

Qt/E 和 Qtopia 在 MC9328 平台上的移植和应用

Transplant and application of Qt/E and Qtopia based on MC9328 platform

(北京工业大学)余春暄 吴文茂

YU CHUNXUAN WU WENMAO

摘要:本文主要介绍了 Qt/Embedded 和 Qtopia,及它们在 Freescale MC9328MX1(arm920T)平台上交叉编译过程与安装过程,并且在该平台上实现 Qt/Embedded 下的应用程序的开发。本文使用的方法在笔者的开发平台上都做验证。

关键词:嵌入式系统;GUI;Qt/Embedded;Qtopia;交叉编译

中图分类号:TP311

文献标识码:B

Abstract:this paper introduces the cross compiling process and the installation of Qt/Embedded and Qtopia on the platform Freescale MC9328MX1 (arm920T),and then describes how to develop the applications on Qt/Embedded.the methods in this paper have been validated on this developing platform.

Key words:Embedded system;GUI;Qt/Embedded; Qtopia;cross compile

1 引言

随着当前各种手持设备、无线设备及信息家电等嵌入式产品的迅猛发展,相应的嵌入式软硬件设计技术也在发生深刻的变化。如今,越来越多的嵌入式终端需要一个图形化的人机接口界面(GUI),良好的人机接口界面是嵌入式系统设计的一个关键技术,能够极大地提高人机交互的效率。本文详细阐述了在 Freescale MC9328MX1(arm920T)平台上实现基于 Qt/Embedded 的 GUI 设计。

2 系统平台介绍

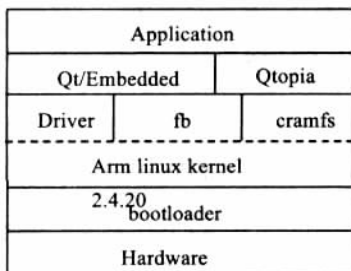


图1 系统平台结构图

根据系统设计需求,本文目的是实现一个具有图形接口界面的嵌入式显示终端。硬件上,本文使用的是一块 Freescale MC9328MX1 CPU 为核心的开发板,64M SDRAM,16M FLASH,包括 LCD 显示。该 CPU 使用 arm920T 内核,其主频 192MHz;在软件上,操作系统选择嵌入式 linux,它是免费的,源代码开放,任何人可以修改并在 GPL(GNU General Public License,GNU 通用公共许可证)下发行,而且稳定性与安全性较高。

整个系统软件由引导装载程序(bootloader)、eLinux 内核、设

备驱动(包括帧缓存 fb)、文件系统(cramfs)、基于 Qt/Embedded 和 Qtopia 的用户图形界面以及应用程序组成,系统平台结构如图 1 所示。

3 主流 GUI 简介和 GUI 的选择

目前嵌入式 Linux 的主流 GUI 系统主要有 MiniGUI、Microwindows、OpenGUI、Qt/Embedded 等,这些 GUI 在接口定义、体系结构、功能特性存在很大差别,采取的技术路线也有所不同。MiniGUI 是建立在比较成熟的图形引擎之上,开发的重点在于窗口系统,其小巧精致并且尽量与 Win32 兼容。MicroWindows 目前开发的重点在底层的图形引擎,窗口系统和图形接口方面功能比较欠缺,与 Win32 和 X Windows 窗口系统保持兼容,提供了相对完善的图形功能。OpenGUI 基于一个用汇编实现的 x86 图形内核,提供了一个高层的 C/C++图形/窗口接口,它的资源消耗小,可移植性差,不支持多进程。

Qt/Embedded 是一个多平台的 C++图形用户界面应用程序框架,其对象容易扩展,可移植性好,支持多个 GUI 平台的交互开发。现在,Qt/Embedded 被广泛地应用于各种嵌入式产品和设备中,从消费电器(如智能手机、机顶盒)到工业控制设备(如医学成像设备、移动信息系统等)。因此本文选择 Qt/Embedded 为本系统的 GUI。

