

工程机械图形仪表信息系统设计与研究*

王理停, 刘 强

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 介绍了一种以 SH7264 微处理器为核心、 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 为操作系统的工程机械智能图形仪表板的设计与实现方法。采用 VDC 分层图像显示, 提高启动速度、改善显示质量。在软件设计中采用重构技术, 加快了工程机械仪表板的开发速度及效率, 节约了社会资源。

关键词: 工程机械; 仪表板; CAN 总线; VDC; $\mu\text{C}/\text{OS}$

中图分类号: TH85

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)08-0086-03

Design and research of graphic dashboard system for construction machinery

Wang Liting, Liu Qiang

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: This article designs and realizes an intelligent graphic dashboard based on SH7264 microcontroller and $\mu\text{C}/\text{OS}$ operating system for construction machinery. The video display controller (VDC) is used to improve the startup speed and improve the quality of display. It also uses reconstruction in the software design to reduce the cycle of the exploitation of construction machinery dashboard and save social resources.

Key words: construction machinery; dashboard; CAN bus; VDC; $\mu\text{C}/\text{OS}$

仪表板是各类工程机械必不可少的装置, 它用于显示工程机械各个系统工作状况, 是工程机械与作业员进行信息交流的界面, 作业员通过仪表随时掌握工程机械各个部件的工作状态。现代工程机械越来越复杂, 所需的各类仪表也越来越多, 传统的工程机械仪表存在占用面积大、分布散乱、显示内容固定单一、显示信息量小等缺点, 不具有可配置性, 而且恶劣的工作环境常常导致仪表显示的信息不准确或失灵; 其次, 主要由作业员根据目视得到的外界信息对工程机械进行操作。随着各种工程机械不断向大型化、复杂化方向发展, 传统的目视观察已经越来越多地暴露出其局限性: 如视角存在盲区、远处作业面无法看清等。传统仪表板的这些局限性很可能导致作业员的操作不及时甚至失误, 不仅降低了生产效率, 还带来较大的安全隐患^[1]。

传统仪表已远远不能满足现代工程机械高速发展的要求。为此设计一款既能够以图形、文字甚至动画的方式来实时显示工程机械的各种状态信息, 又能完成工

程机械的视频采集、解压缩、终端显示的多功能的智能图形仪表信息系统显得非常有必要, 这也是今后工程机械仪表板发展的一个必然趋势。

仪表板做为工程机械的核心技术之一, 具有重要的地位。目前, 我国在工程机械图形仪表技术与德、美、日等国有较大差距, 基本上只能由国外提供高端仪表, 导致资金外流。因此, 开展智能图形仪表技术方面的研究, 能摆脱对国外的技术依赖, 对增强我国工程机械厂家的核心竞争力、促进产业升级具有重要意义。

1 工程机械智能图形仪表信息系统的总体设计

随着工程机械的发展, 各种机构日趋复杂, 其附属装置也越来越多, 仪表板作为工程机械的信息中心, 必须为操作人员提供挖掘机各部分的状态信息, 使驾驶员能够及时了解挖掘机当前的状态。工程机械仪表板上主要显示的信息有油温、水温、油压、GPS、视频、故障诊断及各种指示灯和报警信号, 因此整个系统设计可分为电源模块、主控制器模块、CAN 总线模块、故障诊断模块、

* 基金项目: 福建省高校产学研合作重大项目 (2010H6015)

应用奇葩

Example of Application

GPS 模块、视频解码模块、键盘及 TFT-LCD 显示模块, 系统构架如图 1 所示。

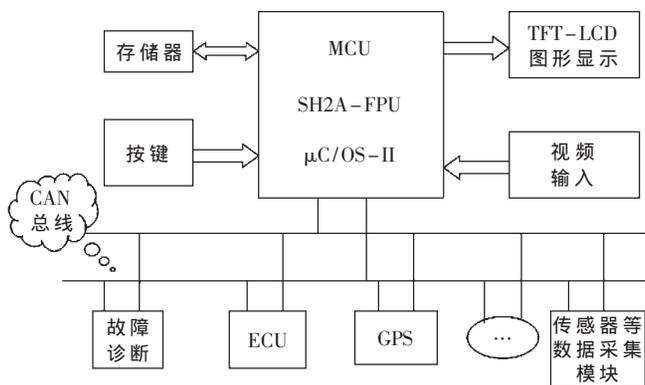
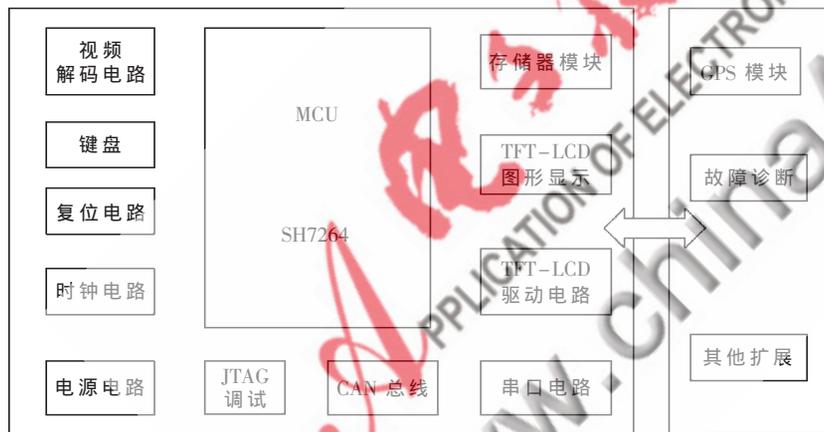


