

基于 LPC2378 的车辆控制器的设计

董学文, 邹洪波, 王建中 *

(杭州电子科技大学 信息与控制研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要: 为了实现对高空作业车的动作控制、实时监控与管理, 采用了高速、低功耗且具有强大功能模块的嵌入式微处理器 LPC2378, 完成了车辆控制器系统的硬件设计, 并完成了车辆控制器的系统软件设计和上位机维护软件设计, 实现了对整车作业状况的机构动作控制、系统维护与远程控制。通过上车测试表明, 该车辆控制器系统能实现对整车作业状况的控制, 在现场工作时稳定性好, 作业范围大, 安全可靠。

关键词: 智能控制; LPC2378; 嵌入式系统; 车辆控制器

中图分类号: TH13; TP273

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)06-0065-04

Design on the controller of aerial working platform based on LPC2378

DONG Xue-wen, ZOU Hong-bo, WANG Jian-zhong

(Institute of Information and Control, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at realizing controller of movements and real time supervising on aerial working platform, using the embedded microprocessor LPC2378 with high speed, low power consumption and the other powerful functional modules, the hardware was developed for the controller system in aerial working platform, the software and the upper monitor were also developed. The body motion control, system maintenance and remote control for aerial working platform were realized. The test results indicate that the controller system with high reliability, large operating range and high safety can achieve the full control for the technical vehicle.

Key words: intelligent control; LPC2378; embedded system; controller of aerial working platform

0 引言

高空作业车控制器是整个车辆安全、可靠、稳定工作的保障, 是区分高空作业车性能优劣的重要指标之一^[1], 控制器的稳定可靠性与否完全决定了工程车辆产品的安全与否^[2]。在国内, 工程车辆控制器几乎被国外产品所垄断^[3]。在通用控制器方面, 垄断国内的外国产品有德国 IFM(易福门)、InterControl, 芬兰的 EPEC, 意大利的 TTC 以及瑞典的 CC 等。目前, 国内除西安康柏开发了一款主要应用于摊铺机、铣刨机和沥青洒布机的自动控制器以外, 还没有用于要求更高领域(比如高空作业车)的产品, 专用控制器的情况也

大抵如此。

基于以上原因, 本研究主要探讨基于 LPC2378 的车辆控制器的设计。

1 LPC2378 微控制器简介

LPC2378 使用了一个高性能的 32 位 ARM7 内核^[4], 可以在高达 72 MHz 的频率下工作。LPC2378 较小的 144 脚封装、极低的功耗等优秀性能使它特别适合于工业控制。LPC2378 的重要特性如下^[5]: 32 位 ARM7 内核结构; 72 MHz 操作频率(64 MIPS)最多可达 512 KB 片内 Flash 和 58 KB SRAM; 带 DMA 的 10/100 M 以太网 MAC 接口; 带 PHY 和 DMA 的 USB 2.0

收稿日期: 2009-08-03

作者简介: 董学文(1983-), 男, 山东平度人, 主要从事控制理论与控制工程方面的研究. E-mail: dongyidao118@126.com

通信联系人: 王建中, 男, 教授, 硕士生导师. E-mail: wangjz@hdu.edu.cn

full-speed 器件接口;两个 CAN 2.0 B 通道;通用 DMA 控制器;2S、3 个 I²C、3 个 SPI/SSP 以及 4 个 UARTs;4 MHz 内部 RC (IRC) 振荡器,精度可以调节到 1%。正如上述的优点,所以本研究决定选择它作为控制器的核心单元。

2 系统硬件设计

以 NXP 公司 LPC2378 为核心构成的控制系统的结构图如图 1 所示。该控制系统主要包括:嵌入式主控模块、电源控制模块、数据采集和处理模块、通讯模块。由主控模块进行控制,其他模块协同工作,共同实现数据采集和处理的功能。处理器模块是整个系统的核心,它控制各模块间的协同工作;电源控制模块负责为芯片提供所需要的工作电压,并对电压进行监测,同时提供系统的复位功能;数据采集和处理模块实现数据的数/模或模/数转换;通讯模块实现与 LPC2378 之间数据的串、并行转换,并完成与上位机的通讯功能^[6-7]。

