

基于ARM和Linux的圆纬机上位机软件设计

浦炜^{1,2}, 陈景波^{1,2}, 周平^{1,2}, 华强^{1,2}, 卢达^{1,2}

(1.常熟理工学院, 江苏 常熟 215500;

2.江苏省纺织机械工程研究中心, 江苏 常熟 215500)

摘要:针对圆纬机上位机软件控制面板单一、整体水平不高的问题,提出一种以ARM和嵌入式Linux为平台的设计方法。详细介绍软件设计要求、功能模块划分、核心模块和辅助模块的设计等。软件通过对花样文件进行解析后获取控制数据,利用并行总线传送给下位机FPGA,同时根据编码器信息控制选针器动作,实现织物的编织,该软件采用多线程编程和多重缓冲的技术保证编织动作实时性的要求。应用结果证明,ARM的处理功能减轻了下位机的负担;与传统的圆纬机上位机软件相比,该软件界面友好、功能完备、实时性强,具有较高的实用价值。

关键词:圆纬机;上位机软件;ARM;Linux;功能模块;多线程编程

中图分类号:TS 183.4⁺1

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2015)09-0020-04

ARM and Linux Based Design of Upper Computer Software of Circular Weft Knitting Machine

Pu Wei^{1,2}, Chen Jingbo^{1,2}, Zhou Ping^{1,2}, Hua Qiang^{1,2}, Lu Da^{1,2}

(1.Changshu Institute of Technology, Changshu, Jiangsu 215500, China;

2.Jiangsu Textile Machinery Engineering Research Center, Changshu, Jiangsu 215500, China)

Abstract:In terms of the problems of single control panel and lower level of upper computer software of circular weft knitting machine, it presents a new design approach based on ARM and embedded Linux platform. It introduces in detail the software design requirement, module division, design of core module and auxiliary module. The operator can use this software to obtain the control data by parsing the pattern documents, which are transferred to the slave computer (FPGA) by parallel bus. Meanwhile the software can control the action of needle selectors according to the information of encoder, and the multi-thread programming and more buffering technologies can ensure the requirement of real-time of knitting process. The results show that the powerful processing capabilities of ARM module can greatly reduce the burden of the lower computer; the new software developed in this paper has friendly interface, fully functional, accurate real-time response and higher practical value when compared to the traditional software.

Key words:Circular Weft Knitting Machine; Upper Computer Software; ARM; Linux; Functional Modules; Multi-thread Programming

目前常用的圆纬机控制系统主要以单片机、微处理器(ARM)或者嵌入式工控机 PC104 作为上位机来实现控制要求,而底层一般采

用 FPGA 作为下位机^[1-3]。国内圆纬机技术发展较快,但与德国的迈耶·西(Mayer&Cie)、德乐(Terrot)、意大利的圣东尼(Santoni)相比,国

内圆纬机上位机软件主要以中低端为主,并且控制面板单一,因此设计一种运行效率高、界面友好的上位机软件具有重要意义^[4]。

专利名称:一种针织圆纬机控制系统(ZL 201420025853.6)。

作者简介:浦炜(1973—),男,实验师。主要从事针织自动化和嵌入式系统的开发研究。

本文针对全自动电脑提花圆纬机的控制系统进行上位机软件的设计。该系统采用 ARM 上位机和 FPGA 下位机的二级控制结构,软件在嵌入式 Linux 操作系统下采用 QTE 工具编写,技术含量高,升级方便,可最多实现 256 组选针器的控制及提花,较大程度上提高了国产圆纬机的性能水平。

1 软件总体设计

1.1 控制系统结构

圆纬机控制系统采用主从结构^[5-6],如图 1 所示。上位机软件读入的花型数据文件,根据圆纬机工艺解析出选针器的控制数值,通过并行总线向下位机发送控制数据,下位机接收上位机发送的命令,结合来自针筒的同步器信号,控制选针器的动作,并监控圆纬机的运行情况,发现异常时向上位机报警。

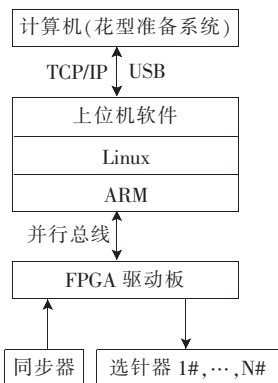


图 1 圆纬机控制系统结构示意图

1.2 软件设计要求

上位机软件的主要功能可以总结为以下几点:

- 打开并读取花样文件,解析花型数据,转换为能够直接控制的数据格式;
- 根据硬件提出的控制要求向驱动电路发送执行数据,读取相关硬件传感器采集的速度、针位置等信息,并实时显示,响应故障中断请求等(以上功能利用多线程编程实现);

c. 允许修改编织系统相关参数,并通过嵌入式数据库进行保存、读取;

d. 提供编织系统所需要的测试选针器功能、零点校准、花型预览等辅助功能;

e. 提供圆纬机的两种运行模式,其中,试运行模式下采用选针器的初始设置值(全浮线、全编织、奇数路编织、偶数路编织等)进行编织,用于圆纬机的出厂调试,连续编织模式下则进行织物的提花编织。

1.3 软件功能模块划分

根据软件的功能和要求,对上位机软件的功能模块进行划分,如图 2 所示。

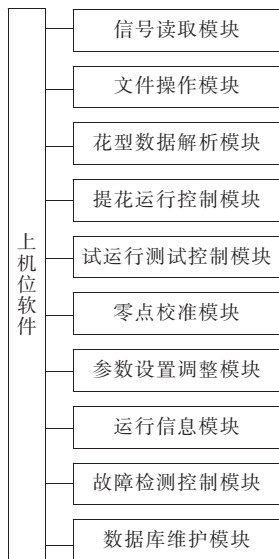


图 2 软件功能模块的划分

1.4 软件流程图

为了保证软件的实时性和操作的快速响应性,软件采用多线程编写。在主线程的基础上设计了 4 个子线程^[6-8],流程图如图 3 所示。

其中,主线程负责实现提花编织运行、文件操作模块、试运行测试模块、零点校准模块、数据库维护的功能。在提花编织运行模式下创建并启动各个子线程:运行信息显示线程实时反馈编织的运行状

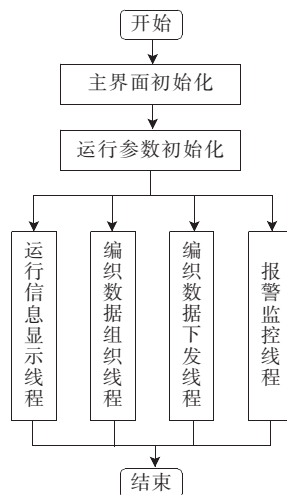


图 3 软件流程图

态;编织数据组织线程提取和组织花型数据;编织数据下发线程根据下位机的控制信号及时下发编织数据;报警监控线程实时监控织机运行过程中的报警信息,并作出响应。

2 软件各功能模块的设计

2.1 核心模块

核心模块功能主要通过 3 个线程模块来实现,即充分利用 QTE 编程中信号收发和槽函数的调用,实现对各线程的数据传送和动作控制,并利用线程间同步机制——QwaitCondition 和 QMutex^[7]实现主要核心线程 m_DataAnalyze_thread、m_DataSend_thread 的同步运行,实现比信号量更精确的控制。数据组织采用双缓冲区模式,交替填满 2 个缓冲区。

2.1.1 花样解析与数据组织模块

圆纬机的编织花样文件中,最主要的信息是绘图数据和分解图数据。绘图数据可以用于花样预览,编织控制数据主要依据于分解图数据,分解图一般与绘图宽度相同,其高度通常为绘图的 2 倍或者 3 倍,也就是常见的一分二或者一分三。绘图数据每一行、每一针的色号,包括 0 到 9 号色,其中 8 号色为集圈,9 号色为浮线。现以 72

路选针器为例,如果一分二,则针筒旋转一圈可编织 36 行织物;如果一分三,则针筒旋转一圈可编织 24 行织物。如果为 2 功位机器,则配置 72 个 A 型选针器(编织用);如果为 3 功位机器,则配置 72 个 A 型选针器和 72 个 B 型选针器(集圈用),将 A 型和 B 型选针器排列在一起为一组。

圆纬机工作过程描述如下:上电启动运行;判断针筒零位是否到达零点,若没有,选针器根据设定模式进行动作;若已过零点,选针器根据选针控制数据进行动作。

本模块主要的控制流程是循环获取针筒每转一圈每个针位各选针器的动作数据,填充至缓冲区,下位机根据针位信息和缓冲区数据,驱动选针器动作。

获取某一针位选针器控制数据算法的具体过程如下:

- 判断是否有选针器封路(封路是指该路选针器不参与编织,其模式可以为全编织、全浮线等);
- 若为封路,则根据封路模式获取选针器控制数据,若无封路,判断该路选针器编织的花样行数,找到该行对应的色号;
- 判断该针位的色号,若不为 9 号色,则该针位的编织选针器动作;
- 如果该针位为 8 号色,则集圈选针器动作。

数据组织采用双缓冲区模式,交替填满 2 个缓冲区。具体运行控制流程如图 4 所示。

编织数据组织线程在提花启动有效之后,进入运行状态,具体算法如下:

- 根据提花机启动时的状态标记开始组织第一批 Buffer(缓冲

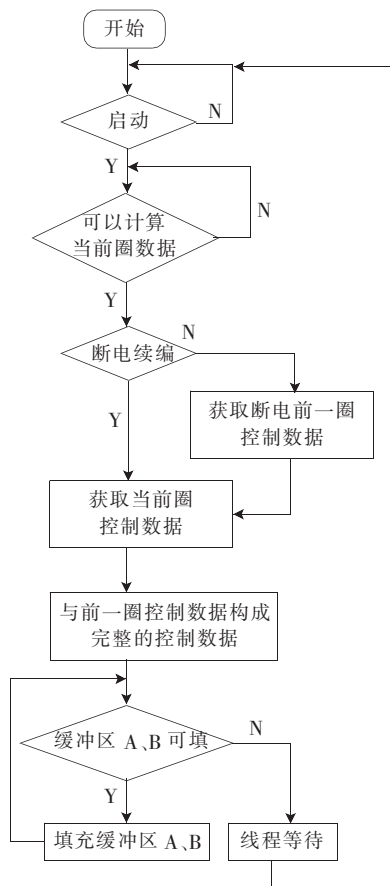


图 4 数据组织线程流程图

- 区)中的数据;
- 组织编织数据写入缓冲区 A;
- 控制发送缓冲区 A 的数据是否满的状态标记——BufferIsNotEmpty(缓冲区不空);
- 根据状态标记继续填充缓冲区 B 数据;
- 等待 BufferIsNotFull(缓冲区不满)标记,若有,则回到 b 继续组织数据送缓冲区。

2.1.2 编织数据下发模块

编织数据的下发动作受到下位机的中断请求控制,根据缓冲区不空标记开始向下位机发送编织控制数据。该模块流程如图 5 所示。

数据下发线程在提花按钮启动后随即启动运行,但圆机电动机运行的控制信号需要等初始第一

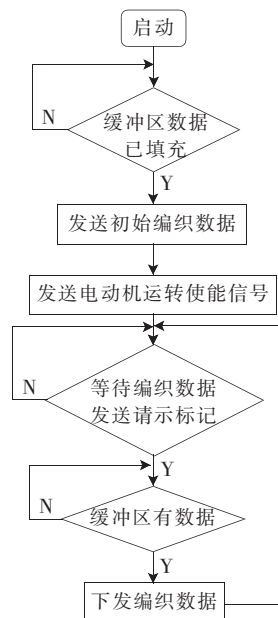


图 5 数据下发线程流程图

批数据下发后才产生。该模块的算法如下:

- 根据缓冲区是否有数据的标记缓冲区不空,发送初始第一批数据;
- 发送圆机电动机运行的使能信号;
- 等待下位机数据发送请求;
- 从缓冲区中依次读取编织数据下发。

由于圆机运转速度有一定的限定值,在实际的测试中调整合适的两级缓冲区大小,使数据的组织速度远高于圆机运行所需数据的速度,从而能够保证数据发送时不因数据未准备好而出现等待现象,满足实时性要求。

2.1.3 报警监控模块

报警监控线程在提花运行后即时运行,报警信号由下位机以中断方式发出,从而保证上位机能及时作出响应。报警源在圆机停机后再向下位机查询,获得报警提示信息,根据不同的报警信息,上位机将做不同的处理。该模块流程图如图 6 所示。