4 Qt/Embedded 和 Qtopia 介绍及其开发环境的建立

(1)Qt/Embedded 和 Qtopia 介绍

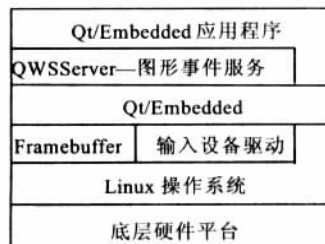


图2 Qt/Embedded 实现结构

余春暄: 硕导 副教授

基金项目:本文受北京市教委重点项目和北京市自然科学基金共同资助(KM200510005029 和 KZ200410005001)

Qt/Embedded 是 Trolltech 公司开发的面向嵌入式系统的 Qt 版本,与 X11 版本的 Qt 在最大程度上接口兼容,采用帧缓存(framebuffer)作为底层图形接口。Qt/Embedded 类库完全采用 C++ 封装,并且有着丰富的控件资源以及较好的可移植性,大范围的 Qt/Embedded API 可用于多种开发项目。Qt/Embedded 的实现结构如图 2 所示:

Qt/Embedded 的底层图形引擎基于 framebuffer。framebuffer 是一种驱动程序接口,它将显示设备抽象为帧缓冲区。该驱动程序的设备文件一般是/dev/fb0、/dev/fb1 等。用户可以把 framebuffer 看成一块内存,既可以从这块内存中读取数据,也可以向其中写入数据,而写操作立即反应在屏幕上。

Qt/Embedded 是 Qt 的面向嵌入式应用的简化版本,它包括一组完备的 GUI 类、操作系统封装、数据结构类、功能类和组合类。大部分 Qt 的应用程序可以经过简单的编译与重设窗口大小移植到 Qt/Embedded。

Qtopia 是基于 Qt/Embedded 开发的一个嵌入式的窗口系统和应用程序集,如地址本、图像浏览、Media 播放器等,还包括娱乐和配置工具,广泛用于 PDA 等掌上设备。Qtopia 平台由 Qtopia 库 (Qt/E, libqpe, libqtopia1, qtopiapim) 和 Qtopia server/launcher 组成。Qtopia server/launcher 是控制窗口系统、进程间通信、发起所有应用和其他核心任务的主要服务程序。

(2) Qt/Embedded 和 Qtopia 的交叉编译与运行

整个 GUI 系统的构建需要对 Qt/Embedded、Qtopia 依次分别编译链接,然后有机地整合在一起。Qt/Embedded 为 Qtopia 提供了底层支持,GUI 系统的图形库窗口组建都由 Qt/Embedded 实现。

在构建 GUI 时用于 Qt 开发的典型工具如下:

- * tmake:跨平台的 Makefile 生成器。
- * moc:用于 Qt C++ 扩展的 metra-object 编译器。
- * uic:从 XML 文件生成代码的用户界面编译器。
- * designer:用于设计窗口组建的应用程序。

Qtopia 的开发工具包 SDK (Software Development Kit) 是 Qtopia 开发环境的核心部分,编译后得到创建应用程序所需的软件包如下:

* qvfb (virtual frame buffer):X 窗口用来运行和测试 Qtopia 应用程序的系统程序。

* qpe (Qtopia executable):用来处理所有的用户程序界面。

针对于 ARM CPU,需要对 Qt/Embedded 和 Qtopia 开发工具包进行交叉编译。本文使用 arm-linux-gcc-3.3.2 来建立交叉编译环境。为了对 Qt/Embedded 和 Qtopia 进行交叉编译,需要使用如下的源码树:

- * tmake-1.13.tar.gz:用来得到 tmake 工具。
- * qt-embedded-2.3.10.tar.gz:Qt 的嵌入式版本。
- * qt-x11-2.3.2.tar.gz:Qt 的 X11 版本。
- * qtopia-free-source-2.1.1.tar.gz:官方网站提供的 Qtopia 免费版。

