

基于 ARM/Linux 的燃料电池温度监控系统 GUI 设计*

杨建华, 黄宇东, 陈安, 胡跃明

(华南理工大学 自动化学院, 广东 广州 510640)

摘要: 针对燃料电池开发过程中对温度控制的需要, 设计了一种温度监控系统, 监控温度的变化。在介绍了系统整体结构及各部分设计方法之后, 基于 S3C2410 和嵌入式 Linux, 以 Qt/E 为工具给出了 GUI 设计思想。实际运行表明该系统完全符合设计要求。

摘要: 燃料电池; Qt/Embedded; GUI; Web Server

中图分类号: TP212

文献标识码: B

Design of GUI for fuel cell temperature monitor system based on ARM and Linux

YANG Jian Hua, HUANG Yu Dong, CHEN An, HU Yue Ming

(Automation College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: According to the temperature control in fuel cell development, we design a monitoring system to monitor the change of the temperature. After introducing the monolithic construction and design of each several part, based on S3C2410 and Embedded Linux, we gave a design philosophy through Qt/E. Actual operation shows that this system completely meets the design requirements.

Key words: fuel cell; Qt/Embedded; GUI; Web Server

燃料电池(fuel cell)是一种新型绿色能源技术,是把燃料和氧化剂中的化学能直接转化成电能的装置。燃料电池与一般干电池的不同点是:只要保持燃料供应,电池就会不断提供电能,而且电池反应的最终产物是水,不会对环境造成任何污染,以碳氢化合物作燃料时,反应产物仅增加少量二氧化碳^[1]。

燃料电池电堆的温度分布对燃料电池的安全与寿命有重要影响,尤其是在采用质子交换膜的车用燃料电池中,温度不仅影响到催化剂的活性,而且还直接影响到质子交换膜的含水性,因此对其温度的控制有很高的要求。为了在研究过程中对其温度变化进行实时监控,本文基于 ARM/Linux 构建了一个燃料电池温度监控系统。

1 系统结构

本监控系统整体结构如图 1 所示。

温控系统采用 ARM 微处理器 S3C2410 作为嵌入式微处理器。将经过编译的嵌入式 Linux2.6 内核及 Qt/E

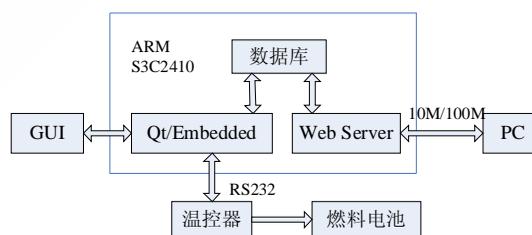


图 1 系统结构图

库移植到 ARM 上, 温控系统的 GUI 控制界面运行于 LCD 上。

温控器以 freescale 公司 MC9S12DG128B 单片机为控制核心, 采用热电阻作为温度传感器, 将温度信号转化为模拟量的电信号, 再经过放大电路及压频变换(V/F 变换)后, 变为数字量的电信号输入控制器, 实现控制算法。控制器输出的 PWM 信号经过光电隔离后直接控制固态继电器, 从而控制热风嘴加热器对控制对象进行加

* 基金项目: 国家自然科学基金(项目编号: 60835001)

热操作,实现温度控制。

Web Server 单元采用移植基于 Linux 的 Boa 服务器,通过 CGI (公共网关接口) 实现远程用户与系统间的交互。

数据库单元采用 SQLite 数据库,Qt 为数据库访问提供的 QSql 模块实现了数据库与 Qt 应用程序的无缝链接,同时为开发人员提供了一套与具体所用数据库无关的调用接口。

GUI 控制界面采用 Qt Designer 设计系统的控制界面,利用 Qt 的信号/槽(signals/slots)机制实现界面对下位机的控制。

2 各部分设计方法

本文重点研究监控系统 GUI 界面、数据库及远程监控的设计与开发,主要详细介绍了 GUI 界面、数据库以及 Web Server 的设计,对于温控器的设计本文不作重点介绍。

2.1 GUI 界面及 Qt 程序设计

2.1.1 Qt 的移植

本系统的构建是通过编译 Qt4 的库到开发板来实现的,首先应对源码进行配置编译,使库添加对底层驱动的支持。设置环境变量如下^[2]:

```
Export PATH= /usr/local/arm/3.3.2/bin:$PATH
Export QTDIR=$PWD
Export QTEDIR=$QTDIR
Export LD_LIBRARY_PATH=$QTDIR/lib:$ LD_LIBRARY_PATH
```

