

文章编号:1005-0523(2012)02-0088-06

# 基于Qtopia的数码相框软件开发

周洁

(华东交通大学信息工程学院,江西 南昌 330013)

**摘要:**基于Qtopia的消费电子类产品应用程序的开发正日益成为嵌入式GUI开发的主流。介绍了数码相框产品开发使用的软硬件平台,描述了Linux操作系统中构建Qtopia开发环境及移植到基于S3C2440的硬件平台的过程,重点介绍了使用Qtopia程序库开发数码相框应用的关键技术环节。结果表明:Qtopia可为基于嵌入式Linux的移动设备快速开发出高品质的图形系统。

**关键字:**嵌入式系统;Linux;图形用户界面;Qt/Embedded;Qtopia;交叉编译

**中图分类号:**TP311.52

**文献标志码:**A

数码相框作为数码相机的衍生品,近年来备受市场青睐。但由于一直以来在嵌入式Linux上开发系统软件 and 应用程序缺乏强大的开发环境,中低端的数码相框产品无论是在支持媒体播放格式种类、功能还是图形环境方面都有很大可改进的空间。Qtopia的出现为使用嵌入式Linux作为操作系统的消费电子产品提供了开发图形应用程序的便捷手段,很大程度上解决了移动设备上开发应用程序的难题。研究在mini2440开发板上,通过基于Qtopia的嵌入式软件开发,实现了一款能使用户有较好使用体验的数码相框产品。

## 1 系统平台介绍

数码相框的硬件平台采用友善之臂 mini2440 开发板。板上集成了三星主频为 400 MHz 的高端微处理器 S3C2440, 64MB 的 SDRAM, 128 MB 的 Nand Flash, 2 MB 的 Nor Flash, 以及一些常用的外设接口<sup>[1]</sup>。其中 S3C2440 采用 ARM920T 内核,其低功耗、简单、优雅且全静态设计非常适用于对成本和功耗敏感型的应用。在软件方面,使用 Linux-2.6.32.2 内核,运行环境 Fedora9,根文件系统为缺省安装的文件系统。

整个系统软件由引导装载程序(U-Boot)、设备驱动(包括帧缓冲 frame buffer)、嵌入式Linux内核、文件系统(YAFFS)以及基于QT/Embedded和Qtopia的应用程序组成<sup>[2]</sup>,系统平台软件结构如图1所示。

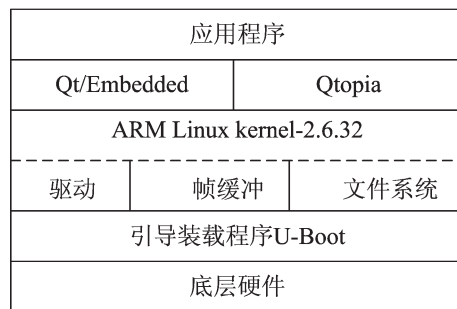


图1 系统平台软件框架  
Fig.1 Software framework of system platform

## 2 Qt/Embedded和Qtopia体系结构

目前基于嵌入式Linux的主流GUI系统主要包括MiniGUI、Microwindows、OpenGUI、Qt/Embedded,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是国内研

收稿日期:2012-01-10

基金项目:江西省教育厅科研项目(GJJ11105);华东交通大学科研项目(09XX05)

作者简介:周洁(1979—),女,讲师,硕士,研究方向为嵌入式系统。

发的一款性能优良、轻量级跨操作系统的嵌入式图形用户界面支持系统,采用了可伸缩的系统架构,其建立在比较成熟的图形引擎之上,如 SVGALib 和 LibGGI,开发的重点在于窗口系统、图形接口之上,但由于支持力量薄弱,其维护和再开发成本不可预计。MicroWindows 与 MiniGUI 均为自由软件,目前开发的重点在底层的图形引擎之上,主要特色在于提供了类似 X 的客户/服务器体系结构,它以较小的资源消耗、通用的帧缓冲技术、灵活的分层设计模式和丰富的 API 等特点获得了广泛的关注。由于其底层图形引擎存在无任何硬件加速能力、算法低效、代码质量较差的问题,因此在窗口系统和图形接口方面的功能还比较欠缺。OpenGUI 性能稳定,最底层是用汇编实现的快速图形引擎,非常适合于基于 X86 平台的实时系统。但由于其内部使用私有 API,因此在可移植性和可配置性的表现较差,并且不支持多进程<sup>[3-5]</sup>。

