

CortexA8 与 M3 的多 CPU 控制平台构建方案

黄傲成^{1,2}, 冉全^{1,2*}, 廖永富¹, 刘帅¹

1. 武汉工程大学计算机科学与工程学院, 湖北 武汉 430205;

2. 智能机器人湖北省重点实验室(武汉工程大学), 湖北 武汉 430205

摘要:为了满足工控平台实时需求提高 Android 平台的性价比,设计一种基于 CortexA8 和 CortexM3 的多中央处理器控制平台. 该控制平台采用上下分层架构. 上层平台使用以 CortexA8 为内核的主控芯片 S5PV210, 装载 Android4.0 系统和应用程序. 下层平台使用以 CortexM3 为内核的主控芯片 STM32F103ZET6, 板载任务管理器以及外设驱动程序. 上下层平台之间使用自定义的通讯协议进行串口通讯, 上位机发送命令到下层机, 下层机接收命令并处理后将结果反馈给上位机 App, 从而实现对下层机平台的控制. 通过医疗设备项目的应用测试, 证明该控制平台能够满足实际医疗设备控制和监测的基本需求.

关键字: CortexA8; CortexM3; 实时; 通讯; 界面

中图分类号: TP274

文献标识码: A

doi: 10. 3969/j. issn. 1674-2869. 2015. 07. 009

0 引言

控制平台是指用特定的技术方案实现的具有通用控制功能和较强的扩展应用功能的基础系统. 常见的嵌入式控制平台以各种档次的处理器为核心, 结合了半导体、传感器、通讯、计算机、自动化等技术, 已被广泛应用到各行各业. 作为高端的嵌入式控制平台, 例如手机, 因为在通信领域有巨大的优势, 已经成为众多专家重点研究的控制系统^[1].

近些年来, 由于带有各种智能系统的手机、平板电脑等给人们带来了最佳的触控体验, 各种智能触控平台以其独特的优势纷纷进入工控领域, 医疗设备行业也同样如此, 特别是大型全自动化设备对智能触控平台的需求日益强烈. 而且随着物联网的发展, 带有智能系统的医疗平台才能更符合医疗单位对数字化、信息化设备的要求. 这种新型医疗设备将带来新一轮的更新换代, 而多 CPU 控制平台在控制实时性、并发性、独立性方面展现出独特的优势. 与此同时, 一般的基于可编程逻辑控制器实现的系统已不能满足轧钢、大型传动、交通、磁悬浮以及航空航天等高性能控制领域的高速、高采样精度、高可靠性的控制要求. 所以多 CPU 控制平台正在成为工业自动化领域中的热点之一, 同时也会产生巨大的市场.

多 CPU 控制平台的研究一直是嵌入式热门研

究的领域, 国内外出现了多种模式的多 CPU 控制平台, 并且得到了广泛应用. 如基于 RS-485 的多 CPU 控制系统, 此种控制系统基于网络 TCP/IP 模型, 制定出一种适用于基于 RS-485 总线的多 CPU 控制系统的简化网络模型和通讯协议. 另外有基于 VME 总线的多 CPU 控制系统, 它采用实时操作系统 VxWorks 作为软件平台, 还有基于高速双口 RAM 的双 CPU 控制平台, 无论是在并行模式中进行共享内存, 还是在流水模式中传送数据, 数据畅通性更佳. 使用多 CPU 架构的系统, 可以采用性价比更高的 CPU, 随着 MCU 的价格不断降低, 成本也会快速降低, 将会获得更好的效益.

1 CPU 平台整体设计方案

多 CPU 控制平台采用分层架构, 上层平台使用以 CortexA8 为内核的主控芯片 S5PV210, 装载 Android4.0 系统和应用程序. 下层平台使用以 CortexM3 为内核的主控芯片 STM32F103ZET6, 板载按照需求开发的高效任务管理器以及外设驱动程序. 上下层平台之间使用自定义的通讯协议进行串口通讯, 上位机发送命令到下层机, 下层机接收命令并处理后将结果反馈给上位机 App, App 将实时的数据图像化现实在软件界面上从而实现对下层机平台的控制. 不仅可以满足实时控制, 而且用户界面更加美观, 其总体架构如图 1 所示.

