

“基于图像的驾驶员生理状态监测”中期报告

516030910020 叶东誠

516030910008 李青弈

516030910016 王子阳

2019 年 5 月 3 日

目录

一. 课程设计题目	2
1. 课程题目	2
2. 应用背景	2
二. 主要目标和创新简述	3
1. 主要目标	3
2. 创新简述	3
三. 设计思路	4
1. 用户分析	4
2. 计划方案	4
四. 技术方案	5
五. 已完成工作内容	5
六. 后续工作内容	5
七. 分工完成情况	5
1. 分工安排	5
2. 实际完成	5

一. 课程设计题目

1. 课程题目

基于图像的驾驶员生理状态监测

2. 应用背景

驾驶员**疲劳驾驶**、**情绪不佳**和**分心驾驶**往往是严重车祸的主要诱因。

其中**疲劳驾驶**造成的交通事故占总数的 20% 左右，占特大交通事故的 40% 以上¹。

驾驶员情绪不佳同样是事故发生的一大诱因，据报纸报道，据 2015 年江苏省公安厅交警总队的数据显示，去年路怒行为（包括强行变更车道、强超强会、违法抢行、占道行驶、不按规定让行等）在全省引发事故占事故总量的 9.6%。

分心驾驶目前主要表现在日常驾车过程中发生的接打电话、玩手机发微信、低头捡东西等行为。据统计，2014 年全国统计的简易交通事故（财产轻微损失、人员轻微受伤的交通事故）656.3 万起，其中由于分心驾驶行为导致的交通事故共有 309.9 万起，占到全部简易事故的 47.22%。2014 年，一般以上交通事故中因分心驾驶行为导致的交通事故共有 74746 起，占事故总数的 37.98%。此类行为往往是由于驾驶员精神松懈导致的注意力不集中。

如果能够持续监测驾驶员的生理状态，在其生理状态不佳时向驾驶员提出警示，并提供相应处理建议，可以有效降低发生交通事故的风险和频率。

经调查发现，现已存在不少用途相近的项目。总结已有项目的监测方法，大致分为三类：

基于**车辆行驶状态**的监测

基于**驾驶员生理信号**的监测

基于**驾驶员图像识别**的监测

对于对车辆行驶状态的监测，其监测结果与驾驶员驾驶习惯、车辆硬件条件密切相关，做出的判断条件难以适用于绝大多数的车辆及驾驶员。

对于生理信号的监测，如脑电信号、心电信号、肌电信号等，需要驾驶员佩戴相关监测设备，多数设备不便单人操作佩戴、造价高昂难以推广。

对于驾驶员图像识别的监测对设备要求不苛刻，可以通过一个摄像头完成加一台 PC 完成，实现起来较为简单，成本也可接受。经过机器学习训练的数据集对人脸的情绪判断准确程度很高，同类项目准确率可达 99.64%²。因此本项目的研究方向在实用性、可推广性上有很大优势。

在对驾驶员图像识别的同类项目中，存在不少值得学习之处。在夜间可用度上，有同类项目使用红外图像作为输入³，扩大了项目的可使用的时间

¹ KHUNPISUTH O, CHOTCHINASRI T, KOSCHAKOSAIV, et al. Driver drowsiness detection using eye-closeness detection[C]// International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems. IEEE, November 26-29, 2017, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 2017: 661-668.

² Based on Facial Geometric Features and Hand Motion Characteristics Driver Fatigue Detection LIU Mingzhou JIANG Qiannan HU Jing(School of Mechanical and Automotive Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

³ Design of night driver fatigue detection system based on infrared image Huang Sheng, Xu Chaoran (The Automotive College Of Chang'an University, Shaanxi Xi'an 710000)

范围。有同类项目使用分类器算法，对面部和手部的运动特征进行监测⁴。此方向历年的专利申请数量从 2002 年开始逐年增长，在 2013 2015 年达到顶峰⁵，与人脸识别技术的发展密切相关。在 2016 年后申请数量有所下滑

二. 主要目标和创新简述

1. 主要目标

- (1) 实现系统的智能自动开启和关闭
- (2) 根据车厢内环境（包括但不限于光照、抖动），对驾驶员图像进行预处理，确保图像清晰可用
- (3) 实时监测驾驶员的疲劳、愤怒状态，进行提醒
- (4) 综合驾驶员一段时间内的情况，给出评估结果
- (5) 尽量提高系统监测和评估的准确性

