基于双核嵌入式系统和 CAN 总线的汽车综合显控系统研究

陈运兴[1]，黄 健[2]，王洪志[2]

（1. 装甲兵装备技术研究所，北京 100072；
2. 装甲兵技术学院机械系，长春 130117）

摘要：嵌入式系统的迅速发展和控制器局域网（controller area network，CAN）总线的成功应用，提供了使汽车实现智能化、系统化和网络化的平台。利用双核嵌入式系统和 CAN 总线设计汽车综合显控系统，使汽车控制、虚拟仪表显示、路况信息显示、故障诊断与报警、全球卫星定位系统（global positioning system，GPS）定位以及无线网络等实现一体化，有利于系统的整体优化，显示了使汽车电控系统占用更少的空间以实现更多的信息处理和控制。根据需求进行了模块化设计，并阐述了系统实现的硬件结构和各单元的要求，以及软件实现的流程控制。

关键词：车辆工程；双核嵌入式系统；控制器局域网总线；综合显控
中图分类号：TB273 **文献标识码**：A **文章编号**：1674-2850(2009)05-1062-4

A research of automotive integrated display & control system based on dual-core embedded systems and CAN bus

CHEN Yunxing[1], HUANG Jian[2], WANG Hongzhi[2]

(1. *Armored Force Equipment Technique Institute, Beijing* 100072, *China*;
2. *Department of Mechanical Engineering, Armored Force Technique Institute, Changchun* 130117, *China*)

Abstract: The rapid development of embedded systems and the successful application of controller area network (CAN) bus provide a platform on which vehicle can achieve intellectualization, systematization and networking. With the use of dual-core embedded systems and CAN bus to design automotive integrated pisplay & control system, realizing the integration of vehicle control, virtual instrument display, traffic information display, fault diagnosis and alarm, as well as globla positioning system (GPS) positioning and wireless networks, it is conducive to the overall optimization of system and the realization of achieving greater information processing and controlling with less room for the automotive electronic control system. The article designed the system in a modular pattern based on the demand, and described the system's hardware structure, the requirements of the various units, as well as the realization of the software process control.

Key words: vehicle engineering; dual-core embedded system; controller area network bus; integrated display & control

0 引言

随着计算机、微电子和各种现场总线通信技术的广泛应用，汽车电子呈现出智能化、系统化和网络化的发展趋势。以嵌入式微处理器为核心的智能化数字式仪表将是汽车仪表发展的必然趋势，整车控制优化和整车控制智能化也是汽车电控的发展方向。目前，汽车上仍大量使用组合式模拟仪表，少数车上使用的数字仪表也仅限于数字化显示各种参数。虽然 CAN 总线已被成熟应用，但车辆整体的控制功能还可以进一步提高。车辆用综合显控系统是在虚拟仪表的基础上，充分利用双核嵌入式系统，加上全天候路况显示系统和 GPS 定位系统，构建一个功能更强大的综合系统。

作者简介：陈运兴（1982—），女，助理工程师，主要研究方向：目标跟踪和嵌入式系统的应用. E-mail：chenyunxing12@126.com

1 嵌入式系统和 CAN 总线

1.1 嵌入式系统

嵌入式系统是指操作系统和功能软件集成于计算机硬件系统中，以应用为中心、以计算机技术为基础，软件硬件可裁剪，对实时性、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。简单地说，嵌入式系统就是应用软件和系统硬件的一体化，与 PC 机上主板的基本输入/输出系统（basic input output system，BIOS）工作方式类似。嵌入式系统具有实时性、上下文切换、确定性、中断延迟、互斥、抢占、优先级驱动、优先级反转、优先级继承等特点[1]。

现阶段，一般把嵌入式操作系统分为 2 类：1）面向控制、通信等领域的实时操作系统；2）面向消费电子产品的非实时操作系统。CPU 是嵌入式系统的核心，目前主流是 32/64 位微处理器，品牌和种类繁多，按其功能主要分为偏重控制的 ARM 系列和偏重处理的数字信号处理器（digital singnal processor，DSP）系列。这里的双核嵌入式系统就是同时采用这两种内核，以同时满足控制和显示的需要。

