

基于嘴唇色度 Fisher 分类的驾驶疲劳视觉检测

孙伟¹ 张小瑞¹ 唐慧强¹ 张为公²

摘要

为提高驾驶疲劳检测的准确率和可靠性,利用唇色和肤色的色度分布差异,挑选3个典型颜色特征构建 Fisher 分类器用于提取唇色区域.采用区域连通算法对二值唇色区域进行滤波处理,运用改进积分投影算法确定嘴唇边界,根据嘴巴开合度及打呵欠频率判断驾驶员是否疲劳.实验结果表明:基于3个颜色特征构建的 Fisher 分类器在唇色提取效果上明显优于单一颜色特征的提取效果;改进的积分投影算法能提高嘴唇边界定位的精度和速度;基于打呵欠频率的驾驶疲劳检测方法具有更优的检测准确率和可靠性.融合多个典型颜色特征可改善唇色提取的鲁棒性和可靠性,有助于驾驶疲劳检测效果的提高.

关键词

驾驶疲劳; 机器视觉; 色度; 颜色特征; Fisher 分类器

中图分类号 TP391.4

文献标志码 A

收稿日期 2011-03-28

资助项目 国家科技支撑计划(2009BAG13A-04);江苏省高校自然科学基金(11KJB46-0006);南京信息工程大学科研基金(20100384;20100383)

作者简介

孙伟,男,博士,从事机器视觉、汽车主动安全检测技术的研究. sunweixinxiang@tom.com

1 南京信息工程大学 信息与控制学院,南京,210044

2 东南大学 仪器科学与工程学院,南京,210096

0 引言

生理学的最新研究结果表明,频繁的打呵欠同驾驶疲劳之间存在较强的相关性^[1-2],且驾驶员在打哈欠时,嘴部是整个人脸变化最剧烈的区域,其几何特征变化也最明显.因此,通过实时检测驾驶员嘴部状态的变化对驾驶员是否疲劳进行识别,能提高驾驶疲劳检测的准确率和可靠性^[3].

嘴部区域的准确、快速检测是识别驾驶疲劳的前提和基础,研究者们提出了很多方法.概括起来,主要可分为2类:一类是基于灰度图像的方法;而另一类是基于嘴唇彩色图像的方法.对于前者,比较常用的是基于 Snake 模型^[4]的嘴部边缘提取算法,但其计算复杂度高,容易受嘴部周围胡须的干扰,且在光照变化的情况下,常造成嘴部边缘缺失和梯度较弱的缺陷;而后者由于彩色图像能够提供更丰富、更全面的信息,已越来越受到人们的重视.如 Alan 等^[5]提出利用 CIELAB 颜色空间和模糊聚类的方法对嘴唇区域进行分割;张志文等^[6]利用直方图分析 R 、 G 、 B 色度分量在肤色和唇色中的分布特性,提出了一种唇部检测算法.但它们都仅使用一种色度差异颜色特征向量,面向复杂交通环境进行嘴唇分割和定位的适应能力和鲁棒性均较差.

鉴于上述方法的优缺点,本文根据彩色图像中 R 、 G 、 B 色度分量在唇色和肤色区域分布的差异,选择3个颜色特征向量,利用 Fisher 分类器提取唇色区域.在唇色提取的基础上,对经 Fisher 分类并阈值分割后的二值图像进行滤波和区域连通处理;然后利用改进积分投影算法确定嘴唇的边界,并由此计算嘴巴的开合度;将一定时间内嘴巴持续张开的图像帧数跟总图像帧数的比值定义为打呵欠频率,并将其作为驾驶员是否驾驶疲劳的判断依据;最后通过实车实验验证本文算法的有效性.