Qt/Embedded 是 Trolltech 公司开发的 GUI 开发工具 Qt 的嵌入式版本。Qt/Embedded 类库完全采用 C++ 封装,控件资源丰富,可移植性好。由于 Qt/Embedded 不依赖于 XServer 或者 Xlib,直接调用帧缓冲进行图形绘制,节省了大量的系统资源,提高了效率。

Qtopia 是一个基于 Qt/Embedded 的类似桌面系统的应用环境。作为一款面向嵌入式 Linux 的全方位应用程序开发平台,Qtopia 不仅提供了用于个人信息管理、办公、娱乐、Internet 网络交流的应用程序,还为嵌入式应用程序提供了开发库<sup>[4]</sup>。从图 2 所示的 Qt/Embedded 体系结构可以看出 GUI 系统的图形库窗口组建都是由 Qt/Embedded 实现的。Qt/Embedded 作为 Qtopia 的基础类库,为其提供了底层支持。Qtopia 包含 PDA 和 Phone 两个版本。本文所述的数码相框应用程序使用 PDA 这个版本进行开发。

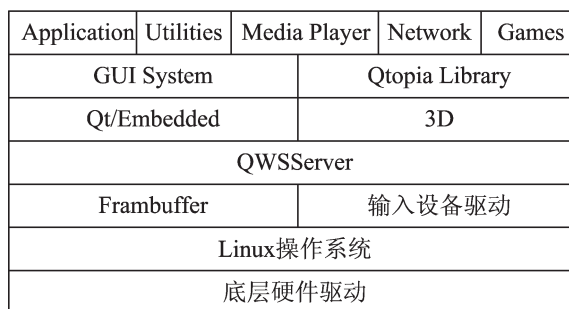


图 2 Qt/Embedded 体系结构  
Fig.2 Structure of Qt/Embedded system

### 3 Qtopia 开发环境的搭建及其移植<sup>[7-9]</sup>

#### 3.1 建立 Qtopia 开发环境

搭建编译平台是嵌入式 GUI 开发的必要工作。Qtopia 的软件开发环境主要包含嵌入式 Linux 操作系统、软件开发工具链以及相关源码包。本文的开发环境是在 PC 上安装 VMware Workstation 6.5.1 和 Fedora9,内核版本为 Linux-2.6.32.2,采用 arm-linux-gcc-4.4.3 交叉编译器,源码包为 Qtopia-free-src-2.2.0。

由于 Qtopia-2.2.0 已经包含了 Qt/Embedded,tmake 以及 QtX11,因此只要把 Qtopia-2.2.0 源码包安装好,就不需要再单独安装这三个包了。其中 tmake 为跨平台 makefile 生成器,QtX11 为 Qt 开发工具包,包括:qvfb(虚拟帧缓冲)、moc(用于 Qt C++ 扩展的 metra-object 编译器)、uic(用户界面编译器)、Qt designer(图形设计器)等。

为了对 Qtopia 进行交叉编译,需要准备如下的源码包:

e2fsprogs-1.41.6.tar.gz: 提供 uuid 支持,文件系统相关的库。

jpegsrc.v6b.tar.gz: jpeg 图形编码解码程序库。

libpng-1.2.16.tar.gz: png 图形编码解码程序库。

tslib-1.4.tar.gz: 触摸屏中间件,提供滤波、去抖、校准等功能。

zlib-1.2.3.tar.bz2: 压缩解压程序库。

#### 3.2 Qtopia-2.2.0 在 S3C2440 上的移植

移植步骤可分为:

1) Qtopia 相关库文件的编译安装

建立两个目录分别存放交叉编译生成的动态链接库文件和必要的头文件。

```
mkdir /home/arm/lib
mkdir /home/arm/include
vim /etc/profile          ;修改后需重启才能生效
在pathmunge下一行添加
pathmunge /usr/local/arm/4.4.3/bin ;交叉编译器路径
```