1.2 CAN 总线

CAN 是德国 Bosch 公司于 20 世纪 80 年代初为解决现代汽车中众多的控制与测试仪器之间的数据交换，而开发的一种串行数据通信协议。

CAN 总线具有下列主要特征：1）多主站依据优先权进行总线访问；2）无破坏性的基于优先权竞争的总线仲裁；3）借助接收滤波的多地址帧传送；4）远程数据请求；5）配置灵活性；6）全系统数据相容性；7）错误检测和出错信令；8）发送期间若丢失仲裁或由于出错而遭破坏的帧可自动重新发送。

CAN 总线硬件连接简单，具有实时性强、可靠性高、通信速率快、互操作性好、总线协议具有完善的错误处理机制、灵活性高及性能价格比低等特点。CAN 网络正在不断地应用在汽车电子的各个方面[2]。

2 系统设计

2.1 系统的总体设计

汽车综合显控系统的设计要求是：对汽车各部分的工作状况进行控制和实时监控并通过数字化虚拟仪表对重要参数进行实时显示；对汽车各部分的故障进行声光报警并显示故障部位；对汽车后方的路况信息进行实时显示并支持夜间模式；具有“黑匣子”功能和专家故障诊断系统；具有 GPS 定位系统和无线上网功能；留有功能扩展的接口。根据系统的功能设计要求，运用标准化、模块化、系列化的设计方法，采用 CAN 总线进行数据传输。总体模块设计如图 1 所示。

2.2 综合显示模块设计

综合显示模块是人车交互的重要部分，提供友好、清晰、准确的图形化显示界面，能大大提高车辆的使用性和安全性。本系统分 3 个页面显示：1）车辆的各项重要参数指标；2）车辆后方的路况信息显示；3）GPS 导航显示。其中，车速、发动机转速及转向、切换按钮、日期、时间、温湿度和报警是要始终显示的。发动车辆时默认显示车辆油水等参数页面，起车后默认显示车辆后方路况信息，可以根据需要随时切换到车辆参数和 GPS 显示。具体设计如图 2 所示。

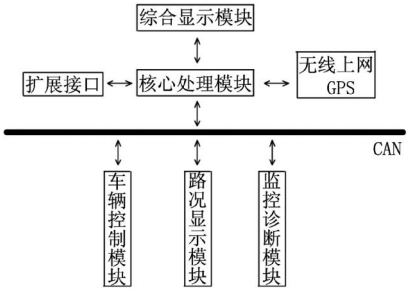


图 1 总体模块设计图

Fig. 1 The design drawing of general module

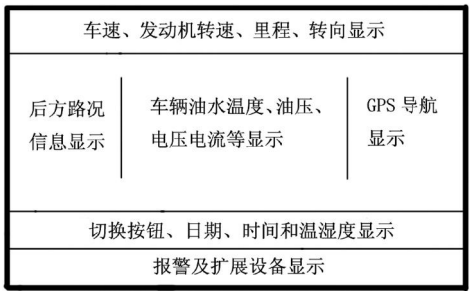


图 2 综合显示模块

Fig. 2 The synthetic display module

2.3 路况显示模块设计

路况显示模块（如图 3 所示）主要是全景显示车辆后方的路况信息，并具有夜视功能。其中，对左、右摄像机所采集的图像进行实时融合渲染输出，可以代替汽车原有的后视镜，使驾驶者更清楚直观地了解路况信息，夜间模式更是弥补了原有后视镜在夜间驾驶时的不足，提高驾驶的安全性，存储一定时间内路况信息的视频，还可以为交通事故的处理提供有力的证据。同时，还与巡航定速系统、防撞系统、主动悬挂系统等共享路况数据，更有利于车辆的整体协调控制，实现更多的智能化控制需求。

