

基于 Qt 的捣固车自动引导系统图形界面研究

栾佳雨,王海瑞

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院,云南 昆明 650051)

摘 要:捣固车是具备拨道、起道、捣固等功能并应用于铁路线路维护的高效现代化有碴轨维护设备,也是维护铁路线路需求最多的装备。捣固车自动引导控制系统是捣固车作业控制系统的核心部件。为了便于工人操作,使图形用户界面能有更好的交互性和使用安全性,提出了一种在 Linux 环境下基于 Qt 的实现方案。结合实际开发过程,详细描述了系统界面的构成与实现功能,以及 Qt 信号与槽机制的应用。实验结果证明 Linux 下基于 Qt 的捣固车 AGC 图形界面有很好的稳定性和安全性,便于未来将捣固车自动引导系统移植到嵌入式开发板上。

关键词:捣固车自动引导系统;图形用户界面;Linux;Qt;信号与槽机制

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)11-0167-03

GUI Study for Tamper Machine's AGC System Based on Qt

LUAN Jia-yu, WANG Hai-rui

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University
of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: Functions of modern tamping machines include lifting and tamping the track, as well as lining the track to make it parallel and level. They are the current high-performance maintenance equipment involved in hammering track ballasts. As a result, tamping machines are highly needed and large in demand. The core part of the tamper machine is called the Automatic Guiding Computer (AGC). Put forward a scheme based on Qt in Linux which is convenient for manipulating, and make GUI become more interactive and safe, it particularly describes this system's whole frame and how to make use of signals. Experimental results show that GUI for tamper machine's AGC system based on Qt in Linux environment has good stability and security, it facilitates to transplant the tamping machine's AGC system on embedded development board in the future.

Key words: tamper machine's AGC; GUI; Linux; Qt; signals and slots

0 引言

捣固车就是一种用于铁路线路维护的高效现代化有碴轨维护设备,也是维护铁路线路需求最多的装备^[1]。该设备具备拨道、起道、捣固等功能,可以将铁路线路修整至原设计形状,延长线路的维修周期,降低了铁路维修职工的劳动量,在铁路提速扩能中发挥着很大作用^[2,3]。

捣固车的计算机自动引导控制系统(Automatic Guiding Computer,简称AGC)是捣固车作业控制系统的核心部件^[4]。AGC的主要作用是根据预先输入并存储的轨道线路理论几何数据和修正数据,根据公里

标的位置,利用捣固车上的测量系统实时测量系统所需的实际数值,自动比对计算出捣固车作业时作业控制系统所需的线路几何偏差数值,替代复杂且频繁的人工给定值计算,并作为系统的给定量输出到捣固车作业控制系统,以实现捣固车的自动作业^[5-7]。

1 开发技术

Linux是一种由UNIX发展而来的操作系统,具有良好的兼容性、很强的可移植性、高度的稳定性。无论是个人计算机、小型机,还是中型机都可以运行。Linux的基础构架由相互无关的层组成,每层都有特定的功能和严格的权限许可,从而保证最大限度的稳定运行^[8]。

Qt是一个功能全面、可开发高性能、多平台富客户端/服务器端的C++图形用户界面应用程序框架^[6]。Qt包含一个丰富的可扩展的类库(Qt类库)、一个功能强大的GUI布局与窗体构造器(Qt设计者)、一套用来消除国家化工作流程中的障碍的工具(Qt语

收稿日期:2011-04-22;修回日期:2011-07-27

基金项目:昆明理工大学科学研究基金(201001);云南省自然科学基金(2009CD028)

作者简介:栾佳雨(1987-),女,黑龙江佳木斯人,硕士研究生,主要研究领域为实时系统;王海瑞,教授,硕士研究生导师,主要研究领域为多Agent技术、复杂系统建模与仿真、计算机控制与应用等。

言家)和一个完全可自定义、重新分配的帮助用户和文档浏览器(Qt 助手)。Qt 的开发商特别研制了 Qt/Embedded 来实现 Qt 在 Embedded 系统上的应用。这点也将为本捣固车自动引导系统移植到 AMR 系列上提供了后续支持^[9]。

本系统界面的开发是以安装有 Linux(ubuntu)的 PC 机作为调试环境,主要应用的技术是 Qt4 所包含的 Qt Designer。与 Windows 环境下的界面设计相比更便于后续的移植,也具有更高的安全性。

