

鞋面针织圆纬机人机交互系统设计

闻洪波^{1,2}, 彭来湖^{1,2}

(1.浙江理工大学 现代纺织装备技术教育部工程研发中心, 浙江 杭州 310018;

2.浙江理工大学 浙江省现代纺织装备技术重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要:为确保鞋面生产设备在高速运行时保持稳定,并能提供友好的人机操作界面,提出一种基于嵌入式平台的鞋面针织圆纬机人机交互系统的设计方法。以AM335X微处理器及扩展电路为硬件平台,以Linux操作系统为软件运行平台,基于Qt开发工具,定制鞋面针织圆纬机人机交互系统操作界面。采用多线程技术,定制高效、平稳的数据通讯协议,通过双口RAM通讯方式实现数据交互。经工厂实际运行调试,该控制系统性能稳定、功能齐全、操作方便、界面人性化程度高,具备较好的人机交互能力。

关键词:鞋面针织圆纬机;人机交互系统;嵌入式Linux系统;花型文件;AM335X微处理器;双口RAM通讯协议

中图分类号:TS 183.4

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2019)04-0005-04

Design of Man-computer Interaction System for Circular Weft Knitted Vamp Machine

Wen Hongbo^{1,2}, Peng Laihu^{1,2}

(1.Engineering Research Center of Modern Textile Equipment Technology, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2.Key Laboratory of Modern Textile Equipment Technology of Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract:In order to ensure that the vamp production equipment can keep stable at high speed and provide a friendly man-machine interface, a design method of man-machine interaction system for circular weft knitted vamp machine based on embedded platform was proposed. Based on AM335X microprocessor and extended circuit as hardware platform, Linux operating system as software platform, and Qt as software development tool, a customized man-computer interaction interface for vamp circular weft knitting machine was designed. Multithreading technology was used to customize efficient and stable data communication protocol, and data interaction was realized by dual-port RAM communication. Through the actual operation and debugging of the factory, the control system realized by this design method has stable performance, complete functions, convenient operation, highly user-friendly interface and good man-computer interaction ability.

Key words:Circular Weft Knitting Vamp Machine; Man-computer Interaction System; Embedded Linux System; Pattern File; AM335X Hardware Platform; Dual-port RAM Communication Protocol

传统生产鞋面的机器主要以针织横机为主^[1],而针织圆机具有速度快、产量高的特点,因此针织圆机越来越受鞋面生产市场的重

视。针织大圆机技术的发展趋势主要表现在计算机控制技术将在一直以机械式为主的传统针织大圆机上进一步发展^[2-3]。本文从生产实

际需求出发,协调处理上位机与下位机之间的多信号传递与数据通讯,综合考虑实际生产中的生产效率、运行稳定性、功能齐全性、界面

基金项目:国家自然科学基金联合基金重点项目(U1609205)。

作者简介:闻洪波(1994—),男,硕士研究生。主要从事纺织机械人机交互系统技术方面的研究。

通讯作者:彭来湖(1980—),男,讲师,博士。E-mail:576657930@qq.com。

人机交互性等重要因素,使用 Qt 设计功能齐全、性能良好、界面人性化的嵌入式人机交互系统。

1 控制系统总体方案设计

为达到编织效果、满足厂家需求、提高机器性能,鞋面针织圆纬机人机交互系统的功能如下。

a. 初始化功能。机器运行前,使机器各个设备处于初始化状态,尤其是使选针器处于初始状态。

b. 花型文件解析、显示、下载功能。用户通过 USB 接口将花型文件读入系统,系统判断花型文件是否可显示与下载,系统通过解析花型文件数据,在界面上显示花型图案,实现花型图案的预览、放大、缩小,系统下载花型文件后将解析后的数据下传,并生成底层设备可以识别的一系列动作。

c. 信号处理功能。系统可以实时监测机器的运行状态,接收由底层传来的信号并显示报警内容,便于机器的故障检测与解决。

d. 机器测试功能。主要包括选针器联动测试、步进电动机运转测试、伺服电动机运转测试、信号输入输出测试等各主要设备的功能测试。

e. 人性化人机交互界面。按功能不同,模块化区分人机交互界面,以便于用户操作,将重要监测数据美观详细地显示在运行界面上,并附加一些系统设置功能,如触摸屏校准、系统语言选择、用户密码设置等。

为实现以上功能,本文采用 AM335X 处理器作为核心硬件平台,采用裁剪的 Linux 操作系统作为软件运行系统,设计鞋面针织圆纬机人机交互系统并选择类库功能丰富、界面精巧、运行速度较快的 Qt 进行鞋面针织圆纬机人机交互界面的开发,定制基于双口