1 唇色区域检测

1.1 总体检测方案

唇色区域的检测是嘴部疲劳特征提取的关键,其检测过程总体上分为离线训练和在线检测2个阶段.在离线训练阶段,首先采集一定数量的肤色和唇色像素样本,合理选择并计算能有效区分肤色和唇色的3个颜色特征向量;然后对每个样本的颜色特征向量进行

Fisher 线性变换, 确定最佳投影向量, 并将其作为在线检测阶段 Fisher 线性判别所用的最佳分类器. 确定好 Fisher 线性分类器后就进入在线检测阶段, 首先根据嘴巴在人脸上的几何先验知识确定嘴部的感兴趣检测区域; 接着计算当前待检区域各像素的 3 个颜色特征向量; 然后利用 Fisher 线性分类器实现对唇色区域的分割和提取. 总体检测流程见图 1.

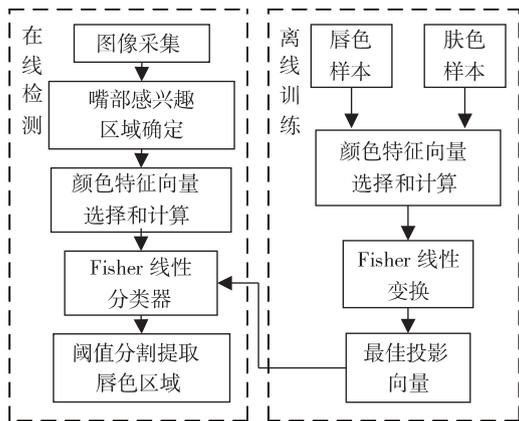


图 1 唇色区域检测流程

Fig. 1 Flow chart of lip color area detection

1.2 嘴部感兴趣区域确定

假定脸部图像的坐标原点 A 在左上角, 根据嘴部区域在人脸几何分布上的先验知识^[6], 在人脸检测的基础上^[7] 将式 (1) 确定的检测区域 $EFGH$ 作为嘴部的感兴趣区域, 如图 2 所示.

$$\begin{cases} 0.2W_F \leq W_M \leq 0.8W_F, \\ 0.667H_F \leq H_M \leq 0.9H_F. \end{cases} \quad (1)$$

其中 W_F, H_F, W_M, H_M 分别表示脸部区域的宽度和高度、嘴部感兴趣区域的宽度和高度.

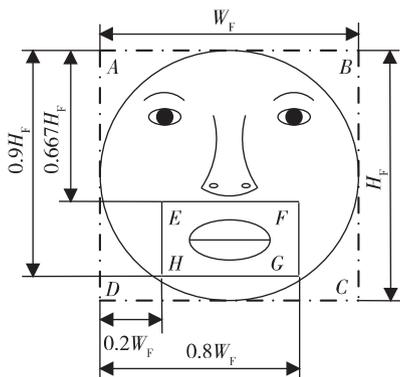


图 2 嘴部感兴趣区域

Fig. 2 ROI of mouth

1.3 颜色特征向量选择和计算

RGB 颜色空间中各色度分量在肤色和唇色中的分布特性存在较明显差异, 据此可将唇色区域从肤色中提取出来. 通过对大量的人脸图像进行色度分析发现, 唇色像素点的 R, G 分量的比值介于一定的阈值范围内; 统计分析发现, R 分量在肤色和唇色中都占有最大的比例, B, G 分量在唇色中的分布比较相近, 但在肤色中 G 分量的比例明显大于 B 分量. 对于不同人种(文中只研究黄色人种), 色度分布稍有不同, 肤色和唇色差异主要存在于 G, B 分量^[8]. 因此, 可选择 R/G 和 G/B 组成特征向量用于唇色和肤色的分类.

进一步的研究发现, 虽然 R/G 和 G/B 颜色特征向量能够基本上检测出唇部, 但是没有很好地解决光线、胡须等因素的影响; 另外, 对于黄色人种在进行唇色和肤色的分类时, 效果不太令人满意^[6].