完成 e2fsprogs、jpeg、png、tstlib、zlib 库文件的交叉编译安装。特别要注意的是触摸屏中间件 tstlib 编译时可能因为版本的不同有较大差别,对于 tstlib-1.3.tar.bz2,在编译前要根据本身触摸屏程序的数据结构修改 defaulttseventtype 变量的值,默认为 UCB1X00,使用该版本的 tstlib 库必须更改为 H3600。而对于 tstlib-1.4.tar.gz 版本,则不需修改,可直接在生成的配置文件 ts.conf 中选择不同的数据结构类型。

2) 使用下面的 configure 参数配置编译安装 Qtopia。

```
./configure-qte'-embedded -no-xft-qconfig qpe-depths 16,32-system-jpeg-qt-zlib-qt-libpng-gif-no-g-exceptions-no-qvfb-xplatform linux-arm-g++-tstlib' -qpe 'edition pda-displaysize 240x320-fontfamilies "helvetica fixed micro smallsmooth smoothtimes unifont"-xplatform linux-arm-g++-luuid'-qt2'-no-opengl -no-xft'-dqt'-no-xft-thread'
```

设置开发板环境变量:

```
export QPEDIR=/home/qtopia-home/nfs/arm-qtopia/qtopia-2.2.0/ qtopia
export QTDIR=/home/qtopia-home/nfs/arm-qtopia/qtopia-2.2.0/qt2
export DQTDIR=/home/qtopia-home/nfs/arm-qtopia/qtopia-2.2.0/dqt
export TMAKEDIR=/home/qtopia-home/nfs/arm-qtopia/qtopia-2.2.0/tmake
export TMAKEPATH=$TMAKEDIR/lib/qws/linux-arm-g++
export PATH=$QPEDIR/bin:$QTDIR/bin:$DQTDIR/bin:$PATH
export LD_LIBRARY_PATH=$QPEDIR/lib:$QTDIR/lib:$TMAKEDIR/lib:$LD_LIBRARY_PATH
```

3) 编译安装成功之后,必须将所有需要的库文件拷贝到动态链接库目录(一般是安装位置下面的 lib 目录)。库文件包括交叉编译器中关于 arm 平台的库文件,之前交叉编译安装准备的库文件,支持 Qtopia 运行的库文件。

4) 将编译生成的 Qtopia 安装文件添加到根文件系统中,并烧写至 mini2440 开发板上即完成了 Qtopia 到 S3C2440 上的移植。

## 4 数码相框应用程序开发

### 4.1 Qtopia 功能裁剪

当安装完成 Qtopi-2.2.0 后,已经具备了数码相框基本的功能,包括:图片的浏览、简单的编辑、幻灯片播放图片;音乐播放;视频播放功能;各种界面设置功能,包括上网协议设置、网络参数设置、数码相框界面设置(字体、背景、主题);安全功能;音量调节;屏幕亮度调节;输入方式设置。其余功能均为冗余,可以根据源码目录 src 中的 general.pri 进行整体上的裁剪。方法如下:

```
! QTOPIA_CORE {
APP_PROJECTS+=\
    applications/clock \      ;若不需要该功能直接删掉此行脚本
    applications/music \
    applications/videos \
    applications/textedit \
    applications/photoedit \
    applications/filebrowser \ ;如需要增加某个自己编写的功能可以像这样添加
    applications/sysinfo
! free_package:APP_PROJECTS+=settings/words
}
```

接下来可以按自己的方式组织界面。找到源码目录或Qtopia安装目录下的apps文件夹,里面的每个文件夹对应一个选项卡。在其中既可以通过建立目录来增加选项卡,也可以通过删除目录来删除选项卡。每个目录下面的desktop文件对应于某个选项卡下显示的一个程序图标,文件内容为程序图标的位置,而隐藏文件.directory用于设置选项卡属性。

