

嵌入式喷印机控制系统

孙克梅¹, 刘洋²

1. 沈阳航空航天大学电子信息工程学院, 沈阳 110136

2. 沈阳航空航天大学自动化学院, 沈阳 110136

摘要 控制系统需要完成数据传输、打印控制、电机精确定位等功能,是整个喷印机系统中最为关键的组成部分,控制系统的优劣直接影响到喷印机喷印的速度、精度和质量。基于嵌入式技术,本文设计了一种喷印机控制系统,采用华恒科技 HHARM2410-Integration-R2 嵌入式 Linux 开发板作为控制核心,并利用网络传输打印数据,使喷印机具有喷印速度快,分辨率高,电机运行平稳,电机定位精确、系统运行可靠性等优点。同时,系统利用 uClinux 的强大的网络功能实现了运行在嵌入式上的小型 Web 服务器,通过浏览器访问该嵌入式喷印机控制系统上的 Web 服务器设置和提取运行时的数据,进行设备的维护与管理。本控制系统已经投入实际使用,相对于上一代基于单片机的控制系统,具有稳定性好、故障率低、喷印速度快、单位时间内喷印面积更大等优点。由于采用了振荡频率更高的喷头,系统相对于上一代控制系统还具有更高的分辨率和喷印精度。

关键词 嵌入式技术;喷印机控制;电机控制;Web 服务器

中图分类号 TP271+.5

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)22-0091-04

Control System of Embedded Inkjet Printer

SUN Kemei¹, LIU Yang²

1. Institute of Electronic and Information Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China

2. Institute of Automation, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China

Abstract As a device for outdoor advertising, the printer requires a sophisticated control system. The control system concerns with data transfer, printing control and the perfect orientation of motor, and is the most important part of the entire printer system. The performance of the control system directly influences the speed, precision and quality of the printer. An inkjet printer control system is proposed in this paper based on embedded technology. This system uses the embedded Huaheng HHARM2410-Integration-R2 development board as the core of the control system and adopts the network to transmit the printing data, which can achieve high speed, high DPI and the stabilization of motor moving and other good performance for the system. At the same time, the powerful network of uClinux is used with functions of control and accessing from long-distance through the Web server in the embedded digital printer. By this server, users can set up and receive data of the embedded system and carry out maintenance and management of the device. The control system is put to practical use and shows advantages such as better stability, lower fault rate, higher printing speed and larger printing area as compared to those of previous generations. Moreover the system has higher resolution and accuracy because of the use of inkjet with higher oscillation frequency.

Keywords embedded technology; inkjet printer control; motor control; Web server

0 引言

用于制作户外广告的彩色计算机喷印机充分利用了电子、控制、化工等行业的优势,其喷印色彩鲜艳、保质期长、不受幅面和批量限制,制作方法多样化、成本低、制作周期短。

目前,欧美的喷印机控制技术比较先进且成熟。在国内,上一代喷印机控制系统基本是基于 51 系列单片机的。喷印机对控制系统的要求很高。喷印机打印时需要大量的数据,对数据的实时传输性要求很高,如果数据的传输满足不了打

收稿日期:2010-03-25;修回日期:2010-11-09

作者简介:孙克梅,讲师,研究方向为电子信息技术及信号处理,电子信箱:sunkemei@sina.com

印的需要,在打印过程中会出现空白。上一代喷印机采用 PC 机的并行接口传输数据,但是并口传输数据的有效距离较短,同时 Windows 系统是多任务操作系统,在传输数据的过程中,容易被其他任务和进程打断,无法保证数据传输的稳定性。控制系统要完成接收 PC 的数据,控制 2 个方向的电机运转,喷头的打印操作等,需要较大的 RAM 空间。喷头打印时需要控制系统提供点火信号 (FIRE), 点火信号的频率越高,打印精度就越高。由于单片机无操作系统,时钟频率有限,片内 RAM 空间太小,单片机要完成接收 PC 的数据、控制 2 个方向的电机运转、喷头的打印操作等,无法满足高速度、高精度和高质量的实际喷印需求。要保证高精度的同时具有较高的喷印速度,这势必要求高性能的处理器。为此,采用带操作系统的 HHARM2410-Integration-R2 嵌入式 Linux 开发板作为系统的控制核心,以提高数据传输速度和可靠性,打印精度和速度。喷头采用 XAAR126 喷头,可以适应多种油墨,且具有较高的工作频率。同时,可以利用嵌入式操作系统强大的网络协议栈^[1],使喷印机可以连接到 Internet 上,实现设备的远程控制、故障诊断、程序修改。相对于上一代喷印机控制系统,喷印质量大幅提高。