RAM 的上、下位机数据通讯协议。基于 Linux 操作系统和 Qt 的鞋面针织圆纬机人机交互系统的体系结构如图 1 所示。

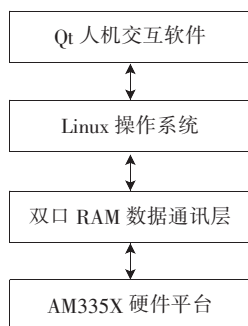


图 1 鞋面针织圆纬机人机交互系统架构图

2 上位机软件设计

2.1 开发环境配置

在安装 Linux 发行版本之前,需要安装 VMware Workstation 虚拟机,安装过程中选择默认设置。虚拟机安装完成后进行 Linux 操作系统的安装,系统版本可自行选择,本文选择的版本为 Ubuntu 9.04。最后安装交叉编译器 Arm-linux-gcc-4.4,安装完毕后则软件开发环境构建完成。

2.2 Linux 操作系统移植

在众多嵌入式操作系统中, Linux 发展相对较快而且应用较广泛^[4]。性能优良、源码开放的 Linux 具有体积小、内核可裁剪、网络功能完善、可移植性强等诸多优点,非常适合做嵌入式操作系统。一个最基本的 Linux 操作系统包括引导程序、内核和根文件系统 3 部分。

引导程序完成硬件设备初始化、操作系统代码搬运,并提供一个控制台及一个指令集在操作系统运行前操控硬件设备。

一个完整的 Linux 内核一般由内存管理、进程管理、进程间通信、虚拟文件系统和网络接口 5 部分组成,负责整个硬件的驱动并提供各种系统所需的核心功能。Linux

内核可划分为 3 层,最上面是系统调用层(SCI),它实现了一些基本功能;系统调用接口之下是内核代码,可以更加精确地定义为独立于体系结构的内核代码,这些代码是 Linux 所支持的所有处理器体系结构所通用的;在这些代码之下是依赖于体系结构的代码,即 Architecture-dependent Kernel Code,构成通常称为 Board Support Package (板级支持包,简称 BSP)的部分,这些代码用作给定体系结构的处理器和特定于平台的代码。

尽管内核是 Linux 的核心,但文件却是用户与操作系统交互所采用的主要工具,这对 Linux 来说尤其如此。根文件系统首先是一种文件系统,不仅具有普通文件系统存储数据文件的功能,而且相对于普通文件系统,它的特殊之处在于它是内核启动时所 Mount 即挂载的第一个文件系统,内核代码的映像文件保存在根文件系统中,系统引导启动程序会在根文件系统挂载之后从中将一些初始化脚本和服务加载到内存中运行^[5-6]。

将 Linux 操作系统源码进行裁剪以支持屏幕显示和双口 RAM 驱动加载,内核编译完成后将核心文件烧录核心板中。

2.3 应用程序设计

2.3.1 人机交互系统软件架构

根据鞋面针织圆纬机的生产需求和控制需要,软件采用模块化划分的设计思想,使软件功能全面,同时使界面更加人性化,软件模块划分如图 2 所示。

2.3.2 双口 RAM 通讯模块

双口 RAM 是 CPU 直接交换数据的内部存储器,它可以随时读写而且速度很快,并且允许两个独立的系统同时对该存储器进行随机性访问,即共享式多端口存储

器。鞋面机控制系统所要控制的设备种类繁多而且数量较大,并且需要频繁读写花型文件参数文件等,为保证机器运行快速稳定,必须选择良好的上位机与下位机的通讯方式,双口RAM是不二之选^[7]。

a. 通讯协议的制定

鞋面针织圆纬机上位机与下位机的通讯数据较复杂,因此制定的通讯协议必须能够区分不同的操作功能,而且避免出现两端同时同一地址写入数据。本系统定义的通讯协议主要包括3种类型。第1种通讯协议是基于双口RAM的数据帧格式定义,固定上位机和下位机数据交互的地址空间,规定每条指令共10个字节数据,每个地址存储1个字节,第1个字节为指令代码,主要用于区分不同模块的通讯;第2个字节为功能代码,主要用于区分同一模块的不同功能;后面8个字节用于传递相关参数。第2种通讯协议是基于双口RAM空间地址的虚拟中断定义^[8],上位机、下位机在进行虚拟Scan功能指令通讯交互时,需分别在特定的虚拟中断地址上置中断标志位,以实现数据交互的目的,不同虚拟中断地址代表不同类型的信号,每个中断地址上的标志包括中断标志和清除标志。第3种通讯协议是基于双口RAM实时信息空间地址定义,系统中有些信息和数据开机后需要实时读取,如编织基本参数信息和编织报警信息,在指定地址上读取对应的信息数据。

b. 通讯过程介绍

该人机交互系统通讯过程主要分为传输型和控制型,选针器测试按钮、电动机测试按钮、输入信号测试按钮、菜单按钮等点击后发送控制型指令,而花型文件传输、系统参数传输等属于传输型控制