图 1 系统框图

2 硬件设计

工程机械智能图形仪表盘主要负责显示、监控工程机械运行时的状态及从 CAN 总线接收到的各种主要参数。根据功能划分, 该系统的硬件电路主要包括电源模块、CPU 模块、存储器模块、视频处理模块、LCD 驱动模块、模拟信号处理模块、外部接口模块(包括 CAN 和 UART、GPS 及故障诊断信息都通过该模块来获取)和键盘扫描模块等, 其硬件结构框图如图 2 所示。



仪表盘主控电路框图

扩展模块电路

图 2 仪表盘系统的硬件框图

本系统采用的主控制芯片是瑞萨公司 2009 年推出的 Super H 系列的 32 位 SH7264^[2]微处理器, 该微处理器的特性包括工作速度高达 144 MHz 的 32 位超标量 SH-2A 内核和 1 MB 内部 SRAM。显示图形时, 该内部 SRAM 可用作帧缓冲器。因此, 该微处理器可以减少外部元件的数量, 缩小电路的设计面积。并且, 只要加了电源电压, 内部 SRAM 就能够保持其数据, 所以器件具有减少待机功耗的优势。

内置到 SH7264 芯片中的 VDC3(视频显示控制器 3) 具有视频输入和 RGB 输出功能, 因此相同的硬件可以用于视频和绘制图形。大容量内部 SRAM 与 VDC3 之间还具有专用总线: 1 个专用视频总线和 2 个专用图形总

线。这种设计结构允许同时传输不同类型的数据。这些总线操作都是独立的, 即使在传输视频数据的同时, 也可以操作 CPU 和外设功能总线。片内带 1 MB 的显示缓存, 可以支持 QVGA、WQVGA 大小的多层显示数据缓存, 而无需 SDRAM。

3 软件设计

工程机械智能图形仪表盘涉及到 CAN 总线中断与视频解码、GPS 信息采集、实时时钟信息读取、菜单设计、键盘扫描及与 ECU 进行通信等多任务并行的复杂软件系统。传统的单任务顺序程序结构灵活性差、实时性差、资源利用率低, 难以满足多任务并行的实时数据采集系统的需要^[3]。本文采用 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 操作系统, $\mu\text{C}/\text{OS}$ 代码小、可移植性强, 移植工作主要是对 OS_CPU.H、OS_CPU.C、OS_CPU_A.ASM 三个文件进行修改^[4]。

3.1 任务的划分

本系统主要包括以下任务: 仪表虚拟图形显示模块任务(图形静态显示和指针图形动态旋转等)、基于图像分层叠加的菜单界面设计模块任务、视频显示模块任务、通信模块任务、工况数据处理模块任务、键盘扫描模块任务、E²PROM 读写模块任务以及 LCD 显示模块任务。各任务间通过消息队列和信号量来通信和共享数据。

3.2 任务结构及分析

主程序在完成各种初始化操作后依次创建各任务, 然后通过调用 OSStart() 函数启动操作系统。在 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 中, 各任务被赋予不同的优先级, 拥有各自的任務堆栈, 不同任务之间通过消息队列和信号量互相通信和共享数据。任务都采用无限循环结构, 各任务通过延时或等待信号量和消息队列来放弃 CPU 使用权。这样在时钟节拍到来时将产生中断级任务切换, 系统转而运行处于就绪状态的高优先级任务, 当延时时间到或者信号量和消息到来时, 任务将再次运行。系统中主要任务具体功能分析如下。

CAN 总线接收与处理任务: 因为工程机械仪表盘所显示的信息主要来自与 CAN 总线相连的 ECU 主控制器, 实时更新主控制器数据对操作员来说尤为重要, 因此将该任务作为最高优先级。

视频解码及显示任务: 视频作为工程机械操作的另一个重要辅助设备, 很好地克服了视角存在盲区、远处作业面无法看清等问题。摄像头传输来的数据通过 ADV7180 视频硬件解码器解码, 然后再通过 PC 总线读到 CPU 进行处理, 然后在 TFT-LCD 上显示。

图形显示任务: 本仪表盘所设计的智能图形仪表, 其作图方式不再是通过画点画线等 GUI 软件程序来实现, 而是先在 PC 机上用画图软件先设计好所需的图片, 该图片可根据用户需求任意实现, 然后在 Matlab 下处

