



汽车电动车窗防夹语音控制系统设计

王福林 庞丹君 胡卫东

(湖北文理学院 汽车与交通工程学院 湖北 襄阳 441053)

摘要 电动车窗使用方便,但是容易夹伤乘客甚至死亡。为此进行了汽车电动车窗防夹语音控制系统的设计。利用霍尔脉冲计数得到电动车窗的位置,由电机枢电流的变化测算防夹力后,再由微控制器根据防夹区域和防夹力判断是否需要下降防夹,从而实现车窗的防夹功能,提高安全性。另外,语音识别模块可以提前实现防夹功能,同时使系统更加人性化。

关键词 电动车窗 防夹 STM32F407VGT6 μ C/OS-III 语音识别

中图分类号:U463.83

文献标识码:A

文章编号:1671-931X(2018)04-0094-04

94

武汉职业技术学院学报二〇一八年第十七卷第四期(总第九十六期)

汽车是人们生活中常用的交通工具,越来越多的汽车进入家庭,人们对汽车的要求越来越高,特别是汽车的安全性、舒适性和可靠性等。汽车电动车窗的使用,改善了汽车的舒适性和方便性。电动车窗是通过电子系统驱动车窗玻璃升降的,那些没有防夹功能的电动车窗存在一定的安全隐患,因而电动车窗的安全性是不可忽视的。相关研究表明,电动车窗向上推动的力量约在 16.6kg~56.2kg 之间,这么大的力量容易夹伤乘客特别是儿童。因此,电动车窗防夹系统必须是一个安全的系统。欧洲国家制定了 74/60/EEC 法规,美国制定了 FMVSS118 法规,从提升行车的安全性和操作的人性化程度等方面,这些法规给出了防夹电动车窗的标准配置。因此,在不影响汽车的舒适性等前提下,电动车窗必须具有安全可靠防夹的功能。

防夹电动车窗一般都采用传统的实时性较差的电子控制系统。本文针对传统电子控制系统的不足和电动车窗实时响应、安全的要求,给出了基于嵌入式实时操作系统 μ C/OS-III 的设计方案,采用功能强大、抗干扰能力强的 STM32F407VGT6 微控制器作为核心处理器,同时加入了语音控制功能,研究解决上述安全隐患的电动车窗防夹语音控制系统,以提升汽

车的安全性和人性化程度,具有一定的应用价值。

一、电动车窗防夹方案

在汽车车窗上升过程中,当有障碍物或者人体进入车窗防夹区域并接触车窗玻璃,当阻力大于防夹力时,车窗电机停转然后反转,车窗可以下降 10mm ~ 40mm 后停止,也可以下降到底部,从而避免夹伤乘客,这就是电动车窗的防夹功能。

为了实现车窗的防夹功能,首先要知道车窗的防夹标准,标准要包含车窗的防夹区域和防夹阈值力的定义等。欧美针对车窗防夹给出了防夹标准用来规范市场,欧洲的防夹标准规范为 74/60/EEC,美国的防夹标准规范为 FMVSS118。此外,我国于 2012 年实施了国家标准 GB11552-2009。

GB11552-2009 标准规定,在电动车窗的上边缘,开口从 200mm 到 4mm 范围内,在夹紧力大于 100N 之前,该装置应回缩车窗^[1]。也就是说,车窗玻璃上沿距车窗顶部小于 200mm 且大于 4mm,说明车窗玻璃进入了防夹区域,电动车窗防夹区域如图 1 所示。在防夹区域中,有障碍物阻碍车窗的同时阻力大于防夹力(100N)时,防夹系统必须控制电机反转,使车窗玻璃下降到底部或者下降一段距离后停止。

收稿日期 2018-07-11

基金项目 湖北省优势特色学科群开放基金项目资助“‘机电汽车’汽车电动车窗防夹语音控制系统研究”(项目编号: XKQ2018018)。

作者简介 王福林(1979-),男,福建晋江人,湖北文理学院讲师,研究方向:计算机控制、嵌入式系统。

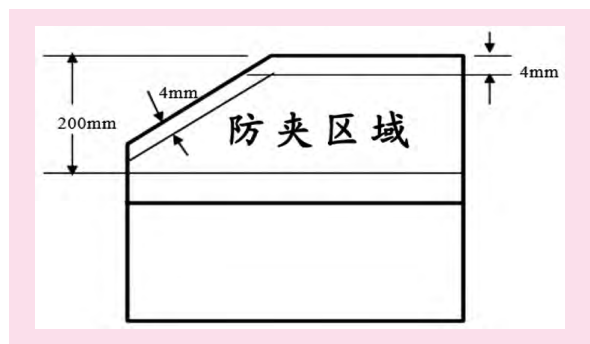


图1 电动车窗防夹区域

从 GB11552-2009 标准规定中可以看出,要使电动车窗安全可靠地实现防夹,在设计防夹电动车窗的时候,需要一直检测电机速度、电机电枢电流和玻璃所处的位置,通过玻璃所处的位置可以确定车窗是否处于防夹区域,通过电机电枢电流的大小和变化确定车窗是否碰到障碍物,然后就可以决定电机是否反转进而实现防夹。同时出现异常的情况下要快速实时响应,因此电动车窗实现防夹要考虑以下三个方面:

