

# 汽车驾驶主动安全防御系统研究

谢俐<sup>1</sup> 何勇<sup>2</sup> 秦蒙<sup>1</sup> 王礼<sup>1</sup>

1 重庆电力高等专科学校 2 重庆市实验中学

DOI:10.12238/acair.v3i3.15579

**[摘要]** 本文针对酒驾、疲劳驾驶及突发意外导致的交通事故问题进行了研究,设计了一种基于多模态感知的汽车驾驶主动安全防御系统。通过整合STM32F103主控芯片、Vision Seed视觉处理模块、ZE30-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH酒精传感器、应急开关及语音交互单元,构建了包含危险预警、行为干预和应急响应功能的主动安全防御系统。实验结果表明,该主动防御系统能够有效预防因驾驶员状态异常引发的交通事故,为汽车安全提供了可扩展的多模态感知解决方案,具有显著的社会效益和产业化应用价值。

**[关键词]** 疲劳驾驶; 安全防御; 深度学习; 生理信号; 车辆行为特征; 驾驶员行为特征

**中图分类号:** V323.19 **文献标识码:** A

## Research on active safety defense system for automobile driving

Li Xie<sup>1</sup> Yong He<sup>2</sup> Meng Qin<sup>1</sup> Li Wang<sup>1</sup>

1 Chongqing Electric Power College 2 Chongqing Experimental Middle School

**[Abstract]** This study addresses traffic accidents caused by drunk driving, fatigue driving, and sudden emergencies by designing an active safety defense system for automotive driving based on multi-modal sensing. The system integrates an STM32F103 main control chip, a VisionSeed visual processing module, a ZE30-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH alcohol sensor, an emergency switch, and a voice interaction unit to establish an active safety defense framework with hazard warning, behavior intervention, and emergency response functions. The research confirms that this active defense system effectively prevents accidents caused by abnormal driver states, offering an expandable multi-modal sensing solution for intelligent vehicle safety. It demonstrates significant social benefits and industrial application value.

**[Key words]** fatigue driving; safety defense; deep learning; physiological signals; vehicle behavior characteristics; driver behavior characteristics

### 引言

随着社会经济的高速发展,汽车的普及和应用更加深入人们的生活。但随之而来的交通安全问题也成了世界性的难题。

调查显示,造成重特大交通事故的三大原因之首的是疲劳驾驶,疲劳驾驶原因导致的交通事故在重特大交通事故中占比超过40%;其次是酒后驾驶,公安部调查数据显示,大约50%的交通事故与酒后驾车有关;此外,在驾驶途中诸如驾驶员突发疾病,前方车辆遗落物品砸中后方车辆等突发情况也不容忽视。

汽车安全技术从事故发生的时间和作用目标角度来进行划分,通常分为被动和主动两种。

传统的安全理念以被动安全为主,主要以减少事故发生过程中及事故发生后的车辆及人员的损失为目标,如安全带、安全气囊、保险杠等。该方式能够在一定程度上减轻事故造成的伤害,在事故发生时保护车内乘员的生命安全,但被动安全模式从原理上就决定了,它并不能有效的避免交通事故的发生。而主动

安全则是以提高汽车的主动安全性能为目标,目的是“防患于未然”,即交通事故发生前有效地规避危险的发生。由于主动安全可以尽可能的避免事故的发生,所以成为了近年汽车安全技术方面的一个热点。

本文主要以主动安全模式的理念进行研发,从源头规避可能遇到的风险:汽车启动前,通过酒精检测模块判断是否司机酒驾,如果酒驾直接锁死汽车;行驶过程中,通用疲劳监测模块实时监测驾驶员疲劳状态并进行提醒和预警;行驶过程中,如果驾驶员突发疾病等紧急情况时,还可以提供“一键式”应急响应,主动接管汽车,并控制车辆安全减速停车。本系统主要围绕这三个核心功能展开设计。

### 1 系统总体设计

本系统主要采用模块化设计,涵盖控制中心模块、数据采集模块、语音提醒模块三大功能模块组成,从而实现了对驾驶安全的主动安全监控和干预,系统整体框图如图1所示。

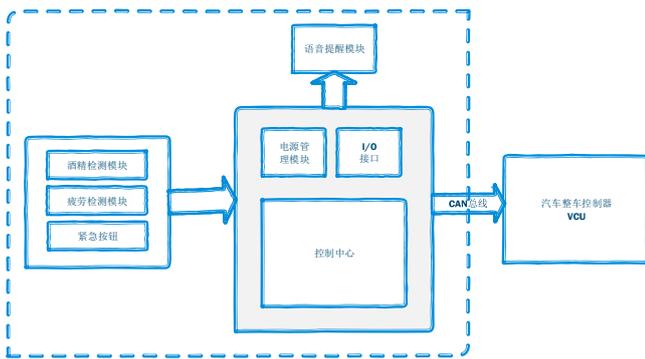


图1 系统总体结构图

### 1.1 控制中心

控制中心负责对各模块的响应,实现总体的决策和预警控制;控制中心根据传感器数据和预置算法,对车辆运行状态进行判断决策,决策结果通过CAN总线向汽车控制器发出对应的指令。