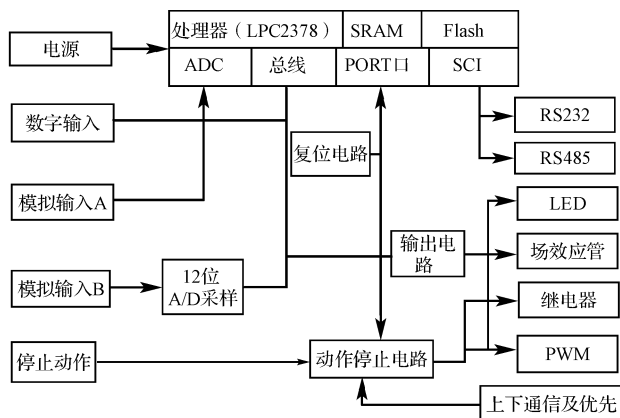


图 1 系统设计框图

2.1 稳压电源模块设计

整个控制器的电源内由 +24 V 的电源供电,选用电源稳压芯片 LM2596S-12、LT3508 将 24 V 的电源转换为 5 V 的数字电源、5 V 的模拟电源和正 12 V 电源,给控制电路的各个模块供电,如图 2 所示。电感 L_{63} (22 mH)、 L_{66} (22 mH) 和电容 C_{347} (1 nF)、 C_{348} (1 nF) 组成 T 型滤波电路。TVS 管 (瞬态抑制二极管) D_{125} 、 D_{126} 的作用是防止微处理器或单片机因瞬间的脉冲影响导致失灵,如静电放电效应、交流电源的浪涌及开关电源的噪音等。电感 L_{64} (22 mH)、 L_{65} (22 mH) 和电容 C_{344} (0.1 μ F)、 C_{353} (0.1 μ F)、 C_{343} (0.1 μ F) 起滤波和稳压作用。稳定的 24 V 电源经过 LM2596S-12 集成稳压器将电压降到 12 V。防止 12 V 电压不稳定,在其输出

端加了电感 L_{71} (100 μ H) 和电容 C_{386} (1 nF)、 C_{387} (0.1 μ F) 对 12 V 的模拟电源进行滤波和稳压。

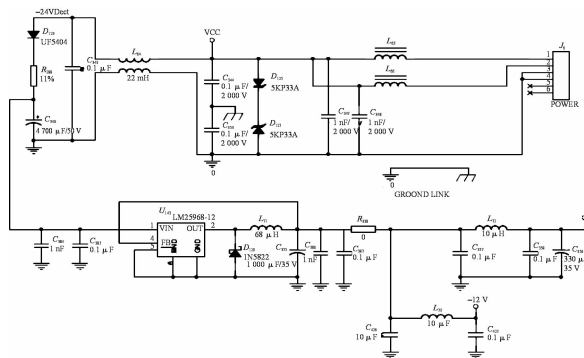


图 2 稳压电源模块原理图

2.2 数字输入电路系统设计

数字输入模块共有 32 路开关量,包括开关电源、PWM 及其它动作的开关量,外部电路都相同(如图 3 所示)。DI1 由外部开关量输入,TVS 管 D_{19} 作用是防浪涌,电容 C_{90} (1 μ F)、 C_{91} (1 nF) 和电感 L_{17} (221 μ F) 组成一个 Π 型滤波器,稳压管 D_{16} 用来限定工作电平的分界线作用。光耦 TLP127 使外部电气回路与内部电气回路隔开,当外部输入高电平时,光耦 TLP127 导通。通过 C_{95} (0.1 μ F) 和 C_{89} (0.1 μ F) 的滤波能有效的降低外部电路的干扰,提高输入开关量的稳定性。10 k Ω 的上拉电阻作用是把集电极的开关量输出变换为数字量送给 CPU。

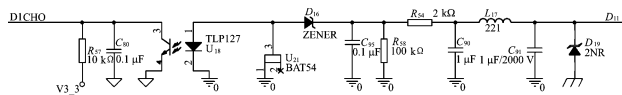


图 3 数字输入模块原理图

2.3 A/D 采样模块设计

本研究选用 A/D7891AS-2 高速 A/D 采样芯片,8 路单边模拟量输入通道,每路都带有过电压保护功能(如图 4 所示)。电容 C_{36} (0.1 μ F)、 C_{38} (1 nF) 和电感 L_9 (221 μ H) 组成 Π 型滤波作用。TVS 管 D_6 作用是抗浪涌和静电放电。电容 C_{43} (0.1 μ F)、 C_{44} (0.1 μ F) 和电感 L_{10} (221 μ H) 组成一个 Π 型滤波作用。信号经滤波后,经放大器 UPC1251 输入到 AD7891AS-2 处理送