(1)怎么确定电动车窗玻璃的当前位置。电动车窗玻璃的当前位置可以通过电机轴上霍尔传感器的霍尔脉冲计数来计算。在电机轴上埋植磁环,霍尔传感器靠近磁环感应磁场。电机转动一周,使得霍尔传感器产生方波脉冲信号,微控制器的输入捕获功能捕获信号脉冲个数,通过计算得到电动车窗玻璃的位置,然后微控制器判断车窗是否处于防夹区域。

(2)怎么确定电动车窗障碍物的阻力。电动车窗障碍物的阻力可以通过采样车窗电机电枢电流来间接计算。电机转矩和电机电枢电流之间存在线性关系,当电机电枢电流变大时,转矩也增大,说明车窗障碍物的阻力变大,因此通过检测电机电枢电流可以得到障碍物阻力的大小。另外,当车窗在上升过程

中碰到障碍物时,阻力增大,电机转速变小,霍尔信号的脉宽增大。因此,通过霍尔信号脉宽的大小也可以判断车窗障碍物阻力的大小。

(3)如何实现出现异常的情况下的快速实时响应。可以通过采用功能强大的 STM32F407VGT6 微控制器和嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 来保证快速实时响应。

本系统采用霍尔位置传感器和电机电枢电流阈值的防夹方案。霍尔脉冲计数用于判断电动车窗位置是否处在防夹区域之内,同时也可以判断车窗底部和顶部是否处于启动和堵转状态。通过检测电机电枢电流的大小改变可以判定防夹力的大小,根据防夹区域和防夹力的大小制定对应的控制策略。该方案可靠性高,对霍尔传感器和电机的要求低,成本低。另外,根据霍尔脉冲可以得到电机速度和加速度,也可以确定电动车窗障碍物的阻力,这可以作为防夹力的补充判定,进一步提高可靠性。

二、系统硬件设计

电动车窗防夹语音控制系统由微控制器、霍尔传感器、直流电机等组成。电动车窗防夹语音控制系统结构如图2所示。电源管理模块为 STM32 微控制器、语音识别模块等提供电源,STM32F407VGT6 根据语音输入控制电机执行上升、下降或者停止。直流电机用芯片 VN2SP30-E 驱动,VN2SP30-E 的 CS 脚是电流输出口,经采样电阻进入 STM32F407VGT6 的 A/D,进行 A/D 转换后计算得到电机电枢电流值。STM32F407VGT6 微控制器捕获霍尔传感器的输出脉冲,然后进行计数,计算得到车窗位置。最后,根据车窗位置和电机电枢电流值判断是否进行防夹控制。

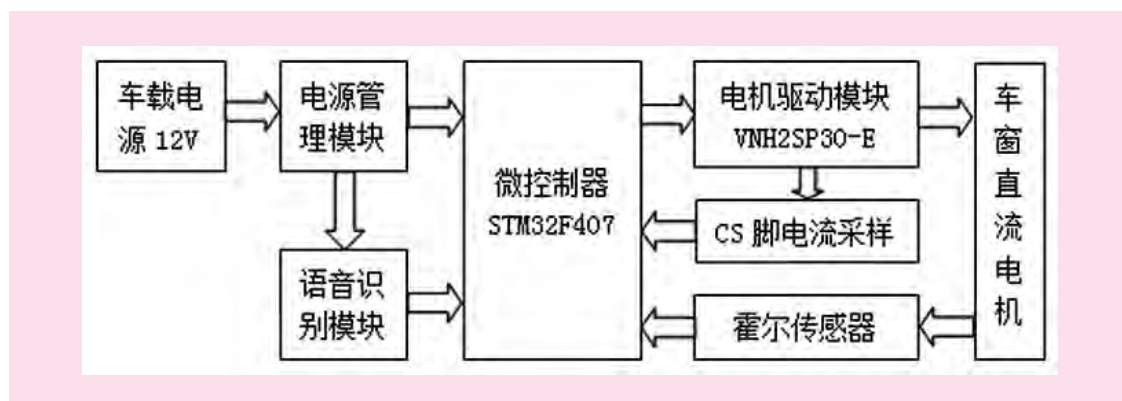


图2 电动车窗防夹语音控制系统结构

(一)电源模块

系统中需要 5V 和 3.3V 供电,系统要求供电效率高,3.3V 的纹波小,因此,采用直流转换器将车载电源 12V 电压降到合适的电压 5V,再通过低压差线性稳压器降为 3.3V 并进行纹波抑制,为 STM32 微