配置 Qt 使其支持数据库、网络、触摸屏等驱动,将编译后的 Qt 目录下的 lib 文件夹下的库文件加入根文件系统。

为了方便用户操作,本系统应支持中文字体显示。为此,一方面将编译后的 Qt/Embedded 的/lib/font 目录下的字体库文件添加到根文件系统中,为了节省资源,可以只选择比较常用的一两种字体库;另一方面由于程序中默认的字体不支持中文,故在程序中需指定一种中文字体,方法是在程序的 main 函数中添加如下语句:

```
QTextCodec::setCodecForTr(QTextCodec::codecForName("gb18030"));
```

2.1.2 程序界面开发

根据功能需求分析,设计构建了监控系统的层次化 GUI 界面结构图^[3],如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,子菜单主要分成两部分:一部分是温控界面的主要控制菜单,其中主要包括温度的设定、工作模式的设定、通信控制按钮、和温度显示部分;另一部分主要完成历史数据的显示,通过选择特定的通道和时间区间,可以在显示区显示温度的变化曲线,为此需要在程序中构建一个数据库文件用来存放历史数据,这部分会在后面详细介绍。

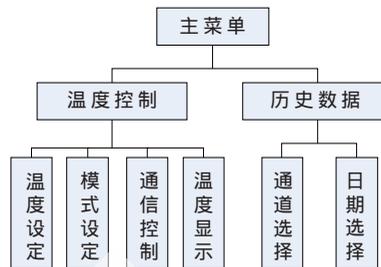


图 2 系统的层次化 GUI 结构图

首先使用设计器创建界面的对话框,在对话框中添加组件,如:添加按钮以调用其他类来实现界面的控制,添加 LCDNumber 控件来模拟显示温度,添加下拉菜单来进行不同通道的选择等。连接组件的 SIGNAL/SLOT 以响应事件,修改控件属性,合理调整布局。保存 GUI 界面为 Temperature.ui,根据设计器保存的界面文件(ui 文件)使用 uic 命令生成.h 头文件。

在 Qt 下,使用多重继承的方式设计我们自己的界面类,这需从标准的 QTabWidget 类和 Qt 设计器生成的界面类继承,如图 3 所示。



图 3 多重继承关系

在界面类 MytemperWid 中,定义 GUI 界面所需要的槽函数,如:定义 Displaynumber() 函数用于显示接收到的数据,定义 Connect_serial() 和 Disconnect_serial() 分别用于连接和断开端口,定义 CreatSqliteDB() 用于创建数据库等。

MytemperWid 类的程序片段如下:

```
class MytemperWid:public QTabWidget,public Ui::
Temperature
{ Q_OBJECT
public:
    Mytempwid(QWidget *parent =0);
public slots:
    void Displaynumber(); //接收并显示温度信息
    void Connect_serial(); //连接端口
    void Disconnect_serial(); //断开端口
    void CreatSqliteDB(); //创建数据口
    ... ..
private:
    ... ..
};
```

2.2 Web Server 的设计

Boa 是嵌入式 Web Server 中的代表,对于 Boa 的移

植非常简单^[4],配置好交叉编译器后,编译 Boa 源代码,将生成的应用程序放入根文件系统的/bin 目录下,接下来完成 Boa 的配置。

Boa 需要在/etc 目录下建立一个 boa 目录,里面放入 Boa 的主要配置文件 boa.conf。在 Boa 源码目录下已有一个示例 boa.conf,可以在其基础上进行修改。首先修改 Group 为 User,修改 User 为 boa,要根据自己开发板的情况设定,一定要是存在的用户和组。设置 ServerName 可以为想要的任何名字,接下来,从 Linux 主机的/etc 目录下将 mine.types 文件复制到文件系统/etc 目录下。最后,创建日志文件所需的目录/var/log/boa,HTML 文档的主目录/var/www,CGI 脚本所在目录/var/www/cgi-bin。

配置工作完成以后,设定开发板的 ip 与主机在同一网段,运行 boa,即可开启 boa 服务器,将静态网页放入/var/www 目录下,在浏览器中输入开发板 ip 即可看到网页运行,对于动态网页,要编写相应的 CGI 程序,编译后放入/var/www/cgi-bin 目录。

