

汽车嵌入式SoC系统的应用与发展

何 玮, 刘昭度, 杨其校, 马岳峰, 王 斌

北京理工大学 汽车动力性及排放测试国家专业实验室, 北京100081

2008-09-09

摘要: 介绍了作为泛计算领域重要组成部分的汽车嵌入式系统由低端到高端的发展历程和各个阶段的主要特点, 详细论述了嵌入式SoC系统应用于汽车电子方面的新理论、新方法和关键技术, 并对汽车嵌入式SoC系统的发展趋势进行了展望。

关键词: 泛计算 嵌入式系统 汽车电子 SoC

嵌入式系统是泛计算领域的重要组成部分, 是嵌入到对象宿主体系中完成某种特定功能的专用计算机系统^[1]。嵌入式系统有体积小、低功耗、集成度高、子系统间能通信融合的优点。随着汽车技术的发展以及微处理器技术的不断进步, 在汽车电子技术中得到了广泛应用。目前, 从车身控制、底盘控制、发动机管理、主被动安全系统到车载娱乐、信息系统都离不开嵌入式技术的支持。

1 汽车嵌入式系统发展历程

嵌入式系统诞生于微型机时代, 经历了漫长的独立发展的单片机道路^[2]。嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。与嵌入式微处理器的发展类似, 汽车嵌入式系统也可以分为三个发展阶段:

第一阶段: SCM(Single Chip Microcomputer)系统。以4位和低档8位微处理器为核心, 将CPU和外围电路集成到一个芯片上, 配置了外部并行总线、串行通讯接口、SFR模块和布尔指令系统。硬件结构和功能相对单一、处理效率低、存储容量小、软件结构也比较简单, 不需要嵌入操作系统。这种底层的汽车SCM系统主要用于任务相对简单、数据处理量小和实时性要求不高的控制场合, 如雨刷、车灯系统、仪表盘以及电动门窗等。

第二阶段: MCU(Micro Controller Unit)系统。以高档的8位和16位处理器为核心, 集成了较多外部接口功能单元, 如A/D转换、PWM、PCA、Watchdog、高速I/O口等, 配置了芯片间的串行总线; 软件结构比较复杂, 程序数据量有明显增加。第二代汽车嵌入式系统能够完成简单的实时任务, 目前在汽车电控系统中得到了最广泛的应用, 如ABS系统、智能安全气囊、主动悬架以及发动机管理系统等。

第三阶段: SoC(System of Chips)系统。以性能极高的32位甚至64位嵌入式处理器为核心, 在对海量离散时间信号要求快速处理的场合使用DSP作为协处理器。为满足汽车系统不断扩展的嵌入式应用需求, 不断提高处理速度, 增加存储容量与集成度。在嵌入式操作系统的支持下具有实时多任务处理能力, 同时与网络的耦合更为紧密^[3]。汽车SoC系统是嵌入式技术在汽车电子上的高端应用, 满足了现代汽车电控系统功能不断扩展、逻辑渐趋复杂、子系统间通信频率不断提高的要求, 代表着汽车电子技术的发展趋势。汽车嵌入式SoC系统主要应用在混合动力总成、底盘综合控制、汽车定位导航、车辆状态记录与监控等领域。

2 汽车嵌入式SoC系统

2.1 技术特点

汽车嵌入式SoC系统是嵌入式系统向实时多任务管理、网络耦合与通信的高端应用过渡的产物, 大大提高了汽车电子系统的实时性、可靠性和智能化程度。除了具备普通嵌入式系统的共有特性之外, 它还具有以下几个优点:

- (1)对实时多任务处理有很强的支持能力, 中断响应时间1~2μs;
- (2)具有很强的存储区保护功能;
- (3)在嵌入式实时操作系统的支持下能合理进行任务调度, 充分利用系统资源;
- (4)硬件结构和软件功能都有很强的扩展能力, 系统集成度大大提高, 降低了成本;
- (5)超低功耗, 汽车静态功耗为毫瓦级;
- (6)系统硬件抗干扰能力增强, 适应高温、潮湿、振动和电磁辐射等各种工作环境;
- (7)实时操作系统支持软件多线程结构, 增强了系统的软件抗干扰性;
- (8)提供强大的网络通信功能, 具备IEEE1394、USB、CAN、Bluetooth或IrDA通信接口, 支持相应的通信组网协议软件和物理层驱动软件, 提供容错数据传输能力和更大通信带宽。

2.2 系统结构

汽车嵌入式SoC系统由硬件和软件两大部分组成。硬件包括嵌入式处理器和外围设备, 软件包括应用软件和操作系统。软件通过数据结构、算法和通讯协议实现汽车电子控制策略, 硬件则为软件提供了运行平台, 执行具体控制。

汽车嵌入式SoC硬件系统集成度越来越高, 一般为模块化结构, 如图1(a)所示。在高性能CPU核心外通过IP总线扩展实时时钟模块、SRAM(静态随机存储器)及大容量FLASH, 配置CAN总线与USB通信模块, 无缝集成PWM输出、多通道串口、A/D转换接口与统一的高速缓冲存储器, 支持RI SC技术、多级流水线技术与在片调试技术。系统的实时处理能力、可靠性和网络通信能力大大增强^[4]。

热点专题

- 2008嵌入式技术创新及应用高峰论坛
- 2008飞思卡尔技术论坛
- Altera公司SOPCWorld 2008专题报道
- 第十届高交会电子展
- 科技闪耀北京奥运
- ADLINK DAY—2008年量测与自动化技术国际高峰论坛
- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家庭安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...



