维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:1008-0570(2007)06-2-0165-03

基于 TMS320F2812 的车辆动态称重系统设计

The Design of Dynamic Weighing System Based On TMS320F2812

(华南理工大学)曾华中 徐建闽
ZENG HUAZHONG XU JIANMIN

摘要: 提出了基于 TMS320F2812 的车辆动态称重系统的系统结构与功能实现。硬件设计主要介绍处理器核心模块的设计,MSI 压电薄膜传感器,信号放大与偏置电路的设计。软件部分主要介绍 DSP 在实现算法上的优势,以及动态称重系统的主流程和 ADC 中断服务子程序流程.DSP 为核心的车辆动态称重系统具有精度高,处理速度快等优点,对实现车辆的不停车称重,公路超限车辆的管理,有极大的现实意义。

关键词:动态称重;嵌入式系统;DSP;TMS320F2812
中图分类号:TP274+.2 **文献标识码:A**

Abstract: This paper presents the system structure and functions realization of the dynamic vehicle weighting system based on TMS320F2812. In hardware design, it is mainly about the core module of the processor, signal amplification and the bias circuit. In software design, it is mainly about the superiority of the DSP in dealing with data, the system's main process and the subprogram process of the ADC interrupt service. The system presented has characteristics of high accuracy and high processing speed. These characteristics are significant to the implementation of the vehicle weighting without stops and the management of over-weight vehicles.

Key words: dynamic weighing system, embedded system, DSP, TMS320F2812

1 引言

近几年来,随着经济的发展,公路交通量迅速增长,汽车特别是货车以及客车的超载现象也越来越严重,导致公路的路面结构受损,路面车辙、变形、坑槽,已经证明,道路的破坏与轴载呈 4 次方指数关系,因此,车辆的超载将使路面使用寿命减短、维修、养护费用加剧。另外,由于车辆的超限运输,使公路上不安全的因素增加,经常导致恶性事故的发生。因此,为了对超载车辆进行严格管理,确保公路、桥梁的安全使用,对路面行驶的车辆进行称重具有十分重要的意义。动态称重系统可以对行驶中的车辆进行轴载的监测,确保交通运输的安全与畅通,同时,它能广泛的应用于自动交通调查、车辆收费、等场合,能够产生巨大的经济与社会效益,可推广应用于工矿企业,码头,港口等载重汽车的监测与管理。

欧洲国家和美国、日本、加拿大等国在 20 世纪 50 年代就开始对车辆动态称重系统进行研究并取得了相应的成果。比较成功的有德国 PAT、瑞士 Kistler 、美国 Mikros 等,但造价与维护费用比较高。国内研制的大部分动态称重系统,在测量精度和结果处理方面还不很成熟,在需要测量精度高和结果处理要求比较高的场合下,往往不能满足要求。为此,提出了基于 TMS320F2812 的车辆动态称重系统,来实现高精度的测量和快速的数据处理。

2 动态称重系统的硬件设计

基于 TMS320F2812 动态称重系统的硬件设计主要包括:MSI 压电薄膜传感器、环形线圈车辆检测器、信号放大与偏置模块,复位电路、TMS320F2812 数字信号处理模块,RS232 通信模块,存储器扩展模块等.如图 1 所示。

在实际设计过程中,将 TMS320F2812 数字信号处理模块和复位电路、存储器模块单独设计在一个功能板上,称为 DSP 核心板。而将放大电路,温度检测器和 RS232 通信模块设计在另外一个功能板上。这样有助于系统电路的模块化设计,保证系统具有可维护性、可修改性和扩充性,同时便于硬件电路的调试。

当车辆压过压电薄膜传感器时,MSI 压电薄膜将压力信号转换成电压信号,通过放大电路传送到 2812 的内置 A/D 转换器的模拟输入端,处理器将转换后的数字量作为采样值,按一定的算法进行数据处理,可以得到车辆的轴重、车重、车速等信息。通信接口负责将处理器处理的结果发送到上位机,由上位机来决定车辆是否超载。