2 图形用户界面设计与实现

2.1 图形用户界面的总体框架

本图形用户界面具有良好的交互性,对机车进行控制需要的操作有:几何数据编辑界面、偏移数据编辑界面和工作界面。并且每个界面都向用户提供了菜单、工具栏及所需的对话框操作,选用 QMainWindow 主窗口模板。考虑到用户界面主要的交互操作是轨道各数据的可视输入、自动修正轨道数据的可视输出、实时轨道参数的二阶导数图形显示,可采用基于 QTabWidget 类的多页窗口部件作为主窗口部件。图形用户界面的总体框架如图 1 所示。

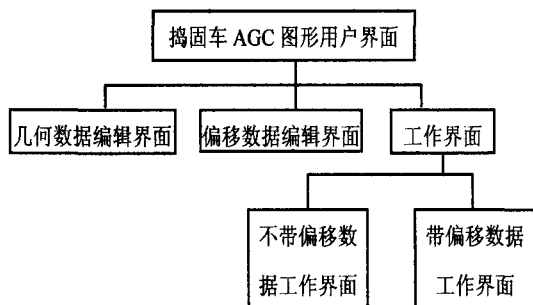


图 1 图形用户界面的总体框架

2.2 图形用户界面的详细设计与实现

2.2.1 图形用户界面的功能

(1) 几何数据编辑界面。

在几何编辑界面中共有两个表格和一个图形窗口。表格用来编辑铁路线路数据(方向、超高数据、坡道数据),对数据进行语法检查,同时下面的图形会根据输入的实时数据画图。图形窗口中从左至右分别显示方向、超高、起道的线路图形。

(2) 偏移数据编辑界面。

在偏移数据编辑界面中共有一个表格和一个图形窗口。表格用来编辑铁路线路补偿数据(拨道前端偏移数据和起道前端偏移数据),对数据进行简单的语法检查,同时图形根据实时数据的变化来画图。图形窗口中从左至右分别显示拨道前端偏移、起道前端偏移的图形。

(3) 工作界面。

在工作模式下,系统会对打开的线路数据进行计算,得出机车工作需要的参数数据,把参数数据传递给捣固车控制系统来控制捣固车工作。由于线路的偏移数据在工作中不是经常用到,所以有两种工作情况:不带偏移数据的工作和带偏移数据的工作。

在不带偏移数据的工作界面中,左边一栏用来显示传递给捣固车控制系统的参数。右图是图形用来显示机车工作的实际位置,同步点的位置等信息。带偏移数据的工作界面在布局上不带偏移数据的工作界面相同,只是图形中不仅能显示几何线路图形,还添加了偏移数据图形。

2.2.2 基于 Qt 的图形用户界面实现

Qt Designer 是用来设计和实现用户界面并能够在多平台下使用的一种工具。使用 Qt Designer 设计对话框是一种简单有效的方法,可以节省设计时间,而且修改方便、直观^[10,11]。Qt Designer 包含一个代码编辑器,能够在合成的代码里面嵌入定制的槽。

具体实现步骤如下:

(1) 创建主窗口,在窗体中放置各种控件,并对窗口进行布局设计。Qt Designer 的启动可以通过命令运行 Designer 完成。在主窗口中放置各种需要的控件,启动的设计空间列出了所有的控件以及各控件的属性设置窗体。再利用手动编程实现表格和图形显示窗口。

(2) 连接信号/槽。选择 Qt Designer 菜单中的 Edit->Edit Signals/Slots 命令,进入信号/槽连接模式。选择所连按钮的 clicked() 信号和 accept() 信号,单击“确定”按钮,完成该按钮的信号/槽连接,用同样的方式配置其他按钮的信号/槽。

(3) 编写 main.cpp 文件。上述关于 Qt Designer 的操作就结束了,生产一个 .ui 文件。接下来就是编写 main.cpp 文件,用手动编程实现表格和图形窗口的显示。

```
QLabel * LabelPixmap1 = new QLabel();
//设置表格单元的属性为文本显示
QTableWidgetItem *TableWidgetItem1 = new
QTableWidgetItem(tr"km.");
QComboBox * ComboBoxWork1 = new QComboBox
();
ComboBoxWork1->addItem(tr"line");
ComboBoxWork1->addItem(tr"circle");
ComboBoxWork1->addItem(tr"allay line");
//指定单元格的行、列号
setCellWidget(1,3,ComboBoxWork1);
.....
Class PaintArea:public QWidget
```

```

{
Q_OBJECT
public:
enum Shape {line, Polyline};
PaintArea(QWidget * parent=0);
void setShape(Shape);
void setPen(QPen);
void setBrush(QBrush);
void paintEvent(QPaintEvent *);
private:
Shape shape;
QBrush brush;
QPen pen;
}
.....