指令。控制型指令流程图如图3所示,传输型指令简单来说就是控制型指令的多次重复。

2.3.3 鞋面花型处理与参数传输

花型文件与基本参数的设置与传输是上位机系统的操作重点。在生产鞋面或面料之前需将对应图案的花型文件拷贝到系统文件夹中,选中花型文件后系统通过解析和处理花型文件数据生成Qt库中Qimage类的对象,得到图片后将其显示在界面上。在下载花型文件之前需要观察花型图案是否正确,并在参数设置界面中设置系统总针数与功位模式。

鞋面机系统的基本参数包括总针数、针位编码脉冲数、零位脉冲值、脉冲细分、功位模式、上下盘路数、选针顺序、刀片方向、选针器角度和初始位置等。设置完参数后退出界面时自动上传数据,文件与参数传输的流程如图4所示。

2.3.4 系统附加功能设计

上位机软件不仅能够实现机器运行的基本操作功能,还添加了一些上位机软件系统设置功能,其中包括校准触摸屏、修改用户密码、语言切换、升级程序、显示系统总运行时间等。校准触摸屏可确保触摸屏的触摸精准度;修改用户密码便于用户设置私人密码,防止机器被他人误操作;语言切换为设备的国际化提供保障;升级程序功能可实现软件版本升级;系统总运行时间的显示提供给操作人员直观的机器运行时长。以上功能有效提高了操作系统的功能完整性,更加体现了良好的人机交互性能。

3 用户界面的实现

3.1 界面设计

界面的信息显示是人机交互界面的一个重要部分,通过它可以使人们更好地运用机器,因此良好的图形界面必不可少^[9]。Qt提供了

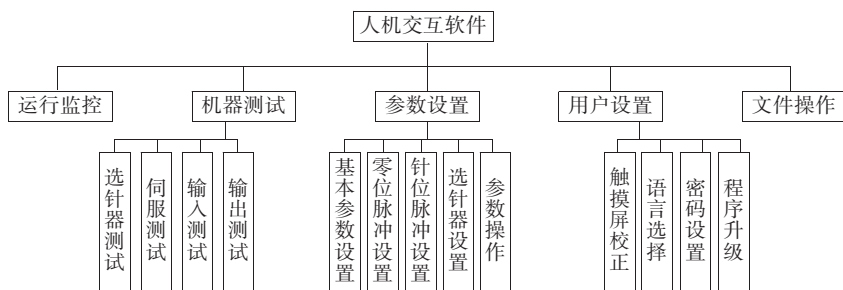


图2 人机交互系统软件结构图

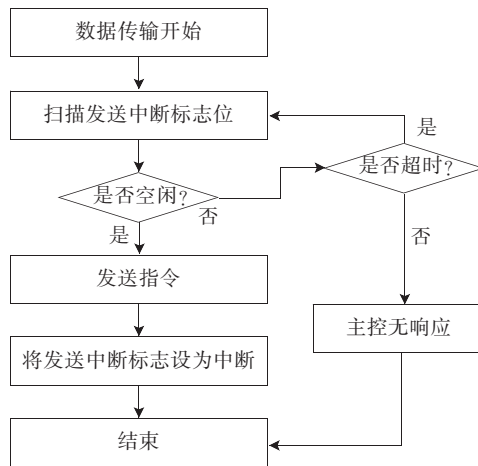


图3 控制型指令传输流程图

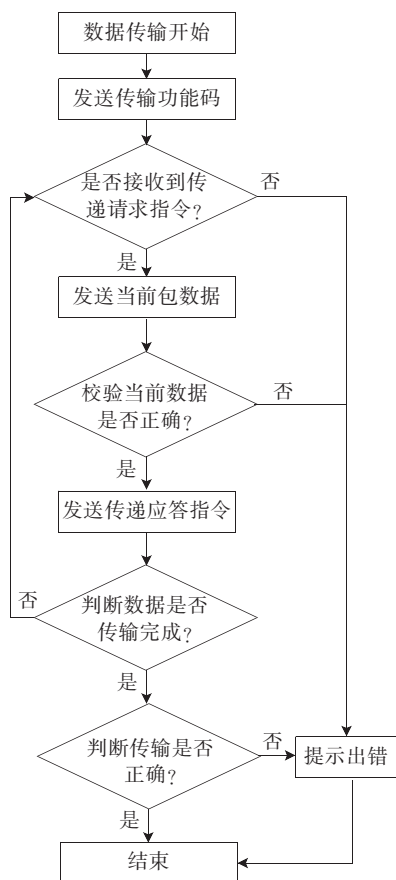


图4 文件与参数传输流程图

两种界面设计方法,其中一种是使用 Qt Designer 直接从工具栏将所需的控件拖到界面中进行布局;另一种是采用纯代码方法在程序中进行控件的定义及布局。编译程序时,Qt 会将界面文件编译为 C++ 可识别的 Ui.h 文件。

