

人眼状态跟踪系统

常旺

(厦门大学计算机科学系, 福建 厦门 361005)

摘要:在驾驶员疲劳检测中, 基于 PERCLOS^[1] (percentage of eyelid closure) 的疲劳检测方法是最实用和可靠的, 该方法的关键点就是对驾驶员眼睛的状态进行实时、准确的跟踪。本文提出了一种新颖、简单的人眼状态的判别算法, 通过对人眼状态的几何特征进行分析进而判断人眼的睁闭状态, 并以此为基础建立人眼状态跟踪系统。

关键词: 疲劳检测; 眼睛睁闭状态; 几何特征

DOI: 10.16640/j.cnki.37-1222/t.2016.02.210

1 引言

鉴于检测并及时预警驾驶员疲劳驾驶的重要性, 众多科研院所和相关公司推出了一些比较有效的检测方法。白中浩^[2]选取驾驶员的2个面部特征(眼睛和嘴巴)对驾驶员状态进行判断, 具有较高的准确性和鲁棒性。刘刚^[3]根据睁眼、闭眼 LBP 矩阵匹配数值关系判断眼睛睁闭状态, 检测速度快, 并在嵌入式设备上取得良好效果。在本文通过对眼睛状态几何特征进行分析, 从而能简单快速的对判断眼睛状态进行判断并进行跟踪。

2 人脸定位和眼睛定位算法

在对眼睛定位之前先定位人脸可以减少眼睛定位所需要的搜索空间, 提高检测速度, 同时排除背景因素的干扰, 提高眼睛定位的鲁棒性。Paul Viola 和 Michael Jones^[4]提出基于 Haar 特征的 Cascade 级联分类器的人脸检测方法, 让人脸检测技术真正走向了实用。该方法检测速度快、鲁棒性高, 正面人脸的检测准确率能达到 95% 左右。该方法主要包含三大部分: (1) 用 Haar 特征来表征人脸, 利用积分图实现对 Haar 特征的快速计算; (2) 利用 Adaboost 算法训练得到大量弱分类器, 再将弱分类器加权叠加构造出强分类器; (3) 将训练得到的强分类器串联形成一个级联分类器, 这种级联结构能够有效地提高人脸分类器的检测速度。该方法不仅适用于人脸检测, 也适用于其他物体检测, 经过眼睛样本训练后的眼睛定位分类器也可以实现快速眼睛检测。

3 图像自适应分割

在得到眼睛区域的图像后, 我们需要过滤掉非眼睛像素获得二值图像, 由于不同光照条件下, 人眼区域的灰度值也会发生变化, 如果把阈值固定在某个值, 则不能获得比较满意的人眼轮廓。所以我们根据整个图像的灰度情况, 动态改变阈值。阈值的选择是根据不同光照条件下设定的。

4 眼睛状态检测

眼睛状态识别是驾驶员疲劳检测中的一种关键技术。根据特征提取和分类模型主要分为两类: 一是基于外貌特征的眼睛状态判别方法, 二是基于统计学习的眼睛状态判别方法。我们主要关注的是基于外貌特征的眼睛状态判别方法。首先人眼睁开时眼睛灰度存在一定的分布特征, 利用这种特征可以确定大部分眼睛的睁闭状态。当眼睛灰度分布特征, 不能进行判断时, 我们可以利用眼睛形状类椭圆性质进行判断。

(1) 眼睛灰度分布特征。从图 1(a) 中可以看到睁眼时人眼轮廓和虹膜比其他区域的颜色要深, 在二值图像中尤其明显。在闭眼时眼睑成下凹形曲线, 且颜色更深如图 1(c) 所示。在二值图中找到眼睛的两个内角点并用直线连接的时候, 当睁眼时(如图 1(b)), 在红线上方的黑色的像素数比红线下方的要多。当闭眼时(如图 1(d)), 在红线下方的黑色像素比红线上方的要多。因此, 我们可以通过求出眼睛的内角点即最左端点 $Lp(x_1, y_1)$ 和最右端点 $Rp(x_2, y_2)$, 并以这两点建立直线方程 L 如下:

$$\begin{aligned} L &= a \cdot x + b \\ a &= (y_1 - y_2) / (x_1 - x_2) \quad (1) \\ b &= y_1 - a \cdot x \end{aligned}$$

分别统计二值图像中, 在直线 L 上方黑色像素的个数 N_{up} , 在直线 L 下方黑色像素的个数 N_{down} 。如果 $N_{up} - N_{down} > T_1$ (T_1 为阈值) 则判定眼睛状态为睁开, 否则判定眼睛状态为闭合。

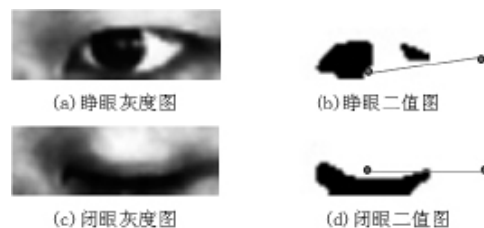


图 1 人眼状态图

(2) 眼睛形状类椭圆性。当遇到如图 2 所示的情形时, 因为眼睛的灰度分布比较均匀, 很难用特性 1 判断眼睛的睁闭状态。一般通过计算上眼睑和下眼睑的距离来进行判断, 但由于下眼睑的灰度跟它周围像素的灰度比较接近, 所以很难准确的进行判断。我们眼睛睁开时, 我们发现眼睛睁开时的形状类似椭圆。当眼睛睁地越大, 椭圆的离心率越小, 此时表明人更有活力。当眼睛半睁时, 椭圆的离心率越大, 椭圆看上去更扁。我们用椭圆拟合眼睛的形状, 进而通过其离心率来判断眼睛的状态。Jun-bin Guo^[5]把眼睛的睁开程度定义为 $C_{open} = 1/E$ (E 表示椭圆的离心率), 则 $C_{open} > 1$, 当 C_{open} 值越小, 说明眼睛睁地越小, 当 C_{open} 小于某个阈值时判定为闭眼状态。

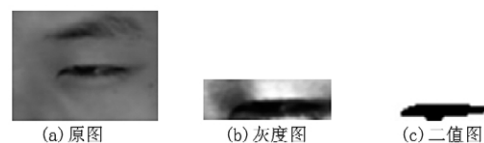


图 2 眼睛半睁时的图像

5 结束语

本文通过利用眼睛睁闭时的几何特征判断眼睛的状态, 具有简单快速的特点。并以此建立了一个利用 harr 分类器确定人脸和眼睛区域, 再利用眼睛睁闭时的几何特征对眼睛状态进行跟踪的系统。通过模拟实验对该系统进行了测试, 准确率高, 实时性好。对于在真实环境中, 该系统的鲁棒性还需进一步认证。

参考文献:

- [1] 白中浩, 焦英豪, 白芳华. 基于主动形状模型及模糊推理的驾驶员疲劳检测[J]. 仪器仪表学报, 2015(04).
- [2] 刘刚. 基于眼睛状态判断的疲劳检测[D]. 大连: 大连理工大学, 2013.
- [3] Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, computer vision and pattern recognition, 2001

作者简介: 常旺(1988-), 男, 湖南岳阳人, 硕士研究生, 研究方向: 计算机视觉。