

S3C2440 平台上的视频监控系统的研究与实现

刘升, 马进

(安徽工业大学 电气工程学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要:视频监控系统已经逐步渗透到了社会生活中的各个领域。随着视频压缩技术、数据传输等相关技术的不断发展,传统的视频监控方式很难满足用户的需要。文中介绍了一种基于 S3C2440 嵌入式平台的视频监控系统,并通过局域网传输使得网内的计算机可以实时地获得视频图像,从而可以达到远程监控的目的。鉴于 Linux 内核的开源及其稳定性,采用其作为操作系统,从而使整个系统具有较好的实时性和稳定性。从系统整体出发简要地阐述了系统的功能原理、部分硬件模块的设计方案,描述了嵌入式系统开发的流程、嵌入式系统开发环境的搭建步骤并介绍了 Linux 操作系统下基于视频采集编程接口 Video4Linux 的视频采集流程。

关键词:ARM; S3C2440; Linux; Video4Linux; USB

中图分类号:TP277

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)07-0240-04

The Video Surveillance System Based on S3C2440 Platform

LIU Sheng, MA Jin

(Department of Electrical Information Technology, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: The video surveillance system has permeated into various fields in our life step by step. Along with the continuous development of many techniques such as the video compression technique, the data transmission technique, and so on, many traditional methods of video surveillance can hardly satisfy our requirement. Introduce a method of the video surveillance system based on S3C2440, and any computers which are under the same network can capture the real-time video image through the LAN, by this means, a method of remote monitor can be achieved. In view of the feature of open source and the stability of the Linux core, this program adopt the Linux OS to make the whole system attain a higher feature of real-time and stability. Take the video surveillance system as a whole and present the principle of the system, the design program of parts of hardware module, describe the flow of the embedded system development, the step of the establishment of the development environment and the flow of video capturing based on the programming interface - Video4Linux - in the Linux operation system.

Key words: ARM; S3C2440; Linux; Video4Linux; USB

0 引言

视频监控系统在工业、军事、民用领域有着广泛的应用,为这些行业的安全防范和环境监控起到了不可忽视的作用^[1]。近年来,基于嵌入式系统的视频监控系统在不断地发展,目前的主流研究方向中有采用 DSP 处理器对图像进行采集和处理的,有采用 DSP 和 ARM 组合的,还有采用 ARM 的。

文中采用直接使用 ARM 体系,并采用 Linux 操作系统,这样,既简化了硬件设计,又保证了系统的可靠性。

1 系统结构

整个系统利用局域网和嵌入式设备实现远程视频监控。鉴于 C/S 结构(Client/Server 结构)客户端响应速度快、适用于局域网等优点^[2],本系统采用 C/S 结构,即客户端和服务端结构。Client 和 Server 之间通常相距一定的距离,Client 程序的任务是将用户的要求提交给 Server 程序,再将 Server 程序返回的结果以特定的形式显示给用户;Server 程序的任务是接收客户程序提出的服务请求,进行相应的处理,再将结果返回给客户程序。服务器端通过 USB 摄像头采集实时的视频数据,经过处理器压缩再通过以太网传输到视频监控客户端。

系统中 Server 端通过 USB 摄像头采集视频数据并完成数据的压缩和发送,Client 端完成视频数据的接收解包和回放。

收稿日期:2009-11-23;修回日期:2010-03-08

基金项目:安徽省自然科学基金项目(KJ2007B244)

作者简介:刘升(1970-),男,副教授,研究方向为图像处理、视频监控。

2 硬件部分

硬件的主体是采用友善之臂公司的 MINI2440 开发板,该板采用了三星公司的 S3C2440^[3]处理器,并采用稳定的 CPU 内核电源芯片和复位芯片来保证系统运行时的稳定性。

处理器内部集成了 arm920t 的核,资源丰富,带独立的 16kB 的指令 cache 和 16kB 的数据 cache、LCD 控制器、RAM 控制器、NAND 闪存控制器、3 路 UART、4 路 DMA、4 路带 PWM 的 timer、并行 I/O 口、8 路 10 位 ADC、Touch Screen 接口、I2C 接口、I2S 接口、2 个 USB 接口控制器、2 路 SPI,主频最高可达 533MHz。在此基础上,开发板还配备了 64M SDRAM、64M Nand Flash、2M Nor Flash、1 个 100M 以太网 RJ-45 接口、1 个 USB Host、1 个 USB Slave B 型接口、1 个 2.0mm 间距 10 针 JTAG 接口^[4]。