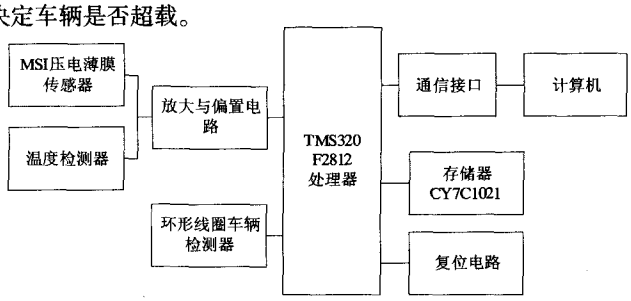


图 1 系统硬件结构图

环形线圈车辆检测器的作用是检测是否有车经过称重区域:当有车辆经过称重区域时,环形线圈首先检测到车辆信息,通过输出一个高电平信号通知处理器,处理器在检测到该信号后,将启动 ADC 进行转换,并将采样的数据进行存储;当车辆驶离称重区域时,环形线圈的输出为低电平,这时处理器将进行数据的处理和发送。虽然通过比较压电薄膜的输出值也可以得出

曾华中:硕士研究生
基金项目:国家自然科学基金项目资助(批准号:50578064),基金名称:基于移动与固定检测的路网交通流建模及动态 A* 诱导算法研究

维普资讯 http://www.cqvip.com

车辆经过时轴重、速度等信息,但是,增加一个环形线圈可以减少系统对信号处理的时间,同时也可以提高系统的精度。由于压电薄膜传感器对环境的温度比较敏感,在温度有比较大的变化时,其输出也会有比较大的偏差,所以对实际的采样值还必须进行温度补偿。此外,通过一定的算法,还可以将该系统运用于车型分类和车型的识别。

2.1 DSP 核心模块

DSP 即数字信号处理器,是一种特别适合于进行数字信号处理运算的微处理器,其主要应用于实时快速地实现各种数字信号处理算法。目前,比较通用的 DSP 芯片有 ADI 公司的 AD-SP2101、ADSP21000 等,TI 公司的 C2000、C5000、C6000 系列 DSP,Motorola 公司的 MSC8101 等。本系统采用的是 TI 公司的面向数字控制与运动控制的 TMS320F2812 DSP 处理器,它是 TI 公司的一款用于控制的高性能、多功能、高性价比的 32 位定点 DSP 芯片,采用多总线哈佛结构,有 6 级流水线。该芯片最高可在 150MHz 主频下工作,并带有 18K×16 位等待周期片上 SRAM 和 128k×16 位片上 FLASH。其片上外设主要包括 2×8 路 12 位 ADC(最快 80ns 转换时间)、2 路 SCI、1 路 SPI、1 路 McBSP、1 路 eCAN 等,并带有两个事件管理模块(EVA、EVB),分别包括 6 路 PWM/CMP、2 路 QEP、3 路 CAP、2 路 16 位定时器(或 TxPWM/TxCMP)。另外,该器件还有 3 个独立的 32 位 CPU 定时器,以及多达 56 个独立编程的 GPIO 引脚。同时 TMS320F2812 带有存储扩展总线,可外扩大于 1M×16 位程序和数据存储器。

在进行动态称重时,为了保证数据采集的精度,在满足香农采样定理的前提下要求在单位时间内采集得到的数据越多越好。但 TMS320F2812 内部的存储器资源是有限,因此,必须扩展外部存储器。在该系统中,采用两片 CY7C1021 静态 RAM 使存储器容量达到 128K,能够满足系统大容量数据存储的要求。

2.2 MSI 压电薄膜传感器和环形车辆检测器

本系统选用的 MSI 压电薄膜传感器是美国 MSI 公司开发的专用于交通领域的传感器,这类传感器具有高输出信号、良好的信号动态范围、高信噪比、寿命长、对路面破坏小等优点,被广泛的运用在检测车轴数检测、轴距检测、车速监控、车型分类、动态称重、交通信息采集。

