

基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的数码喷墨控制系统的设计与研究

刘 晋, 杨一晨, 顾彬彬

(辽宁师范大学 计算机与信息技术学院, 辽宁 大连 116081)

摘 要: 选取 Altera 公司 Cyclone II 系列 EP2C8Q208 芯片作为新型高速数字喷墨印刷机控制系统的开发平台, 以 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 作为印刷机控制的实时系统, 通过 Nios II 11.0 Eclipse, 运用 Nios II 软核处理器技术来生成 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统模块, 通过系统编程来实现新型数字喷墨印刷机控制系统。通过软硬件测试, 验证了该系统的稳定性和可操作性。

关键词: 喷绘机; FPGA; Nios II; 状态机; 控制系统

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)19-0098-03

Design and research of control system for digital inkjet based on $\mu\text{C}/\text{OS-II}$

Liu Jin, Yang Yichen, Gu Binbin

(College of Computer and Information Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116081, China)

Abstract: This paper designs a new high-speed inkjet printers on the platform of Cyclone II series EP2C8Q208 of Altera corporation, utilizing $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ operating system, and Nios II 11.0 Eclipse tools and various techniques like Nios II soft-core processor in order to generate $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ real-time operating system module. Besides, combining with system programming that realize a new high-speed control system of inkjet printers. Testing demonstrates that the proposed system is able to exhibit good performance in terms of stability and operability.

Key words: inkjet printer; FPGA; Nios II; state machine; control system

随着我国经济的快速增长, 加速了我国印刷业的发展。由于数字喷墨印刷发展平缓, 尤其是价格上却比传统的喷墨印刷机高出很多, 导致传统的喷墨印刷机仍然占据相当大的市场。针对上述情况, 对于新型数字喷墨印刷机的研究是十分必要的。

1 系统硬件设计

在设计中, 采用 Altera 公司的 Cyclone II 系列^[1]芯片 EP2C8Q208 为核心芯片, 结合 Nios II 软核来产生系统处理器, 并利用可编程电路导出外围电路。设计中采用 SoPC Builder^[2]来构建。这里选用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 系统来调度整个任务, 因为 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 是源代码完全开源的, 具有可剥夺实时内核, 同时其执行效率高, 占用的空间小, 系统中仅仅包含了任务调度、任务管理、时间管理、内存管理和任务间通信以及同步机制等功能。

如图 1 所示, 设计中以 FPGA 为核心, 协同 Nios II^[3-4]软核工作。首先通过 CY7C68013 的 USB 芯片, 从上位

机上或者 SD 卡中获取待喷印的文件内容, 并实时下发。通过 NiosII 软核的控制与处理, 输送到数据传输/变换模块中, 通过同步模块来实现文件内容的实时传输以及针对文件的内容, 调整运动控制中的运动喷绘位置, 来精确地实现运动控制, 同时获得反馈状态信息以及同步输送控制命令。在此期间, 喷绘机的机械参数存放在 24C02 的存储芯片中。通过 LCD 接口, 结合 GUI 的界面以及按键接口, 实现人机交互, 在项目实现中, 通过 JTAG 口以及 UART 串口进行调试。

Nios II 软核是由中央处理单元、配套组件以及外围设备所组成的, 并通过 Avalon 总线连接构成的处理器系统。这里通过 Altera 的 SoPC Builder 软件来配置 Nios II CPU, 并利用自动形成的 Avalon 总线将这些模块连接在一起。这里采用的 RISC 架构, 同时根据实际的板级时钟设置为 50 MHz, 设置了相应的地址信息。

