

# 基于 Yolov5 的驾驶人危险行为检测系统

参赛团队：河南理工大学

参赛队员：王荣胜、尹一帆、杨鹏伟、宁辉、曹刘坤

指导教师：芦碧波、谷亚楠

## 一、项目摘要

随着我国社会的快速发展，随之而来的道路交通安全问题也日益凸显。道路交通事故逐渐成为影响民众安全感的重要因素之一。根据我国近几年的道路交通事故统计分析，引起交通事故的主要原因中车辆驾驶员的危险驾驶行为一直占主导地位。大小型车辆肇事事事故是造成群死群伤事故的主要原因，其社会影响非常恶劣。为此，我们团队提出制作一款驾驶人危险行为检测预警系统：基于 yolov5 算法通过对采集的抽烟、喝水、打电话等危险行为图片集进行训练进而得到了危险行为识别模型，这部分可以称为识别模块部分。又通过传统的基于人脸关键点的位置计算信息，得到驾驶人的情绪、哈欠、眼睛闭状态。并进行监控与数据分析，实时为司机提供本地提示和警告，为运营单位及监管部门提供远程监控与报警信息，为主管部门提供了预防疲劳驾驶的有效管理手段，从而保障司机安全，有效避免因疲劳驾驶而造成的危险。

## 二、项目背景和国内外现状

### 2.1 项目背景

随着机动车的普及，由交通事故引起的人员伤亡和财产损失已经成了威胁社会安定与影响经济发展的一个重要因素"。道路交通事故逐渐成为影响民众的安全感的重要因数之一。据统计表明，2011 上半年，全国共接报道路交通事故 1840998 起，同比增加 18502 起，上升 1%。其中，涉及人员伤亡的道路交通事故 91811 起，造成 25864 人死亡、106370 人受伤，直接财产损失 4.4 亿元。发生适用简易程序处理的道路交通事故 1749187 起，同比上升 1.7%<sup>2</sup>。根据我国近几年的道路交通事故统计分析交通事故的主要原因之中，车辆驾驶员的危险驾驶行为占主导地位。近 8 年来，因车辆驾驶员危险驾驶行为造成的道路交通事故的起数平均占交通事故总数的 87.02%，造成的死亡人数平均占交通事故死亡总数的 78.41%，造成的受伤人数平均占交通事故受伤总人数的 85.63%。并且在近 3 年来，因车辆驾驶员危险驾驶行为造成的道路交通事故起数、死亡人数和受伤人数所占比例均一直呈增长的态势。在车辆驾驶员的危险驾驶行为之中，因驾驶员操作不当、不按规定让行、疏忽大意、纵向间距不够和超速行驶造成的交通事故起平均占交通事故总数的 12.02%、12.00%、9.41%、8.72%和 8.50%。英国哥伦比亚保险公司(ICBC)统计了 2001 至 2005 年的交通事故数据，得出最危险的驾驶行为有 5 种，分别是:超速 (Speed)、未保持安全车距(Following too closely)、无视交通信号/标志控制 (Ignoring traffic control device)、危险超车( Improper passing)、未按规定让出路权 (Failing to yield right-of-way)<sup>131</sup>。美国联邦公路局估计美国在 2002 年所有致命的道路交通事故中与车道偏离有关占总交通事故的 44%。据 AssitWare 网站的分析结果:23%的汽车驾驶员

一个月内至少在转向盘上睡着一次;66%的卡车驾驶员在驾驶过程中打瞌睡;28%的卡车驾驶员在一个月内有在转向盘上睡着的经历。据统计,四分之一的驾驶员因车道偏离而造成的伤亡交通事故!

因此,降低交通事故发生率的关键手段之一是运用高新技术科技发展具有辅助驾驶功能的车辆。德国 Daimler-Benz 公司 1992 年的研究报告指出,如果驾驶员能多有 0.5 秒的警告时间,则 60%的追尾事故可以避免,如果再多有 1 秒的警告时间则 90%的追尾事故可以避免!美国国家高速公路交通安全部(NHTSA:National HighwayTraffic Safety Administration)预测碰撞警告系统能阻止 37%-74%的追尾碰撞。智能化模块不能完全的理解。因此,通过发展对驾驶人危险驾驶行为检测预警系统,对驾驶员的危险驾驶进行实时准确的给予预警系统信号以提高行车安全,进而降低道路交通事故的发生率不仅是必要的,也是可行的。