当车胎压过压电薄膜传感器时,传感器检测经过传感器的轮胎,产生一个与施加到传感器上的压力成正比的模拟信号,并且输出的周期与轮胎停留在传感器上的时间相同。因此,每当一个轮胎经过传感器时,传感器就会产生一个新的电子脉冲。图 2 为一辆卡车经过传感器时的输出信号。对每个脉冲信号进行积分,便可以得到单个轴重,将所有的轴重相加,便可以得到车辆的总重。

环形车辆检测器的作用是辅助 MSI 压电薄膜进行车辆的检测。虽然 MSI 压电薄膜也能够进行车辆检测,但其检测原理是当车辆压上传感器,从而输出一个脉冲信号,因此,真实的信号与采样得到的信号存在着一定的滞后。环形线圈可以通过放置的位置来检测车辆存在的信号,将环形线圈放置在 MSI 压电薄膜传感器之前,当有车经过时,环形线圈车辆检测器先感应到车辆存在的信息,这样,可以保证处理器采样到的数据没有滞后,而且真实可靠。

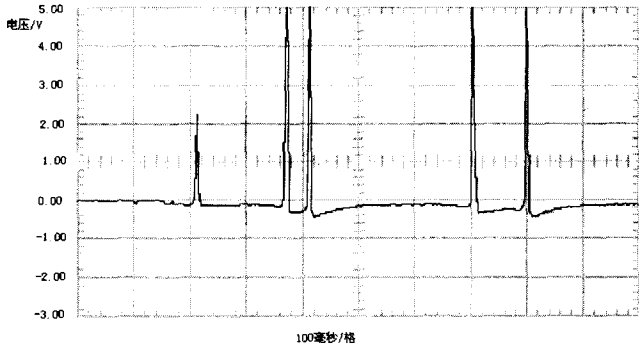


图 2 动态称重曲线

2.3 信号放大电路

信号放大与偏置电路如图 3 所示,集成放大电路采用 AD 公司的仪表放大器 AD620,其特点是低噪声,高精度,通过一个电阻即可调整增益,易于使用,现广泛的应用于医疗器械、压力测量等场合。同时,由于压电薄膜工作的环境恶劣,路面路况、铺设方式、环境温度对影响其输出信号,为了获得高信噪比,信号的输入方式采取差分输入。图中 R4,R5 的作用是分压同时为放大器的偏置电流提供回路,为了获得较好的性能,要求 R4=R5。D1 是稳压管,对 DSP 输入通道起保护作用。