现代汽车电子系统从单一控制逐渐发展到多变量多任务协调控制，软件越来越庞大，越来越复杂，使得汽车嵌入式系统需要寻找新的软件解决方案。图1(b)描述了汽车嵌入式SoC系统软件的典型结构。它采用基于标准化接口和通讯协议的模块化软件设计，系统内部通讯由交互层直接完成，保障应用程序间的信息传送。网络层拥有数据流处理能力，是不同系统层面间信息交换的中间接口，能最大程度地整合系统资源。嵌入式实时操作系统摒弃了传统操作系统的前后台模式，使用总线驱动层和硬件抽象层管理I/O端口，合理分配CPU资源，采用基于优先级的事件管理策略，通过API(应用程序接口)调用应用程序，根据邮箱、消息队列和信号量机制综合管理中断、系统行为和任务。

2.3 常用的SoC系统平台

为适应汽车电子系统的发展潮流，各国的半导体和软件制造商纷纷推出相应的嵌入式SoC产品。

著名的SoC硬件平台包括：Intel公司的StrongArm核心处理器，拥有32位RISC数据总线、512KB的FLASH、256KB的SRAM和16位THUMB指令集，支持在片调试、三级流水线技术和LCD控制；Motorola公司的Dragonball核心处理器，它是32位RISC处理器，拥有16.85MHz时钟频率和2.7MIPS的处理速度，无缝集成SRAM、EPROM、FLASH、LCD控制器和PWM输出，支持16位端口DRAM；NEC公司的VR核心处理器，它是64位RISC芯片，拥有300MHz时钟和603MIPS的处理速度，集成统一的L2高速缓冲存储器、DRAM控制器、PCI-X网桥和10/100MAC设备。著名的SoC软件平台即实时操作系统包括：ONX公司的ONX、Wind River公司的VxWorks和Integrated System公司的PSOSystem。它们都是实时、微核、基于优先级、消息传递、抢占式多任务、多用户分布式网络操作系统，拥有模块化结构，内核运行高速稳定，通信能力和扩展裁剪能力很强。

在上述平台中，StrongArm核心处理器和Dragonball核心处理器以及VxWorks操作系统在汽车SoC系统中有着良好的应用前景。

3 SoC系统的典型应用

汽车嵌入式SoC系统充分适应了汽车的工作环境和技术要求，在汽车电子技术上广泛应用。其中北京理工大学正在研究的汽车ABS/ASR/ACC集成化控制系统具有代表性。

ABS/ASR/ACC集成化系统是综合了制动防抱死功能(ABS)、驱动防滑功能(ASR)和自适应巡航功能(ACC)的汽车新型主动安全系统，系统结构如图2所示。其在硬件上充分利用各个子系统的现有元件，轮速传感器、发动机转速传感器、节气门位置传感器、加速踏板传感器和探测雷达组成传感器网络，共用控制器和执行元件。在软件上应用信息融合、集中控制技术，通过对制动力矩和发动机输出功率的综合调节实现汽车制动防抱死、驱动防滑和自适应巡航功能。控制过程充分考虑三个逻辑模块上的相互关系，实现信息融合共享，例如ABS与ASR的车轮滑动率计算可以统一，ACC探测雷达获取的车速信息可以用来修正ABS参考车速^[5]。



图2 ABS/ASR/ACC集成化系统结构

系统选用32位SoC硬件平台如Dragonball核心的MC68EZ328取代原来的16位ABS控制器，提高了硬件处理速度与抗干扰能力，端口资源也更丰富。车载雷达选用法国AutoCruise公司生产的AC10型77GHz毫米波车载雷达，雷达信号的处理采用DSP处理器，并通过CAN总线与ABS/ASR/ACC集成系统控制器进行通信。CAN总线传输具有数据差动收发、容错和非破坏性仲裁的能力，传输速率高达1Mbps。采用CAN通信提高了控制系统的实时性^[6]，并为系统功能扩展和整车传感器信息共享提供了方便。CAN通信拓扑结构如图3所示。