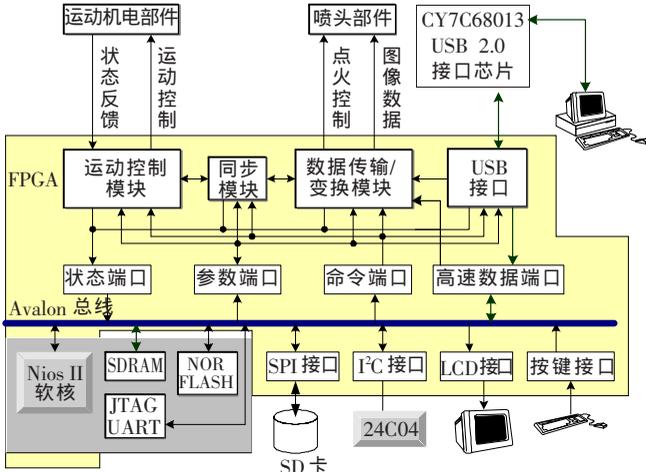


图1 系统硬件整体架构

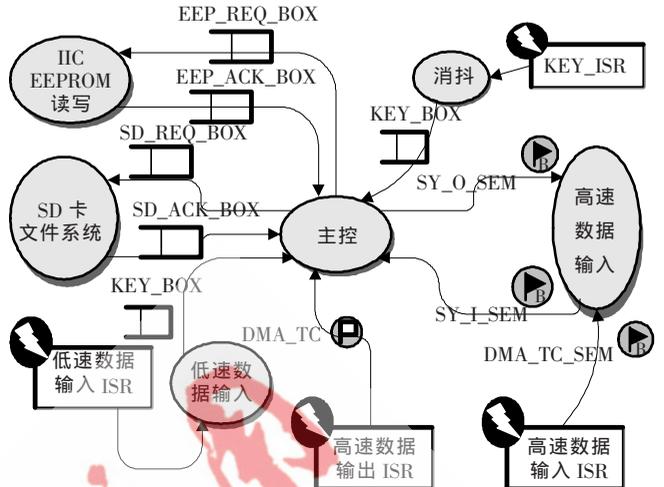


图3 ISR任务间通信机制的设计

2 系统软件设计

2.1 总体任务框架

在整个软件架构中,由于存在低速设备与高速设备的不匹配问题,所以需要严格划分各个任务。在主控的调度下,首先通过高速输入ISR获得高速数据,经过处理后,由高速数据输出通道输出,并实时喷印。针对命令以及一些机械参数、状态等低速数据,则通过低速数据输入ISR的通道进入,并进行相应的处理。当进行离线文件喷印时,则可直接对SD卡操作,SD是通过SPI总线来与主控之间通信。必要时,一部分的参数也可以存放在EEPROM,这部分主要通过IIC来与主控通信,存放的内容则用于校准机器。另外通过LCD上的GUI,配合KEY来实现实时的人机交互。具体过程如图2所示。

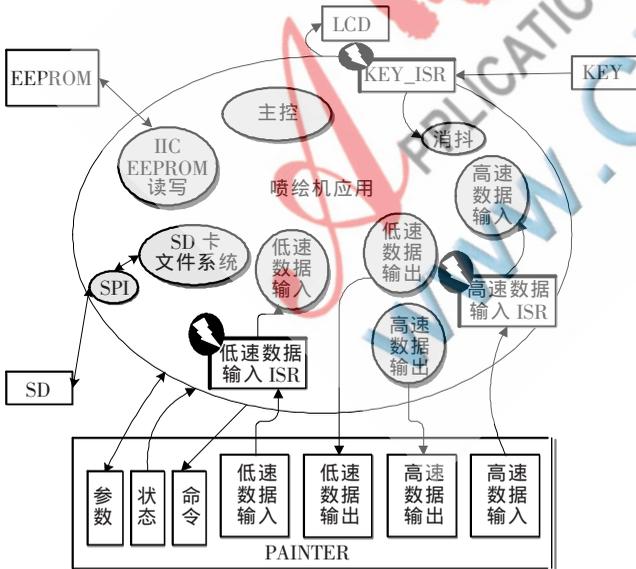


图2 总体任务框架图

2.2 ISR任务间通信机制的设计

本设计中,通过以 $\mu C/O S-II$ 系统为平台,在其之上运行诸多任务,根据任务的特性,不同任务之间也采用不同的通信机制。ISR任务间通信机制的设计如图3所示。

(1) 按键消抖任务通过KEY_ISR的全局变量来识别出上报的键值,同时转换成相应的命令,通过 $\mu C/O S-II$ 的邮箱通信机制KEY_BOX传送给主控任务。

(2) 低速设备输入的任务通过低速数据ISR的全局变量来控制,经过USB传输进来的数据同样通过 $\mu C/O S-II$ 的邮箱通信机制KEY_BOX,实现和主控任务的通信。

(3) EEPROM的读写是通过IIC的协议来操作的。首先会收到主控的EEP_REQ_BOX邮箱消息,通过这条请求中包含读写控制字,主控开始实现对EEPROM的读写,当主控读写完毕时,则通过EEP_ACK_BOX的邮箱消息通知其读写完毕,完全根据IIC的协议来进行操作。类似的方式也适用于SD的读写中。

(4) 低速设备由于是CPU来控制的,所以这里则只需要CPU关注速度匹配问题即可。

(5) 高速数据的传输根据方向分为输入与输出,在输入上,由于是CPU来控制的,所以直接采用DMA的方式,通过一个DMA_TC的事件即可。而对于输出而言,底层需要有块设备的驱动支持,之后直接通过DMA的控制器向主控发送DMA_TC_SEM来实现传输,传输中的同步问题,则采用SY_O_SEM以及SY_I_SEM来完成。

3 系统总控状态机^[5]

系统的总体状态图如图4所示,是系统在不同时刻的状态切换过程。通过箭头的走向,以及箭头上方相应的条件,来切换状态机的状态。刚开始上电时,系统的主窗口状态为00000,之后可以选用打印的方式,通过人机交互的方式,进而切换到不同的状态,从而灵活地调度与切换各个状态。

本文针对喷墨印刷机的控制系统做了很大的改进,提高了打印的速度以及精度,线条也更加圆滑,曲线的锯齿也有很大的提高,并能满足大幅面的喷墨需求。但是还存在一定的问题,例如纵向马达在速度控制上还不是那么平稳。传输速度上,USB2.0的速度还是比较慢,急