1 喷印机系统组成

喷印机系统组成框图如图 1 所示,其中 PC 机上运行着系统的管理和控制软件,提供操作控制界面,该软件通过网络将打印数据送到 HHARM2410-Integration-R2 嵌入式开发板上并负责与其通信。嵌入式开发板接收 PC 的控制信号和打印数据控制 2 个方向的电机(横向为喷头所在的喷头板的运动,纵向为拖动画布的运动)运动并提供 XAAR126 喷头工作所需要的各种信号以及正确的时序完成打印操作。喷头控温模块用来提供 XAAR126 喷头正常工作时需要的随温度变化的高电压信号,以太网控制器可以使系统连接到互联网上^[2]。

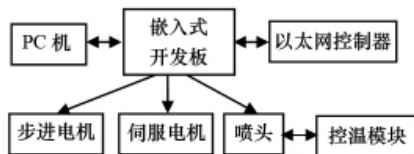


图 1 系统组成框图

Fig. 1 Structure of the system

2 控制系统硬件组成

2.1 嵌入式开发板

控制系统核心为华恒科技 HHARM2410-Integration-R2 嵌入式 Linux 开发板,其采用 S3C2410 处理器,最高处理速度 203MHz。嵌入式开发板负责接收 PC 机由网线传来的打印数据,通过 32 位宽度的数据总线的每一位经过驱动后为每一个喷头提供串行的 128 位的打印数据,一共可以支持 8 到 32 个喷头(由实际产品型号决定)。开发板的 CPU-S3C2410 的通用双向 I/O 口为 XAAR126 喷头提供打印时喷头所需要的各

种信号,以及步进与伺服电机控制器所需要的运动控制信号,同时通过 S3C2410 开发主板的以太网接口实现系统与外部网络的连接。

2.2 控温模块

喷印机所用的 126 喷头是英国 XAAR 公司推出的新一代的打印喷头,采用的是压电式结构,有打印速度快、精度高等特点。主要特点是其内部没有控温模块,因此可适应不同的油墨,但是由于每种油墨的电压-温度曲线相差很大,开发者必须根据所采用的油墨完成所需控温模块设计。

系统的控温模块核心为 AT89C52 单片机^[3]。在 XAAR126 喷头内部有一个热敏电阻,于喷头接口的 15 引脚引出,因此在该引脚可以接一个电压采集电路,将该点的电压经 A/D 转换后传给单片机,单片机查表后输出信号 D/A 转换并经放大电路放大后送给喷头,保持电压与温度的变化在规定的曲线上。控温模块组成框图如图 2 所示。喷头温度控制接口电路框图如图 3 所示。

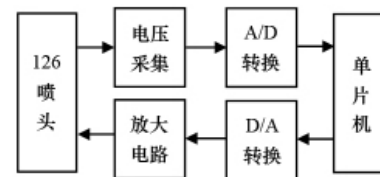


图 2 控温模块组成框图

Fig. 2 Structure of temperature control module

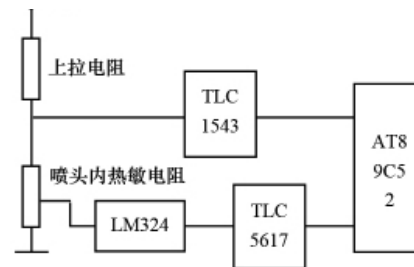


图 3 喷头控温接口电路框图

Fig. 3 Block diagram of interfacing circuit for nozzles temperature control

2.3 电机控制部分

喷印机系统在喷印时的运动方向是横向和纵向,因此就要求有 2 个电机提供 2 个方向的运动,其中用步进电机来提供纵向运动,伺服电机提供横向运动。为了保证打印时的平稳性和高速度,电机的运行必须采用速度的曲线控制,电机自带的控制器可以完成精确的定位,但是需要控制系统提供方向信号和运动信号,而且电机的运行速度与信号的频率成正比,电机的行进距离与信号脉冲的个数成正比。因此,嵌入式控制系统需要提供 2 个电机的方向和运动信号,并且协调 2 个电机的工作顺序。本控制系统采用的是德国 Berger Lahr 步进电机,驱动器型号 WD3-007。伺服电机为 Panasonic 交流伺服电机,驱动器型号 MSDA023A1A。