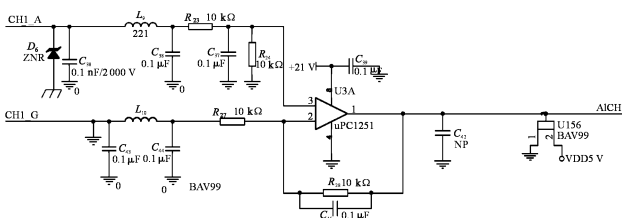


图 4 模拟量输入原理图

给 CPU。电阻 R_{29} (10 k Ω) 为放大器的反馈电阻,电容 C_{46} 的作用是防止输出信号产生振荡。

2.4 通讯模块设计

通讯模块可提供 RS232、RS485 两种通讯接口^[8]。RS232 通讯接口选用的是 MAX3227EEAE 芯片,它是一种双组驱动器/接收器,片内含有一个电容性电压发生器以便在单 5 V 电源供电时提供。其中电容在电路中起到稳压与滤波作用,保持了系统的稳定性。

2.5 保护系统设计

该工程车辆的保护系统设计以硬件设计为主,包括急停控制、过流和短路防护、欠压过压报警功能。

(1) 动作停止电路的设计,当主控制器或副控制器上有事故急停事件发生时,或者直接通过急停按钮都可以使车辆动作停止,同时会输出逻辑动作停止信号报警。

(2) +12 V 电源部分采用的 MAX732 是 +12 V/+15 V 电流型 PWM 升压稳压器,它具有周期循环式电流限制、过电流限制、欠压保护功能。

(3) PWM 输出电路部分每路都由光耦 TLP121、BTS410F2 等外围电路组成,它带有过电压保护、短路保护、电流限制、欠压和过压关断等功能。

(4) 继电器、LED、场效应管等输出电路都有抗浪涌、防雷击、防噪音等相应的保护功能。

3 系统软件设计

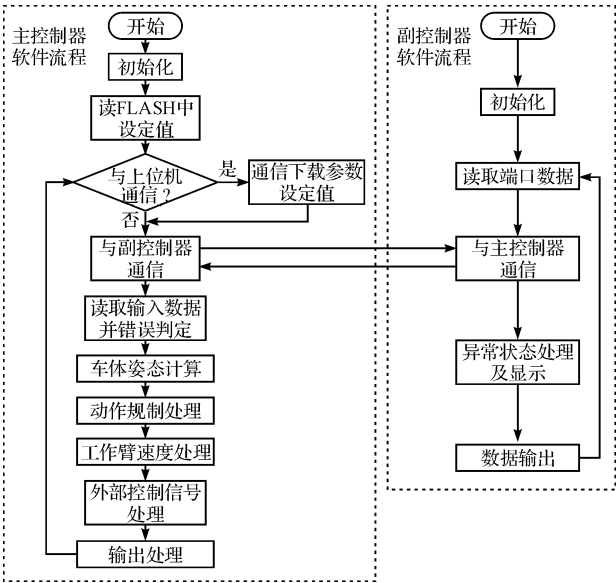


图5 控制器软件流程图

3.1 控制流程中的主要工作

系统开机后,控制器通过 Boot Loader 对系统进行

初始化,读取 Flash 中的数据,并对系统参数进行赋值,然后通过 RS232 串口与上位机进行通信,下载参数设定值,读取输入数据并进行错误判定,计算车体姿态,计算有效作业范围,计算前车体状态下的所有动作的速度系数,处理末端控制信号,继电器输出控制,PWM 控制信号处理及输出,对其他控制信号端口进行输出。当控制系统检测到系统故障(包括传感器故障,作业范围故障)时,执行紧急处理程序,控制所有动作停止并发出故障报警信号,此时可以通过作业范围解除开关,以进行收车动作。程序中留有调试软件的接口,可以通过调试软件的修改指令和监控指令执行相应的功能。控制器软件流程图如图 5 所示。

3.2 上位机维护软件功能

上位机系统维护软件主要有系统维护和远程控制两大功能。系统维护主要实现系统调试运行时的参数监视、参数设置、维护控制器系统的运行记录、错误处理分析等功能。远程控制通过操作人机界面来直接控制模拟量、开关量的输出,从而实现对高空作业车的动作控制。操作界面如图 6 所示。



图6 上位机操作界面

3.2.1 系统维护

点击图 6 中的“维护系统”按钮,进入“系统维护”界面。维护菜单主要包括设置/读取调试数据表、传感器 A/D 设置、读取/清除错误记录、规制解除、读取 ROM 版本号等 5 个小模块:①设置/读取调试数据表主要用于高空作业车在调试运行时的参数设置和监视;②传感器 A/D 设置实现以一种快速方式来校准起伏传感器、伸缩传感器、回转传感器和涨幅传感器;③读取/清除错误记录可以读取和分析错误记录、清除错误记录、读取和校准控制器时间;④规制解除是对控制器下达规制信号解除的命令,控制器的规制信号一旦解除,高空作业车工作臂的动作将不受规制条件的

