

嵌入式 Linux 系统主从机网络通信方案设计

田 磊^{1,2}

(1 西安邮电大学 电子工程学院, 陕西 西安 710121;

(2 西安电子科技大学 超高速电路设计与电磁兼容教育部重点实验室, 陕西 西安 710071)

摘 要: 为了克服嵌入式系统网络通信开发过程中从机系统资源严重不足的问题, 基于嵌入式 Linux 系统给出一种主从机的通信方案. 本方案通过在主机的 Linux 系统上设计应用程序并使用交叉编译环境生成从机上的可执行文件, 利用网络协议实现主机和从机之间的相互通信, 从而验证了应用程序在从机上的稳定运行. 结果表明, 本方案的设计方法, 完成了应用程序的传输和运行, 实现了嵌入式 Linux 系统主从机的相互通信.

关键词: 嵌入式系统; 交叉编译; 主从机; 网络协议

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)07-0118-03

Design of the Network Communication in the Master-Slave Machine Based on the Embedded Linux System

TIAN Lei^{1,2}

(1 School of Electronic Engineering, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710121, China;

2 Key Lab of High-Speed Circuit Design and EMC, Ministry of Education, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: In order to overcome the defects of the slave machine in the course of developing the embedded system, provide the solution of the network communication between the master and slave machines based on the embedded Linux system. Design the application program on the master Linux system and using the compile environment to produce the executive code on the slave machine. Using the networking protocol, realized the interface design between the master and the slave machines and the network communication between the master-slave machines based on the embedded Linux system. The results showed using the scheme completed the transmission and running of the application program and realized the communication between the master-slave machines in the embedded Linux system.

Key words: embedded system; compile environment; master-slave machine; network protocol

1 引言

Linux 操作系统的开发已经实现了操作界面的设计^[1], 针对网络接口^[2]和图像采集也进行了开发^[3], 但尚没有将嵌入式系统之间的系统开发和通信流程作为一体进行研究.

为了实现主机和从机之间的实时通信, 拟利用 S3C2410A 丰富的内置部件和外围资源, 构建以 Linux 操作系统为应用环境的嵌入式工作平台, 在

主机上开发应用程序, 通过交叉编译产生从机上的可执行文件, 利用网络将应用程序传输至从机上运行, 从而实现主从机之间的通信.

2 构建嵌入式 Linux 操作系统

2.1 建立交叉编译环境

系统进入 Linux 界面后, 对已有压缩文件 YUANFENG.tar.gz 依次执行以下命令:

```
[root@localhost mnt]# mount /mnt/cdrom
```

收稿日期: 2013-09-20; 修回日期: 2013-11-10

基金项目: 国家自然科学基金(61106026); 陕西省自然科学基金(2013JM5002)

```
# cp YUANFENG.tar.gz /
# tar zxvf YUANFENG.tar.gz
# cd /YF2410
```

然后执行脚本文件:

```
# ./YFINSTALL.sh
```

执行完毕后,基于嵌入式 Linux 系统的交叉编译开发环境 (arm-linux-gcc-2.95.3) 就安装成功了^[4]. 同时也安装了一个名为 tftp-server 的 FTP 服务器,为了简化后续研发的可操作性,设置其工作路径为 /tftpboot.

2.2 Linux 内核的配置与编译

进入内核文件夹,对内核进行配置与编译,选择 Load an Alternate Configuration File 作为交互接口,在对话框中输入配置文件的路径 arch/arm/defconfigs/smdk2410 (该路径应与原始路径匹配),执行以下命令:

```
YFLoader# bon part 0 192k1M 31M
YFLoader# tftp 0x30008000 YFloader.bin
YFLoader# tftp 0x30008000 zImage
YFLoader# tftp 0x30008000 root _
china.cramfs
```

```
YFLoader# load flash 0x40 0x1b000000 root
```

执行完毕后,重新启动从机, LCD 上将出现 QT 的定标程序,如图 1 所示.



图 1 QT 的定标界面

定标后就进入 QT 的开发阶段. 至此,嵌入式 Linux 内核已在从机上安装完成.

3 应用程序的设计

3.1 QT 窗口的设计与编译

进入 QT Designer 编译环境,新建一个项目 hello.pro,编写一段名为“hello”的 C++ Source File^[5],将源文件命名为 hello.cpp. 然后打开终端,进入源文件所在目录,然后键入:

```
# qmake hello.pro
# make
```

此时产生一个名为 hello 的可执行文件,然后运行它: # ./hello. 结果如图 2 所示.