本系统的硬件结构图如图 1 所示。

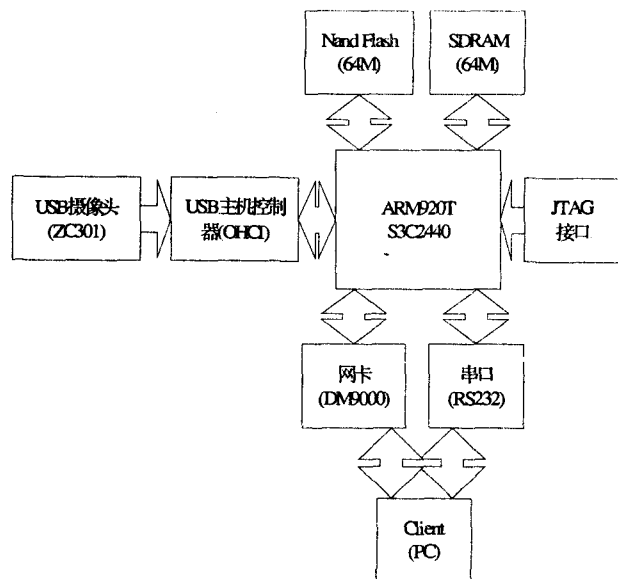


图 1 系统硬件结构图

2.1 系统存储电路

图 1 中的 Nandflash 和 SDRAM 为系统所使用的外围存储单元。Nandflash 中包括系统启动程序 Boot-loader(本系统中使用的是 U-Boot 1.1.6)、Linux 内核(本系统中使用的是 Linux 2.6.22.6)、文件系统(本系统中使用的是 yaffs)、应用程序以及环境变量和系统配置文件等。SDRAM 读写速度快,系统运行时把它作为内存单元使用。本系统采用三星公司生产的 K9F1208U0M Nandflash 和现代公司生产的 HY57V 系列的 SDRAM 芯片。

K9F1208 与 S3C2440 处理器的连接图如图 2 所示,包括 8 个 I/O 引脚(IO0~IO7)、5 个使能信号(nWE、ALE、CLE、nCE、nRE)、1 个状态引脚(RDY/

B)、1 个写保护引脚(nWP)。地址、数据和命令都是在这 8 个 I/O 引脚传输。写地址、数据、命令时,nCE、nWE 信号必须为低电平,它们在 nWE 信号的上升沿被锁存。命令锁存使能信号 CLE 和地址锁存信号 ALE 用来区分 I/O 引脚上传输的是命令还是地址。

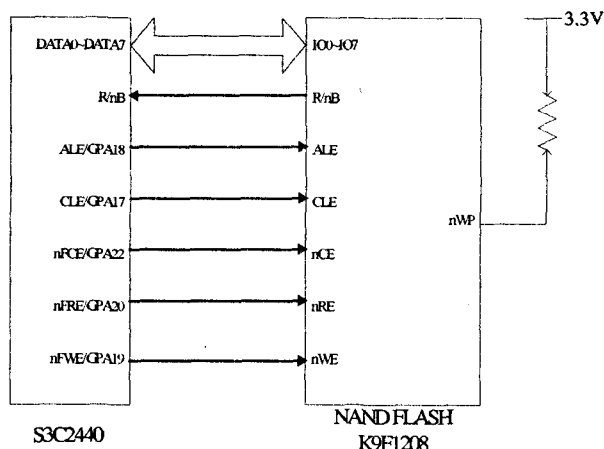


图 2 S3C2440 与 Nandflash 的硬件连线

2.2 网络模块

本系统采用 DM9000 扩展网络接口,DM9000 是一款高度集成的、低成本的单片快速以太网 MAC 控制器,含有带有通用处理器接口、10M/100M 物理层和 16kB 的 SRAM。S3C2440 通过地址、数据、控制线以及片选信号线对 DM9000 网络芯片进行控制和通信。DM9000 与 S3C2440 的链接如图 3 所示,DM9000 与 S3C2440 的 16 位数据总线相连,地址线只用到一条: ADDR2,这是由 DM9000 的特性决定的;DM9000 的地址信号和数据信号复用,使用 CMD 引脚来区分它们。访问 DM9000 内部寄存器时,需要先将 CMD 置为低电平,发出地址信号;然后将 CMD 置为高电平,读写数据。DM9000 由 S3C2440 的 nGCS4 信号选通,其