当今社会,手机的出现为人们生活带来了巨大的便利,同时也对汽车安全驾驶造成了不小的考验。现在驾驶员在驾驶过程中拨打、接听电话或低头看手机的非安全驾驶行为日益普遍,已经成为当今汽车事故频发的重要原因之一。目前对行车过程中驾驶员使用手机的非安全驾驶行为进行检测的研究还不多,通常采用基于手机信号捕捉的监控方法,但是这种方法存在无法精确识别手机信号是来自驾驶员还是乘客的弊端,容易发生误检。基于此,本文提出了基于机器视觉的非安全驾驶行为检测方法,该方法首先通过安装在车内挡风玻璃上的摄像头实时采集驾驶员的驾驶行为数据,然后运用相关算法对采集的视频数据进行综合分析及判断,最后对驾驶员行车过程中是否存在使用手机的非安全驾驶行为进行实时监控。运用连续多帧图像检测结果求均值的方法对驾驶员行车过程中是否存在使用手机的非安全驾驶行为进行判断。最后,通过实验验证了基于机器视觉的非安全驾驶行为检测方法的可靠性和准确率。基于机器视觉的非安全驾驶行为检测方法能有效检测出驾驶员在行车过程中使用手机的非安全驾驶行为,可实际应用于公交车、长途客运汽车、出租车等公共运输交通工具的安全驾驶预警上,有效提高行车安全,减少交通事故的发生。

## 2.2 国内外现状

国外的研究人员在危险驾驶行为监测方面已取得了重大的研究成果,研究开发了智能辅助驾驶系统(如自适应巡航控制、车道保持、智能刹车、侧向和纵向防碰撞、智能车速调控系统、视觉强化系统、驾驶员及车辆危险状态警告系统等)安全产品在汽车上得以应用,并已经明显改善了交通安全的问题。因此, Bosch, Delphi.Hella . Siemens VDO 和 Valeo 等知名大公司都在加紧这方面的研制,目前已有 Mobileye 的 AWSTM.Siemens VDo 的 pro.pilot, 以及 Assist Ware 公司的 AutoVueTM 等应用于大型客货车及高级小轿车上。在国内,因科技技术水平和经济实力的限制,在此领域的研究与发达国家还有比较大差距,目前国内多数汽车公司仍没有关于在此方面深入的研究。但伴随着我国经济社会的发展及汽车行业的发展,此方面的研究将会越来越受到重视。

目前国内外研究都是模块化的,危险驾驶行为的监测集成化程度很低,而同时各个模块的监测都存在不足,如基于机器视觉技术的车道、障碍物、驾驶员状态的识别难以满足全天候条件:特别是在光照变化及恶劣环境(如雨、雪天气)下,识别准确率明显偏低等;这些严重影响了对驾驶员监测的准确度。在各个信息集成后可以大大提高对驾驶员危险驾驶行为监测的准确度,再给预警系统以准确的信号可大大提高驾驶的安全性,降低交通事故。驾驶人危险驾驶行为检测系统因其具有提高车辆主动安全性的潜力将有广阔的发展空间。驾驶人危险驾驶行为检测系统作为先进安全车辆的重要组成部分,将融入智能交通系统中,并充分发挥先进道路交通系统的优势,增强大型车辆的主动安全性,减少交通事故。其安全性将成为技术发展的目标,也将成为推动市场和技术成熟的动力。

### 三、项目内容和技术路线

#### 3.1 设计思路

团队对所可能产生的不安全驾驶行为进行了分析，最终团队决定实现对驾驶人的人脸识别、情绪识别、人头计数、抽烟识别、喝水识别、打电话识别、哈欠检测、闭眼疲劳检测、长时间驾驶提醒功能。其中人脸识别是为了确认是否为驾驶者本人在行使驾驶行为，人的情绪和人头计数可以辅助判断是否有利于安全驾驶，系统还提供了实时的对于喝水、打电话、抽烟和长时间驾驶计时提醒。除此之外，团队基于人的天生生理状态，将判断为长时间闭眼和哈欠等行为认定为高度疲劳，将疲劳信息进行了通知给亲属或好友的处理工作，这可以有效降低由于驾驶人生理状态（瞌睡）所带来的安全隐患问题。