图 2 Qt 窗口的执行结果

3.2 建立主机(X86)的 Qt/E 开发环境

由于 Qt/E 采用 Framebuffer 作为底层图形接口,所以要使用 Qt/E,就必须启动 Framebuffer 的驱动程序. 由于在默认的情况下, Linux 是没有配置帧缓冲驱动的,因此需要开启 Linux 下的帧缓冲. 具体方法如下:

(1) 建立 X86 平台上运行的 Qt/E 开发环境^[6], 修改环境变量并安装 tmake:

```
export TMAKEDIR=$PWD/tmake-1.11
export TMAKEPATH=$TMAKEDIR/lib/
qws/linux-x86-g++
```

```
export PATH=$TMAKEDIR/bin:$PATH
```

(2) 安装 Qt/E2.3.7:

解压 Qt/E2.3.7 后,进入相关路径下,如上步所示,进行环境变量的设置,然后执行 make 命令:

```
make sub-src.
```

(3) 编译 Qt/X11 2.3.2:

解压 Qt/X11 2.3.2 后,依次执行:

```
cd qt-2.3.2
```

```
make -C tools/qvfb
```

此时, QT/X11 已经可以向 Qt/E 提供 designer 工具和 qvfb 开发工具了,同时基于 X86 体系下的 Qt/E 开发环境已建立完毕.

3.3 建立从机(ARM)的 Qt/E 开发环境

建立 ARM 的 QT/E 环境与建立 X86 的环境的方法基本上是一样的,在 ARM 平台上使用的库和 X86 上使用的库有所不同,所以需要在编译时,添加相应的参数有所不同^[7]. 更改:

```
./configure - qvfb - depths 4,8,16,32 -
qconfig 为: ./configure - xplatform linux-arm-g++ -
platform linux-x86-g++ - qvfb - depths,
8,16,32.
```

然后就会在 qt-2.3.7/lib 中产生在 ARM 体系下所要用的库.

(1) 利用 Qt Designer 设计交互接口,需要将 *.ui 文件转换为 *.h 文件和 *.cpp 文件. 执行以下命令即可完成转换:

```
uic - ohui. h hui. ui
```

```
uic - ohui. cpp - i hui. h hui. ui
```

(2)编写一个 *.pro 文件,用来生成 Makefile 文件,该文件格式比较固定.

(3)Qt/E 应用程序在主机上的编译与运行:

进入 tmake 路径,在 QT/E 编译与执行前预先设置 TMAKE 与 QT/E LIB 环境,即:

```
# export TMAKEDIR TMAKEPATH PATH
```

然后设置 qt-2.3.7 路径下的环境变量:

```
# export QTDIR QTEDIR PATH LD_LIBRARY_PATH
```

```
= $QTDIR/lib: $LD_LIBRARY_PATH
```

```
# tmake - o Makefile hui. pro
```

```
# make
```

```
# ./qxfb &
```

```
# ./hui - qws
```

在 qxfb 程序打开的窗口中将出现相应程序的显示,如图 3 所示.

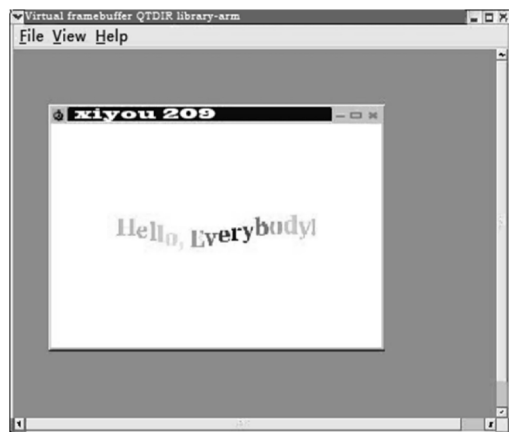


图 3 主机上的模拟平台仿真结果

通过对环境变量的配置,在 Qt Designer 里开发的交互界面已能完整的在主机上的 Linux 上显示.再通过交叉编译,即可产生可以在 ARM 体系下运行的可执行代码.

(4)应用程序在从机上的编译与运行:

基于嵌入式 Linux 的开发流程,需要在 ARM 板上设置 TMAKE 与 QT/E LIB 环境,基本参数设置和主机上的设置方法是一样^[8].只是在设置 tmake 的 TMAKEPATH 和 QT/E 的 LD_LIBRARY_PATH 路径时有所不同.需要将:

```
export TMAKEPATH=
```

```
$ TMAKEDIR/lib/qws/linux-x86-g++
```

改为:

```
export TMAKEPATH=
```

```
$ TMAKEDIR/lib/qws/linux-arm-g++
```

将 QT/E 的 LD_LIBRARY_PATH 指向 ARM 平台产生的库,将相关路径改为:

```
export LD_LIBRARY_PATH=
```

\$ QTDIR/lib-arm: \$ LD_LIBRARY_PATH 即可.这样,就可以将编译好的程序在 ARM 板上测试了.