应用奇葩

Example of Application

理,之后写到 CPU,将其显示出来。这种图形显示方式的优点在于大大缩减了软件代码,减轻 CPU 的负担,而且可以显示任意的图形界面。

4 仪表板设计中关键技术问题的解决

(1) 指针旋转问题

一般的图形仪表盘设计指针时主要有以下几种方案;(1)直接画线,这种方法显示的指针简单、单调;(2)移植 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 或者 QT 等软件,这种方法对硬件资源要求比较高;(3)将不同指针状态变化后的每张图片存储起来,这种方式所需要的存储量非常巨大;(4)利用图片旋转方法,即只需要存储一张指针图片,通过坐标变换将指针图片旋转得到其他角度的指针,这种方法会造成图片信息点的丢失,显示效果较差,虽然可通过临近插值法或双线性插值法等来解决图像的瑕疵,但又耗用了大量的 CPU 资源。

本文在不占用太多存储空间和不耗用大量的 CPU 资源的情况下设计了一种指针指示方法,即先用作图软件画出不同角度的指针图片,然后用 Matlab 找出每个幅图片指针的每个像素的坐标及像素值,将这些数据存储在 Flash 中,程序调用时可采用查表法。

(2) 抗锯齿问题

传统的图像处理边缘抗锯齿的方法有超级采样抗锯齿 SSAA(Super-Sampling Anti-aliasing)和多重采样抗锯齿 MSAA(MultiSampling Anti-Aliasing)。SSAA 简单直接,但消耗资源多,MSAA 对资源的消耗相对较小,但在画质上不如 SSAA。在 Photoshop 软件中,其边缘羽化功能已经集成了很好的抗锯齿算法,而本文的最大特点是利用图形来设计仪表,所以只需在 Photoshop 里利用羽化功能对旋转的指针图像进行边缘处理,即可消除指针旋转后的锯齿问题,且不需要消耗仪表硬件系统的资源,减轻软件设计负担。

(3) VDC3 图像分层显示问题

一般的数字仪表板设计图形时只有一层图形,由于要显示一些动态信息,需经常修改图形缓冲区的内存值,所以常常导致背景图像会有残影和闪烁。如果使用 VDC 分层显示则可以很好地解决这个问题,背景图片做为底层,需要变换的动态信息等图片或文字则在第二层显示,视频输出结果在第三层显示,如图 3 所示。

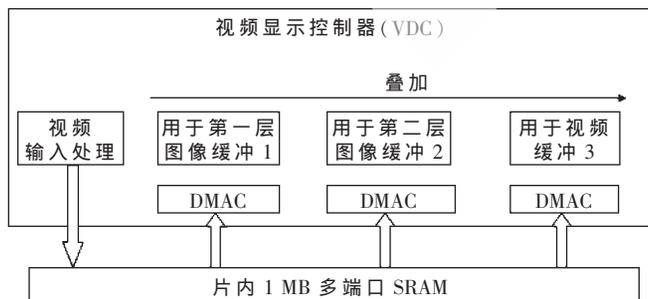


图3 视频显示控制器

5 工程机械仪表板软件重构技术

本设计主要是针对液压挖掘机来开发的,而面对种类繁多的工程机械,针对每种工程机械开发对应的仪表板几乎是不可能的,而且也造成了重复开发和社会资源的浪费。因此本文提出针对工程机械仪表板开发的软件重构技术^[5-6],对功能软件进行封装,将各类工程机械的型号种类参数进行打包封装,将这些软件“芯片”集成在存储器里,如要开发新的工程机械仪表板,只需修改仪表软件中的工程机械的型号或种类等参数,无需进行再次软件开发,便可设计出对应型号的工程机械的仪表板,这样可满足工程机械种类繁多、要求五花八门等特点,减少不必要的重复设计,使工程机械仪表朝着规模化、集成化的方向发展。

本研究开发的智能图形仪表信息系统集成了工程机械工作信息显示、机器工作参数设置、视频监控、故障诊断、GPS 显示等功能,基本上可以满足中高档工程机械的仪表显示需求,效果美观大方、人机接口界面友好。

参考文献

- [1] 徐殿魁.工程车辆视频处理与图形终端硬件平台的设计与实现[D].南京:南京理工大学,2010.
- [2] SH7262 Group, SH7264 Group Hardware Manual Rev.2.00 [EB/OL]. Renesas Technology Corp.[2009-06-18].http://cn.renesas.com/.
- [3] 何创新,李彦明,刘成良.工程机械远程状态信息采集方法研究与应用[J].仪器仪表学报,2009,30(4):728-732.
- [4] LABROSSE J J.嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ (第二版)[M].邵贝贝,等译.北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [5] 陈曾胜,吕国强,洪占勇.一种基于可重构理论智能仪器设计[J].电子测量技术,2001(4):1-2.
- [6] GARRIDO A. Software refactoring applied to C programming language[D]. MS Thesis. University of Illinois Urbana-Champaign, 2000.

(收稿日期:2010-11-25)

作者简介:

王理停,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:检测技术与自动化装置。

刘强,男,1972年生,硕士生导师,副教授,主要研究方向:机械电子。