图 1. 系统功能

基于上述系统功能设计，团队提出利用 yolov5 算法通过对采集的抽烟、喝水、打电话数据集进行学习进而得到了识别模型，这部分可以称为识别模块部分。又通过传统的基于人脸关键点的位置计算信息，得到驾驶人的情绪、哈欠、眼睛闭状态，人脸识别功能团队采取 CascadeClassifier 级联分类器。CascadeClassifier 是 opencv 下 objdetect 模块中用来做目标检测的级联分类器的一个类，简而言之是滑动窗口机制+级联分类器的方式进行人脸关键特征检测方法，这个级联分类器可以方便系统可以满足实时扩展驾驶人的人脸图像信息以及其它驾驶人的信息的需求，这部分称为特征计算模块。以下我们会对这两个模块进行详细的介绍。



图 2. 开发技术

系统通过设计实现后，为了可以方便使用，团队提出通过 python+pyqt5 设计开发系统主界面，满足日常的驾驶安全识别检测。对于系统的疲劳提醒功能，团队对使用微信公众号进行了二次开发，可以作为信息传递平台，做到实时通信功能。



图 3. 系统主界面



图 4. 微信端提醒

## 3.2 技术路线

### 3.2.1 识别模块数据采集

对于识别数据集，团队通过收集公开数据集和爬虫技术得到了充足的训练数据，具体数据集统计信息可看下表：

数据	数据分类	数据量(张)
dataset1	抽烟	2000
	未抽烟	2000
dataset2	喝水	1850
	未喝水	1290
dataset3	用手机	3000
	未用手机	2230

团队通过 labellmg 进行了数据的标注工作，将用于后续模型训练。

### 3.2.2 识别模块模型开发

Yolov5 算法是先进的目标检测算法，在工业和实际开发中被广泛应用，团队因此采取使用 yolov5 算法作为安全驾驶行为识别模块的核心算法。以下是 yolov5 的模型架构图：

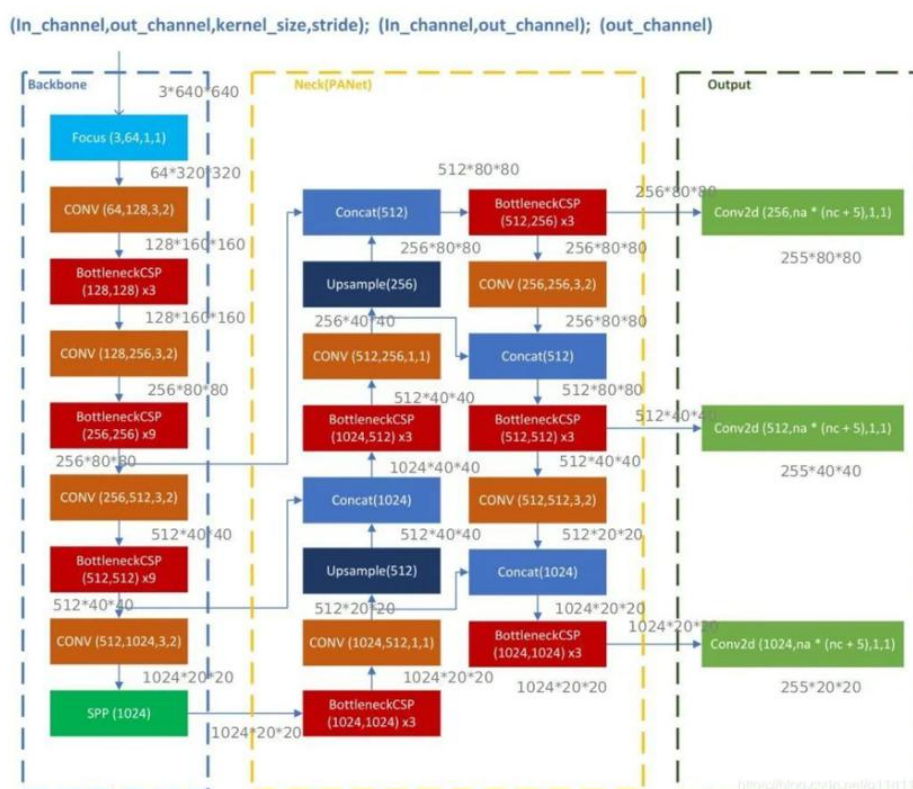


图 5. yolov5 模型架构图

在 yolov5 识别中，团队将手机、烟、水杯认为是小目标检测任务，在实际的目标检测任务中，小目标的检测精度通常只有大目标的一半。对于小目标检测任务，通常的做法是：使用过采样 OverSampling 策略、增加小目标的数据量等。为了优化我们的模型结构，团队对原始的 yolov5 进行了改进，主要是增加了小目标检测的方法：1) 增加初始 Anchor 设置；2) 在 yolov5 的 head 部分，增加了几个操作层，在第 17 层后，继续对特征图进行上采样等处理，使得特征图继续扩大，同时第 20 层时，将获取到的大小为 160X160 的特征图与骨干网络中第 2 层特征图进行 concat 融合，以此获取更大的特征图进行小目标检测。在第 31

