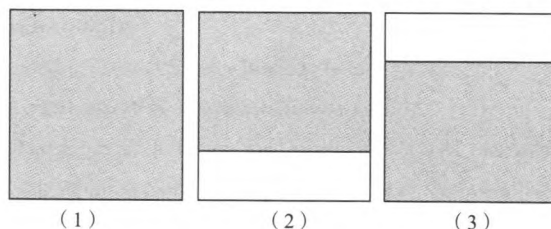


图4 边缘特征搜索范围

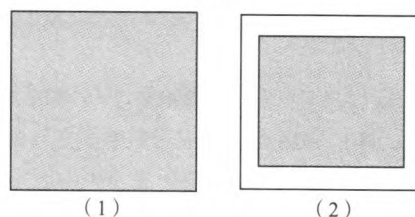


图5 中心特征搜索范围

如图6所示,引入搜索系数 λ_1 和 λ_2 表示搜索范围, $\lambda_1 = \frac{d}{L}$, $\lambda_2 = \frac{2d}{L}$ 。

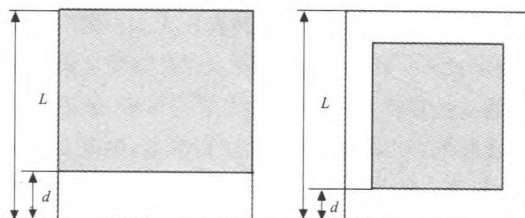


图6 参数示意图

以图4中边缘特征(1)为例,特征数量如表1所示。

建议 $0.25 < \lambda_1 \leq 0.35$, $0 < \lambda_2 \leq 0.30$ 。

1.4 强分类器级联

强分类器级联算法采用 Paul Viola 和 Michael J. Jones 提出的级联算法^[5]。

表1 边缘特征数量

λ_i	(2) + (3)
0.20	48 000
0.25	42 000
0.30	36 400
0.35	31 200
0.40	26 400

在级联强分类器之前,首先确定最终级联系统的误检率 F_{target} ,每一层强分类器的最小检测率 d 和最大误检率 f 。至此,就组成满足初始参数设置的一个级联强分类器。

2 实验结果分析

本文在 CASIA 虹膜数据库中选择 7 000 个正样本,7 000 个负样本,其中一半作为训练集,一半作为测试集。训练得到 18 级强分类器,233 个弱分类器,本文算法搜索的特征值数量减少,相应的训练用时为 35 h,是传统 Adaboost 算法的 20 倍以上。

在虹膜数据库中随机选取正样本,任意非人眼样本作为负样本,进行人眼检测实验,实验结果如表 2 所示。

表2 检测精度实验结果

样本类型	检测数量	检测率/%
正样本	1 500	96.2
	2 000	95.1
负样本	500	91.8
	1 000	91.0

文献[7]对 Adaboost 算法的改进是以牺牲检测性能来换取训练效率,而且文献[7]算法中只用到边缘特征中的一类,本文算法所用的特征种类多,对最终的检测率和误检率基本没有影响。

选取 500 个正样本,500 个负样本,本文与 CUI 等^[8]基于外观的虹膜检测算法相比,检测结果如表 3 所示。

从以上的实验结果分析可以看出,本文对传统算法的改进,使得训练时间大幅减少,对检测率和误检率基本没有影响。

表3 检测结果对比

算法	正样本检测率/%	负样本检测率/%
本文算法	91.2	90.6
文献[8]算法	90.1	89.7

3 结束语

针对疲劳检测系统用于车内环境背景比较单一的问题,本文首次提出直接定位人眼,引入搜索系数对传统 Adaboost 算法进行改进。下一步对算法进行优化用于疲劳检测系统中。

参考文献:

- [1] GRACE R,BYRNE V E,LEGRAND J M. A machine vision based drowsy driver detection system for heavy vehicles[EB/OL]. [2014-01-17]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/showciting?cid=4007209>.
- [2] 周玉斌. 驾驶员瞌睡的视频检测研究[J]. 北京生物医学工程, 2003,22(1):30-33.
- [3] 郑培,宋正河,周一鸣. 基于 PERCLOS 的机动车驾驶员驾驶疲劳的识别算法[J]. 中国农业大学学报,2002,1(2):104-109.
- [4] 李衡峰,夏利民,叶剑波. 一种新颖的眼部状态识别方法[J]. 计算机工程,2005,31(6):166-170.
- [5] VIOLA P,JONES M. Robust real-time face detection[J]. International Journal of Computer Vision,2004,57(2):137-154.
- [6] VIOLA P,JONES M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features [C]//Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. Kauai,Hawaii,USA:IEEE Press,2011:511-518.
- [7] 钱志明,徐丹. 一种 Adaboost 快速训练算法[J]. 计算机工程, 2009,35(20):187-188.
- [8] CUI Jiali,MA Li,WANG Yunhong,et al. An appearance-based method for iris detection[C]//Proc. 6th Asian Conference on Computer Vision. Jeju,Korea:ACCV,2004:1091-1096.

责任编辑:任健男

收稿日期:2014-05-17

央视将与中移动合作建设 4G 视频传播中心

12月24日,中央电视台与中国移动通信集团公司在北京正式签署战略合作框架协议,合作建设4G视频传播中心,全面开展4G业务合作。

据介绍,在项目合作中,央视将建设4G手机电视内容聚合与集成播控平台,负责信源的聚合与播控,中移动负责建设4G手机电视分发平台及运营支撑系统,发挥前者的信息、内容和品牌优势,以及后者的渠道、平台、服务优势,以优秀的视频内容,弘扬社会主义核心价值观,传递正能量,更好满足人民群众在4G时代对网络视频的新需求、新期待。

目前,中国手机视频用户增长迅猛,4G的广泛应用将为移动视频带来巨大的发展空间和广阔前景。中央电视台台长胡占凡在签约仪式上表示,建设4G视频传播中心,开展全面4G战略合作,是央视积极适应4G发展的新形势,利用新技术、发展新业态、提供新服务、占领新阵地,构建立体多样、融合发展的现代传播体系的重要举措。

中国移动董事长奚国华表示,4G视频传播中心将极力保证内容的安全和绿色,充分传播正能量;同时,将积极探索合作模式,大力推进创新,创造更多的业务形态,吸引更多的用户关注;此外,还将带动产业上下游共同发展,助力国民经济的健康发展。