

Qt/Embedded 在 Intel PXA270 开发平台上的移植

李媛媛¹ , 肖 鹏² , 牛一捷¹

(1. 大连交通大学软件学院, 大连 116028; 2. 大连工业大学信息工程学院, 大连 116022)

摘 要: 介绍 Qt/Embedded 在 Intel PXA270 开发平台上的移植方法和过程, 简要分析了 Qt/Embedded 的最新主流版本 4.x 的底层实现技术, 介绍 Qt/Embedded 和 Qtopia 的交叉编译技术及应用移植技术。该研究对嵌入式系统高可靠性 GUI Qt/Embedded 的广泛应用有着重要意义。

关键词: Qt/Embedded; Qtopia; 嵌入式 Linux; Intel PXA270

0 引言

由于 Qt/Embedded 类库完全采用 C++ 封装, 有着丰富的控件资源和较好的可移植性, Qt 还提供了一款专门用于用户界面图形设计的工具 Qt Designer, 越来越多的第三方软件公司开始采用 Qt/Embedded 开发嵌入式 Linux 下的应用软件。

1 Qt/Embedded 的实现技术

Qt/Embedded 以原始 Qt 为基础, 并做了许多出色的调整以适用于嵌入式环境。Qt/Embedded 通过 Qt API 与 Linux I/O 设施直接交互, 成为嵌入式 Linux 端口。同 Qt/X11 相比, Qt/Embedded 很省内存, 因为它不需要一个 X 服务器或是 Xlib 库, 它在底层抛弃了 X lib, 采用帧缓冲作为底层图形接口^[1]。如图 1 所示。

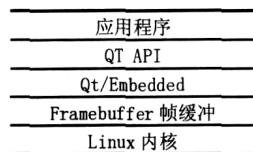


图 1 基于 Qt/Embedded 的嵌入式 Linux 的体系结构

1.1 Qt/Embedded 的图形引擎实现技术

Qt/Embedded 的底层图形引擎基于 Linux 标准显示设备驱动接口 Framebuffer。采用 mmap 系统调用, 可以将 Framebuffer 的显示缓存映射为可连续访问的一段内存地址。类似于 Xwindows 体系结构 Qt/Em-

bedded 也是 C/S 结构, 任何一个 Qt/Embedded 程序都可以作为系统中唯一的一个 GUI Server 存在。

目前比较高级的 ARM 体系的嵌入式 CPU 中大多集成了 LCD 控制模块, LCD 控制模块一般采用双 DMA 控制器组成的专用 DMA 通道^[2]。其中一个 DMA 可以自动从一个数据结构队列中取出并装入新的参数, 直到整个队列中的 DMA 操作都已完成为止。另外一个 DMA 与画面缓冲区相关。Framebuffer 驱动程序的实现分为两个方面: 一方面是对 LCD 及其相关部分的初始化, 包括画在缓冲区的创建和对 DMA 通道的设置; 另外一方面是对画面缓冲区的读写, 具体到代码为 read、write、lseek 等系统调用接口。将画面缓冲区的内容输出到 LCD 显示屏上是由硬件自动完成, 对于软件来说是透明的。当对于 DMA 通道和画面缓冲区设置完成后, DMA 开始正常工作, 并将缓冲区中的内容不断发送到 LCD 上。这个过程是基于 DMA 对于 LCD 的不断刷新的。基于该特性, Framebuffer 驱动程序必须将画面缓冲区的存储空间重新映射到一个不加高缓存和写缓存的虚拟地址区间中, 这样才能保证应用程序通过 mmap 将该缓存映射到用户空间后, 对于该画面缓存的写操作能够实时地体现在 LCD 上。

1.2 Qt/Embedded 的事件驱动技术

Qt/Embedded 中与用户输入事件相关的信号, 是建立在对底层输入设备的接口调用之上的, 例如将外部输入设备抽象为 keyboard 和 mouse 输入事件。应用

收稿日期: 2007- 10- 19 修稿日期: 2008- 01- 07

作者简介: 李媛媛 (1980-), 女, 吉林四平人, 硕士, 讲师, 研究方向为 Linux 操作系统、无线网络

现代计算机 (总第二七七期)

