

基于红外光源的驾驶员眼睛实时监测

田 娥¹, 莫易敏¹, 廖张华²

(1. 武汉理工大学机电工程学院, 武汉 430070; 2. 武汉大学电气工程学院, 武汉 430072)

摘 要: 眼睛检测是驾驶员疲劳监测系统的关键技术, 人眼包含了驾驶员的很多信息, 如视线、注意程度、疲劳程度。该文提出了一种不同光照情况下新的实时检测眼睛的方法。通过使用红外光源和基于外观的物体识别技术简化了对眼睛的检测, 在不同天气环境下图像特性比较一致, 保证了不同气候状况下的亮瞳效应。

关键词: 眼睛检测; 红外光源; 亮瞳效应

Infrared-based Real-time Eye Detection for Driver Observation

TIAN E¹, MO Yimin¹, LIAO Zhanghua²

(1. School of Mechanical and Electronic Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070;

2. School of Electric Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072)

【Abstract】 Eye tracking is one of the key technologies for driver fatigue monitor system since human eyes contain much information about the driver's condition such as gaze, attention level, and fatigue level. This paper presents a new real-time eye detection method that works under variable and realistic lighting conditions. By using IR light and appearance-based object recognition techniques, the process of eye detection is simplified. The acquired images have a relatively consistent photometric property under different climatic/ambient conditions and the bright pupil effect is ensured.

【Key words】 Eye detection; Infrared illuminator; Bright pupil effect

1 概述

据报道 57% 的汽车交通事故是由驾驶员疲劳引起的, 它是重大交通事故的首要原因。因此, 研制一个系统有效地监测驾驶员疲劳状态并报警是非常必要的。目前已有了一些关于主动安全系统以减少驾驶事故的研究。在这些文章中, 最精确的技术是监测生物指标, 如脑电图、心率、脉搏率, 这些都需要传感器和驾驶员接触, 不方便。人在疲劳状态下有一些面部特征会发生变化, 如眼睛、头和脸。一个处于疲劳状态下的人的图像有一些典型的特征可以被观测到: 眼皮运动缓慢, 眼球的范围比较小(甚至闭上), 频繁的点头, 打呵欠, 视线很短, 面部表情迟缓、姿态松弛。利用这些可视的特征, 另一种在没有干扰的情况下监测驾驶员疲劳状况的技术逐渐发展起来, 其基本原理是利用摄像头和计算机视觉技术, 通过从驾驶员的视频头像中提取视觉特征以判断驾驶员疲劳程度。

本文认为将这些可视特征结合起来可以对驾驶员疲劳状况作出更精确的预测。基于眼皮运动、瞳孔运动、头部运动和脸倾向联合特征的驾驶员疲劳监控系统, 疲劳参数可以从这些特征中计算出来, 精确地显示驾驶员的疲劳状况级别。该系统如图 1 所示。

2 图像捕捉系统

图像捕捉是为了实时得到驾驶员脸部的视频图像。在不同天气环境下图像特性应比较一致并能作为下一步处理提取特征。使用红外照明有 3 个原因: (1) 为了减少现实环境中不同光照的影响。(2) 可以产生明亮的瞳孔效应, 这是检测可视视觉特征的基础。(3) 红外线对于驾驶员来讲是不可视的, 这不会对驾驶员造成干扰。

根据 Hutchinson 的研究专利, 如果特定波长的红外线束沿着摄像机的光轴照人脸, 可以获得明亮的瞳孔效果。此时, 瞳孔沿原路径反射几乎所有接收到的红外光给摄像机, 就像摄影中的红眼效应。如果偏离光轴, 因为反射的光线无法进入摄像机就会造成暗瞳孔效果。图 2 阐明了亮瞳和暗瞳效应的原理。图 3 给出了亮瞳和暗瞳的例子。

红外光源理论上沿透镜的光轴设置才能有亮瞳效应。实验表明实际上这一点很难实现, 因为它可能限制了摄像头的视野。把红外光源做一个简单的几何部署, 由两组红外二极管组成, 平均分布在同平面同轴心的如图 4 所示的圆环上。两个圆环的中心都与摄像机光轴重合。红外光源将产生处于 800nm~900nm 波段的光线。安装在透镜表面的发光二极管环

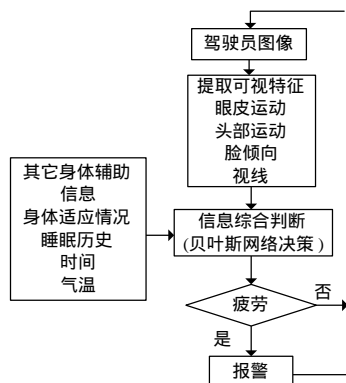


图 1 疲劳监测系统流程

作者简介: 田 娥(1977 -), 女, 博士生, 主研方向: 铁路安全信息系统, 机电一体化; 莫易敏, 教授; 廖张华, 硕士

收稿日期: 2006-04-08 **E-mail:** tiane@mail.whut.edu.cn

的最佳尺寸只能是个经验值。如果外面的一圈二极管打开就会产生暗瞳效应，如果里面的一圈二极管打开就会产生亮瞳效应。两者之间可自由切换并使摄像机视野受限范围最小。这种二极管的圆环布置能够取得把红外光源安装在光轴上的同样的亮瞳效应。并且这种方法易于安装并使摄像机视野受限最小。因为二极管是在光轴上对称布置的，所以能够补偿二极管造成的阴影。而且多个红外二极管的运用使来自于光源的红外光线更强而大大减少了别的来源的红外光线的影响。这一点保证了不同气候状况下的亮瞳效应。多个二极管的运用使离摄像机较远处的人也能有亮瞳效果。透镜前方安置的窄波段的近红外线滤光镜削弱了其它波长光线的影响。