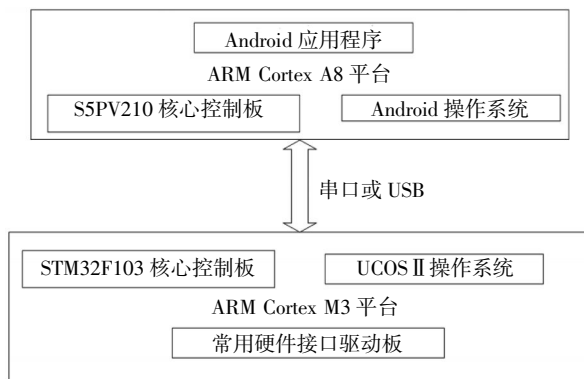


图 1 总体架构图

Fig.1 Overall architecture diagram

双平台之间建立自定义的可靠通讯协议,Android 应用程序向下位机平台发送命令和命令参数后,下位机平台接收命令后首先进行校验,然后解析和执行,并将执行后结果依照对应的格式反馈给上位机 Android 程序^[2]。

1.1 A8 平台构建

S5PV210 处理器需要外加内存和 Flash ROM 以确保 Android 系统正常运行,处理器外围电路还包括有电源管理,时钟信号,复位电路,JTAG 电路、以及外部存储电路,LCD 屏,串口模块等。S5PV210 最小系统如图 2 所示。

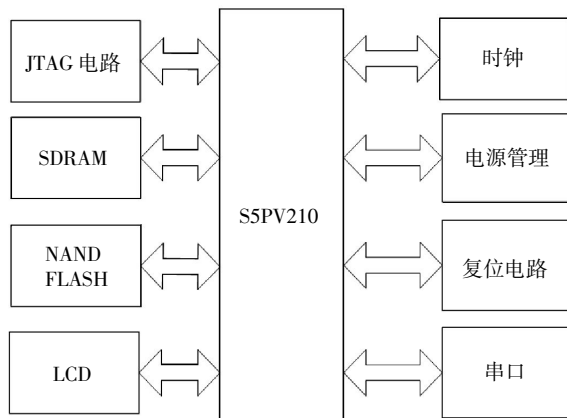


图 2 CortexA8 上位机平台框架

Fig.2 Cortex A8 upper machine platform framework

电源的稳定性直接影响嵌入式系统的性能,嵌入式系统的供电方案的选择非常重要,电源的输入电压范围,输出电压变化幅值,功耗和成本需要综合考虑。CortexA8 处理器相对较为复杂,外设多种多样,内核、内存、外设所需的供电电压各不相同。根据最小系统板的需要,选定 XC6209 为 S5PV210 供电,XC6209 为低压差稳压电源,选定 EUP3412 为 DDR 供电,RT8024 为 NAND Flash 供电。

内存是系统的程序代码运行和进行数据处理

的地方,其性能的稳定性对于系统的整体性能至关重要。本设计给 ARM Cortex-A8 核心板使用 4 片三星公司出产的 K4T1G084QQ-BCF7 芯片,DDR2SDRAM 存储器总共为 1Gbit,时钟频率可高达 800 MHz。

Flash 也就是闪存(Flash Memory),是目前广泛应用的非易失性存储器。Flash 分为 NOR Flash 和 NAND Flash,后者更适宜于大容量文件系统的构建。因此本设计选用 Samsung 公司 K9GAG08U0F 型号、2 GBytes NAND FLASH。主要用于存储内核代码、应用程序和用户数据文件。

ARM Cortex-A8 系统时钟源为四个外部无源晶振,系统主时钟和锁相环时钟的输入输出端为 XXT1/XXT0,频率为 24 MHz,USB 工作时钟输入输出端为 Xusb/XusbXT0,频率也为 24 MHz,RTC 时钟输入输出端为 XrtcXTI/XrtcXTO,频率 32.768 kHz,VEDIO 时钟输入输出端为 XhdmixT/XhdmixTO,频率是 27 MHz。串口是平台通讯中的重要组成部分,是链接上位机和下位机的桥梁。为提高通讯距离和使用计算机调试系统的方便,上位机和下位机平台的串口通讯都使用了 232 电平。