数码相框软件系统包括文件列表主界面、应用程序主界面以及各功能界面。这些功能界面包括图片浏览、文件管理、音乐、视频、网络等。各界面之间的切换和按钮关系如图3所示。

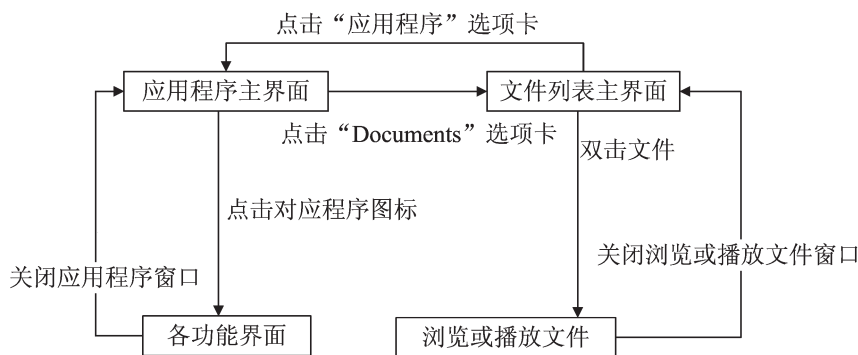


图3 界面切换和按钮的关系

Fig.3 Relationship between interface switching and button

## 4.2 支持读取SD卡的实现

数码相框作为数码相机的衍生品,必须要支持主流的半导体存储卡,并能从中读取图像文件。以SD卡作为外部存储介质。由于Linux-2.6.32.2已经自带了S3C2440的SD卡驱动,因此只需在初始化代码中加入SD平台设备结构就可以实现SD卡自动挂载。在实现过程,SD卡曾一度不能正确识别,启动时一直出现failed to get write protect的错误。由于SD卡侧面移动的开关连接到了控制写保护的引脚,因此有无写保护其实就是检查有无移动开关。在linux-2.6.32.2/drivers/mmc/host/s3cmci.c中应添加如下代码:

```

disable_irq(host->irq); //在SDI未准备好之前先屏蔽SDI的中断功能
host->irq_state = false;
host->pdata->gpio_detect=S3C2410_GPG(8); //设置GPG8为SD卡插入拔出的检测
host->pdata->gpio_wprotect=S3C2410_GPH(8); //设置GPH8为有无写保护的检测
  
```

## 4.3 文件管理器的实现

由于数码相框的存储介质容量越来越大,必须通过有效的文件管理功能才能管理大量的文件。Qtopia-2.2.0本身不具有文件管理功能,但可以将Qtopia-1.7.0的文件管理器复制到目录qtopia/src/applications/,在编译工程文件qtopia/src/general.pri中添加filebrowser模块,修改源码使其具有搜索文件和文件夹的功能。添加搜索按钮,并通过信号与槽函数显示搜索界面。完成后设置好环境变量(source setQpeEnv),重新编译安装Qtopia即可。递归搜索文件及文件夹的部分关键代码如下:

```

QFileInfo *fi;
While((fi=it.current())){
if((fi->filename()==".")||(fi->filename()=="..")){
++it;
continue;
}
if(fi->filename()==name)
(void)new FileItem((QListView )this, fi);
if(fi->isDir()){
startsearch(fi->filePath(), name);
}
}
  
```



```

    }
    ++it;
}

```

#### 4.4 背景音乐的实现

背景音乐是通过移植 madplay 播放器以及相关库文件,然后在源码中添加相关调用和控制实现的。准备的文件如下:

libid3tag-0.15.1b.tar.gz: MPEG 音频解码器 MAD 中所捆绑的 ID3 标签操控库

madplay-0.15.2b.tar.gz: 音乐播放器主程序

libmad-0.15.1b.tar.gz: 高精度 MPEG 音频解码库

将上述文件放到 madplay 文件夹,并创建源码目录 src-arm 和安装目录 target-arm,文件解压至 src-arm 目录,运行安装脚本 mymadplay.sh 后,通过 ls 命令查看到 target-arm 目录下包含 bin.include.lib.man.share 子目录,其中 lib 中的文件就是 madplay 要调用的库。将编译生成的库和 bin 目录下的可执行文件复制到安装好的 Qtopia 中对应的 lib、bin 目录下,然后调用可执行程序 madplay 即可实现背景音乐的设置。