为了最大限度地利用肤色和唇色中各色度分量的差异来检测唇部, 在保留 G, B 分量分布差异的同时, 加入对 R, G 分量分布差异的考虑. 基于上面的分析, 利用式 (2) 可以区分肤色像素点和唇色像素点:

$$\left| \frac{G - B}{R - G} \right| < T_{RGB}. \quad (2)$$

式 (2) 中, T_{RGB} 为肤色和唇色的阈值, 对于肤色像素点, 分式的分子较大而分母较小, 整个分式的值较大, 而唇色像素点则恰恰相反.

因此, 根据颜色特征向量在肤色和唇色区域的聚类特性, 本文选择 $R/G, G/B$ 和 $\left| (G - B) / (R - G) \right|$ 组成颜色特征向量 X 并利用 Fisher 线性分类器对肤色和唇色进行有效分割, 其中 $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, $x_1 = R/G, x_2 = G/B, x_3 = \left| (G - B) / (R - G) \right|$.

1.4 基于 Fisher 分类器的嘴部唇色提取

在利用颜色特征向量 X 将唇色从肤色中提取出来的分类中, Fisher 分类器能够寻找一个最佳投影向量 w^* , 使 Fisher 准则函数 $J_F(w)$ 的值最大^[9], 将颜色特征向量投影到 w^* 上后, 根据决策阈值 y_T , 唇色和肤色区域能够很好地区分出来. 具体实现步骤如下.

1) 利用肤色和唇色样本计算最佳投影向量.

$$w^* = S_w^{-1} (m_1 - m_2). \quad (3)$$

其中, S_w 为总类内散度矩阵 $S_w = S_1 + S_2, S_k =$

$\sum_{X \in w_k} (X - m_k)(X - m_k)^T$ $k = 1, 2$. w_1 代表唇色类, w_2 代表肤色类. m_1 和 m_2 分别为肤色和唇色样本的均值向量.

2) 根据最佳投影向量 w^* , 计算在一维 Y 空间上的分割阈值:

$$y_T = \frac{N_1 \tilde{m}_1 + N_2 \tilde{m}_2}{N_1 + N_2}. \quad (4)$$

其中, $\tilde{m}_k = \frac{1}{N_k} \sum_{Y \in w_k} Y$, $Y = w^{*T} X$ $k = 1, 2$. N_1 和 N_2 分别为唇色和肤色的像素个数.

3) 根据分割阈值 y_T , 利用式 (5) 对嘴部感兴趣区域图像进行二值化处理

$$B(i, j) = \begin{cases} 1 & Y \geq y_T, \\ 0 & Y < y_T. \end{cases} \quad (5)$$

其中 $B(i, j)$ 表示嘴部感兴趣区域第 i 行第 j 列处的像素灰度值.

为了保证 Fisher 分类器的稳健性, 样本的选择至关重要, 应尽可能在各种光照条件下挑选样本并尽量包含各种嘴部开合状态. 本文选择 10 名受试者分别在不同光照条件和不同嘴部状态下的 20 幅脸部图像数据作为训练样本, 用 Matlab 7.0 软件手动选取唇色和肤色像素存入唇色和肤色训练集, 然后采用上述方法进行训练, 利用求出的 Fisher 分类器, 对各样本的颜色特征向量进行投影变换, 因此, 获得的数据具有一定的典型性. 投影后样本在一维 Y 空间上的分布如图 3 所示.

从图 3 中可看出, 唇色样本和肤色样本被明显的分割在 y_T 的两侧, y_T 的大小用蓝色虚线表示, 利用阈值 y_T 很容易将唇色样本和肤色样本较好地分割开来.