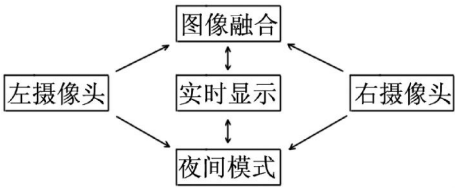


图 3 路况显示模块

Fig. 3 The road situation display module

2.4 其他模块设计

车辆控制模块主要是现代汽车典型的控制单元，如：电控燃油喷射（electronic fuel injection，EFI）系统、电控传动系统、防抱死制动系统（anti-lock brake system，ABS）、防滑控制（anti-skid control，ASC）系统、车身控制系统、定速巡航系统（cruise control system，CCS）、高空防碰撞系统（traffic collision avoidance system，TCAS）、空调系统等[3]，以及一些反馈和处理机制。监控诊断模块主要涉及数据的存储、对照以及自诊断的专家系统等，要求对车辆故障进行实时报警，并能够进行故障自检测，简化故障排除过程。这两个模块在汽车上已有成熟的应用，这里不再赘述。只是整体的设计和处理，可以更有效地共享数据，实施控制和监控，也有利于进行系统的精简和优化。

3 系统实现

3.1 硬件设计

基于双核的嵌入式系统和 CAN 总线实现前面所设计的综合显控系统。其中，偏重控制的 ARM 内核主要负责处理车辆控制模块和监控诊断模块，偏重处理的 DSP 则主要负责处理路况显示模块和综合显示模块。采集的模拟信号需要进行 A/D 转换后再输入微处理器进行处理，而处理后输出时需要进行 D/A 转换后再反馈回模拟信号系统。系统实现框图如图 4 所示。

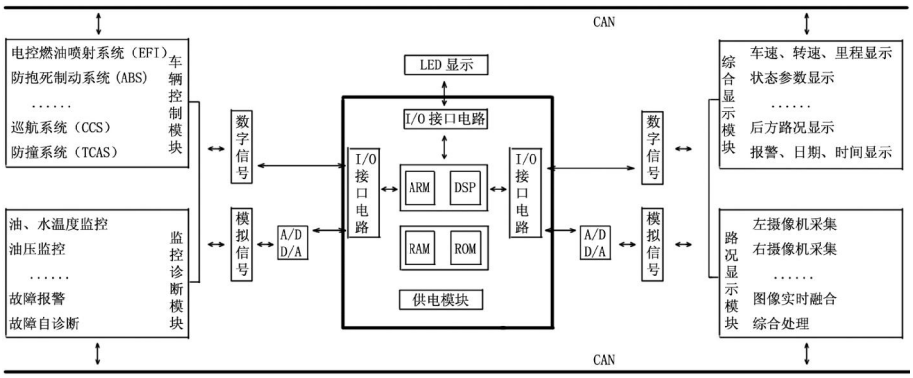


图 4 系统实现框图

Fig. 4 The system realization block diagram

存储单元：根据国家标准规定。汽车显控系统中应包含两部分数据：汽车实时数据（存放汽车发生事故前后 20 s 内数点的数据）；汽车历史数据（存放 360 h 内汽车和司机的行驶状况）[4]。该综合显控系统除了大量的控制和监控数据的采集和存储外，还要进行路况视频信息的采集、处理和存储。因此，该系统的存储器要求存储量大、存储速度快，并保持高稳定性和高可靠性等。

供电单元：汽车蓄电池的电压一般为 12 V，而且受到车内复杂电磁环境的影响，而一般要求 5 V 的稳定电压来保证系统稳定可靠地工作。因此，选用高性能的供电模块对保持系统的稳定工作有很关键的作用。

显示单元：系统显示的内容多，对显示质量要求高。因此，采用大尺寸、高分辨率、高刷新率的

触摸式液晶屏进行显示。同样要求高稳定性和高可靠性。

通信与接口电路：一般采用被广泛应用的RS232和USB接口，实现数据的上传下载。采用CAN总线接口进行各类控制数据的传输，大大简化了电控设计，CAN总线收发器需要进行设计与匹配。由于所采集信号的多样性和所处电磁环境的复杂性，需要搭建外围的信号调理电路和稳定电路等，以保证数据传输的准确性、稳定性、实时性。另外，还预留几个扩展接口。