CGI 是 Web 服务器与你的或其他机器上的 http 程序进行“交谈”的一种工具,其程序需运行在网络服务器上。在本设计中,ARM 板通过串口与下位机进行通信,远程 PC 无法直接与下位机进行通信,所以采用数据库作为数据的中转单元,在数据库中建立两个字段,一个字段用于存放数据信息,另一字段存放控制信息。如图 1 系统的结构图所示,下位机的数据信息通过串口发往 ARM,将这些信息在 LCD 上显示,同时经这些信息保存在数据字段中,CGI 程序读取并处理数据字段信息后,将这些信息显示在远程 PC 的浏览器上;另一方面,PC 端的控制信息,经 CGI 编码后存放于数据库的控制字段中,Qt 程序检查控制字段,根据这些控制信息改变程序运行状态。

2.3 数据库的设计

SQLite 是一款轻型的数据库,它的设计目标是嵌入式,占用资源低,能够支持 Windows/Linux/Unix 等主流操作系统,与 Mysql、PostgreSQL 这两款开源世界著名的数据库管理系统相比,它的处理速度快^[5]。Qt 的 QSql 模块由三部分组成,分别是驱动层、SQL 接口层、用户接口层。QtSql 模块为不同层次的用户提供了丰富的数据库操作类。

在进行数据库操作前,必须首先建立与数据库的连接。QtSql 模块使用驱动插件与不同数据库接口通信,目前 Qt4 支持几乎所有主流数据库。在配置 Qt 时,选择将 SQLite 驱动内置于 Qt 中或者编译成插件。在使用 QSql 模块时,需要对工程进行配置:在头文件中加入语句 #include<QtSql>;在工程的.pro 文件中加入 Qt+=sql。经配置后,在 Qt 应用程序中就可以连接并使用 SQLite 数据库了。在 Qt 中建立数据库连接的方法是:

```
QSqlDatabase db=QSqlDatabase::addDatabase("QSQ-
```

```
LITE");
```

根据本系统的要求,要监控 8 个通道的温度数据,能根据这些数据绘制历史曲线,所以数据库要包含一个时间字段和八个温度值字段,同时还要一个数值字段和一个控制字段用于与远程 PC 的通信,在 Qt 程序中可以使用如下语句建立数据库:

```
QSqlQuery q;
```

```
q.exec("CREATE TABLE temperature (datetime DOUBLE, \"channel1 DOUBLE, \"channel2 DOUBLE, \"channel3 DOUBLE, \"channel4 DOUBLE, \"channel5 DOUBLE, \"channel6 DOUBLE, \"channel7 DOUBLE, \"channel8 DOUBLE, \"webdate DOUBLE, \"webcontrol DOUBLE)");
```

建立数据库后,就可以使用 INSERT、DELETE 等 SQL 语句对数据库进行插入、删除等操作了。

3 运行实例

根据上文所提出的技术方案和 Qt/E 程序设计思想,在 S3C2410ARM 处理器上完成了系统的开发,系统运行界面截图如图 4 所示。



图 4 系统运行图示

选则好通道和时间区间,可以查看各通道不同时间段内的历史曲线图,如图 5 所示。



图 5 系统历史曲线图示

在开发板上运行 Boa 服务器, 设置开发板 ip 为 192.168.1.100, 在远程 PC 上打开浏览器, 输入“http://192.168.1.100/cgi-bin/temperature”, 则可在浏览器上监控系统运行, 如图 6 所示。



图 6 远程 PC 浏览界面

根据燃料电池开发过程中对温度监控的需要设计了实时监控系统及 GUI 界面, 本文详细介绍了整个系统

的结构及系统各部分的开发流程, 基于 Qt/E 类库, 设计了监控系统的 GUI 及程序结构。实际运行结果表明, 所提出的设计方法能够满足应用的需要。

本设计与初步应用表明, 采用 Qt/Embedded 作为开发图形界面工具, 利用其结构清晰的特点和跨平台性, 能有效缩短项目的开发周期, 提高程序代码的重用率, 是开发嵌入式系统 GUI 界面的有效工具。

参考文献

- [1] 孙佳, 郭桦, 陈士忠, 等. 温度对 PEM 燃料电池性能的影响[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2006(03).
- [2] 任善全, 吕强, 钱培德, 等. 一个基于 Qt/Embedded 的嵌入式 linux 应用程序的实现. 计算机应用与软件, 2006, 2(23).
- [3] BLANCHETTE G, SUMMERFIELD M. C++ GUI Qt3 编程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [4] 陆永健, 王萍, 吴佳, 等. 嵌入式 Web 服务器 Boa 的移植及其应用[J]. 河海大学常州分校学报, 2005(04).
- [5] 蔡志明, 卢传富, 李立夏. 精通 Qt4 编程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.

(收稿日期: 2009-02-11)