步进电机需要 STEP 和 DIR 2 个信号,DIR 信号用于控制电机的行进方向,STEP 信号用于控制电机的运行距离和速度,STEP 信号的频率控制电机的速度,脉冲个数控制电机的行进距离,STEP 和 DIR 信号都要求是差分信号形式,因此电路中必须把 TTL 电平变成差分电平,在电路里是把这两个信号通过芯片 AM26LS31 后再送给步进驱动器,嵌入式开发板的 I/O 口 PA7 提供 STEP+与 STEP-,PA8 提供 DIR+与 DIR-^[4]。采用差分后嵌入式开发板和步进电机之间的距离达 4m 之多,进行差分处理可以提高控制信号的抗干扰能力,其接口电路如图 4 所示。

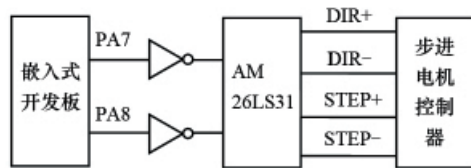


图 4 步进电机接口电路

Fig. 4 Interface circuit of step motor

伺服电机有两种工作模式,即速度控制方式和位置控制方式。在速度控制方式下,通过伺服电机控制器的 CL 信号和 INH 信号控制伺服电机转动的高低 2 挡速度和正反方向,通过 ZEROSPD 信号控制电机的转动和停止。可通过伺服控制器的控制面板输入高低挡速度的数值和升降速 s 型曲线中的升降速时间。当 ZEROSPD 信号为低电平时,电机在自己的内部控制器的控制下按照 s 型曲线平滑地升速到设定的速度值,电机一直保持在这个速度上运转,直到 ZEROSPD 变为高电平,电机在内部控制器的控制下按照 s 型曲线平滑地减速到零。在位置控制方式下,其工作方式和步进电机类似。虽然速度控制方式比起位置控制方式有许多优点,但是实验中发现速度控制方式下很难实现对打印时弧板运动位置进行精确的定位,极大地影响了所喷印画面的效果,故采用位置控制方式,它的参数可以手动从伺服控制器的控制面板设置或是通过串口线设置,支持运动轨道的左右限位,对输入脉冲具有更高的分辨率等,接口电路如图 5 所示。伺服控制器 STEP 信号由嵌入式开发板的 I/O 口 PA10 提供,而 DIR 信号由 I/O 口 PA9 提供。

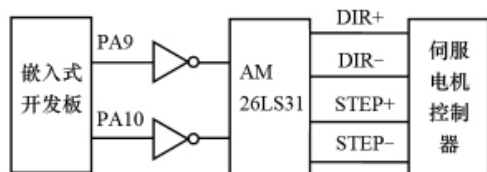


图 5 伺服电机接口电路

Fig. 5 Interfacing circuit of serve motor

2.4 电源模块

电源模块的功能是给系统提供各种工作电压,包括嵌入

式主板和电机控制器所需要的 12V 电压,各种芯片及单片机的 5V 电压,喷头需要的高压,电机控制器运转需要的 24V 电压,电源是整个系统正常工作的保证,因此电源电路里加上了必要的整流、滤波等处理。而且喷头要求先上低压的 5V 电源,然后再上高压的 30V 电源,并且 5V 电源稳定后就可以上 30V 电源。因此电源模块中应该具有高压延迟上电的功能。

3 控制系统软件组成

图 6 为控制系统需要的软件组成示意。

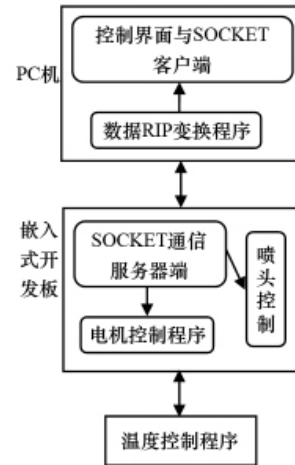


图 6 控制系统的软件组成示意图

Fig. 6 Structure of software components

3.1 RIP 软件

把原始的图片数据根据 Pass 数、喷头数和 DPI 等要求经过 RIP 变换成为喷头所需要的二进制数据。

3.2 PC 机上运行的控制界面程序

为了将 RIP 后的数据及一些控制参数传输给嵌入式开发板,在 PC 机上应该运行一个负责控制 S3C2410 实际打印的软件,该软件用 Visual Basic 开发。PC 机上运行的人机交互界面如图 7 所示。



图 7 人机交互界面

Fig. 7 Human-computer interface

软件功能包括:

1) SOCKET 通信功能,将数据通过网线采用 TCP 协议传输给嵌入式系统^[5]。

2) 完成与嵌入式控制信息的通信,能够实时的控制嵌入式运行,并且反映出嵌入式系统的当前状态和参数等信息。

3) 系统参数的设置功能,包括设置打印精度、电机速度等参数。

设置触发参数后的界面如图 8 所示。

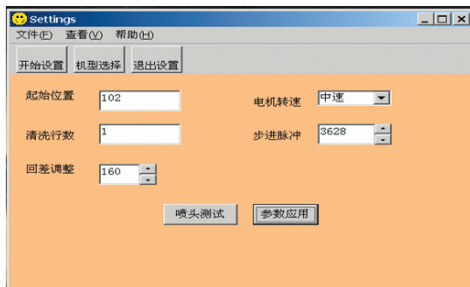


图 8 参数调整界面

Fig. 8 Interface of parameter adjustment

3.3 嵌入式系统的软件部分

主要程序模块包括:

1) SOCKET 通信功能,接收 PC 主机的打印数据,存放在内存中,供打印时使用。

2) 喷头打印控制模块,提供喷头工作需要的各种信号并且保证正确的时序,还要提供给喷头正确的数据格式功能。

3) 运动控制模块,控制伺服与步进电机按照曲线加减速度,还要协调两个电机的运动顺序。

3.4 单片机的控温程序

根据采集的喷头温度按照喷头温度电压曲线查表计算后输出对应的电压作为给喷头正常工作时所需要的合适的高压信号。

4 系统性能测试

喷印精度(DPI)性能如表 1 所示。

表 1 喷印精度性能表

Table 1 Printing precision capability

型号	Pass	DPI	喷印模式
SkyJetUV	3,4,6,8	250	高速
SkyJet2608	4,8	200	普通
SkyJet2908		143	精细
SkyJet3308		125	高质
SkyJet2612	3,4,6	125	高速
SkyJet2912			
SkyJet3312	4,8	100	工作
SkyJet2616			
SkyJet2916		85	高质
SkyJet3316			

表 1 中的具体型号区别在于设备的大小、长度不同,每种型号最后两位数字表示该型号喷印机的喷头的数量。

采用本控制系统实现的喷印机与上一代控制系统的喷印机相比在画面质量上具有以下优点:

1) 相同打印 Pass 下,画面浓度提高 25%。

2) 相同画面喷印浓度下,喷印速度提高 25%。

3) 相同画面精度提高 25%,实现灰度打印。

4) 网络传输数据、可靠性更高、抗干扰能力更强,对计算机的要求降低。

5) 用户将 Pass 数与小车行走速度自行组合,有效地匹配不同的打印需求。

在喷印速度上具有的优点:上一代控制系统的伺服电机的最大运行速度为 0.6m/s,而且速度不可调,新的嵌入式控制系统可以使伺服电机的运行速度最高可达 0.8m/s,而且通过串口线可以修改电机的运行速度。本嵌入式控制系统在最少 8 个喷头 4 Pass 的情况下,每小时可以出画 28m²,在相同的条件下,上一代控制系统只能达到 20m²。

5 结论

本控制系统采用华恒科技 HHARM2410-Integration-R2 嵌入式 Linux 开发板作为控制核心,相对于上一代基于单片机的喷印机的控制系统来说,性能上有了很大的提高。首先是系统的稳定性很好,故障率低,不出现打印数据丢失或错误的现象。其次系统的打印速度快,单位时间内打印的面积大。再次系统的打印精度高,系统用的喷头相对于上代控制系统采用的喷头其振荡频率高,使用新的喷头可以提供更高的分辨率和打印精度。在实际的市场推广与应用中发现了一些问题需要做进一步改进。典型的例如,本喷印机控制系统的控制界面和 RIP 软件是分离的,操作起来不够方便,今后可以将这两部分软件合并,以实现边 RIP 边打印,得到更高的打印速度。

参考文献 (References)

- [1] 李善平. Linux 与嵌入式系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
Li Shanping. Linux and embedded system [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.
- [2] Riihijarvi J, Mahonen P, Saarinen M J, et al. Providing network connectivity for small appliances: A functionally minimized embedded Web server[J]. *IEEE Communications Magazine*, 2001, 39(10): 74-79.
- [3] 耿方志. 温度控制系统的设计[J]. 电子世界, 2003(5): 37-38.
Geng Fangzhi. *Electronics World*, 2003(5): 37-38.
- [4] Hollabaugh C. Embedded Linux: Hardware, software, and interfacing[M]. Indianapolis, IN: Addison-Wesley, 2002.
- [5] Bentham J. 嵌入式系统 Web 服务器 TCP/IP 编程[M]. 陈向群, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2003.
Bentham J. TCP/IP lean of web server in embedded system [M]. Chen Xiangqun, et al. trans. Beijing: China Machine Press, 2003.

(责任编辑 朱宇)