4 网络传输与调试

将现已开发成功的应用程序传输到从机上的方法有很多,此处通过网络的 FTP 协议进行主从机之间的通信.具体实现方法如下:

(1)设置 IP 地址:

主机的 IP 地址设置为:192.168.1.102/24

从机的 IP 地址设置为:192.168.1.134/24

(2)开启 Linux 的 FTP 服务,选择服务器设置里面的 service,然后开启里面的 vsftpd 服务:

```
# ./tmp/ftp 192.168.1.102
```

Connected to 192.168.1.102 (192.168.1.102).

```
Password: * * * * *
```

```
230 Login successful. Have fun.
```

```
Remote system type is UNIX.
```

```
Using binary mode to transfer files.
```

```
ftp>cd /root
```

```
ftp>lcd /tmp
```

```
ftp>gethello
```

```
ftp>quit
```

然后执行如下口令,序,

```
# cd /tmp/
```

```
# ./hello
```

通过利用 FTP 方式,将交叉编译成功的应用程序从主机发送到从机,在从机上运行可执行文件所显示界面和主机上的运行结果一致,从而实现主从机之间的相互通信过程,达到了在嵌入式 Linux 系统下,以人机交互界面为例利用网络进行主从机互联互通的开发目的.

5 结束语

本文提出了一套基于嵌入式 Linux 操作系统的主从机网络通信的一种设计方案.实验结果证明:通过构建嵌入式 Linux 开发平台,可以很好地完成主从机之间图形界面的开发、传输和运行,在从机上得

(下转第 124 页)

- ference. [s. l.]:IEEE,2000: 574-586.
- [2] Larrauri J I. A new algorithm for lossless compression applied to two-dimensional static images [C]//Proceedings of the Proceedings of the 6th international conference on Communications and Information Technology, and Proceedings of the 3rd World conference on Education and Educational Technologies. [s. l.]: IEEE,2012;56-60.
- [3] Magli E. Multiband lossless compression ofhyperspectral images [J]. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 2009, 47(4): 1168-1178.
- [4] 籍俊伟,林小竹. 图像编码中的 RLE 方法研究[J]. 石油化工高等学校学报,2004,17(1): 83-87.
- [5] 吴国清,陈虹. 一种科学数据无损压缩方法[J]. 计算机工程与应用,2006,42(5): 172-175.
- [6] 赵军. 图像的无损压缩[J]. 重庆邮电学院学报:自然科学版,2001,13(3):49-52.
- [7] 刘丽莉,付东翔,王亚刚. 一种图像自适应预测分组编码无损压缩方法[J]. 微电子学与计算机,2012,29(10): 148-151.
- [8] Akhter S, Haque M. ECG compression using run length encoding [J]. European signal processing (EU-SIPCO-2010),2010:1645-1649.
- [9] Hauck E L. Data compression using run length encoding and statistical encoding. US4626829A[P]. 1985-08-19.
- [10] Hinds S C, Fisher J L, D'amato D P. A document skew detection method using run-length encoding and the Hough transform[C]//Proceedings of the Pattern Recognition, 1990 Proceedings, 10th International Conference on. [s. l.]:IEEE,1990:464-468.
- [11] Messom C H, Sen Gupta G, Demidenko S N. Hough transform run length encoding for real-time image processing [J]. Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, 2007, 56(3): 962-967.

作者简介:



姚丹丹 女,(1987-),博士研究生. 研究方向为空间信息技术、智能信息处理.

陈 军 男,(1979-),博士. 研究方向为遥感与 GIS 技术及应用.

卢涵宇 男,(1978-),博士. 研究方向为智能信息处理、3S 技术应用.

苗 放 男,(1958-),博士,教授,博士生导师. 研究方向为空间信息技术及应用.

(上接第 120 页)

到运行结果和主机上的运行结果保持一致. 基于此, 可以将主从机之间的互联互通方式进行推广, 并可将现有研究成果应用于远程控制.

参考文献:

- [1] 杨晖,胡永建,林志泉. 基于 Linux 和 S3C2410A 嵌入式图像传输系统设计[J]. 微计算机信息,2007,23(32):20-24.
- [2] 肖儿良,毛海军,鞠军平,等. 基于开源软件 MJPG_Streamer 的智能视频监控系统设计[J]. 微电子学与计算机,2013,30(006): 84-87.
- [3] 刘昌举,戴基智,龙再川,等. 基于嵌入式 Linux 和 S3C2410A 的远程 CCD 图像采集系统[J]. 半导体光电,2006,27(6):777-783.
- [4] 何剑锋,李祥,何月顺,等. 基于 S3C2410A 的嵌入式 LINUX 下 OLED 模块驱动设计[J]. 液晶与显示,2010,5(1):90-94.
- [5] Yun Sin-quan,Lu Qiang,Qian Pei-del. One implementation of Linux application based on Qt/Embedded[J]. Computer Application and Software, 2006, 23 (2): 105-107.
- [6] Liu C L, Layland J W. Scheduling algorithms for multiprogramming in a hard real-time environment [J]. Journal of the ACM,1973,20(1):44-61.
- [7] 杨继华,严国萍. 基于嵌入式 Linux 与 S3C2410A 平台的视频采集[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2004,3(11):69-72.
- [8] Tian Lei. The protection of water resources environmental based on embedded linux system[J]. Water Resource and Environmental Protection,2011,3(2):2096-2099.

作者简介:



田 磊 男,(1980-),博士生,讲师. 研究方向为嵌入式系统、嵌入式 Linux 系统的图形研究.