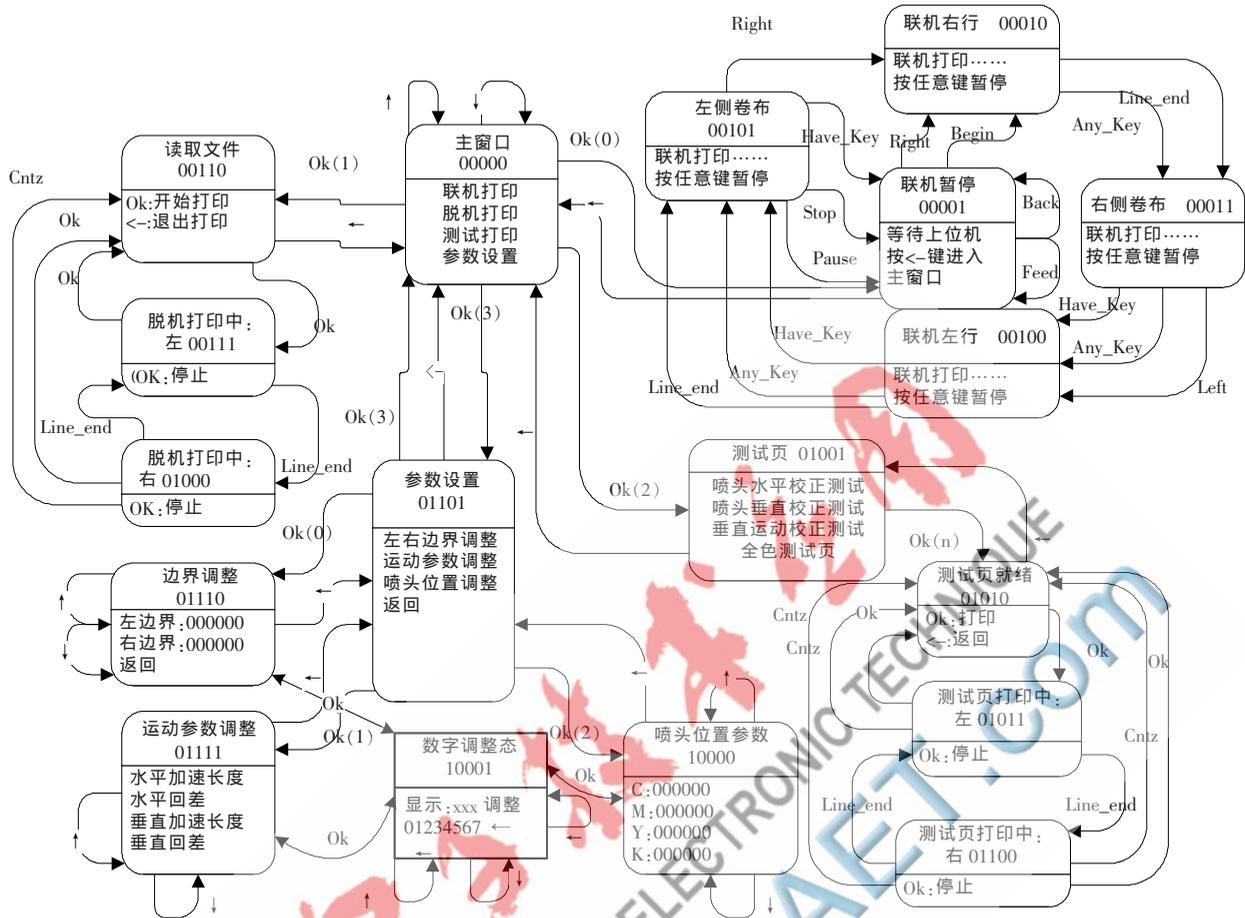


图4 系统总控状态转移图

切需要 USB3.0 的合入来解决大数据传输问题。喷墨的温压曲线部分还有待提高,从而确保图像的美观度。总之,该控制系统具有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 崔桂梅,崔巍,庞海静,等.基于 SoPC 的硬件直线插补控制器设计[J].微特电机,2011,39(5):56-57.
- [2] 刘延飞.基于 Alter FPGA/CPLD 的电子系统设计及工程实践[M].北京:人民邮电出版社,2009.
- [3] 周润景.基于 Quartus II 的 FPGA/CPLD 数字系统设计实例[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [4] 孟芳,于立佳.基于 Nios II 的 SOPC 系统设计分析[J].无线电通信技术,2012,28(1):73-76.
- [5] 李春霞.有限状态机的 VHDL 描述及综合[J].计算机工

程与应用,2005(6):111-113.

- [6] 徐艺文,魏云龙.利用 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 任务调度算法实现嵌入式数据管理[J].单片机与嵌入式系统,2011(5):25-27.

(收稿日期:2013-05-07)

作者简介:

刘晋,男,1964年生,教授,主要研究方向:数字印刷技术与嵌入式系统设计。

杨一晨,男,1987年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计与 FPGA 设计。

顾彬彬,女,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计与 FPGA 设计。