1.2 M3 平台构建

下位机控制系统使用以 CortexM3 为内核的 STM32f103ZET6 为主控芯片,系统框架如图 3 所示。

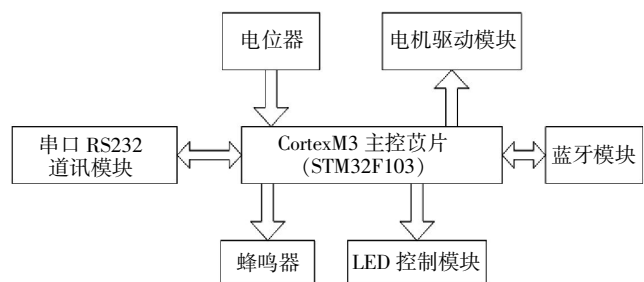


图 3 M3 平台的硬件架构图

Fig.3 M3 platform hardware architecture diagram

外设包括:串口通讯模块,用于实现和上位机平台的通讯;电位器模块,用于模拟 AD 采样功能;电机驱动模块;蓝牙模块,用于无线模式下双平台的通讯控制;还有基本的蜂鸣器和信号灯控制模块。如图 3 所示。STM32F103ZET6 的工作电压范围(VDD)是 2.0~3.6 V。内置电压调节器自动提供内部所需的 1.8 V 电压。实时时钟和备份寄存器在系统主电源掉电后,通过电池供电。本设计中无需外置备用电池,所以 VBAT 脚和外部的供电电源连在一起^[3-4]。系统使用 HSE 外部晶体/陶瓷谐振器和 HSE 用户外部时钟为系统提供高速时钟。

为使系统启动后尽快稳定,以及减少时钟失真,提供时钟的晶振、负载电容器须尽可能的靠近振荡器. 负载电容大小需要根据所用的振荡器匹配. 如果使用外部时钟源,需要提供外部时钟. 频率最高可达 25 MHz. 通过配置寄存器 HSEBYP 和 HSEON 来选择这种运行模式.

本设计选用东芝公司的 TB6560 作为步进电机驱动的主芯片. TB6560AHQ 是一款低功耗、高集成的两相混合式步进电机通用驱动芯片,它仅使用一个时钟信号和一个方向信号,就可以提供正向和反向驱动给两相双极步进电机,配合简单的外围电路即可实现高性能的电机驱动. 调整脉冲输入的频率可实现调速,也可以通过设置相关引脚,来调整驱动电流和相位的细分参数,以便驱动各种不同的步进电机.

2 通讯控制协议

通讯协议是本系统的重要组成部分,是连接 CortexA8 与 CortexM3 的桥梁,直接关系到系统的稳定性. 本设计根据实际应用的基本需求,自定义了一套简单的基于串口的通讯协议. 此通讯协议内容包括:串口通讯基本参数的约定(如波特率);数据帧格式;校验方法约定;自定义部分^[5]. 此通讯协议只是通讯的基本约定,数据帧中包括可自定义的命令字、数据、状态,具体含义可根据具体应用自定义.

串口通讯参数约定:

8 位数据位、1 停止位、无校验、9 600 bps;

数据帧包括发送帧和返回帧,数据帧格式如下:发送帧如表 1 所示,返回帧如表 2 所示.

表 1 通讯协议发送帧格式

Table 1 Format of communication protocol frame

说明	起始符	帧编号	命令字	数据长度	数据	校验字	结束符
字节数	2	1	2	1	N	1	2

表 2 通讯协议返回帧格式

Table.2 The format communication protocol of the response frame

说明	起始符	帧编号	状态字	数据长度	数据	校验字	结束符
字节数	2	1	2	1	N	1	2

起始符:0x0D03

结束符:0x55AA

帧编号:在 0~255 之间循环变化,返回帧的帧编号和发送帧的帧编号须相同.

校验字:从包号开始到数据最后一字节进行异或取反.

自定义部分:是本设计根据医疗控制平台的基本需求定义的一套命令字、状态字、数据.

通讯程序流程如图 4 所示,上位机发送命令后,首先启动定时器,然后定时检测是否接受到上位机上传的命令,如果收到命令进行帧检测和校验,如果校验通过,则按照命令分类处理后将处理结果以返回帧格式发送到上位机并关闭定时器,如果检验错误,则返回错误帧,帧状态中包含错误的状态类型,然后检测返回帧是否超时,如果没有,则继续检测,如果超时则关闭定时器.