```

(4) 编译链接。启动 Linux 控制台, 在终端下依次运行:

```

qmake-project //生成工程文件.pro
qmake         //生成 Makefile 文件
make          //编译链接成可执行文件

```

在执行完 qmake-project 生成工程文件后, 打开 .pro 文件可以看到工程中加入 .ui 文件: FORMS += AGC.ui, 这样, 在 make 之后会自动生成 ui_AGC.h 文件, 这个头文件包含了在 Designer 中所做的所有工作。

2.3 信号与槽机制

捣固车 AGC 系统用户图形界面外观完成后, 随后的任务是实现其界面功能。例如: 以按钮来控制子窗口弹出、工具栏在不同模式下相互切换、输入数据的语法自动检查、轨道数据统计结果以图形方式显示等等。在实现这些功能的过程中, 应用到 Qt 的信号与槽机制。

信号与槽用于对象间的通信。信号与槽机制是 Qt 的一个中心特征, 也是 Qt 与其他工具包的最不相同的部分。在 Qt 中信号与槽是一种可以替代回调的技术。当一个特定事件发生的时候, 一个信号就被发射。Qt 的窗口部件有很多预定义的信号, 但是用户总是可以通过继承来加入自己的信号。槽就是一个可以被调用来处理特定信号的函数^[12]。Qt 的窗口部件有很多可以预定义的槽, 用户可以加入自定义的槽来处理感兴趣的信号。调用此种预定义的信号和槽只需一条 connect 语句即可。如: connect (print, SIGNAL (clicked()), this, SLOT (update()))。

信号与槽可以使用任何数量、任何类型的参数。它们是完全安全的类型, 不会再有回调核心转储 (Coredump)。从 QObject 类或者它的一个子类 (例如, QWidget 类) 继承的所有类可以包含信号与槽。

也可以通过继承来加入自己定义的信号和槽。以

本系统为例, 期望在轨道数据输入页面中, 当检测到 rt 值不等于标准轨道参数值时, 系统会自动显示错误提示符号并显示错误代号。以自定义信号和槽来实现此功能, 步骤如下:

(1) 在 .h 文件中加入:

```

public slots;
void recRsArrived(); //定义一个槽
public:
void checkRs(); //定义用于检查 Rs 值的函

```

数

```

signals:
void rsArrived(); //定义一个信号

```

(2) 在 .cpp 文件中加入:

```

Connect ( this, SIGNAL ( rsArrived ( ) ), this, SLOT
(reRsArrived()) ); //将信号与槽相连接

```

//检查 rs 值是否等于标准轨道参数值

```

Void InputWindow::chechRs()

```

```

{
if (rs != RS_STANDARD)
emit rsArrived();
}

```

//槽的具体实现

```

void InputWindow::reRsArrived()
{
alertChild->show();
}

```

这样, 当在数据输入界面输入当前轨道数据 rs 值时, 会调用函数 checkRs(), 如果 rs 值一旦不等于标准值就会显示错误提示符号。

3 结束语

文中在 Linux 环境下基于 Qt 完成了对捣固车自动引导系统的图形用户界面的设计与实现。与 Windows 环境相比在 Linux 环境下进行机车控制操作更为安全, 而且 Linux 系统便于移植到嵌入式开发板上, 进而减小捣固车机车功耗, 也便于在体积上进行改良。关于将在 Linux 环境下开发的控制系统移植到嵌入式开发板上也是在未来工作中需要进一步完善的。

参考文献:

- [1] 李石平. 连续式捣固车作业小车智能控制系统设计与实现 [D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2006.
- [2] 陈曦东. 捣固车拨道控制系统数字化改造 [D]. 北京: 北京交通大学, 2006.
- [3] 李洪升, 贾文. 浅谈大型养路机械的配套发展 [J]. 中国

(下转第 172 页)

的流程线,将程序中的基本功能模块即图标添加在流程线上,以此形成一系列的指令集。流程和图标的交叉应用创建了直观的程序界面,其运行则体现了人机交互的方式。学员只需点击相应培训内容的图标,即可找到所需学习的内容,简捷实用。

设计窗口以第一层布置总程序流程线,每一个功能模块逐步嵌套层 2,层 3 等程序流程,将培训内容系统性归类。以测量定子内径的 3D 动画教学界面为例,主菜单涵盖“理论知识”、“设备模型”、“运行动画”、“检修动画”、“运行检修记录”五大板块。“检修动画”中的“检修工艺”对应于“测量定子内径”培训的子界面中详细划分有“转子外径测量”、“定子内径测量”、“O 型圈密封胶结”、“耐压试验”等 9 项培训项目的按钮,用户可按自己要求点击观看学习。此外,动画配有讲解测量步骤的字幕,动画下方的文字叙述内径千分尺的接杆连接、微头调整、误差分析等相关内容。

