

基于图像的车载行驶安全监控系统设计

林广宇, 魏朗

(长安大学汽车学院, 陕西西安 710064)

摘要: 为了实时分析驾驶员的驾驶行为以及提高行驶过程的安全性, 本文对车载行驶安全监控系统的必要性、特点、功能及其总体结构进行了分析和论证。针对图像采集、处理、分析与控制需求, 基于数字图像处理技术, 设计了车载行驶安全监控系统硬件构成, 该系统中央处理单元采用 TMS320DM642 嵌入式 DSP 芯片; 根据汽车行驶特点, 进行了软件工作流程设计。实验证明该系统达到了预期的目的。

关键词: 实时分析; 图像监控; 行驶安全; 嵌入式系统

中图分类号: TP391 文献标识码: n 文章编号: 1009-3516(2006)05-0030-03

随着我国经济的持续发展, 汽车保有量迅速增长, 公路建设飞速发展, 同时道路交通事故也以惊人的速度增长。2004年, 全国共发生道路交通事故案件 517,889 起, 因道路交通事故造成 107 077 人死亡, 480 864 人受伤, 直接财产损失 23.9 亿元。我国道路交通事故数及其死伤率大大高于发达国家, 成为世界各国中道路交通事故死亡人数最多的国家之一。究其原因, 除了车辆性能、道路条件和驾驶员综合素质等存在一定差距外, 在安全管理中缺乏有效的技术手段是重要原因之一^[1]。

据交警部门调查分析表明, 我国大多数公路客运交通事故的主要直接原因是驾驶员的违章操作、疏忽大意或疲劳驾驶。主要违章驾驶行为有: 占道行驶、纵向间距不足、强行超车、超速行驶等。同时, 在我国高等级公路网通车里程不断延伸的同时, 客运车辆运距也不断增加, 公路客运车辆的平均速度越来越快, 客车驾驶员长时间高速驾驶, 容易导致神经疲劳性判断失误或精神宣泄性违章操作^[2]。

国外非常重视汽车行驶安全性监测技术研究, 目前对于非图像式行驶记录仪的开发已经成熟, 而在车辆行驶状况数字图像监测技术方面, 尚处于试验研究阶段(也取得了一系列阶段性研究成果)^[3]。如: 德国奔驰公司在智能 VITA 试验车上装配可以对外进行 360° 观测的 18 台摄像机, 对前方车辆进行感知辨识, 以及识别一些侧向车辆、公路标线等; 意大利的 Alberto Broggi 教授在 ARGO 智能车辆中实现了对道路几何形状、前方行驶车辆的检测, 同时提出了一种基于外形的行人检测算法。国内还仅停留在记录速度和时间参数的非图像行车记录仪的研究和开发应用阶段, 在车辆行驶状况数字图像监测系统开发研究方面刚刚起步。

非图像式汽车行驶记录仪能对车辆行驶速度、时间和里程等进行记录^[4], 但这些数据用于分析汽车的运行状况和运行环境并不充分, 无法得知汽车周围环境情况(如交叉口的交通信号状况)以及汽车某一时刻的运行位置(是否骑线、违章越线)^[5]。图像式车载行驶安全监控系统可以有效地解决这些问题。

1 系统总体架构及功能

车载行驶安全监控系统利用安装在车辆上的图像传感器 CCD 摄像机采集汽车行驶过程中实际的道路状况和周围的交通环境^[6], 采用嵌入式 DSP 芯片加以处理、识别、压缩和存储, 根据一定的算法模型和规则判断驾驶员的行驶状态, 保留有价值的图像, 并在有潜在危险时向驾驶员示警。

收稿日期: 2006-01-110

基金项目: 教育部博士学科点专项科研基金(20050710002); 河南省交通厅重点项目资助

作者简介: 林广宇(1972-), 女, 吉林辽源人, 博士生, 主要从事汽车电子技术、道路交通安全研究;

