

基于嵌入式 Linux 汽车智能仪表系统的设计

邓宗权, 蒋向东, 王继岷, 严亮

(电子科技大学 光电信息学院, 四川 成都 610054)

摘要: 为了优化汽车仪表系统性能, 提高系统智能化、人车交互界面友好度, 以 ARM 微处理器 S5PV210 为控制核心设计了一款汽车智能仪表系统。该系统以嵌入式实时操作系统 Linux 为软件平台, 结合 CAN 现场总线技术, 并采用开放源代码的图形界面库 QT 开发仪表终端应用程序。经实验验证, 系统性能得到了改善。

关键词: 智能仪表; ARM 处理器; 现场总线 CAN; 嵌入式系统; Qt

中图分类号: TP216

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2014)04-0026-03

Design of automotive intellectual control meter system based on embedded Linux system

Deng Zongquan, Jiang Xiangdong, Wang Jimin, Yan Liang

(School of Opto-electronic Information, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: In order to optimize the performance of the automotive meter system, improve the friendliness degrees of man-vehicle interaction interface, and make the system become intelligent, a type of automotive intellectual control meter system is designed in this paper. ARM processor S5PV210 is used as the core of hardware platform and embedded Linux operating system is used as the core of the software platform. The CAN bus is one of the widely applied fieldbus and used in the intellectual control meter system. Additionally, the open source graphical user interface library QT is used to develop the terminal application program. The results of experimental verification shows that the performance of the system is improved.

Key words: intellectual control meter; ARM processor; CAN bus; embedded system; Qt

汽车的显示仪器作为驾驶员与汽车信息交流的主要途径, 实时地将汽车的驾驶情况反馈给驾驶员。作为人机交换信息的一个重要窗口, 汽车显示仪器有了很大的发展: 第一代基于机械作用力, 用机械指针显示; 第二代基于电测原理, 通过各类传感器采集非电量数据并转换成电信号显示; 经过第三代的模拟电路电子式的发展到第四代全数字仪表, 将各种输入信号转换成数字信号, 通过专用的中央处理器处理各种信号, 在 LCD 屏、VFD 等显示屏上显示各种信息, 全数字仪表重复性好、线性度好、可靠性高, 适合现代生活对产品的智能化、数字化的要求^[1]。

本文提出了一种虚拟智能仪表系统, S5PV210 为中央处理器; 通过 CAN 总线传输各种显示所需要的数据; 采用实时性嵌入式系统 Linux 为汽车的操作系统; 图形应用界面库 Qt 开发终端应用程序。系统的性能得到提高, 同时可扩展性和可维护性都有了很大的改善, 具有

很大的商业价值。

1 总体设计

通过 CAN 总线实时地采集汽车的各种数据, 包括汽车运行的转速、车速、水温、油量、电压、油压、里程等信息, 然后由嵌入式处理器 S5PV210 处理数据, 将得到的数据在显示屏上用图形界面虚拟显示。同时, 系统在汽车异常运行时语音报警, 显示器显示具体的异常原因。

2 硬件组成

汽车智能仪表系统的硬件设计如图 1 所示, 系统的控制核心采用 SAMSUNG 的 S5PV210, 采用 ARM cortexTM-A8 内核, ARM V7 指令集, 主频高达 1 GHz, 64/32 bit 内部总线结构, 具有非常高的运算能力。S5PV210 包含很多强大的硬件编解码功能, 同时内建高性能 PowerVR SGX540 3D 图形引擎和 2D 图形引擎, 支持 2D/3D 图形加速, 能更快地解码更高质量的图像和视频^[2]。采用外置 CAN 控制器承担 CAN 节点控制器的任务, 通过 SPI 接口

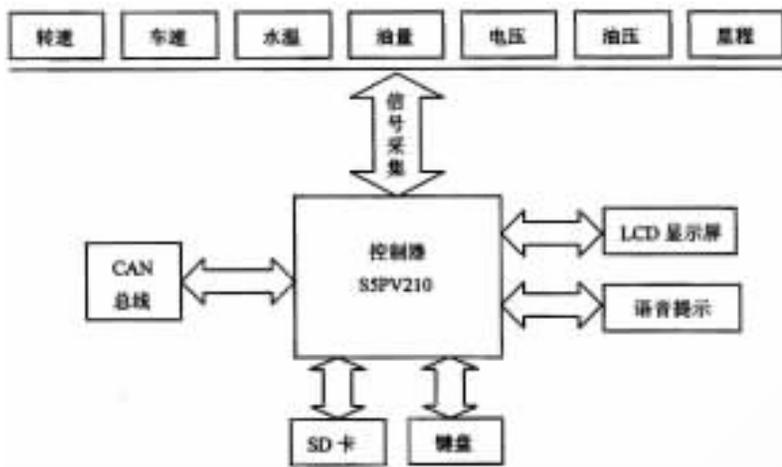


图1 汽车智能仪表系统框架图

与 CAN 控制器通信,快速高效。S5PV210 嵌入了许多外围设备的功能,减少了系统芯片的数量。各种传感器将采集到的转速、车速、水温、油量、电压、油压、里程等模拟信号通过 CAN 总线传递给控制器自带的 A/D 输入口转换成数字信号,LCD 屏实时显示采集到的信息,显示的图片信息存储在 SD 卡中,通过辅助小键盘调节显示效果。中心控制器处理信息,当信息不符合设定的正常数值时显示器显示异常原因,语音模块^[3]发出警报。软件采用嵌入式实时操作系统 Linux2.6.30 高效地管理整个系统。