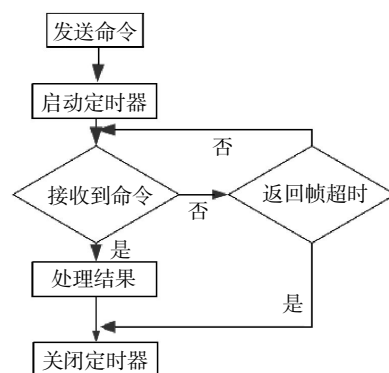


图 4 通讯程序流程图

Fig.4 Communication program flow chart

3 CortexA8 上位机软件设计

上位机平台使用以 CortexA8 为内核的芯片 S5PV210,装载 Android4.1 系统,系统使用 Eclipse 进行软件开发,开发语言为 Java.

3.1 Andorid 主程序软件框架

Android 主程序使用从 TabActivity 类派生的一个主类 TabActivity,由这种类派生的软件本身就是一个大的 Tab,可以方便的加入一个模块程序. TabActivity 类位于 android SDK 中 android.app. TabActivity 下,它本身继承自 ActivityGroup,主要功能是实现多个 activity 或者 view 之间的切换和显示. 要使用该必须新建一个类来继承 TabActivity,并且该类的 xml 配置文件中必须包含 <TabHost>、<TabWidget>、<FrameLayout> 三个视图 (View),其中后面两个标签是前面一个标签的子标签,<TabWidget>表示 tab 页的选项卡,相当于菜单页,<FrameLayout>表示显示内容的区域. 另外为增加动画效果,使用了从 TabHost 派生的一个新类 AnimationTabHost,此类用于对 TabActivity 中的 TabHost 控件进行升级,使用此类后,切换页面时会产品动态的切换效果,使主程序界面更加美观.

3.2 串口通讯程序开发

CortexA8 串口通讯直接使用 SerialPortOpt 函数库,该库是一个专门用于串口开发的一个类库,其中包括了串口操作的所有函数,如打开串口、关闭串口、设置波特率、读取数据、发送数据.

为了方便测试,为 Android 串口模块设计了一个 Android 界面程序. 程序中通过使用 Spinner 类和 Spinner 控件来完成对串口号,波特率,数据位,校验位,停止位的选择. 主要实现了串口参数的基本配置,打开串口和关闭串口等基本功能. Android 串口通讯样例界面如图 5 所示.



图 5 串口应用程序效果图

Fig.5 Communication program flow chart

4 CortexM3 下位机程序设计

CortexM3 中的程序是下位机平台的主要程序,此部分程序对上层提供执行命令的服务,对硬件层需要执行驱动层的 API 函数. 为了便于开发和维护,此程序被设计成两层:主程序层(main)和应用层(任务层).

主程序的分层结构和程序执行流程图如图 6 所示.

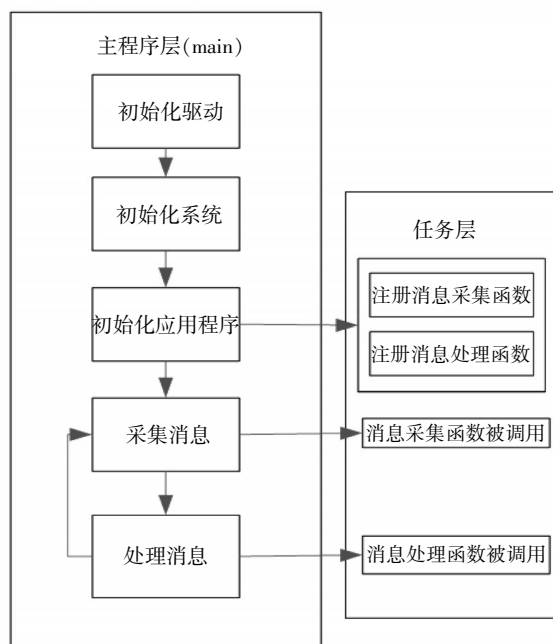


图 6 CortexM3 下位机程序框图

Fig.6 CortexM3 under machine program block diagram

主程序层为核心中枢,但是此层程序无需知道如何获取任务或者消息,无需知道是什么任务,也不需要关心任务该如何处理,而只需要管理好两个消息映射表和一个消息池.