魏朗(1957-), 男, 四川成都人, 教授, 博士生导师, 主要从事智能交通系统与智能车辆、交通安全研究。

该系统由环境信息采集模块、图像处理与识别模块、判断分析模块、存储与预警模块组成。

环境信息采集模块捕获系统需要的信号,进行前期处理,为进一步的计算分析做准备,由 CCD 图像传感器、车速传感器等组成。CCD 图像传感器安装在车辆前部上方,负责拍摄车辆行驶前方的运行环境,并传至图像处理与识别模块;车速传感器采集行驶过程中的速度信号,经过处理后传送给判断分析模块。

图像处理与识别模块接收环境信息采集模块送来的图片,通过去除噪声、图像分割等图像处理方法,去掉不相关背景,得到平滑图像;通过模式识别对道路及道路标线进行辨认,确定道路标线在整幅图像中的位置坐标及本车在道路中的位置;对前方车辆轮廓进行识别,确定前车轮廓尺寸及其在平面图像中的位置。

判断分析模块根据摄像头在车辆上安装的空间位置建立模型,将道路标线在平面图像中的位置坐标转换为实际空间中与本车的相对位置以检查车辆是否在车道中正常行驶,车辆是否违章越线行驶;利用系列图像的道路标线计算车辆相对于道路标线的运动轨迹,根据车辆运动轨迹分析驾驶员是否处于正常行驶状态,是否处于疲劳驾驶状态等;利用系列图像中前车轮廓大小的变化以及本车的车速与雷达测距相结合分析计算本车与前车的距离,判定是否有追尾碰撞的危险倾向。

存储与预警模块用于存储违章行驶图像,并向驾驶员报警。经过上述判定后,若车辆驾驶员处于违章或疲劳行驶,该模块将图像存于存储器中供管理部门调用,同时指示灯闪烁,提示驾驶员注意行车;若驾驶员与前车距离过近,指示灯闪烁的同时扬声器发出尖锐的声音警示危险。

2 系统硬件设计

目前对车辆周围环境图像的采集及分析多数是在通用计算机或在工控机上进行处理与计算,可以得到很好的处理效果和速度,但由于计算机体积相对较大,只能用于实验而不能将其作为车辆的配备用来提高驾驶的安全性。车载行驶安全监控系统在使用中应满足:①体积较小,汽车内部布置空间有限,各总成的体积必须足够小才能满足整体的组装和零件的配置;②成本较低,车载设备成本应占汽车总造价的一定比例之内,才有利于其本身的普及推广与应用;③由于车辆动态运行速度很快,车载设备的处理速度必须满足一定的要求;④车辆在行驶中经常受到振动、车身倾斜等干扰,所以车载设备必须抗干扰;⑤摄像机镜头暴露在空气中,很容易脏污、划伤等,车载行驶安全监控系统在图像处理过程中要能消除由此造成的影响。

本系统采用 TI 公司的 DSP 处理芯片 TMS320DM642 作为核心器件,硬件构成见图 1。以 DSP 器件为核心的嵌入式系统有如下特点:数据处理速度快,具有良好的可编程实时特性;软硬件接口方便,可以方便地与其它数字系统或设备兼容;系统受环境温度和噪声的影响较小,可靠性较高,特别适用于高速行驶的汽车上。

TMS320DM642 芯片内含有频率为 600 MHz、32 位的内核 CPU,运算能力可达到 4 800 MIPS,包括有 2 个乘法器、6 个算术单元和 2 组寄存器文件。为充分发挥其内部集成的各执行单元的独立运行能力,指令集构成采用 TI 公司创造的超长指令字 VLIW 结构(Very Long Instruction Word),一条指令组合了几个执行单元,结合其独特的内部结构,在一个时钟周期内可并行处理多条指令。

其它硬件构成如下:

1) 图像采集部分。包括图像传感器、图像解码芯片等。图像传感器采用 22X 的 KN8821E 型彩色 CCD 摄像头,在高速行驶的车上仍能得到清晰的图像;图像解码芯片采用 TI 公司的 TVP5150A,特点是功耗很低,在正常工作中仅需要消耗 115mW 的功率。