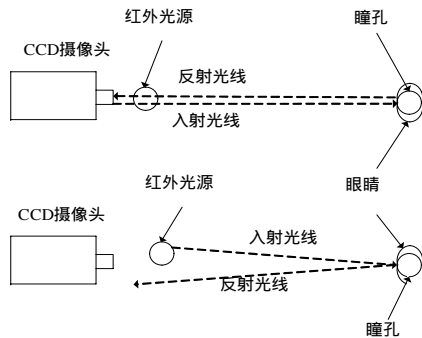


图2 亮瞳(上面)和暗瞳(下面)效应的原理

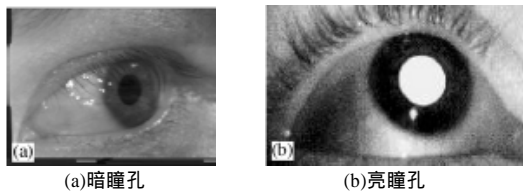


图3 瞳孔效应图像

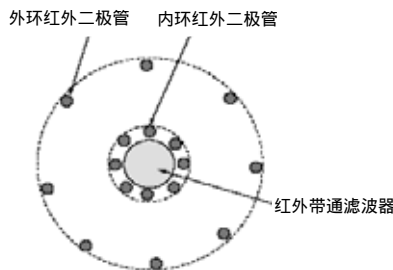


图4 红外光源布置

3 瞳孔检测

瞳孔检测是为了接下来检测眼皮运动、视线和脸的方向估计及脸部表情分析所用，所以瞳孔检测非常关键。本系统根据瞳孔的亮度、形状和尺寸检测瞳孔。由于使用了特殊的红外照明，瞳孔比脸部的其它部位亮，这是检测瞳孔的主要特征。此外为了和其它图像中的亮物体区分，还要利用瞳孔形状、尺寸、瞳孔间的空间位置关系、运动特性来辅助判别。

众所周知，人脸面部是一个有规则的几何形状，人脸面部上规则地分布着眼睛、鼻子、嘴、眉毛等器官。正常情况下，这些器官在脸上的相对位置都是固定的。为了将眼睛区域从面部图像中分离出来，通过对人脸的面部图像进行分析，做出如下约束：

- (1)眼睛区域的宽度应小于提取的面部图像区域的 $1/3$ ，大于提取的面部图像区域的 $1/20$ 。
- (2)眼睛区域的宽高比小于 4.5 ，大于 1 。

(3)眼睛区域内部的黑色像素占全部像素的比率应大于 40% 。

(4)眼睛区域的中心线高度应大于全部面部区域的 $5/9$ 。

通过以上这些约束条件，就可以将眼睛的候选区域确定下来。程序的流程如图5所示。

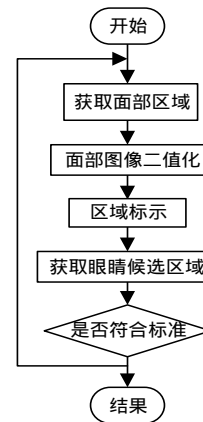


图5 程序流程

4 实验结果和结论

应用上述约束在瞳孔的定位中取得了较好的效果，而且实现简便。设计二极管的电源电路时，得到最佳电流并固定，将十分有利于后续的面部图像二值化及瞳孔定位。效果图见图6、图7所示。目前，由于驾驶员疲劳驾驶导致的交通事故逐年递增，对驾驶员的驾驶状态进行监控，如驾驶员打瞌睡、视线不注视前方或与别人聊天时给出警告是解决该问题的较好方案。本文通过使用红外光源在不同天气环境下获取特性比较一致的图像，在人脸面部定位的基础上实时定位瞳孔，为下一步的人眼跟踪创造了良好的条件。

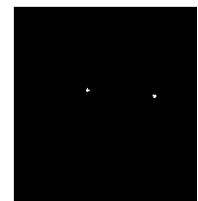


图6 具有亮瞳效应的面部图像 图7 二值化后定位的瞳孔

参考文献

- 1 Saito H, Ishiwaka T, Sakata M, et al. Application of Driver's Line of Sight to Automobiles—What Can Driver's Eye Tell[C]//Proc. of Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Yokohama, Japan. 1994-08: 21-26.
- 2 Ueno H, Kaneda M, Tsukino M. Development of Drowsiness Detection System[C]//Proc. of Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Yokohama, Japan. 1994: 15-20.
- 3 Boverie S, Leqellec J M, Hirli A. Intelligent System for Video Monitoring of Vehicle Cockpit[C]//Proc. of International Congress and Exposition ITS: Advanced Controls and Vehicle Navigation System. 1998: 1-5.
- 4 Kaneda M. Development of A Drowsiness Warning System[C]//Proc. of the 11th International Conference on Enhanced Safety of Vehicle, Munich. 1994.
- 5 Onken R. Daisy, An Adaptive Knowledge-based Driver Monitoring and Warning System[C]//Proceedings of Vehicle Navigation and Information System Conference, Yokohama, Japan. 1994-08: 3-10.

(下转第257页)