注:看到以前文献中使用的基本是 Qtopia1.7.0,这里使用的是 Qtopia2.1.1。与 Qtopia1 系列相比,Qtopia2 系列修正了 Qtopia1 中的大量 bug,另外显示界面更加友好,移植更加方便。另外 Qtopia1.7.0 与 Qt/Embedded 2.3.7 版本对应,Qtopia2.1.1 与 Qt/Embedded 2.3.10 相对应,笔者采用 Qtopia2.1.1 和 2.3.10 版本的 Qt/Embedded。

* e2fprogs-1.38.tar.gz:为了得到 Qtopia 所需的 uuid.h 和

libuuid.so。

将上述源码树放在同一目录下,例如:/home/qtopia,并依次解压,然后进行编译,步骤如下:

① 设定 tmake 的环境变量如下:

```
export TMAKEPATH=/home/qtopia/tmake-1.13/lib/qws/linux-arm-g++
```

此处指定了 tmake 在生成 Makefile 时使用 arm 交叉编译。

② 编译 qt-x11,其目的是生成 moc、uic、qvfb、designer,并将它们放在 qt-embedded/bin 目录下。

③ 配置 qt-embedded 编译选项,命令为:

```
./configure -xplatform linux-arm-g++ -system-jpeg -no-xft -qconfig qpe -depths 4,8,16,32
```

```
./configure -platform linux-arm-g++ -qconfig qpe -qvfb -depths 4,8,16,32.
```

此处 -xplatform linux-arm-g++ 表示在 arm 平台上进行交叉编译;-system-jpeg 表示支持 jpeg 格式图片;-qconfig qpe 表示使用 src/tools/qconfig-qpe.h;-depths 4,8,16,32 表示需要 qt 支持的显示颜色深度。

④ 使用 make 交叉编译 qt-embedded,生成 Qt 库(libqte.so)。

⑤ 配置并交叉编译 Qtopia,生成应用程序以及桌面环境。

假设编译完成后将 Qt 和 Qtopia 相关的库及所需文件分别存放于目标板文件系统的/opt/qt 和/opt/qtopia 下,运行 Qtopia 的方法是:

① 设置 QTDIR、QPEDIR 和触摸屏等环境变量

```
export QTDIR=/opt/qt
export QPEDIR=/opt/qtopia
export QWS_MOUSE_PROTO=/dev/h3600_ts
```

② 开启 qpe,也就是在 Linux 图形模式下执行/opt/qtopia/bin/qpe &

这样就可以在显示终端上看到 Qtopia 桌面环境了。

5 Qt/Embedded 下应用程序的实现

Qt 是一个创建 GUI 程序的 C++ 类库,编写 Qt 应用程序的主要工作是基于已有的 Qt 类编写用户类。Qt 应用程序的设计使用基于工程的方法,并通过 .pro 文件进行工程管理。实现应用程序的第一步是编写 .pro 文件,然后使用 qmake 根据该文件生成 Makefile,最后进行源代码的编写。语法如下:

```
qmake *.pro -o Makefile
```

.pro 的具体内容可以参考/qt/examples/下其他应用程序的 .pro 文件。

在本文的研究中,涉及基本的窗口构建、应用程序的调用以及中文显示,下面对此进行详细阐述。

构建主窗口

Qt 拥有众多的窗口部件,如按钮、菜单、滚动条和应用程序窗口等,它们组合起来可以创建各种用户界面。QWidget 是所有用户界面对象的基类,窗口部件是 QWidget 或其子类的实例。

创建主窗口先要在 main.cpp 函数中创建 QApplication 类型的对象。QApplication 类管理图形用户界面应用程序的控制流和主要设置,它包含主事件循环,在其中来自窗口系统和其它资源的所有事件被处理和调度,它也处理应用程序的初始化和结束,并提供对话管理。对于任何一个使用 Qt 图形用户界面应用程序,都正好存在一个 QApplication 对象。然后定义主窗口变量,并通过 QApplication 类型的函数调用主窗口变量来启动主

窗口。

创建主窗口部件最常用的方法是基于 QWidget 或 QDialog 类创建一个用户类。QDialog 类是对话框窗口的基类,主要用于短期任务以及和用户进行简要通讯的顶级窗口。在本程序中使用 QWidget 类创建用户类,并使用户类通过公有继承派生于 QWidget 类。