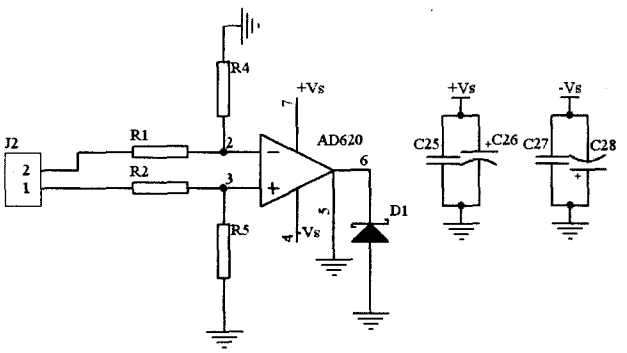


图 3 信号放大与偏置电路

3 动态称重系统的软件设计

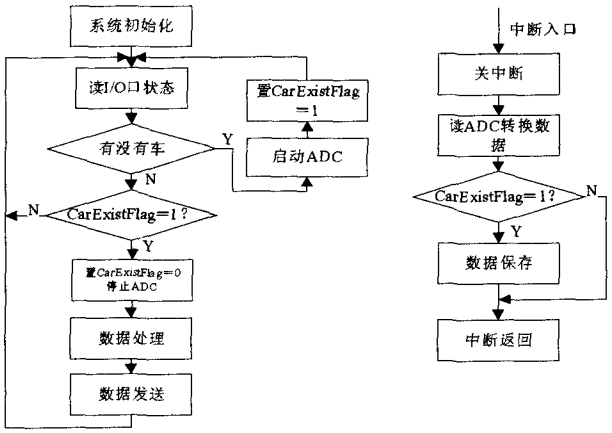
在动态称重软件的实现上,采用 C 语言和汇编语言混合编程的开发:实时性要求比较高的程序段采样汇编语言进行编写,如数据处理模块中的 FIR 滤波算法的实现。实时性要求不高的,处理一般任务的程序则采样 C 语言进行编写,这样,一方面发挥了汇编语言执行速度快,对硬件控制能力强的优势,令一方面也发挥了 C 语言编程灵活,开发周期短的特点。

3.1 动态称重的软件设计的实现

动态称重的软件设计主要完成的任务是当车辆行驶到称重区域时进行数据的采集,分析,计算,在车辆离开称重区域时将计算得到的数据发送给 PC 机。其软件流程图如图 3 所示。系统上电后首先进行初始化操作,涉及到 I/O 口的初始化、中断初始化和 ADC 模块的初始化。当有车辆经过称重区域时,环形线圈首先检测到车辆存在信息后输出一个高电平,引入到 DSP 的 I/O 口。DSP 通过循环读取 I/O 口状态来判断有没有车辆的存在,如果有车辆的话,系统对全局标志位 CarExistFlag 进行置位,同时启动 ADC 进行数据采集,将采集得到的原始数据存储在一段数据区中。当车辆离开称重区域时,环形线圈车辆检测器输出低电平,处理器先将 CarExistFlag 清零,然后停止 ADC 转换。随后,处理器将采集到的数据进行 FIR 数字滤波,将得到如图 2 所示的

维普资讯 http://www.cqvip.com

波形，然后对处理后的数据进行积分和计算，从而得到轴重，车速等有关信息。当处理器完成对数据的处理之后，就把计算得到了关于车辆的轴重，车速等信息通过 RS232 发送给上位机。



主程序流程图　　ADC中断服务子程序

图 4 系统软件流程图

每当 ADC 转换完成后，ADC 模块向处理器发出中断请求，处理器在收到 ADC 中断请求后，自动进入 ADC 中断服务子程序中运行。在 ADC 中断服务程序中，处理器首先屏蔽中断响应，避免在进行数据的处理时，再次响应中断。然后读取 ADC 转换结果寄存器中的值，如果 CarExistFlag 的值是 1 的话，即有车辆经过，说明 ADC 采样的数据是有效的，因此将这些数据进行存储。处理器完成这些操作后，打开 ADC 中断使能位，以便响应下一次 ADC 中断。

4 结束语

在车辆动态称重系统的设计中，主要考虑的是干扰抑制和称重精度的问题。基于 TITMS320F2812 数字信号处理器的动态称重系统，在硬件上进行抗干扰设计，在软件上进行了数字滤波，并根据特定的输出波形，设计特殊的数据处理算法。这样，该系统就具有处理速度快，精度高的优点，从而有着广泛的应用前景。

本文作者创新点：

1. 基于 TMS320F2812 的动态称重系统的设计。利用 TMS320F2812 的 150MHz 频率和 8 级流水线的高速处理能力，丰富外部资源，实现车重、车速信息的检测。

2. 设计基于 MSI 的传感器模块。利用 MSI 具有高输出信号、良好的信号动态范围、高信噪比、寿命长、便于安装，对路面破坏小等优点，实现车重的精确测量。

3. 基于 TMS320F2812 的动态称重系统能得到关于轴重、车重的信息，并且同时可以获取车速、车型等重要的交通参数信息。

参考文献

[1] 公路车辆动态称重系统解决方案. 西安交通大学学报 [J]. 2004,21(2):88-90

[2]王振清. 公路超限运输概论[M]. 北京: 人民交通出版社, 1997.

