

基于 OSEKturbo 实时操作系统的 ABS 设计

Design of The Automobile Anti-lock Braking System Based on Real Operating System OS-EKturbo

(重庆邮电大学汽车电子与嵌入式系统研究所) 赵向阳 郑太雄 陈俊华

ZHAO Xiang-yang ZHENG Tai-xiong CHENG Jun-hua

摘要: 汽车防抱死制动系统(ABS)是一种能够有效防止汽车制动过程中侧滑和甩尾现象发生的主动安全装置。在分析 OSEKturbo 内核结构和运行机制的基础上,采用加减速度门限辅助参考滑移率的汽车防抱死制动控制系统(ABS)控制策略,设计了基于 OSEKturbo 实时操作系统(RTOS)的 ABS 控制算法。利用 MC9S12DP256 单片机,针对某款重型载重车,设计开发了 ABS 系统的 ECU,然后在自行开发的汽车 ABS 仿真平台上进行试验,取得了较好的试验结果。

关键词: OSEKturbo; 防抱死制动系统(ABS); 控制策略 MC9S12DP256

中图分类号: TP391.8

文献标识码: B

Abstract: Automobile anti-lock braking system (ABS) is an active safety device. It can prevent vehicle sideslip and swing in the braking. The kernel architecture and mechanism of OSEKturbo is analyzed, then the algorithm for automobile anti-lock braking system (ABS) based on OSEKturbo operating system is designed, which adopting the control method based on wheel slip threshold and wheel acceleration threshold. Using MC9S12DP256 single chip microcomputer, the ABS controller for one certain kind of heavy truck is developed. Then the ABS controller is tested on ABS simulation platform, satisfied results are got.

Key words: OSEKturbo; anti-lock brake system(ABS); control strategy MC9S12DP256

1 前言

为了满足日益庞大复杂的汽车电子控制软件的开发需要,实现应用软件的移植性和不同厂商的控制模块间的兼容性。1993年,德国汽车工业界联合推出了汽车电子的开放式系统及接口——OSEK/VDX (Open Systems and the Corresponding Interfaces For Automotive Electronics)规范,旨在为汽车上的分布控制单元提供一个开放结构的工业标准。OSEK/VDX 规范从实时操作系统 RTOS(RealTime Operating System)、软件接口、通信和网络管理等方面对汽车的电子控制软件开发平台作了较为全面的定义与规定。它所提出的一整套解决方案是未来汽车电子软件开发的发展方向。另一方面:汽车上出现了更加复杂和精确的控制器,同时开发厂商也要求缩短产品的开发周期,能更快推出更新的电控技术。由于实时操作系统(RTOS)平台能有效管理复杂繁琐的任务,同时在其平台上开发的控制软件更加可靠和稳定,于是在汽车控制上面得到更多更广的应用。

本文正是考虑到嵌入式实时操作系统 OSEKturbo 的一系列优点,利用其高效的运行机制和丰富的资源,结合硬件平台 MC9S12DP256 自行开发了 ABS 控制器,试验证明 ABS 控制效果理想。

2 OSEKturbo 操作系统简介

2.1 OSEKturbo 的任务调度机制

OSEKTurbo 把任务分为基础任务和扩展任务。基础任务状态包括:就绪态、运行态和挂起态。任务切换只发生在这三种状

赵向阳: 硕士研究生

基金项目:重庆市教委科学技术研究项目(kj060507);

重庆市科技攻关计划项目(2006AB2026)

态之间:扩展任务除了具有基础任务的三种状态外,还有等待态,并支持事件机制如图 1 所示。

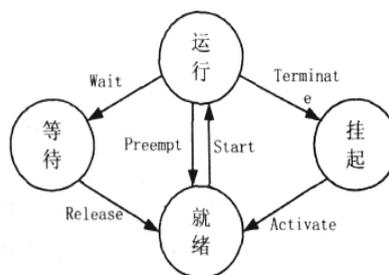


图1 任务状态模型

处于就绪态的任务由调度程序调度运行,OSEKTurbo 采用静态优先级调度策略。任务的优先级在系统生成的时候进行静态分配,高优先级的任务先处理,低优先级的任务后处理。OSEKTurbo 中一个优先级只能对应一个任务。此外,任务可分为可被占先任务和不可被占先任务。对不可被占先的任务而言,一旦任务开始运行,就不会被占先,只有到达其调度点时才发生调度,程序设计员可以预知调度点;可被占先的任务,由于中断可能激活更高优先级的任务,所以任何时候都有可能进行调度。使用这两种任务可使程序设计具有更高的灵活性。