在构建窗口时需要注意用户界面的风格和布局。Qt 提供了 Windows、WindowsXP、Motif、MotifPlus、CDE、Platinum、SGI 和 Mac 的内置风格。自定义风格可以通过继承 QStyle、QCommonStyle 或其他 QCommonStyle 类来完成。应用程序的风格可以如下设置:

```
QApplication::setStyle(new MyCustomStyle)
```

在布局上 Qt 提供了布局管理器来组织父部件区域中的子部件,Qt 内建的布局管理器有 QHBoxLayout、QVBoxLayout 和 QGridLayout,而且布局也可以嵌套在任意层。例如使用 QHBoxLayout(按行放置部件)的部件管理器为例在窗口水平放置两个按钮 B1 和 B2 的代码如下:

```
QHBoxLayout *hbox = new QHBoxLayout(this);
```

```
Hbox->addWidget(B1);
```

```
Hbox->addWidget(B2);
```

创建按钮实现对应用程序的调用

Qt 部件与用户的交互方式不同于其他的 GUI 工具包,其他的 GUI 工具包使用回调函数创建用户交互,但是 Qt 提供了信号/槽(signal/slots)通信机制描述对象间的无缝通讯。槽(slot)是标准的成员函数,它能够连接到信号,每当槽所连接的信号被发射时,槽(函数)就被执行。信号(signal)是一种特殊类型的函数,都是返回 void 型,它们被定义为当某个事件发生时就被发射,之后执行所有被连接的槽。当定义信号时必须使用 QT 的宏 SIGNAL(),定义槽时必须使用宏 SLOT()。

通过调用 QObject 对象的 connect 函数可以将某个对象的信号与另一个对象的槽相关联,这样当发射对象发射信号时,接收对象的槽将被调用。该函数定义如下:

```
bool QObject::connect(const QObject *sender,const char *signal,const QObject *receiver,
const char *member)
```

与这个函数对应的 disconnect 函数,可以将信号和槽断开连接。

本文使用了 QT 库提供的按钮 clicked()信号,自定义了槽函数 run()来实现对应用程序的调用,并且定义了槽函数 mycall()调用已经使用了特定参数的 run()函数。

例如当一个按钮 B1 被点击时,它就发送“clicked”信号,通过 connect()函数将信号与槽“mycall”连接起来,调用/opt/qt/examples/clock/下的应用程序“clock”的代码如下:

```
void MyMainWindow::myclock() {
MyMainWindow::run ("(cd /opt/qt/examples/clock; exec ./clock);");
}
connect(B1,SIGNAL(clicked()),this,SLOT(myclock()));
中文显示
```

Qt 的中文显示是 Qt 国际化的一部分,“国际化”简称为 i18n,用来提供一个架构,让同样的代码可以适用于各种语种习惯和编码系统,程序设计人员只要利用这个架构的机制、准则编写应用程序,就可以在不新编译代码的情况下,支持各种语言。

Qt 支持 Unicode—国际标准字符集,程序员可以在程序里自由的混用英语、汉语和其他 Unicode 所支持的语言。为 Qt 增加一种编码只需要增加该编码和 Unicode 的转化编码就可以了,Qt 支持中文的 GBK/Big5 编码。Qt 支持的字体常用的是 ttf 和 qpf。qpf 是 Qt/Embedded 专用的一种适合嵌入式应用的字体,它属于位图字体,不可以缩放,而 ttf 字体可以缩放。默认情况下 Qt/Embedded 在 lib/fonts 目录下提供了一种可以显示中文的字体库 UniFont,但是该字体库中没有 ttf 的字体。为了使用 ttf 字体显示中文,本文采取如下的方法:拷贝一种支持 unicode 编码的 ttf 字体到 lib/fonts 目录下,例如,windows 系统下的宋体 simsun.ttf;同时还需要在此目录的 fontdir 脚本中添加下面一行:

```
simsun simsun.ttf FT n 50 0 su
```

fontdir 脚本用来向系统注册所支持的字体,它的每一行定义了一种字体的设置,其格式如下:

<字体名称><字体文件名><字体渲染类型><是否斜体><尺寸><字体标志>[尺寸列表]

在程序设计中,首先指定编码方式以支持中文:

```
QTextCodec *code=QTextCodec::codecForName("GBK")
```

接着为部件(例如 Mywidget)执行 Unicode 的转化编码:

```
QString uniStr=code -> toUnicode("要显示的中文字符")
```

```
Mywidget-> setFont(QFont("simsun",20,QFont::Bold))
```

```
Mywidget-> setText(uniStr)
```



图3 系统界面

6 结束语

本文来源与作者的硕士课题。本文最后实现了一个嵌入式图像视频采集终端的系统界面。系统界面如图3所示。

嵌入式产品的广泛应用带动了图形用户界面(GUI)的迅速发展,嵌入式系统需要一个高性能、高可靠的 GUI 的支持。基于 Qt/Embedded 的 Qtopia 桌面系统为系统用户提供了良好的使用和交互环境。本文主要介绍了基于 Qt/Embedded 开发应用程序的方法,为类似的系统开发提供了一个参考。

文章创新点: 本文提供了一种手持嵌入式终端的图形用户界面 (GUI) 的具体方案—采用嵌入式 Linux 和 Qt/Embedded 开发,在保证系统稳定性的同时,减小系统大小,保持稳定性,最终形成一个低成本的 GUI 具体方案,具有一定的实用价值。

参考文献:

[1]倪继利 Qt 及 Linux 操作系统窗口设计[M] 北京 电子工业出版社 2006 年

(下转第5页)