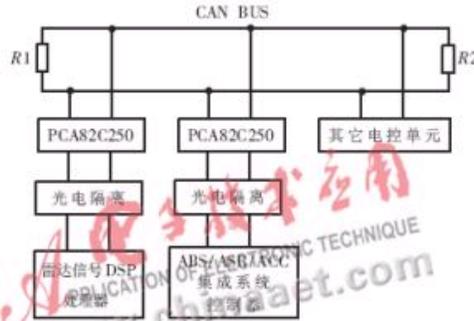


图3 CAN通信拓扑结构

汽车ABS/ASR/ACC系统软件集成化的难点是：在保证控制实时性的前提下如何进行中断管理和协调各项任务的优先级，因此在该系统引入嵌入式实时操作系统十分必要。实时操作系统能合理分配软、硬件资源，实时进行多任务并行处理，为系统进行HAC(坡起辅助系统)与EBD(电子制动力分配系统)等功能扩展提供了条件，同时支持多线程的软件结构，增强了软件抗干扰性。操作系统选用VxWorks，任务调度采用基于优先级的抢占式策略。ABS/ASR/ACC集成系统中的任务优先级分配策略如表1所示。基于操作系统和任务优先级设定，具体的ABS、ASR和ACC控制功能由API调用应用程序实现。集成系统软件结构如图4所示。

表 1 ABS/ASR/ACC 集成系统任务分配策略

任务代码	功能模块	优先级	任务代码	功能模块	优先级
_ABS	ABS 决策模块	1	_M_OBD	故障诊断检测模块	6
_ACC	ACC 决策模块	2	_P254TCU	数据处理模块	7
_ASR	ASR 决策模块	3	_Ref_3	选车逻辑计算模块	8
_Dev	执行器控制模块	4	_Road_3d	路面识别模块	9
_D_C	数据采集模块	5	_Ver_S4	车辆状态识别模块	10

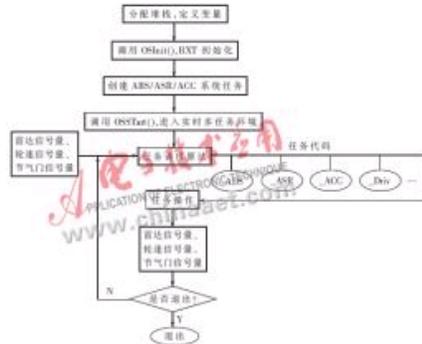


图 4 ABS/ASR/ACC 集成系统软件结构

汽车ABS/ASR/ACC集成化系统采用新一代嵌入式技术，提高了系统的实时性、可靠性、可维护性和可扩展性。

4 SoC系统的发展趋势

汽车嵌入式SoC系统具有卓越的性能，其优越性逐渐被汽车界所认可。今后汽车嵌入式SoC系统将呈现出以下几个发展趋势：

(1)汽车嵌入式SoC系统将会向FPGA/CPLD(在线可编程门阵列)方向发展，系统由分布式可编程互连逻辑单元构成，单元之间可以交换信息，大量运算由硬件直接完成，体系结构更加灵活，集成度更高；

(2)在系统开发上遵循通用的汽车电子系统开放平台和统一的标准。为了提高软硬件通用性，加快开发速度，降低成本，SoC系统迫切需要构建统一的标准与开发平台，欧洲颁布的基于OSEK/VDX标准的MODI STARC规范将是汽车嵌入式系统开发平台的发展趋势；

(3)随着汽车局域网技术和智能交通技术的发展，嵌入式SoC系统将会形成以C级或D级网络为基础的整车分布式控制系统和以无线通信为基础的远程高频网络通信系统；

(4)嵌入式SoC系统的应用范围将逐步从高档车和进口车扩展到低档车和国产车。

汽车嵌入式系统近年来发展非常迅速，随着后PC时代的来临，基于网络通信和实时多任务并行处理的嵌入式高端应用将会越来越广泛。汽车嵌入式SoC系统在硬件上采用32位或64位高性能处理器，在软件上嵌入了实时操作系统，具有功能多样、集成度高、通信网络化、开发快捷及成本低廉的特点，在汽车电子控制和车载网络通信系统方面有着广泛的应用，是未来汽车电子的最佳解决方案。

参考文献

- 1 许海燕,付炎. 嵌入式系统技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- 2 嵌入式系统的定义和发展历史. <http://www.chinaecnet.com/xsj/04/xsj040641.asp>
- 3 Giles Hall. Tools for verification reuse in the design of an embedded system [J]. Electronic engineering, 2002; (74)
- 4 J.R.Evens. Enhanced image detection on an ARM based embedded system [J]. Design automation for embedded systems, 2002; (6)
- 5 张景波,刘昭度. 信息融合技术在汽车安全行驶中的应用[J]. 系统仿真学报,2003; (9)
- 6 Michael J. CAN bus based the instrumentation system [J]. Diesel progress, 2003; (69)

在线联系

[添加到收藏夹](#)

关于“汽车嵌入式SoC系统的应用与发展”，我有如下需求或意向：

用户名: 密码: 验证码: 5829 欢迎注册

相关应用

- 利用SPD实现嵌入式系统中内存的自动识别和配置
- 基于DSP的上网方案的软硬件设计与实现
- 基于Windows CE的嵌入式网络监控系统的设计与实现
- 基于ARM-μCLinux嵌入式系统启动引导的实现
- 分层结构高速数字信号处理系统的设计与应用
- 新型网络数字摄像系统的设计

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址：北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话：82306084 / 82306085 传真：62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024*768 IE6.0版本