#### 4.5 支持汉字功能的实现<sup>[10]</sup>

具体实现步骤为:

1) 进入 Qtopia 源码目录,设置好环境变量 source setQpeEnv。

2) 增加编译参数/configure-languages “zh\_CN”,告知系统增加简体中文支持。

3) make lupdate 确保翻译所必须的文件都存在而且是最新的,针对每种语言通过调整 Qtopia 的语言配置选项产生翻译文件。

4) bin/nct\_lupdate 产生源代码中无法找到的字符串的翻译文件。

5) vim i18n/zh\_CN/.directory

[Translation]

File=QtopiaI18N

Context=Chinese(MainLand)

[Desktop Entry]

Name[ ]=Chinese(MainLand)

make lupdate;再一次更新

cd i18n/zh\_CN

6) 打开翻译窗体界面 Linguist,将 zh\_CN 目录下所有 ts 文件全部翻译并保存。在文件 QtopiaDefaults.ts 中,修改 <name>FontMap</name> 处,使其支持 utf-8 的字体格式。

7) 在 zh\_CN 目录下执行 lrelease\*.ts,使每个 ts 文件生成对应的 qm 文件供 Qtopia 调用,make lupdate 再次更新。

8) 在 zh\_CN 目录下面建立两个空文件: QtopiaRingTones.ts, QtopiaThemes.ts,然后在 Qtopia 目录下执行 make install,启动时选择支持中文。图 4,图 5 为中英文界面对照。



图 4 英文界面  
Fig.4 English interface



图 5 中文界面  
Fig.5 Chinese interface

## 5 结语

消费电子类等嵌入式产品是否能让用户有更好的使用体验关键在于人机交互技术的体现。Qtopia 为基于嵌入式 Linux 的移动设备提供了一个很好的应用程序开发平台,本文通过 Qtopia 在 mini2440 开发板上

的移植与应用程序设计,快速开发出了一款高品质的数码相框图形系统。

#### 参考文献:

- [1] 广州友善之臂计算机科技有限公司. Mini2440 用户手册 [EB/OL]. (2011-04-21)[2012-01-09]. <http://www.arm9.net/download.asp>.
- [2] 赵拯宇,张雪英,金刚. Qt/Embedded 和 Qtopia 在 OMAP5912 平台上的移植及应用[J]. 仪器仪表用户, 2009, 16(2): 108-110.
- [3] 唐浩,代少升. Qt/Embedded在 S3C2440 平台上的移植与开发[J]. 电视技术, 2010, 34(10): 32-35.
- [4] 周恕义,徐晓亮,李晓勇. 新型嵌入式多媒体系统架构[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(1): 64-66.
- [5] 涂春萍,甘岚,张旭. 基于 Linux 下 MiniGUI 的图像处理 GUI 平台设计[J]. 华东交通大学学报, 2011, 28(2): 55-59.
- [6] 解超,李善平. 基于 Linux 的嵌入式 GUI[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(9): 135-137.
- [7] 孙琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M]. 北京:人民邮电出版社, 2006: 12-20.
- [8] 吴娴. 基于 Qtopia 的嵌入式软件开发[J]. 计算机工程与设计, 2006, 28(21): 5190-5192.
- [9] 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[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(2): 105-107.
- [10] 刘汇丹,芮建武,姚延栋,等. 基于 Qt 的国际化图形用户界面设计与实现[J]. 中文信息学报, 2006, 20(4): 94-99.

## Development of Digital Picture Frame Software Based on Qtopia

Zhou Jie

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** The application development of consumer electronics products based on Qtopia increasingly become the mainstream of embedded GUI development. Hardware platform and software platform used in digital photo frame is introduced. Then, the steps of building Qtopia development environment on Linux and the process of transplanting to the hardware platform based on S3C2440 are described. Finally, the key technique about developing digital photo frame application by using Qtopia Development Kit is elaborated. The results show that Qtopia can support rapid development of high quality graphics system of embedded mobile equipment using Linux.

**Key words:** embedded system; Linux; GUI; Qt/Embedded; Qtopia; cross-compile