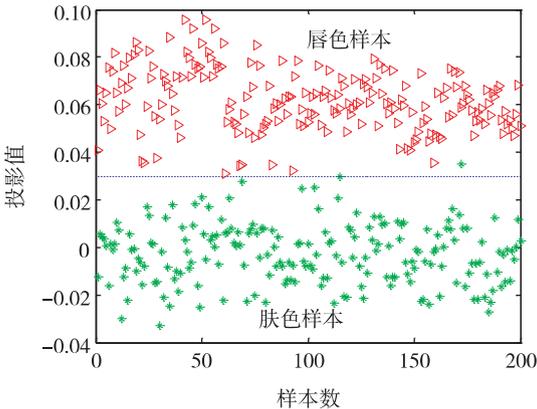


图3 样本 Fisher 变换后的投影结果

Fig. 3 Sample projection after Fisher transformation

2 嘴唇边界确定

采用基于区域连通的二值图像滤波算法对经 Fisher 变换并阈值分割后的二值图像进行区域连通滤波处理, 滤掉椒盐噪声, 然后利用改进积分投影算法确定上嘴唇的上边缘和下嘴唇的下边缘之间的距离, 以及左右嘴角的距离.

2.1 基于区域连通的二值图像滤波

二值化后的图像在嘴部区域周围不可避免地会产生一些离散的噪声点, 影响嘴部区域检测的准确性和可靠性. 采用基于区域连通的二值图像滤波方法可有效地滤除噪声点, 具体运算过程如下.

1) 构建 3×3 滑动模板, 作为嘴部感兴趣区域检测的滤波器.

2) 用上述滑动滤波器遍历整个嘴部感兴趣区域, 按式 (6) 计算模板掩模下的灰度值为 1 的唇色像素个数之和, 其中 p, q 为整数.

$$N_s(i, j) = \sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 B(i+p, j+q). \quad (6)$$

3) 根据式 (6) 的计算结果对二值图像进行连通性分析, 若 $N_s(i, j) \geq N_{th}$, 令 $B(i, j) = 1$; 否则令 $B(i, j) = 0$, 其中 N_{th} 为设定阈值. 通过实验分析, 当 $N_{th} = 4$ 时可获得理想的滤波效果.

由于真正的嘴部边缘像素是大片连续的, 而噪声点则是离散的, 因此通过上述运算过程对每个候选唇色像素 3×3 邻域内灰度值为 1 的像素个数进行统计, 并根据连通域内像素个数的多少判断该候选像素点是否为噪声点, 不仅能有效去除一些零散的椒盐噪声, 且能使二值图像中唇部候选区域连通起来, 改善嘴唇边界的定位效果.

2.2 改进积分投影算法确定嘴唇边界

传统积分投影算法^[10]首先计算嘴部感兴趣区域内每一行(列)中唇色像素的个数之和, 然后将像素个数之和变化最大的那两行(列)作为嘴唇的边界, 而本文不仅考虑当前行(列)唇色像素个数之和, 而且综合考虑前一行(列)和后一行(列)唇色像素个数之和. 根据前一行(列)、当前行(列)及后一行(列)唇色像素个数之和的变化规律, 利用唇色像素在感兴趣区域分布的先验知识, 先自上而下确定嘴唇区域上(左)边界, 再自下而上确定嘴唇区域下(右)边界. 改进算法的具体实现过程如下.

1) 从嘴部感兴趣区域 $EFGH$ 的最上方一行像素开始向下搜索, 逐行从左至右统计每行中灰度值

等于 1 的像素个数,并将第 i 行中灰度值为 1 的像素个数之和存放在数组 $N_c[i]$ 中,规定嘴部感兴趣区域的最上方一行为第 0 行,即 $i=0$,每搜索统计完一行后 i 自动加 1.

2) 从嘴部感兴趣区域 $EFGH$ 的最上方一行像素开始,自上而下对图像中当前第 i 行、第 $i+1$ 行及第 $i+2$ 行灰度值等于 1 的像素个数之和进行统计计算,如果

$$1 < N_c[i] \leq 3 \text{ 且 } N_c[i+1] > (N_c[i] + 5) \text{ 且 } N_c[i+2] \geq N_c[i+1], \quad (7)$$

则表明程序已检测到上嘴唇的上边缘,停止检索.用变量 C_U 记录当前行的行坐标值 i ,并令 $C_U = i$.