消息映射表分别是消息采集映射表和消息处理映射表. 消息采集映射表是一个消息采集函数的地址到一个消息的地址映射,消息处理映射表是消息处理函数地址的映射,此表由上层应用程序模块进行注册,即应用程序将消息采集函数的地址、消息、消息处理函数注册到主程序的消息表和消息池中^[6].

主程序无需关心此消息表和消息池的具体内容,只需要循环从消息采集函数地址获得消息后,投递到消息池,然后把消息池中的消息交由消息处理函数处理即可.

应用程序层无需知道主程序的执行过程,只需要关心自己需要处理的任务. 即获取自己需要的消息,并且处理消息. 在应用程序初始化时将这

些全部注册到主程序的消息映射表和消息池中。

5 结 语

以一套高低搭配的双 CPU 控制平台为目标,研究了多 CPU 控制平台的架构,平台内部的通讯协议,并实现了上层和下层平台的通讯和控制功能。通过实际应用,证明本研究方案能够满足实际医疗设备控制和监测的基本需求。

多 CPU 控制平台与目前智能化医疗设备的研究方向和发展现状相符合,满足多种医用仪器类产品的升级换代需求,具有较强的实用价值和经济效益。

致 谢

感谢吴云帽老师对论文提出宝贵的指导意见!

参考文献:

- [1] 戴胜华.嵌入式系统[M].北京:中国铁道出版社,2007:11-21.
DAI Sheng-hua. An embedded system [M]. Beijing: China railway Publishing House. 2007: 11-2. (in Chinese)
- [2] 虞云凤,江先阳.基于 ARM Cortex-A8 平台的警务终端硬件设计[J].工业技术.2011(17):80-81.

TUO Yun-feng, Jiang Xian-yang The hardware design of policing terminal based on ARM architecture A8 platform[J]. Industrial Technology, 2011(17): 80-81. (in Chinese)

- [3] 周立功.ARM 微控制器基础与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
ZHOU Li-gong. ARM basis and practice [M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2003. (in Chinese)
- [4] 赵志熙.车站信号控制系统[J].北京:中国铁道出版社. 2005: 1-3.
ZHAO Zhi-xi. The station signal control system [J]. Beijing: Railroad Publication House of China 2005: 1-3. (in Chinese)
- [5] 张凡,盛殉华,戴胜华.微机原理与接口技术[M].北京:北方交通大学出版社.2002:244-272.
ZHANG Fan, HENG Xun-hua, DAI Sheng-hua. Micro-computer principle and interface technology [M]. Beijing: The Northern Jiaotong University Press, 2002: 244-272. (in Chinese)
- [6] 谭浩强.C 程序设计[M].北京:清华大学出版社.1999: 87-141.
TAN Hao-qiang. C program design [M]. Beijing: Tsinghua university press, 1999: 87-141. (in Chinese)

Construction plan of multiple central processing unit control platform for CortexA8 and M3

HUANG Ao-cheng^{1,2}, RAN Quan^{1,2*}, LIAO Yong-fu¹, LIU Shuai¹

1. School of Computer Science and Technology, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China
2. Hubei Key Laboratory of Intelligent Robot (Wuhan Institute of Technology), Wuhan 430205, China

Abstract: To meet the demands of real time industrial control platform and improve the performance of the Android platform, a kind of multiple central processing unit control platform based on CortexA8 and CortexM3 was proposed. The layered architecture was adopted for the control platform. We used S5PV210 with Cortex-A8 kernel as the master control of the upper platform, and used the STM32F103ZET6 with CortexM3 kernel as the master control chip of the lower platform. The custom communication protocol was applied to serial communication for the upper platform and the lower platform. The upper computer sent commands to the lower computer which received commands and gave feedback to the App of upper computer after processing, realizing the control to the lower platform. Proved by the application test of the medical equipment project, the control platform satisfies the basic needs of control and monitor for actual medical equipment.

Keywords: CortexA8; CortexM3; real-time; communication; interface.

本文编辑:陈小平