程序对象将系统消息接收为 Qt 事件。应用程序可以按照不同的粒度对事件加以监控、过滤并做出响应。在 Qt 中,事件是指从 QEvent 继承的对象。Qt 将事件发送给每个 QObject 对象,这样对象便可对事件做出响应。编程人员可以对应用程序级别和对象级别中的事件进行监控和过滤。

大多数事件是由窗口系统生成的,它们负责向应用程序通知相关的用户操作,最常见的事件类型是报告鼠标活动、按键、重绘请求以及窗口处理操作。编程人员可以添加自己的活动行为类似于内建事件的事件类型。Qt 通过调用虚函数 QObject::event() 来交互事件。

通常,一个对象需要查看另一对象的事件,以便可以对事件做出响应或阻塞事件。这可以通过调用被监控对象的 QObject::installEventFilter() 函数来实现。实施监控对象的 QObject::eventFilter() 虚函数会在受监控的对象在接收事件之前被调用。

2 Qt/Embedded 的移植与应用

和传统嵌入式开发一样移植过程也采取了宿主机和目标板的开发模式。宿主机是一台运行 Fedora7 的 PC,内核版本为 Linux 2.6.22, GCC 编译器版本为 4.1.2。目标板为基于 Intel XScale PXA270 处理器的嵌入式开发系统。系统采用已经移植成功的 ARM Linux 内核, GUI 系统实现方案采用了 Qt/Embedded 4.2 和 Qtopia 4.2.0。先在宿主机上交叉编译调试,通过后再移植到目标板上测试运行。

2.1 宿主机上 Qt/Embedded 和 Qtopia 的交叉编译与运行

在 Qtopia2.x, 3.x 版本时代,整个 GUI 系统的构建需要对 Qt/Embedded、Qtopia 依次分别编链,然后有机地整合在一起。现在最新的 Qtopia 4.2 版本出来,编译过程不用 qt2、qt3、qte 的一个个编译了。Qtopia 4.2 压缩包里边包含了开发所需的 Designer, qmake, uic, moc 等工具,也包含了面向嵌入式平台的 Qt 库。直接解压 configure, make 安装。

(1) 宿主机编译器的安装

联网的情况下可以用 yum 在线安装 GCC 编译器,也可以下载相关压缩包解压安装:

```
# tar -zxvf gcc-4.1.2.tar.gz
# ./configure (默认安装目录为:/usr/local)
# make
# make install
```

安装完成后,可执行文件放在/usr/local/bin 目录下,库文件放在/usr/local/lib 目录下。

(2) 在宿主机上安装交叉编译器 arm-linux-gcc-3.4.1.tar.bz2

步骤如下:

```
# tar jxvf arm-linux-gcc-3.4.1.tar.bz2
```

解压后的文件为 usr 目录,其已包括可执行文件,直接将 usr 拷贝到根目录下。然后修改/etc/profile 文件,在里边添加:

```
export PATH=$PATH:/usr/local/arm/3.4.1/bin
```

保存退出,执行:

```
# source /etc/profile
```

(3) 如果有触摸屏还要下载 tslib 工具包并编译,详细步骤如下:

解压进入其目录,并指定编译器为 arm-linux-gcc。

```
# export CC=arm-linux-gcc
```

```
# export CXX=arm-linux-g++
```

使用 autogen.sh 这个脚本生成 makefile 文件。

```
# ./autogen.sh
```

配置目标平台为 arm-linux,在主机上的安装目录为 /mnt/Qt/Qtlib1.3-install。

```
# ./configure --prefix=/mnt/nfs/Qtlib1.3-install --host=arm-linux
```

开始编译并安装

```
# make
```

```
# make install
```

(4) 编译 Qtopia-opensource-src-4.2.1.tar.gz

解压并进入其目录。修改文件/Qt/Qtcore/mk-specs/qws/linux-arm-g++/qmake.conf,将此行 QMAKE_LIBS_QT = -lqte 修改为 QMAKE_LIBS_QT = -lqte -lpng -lts -lz -luuid -ljpeg。

进入文件夹:src/libraries/Qt/Qtbase/复制文件 custom-linux-cassiopeia-g++.h 和 custom-linux-cassiopeia-g++.cpp,并将其重命名为 custom-linux-arm-g++.h 和 custom-linux-arm-g++.cpp。