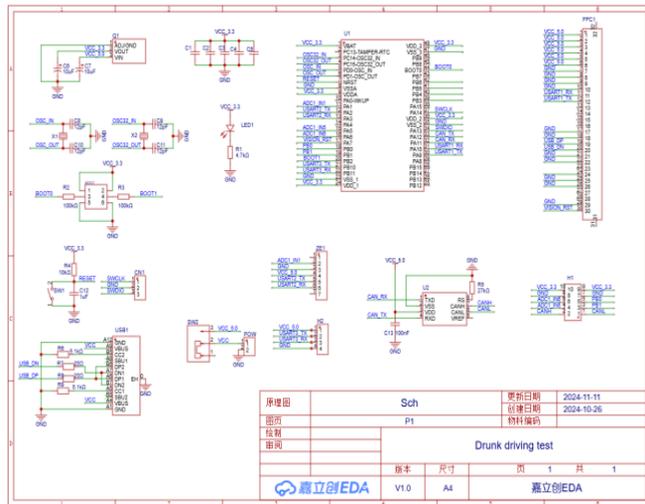


图2 控制电路图

控制中心电路图如图2所示,主要使用STM32F103控制器。控制中心通过3个串行接口分别连接Vision Seed图像处理模块,酒精检测模块和语音合成模块,1组I/O口连接紧急按钮,作为输入,获得控制决策需要的传感器信息;通过CAN总线连接汽车整车控制单元(VCU)作为输出;另外控制中心还预留了一组I/O口,用于模拟串行端口,提供系统调试信息。

### 1.2 数据采集模块

数据采集处理模块,负责驾驶全程中的各个监测模块的传感器数据的实时采集与处理,包含司机酒精浓度检测,疲劳驾驶检测,紧急按钮检测等;

#### 1.2.1 酒精浓度检测

酒驾检测模块使用炜盛科技的ZE30-C2H5OH电化学酒精模块。该模块内置温度传感器,可进行温度补偿,具有高灵敏度、高分辨率、低功耗、使用寿命长的特点。



图3 酒精检测传感器ZE30-C2H5OH

### 1.2.2 疲劳驾驶检测

疲劳驾驶检测部分,在脑波方案和视觉方案中最终选择了视觉方案。脑波方案虽然准确率较高,但使用非常不方便,不适用于后期的技术推广。而视觉方案由于受环境的影响较大,特别是光照条件,所以在普通视觉的基础上,选用了腾讯优图实验室开发的比较成熟的Vision Seed模块,该模块带红外补光功能,在弱光情况下也能很好的工作。



图4 疲劳驾驶检测模块VisionSeed

Vision Seed是一款专注于人脸识别的AI开发模块,该模块搭载一块Intel®Movidius Myriad X处理器,其AI加速运算能力高达1T Flops;另外,该模块还搭载了一颗720P的RGB摄像头和一颗720P的红外摄像头,以保证它在光线不足的条件下也能够准确的进行人脸识别。

### 1.2.3 紧急按钮检测

当司机触发应急停车信号,立即进入自动驾驶模式,并根据路况缓慢减速并靠边停车。通过视觉传感器,检测路况信息,如后方及右边是否有车辆,车道线位置等,并将路况信息实时的提供给主控端,供主控端进行决策,并尽快靠边停车。