周期和相位的双重影响,可以从这两方面提高平台性能。

本文作者创新点:在研究 CAN 网络消息延迟的问题上,从工程需要的角度出发,采用仿真手段取代传统理论分析方法,为 CAN 网络平台设计者提供更翔实具体的参考。

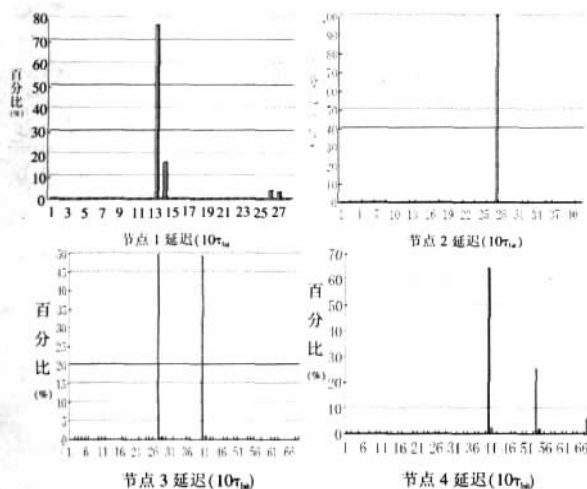


图2 实验1中各节点消息延迟分布

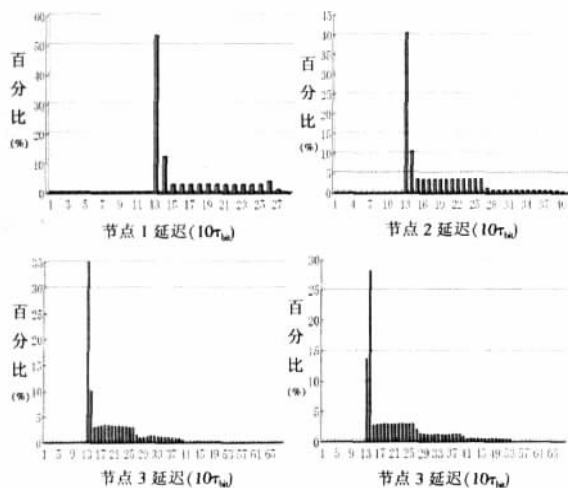


图3 实验2中各节点消息延迟分布

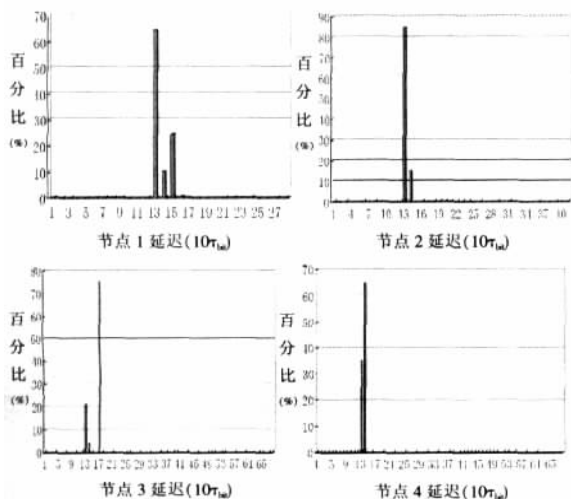


图4 实验3中各节点消息延迟分布

参考文献

- [1]K. W. Tindell, H. Hansson, A. J. Wellings, Analysing Real-Time Communications: Controller Area Network(CAN) [C], Real-

Time Systems Symposium, 1994., Proceedings., 1994:259- 263.

[2]Audley,N., Burns, A., Richardson, M., Tindell, K. And Wellings, A., Applying New Scheduling Theory to Static Priority Pre-emptive Scheduling [J], Software Engineering Journal, Sept. 1993, 8- 5:285- 292.

[3]黄东, 孙晓民. 开放式汽车控制平台 OpenECU 的研究[J]微计算机信息, 2005, 12- 2:121- 123.

作者简介:周杨(1982-), 男, 汉族, 清华大学计算机系硕士研究生, 主要研究方向:计算机应用与嵌入式系统;孙晓民(1963-), 男, 满族, 清华大学计算机系, 副教授, 主要研究方向:嵌入式系统, 汽车电子, 智能控制的应用技术。

Biography:Zhou Yang: male, born in 1982, Han nationality, graduate student of CS, Tsinghua University. Main research fields: Computer Application and Embedded System; Sun Xiao-min: male, born in 1963, Man nationality, Associate Professor. Main research fields: Embedded System, Automotive Electronics, Intelligent Control System.

(100084 北京 清华大学计算机系)周杨 孙晓民

(Department of Computer, Tsinghua University, Beijing, China, 100084)Zhou Yang Sun XiaoMin

通讯地址:(100084 北京市 清华大学计算机系智能实验室 FIT4- 507)周杨 孙晓民

(收稿日期:2008.12.13)(修稿日期:2008.2.15)

(上接第 21 页)

[2]Trolltech Qt reference document Trolltech Coporation 2005

[3]王永清等 Linux 下基于 ARM920T 的 USB 摄像头图像采集[J]微计算机信息 2007 1- 2:23

作者简介:余春暄(1960-), 硕导, 北京工业大学电子信息与控制工程学院副教授, 主要从事智能系统, 模式识别及单片机方面的研究。吴文茂(1979-), 男, 湖北黄石人, 在读硕士, 主要从图像视频采集、压缩算法、嵌入式 linux 研究。

Biography:Yu chunxuan (1960-),female, Associate Professor of the College of Electronic Information & Control Engineering in Beijing University of Technology, main research in Intelligence System, Pattern Recognition and MCU. Wu Wenmao (1979-), male,Hubei Province, Master candidate,Beijing University of Technology,Pattern Recognition and Intelligence System, Research area:image and video capture, compress algorithm, embedded linux.

(100022 北京 北京工业大学 电子信息与控制工程学院)余春暄 吴文茂

通讯地址:(100022 北京市 朝阳区平乐园 100 号 北京工业大学 424 信箱)吴文茂

(收稿日期:2008.01.05)(修稿日期:2008.02.20)

书 讯

《80C51 宏汇编程序设计语言》

22元/本(免邮资)汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室

微计算机信息杂志收 邮编:100081

电话:010-62132436 010-62192616(T/F)