

人眼状态识别疲劳检测技术的研究

郭勇冠 王宜春

(中国飞行试验研究院, 西安 710089)

摘要 本文采用改进的肤色算法模型, 经过二值化处理, 结合人眼定位技术, 提出一种基于 PERCLOS 方法判别飞行员疲劳程度的优化算法, 该算法眼睛识别率高、计算量小。实验结果表明, 该方法疲劳判别效率和精度较高, 具有较高的应用价值。

关键词 疲劳检测; 人脸检测; 人眼定位; PERCLOS

引言

航空部门数据统计, 70% 的飞机事故与人为因素有关, 其中疲劳驾驶是导致飞行事故的主要诱因之一。疲劳容易导致情景意识丧失, 严重影响飞行员的判断力和决策力, 导致飞行安全裕度降低。国内外的科研机构已在疲劳产生的机制机理和检测技术等方面展开了诸多研究^[1], 但是在飞行员驾驶疲劳的研究方面起步较晚, 本文结合驾驶疲劳机理, 应用计算机图形技术, 采用 PERCLOS 方法研究并设计了一种飞行员疲劳监测系统。

1 疲劳检测方案设计

本文的疲劳检测设计思路是基于疲劳驾驶机理研究, 准确定位人眼状态, 结合 PERCLOS 方法判明疲劳指数, 难点在于如何准确的区分人脸区域以及眼睛睁闭状态。本文采用人脸区域优化算法和径向对称变换的眼睛状态算法较好解决了上述问题。设计方案如下: 首先利用彩色 CCD 摄像机对飞行员脸部图像进行扫描, 获取面部与眼部特征, 判断眼睛状态的变化, 结合计算机图形技术和 PERCLOS 方法设计疲劳检测算法。

2 基于肤色模型的人脸检测

2.1 改进的人脸检测算法

人脸检测技术是研究人眼识别定位的基础, 常用的人脸检测技术包括基于模板匹配法, 基于几何特征法, 基于肤色模型法。

疲劳检测系统要求实时性、非接触、检测效率高^[2], 同时考虑到飞行员头部的偏转及表情变化, 本文采用基于肤色模型法, 该方法基于肤色检测具有较好的稳定性, 计算量小且准确, 易于实现。缺点在于肤色检测法与其它检测方法相比, 对背景环境要求较高, 如果背景变化不定或明暗不均匀, 就会影响到人脸区域的定位精度。针对以上问题, 本文通过与其他算法分析对比, 采用了优化的基于 YCbCr 的肤色检测算法。

YCbCr 空间具有色度和亮度分离的特点, 而且 Cb-Cr 二维独立分布、能较好地限制肤色分布区域。而且彩色分量 Y、Cb、Cr 可由三基色 RGB 简单的线性形式表示出来、因此同时具有计算效率高的优点。肤色的聚类区域可近似用一个椭圆表示^[3]。

其中: $\frac{(x-ecx)^2}{a^2} + \frac{(y-ecy)^2}{b^2} = 1$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_b - cx \\ C_r - cy \end{bmatrix}$$

式中, C_b' 和 C_r' 为经过非线性分段变换后的蓝色分量和红色分量。cx=109.38, cy=152.02, $\theta=2.53$ (弧度), ecx=1.60, ecy=2.41, a=25.39, b=14.03, 若大于、则为非肤色、否则为肤色。

通过对肤色检测算法的优化, 建立更加准确的肤色模型, 经过肤色滤波把人脸区域从复杂的背景中抽取出来, 完成人脸区域的初步定位。

2.2 灰度变换

经多次模拟发现, 即使采用优化的肤色检测模型, 如果图像背景对比度较低, 获取的人脸检测效果仍不理想。在图像处理时, 灰度变换是增加对比度的有效方法。图像的灰度变换 (gray-scale transformation, GST) 处理是一种指根据某种目标条件按一定变换关系逐点改变原图像中每一个像素灰度值的方法^[4]。通过灰度变换, 图像的画质可以得到改善, 显示效果将更加清晰。因此, 本文首先将检测图像进行灰度变换处理, 再将图像二值化后, 通过选定一个适

当的阈值, 可以将眼睛更准确的从人脸区域中筛选出来, 同时, 该方法对背景噪音的抗干扰程度也大大增强。

3 眼睛识别

3.1 特征提取

本文在人脸区域定位的基础上利用人眼形状和梯度信息进行眼睛特征提取, 在人脸区域范围内眼睛和嘴部区域灰度的梯度变化最快, 同时结合径向对称变换和位置信息, 准确定位出眼睛位置。

3.2 人眼检测

在人眼区域定位基础上计算眼睛面积大小是疲劳判据的基础。本文通过计算眼睛面积来计算眼睛睁闭程度, 眼睛的面积定义为图像中眼睛区域内数值为0像素的数目。眼睛特征必须满足如下比例关系: 1. 宽度和高度之比介于1到1.6之间, 2. 眼睛面积 > 10, 3. 眼睛面积与图像总面积之比 > 1/1000, 算法判断逻辑如下:

$1 < W/H < 1.6, A_0/AI > 0.001, A_0 > 10$

其中 A_0 为每块区域的面积, H 和 W 分别为区域的高和宽, 高是区域上、下边界点坐标值之差, 宽为区域左、右边界点坐标值之差, AI 为图像总面积。将不满足上式的区域去除, 若目标区域大于两个, 说明除了眼睛之外, 还有眉毛, 从上到下、从左到右对目标区域进行检索, 将眉毛去掉。

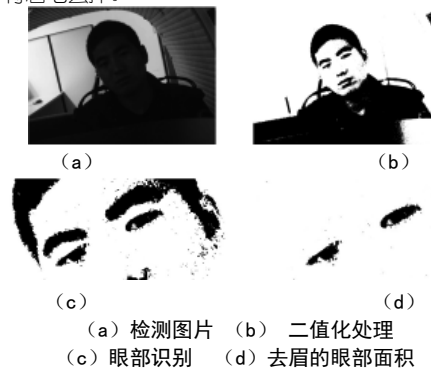


图1 眼睛定位的程序步骤

图1举例说明了眼睛定位的程序步骤, 图3a 是一副对比度较低且头部有偏转的检测图片, 在人脸区域检测的基础上准确的捕获了眼部特征, 较好的验证了程序的可靠性。

4 结束语

本文采用优化的肤色模型进行人脸区域定位, 利用人眼形状和梯度信息进行眼睛特征提取, 解决了背景对比度低对成像效果的不利影响, 在复杂的背景条件下就有较高的识别率, 通过模拟实验对比, 与实际情况具有较好的一致性。

参考文献

- 1 Dinges, D.F. (1995) Performance Effects of Fatigue. Fatigue Symposium Proceedings. Washington, D.C.: NTSB
- 2 邓金城. 基于人脸识别技术的驾驶员疲劳检测方法研究. 重庆大学学报. 2005, 5
- 3 李伟. 基于肤色分割的人脸检测算法研究[D]. 电子科技大学, 2003: 30-38
- 4 章毓晋. 图像分析和处理[M]. 北京: 清华大学出版社. 1999