3) 从嘴部感兴趣区域 $EFGH$ 的最下方一行像素开始,自下而上对图像中当前第 i 行、第 $i-1$ 行及第 $i-2$ 行灰度值等于 1 的像素个数之和进行统计计算,如果

$$1 < N_c[i] \leq 3 \text{ 且 } N_c[i-1] > (N_c[i] + 5) \text{ 且 } N_c[i-2] \geq N_c[i-1], \quad (8)$$

则表明程序已检测到下嘴唇的下边缘,停止搜索.用变量 C_L 记录当前行的行坐标值 i ,并令 $C_L = i$.

4) 利用确定的上嘴唇上边缘和下嘴唇下边缘所在的行坐标,根据式(9)计算上嘴唇上边缘与下嘴唇下边缘之间的距离

$$H_m = C_L - C_U. \quad (9)$$

5) 同理,根据上述算法,确定嘴唇左右边界所在的列坐标值 L_L 和 L_R ,根据式(10)计算左右边界的宽度

$$W_m = L_R - L_L. \quad (10)$$

3 嘴部疲劳特征参数提取与计算

3.1 嘴巴开合状态判别

根据上下嘴唇边缘和左右嘴角边缘,利用式(11)计算嘴巴的开合度 R_m ,根据 R_m 的大小和预先设定的阈值 T_{R_m} ,判断驾驶员嘴巴是张开还是闭合.当 $R_m \geq T_{R_m}$ 时,表明驾驶员正处于打呵欠状态;否则当 $R_m < T_{R_m}$ 时,嘴巴处于闭合或一般的说话状态.

$$R_m = H_m / W_m. \quad (11)$$

3.2 打呵欠频率计算

生理学的研究表明驾驶员在将要发生疲劳时,打呵欠的次数明显增多,因此,本文将驾驶员在一定时间 T_m 内打呵欠时嘴巴持续张开的图像帧数 n_{mo} 跟总图像帧数 N_m 的比值定义为打呵欠频率 P_m ,并将其作为嘴部疲劳特征参数来判断是否有疲劳发

生^[11].当驾驶员打呵欠的次数越多,嘴巴张开持续的时间越长, P_m 的值就越大,相应的驾驶员就越疲劳.打呵欠频率 P_m 可根据式(12)求得.

$$P_m = n_{mo} / N_m. \quad (12)$$

4 实验与分析

实验在 CPU 为 D 2.80 GHz,内存为 2.00 G 的 PC 机上运行,算法用 C 语言实现.分别利用型号为 WV-CP480/CH 的彩色摄像头、DH-QP300 的图像采集卡和 H2Z4516CS 的镜头,实时采集驾驶员面部图像.

4.1 唇色提取

为验证本文基于多颜色特征的唇色提取算法的有效性,将其检测效果同基于单一颜色特征的唇色提取算法进行比较,如图 4 所示.由图 4 可见:当驾驶员打呵欠时,基于 R/G 和 G/B 颜色特征的唇色提取方法虽然能较好地地区分唇色和肤色,但不能将唇色同舌头和上腭颜色有效地区分开来;而本文基于多颜色特征的唇色提取算法能够很好地将唇色像素从复杂的背景中提取出来,特别是在驾驶员脸部旋转、光线昏暗的情况下仍能准确、完好地检测到唇色区域.

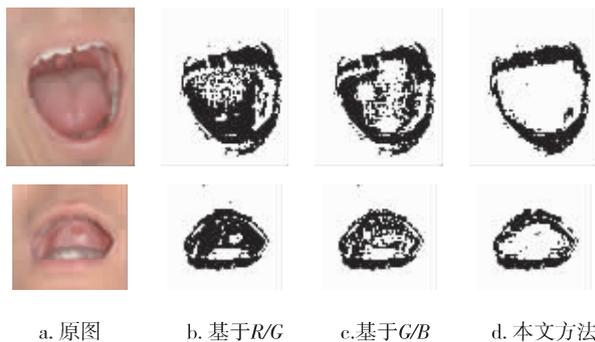


图 4 3 种颜色特征的唇色提取效果对比

ig. 4 Lip color extraction results based on three color characters

4.2 嘴唇边界定位

嘴唇边界的准确、快速定位直接决定后续嘴部开合度的计算和疲劳状态的判定,同时也影响到系统整体实时性的提高.将本文改进积分投影算法的嘴唇边界定位效果同传统积分投影算法进行比较,如图 5 所示.