2.2 OSEKturbo 的资源管理

资源管理用来调节同时的几个任务和中断对于资源的享用,例如内核的服务、内存或者硬件等。OSEKturbo 采用了一种叫做优先级天花板协议,它规定:当任务对资源加锁时,任务的优先级暂时被设定为该资源的优先级上限;当任务释放资源时,任务的优先级还原为它定义的静态值。这样即使优先级较低的任务

务对资源加锁时,其他优先级较高的任务不会抢夺使用权,不会发生优先级反转和死锁。

2.3 OSEKturbo 的警报和中断

前面提到汽车电子控制最典型的特性就是实时性,因此系统必须有基于时间或其他计数器的处理机制,来处理定时和循环任务。为此,OSEKTurbo 提供了警报机制,警报可以基于系统时钟,也可以基于其他的某种计数器。当计数器到达警报设定值时被触发。警报触发后可以激活任务也可以为某一任务设置事件,或者执行一个警报回调程序,具体可由用户在系统生成时静态定义,但警报值是动态设置的,可以是相对值或者是绝对值,也可以设为循环警报来激活周期性任务。

汽车控制系统要求对实时输入做出快速反应。在 OSEK-Turbo 操作系统中,由应用程序开发者编写的中断服务程序(ISR)与系统封装在一起,这样有利于保护任务和系统状态。OSEK-Turbo 操作系统把中断处理程序分为两类:(1)中断服务程序不会调用系统服务;(2)中断服务程序可以调用部分系统功能,如激活任务、设置事件、设置警报等,因此,它可以激活更高优先任务。

3 硬件设计

ABS 控制器 MCU 采用的是 Freescale 16Bit 单片机 MC9S12DP256,汽车 ABS 控制器采集四路轮速输入信号,每路占用 ABS 控制器(ECU)的 2 个 I/O 口,轮速传感器信号经过整形滤波变换为比较标准的脉冲信号,利用 MCU 的四个捕捉口进行捕捉,从而计算出轮速。输出为 4 路电磁阀控制信号,每路占 ECU 的 2 个 I/O 口。另外设计了故障检测电路。预留了 CAN 接口电路以备扩展到整个车身网络,预留了开关信号输入输出口用于 ABS 刹车信号输入和程序调试。硬件原理图如同 2 所示。

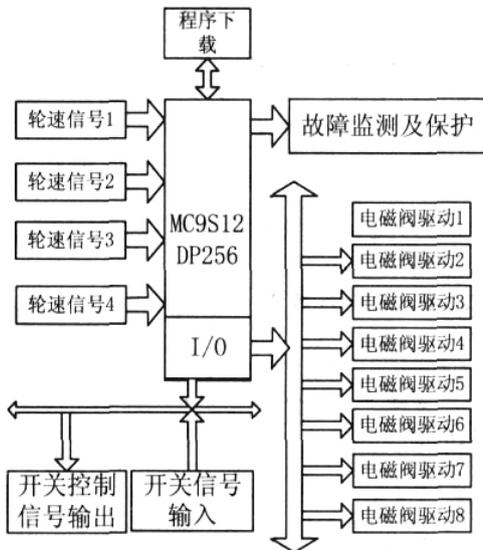


图 2 ABS 硬件原理图

4 软件设计

4.1 ABS 控制算法

成熟的 ABS 产品几乎都采用逻辑门限的控制方式。文献用减速度门限与参考滑移率,构成控制逻辑,把滑移率调整在峰值附着系数附近波动。文献用车轮加减速度门限对制动压力进行调节,其最终目的也是调节滑移率。本设计参照 Bosch 公司开发的逻辑门限控制策略,控制逻辑如图 3 所示。

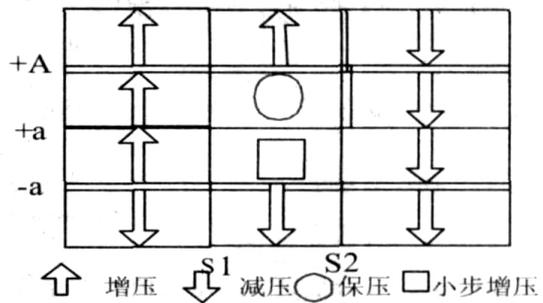


图 3 ABS 算法逻辑

图中 -a 为车轮角减速度门限值,+a 和 +A 分别为第一、第二角加速度门限值,S1 和 S2 分别为第一、第二参考滑移率门限值。

由图可知,开始制动时,轮加速度小于 -a 这时进入减压阶段,直至轮加速度回升至 +a 这时滑移率若仍处于小于 S1 阶段相应的逻辑控制为增压,从而引起滑移率的增加,进入下一循环的控制。算法设计上根据路面信息,我们设置了第二轮加速度门限 +A。