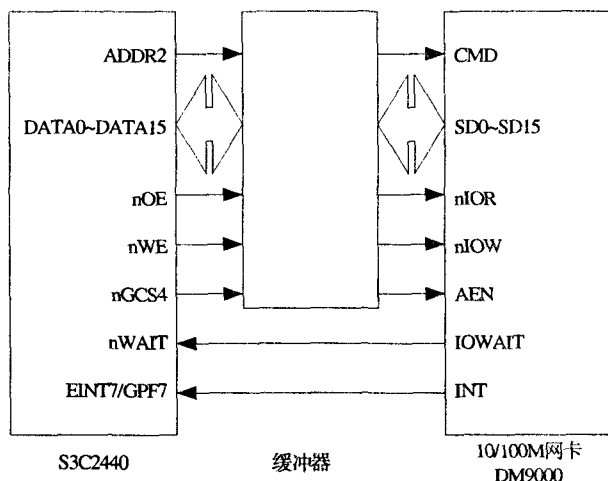


图 3 DM9000 网卡连线图

INT 端用来产生中断信号。

2.3 USB 接口、RS232 接口、JTAG 接口

本系统还用到 USB 接口、网卡接口、RS232 接口和 JTAG 接口。

在实时监控状态下,摄像头采集的图像数据通过 USB 接口传输到 USB 主机控制器上,然后再由 USB 主机控制器交由 S3C2440 处理器集中处理。S3C2440 对采集到的数据进行实时编码压缩,然后直接传输到发送缓冲区中,等待发送。

USB(Universal Serial Bus),即“通用串行外部总线”,在各种场所已经大量使用,可以外接硬盘、键盘、鼠标、打印机等多种设备。它接口简单,只有 5V 电源、GND 和两根数据线 D+、D-。其中利用 D+、D- 两条数据线构成的差分线来进行数据传输。在无数据传输时,它们都处于 Idle 状态,当要开始传输数据时,先发一个 sync 信号进行“握手”,而后开始传输,当传输要结束时,发一个 stop 信号,最后又进入 Idle 状态等待新的数据传输^[5]。USB 传输的最小单位是 packet,其传输数据的传输格式、传输方式等是可以灵活定义的,故可以适应各种各样的串行设备。本系统中使用一个 USB Port Type A 接口。其连线如图 4 所示。

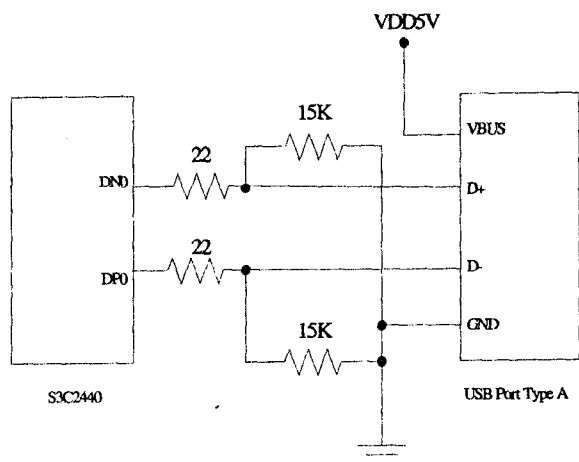


图 4 USB Port Type A 接口连线

RS232 接口与 PC 机串口总线相连,通过 PC 机对嵌入式系统进行相关信息显示和控制。JTAG 接口主要将程序烧写到 flash 中,并通过其对系统进行调试。

3 软件部分

3.1 嵌入式开发环境的建立

通常嵌入式开发都采用交叉编译的方式,一般在 PC 上建立交叉编译环境,称之为宿主机;程序运行的开发板称之为目标板。整个开发过程就是让程序在宿主机上编译,调试程序,下载到目标板上运行^[6]。

嵌入式 Linux 系统从软件的角度通常可以分为引

导加载程序, Linux 内核, 文件系统和用户应用程序。引导加载程序包括固化在固件(firmware)中的 boot 代码(可选)和 Bootloader 两大部分。本系统采用 U-Boot 1.1.6 作为系统的启动程序 Bootloader。Bootloader 在系统上电时开始执行,初始化硬件设备,准备好软件环境,最后调用操作系统内核。下载其源码,并根据开发板的硬件资源做相应修改,建立针对所使用开发板的配置。配置完成后,执行“make all”即可编译。将生成的 U-Boot.bin 文件烧写入 Nandflash 后启动,就可以在串口工具中看到提示信息,可以输入各种命令操作 U-Boot 了^[7]。

本系统采用的 Linux 内核版本为 2.6.22.6。下载 Linux 内核源代码后首先配置、编译内核,确保内核可以正确编译。修改其中的 Makefile 及其相关的配置文件后就可以直接使用“make menuconfig”进入配置界面进行相关配置了。最后是编译生成内核,执行“make”命令将在顶层目录下生成内核映像文件 vmlinux;执行“make uImage”除生成 vmlinux 外,还在/arch/arm/boot/目录下生成 U-Boot 格式的内核映像文件 uImage^[8]。本系统中使用“make uImage”命令。