层，即检测层，增加小目标检测层，一共使用四层[21, 24, 27, 30]进行检测。在增加检测层后，带来的问题就是计算量增加，导致推理检测速度降低。不过对于小目标，确实有很好的改善；

改进之后，团队使用一块搭载 GPU2080Ti 显卡的电脑训练六个小时得到了模型，并且在模型的训练中得到了 mAp>0.85 的良好检测效果。以下是团队训练结果展示：

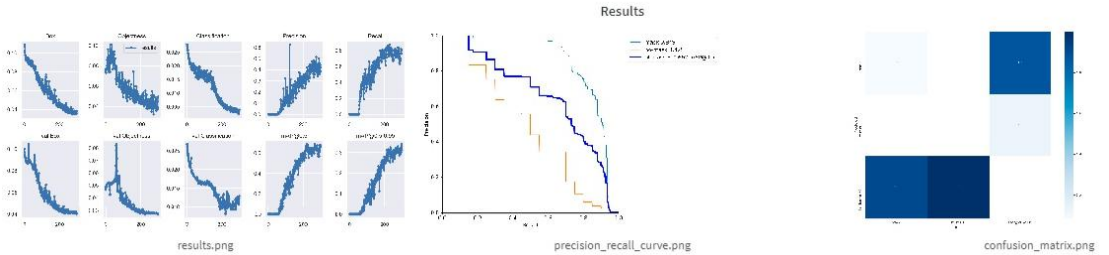


图 6. 模型训练指标结果

训练完成之后，团队将模型测试后可以满足我们的使用需求，但是初始训练的模型的大小达到了 37MB，这是非常影响模型运行速度的，常用的方法有：模型量化、模型剪枝、模型蒸馏可以帮助我们继续优化模型。模型量化即以较低的推理精度损失将连续取值（或者大量可能的离散取值）的浮点型模型权重或流经模型的张量数据定点近似（通常为 int8）为有限多个（或较少的）离散值的过程，它是以更少位数的数据类型用于近似表示 32 位有限范围浮点型数据的过程，而模型的输入输出依然是浮点型，从而达到减少模型尺寸大小、减少模型内存消耗及加快模型推理速度等目标。最终团队此方法对模型进行了模型量化。使得模型的大小缩减为 13.7MB。

### 3.2.3 特征计算模块数据采集

对于人脸特征信息，团队使用 python 编写脚本采集了小组成员（5 人）的脸部特征信息作为测试数据，模拟驾驶员，采集数据的统计结果如下表：

驾驶人名称	驾驶人人脸特征图(张)
王荣胜(wrs)	100
宁辉(nh)	100
杨鹏伟(ypw)	100
曹刘坤(cik)	100
尹一帆(yyf)	100

### 3.2.4 特征计算模块实现方法

对于人脸识别，系统采取 CascadeClassifier 级联分类器，不需要大量的训练，可以实时扩展。对于情绪检测，通过计算两边眉毛的距离（皱眉和挑眉）、嘴巴张合（惊讶张嘴和撅嘴生气）进行综合计算，最终可以实现：开心、自然、生气、惊讶四种情绪状态。对于哈欠检测和闭眼检测，也是跟情绪检测一样的思路，计算嘴巴和眼睛的开闭合程度。为了增加判断的鲁棒性和容错性，我们将检测到了过去的最近的 150 帧图像分析结果作为疲劳检测的衡量目标。



### 3.2.5 提醒模块开发

终端检测到驾驶人疲劳后，提醒功能将疲劳信息发送到中继服务器，服务器发送到微信公众后台并推送给驾驶人亲属朋友，从而达到一个闭环安全驾驶提醒服务。以下是提醒服务实现过程：