约束;⑤读取 ROM 版本能够对下位机下达读取 ROM 版本号的指令。

3.2.2 远程控制

点击图 6 中的“远程控制”按钮,进入“远程控制”界面。远程控制部分主要分为 DO 远程输出和输出到阀(AO 远程输出)两部分。打开“DO 输出”按钮后,点“远程输出”,即可控制车辆的相应开关状态;点“远程释放”按钮后,调试软件 DO 输出部分就会失去对车辆的控制权。“输出到阀”操作方式类似于“DO 输出”。

4 结束语

本研究从硬件设计和软件设计两方面对基于 LPC2378 微处理器的高空作业类工程车辆控制器的设计进行了介绍。该系统现已在中国电子科技集团某研究所的某一大型系统中得以应用,工作可靠、稳定。相对于国内控制器领域的现状,该控制器做了多方面的改进:①选用了—个高性能的 32 位处理器的嵌入式系统芯片 LPC2378,工作频率可达 72 MHz;②系统在抗干扰方面做了多种设计,如 PCB 版图的多层板布局、电源稳压模块、复位电路的设计及保护系统的设计等,以上两者共同实现了一个高速、稳定、可靠的控制器系统;③该控制器设计过程中我们还采用了结构化编程,使软件的总体结构更容易理解,并可复用;④该控制器

还设计了上位机维护软件,实现了系统调试运行时的参数监视、参数设置、维护控制器系统的运行记录、错误处理分析及动作控制等功能,从而实现了工程车的智能控制。

参考文献(References):

- [1] 徐 勉. 硬件工程师培训教程(1)[M/OL]. [2009-02-01]. http://www.2008red.com/member_pic_203/files/cqkegu/html/article_3671_1.shtml.
- [2] SCHIMANECK F, MERRIFELD D K. Aerial work platforms: safety, liability & the rental center[J]. **Professional Safety**, 1998, 73(1): 25-28.
- [3] 杨红旗. 中国工程机械行业的回顾与瞻望(三)[J]. **工程机械**, 2002, 33(7): 3-4.
- [4] 周立功. 深入浅出 ARM7; LPC213X/214X(上册)[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [5] [作者不详]. LPC23xx Microcontroller Family Reference Manual[M]. 电脑学习, 2002.
- [6] 赵晓明, 徐 立, 邵 威, 等. 基于 VC++ 的上位机与西门子系列 PLC 通信的研究[J]. **机电工程**, 2007, 24(7): 42-44.
- [7] 李正勤, 蒋小洛. 嵌入式智能汽车在线监测系统[J]. **机电工程**, 2007, 24(6): 43-45.
- [8] 孙 鑫, 余 安. VC++ 深入详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.

[编辑: 张 翔]

(上接第 54 页)

参考文献(References):

- [1] 刘 永, 杨静宇. 弧焊机器人工作站离线编程系统-WROBCAM[J]. **计算机辅助设计与图形学学报**, 2005, 17(1): 190-194.
- [2] 何广忠, 高洪明, 张广军, 等. 机器人弧焊离线编程系统协调运动的实现[J]. **哈尔滨工业大学学报**, 2005, 37(6): 813-815.
- [3] 毛剑飞, 邹细勇. 基于面向对象的机器人离线编程和图形仿真系统的研究[J]. **中国机械工程**, 2005, 16(5): 436-439.
- [4] 唐新华, Paul D. 机器人三维可视化离线编程和仿真系统[J]. **焊接学报**, 2005, 26(2): 64-68.
- [5] MITSU S, BOUZAKIS K D, MANSOUR G, et al. Off-line

programming of an industrial robot for manufacturing[J]. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2005, 26(3): 262-267.

- [6] WANG G G. Definition and Review of Virtual Prototyping[J]. **ASME, Journal of Computing and Information Science in Engineering**, 2002, 2(3): 232-236.
- [7] 程永伦, 朱世强, 罗利佳, 等. 基于 Matlab 的 QJ-6R 焊接机器人运动学分析及仿真[J]. **机电工程**, 2007, 24(11): 107-110.
- [8] 洪嘉振. 计算多体系统动力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [9] 熊有伦. 机器人学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.

[编辑: 李 辉]