界面制作完成后需要打包发行,access 文件无需进行打包操作,而将其置于打包后的文件夹内,以便于软件使用过程中对动态数据库内参数的修改及备注。使用者打开文件夹内的 access 表格进行相关操作后,使用“运行和检修记录”模块即可查看更新信息。

3 结束语

本仿真培训系统在设计及编制过程中充分考虑到运行检修人员的使用习惯,力图制作出具有数字化水电特色的 3D 仿真培训系统。

(1)注重理论知识的完善与整理。理论知识部分为运行检修动画部分的学习提供所需的基础知识和专业知识储备,也是运行检修仿真培训的基础。

(2)利用 Authorware 提供的多媒体编辑功能搭建系统平台,结合 3D 仿真模型及动画,从视觉上逼真再现实际操作,操作简便。

(3)数据库的引入有助于对运行检修工作过程的

记录,将本培训系统功能扩展,可与企业 ERP^[12] 系统连接,实现信息共享。

参考文献:

- [1] 王德宽. IEC61850 及数字化水电厂的概念与前景[J]. 水电站机电技术,2010,33(6):1-4.
- [2] Li Xianshan, Wu Chengming, Hu Xiangyong. Full Scope Real-Time Simulation of Hydropower Plant for a Training and Research Simulator [C]//2005 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition: Asia and Pacific. Dalian, China: [s. n.], 2005.
- [3] 宋荣利,陈锦耀. 大学多媒体教学效果的分析与评价[J]. 青年与社会:中外教育研究,2010(10):81-83.
- [4] Poli C, Wolf B. Design for manufacturing tutorials - A multimedia approach[C]//Proc of the 1999 ASEE Annual Conference and Exposition: Engineering Education to Serve the World. [s. l.]: [s. n.], 1999:1529-1540.
- [5] 郑付联. 3DMAX 建模技术及其优化的研究[J]. 大众科技, 2010(2):43-44.
- [6] Raju P K, Chetan S S. Educating engineers for the information age[C]//Proc of the ASEE Annual Conference and Exposition: Staying in Tune with Engineering Education. [s. l.]: [s. n.], 2003:3479-3492.
- [7] 龚蕾,李晨,侯小静. 基于 3DSMAX 二次开发的批量渲染系统[J]. 计算机技术与发展,2009,19(2):102-104.
- [8] 申闰春,曹莉,温转萍. 基于面向对象层次模型的网络多媒体课件开发平台[J]. 计算机技术与发展,2007,17(10):189-191.
- [9] 符飞虎,杨峰,董朝霞. 仿真培训中的操作与专家系统研究与应用[J]. 计算机技术与发展,2006,16(10):223-225.
- [10] 徐广文,葛新峰,郑源. 抽水蓄能电站全范围仿真培训系统[J]. 华东电力,2007,35(9):58-60.
- [11] 宋祥君,王卫国,王春友. Authorware 多媒体制作技术研究[J]. 军械工程学院学报,2003,15(4):63-66.
- [12] 王锐,马金平,张磊. 企业间 ERP 的概念框架[J]. 计算机技术与发展,2010,20(3):40-43.

(上接第 169 页)

- 铁路,2001(7):25-26.
- [4] Barylski A, Koc W, Wilk A. Longitudinal forces in railway track and tamp machine shifting sets[J]. NDT & E International, 1999,32(8):445-455.
- [5] Plasser & Theurer GesmbH. Automatic laser control of three-rail lifting on switch tamp machines[J]. Machinery and Steel, 2002,44(11/12):18-21.
- [6] Zaayman L. Curve tamp [J]. Civil Engineering, 2004, 12(1):13-15.
- [7] Ballast B. Source Tilter and S; Railway Track and Structures [M]. [s. l.]: [s. n.], 2006:27-31.
- [8] 钱朝阳,徐英虎,徐方亮. 基于 Linux 操作系统防火墙图形化用户界面的设计与实现[J]. 安徽建筑工程学院学报, 2007,15(1):62-64.
- [9] 陈周国,王胜银,付国晴. 基于 Linux Qt 技术的远程监控 GUI 设计[J]. 通信技术,2009,42(12):234-235.
- [10] 朱吉佳,蔡家麟. 基于 Qt 的业务监控系统界面设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2008,18(3):236-237.
- [11] 刘艳青. Linux 下基于 Qt4 的邮件系统设计与实现[J]. 信息技术与信息化,2009(2):72-73.
- [12] 白火华,周宏甫. Linux 下基于 Qt 的弯管数据转换的图形用户界面设计[J]. 机械与电子,2008(2):73-76.