如果满足变道减速条件,尽快减速靠边停车;如果不满足变道减速条件,则打开双闪,继续当前车道行驶,直至达到变道减速条件,立即变道减速靠边停车。

### 1.3 语音提醒模块

语音提醒模块,主要根据控制中心决策后的结果通过语音合成模块发出对应的提示信息。

语音合成模块我们采用北京宇音天下科技有限公司的SYN6658中文语音合成模块,如图5。

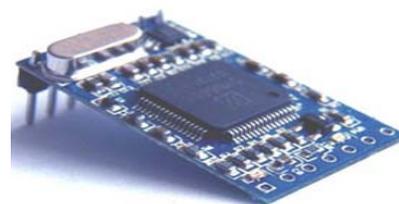


图5 SYN6658中文语音合成模块

### 1.4 外观设计

考虑到该装置将加装到汽车内部,所以本项目还对其结构和外观进行了设计,尽量做到小巧美观。

如图6,通过将每个功能模块3D建模后,使用SolidWorks软件进行合理的布局装配,尽量减小该装置的体积,做到功能完善的同时又在外观上小巧精干。

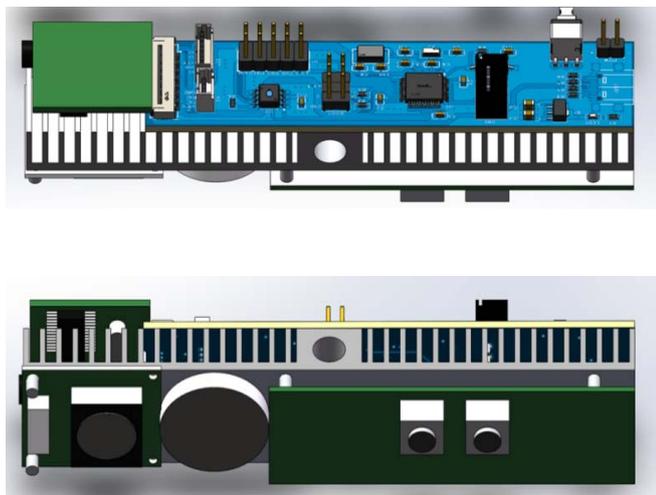


图6 SolidWorks 3D装配渲染图

然后我们还通过3D打印技术,制作了对应的外壳,将整个装置组装到量身定做的外壳里面,最后组装后的汽车驾驶主动安全防御系统如图7,最终实测样机模块体积仅127mm×30mm×42mm。



图7 实物样机

## 2 算法设计

软件算法部分核心在于实现酒精超标判断与疲劳驾驶状态检测算法,并据此进行决策控制。

### 2.1 酒精检测与判断流程

酒驾检测算法:

ZE30-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH模块可以通过主动上传和问答方式工作,在本项目中,我们使用主动上传方式,每隔1秒钟获取一次上传数据。上传数据格式如下。

表1 主动上传模式通信协议

位置	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
信息	起始位	气体名称	单位	小数位数	气体浓度	气体浓度	满量程	满量程	校验值
数据	0XFF	0X17	0X04	0X00	0X00	0X25	0X13	0X88	0X25

为了避免误判,我们使用循环数组对近一段时间采集到的酒精浓度数据进行缓存,然后进行均值滤波后再与酒精检测阈值进行比较,以确定是否酒后驾驶。如果存在酒后驾驶,一方面发送对应的语音给予提醒,另一方面,若当前状态未启动汽车,可通过CAN总线通知汽车整车控制系统(VCU),禁止启动;若当前汽车已经运行,可以发出警告,并对汽车进行限速等措施,引导司机靠边停车。酒精检测算法流程图,如图8。

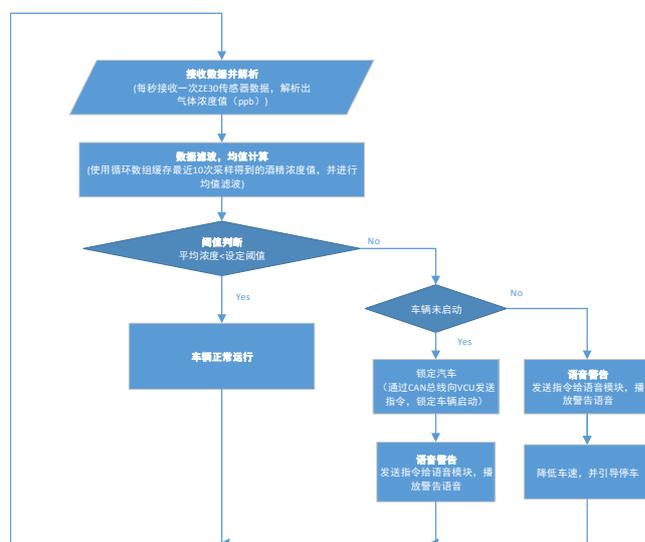


图8 酒精检测算法流程图

### 2.2 疲劳驾驶检测算法

Vision Seed如图9,按照不同的人脸部位分成了左眉毛,右眉毛,左眼,右眼,鼻子,嘴巴,人脸轮廓以及瞳孔几个部分,每部分由数量不等的配准点组成,总共90个配准点,实现精准识别,同一帧最大检测8张人脸,可输出4张人脸配准点信息。另外VisionSeed还能够根据检测到的人脸信息计算出头部空间姿态,返回roll, pitch和yaw角度信息。