然后进行配置,为了让编译适应于目标平台,在./configure 后带上相应选项。例如执行如下命令:

```
./configure -no-qvfb -xplatform linux-arm-g++ -arch arm -image /mnt/Qt/Qtbase -prefix /mnt/Qt/Qtbase -release -displaysize 320x240 -no-modem -no-mouse -linux -qt-mouse -tslib -l/mnt/Qt/Qtlib1.3-install/include -L/mnt/Qt/Qtlib1.3-install/lib
```

主要配置选项的说明如下:

```
-xplatform linux-arm-g++-arch arm
目标平台为 arm-linux,体系结构为 arm。
-image /mnt/Qttopia -prefix /mnt/Qttopia -release
编译所得的文件生成目录为/mnt/Qttopia。
-no-mouse-linux-qt-mouse-tslib
-l/mnt/nfs/tslib1.3 -install/include -L/mnt/nfs/tslib1.3 -install/
lib
```

触摸屏协议不支持 linux-qt, 支持 tslib, 并在后面添加上刚才编译的 tslib 的头文件和库。具体其他选项可用 ./configure - help 命令查询, 还可根据开发板配置选择相应选项进行 Qttopia 裁剪工作, 以适应嵌入式程序代码要少的需要。

根据 ./configure 生成的 makefile 文件开始编译并安装编译后源码包, 执行以下命令:

```
#make
#make install
```

至此在宿主机上的交叉编译工作完成。

(5) 在宿主机上运行

安装完成后进入编译目录下的 /scripts 目录, 可运行以下命令来启动 Qttopia:

```
#!/runqvtb (运行 Qt 的虚拟缓冲帧工具)
#!/runQttopia (启动 Qttopia)
```

2.2 到目标板上的移植

将 /mnt/Qttopia 拷贝到 USB 中, 并且把 arm-linux 的 lib 文件夹也放到 USB 中。在开发板上 mount /dev/

sda1 /mnt, 设置 LD_LIBRARY_PATH=/mnt/Qttopia/lib, 运行 Qttopia/bin, 例如: ./snake - qws 这样就可以运行 snake 游戏了。至此移植成功, 也可以将 Qttopia 设置成嵌入式 Linux 自启动项目作为嵌入式系统 GUI 界面使用, 同时还可以轻松移植各种 KDE 程序进入到 Qt 的 GUI 平台上运行。

3 结 语

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 Qttopia 桌面系统为用户提供了良好的使用和交互环境, 它必将成为未来嵌入式系统的主流 GUI。将 Qt/Embedded 的 Qttopia 桌面系统移植到 PXA270 开发平台上为后续应用开发打下了良好基础, 丰富的 API 接口, 基于组件的编程模型, 大量的 KDE 开源程序使得嵌入式 Linux 系统中的应用程序开发会更加便捷。

参考文献

- [1] 申伟杰, 彭楚武, 胡辉红. 嵌入式 Linux 中基于 Qt/Embedded 触摸屏驱动的设计. 中国仪器仪表, 2006(04)
- [2] Qt4.2 白皮书. 1http://www.trolltech.com, 2006
- [3] 黄莹, 张洪涛. 基于 Intel PXA255 处理器的 Linux 裁剪与移植. 电子元器件应用, 2007(01)
- [4] 顾咏枫, 陈章龙. 嵌入式 Linux 裁剪方法. 小型微型计算机系统, 2003(09)
- [5] 毛德操, 胡希明. Linux 内核源代码情景分析. 浙江: 浙江大学出版社, 2001-9

Migration of Qt/Embedded on Intel PXA270 Development Platform

LI Yuan-yuan¹, XIAO Peng², NIU Yi-jie¹

(1. College of Software, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028;

2. College of Information & Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian 116022)

Abstract: Introduces the methods of migration and process of Qt/Embedded to embedded Linux system based on Intel PXA270 platform, describes the architecture and implement technology of Qt/Embedded 4.x, introduces how to compile Qt/Embedded and Qttopia by cross-compiling and how to transplant the compiled files to embedded Linux system based on Intel PXA270 platform. This research is of important significance to the application of embedded GUI in the future.

Keywords: Qt/Embedded; Qttopia; Embedded Linux; Intel PXA270