2) 数据存储器。TMS320DM642 芯片内部 RAM 只有 288 kB,图像数据量较大,加上算法运行时的中间数据,片上 RAM 无法满足要求,必须使用外部扩展存储器 SDRAM 进行大量数据的存储,容量为 32 MB。

3) 程序存储器。利用 TMS320DM642 芯片 EMIF 外接 4 MB 的 FLASH,用于存储开机自检与算法程序。

4) LED 指示灯和声音输出端口。车辆违章行驶或车间距超过安全距离时,以灯、音向驾驶员示警。

5) 网络接口。用于连接存储设备,待保存图像通过网络接口输出,经 USB 存储控制板传至 U 盘备查阅。

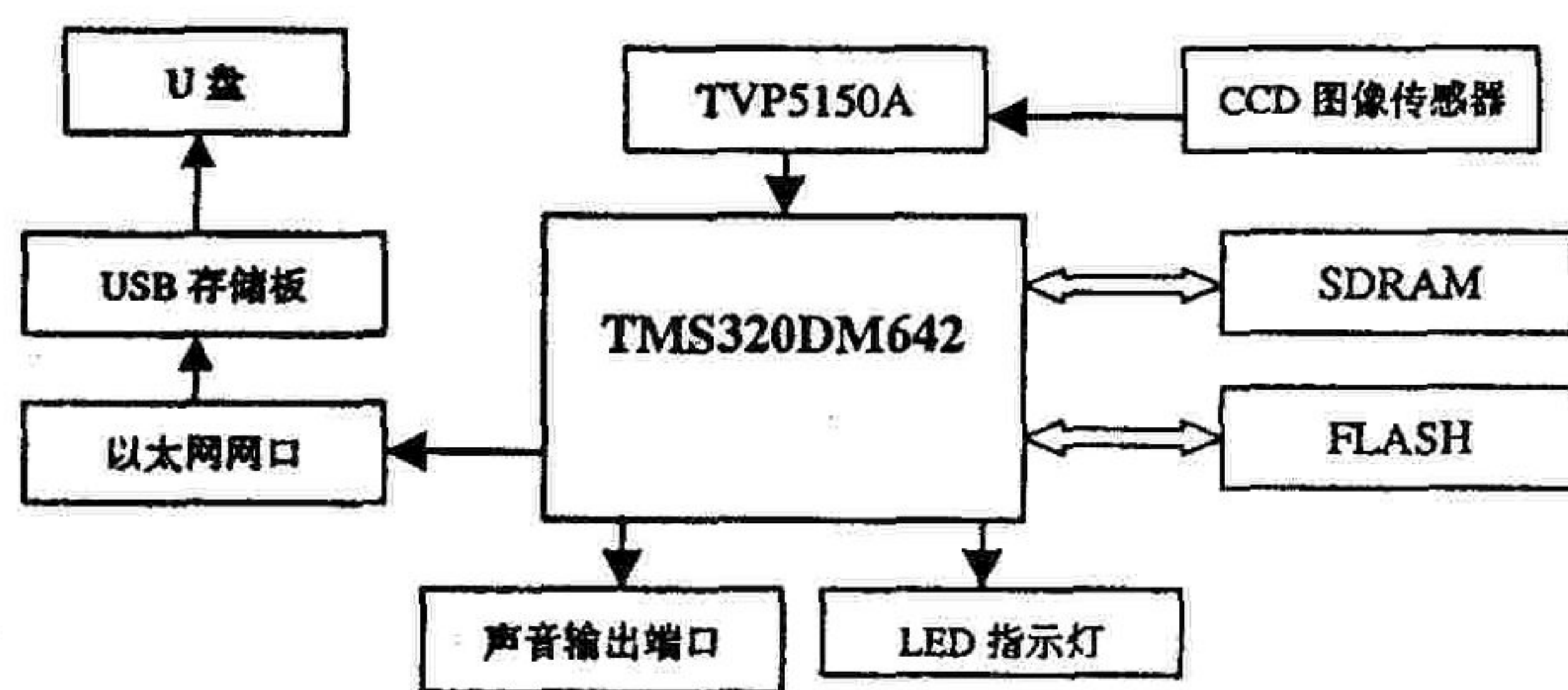


图 1 车载行驶安全监控系统的硬件构成

3 系统工作流程与软件设计

程序设计中图像采集、图像处理(包括道路识别等算法)以及图像存储与报警采用多任务并行执行。系统上电后,读取 FLASH 中的程序到 DSP 内部程序存储区,进行系统配置,完成初始化工作。程序通过 CCD 图像传感器获取图像,进行图像基本处理,运行道路标线检测、前方车辆检测及测距和障碍物检测等算法。根据需要保存图像到外部存储设备中;察觉有危险倾向时利用 LED 指示灯或声音报警。程序流程见图 2。

考虑到事故发生时系统突然断电,为协助事故调查系统能够保存停车前 10 s 的车辆运行环境图像。系统图像采集频率为 6 帧/s。

4 实验与结论

在平直公路、天气晴好的条件下,系统安装在优尼柯旅行客车 NJ6400GHA3 上进行实验,摄像头距地面 1.66 m,距左侧 0.26 m,俯仰角 14.3°。拍摄违章图像记录共 100 多幅,实验驾驶员模拟违章行为骑线行驶与越线行驶,系统判断准确,基本没有出现失误;由于模拟驾驶员疲劳驾驶行为难度较大需要进一步精确,只进行了几组测试,结果符合要求。实验结果表明,车载行驶安全监控系统满足行驶要求,达到了预期目的。

车载行驶安全监控系统的开发研究,对于实时地检测车辆行驶环境与驾驶员工作状态,改善车辆主动安全性,加强交管部门的管理能力,提供了切实可行的方案;该系统还可利用图像检测前方障碍物的距离,与激光雷达测距协同工作,提高了测量精度,具有普及推广价值。

参考文献:

- [1] 黄席樾,朱雷,杨臻. TMS320C6201 在汽车智能主动安全系统中的应用[J]. 重庆大学学报,2003,26(11):83-86.
- [2] Lin Guangyu, Wei Lang, Chen Tao. Study of Embedded On-board Information Image Monitoring System[A]. The 13th International Pacific Conference on Automotive Engineering Proceedings[C]. The Korean Society Of Automobile Engineers, 2005.
- [3] Liu Henry. Development of a vision-based object detection and recognition system for intelligent vehicle[D]. Wisconsin: University of Wisconsin - Madison, 2000.
- [4] GB/T 19056-2003. 汽车行驶记录仪的规范性标准[S].
- [5] 顾柏园,王荣本,储江伟. 实验型高速智能汽车导航技术[J]. 机器人技术与应用,2002,(5):16-20
- [6] 周欣,黄席樾,黎昱. 基于单目视觉的高速公路车道保持与距离测量[J]. 中国图像图形学报,2003,8(5):590-595

(编辑:姚树峰)

Design of Onboard Image-based on Driving Safety Monitoring System

LIN Guang-yu, WEI Lang

(School of Automobile, Changhn University, Xi'an 710064, China)

Abstract: Aiming at real-time tracking of driving behaviors and improving safety, the paper analyzes and discusses the necessity, characteristics, architecture and function of onboard image-based on driving safety monitoring system. Directed against image collection, processing and understanding, based on digital signals processing technique, the paper also puts forward hardware design of onboard image-based on driving safety monitoring system, in which TMS320DM642, a kind of embedded DSP chips is used as a central processing unit. Software flow is also designed according to the driving traits. Experimental results prove that the system works well.