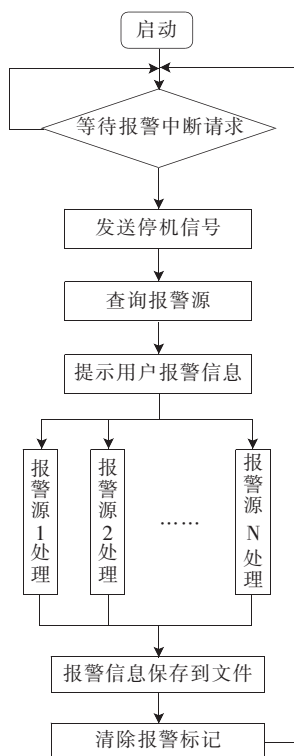


图6 报警监控线程流程图

2.2 辅助模块

辅助模块可以向圆纬机操作者提供一个良好的用户接口,主要在主线程中完成,图形按钮采用 QPushButton(按钮)控件实现。

2.2.1 文件操作模块

文件操作模块主要负责花型文件、机器调整参数文件、配置文件的读取和保存,U盘文件的操作,包括文件的列举和本地存储器之接的传输。该模块主要通过QT的 QDir(目录)、QFileInfoList(文件信息)类和 QListWidget(列表)类等实现^[8-10]。

2.2.2 参数设置模块

系统参数的设置利用QT相关控件 QLineEdit(文本框)、QTableView(数据表格显示)来提供交互操作,参数的保存利用嵌入式数据库 SQLite 来实现。

2.2.3 测试运行模块

该模块包括3个独立的功能:圆纬机试运行模式、选针器测试运

行模式和同步器零点校准。

2.2.4 其他模块

为加强可视化界面的友好性和操作的便捷性,系统还提供相应的功能模块:显示运行模块,及时反馈编织的状态和编织的位置;花型预览功能,提供当前编织花型的预览功能;用户系统维护界面,包括花型的导出控制、操作密码设置、参数文件保存恢复、报警信息历史查询、出厂设置等。

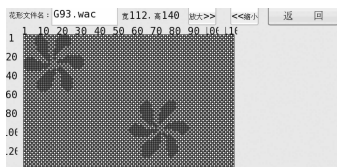
同时,利用QT的语言优势可实现中英文界面的切换设计。

3 软件运行

最终设计的软件界面包括主界面、参数设置界面、测试运行界面、报警信息界面、文件操作界面、花样预览界面等,本文只给出了具有典型性的主界面和花样预览界面,如图7所示。圆机启动后上位机软件直接进入主界面,选择需要进行的操作。



(a)主界面



(b)花样预览界面

图7 设计的软件界面

4 结束语

上位机软件是圆纬机控制系统的核心部分,它利用了ARM模块强大的数据处理能力和嵌入式Linux强大的系统服务功能,在为操作者提供人机交互界面的同时,按照下位机的要求准备完备的控制数据,大大减轻了下位机的负担。该软件利用多线程控制、上位

机的双缓冲技术、上位机-下位机的两级缓存技术、下位机FPGA的实时响应控制机制可实现整机实时性功能。上位机软件与FPGA之间的通信采用了自定义的并行总线通信协议握手机制,很好地满足了整个控制系统对实时性、可靠性的要求。目前,与该控制系统配套的圆纬机已经批量进入国内外市场,其运行稳定可靠、操作界面友好,取得了较好的经济效益。

参考文献

- [1]项功宏,陈奇.基于单片机的提花机控制系统的设计[J].机床与液压,2005(12):153-155.
- [2]马光军,张维新.智能电子提花机控制系统嵌入式设计[J].微计算机信息,2006(20):16-18.
- [3]范兴刚,黄涛,毛明杰,等.一种先进的嵌入式提花机控制系统[J].纺织学报,2010,31(8):130-134.
- [4]雷宝玉.第十六届上海国际纺织工业展览会圆纬机述评[J].针织工业,2013(7):1-8.
- [5]陈景波,卢达,王玲玲.全自动电脑横机上位机软件的设计[J].纺织学报,2011,32(2):131-135.
- [6]陈景波,华强,周平,等.高性能电脑横机纱嘴控制方法的设计与实现[J].纺织学报,2013,34(10):137-140.
- [7]JASMIN B, MARK S.C++ GUI Qt 4 编程[M].北京:电子工业出版社,2013:132-140.
- [8]佚名.User Interfaces[EB/OL].(2012-12-19)[2014-02-23].http://qt-project.org/doc/qt-5/topics-ui.html.
- [9]佚名.FileDialog QML Type[EB/OL].(2012-12-19)[2014-03-12].http://qt-project.org/doc/qt-5/qml-qtquick-dialogs-filedialog.html.
- [10]佚名.Sliders Example[EB/OL].(2012-12-19)[2014-01-23].http://qt-project.org/doc/qt-5/qtwidgets-widgets-sliders-example.html.

收稿日期 2015年1月22日