3.2 信号与槽的关联

实现用户界面设计后,关键在于实现点击界面按钮后的各个功能。信号和槽是一种高级接口,应用于对象之间的通信是 Qt 自行定义的一种通信机制,它独立于标准的 C 或 C++ 语言,是 Qt 的核心特性^[10],Qt 就是通过信号与槽机制来实现各个按钮的功能的。这里的信号相当于用户所引发的事件,而槽本质上就是一个函数,它实现了这个动作所对应的功能。信号与槽不一定一一对应,一个信号可以对应

多个槽,一个槽也可以对应多个信号,例如利用 Connect() 函数将 Qpushbutton 控件的 Clicked() 信号与 Clickedslot() 槽函数相联,即 Connect(Ui->Pushbutton,Signal(Clicked()),This,Slots(Clickedslot())),单击 Pushbutton 按钮触发单击信号后便会执行 Clickedslot 槽函数的内容。除了单击信号还存在多种其他信号,也可以自定义信号,槽函数多为自定义的槽函数。正因为有信号与槽的存在,才能实现界面的切换、指令的传输等其他操作。

3.3 槽函数的定义

编写上位机程序时要根据机器操作功能的不同编写不同的槽函数,例如要实现界面的切换则在槽函数内编写界面隐藏或显示的代码;要实现指令代码的下发则在槽函数内编写发送指令的代码;要实现数据处理功能则在槽函数内编写相关算法或数据处理程序。

4 成果展示

在完成硬件平台搭建和操作系统移植后,将上位机开发完毕的程序烧录嵌入式平台中,人机交互主界面如图 5 所示,鞋面花型文件下载与图像浏览界面如图 6 所示。



图5 人机交互主界面

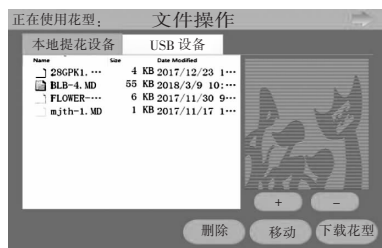


图6 鞋面花型文件操作主界面

移植后程序界面显示、数据通

讯、鞋面花型图像显示均正常。

5 结束语

本文在详细分析鞋面针织圆纬机控制需求的基础上,设计了控制系统的层次结构和上位机人机交互界面,并提出了一种基于以 AM335X 微处理器为核心硬件平台、以 Linux 操作系统为软件运行平台以及 Qt 软件开发工具、双口 RAM 数据通讯协议的整套鞋面针织圆纬机的自动化控制方案。经工厂实际生产调试,该人机交互系统运行稳定、生产效率高、操作便捷、整体工作性能良好。

参考文献

- [1]金昌.全自动电脑横机花型准备和控制系统的研究[D].武汉:武汉理工大学,2006.
- [2]黄翔,顾维铀.针织纬编大圆机的发展动态[J].纺织导报,2008(12):62,64-66.
- [3]龙海如,吕唐军.纬编针织智能化技术与系统开发[J].针织工业,2016(9):17-21.
- [4]稽智源,吴庆波,余杰.操作系统发展趋势分析与开源发展建议[J].中国基础科学,2015,17(2):50-55.
- [5]黄向军,刘妹琴.基于 Linux 嵌入式电脑横机控制系统设计[J].纺织学报,2007,28(3):107-110.
- [6]余柳冰.基于嵌入式 Linux 的电脑横机控制软件开发[D].杭州:杭州电子科技大学,2010.
- [7]唐永辉,徐鸣谦,乌建中.双口 RAM 在嵌入式多 CPU 系统中的应用[J].制冷空调与电力机械,2005(1):39-42.
- [8]秦鸿刚,刘京科,吴迪.基于 FPGA 的双口 RAM 实现及应用[J].电子设计工程,2010,18(2):72-74.
- [9]丁林松,黄丽琴.Qt4 图形设计与嵌入式开发[M].北京:人民邮电出版社,2009.
- [10]郑阿奇,陈超.Qt4 开发实践[M].北京:电子工业出版社,2011.

收稿日期 2018 年 10 月 17 日