2. 创新简述

- **针对驾驶员路怒状态的监测和平复：**根据背景调研，路怒是车祸的一大诱因。但是在目前的研究中，对路怒的处理基本是通过教育预防和法律约束，对路怒的平复上进行的研究很少。我们的系统会监测驾驶员的情绪，发现路怒情况时，通过语音方式平复驾驶员的心情。
- **智能启动和关闭：**监测车辆行驶状态，在车辆行驶时自动开启本系统。这样既可免去驾驶员操作负担，又可确保行车过程中系统处于工作状态。另一方面，本项目依赖驾驶员的面部图像，如果识别不到驾驶员面部，本系统会自动关闭并进行提醒。
- **人性化语音提醒：**针对驾驶员驾驶时手、眼繁忙的状况，我们选择使用声音来提醒驾驶员。对于不同的评估结果，系统有不同的提醒策略。

三. 设计思路

1. 用户分析

我们针对该产品三类潜在用户分别进行分析：

驾驶员：实时对驾驶状态进行合理提醒，价格低廉，使用方便且不烦人。

乘客：实时对驾驶员状态进行合理提醒，不烦人。

⁴ Based on Facial Geometric Features and Hand Motion Characteristics Driver Fatigue Detection LIU Mingzhou JIANG Qiannan HU Jing(School of Mechanical and Automotive Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

⁵ 基于图像分析的疲劳驾驶专利技术综述 吕雪霜 DOI:10.3969/j.issn.1001-8972.2018.17.002

汽车厂商：系统成本低，提高车辆安全性。

2. 计划方案

2.1 概述

本检测系统使用一个普通摄像机持续采集驾驶员的正面图像,通过图像识别模型对驾驶员图像进行状态判断,把判断结果放入数学模型中进行一段时间内驾驶员的生理状态评估。针对不同的评估结果,对驾驶员做出不同的提示。

2.2 事先准备

所需工具：1 个摄像头，1 台电脑。

准备工作：事先采集 60000 份样本数据（驾驶员图像和对应状态），训练图像识别模型。用 10000 份测试数据（驾驶员图像和对应状态）对该模型进行评估，要求准确性达到 95%。并把摄像头架设在仪表盘上，正对驾驶员的面部。在电脑上部署监测系统，把摄像头与电脑相连。

2.3 工作流程

(1) 通过车载信息系统, 获取车辆行驶速度, 根据车速判断车辆是否在行驶中。若是则系统工作; 否则停止工作。

(2) 通过预设的 60fps 摄像头采集驾驶员图像。

(3) 对采集到的图像进行预处理：筛选、去模糊、调整对比度。

(4) 识别并分割图像中的驾驶员人脸部分。

(5) 用 2 个机器学习模型分析人脸图像, 分别判断驾驶员的情绪和疲劳程度。每秒识别 10 帧左右, 根据具体的性能调整。特别地, 如果 5s 内识别不到人脸部分, 则关闭评估与提醒系统, 并通过系统界面提示驾驶员。

(6) 根据流程 5 的结果, 对驾驶员分别进行即时的路怒判断和 5 分钟内的驾驶状态评估。

(7) 根据流程 6 的结果, 对驾驶员进行提醒 (路怒平复和危险驾驶状态提醒), 或者不提醒。

(8) 检测系统综合最近 1 分钟内的状态, 进行驾驶员状态评估, 实时更新评估结果。评估结果分为:

1. 正常 2. 有一定风险 3. 非常危险

(9) 评估结果为“正常”，系统不提醒；评估结果为“有一定风险”，系统每隔 1 分钟，语音提示“请小心驾驶”；评估结果为“非常危险”，系统发出刺耳警报声，每隔 10 秒语音提醒“您正在危险驾驶，建议休息”。

2.4 局限性

1) 过度依赖于人脸的检测的结果，只有准确检测到人脸才进行定位。我们的照片像素获取也应该有足够高的要求。

2) 监测系统基于驾驶员图像, 当驾驶员佩戴帽子、墨镜等遮挡面部的物品时, 系统无法进行评估。

四. 技术方案

1. 驾驶员图像的灰度直方图均衡化预处理

原有代码在对弱光条件下的图像进行识别时效果较差,经研究 RGB、灰度、亮度、对比度等关系后,使用了对灰度图进行直方图均衡化的方式进行预处理,提高了图像中人脸部分的对比度。

经测试,经此方法预处理后,系统对暗光条件下的图像识别能力有很大提高。

注:因无拍摄弱光条件下真实驾驶场景的条件,故使用在宿舍实时录像作为测试数据。

2. 通过车速判断车辆的行驶状态

我们有以下 2 种方案:

通过 GPS 信号计算车速:该方法有一定误差和局限性。在隧道等信号不佳的地方无法使用本方法。

通过车载信息系统直接获取车速:该方法可以准确获取车速,代价小。

最终采用的方案是通过车载信息系统直接获取车速。由于项目目前还是在模拟驾驶环境下测试,车速信息暂时使用模拟生成的数据。

3. 驾驶员图像中人脸的定位与分割

我们有以下 2 种方案:

基于肤色的分割方式:尝试了 RGB、YUV、Otsu 分割,其中 YUV 方便调试且性能较好。但是在测试过程中发现,该方法存在较高局限性。当驾驶员周围(特别是汽车靠背)存在与肤色相近的物体时,存在误分割的情况。因此弃用该方法。

Python 下的 Opencv 库:库中有现成的人脸划分函数可以使用。经过测试,精准度高,识别速度快。

最终采用的是 Python 下的 Opencv 库。

4. 驾驶员疲劳状态判断

我们有以下 2 种方案:

用 Tensorflow 建立并训练机器学习模型。

分割人眼图像,用 PERCLOS 判断:PERCLOS (Percentage of Eyelid Closure) 是驾驶员疲劳状态检测系统研究领域公认的疲劳状态评判标准。PERCLOS 值为某一段时间里眼睛闭合时间所占的百分比。

最终采用的是用 Tensorflow 建立并训练机器学习模型。PERCLOS 方案对于时间有严格要求,而我们的脸部、眼部分割方法性能只能达到 25 帧/秒,无法满足要求。

5. 驾驶员情绪识别

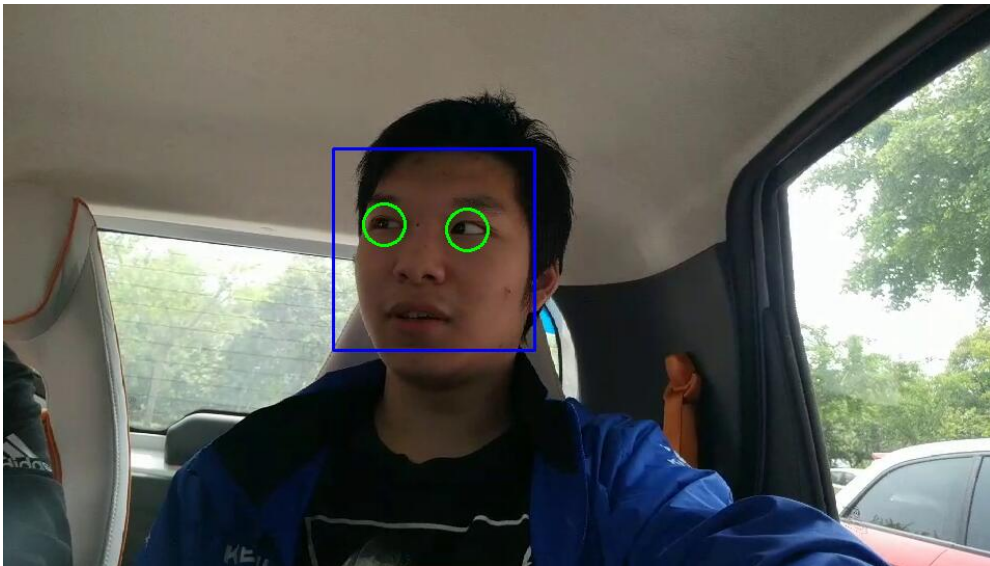
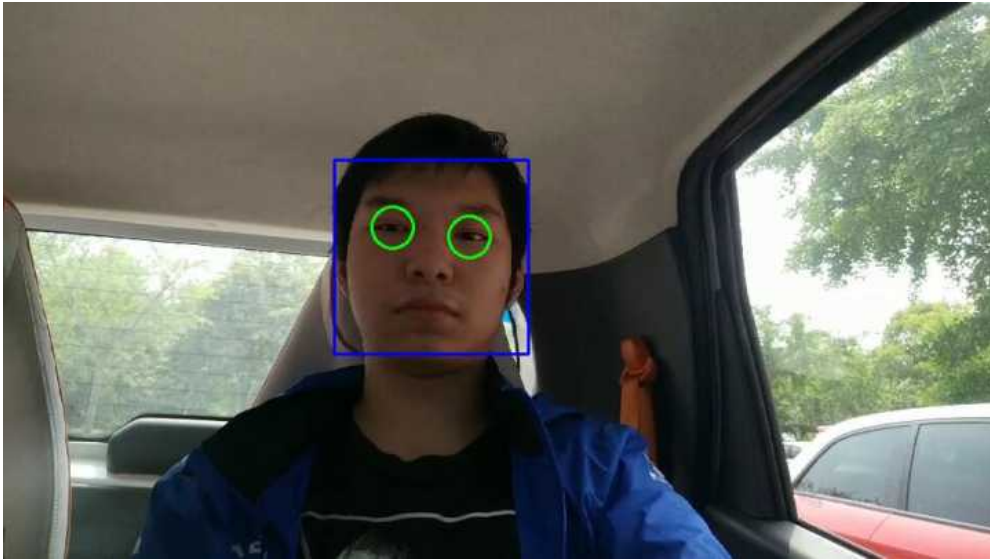
用 Tensorflow 建立机器学习驾驶员人脸情绪识别模型。