控制器等提供电源。

直流转换器采用开关电源方式来对电感和电容充放电,电源纹波大。其电源转化效率一般能够达到 90% 以上。转换过程中变成热的能量就只有百分之几,没有过大的热能损耗和散热问题。低压差线性稳压器

是以热量换取电压转换的,有很高的电源纹波抑制比。其优点是稳定性好,负载响应快,输出纹波小;缺点是效率低,输入输出的电压差不能太大,负载不能太大。

本系统采用 MP2359 将车载 12V 电源降为 5V,为霍尔传感器等提供电源,再用 AMS1117-3.3 降为 3.3V,为 STM32 微控制器等提供电源,这样给芯片供电的纹波小,效率高。

(二)主控制芯片

本系统采用的主控制芯片是基于 Cortex-M4 内核的 STM32F407VGT6 芯片。该芯片运行频率最高可以达到 168MHz,片内含有 1MB 的 FLASH 程序存储器和 192KB 的 RAM 存储器。它整合了多种技术,减少内存的使用,极小的 RISC 内核有着低功耗和高性能的特点。STM32F407VGT6 芯片功耗低、运行速度快,功能强大,抗干扰能力强,其内部资源完全能满足本系统处理数据的要求。在该芯片移植 $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 嵌入式实时操作系统,作为任务的管理和调度。

(三)语音识别模块

LD3320 是一款非特定语音识别芯片,非特定语音识别是指该语音识别不针对特定音色音调的人,不需要对其进行语音训练,即使是不同年龄不同性别的人,只要说出同一个拼音的词语,它能够识别,识别准确率高达 95%。芯片内置非特定语音识别的 DSP 算法,支持动态添加 50 条识别指令,无需其它辅助器件即可完成语音识别。通信方式可选择并行方式或者串行 SPI 方式。这里我们选择 SPI 通信, SPI 通信占用 IO 口少,传输速度快,本系统 SPI 速度设为 1M,这样效果较好。

(四)电机驱动电路

本系统直流电机通过智能功率芯片 VN2SP30-E 驱动,它是一款车窗电机的全桥驱动器,驱动电机的同时还能够反馈车窗电机电枢电流。其 INA 和 INB 端口控制车窗电机的正转、反转, ENA/DIAGA 和 ENB/DIAGB 是功率芯片 VN2SP30-E 的故障诊断脚, PWM 端口控制电机的转速, CS 端口是电流输出口, CS 端口电流值与电机电枢电流成正比。

(五)霍尔传感器

选用型号为 SS566AT 的霍尔传感器。SS566AT 可以在应用中使用已有的电源供电,并且可以与许多电子元器件直接连接使用,无需外加缓冲电路或补偿电路。霍尔传感器 SS566AT 将脉冲信号输出到 STM32F407VGT6 微控制器, STM32F407VGT6 微控制器对应的端口工作在输入捕捉模式下,轴上安装磁环的电机一转动,霍尔传感器发出方波脉冲信号, STM32F407VGT6 微控制器捕获霍尔传感器的输出脉冲,然后进行计数。车窗下降时脉冲个数增加,车窗上升时脉冲个数减少。

三、系统软件设计

图 3 为电动车窗防夹语音控制系统程序流程图。当系统上电后,首先对微控制器的定时器、寄存器等赋值,对系统进行初始化如:硬件初始化、软件初始化和串口初始化。另外,在初始化过程中还要存储各个标定好的值如脉冲计数标定的最大值等。初始化完成后根据语音检测的结果改写命令状态位,通过读命令状态位可以知道电动车窗玻璃处于上升、下降还是停止状态。当车窗玻璃处于上升状态,通过霍尔脉冲计数法判定车窗玻璃是否进入防夹区域,通过 VN2SP30-E 的 CS 脚判断电机电枢电流大小以及变化率是否超过设定的阈值,从而决定电机是否要下降防夹。