智能仪表采用网络化的集中管理,通过 CAN 总线将汽车各部分的信息传递给控制器,控制器通过 CAN 总线反馈实现汽车的有效操作。系统的 CAN 总线通信系统选用 Microchip 的 MCP2515 为控制核心,MCP2515 是一款独立 CAN 协议的控制器^[4-5],完全支持 CAN V2.0B 技术规范,通过符合工业标准的 SPI 口与控制器连接。LCD 显示器选用 CPT 的 8 英寸工业屏 CLAA080XA03BT,分辨率高达 1024×768,可视角度大、亮度高、对比度好、反应时间快,满足仪表系统对显示屏显示的各种要求。

3 软件设计

汽车智能仪表系统采用嵌入式 Linux 为操作系统, Linux 源代码开放并遵循 GPL 规则,选择 Linux2.6.30 版本,经过系统裁剪,以适合本系统的嵌入式和实时的应用,同时在 Linux 系统平台下编写各模块的驱动程序和应用程序。控制面板采用 Qt/Embedded 图形界面,外观显示的是传统机械仪表图形和数字图形结合的图形界面。传感器采集各种数据,经过 CAN 总线传输,控制器对各种数据处理,同时通过仪表图形界面显示各种数据,当出现异常时,界面显示原因并且语音提示报警。整个系统软件如图 2 所示。系统主要分为两个部分:Linux 系统下各个应用模块的驱动程序设计和 Qt 图形界面设计。

3.1 驱动程序设计

外部和内置设备驱动程序设计如下^[6]:

《微型机与应用》2014 年 第 33 卷 第 4 期

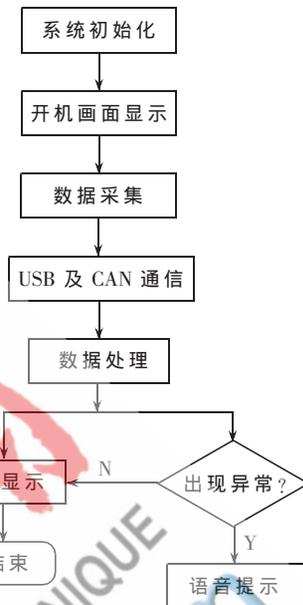


图2 系统软件流程图

(1)8 英寸的 TFT-LCD 屏驱动设计。在驱动 LCD 中首要配置 LCD 控制器,尤其是帧缓冲区(FrameBuffer)的指定,LCD 是以字符设备方式加以访问和管理,采用“文件层-驱动层”的接口方式。文件层定义的数据结构为 file_operation 结构体中的接口函数,如读/写的 read/write 函数和用于控制的 ioctl 等。将 LCD 驱动程序模块化,将编写好的 LCD 驱动程序 lcd.c 放到 arm/linux/drivers/char 目录下,进行 make menuconfig 选择静态加载 LCD 驱动。

(2)CAN 模块驱动设计。系统中采用 MCP2515 独立控制器和 TJA1050 高速 CAN 总线收发器为一体的外接模块。MCP2515 与主控芯片使用 SPI 数据总线进行交互,将 SPI 封装成 SPI 设备注册与驱动注册两部分,分别由 platform_device 和 device_driver 两个结构体实现。成功注册 SPI 总线后,将 CAN 总线驱动作为 SPI 子设备挂载到 SPI 总线上,与主控芯片传递数据。

(3)A/D 转换器驱动程序设计。S5PV210 带有 10 路 12 bit 的模拟输入通道,A/D 转换的驱动程序流程为:打开 A/D 转换器→采集模拟信号→进行 A/D 转换→输出数字信号→关闭 A/D 转换器。A/D 转换驱动程序也是一个字符设备驱动,将编译好的 A/D 转换程序烧入内核。

(4)5×5 键盘驱动程序。键盘驱动程序采用层次型体系结构,分上下两层实现。上层为通用键盘抽象层,为底层服务;下层为硬件处理,对硬件直接操作。主要的工作在于编写底层处理函数,键盘中断处理获取按键的扫描码,调用 handle_scancode(),识别按键在键盘的位置,实现按键驱动。

(5)网口驱动程序、USB 协议、控制信号输出驱动程序等驱动程序在 Linux2.6.30 中由官方给出,可直接调用。所有的驱动程序在系统中均采用静态编译方式,不需要模块加载。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com