图9 90点配准信息

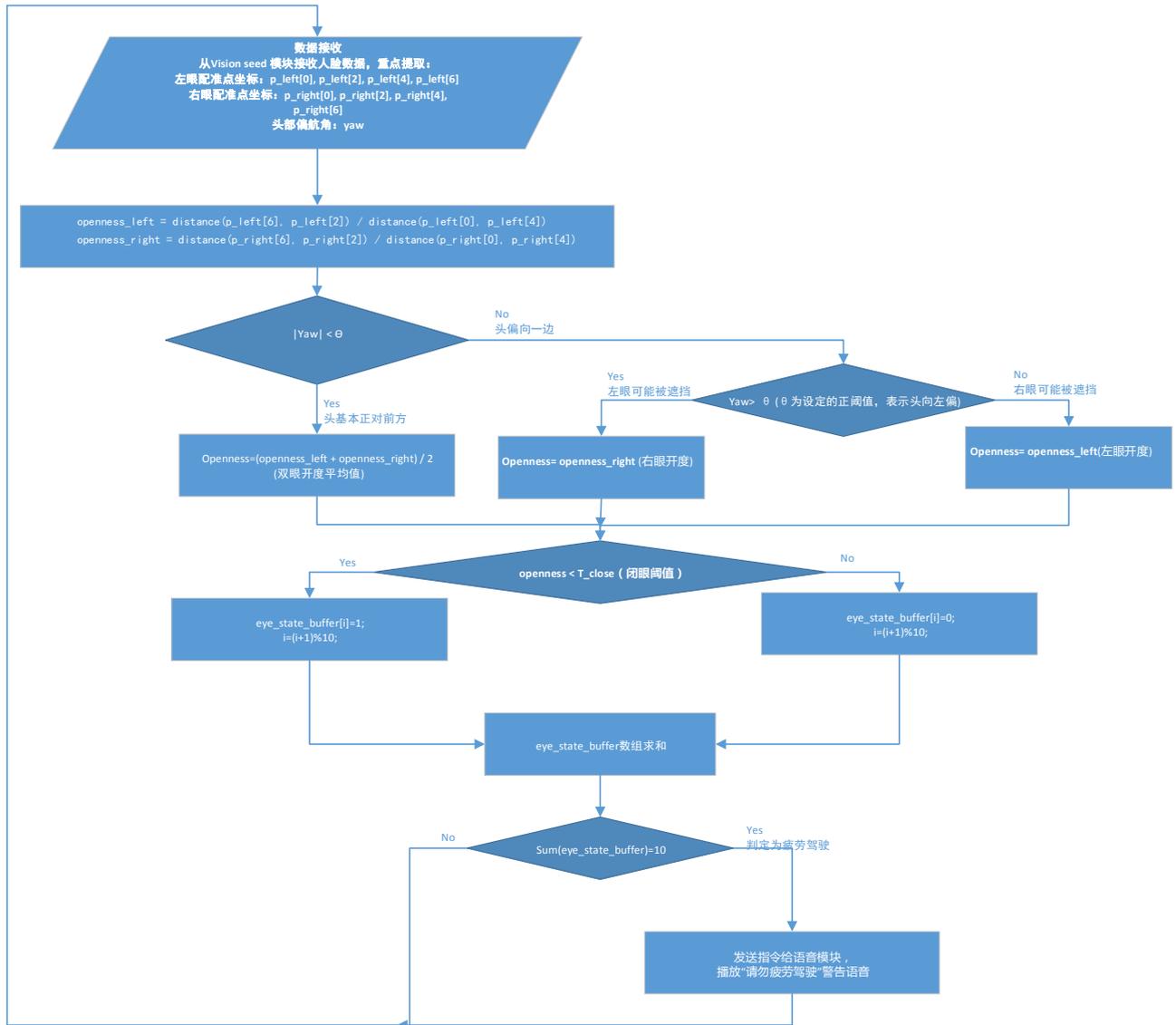


图10 疲劳检测算法

在实际使用中,我们主要使用了左右眼的0, 2, 4, 6配准点和头部的yaw信息。疲劳检测算法如图10。

### 3 系统测试

#### 3.1 疲劳驾驶检测性能测试

测试条件: 受试者分别模拟正常驾驶与疲劳驾驶两种情况, 在正常光照(>300lux)和弱光(<50lux, 自动开启红外补光)环境下测试, 5名受试者每人每种环境下各采集100帧数据, 测试结果如表2。正常光照时准确率高达98.5%, 弱光环境下, 准确率也有97.8%, 其中错误识别样本主要归因于遮挡和光照影响。