从图 5 中可以看出,在唇色提取受舌头和上腭颜色影响较大的情况下,由于舌头区域处的噪声点较多并跟上嘴唇之间有一定的空隙,造成感兴趣区



图5 嘴部边界定位效果对比

Fig. 5 Performance comparison of mouth boundary location

域内行像素和之差的最大值落在舌头区域处,因而传统方法会误将嘴唇上边界定位到舌头区域.改进积分投影算法由于综合考虑当前行(列)、前一行(列)和后一行(列)唇色像素个数,充分利用嘴唇边缘像素空间分布的先验知识,先自上而下确定上嘴唇边缘,再自下而上确定下嘴唇边缘,一旦确定了嘴唇上下边缘后算法即可终止,嘴内舌头区域处的像素就不予考虑.因而,即使在唇色提取受舌头和上腭颜色影响较为严重的情况下,改进积分投影算法仍能准确可靠地定位嘴唇边界.

4.3 驾驶疲劳实时检测

在各种光照条件下,实时采集驾驶员面部视频图像,对上述嘴部边界检测算法进行验证.部分检测结果如图6所示,其中图6a—h中任意一组中从左至右的4幅图像依次为由几何先验知识获得的原始图像、利用Fisher变换并经阈值分割后的二值图像、区域连通后的图像和嘴唇边界定位图像.

利用式(11)计算图6所示图像嘴巴开合度的大小,计算结果如表1所示.可看出,驾驶员在打呵欠时,嘴巴开合度值明显大于嘴巴闭合或正常说话时的值,因此只要选择恰当的阈值,就可对驾驶员是否打呵欠进行有效判断.实验采集20名驾驶员分别在打呵欠、嘴巴闭合或说话时的1000幅嘴部图像,并计算其嘴巴开合度,再对每种状态的计算结果进行统计,确定嘴巴开合度阈值 T_{R_m} 的大小为0.71,根据所得阈值即可将打呵欠的图像帧准确识别出来.

驾驶疲劳是一个渐进累积的过程,基于单帧图像提取嘴部几何特征来识别是否疲劳的方法都存在一定的局限性,因为驾驶员在咳嗽或大笑时,嘴部都有可能张开很大,但这些情况下嘴巴张开的持续时间有较大差别.因此,本文将驾驶员在20s内嘴巴持续张开的图像帧数跟总图像帧数的比值定义为打呵