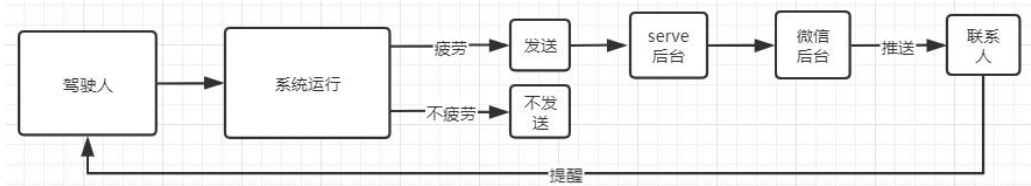


图 7. 提醒模块工作流程

## 四、项目创新点

- (1) 提供了丰富的驾驶人安全行为检测功能。  
此系统功能包括：人脸识别、情绪识别、人头计数、抽烟识别、喝水识别、手机识别、打哈欠检测、眨眼检测、微信端提醒、疲劳值计算、疲劳响铃提醒，提供给驾驶人可信的安全驾驶保障。
- (2) 初步建立了类型丰富，数据充足的危险驾驶行为图像数据库。  
由于数据采集易得，我们主要通过利用私家车，由团队成员模拟汽车驾驶过程，并录制视频方式，利用分帧技术获得了大量我们需要的图像数据集。同时还爬虫采集清洗了大量可用数据。
- (3) 优化了目标检测网络，细化了小目标检测。  
通过在 yolov5 算法中增加 anchor 和网络 head 部分，继续对特征图进行上采样等处理，使得特征图继续扩大，通过实践证明该方法对于小目标，确实有很好的改善。
- (4) 实时提醒功能。  
对于人类本能的疲劳，外界干预将会更好的改变驾驶人状态，团队将检测的疲劳信息通过后台服务转发至驾驶人亲属朋友那里，便于增加安全保证。
- (5) 可快速扩展的人脸识别模块。  
只需要几分钟即可以完成对一个新的驾驶员人脸信息的拓展。
- (6) 系统开发成本低易于推广。  
本项目只需将安全驾驶检测部署在树莓派等终端计算中即可，终端固定在车辆仪表盘上方。相较于其它疲劳驾驶的检测方法显然门槛更低，易于向市场推广。
- (7) 驾驶安全检测不会给驾驶人带来不适感。  
由于本项目在实际实施时，不会对驾驶人的坐姿，头部等位置有要求，所以相较于其它项目不会给驾驶人带来不适性。
- (8) 功能再开发简单快速，整合流畅。  
对于系统的开发，团队严格遵守良好的代码开发习惯，将代码进行了解耦、注释等，更可以满足后期迭代开发。

## 五、项目的应用前景和社会价值

驾驶人危险驾驶行为检测系统因其具有提高车辆主动安全性的潜力将有广阔的发展空间。驾驶人危险驾驶行为检测系统作为先进安全车辆的重要组成部分，将融入智能交通系统中，并充分发挥先进道路交通系统的优势，增强大型车辆的主动安全性，减少交通事故。其安全性将成为技术发展的目标，也将成为推动市场和技术成熟的动力。

本项目应用市场十分庞大，目前全国机动车保有量达 3.8 亿，稳居世界第一。前段时间，公安部交通管理局表示我国今年一季度新注册登记的机动车数量达 996 万辆，同时国内拥有百万辆极汽车的城市较去年增加 5 个，目前共 72 个。不仅如此，据统计,全国机动车驾驶人数量达 4.4 亿人,其中,汽车驾驶人数量为 4 亿人,占驾驶人总数的 90.9%。

该项目的研究可以有效实现对疲劳驾驶状态进行识别与监护，有效减少疲劳驾驶造成的交通事故。根据我国近年来的事故统计分析，在造成道路交通事故的主要原因之中，车辆驾驶员的危险驾驶行为一直占主导地位。近 8 年来，因车辆驾驶员危险驾驶行为造成的道路交通事故起数平均占事故总数的 87.02%，造成的死亡人数平均占死亡总数的 78.41%，造成的受伤人数平均占受伤总人数的 85.63%。在车辆驾驶员的危险驾驶行为之中，驾驶员的不按规定让行、措施不当、疏忽大意、纵向间距不够和超速行驶造成的交通事故起数最多。因此，有必要通过驾驶行为监测预警装备对驾驶行为进行实时监测并进行预警减少交通事故的发生是非常有必要。

## 六、项目存在问题及后续改进

1. 识别检测模块的 yolov5 模型权重较大，导致在低配的系统难以流畅运行，团队后期将继续优化模型的结构；
2. 实时响铃提醒驾驶人出现的危险驾驶行为中，采取多线程可以解决由于模型运行和响铃产生的冲突；
3. 项目界面开发太过简易，不便于全功能的使用，后期团队会重新设计开发更简洁完整的界面；
4. 依托该项目，团队希望可以拓展更多的安全驾驶辅助功能：



图 8. 后期开发模块