[3]宋广全, 宋英梅. 浅谈超限运输的危害和限制方法[J]. 河南交通科技. 1999, 19(5):47-49

[4]王孝林. 动态汽车衡及其检测[J]. 衡器. 1998, 27(5): 62-65

[5]凌杰. 公路车辆动态称重系统的设计研究[D]. 西安: 长安大学, 2001.

[6]林培群, 徐建闽, 梁俊斌等. 多分支 BP 网络模型及其在车型分类中的应用[J]微计算机信息, 2005, 21(12):183-185.

[7]苏奎峰, 吕强等.TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京:电子工业出版社. 2005

作者简介:曾华中(1982-):男,汉,江西南康人,硕士研究生,主要研究方向为智能控制、嵌入式系统. Email: huazhongscut@163.com; 徐建闽(1960-):男,汉,福建福州人,教授、博士生导师,主要研究方向为智能交通系统。

Biography: Zeng Huazhong (1982-), male, master candidate. Mainly researches on intelligent control, embedded system. E-mail: huazhongscut@163.com;Xu Jian-min (1960-),male,professor,Engaged in the research on Intelligent Transportation System, Intelligent Control and Embeded System.

(510640 广东广州 华南理工大学交通学院)曾华中 徐建闽

(School of Traffic and Communication, South China University of Technology, Guangzhou Guangdong 510640, China) ZENG Hua-zhong Xu Jian-min

通讯地址:(510640 广东 广东省广州市五山路华南理工大学交通学院 2004 级硕士研究生)曾华中

(收稿日期:2007.3.23)(修稿日期:2007.4.25)

(上接第 208 页)

(214035 无锡 中国电子科技集团公司第 58 研究所) 王国章 于宗光

(School of Information Engineering, Jiangnan University, Wuxi,Jiangsu 214036,China)Liu Zhan Xu zi-ming Wang Guo-zhang Yu Zong-guang

(China Electronics Technology Group Corporation The 58th Research Institute,Wuxi,Jiangsu 214035,China) Wang Guo-zhang Yu Zong-guang

通讯地址:(214035 江苏 江苏省无锡市江南大学信息工程学院)刘战

(收稿日期:2007.3.23)(修稿日期:2007.4.25)

《PLC 技术应用 200 例》

PLC(可编程序控制器)广泛地应用在冶金、机械、机器人、石油化工、电力传动、纺织机械、注塑机、包装机械、印刷机械、造纸机械、机床、自来水厂、污水处理、煤矿机械、焊接机器、榨糖机械、制烟机械、工程机械、水泥机械、玻璃机械、食品机械、灌装机械、橡胶机械、船舶、铁路、窑炉、车辆、智能建筑、电梯控制、中央空调控制、大型医疗机械、起重卷扬机械、大坝闸门、大型泵站.....。

各行各业机械工程师，电气设备工程师，高级技工都需要俱备 PLC 的知识，才能做好本职工作。本书汇集 200 多个硬 PLC 和软 PLC 在各行业的应用实例，PLC 故障诊断实例，PLC 抗干扰措施，PLC 使用经验、PLC 技术发展，均在本书之中论述。

本书适合大专院校机械类、电气类、电力类、自动控制和自动化类专业的本科、研究生做毕业设计参考，同时适合老师进行教学、搞科研项目参考。本书是上述各行业的工程技术人员，技术工人的必备参考书，同时也是工厂和科研单位的技术领导，设备采购负责人的参考书。凡具备高中以上文化水平的人均可成为读者。

200 多个西门子、三菱、美国通用电气、施耐德、欧姆龙、罗克韦尔、松下电器、和泉.....等 PLC 应用实例，任您选读。一技之长，改变人生。

大 16 开，每册定价 110 元(含邮费)。预购者请将书款及邮寄费通过邮局汇款至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息 编辑部 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)
http://www.autocontrol.com.cn http://www.autocontrol.cn
E-mail:editor@autocontrol.com.cn; control-2@163.com