表2 疲劳驾驶检测性能测试

测试环境	清醒样本正确数	疲劳样本正确数	总正确识别数	准确率
正常光照	487	498	985	98.50%
弱光(红外补光)	492	486	978	97.80%

#### 3.2 酒驾检测性能测试

测试条件: 配置0-300mg/ml酒精气体, 每组浓度测试3次, 间隔5分钟, 以保证前一次的测试气体充分挥发, 其测试数据如表3。

表3 酒驾检测性能测试数据

实际浓度	检测值 1	检测值 2	检测值 3	平均值	误差
0	1	0	2	1.0	1.0
20	22	25	21	22.7	2.7
50	46	48	50	48.0	-2.0
100	101	104	108	104.3	4.3
300	280	298	305	294.3	-5.7

#### 3.3 应急响应速度测试

测试条件: 模拟驾驶员突发情况按下应急按钮, 测试100次,

记录触发至系统发送减速指令的时间,散点图如图11,响应时间区间如表4,其最小值70ms,最大值101ms,平均触发时间86.65ms,96%的响应时间小于100ms,满足实时性要求。

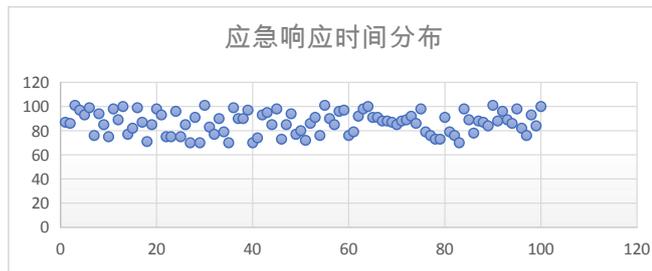


图11 应急响应时间分布

表4 应急响应时间

响应时间 (ms)	次数	占比
<80	29	29%
80-100	67	67%
>100	4	4%

#### 4 结论

本项目对汽车驾驶主动安全防御问题进行了研究,特别是酒驾、疲劳驾驶以及驾驶过程中的突发状况,制作了一款外形小巧,功能完备的测试样机。该样机能够通过对应的传感器模块检测驾驶室酒精浓度和驾驶员的疲劳状态,创造性地采用主动安全措施,从车辆的启动、行驶和停靠的整个运行过程中,能在事故发生之前提前预警可能出现的危险,有效避免了酒驾、疲劳驾驶以及司机突发状况无法控制车辆等导致交通事故的因素,避免事故的发生。另外,对于突发状况,为驾驶员提供了“一键式”的解决方案,减少了驾驶员的处理时间,提高了车辆安全性,实现生命至上。

#### [项目来源]

2023年度重庆电力高等专科学校科学研究项目(合同编号: D-KY202303,项目名称: 汽车驾驶主动安全防御系统)。

#### [参考文献]

- [1]2022年度中国汽车十大技术趋势.国汽战略院.
- [2]梁明志.基于驾驶行为的汽车主动安全预警系统研究[D].硕士电子期刊,2017.
- [3]何耀华.对于面向汽车主动安全的驾驶行为的探讨[J].科技创新报,2015,(28):140-142.
- [4]张宇.基于驾驶行为的汽车主动安全及防盗预警系统研制[J].CNKI电子期刊,2018,(02).
- [5]鲁娟利.基于车联网的汽车主动安全预警系统的研究[J].技术用,2019,26(07):80-81.
- [6]邸维汉.汽车主动安全预警系统设计[J].数字技术与应用,2013,(04):162-163.
- [7]黄秋菊.基于驾驶行为的汽车主动安全及防盗预警系统研究[J].电子制作,2015(04):86.
- [8]刘月杰.汽车主动安全预警系统警告触发方式[J].汽车技术,2013(3):33-36.
- [9]吴沫.基于视觉的车道跑偏检测方法研究及仿真[J].中国图像图形学报,2013,12(1):110-115.
- [10] Godthelp H, Milgram P, Blaauw G.J. The development of a time related measure to describe driver strategy[J]. Human Factors, 2014, 26(3): 257-268.

#### 作者简介:

谢俐(1980—),女,汉族,四川成都人,硕士,教授,研究方向:电子信息、自动控制。