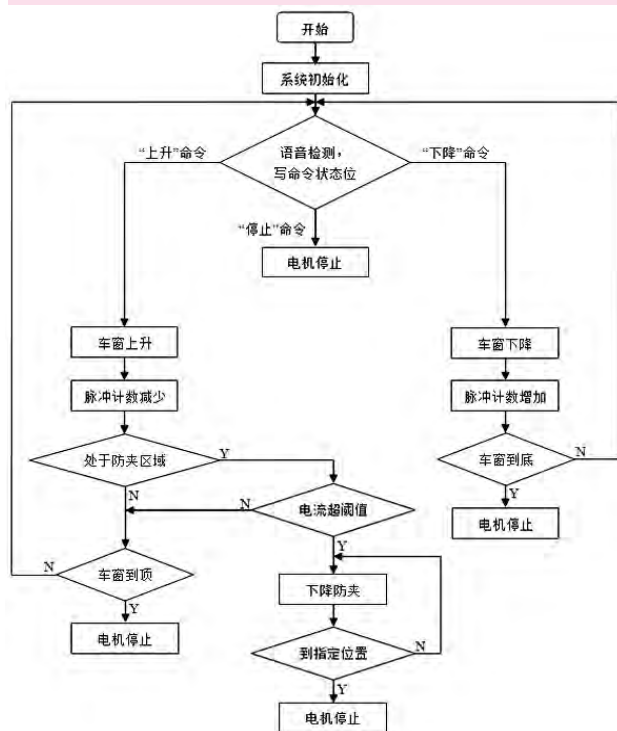


图3 电动车窗防夹语音控制系统程序流程图

初始化过程中要存储的标定值需要通过实验得到。车窗的上密封条设为位置 0,下密封条设为最大位置。车窗上升,脉冲计数器减少,车窗玻璃到达顶端时脉冲计数器清 0。车窗下降,脉冲计数器增加,车窗玻璃到达底端时脉冲计数器为标定的最大值。因此,防夹区域与脉冲计数器的值一一对应。通过脉冲计数器的值可以判断车窗玻璃的位置。对于车窗玻璃在最大防夹力下对应的电枢电流,也可以通过实验测得。这些标定值需要在系统初始化中设置完成。

为了实现出现异常的情况下的快速实时响应,利用嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 来保证快速实时响应。嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 支持多任

务。本系统建立了多个任务如:

(1) 语音检测: void Task_Speech_Detection(void* pdata);

(2) 脉冲计数: void Task_Pulse_Count(void* pdata);

(3) 电流检测: void Task_Current_Detection(void* pdata);

(4) 电机控制: void Task_Motor_Control(void* pdata);

四、结束语

本文设计了汽车电动车窗防夹语音控制系统。本该系统采用霍尔位置传感器和电机电枢电流阈值的防夹方案。根据霍尔脉冲计数用于判断电动车窗位置是否处在防夹区域之内, 同时也可以判断车窗底部和顶部是否处于启动和堵转状态。通过检测电机电枢电流的大小改变可以判定防夹力的大小, 根据防夹区域和防夹力的大小制定对应的控制策略。该方案可靠性高, 对霍尔传感器和电机的要求低, 成本低。另外, 根据霍尔脉冲可以得到电机速度和加速

度, 也可以确定电动车窗障碍物的阻力, 这可以作为防夹力的补充判定, 进一步提高可靠性。此外, 为了实现出现异常的情况下的快速实时响应, 在STM32F407VGT6微控制器移植 $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 嵌入式实时操作系统, $\mu\text{C}/\text{OS-III}$ 嵌入式实时操作系统支持多任务, 提高了系统的实时响应。该控制系统性能稳定, 安全可靠, 实时响应快, 抗干扰能力强, 设计方案和防夹控制是可行的, 具有一定的实用价值。

参考文献:

- [1] GB/1152-2009, 乘用车内部凸出物[S].
- [2] 沈红卫. STM32单片机应用与全案例实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] 田永. 汽车电动车窗防夹设计探究[J]. 汽车电器, 2014, (8): 12-15.
- [4] 程登良. 基于霍尔车速传感器的测控平台设计[J]. 实验技术与管理, 2013, (12): 91-95.
- [5] 李建秋. 汽车电子学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.

[责任编辑: 詹华西]

Design of Speech Control System for Automobile Electric Window Anti-pinch

WANG Fu-lin, PANG Dan-jun, HU Wei-dong

(School of Automotive and Traffic Engineering, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

Abstract: Electric windows are easy to use, but they are easy to pinch passengers and even die. The design of the car electric window anti-pinch voice control system was carried out. The position of the electric window is obtained by using the Hall pulse counting, and the anti-clamping force is measured by the change of the armature current of the motor, and then the microcontroller determines whether it is necessary to lower the anti-pinch according to the anti-pinch area and the anti-pinching force. Thereby, the anti-pinch function of the window is realized, and the safety is improved. In addition, the speech recognition module can realize the anti-pinch function in advance, and at the same time make the system more humanized.

Key words: electric window; anti-pinch; STM32F407VGT6; $\mu\text{C}/\text{OS-III}$; speech recognition