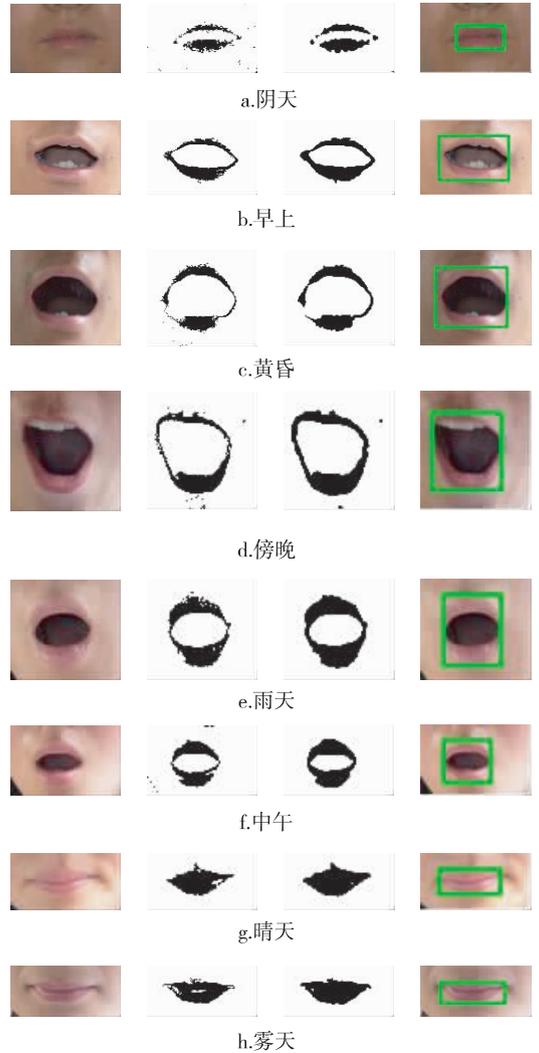


图6 各种光照条件下的嘴部检测结果

Fig. 6 Mouth detection results under various illumination

表1 嘴巴开合度计算结果

Table 1 Calculation results of the open-close degree of mouth

图号	H_m (像素)	W_m (像素)	R_m	嘴部状态
图6a	22	45	0.489	闭合
图6b	45	71	0.634	说话
图6c	64	75	0.853	打呵欠
图6d	49	44	1.114	打呵欠
图6e	43	36	1.194	打呵欠
图6f	24	30	0.800	打呵欠
图6g	15	38	0.395	闭合
图6h	17	53	0.321	闭合

欠频率,根据呵欠频率的大小判断是否有疲劳发生.仿真实验表明:将呵欠频率的阈值设定为65%时,驾驶疲劳的准确识别率最高,可达到98%;同时,还可

根据呵欠频率值的大小确定疲劳的严重程度并进行分级报警。

利用本文提出的算法,对 10 名驾驶员在不同光照条件下的疲劳状态进行检测,实车模拟实验结果表明:疲劳检测准确率达到 98%,每帧图像平均耗时 38 ms,误检率为 2.9%,能够满足驾驶疲劳实时、可靠检测的需要。利用 CCD 摄像头采集同一环境条件下驾驶员的面部图像,同基于眼部和头部疲劳特征的视觉检测算法相比,本文基于嘴部疲劳特征的检测算法性能最优;基于眼部特征的检测方法由于易受眉毛和睫毛的干扰,眼部区域的定位和特征提取都比较复杂,且难以对戴眼镜的驾驶员进行疲劳检测;基于头部特征的检测方法,因头部疲劳特征不太明显,不同驾驶员头部运动情况的个体差异较大,疲劳检测的准确率和鲁棒性均较差。3 种检测方法的性能对比如表 2 所示。

表 2 驾驶疲劳检测方法性能比较

Table 2 Performance contrast of the driving fatigue detection methods

检测方法	准确率/%	平均耗时/ms	漏检率/%	鲁棒性
基于眼部特征 ^[12]	92.4	52.9	4.8	一般
基于头部特征 ^[13]	87.6	53.9	5.8	一般
本文算法	98.0	38.0	2.9	好

5 结论

基于唇色和肤色的色度分布差异,合理选择 3 个典型颜色特征构建 Fisher 分类器,从而获得更多的信息量对唇色和肤色区域进行分割,增强了在复杂环境下嘴部疲劳特征提取的可靠性和自适应能力。采用改进积分投影算法,综合考虑当前行(列)、前一行(列)和后一行(列)唇色像素个数,充分利用嘴唇边缘像素空间分布的先验知识来确定嘴唇边界,可有效解决嘴内舌头、上唇等类唇色区域带来的嘴唇边界定位不准问题,不仅加快了嘴唇边界的定位速度,而且提高了定位的准确性和可靠性。根据嘴巴开合度及嘴巴持续张开的图像帧数,将打呵欠频率作为是否驾驶疲劳的判断标准提升了疲劳检测的准确率和可靠性。