31

3.2 应用程序设计

本系统的应用程序包括管理任务、采集数据任务、CAN 总线收发任务、LCD 屏显示任务、处理异常情况任务等多个任务,采用信号量、邮箱、消息队列等多种常用进程间通信机制。系统采用 C 语言入口函数 Main() 的编写完成各种初始化操作,建立信号量和消息队列,依次创建各任务,最后启动操作系统,实现多任务操作。

在 Linux 系统中,各任务被赋予不同的优先级,拥有不同的任务栈,不同任务之间通过消息队列和信号量通信和共享数据。任务采用无限循环结构,各任务通过延时或等待信号量和消息对决定 CPU 的使用权,通过产生中断来切换任务。当得到消息队列或者延时时间时,高优先级的任务进入就绪状态,任务获得 CPU 使用权,最后处理相应的消息队列中的数据^[7]。

3.3 Qt 图形界面设计^[8-10]

Qt/Embedded 用于嵌入式系统,具有高效、稳定、美观等特点,能够为用户提供可靠的交互功能。用 Qt/Embedded 下的集成开发工具 Qt Designer 实现嵌入式 GUI 的设计与布局,界面设计完成后,生成 .ui 文件,由 .ui 文件生成相应的头文件,在头文件中用一个类实现对界面的搭建。具体的界面编写过程如下:

(1) 使用 Qt Designer 提供的 uic 工具通过界面文件 Carsmarting.ui 生成 Carsmarting.h 文件和 Carsmarting.cpp 文件。命令为 uic -o Carsmarting.h Carsmarting.ui uic -o Carsmarting.cpp -impl Carsmarting.h Carsmarting.ui。

(2) 系统中实现显示功能,在 Carsmarting.cpp 文件中添加相应的功能实现代码。编写 main 主函数文件,主函数所在文件名为 main.cpp,首先产生一个 QApplication 类的实例,然后定义窗口类实现并把它作为程序的主窗口,接着设置 mainwindow 部件,最后调用 show() 和 exec() 方法,使用库管理界面作为主界面,程序进入消息循环。以下是 Carsmarting 的主函数文件 main.cpp 的主要代码:

```
int main(int argc, char **argv)
{
    QApplication Carsmarting(argc, argv);
    //创建对象,管理整个应用程序资源
    Carsmarting.*mainwindow = new Carsmarting;
    //创建应用程序窗口
    app.setMain Widget(&mainwindow);
    //设置程序的主部件 mainwindow
    mainwindow->show(); //使 mainwindow 的窗口部件可见
    return Carsmarting.exec();
    //传递给 Qt 应用程序的控制权
}
```

(3) 编译。使用 progen 命令生成工程文件 (.pro 文件),根据工程文件使用 tmake 命令生成 Makefile 文件,最后使用 make 命令编译链接整个工程。

本文介绍的基于嵌入式 Linux 和 CAN 总线的汽车

智能仪表系统具有非常优良的性能。通过裁剪优化嵌入式系统,提高了整个系统性能;系统应用 CAN 总线获取显示所需的数据,安全快捷;采用多任务设计方式,提高了系统的实时性和灵敏度;采用 Qt/Embedded 图形界面,丰富了桌面系统,界面显示友好。经过实验测试,本系统能够正常运行。该系统不但可应用在汽车仪表系统,同时对于机载舰载仪表系统有重要的参考意义。

参考文献

- [1] 唐志勇. 汽车仪表指针控制技术[J]. 汽车电器, 2007(7): 1-3.
- [2] 程唱南. ARM Cortex-A8 硬件设计 DIY[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012.
- [3] 但成福. 一种用排队论指导的 CAN 总线语言通信系统设计[J]. 电子技术应用, 2013, 39(2): 22-25.
- [4] 王保和. 嵌入式 Linux 下 CAN 总线驱动程序设计[J]. 大众科技, 2011(6): 19-21.
- [5] 王黎明, 夏立. CAN 现场总线系统的设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [6] 宋宝华. Linux 设备驱动开发详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [7] 张海清, 陈永煌, 朱晖. 基于嵌入式系统的 CAN 总线汽车组合仪表的研究[J]. 安徽工程科技学院学报, 2009, 24(3): 53-56.
- [8] 何剑锋, 邬文彪. 嵌入式 Linux 系统的 Qt/Embedded 图形界面开发[J]. 电子工程师, 2007, 33(7): 46-48.
- [9] 连照亮, 徐世国. 基于 Qt/Embedded 在嵌入式 Linux 下的应用研究[J]. 微计算机信息, 2010(17): 81-85.
- [10] 刘治国, 陈新华. 基于 Linux 和 Qt 的智能家居系统的设计与实现[J]. 电子技术应用, 2012, 38(4): 23-26.

(收稿日期: 2013-06-21)

作者简介:

邓宗权, 男, 1988 年生, 硕士生, 主要研究方向: 数字图像处理与嵌入式系统。

蒋向东, 男, 1963 年生, 副教授, 主要研究方向: 光电薄膜与集成器件、平板显示与系统、机器视觉与数字图像处理。

王继岷, 男, 1970 年生, 工程师, 主要研究方向: 光电薄膜与集成器件、平板显示与系统、人机交互与虚拟现实技术。