五. 已完成工作内容

1. 使用 Python 下的 Opencv 库识别人脸

在车辆驾驶座拍摄驾驶员图像,并进行人脸识别。蓝色框为人脸部分。

演示视频: 人脸识别.mp4



2. 利用 tensorflow 训练模型，对人脸图形进行情绪识别。

所用模型参考论文《A Real-time Facial Expression Recognizer using Deep Neural Network》(Jinwoo Jeon, Jun-Cheol Park, YoungJoo Jo, ChangMo Nam, Kyung-Hoon Bae, Youngkyoo Hwang, and Dae-Shik Kim. 2016. A Real-time Facial Expression Recognizer using Deep Neural Network. In Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM '16). ACM, New York, NY, USA, , Article 94 , 4 pages. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2857546.2857642>), 模型架构如下:

type	kernel	stride	pad	output	dropout
input				42×42×1	
convolution1	5×5	1	2	42×42×32	
pooling1	3×3	2		21×21×32	
convolution2	4×4	1	1	20×20×32	
pooling2	3×3	2		10×10×32	
convolution3	5×5	1	2	10×10×64	
pooling3	3×3	2		5×5×64	
fully-connected1				1×1×2048	40%
fully-connected2				1×1×1024	40%
output				1×1×7	

数据集使用 kaggle 上的 FER2013, 包括 35887 张 48*48 灰度图的像素值以及表情标签, 表情标签有 7 种, 分别是: Angry, Disgust, Fear, Happy, Sad, Surprise, Neutral。我们重点关注生气。数据集被分为 3 部分, 30000 张用于训练, 500 张用于验证, 剩下的用于测试。通过对训练部分图像进行随机裁切, 把数据集拓展为 120000 张图像。

训练后的模型数据大小为 8.60MB,。模型在测试集上的预测准确率为 0.679, 远低于要求。在及时性方面, 模型对 1 帧人脸图像进行预测耗时约 0.1s。

以下是模型的运行环境:

CPU: Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz
Memory: 16 GB @ 1200 MHz
- 8192 MB, DDR4-2400, SK Hynix HMA81GS6AFR8N-UH
- 8192 MB, DDR4-2400, SK Hynix HMA81GS6AFR8N-UH
Graphics: NVIDIA GeForce GTX 1060, 6144 MB
Graphics: Intel(R) HD Graphics 630, 1024 MB

在车上拍摄驾驶员愤怒时的视频, 用机器学习模型进行测试。测试时调整参数大小, 最把时间窗口定为 10 秒, 愤怒的标准时间定为 2 秒。

演示视频: 怒路判断.mp4

六. 后续工作内容

1. 提高机器学习模型识别情绪的准确率
2. 搭建、训练、测试用于疲劳判断的机器学习模型
3. 尽可能提高系统监测和评估的准确性

4. 在驾驶环境下进行一定量的测试，完成图像预处理的工作
5. 监测并处理驾驶员面部被遮挡的情况
6. 制作交互界面，增加个性化设置

七. 分工完成情况

1. 分工安排

叶东誠：搭建框架，建立 tensorflow 模型，参与驾驶员状态评估功能和系统提醒功能制作。

李青弈：拍摄实验图像，撰写课题报告。对系统进行测试。

王子阳：完成面部识别和面部、眼部追踪功能，完成驾驶员疲劳判断功能。

2. 实际完成

叶东誠：建立 tensorflow 模型，完善驾驶员状态评估标准。

李青弈：撰写中期课题报告与 PPT，拍摄真实车辆上的驾驶员视频。

王子阳：完成面部识别功能，完成部分图像预处理的工作。