参考文献

References

[1] Guggisberg A G, Mathis J, Herrmann U S, et al. The

functional relationship between yawning and vigilance [J]. Behavioural Brain Research, 2007, 179 (1): 159-166

- [2] van den Berg J, Landstrom U. Symptoms of sleepiness while driving and their relationship to prior sleep, work and individual characteristics [J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2006, 9 (3): 207-226
- [3] Noor H, Ibrahim R. Image processing using eyelid blinking and mouth yawning to measure human's fatigue level [C]//Proceeding of the 3rd Asia International Conference on Modelling and Simulation 2009: 326-331
- [4] Ramage M, Lindsay E. Wrapping snakes for improved lip segmentation [C]//Proceeding of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Taipei 2009: 1205-1208
- [5] Rohani R, Alizadeh S, Sobhanmanesh F, et al. Lip segmentation in color images [C]//Proceeding of the International Conference on Innovations in Information Technology 2008: 747-750
- [6] 张志文, 沈海斌. 基于色度分布差异性的唇部检测算法[J]. 浙江大学学报:工学版, 2008, 42(8): 1355-1359
ZHANG Zhiwen, SHEN Haibin. Lip detecting algorithm based on chroma distribution diversity [J]. Journal of Zhejiang University: Engineering Science, 2008, 42(8): 1355-1359
- [7] 徐全生, 李美怡. 人脸图像特征点的定位与提取方法的研究[J]. 沈阳工业大学学报, 2007, 29(1): 90-94
XU Quansheng, LI Meiyi. Study of localization and extraction for features of human face images [J]. Journal of Shenyang University of Technology, 2007, 29(1): 90-94
- [8] Liew A W C, Leung S H, Lau W H. Segmentation of color lip images by spatial fuzzy clustering [J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2003, 11(4): 542-549
- [9] Rueda L, Herrera M. A theoretical comparison of two-class Fisher's and heteroscedastic linear dimensionality reduction schemes [J]. Pattern Recognition Letters, 2008, 29(16): 2092-2098
- [10] Pang Y W, Li X L, Yuan Y, et al. Fast haar transform based feature extraction for face representation and recognition [J]. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2009, 4(3): 441-450
- [11] Sun W, Zhang W G, Li X, et al. Driving fatigue fusion detection based on T-S fuzzy neural network evolved by subtractive clustering and particle swarm optimization [J]. Journal of Southeast University: English Edition, 2009, 25(3): 356-361
- [12] Zhang Z T, Zhang J S. A new real-time eye tracking based on nonlinear unscented Kalman filter for monitoring driver fatigue [J]. Journal of Control Theory and Applications, 2010, 8(2): 181-188
- [13] Guo K Y, Yu G Z, Li Z H. An new algorithm for analyzing driver's attention state [C]//Proceedings of 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2009: 21-23

Vision detection of driving fatigue based on lip chroma Fisher classifier

SUN Wei¹ ZHANG Xiaorui¹ TANG Huiqiang¹ ZHANG Weigong²

1 College of Information and Control ,Nanjing University of Information Science & Technology ,Nanjing 210044

2 School of Instrument Science and Engineering ,Southeast University ,Nanjing 210096

Abstract To improve the accuracy and reliability of driving fatigue detection ,three typical color characters are selected to construct the Fisher classifier for extracting lip region based on chroma distribution diversity. Region connecting algorithm is used to filter the noise in binary lip area. Improved integral projection algorithm is adopted to locate the lip boundary. Whether drivers are fatigued is recognized by the open-close degree of mouth and yawning frequency. Experiments show that the Fisher classifier based on three color characters has obvious superiority over that based on single color character in lip color extraction ,the improved integral projection algorithm can enhance the accuracy and speed of locating lip boundary and the driving fatigue detection based on yawning frequency has better accuracy and reliability. Fusing multi-color characters can promote the detection result of driving fatigue on the premise of ameliorating the robustness and reliability of lip color extraction.

Key words driving fatigue; machine vision; chroma; color character; Fisher classifier