Key words: real-time tracking; image monitoring; driving safety; embedded system

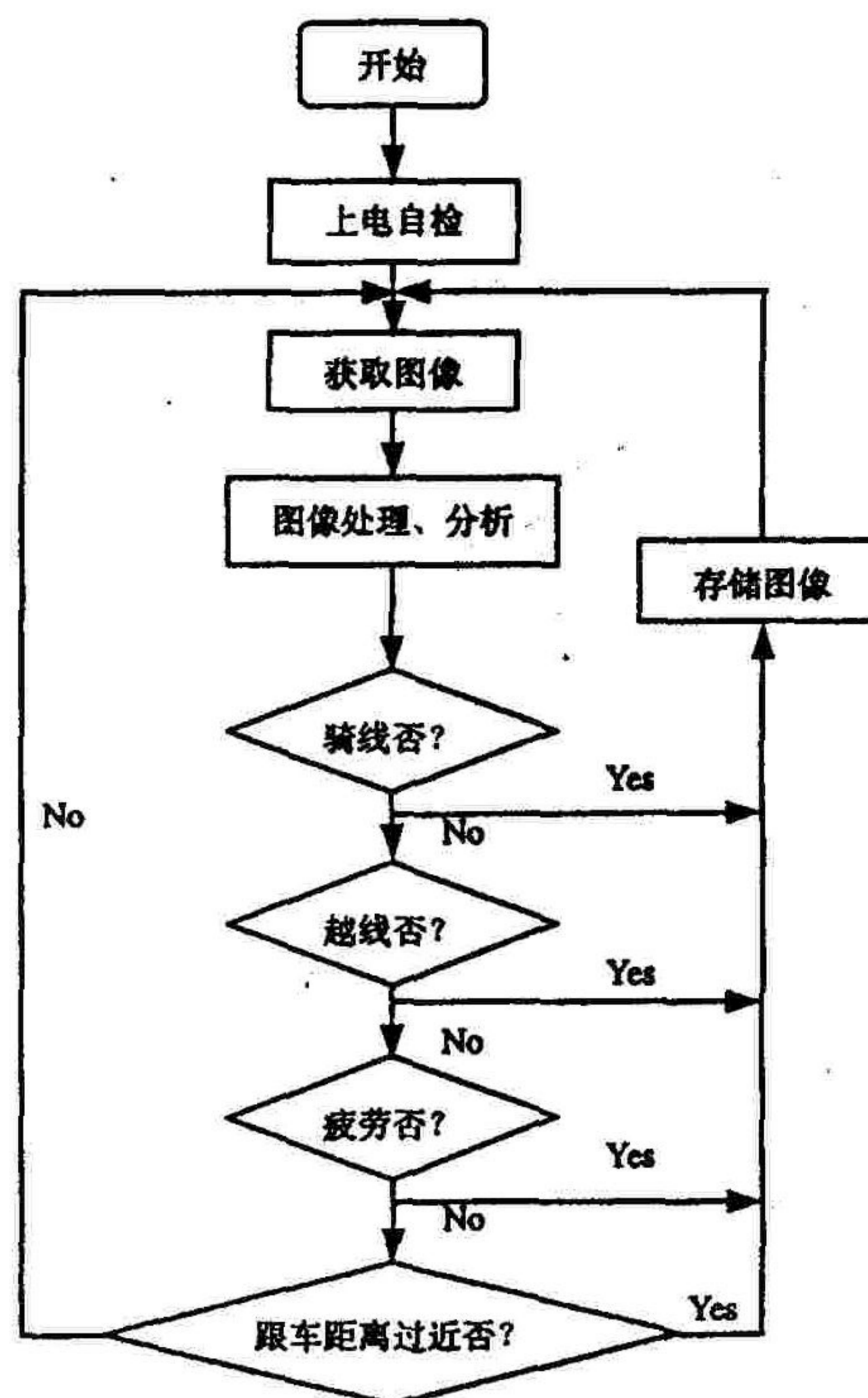


图2 车载行驶安全监控系统软件流程图