3.2 软件设计

嵌入式系统软件层设计主要包括：实时多任务操作系统（real time operating system，RTOS）、文件系统、图形用户接口（graphical user interface，GUI）、网络系统和通用组件模块（任务管理）。目前常用的操作系统有Linux，Windows CE，VxWorks，pSOSystem，VRTX，QNX和Nucleus Plus等。VxWorks操作系统是由美国WindRiver公司推出的嵌入式实时操作系统，具有独立而完备的系统开发和性能测试工具。有以下优点：1）高性能的微内核结构；2）多任务环境；3）强实时性；4）良好的系统稳定性和可靠性；5）对称式多CPU支持；6）强大的网络功能支持；7）灵活方便的I/O系统；8）程序代码移植性好；9）快速灵活的文件系统；10）友好的交叉开发平台。因此，选用此操作系统进行开发。

程序设计也采用模块化方法，逐级建立不同的任务，并对任务进行优先级的分配，在任务之间采用信号量和消息队列两种通信机制。系统主程序流程图如图5所示。

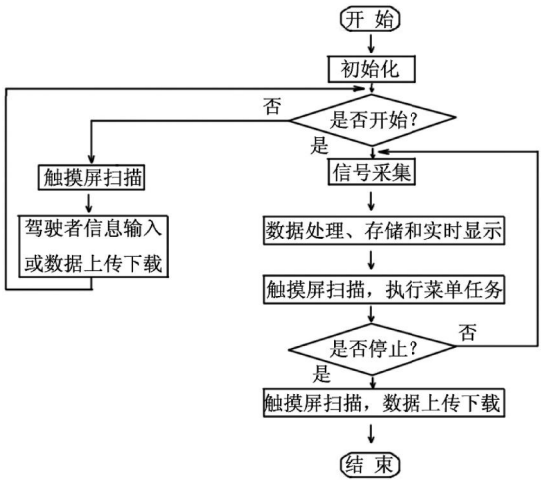


图5 系统主程序流程图

Fig. 5 The flow chart of system main program

完善各部分的控制模型，按照此流程图进行软件的设计与开发，调试运行后进行整车的综合联调和试验，直至达到设计要求。

4 结论

通过对嵌入式系统和CAN总线的简单介绍，根据汽车显示和控制的需求，设计了基于双核嵌入式系统和CAN总线的汽车综合显控系统。将车辆控制、路况显示、GPS等进行一体化设计与控制，并提出了系统硬件的设计要求和软件主程序的开发流程。经过论证，该系统能够大大提高汽车的智能化水平、安全性和舒适性等。

[参考文献] (References)

[1] 常速，祝朋，杨宗凯. HTTP在嵌入式系统中的应用及扩展[J]. 工业控制计算机，2002，15（8）：17～19.
CHANG S，ZHU P，YANG Z K. Implementation and extension of HTTP on embedder system[J]. Industrial Control Computer，2002，15(8)：17～19.（in Chinese）

[2] 黄清学. 一种汽车仪表的CAN总线解决方案[J]. 企业科技与发展，2008（8）：71～72.
HUANG Q X. A solution to CAN bus of a car instrument[J]. Enterprise Science and Technology and Development，2008(8)：71～72.（in Chinese）

[3] 朱治高，黄春梅. 基于CAN总线汽车仪表及显示系统的实现[J]. 机电工程技术，2008（7）：49～51，138.
ZHU Z G，HUANG C M. Design about instrument cluster and display system based on CAN bus[J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology，2008(7)：49～51，138.（in Chinese）

[4] 刘辉，迟瑞娟，胡桂兰. 基于嵌入式系统的汽车行驶记录仪的设计[J]. 微计算机信息，2008，24（11）：240～242.
LIU H，CHI R J，HU G L. Design of vehicle traveling data recorder based on embedder system[J]. Microcomputer Information，2008，24(11)：240～242.（in Chinese）