下图是根据图 3 简化的 ABS 算法流程图。

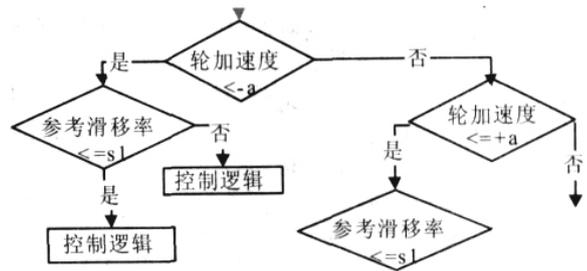


图 4 ABS 算法简化流程图

4.2 基于 OSEKturbo 的系统级任务块设计

本设计采用 OSEK Builder 软件对操作系统进行配置,利用 Codewarrior 软件环境进行应用程序的开发。

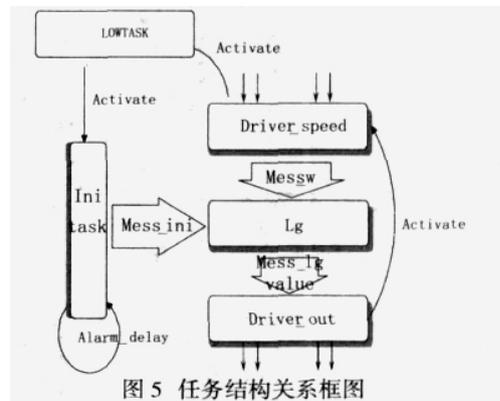


图 5 任务结构关系框图

系统有 5 个任务分别是初始任务 Initask,速度计算任务 Driver-speed,逻辑算法任务 Lg,电磁阀输出任务 Driver-out,低任务 Low-task。整个任务状态框图的起点是 Initask,它的作用有两个:在上电时检测电磁阀有无故障,有故障立即报警;不停的监测轮速,由轮速变化来判断汽车是否开始制动,是否需要 ABS 控制算法起作用。本文采用了多次计算联合判断的方法。不停的检测轮速,直到连续三次计算得到的加速度(带有正负号)小于门限值时,进入算法。

第一次进入算法时,Initask 将最后一次的轮速和计算所得加速度以消息的形式传递给 Lg 任务。Lg 任务包含了图 5 中大

技术创新

部分顺序执行的模块。Lg 接收到轮速消息后,计算加速度、车速,再根据各种门限得出最后的控制命令给 Driver_out 任务。Driver_out 根据控制命令消息,驱动电磁阀:增压,保压,或减压,……。

第一次电磁阀控制输出后,第二次循环开始。此时,Initask 停止工作,直到车辆停下来之后才会被再次激活。从此刻起,轮速的检测工作交由 Driver_speed 完成,由它将装载有轮速数据的信息 Mess_wheelw 传递给 Lg 任务。如果 Driver_speed 发现车速比较低,此时汽车已经被制动到了低速,算法就该完成任务,退出到 Low_speed 任务中,进行最后一次增压控制,然后重新激活 Initask,不断判断是否该进入算法。整个任务结构运行过程如上所述,可以看到,部分任务都由另外一个任务执行完成时发出的消息的激活的。所以这部分任务可以使用非抢占式类型。但当电磁阀控制方式为一边计算一边控制时,其它负责计算的任务(包括轮速采集任务)都必须能够被抢占,所以,将任务都配置为抢占类型,电磁阀控制任务 Driver_out 优先级最高,其他任务按运行中的先后顺序设置优先级大小。

5 仿真试验

为了加速 ABS 新产品的研制,我们采用 FPGA 技术结合实际车辆的被控制数学模型,通过基于 SOPC 的软硬件协同开发技术,设计了硬件在回路仿真系统用以匹配 ECU 的控制器的性能参数。仿真系统利用该硬件在回路仿真器模拟一个实际的车辆,在测试过程中保证仿真的实时性以及加入一些真实的部件,负载,并且模拟出一些故障,从而实现 ABS ECU 的仿真测试,为改进和提高 ECU 的性能提供了科学且准确的数据。

本文设计的 ABS 控制器在上述仿真平台上的控制效果如下图所示:

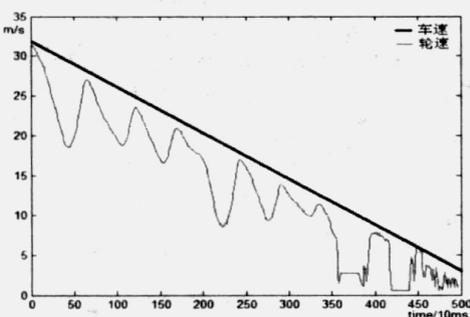


图 6 车速随时间的变化曲线图

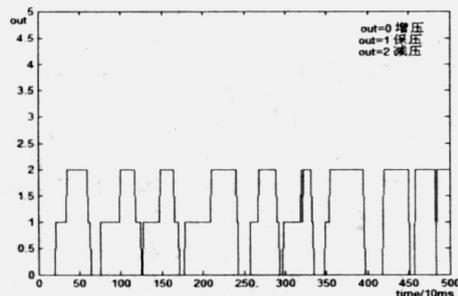


图 7 轮速车速随时间的变化曲线图

仿真平台给出的初始车速和轮速为 32(m/s),由上图可以看出车辆在制动过程中较好的防止了抱死产生,较快的完成了汽车制动。由于四个车轮的控制效果基本相同,这里只给出了其中一个车轮的轮速曲线和相应的电磁阀曲线,观察轮速曲线对应

的电磁阀变化可以看出,当轮速在下降阶段,电磁阀的状态变化是:增压-保压-减压;当轮速回升阶段,电磁阀的状态变化是:减压-保压-增压。轮速的变化和电磁阀的这一周期变化规律基本是对应起来的。采用 OSEKturbo 嵌入式实时操作系统,提高了 CPU 的利用率,满足了系统对实时性的严格要求,提高了 ABS 系统运行的稳定性和可靠性。

本文作者创新点:采用加减速度门限辅助参考滑移率的汽车防抱死制动控制系统(ABS)控制策略,设计了基于 OSEKturbo 实时操作系统(RTOS)的 ABS 控制程序。利用 MC9S12DP256 单片机,设计开发了 ABS 系统的 ECU,获得了较好的试验结果。

参考文献

- [1]OSEK/VDX Operating System Version 2.1 revision 1. 3. November 2000
- [2]OSEKturbo OS/12 v.2.2.2. Technical Reference.2003
- [3]Suk-Hyun Seo and Sang-won Lee,Analysis of Task Switching Time of ECU Embedded System ported to OSEK(RTOS), SICE- I-CASE International Joint Conference 2006, Oct. 18- 21, 2006 in Bexco, Busan, Korea
- [4]谭刚平,等.汽车 ABS 逻辑门限值控制策略研究.西南林学院学报.第 26 卷第 4 期.2006
- [5]孙仁云,等.基于门限值控制的汽车 ABS 控制器的研制.西南交通大学学报.第 38 卷第 4 期.2003
- [6] 吴振纲, 陈虎.PLC 的人机接口与编程 [J] 微计算机信息, 2005,8,1:21- 23.

作者简介:赵向阳(1983-),男,河南人,汉族,重庆邮电大学汽车电子研究所硕士研究生,主要从事汽车电子与嵌入式软件开发与多机器人技术研究;郑太雄(1974-),男,河北人,汉族,重庆邮电大学自动化学院,副教授,博士,主要从事多机器人、汽车电子相关研究工作;陈俊华(1982-),男,山东人,汉族,重庆邮电大学汽车电子研究所硕士研究生,主要从事汽车电子与嵌入式软件开发。

Biography: ZHAO Xiang-yang (1983 -), male, born in henan province, studying in chongqing university of posts and telecommunications, master degree, specializes in auto-electric control technology and multiple robots technology.

(400065 重庆邮电大学汽车电子与嵌入式系统研究所) 赵向阳 郑太雄 陈俊华

通讯地址:(400065 重庆市重庆邮电大学自动化学院办公室 2005 研究生) 赵向阳

(收稿日期:2008.4.28)(修稿日期:2008.6.20)

(上接第 266 页)

[5]商建锋,杨旭东.基于 CAN 总线的集散控制系统智能节点的设计 [J]微计算机信息,2006.12,2:23- 26

作者简介:张希(1975-),男,重庆人,重庆邮电学院讲师,硕士,从事数字控制系统研究。

Biography: ZHANG Xi(1975-), Male, Chongqing, Chongqing University of Post & Telecommunication, Lecturer, Master, Research area: Digital Control System.

(400065 重庆邮电大学通信与信息工程学院)张希 屈中管春 谭歆 刘双临

通讯地址:(400065 重庆市南岸区黄桷垭重庆邮电大学通信与信息工程学院)张希

(收稿日期:2008.4.28)(修稿日期:2008.6.20)