仅有 U-Boot 和 Linux 内核,是不能和目标板交互的,还需要一个文件系统。文件系统包括根文件系统和建立于 Flash 内存设备之上的文件系统。里面包含了 Linux 系统能够运行所必需的应用程序、库等^[9]。本系统通过移植 Busybox 构建一个 yaffs 格式的文件系统。这样就成功地在目标板上建立起了可以与目标板交互的开发环境。

3.2 Video4Linux 视频采集编程接口

Video4Linux(简称 V4L)是 Linux 中关于视频设备的内核驱动,它为针对视频设备的应用程序编程提供一系列的接口函数^[10]。

V4L 为 Linux 下进行视频采集的接口函数主要有 open、read、write、select、mmap 以及 ioctl,这与普通字符设备的驱动接口在形式上是一致的,但是 V4L 为设备控制接口 ioctl 提供了丰富的控制字用来实现对 V4L 设备的管理,它包括对设备信息的查询,帧缓冲的设置,图像属性的设置,图像的捕捉等等^[11]。

Linux 依靠 Frame Buffer(帧缓冲)拉力进行图像显示。Frame Buffer 可以是系统内存也可以是显卡自己的内存,通常视频采集卡可以直接将捕获的视频数据写入到该存储区。Frame Buffer 的驱动程序将图像显示到输出设备上。V4L 提供了 VIDIOC_SFBUF 控制字为直接写 Frame Buffer 的视频采集设备设定必要参数,这些参数被定义在结构 video_buffer 中:

```
struct video_buffer
```

```

void * base; /* 帧缓冲区的物理基地址 */
int height; /* 帧缓冲区的高度 */
int width; /* 帧缓冲区的宽度 */
int depth; /* 帧缓冲区的深度 */
int bytesperline; /* 一行像素所占用的字节数 */

```

图像属性被保存在结构 video_picture 中, V4L 提供了 VIDIOCGPICT 和 VIDIOCSPICT 两个控制字用于对图像属性的查询和设置^[12]。video_picture 的定义如下:

```

struct video_picture
{
    _u16 brightness; /* 图像亮度 */
    _u16 hue; /* 图像色调 */
    _u16 colour; /* 图像色度 */
    _u16 contrast; /* 图像对比度 */
    _u16 whiteness; /* 灰度 */
    _u16 depth; /* 图像深度 */
    _u16 palette; /* 调色板 */
    #define VIDEO_PALETTE_GREY 1
    #define VIDEO_PALETTE_HI240 2
    #define VIDEO_PALETTE_RGB565 3
    #define VIDEO_PALETTE_RGB24 4
    #define VIDEO_PALETTE_RGB32 5
    #define VIDEO_PALETTE_RGB555 6
    #define VIDEO_PALETTE_YUV422 7
    #define VIDEO_PALETTE_YUVV 8
    #define VIDEO_PALETTE_UYVY 9
    #define VIDEO_PALETTE_YUV420 10
    #define VIDEO_PALETTE_YUV411 11
    #define VIDEO_PALETTE_RAW 12
    #define VIDEO_PALETTE_YUV422P 13
    #define VIDEO_PALETTE_YUV411P 14
    #define VIDEO_PALETTE_YUV420P 15
    #define VIDEO_PALETTE_YUV410P 16
}

```

本系统选用的 USB 摄像头的配套芯片为 ZC301 系列, ZC301 是一个专用的数字摄像芯片到 USB 接口的转换芯片, 内含数字摄像芯片接口、DRAM 接口、实时图像压缩引擎、USB 接口、I2C 接口、FIFO 接口等。通过 ZC301 芯片就可以将采集的图像数据通过 USB 接口传送给 Linux 系统区处理。

Linux 下视频采集程序的流程如图 5 所示。Linux 对设备的操作均映射到对设备文件的操作, 故开启设备阶段直接调用文件系统的 open 接口: grab_fd = open("/dev/video0", O_RDWR), 其中 /dev/video0 即为建立的设备文件节点, 开启设备成功时, grab_fd 为

返回的设备文件描述符。对设备信息的获取使用控制接口 ioctl (grab_fd, VIDIOCGCAP, &grab_cap), 其中的 grab_cap 用来保存获取的设备信息。对图像信息的获取使用控制接口 ioctl (grab_fd, VIDIOCGPICT, &grab_pic), 其中的 grab_pic 用于保存获取的图像信息。对采集缓冲区的内存映射使用接口 grab_data = mmap (0, grab_size, PORT_READ | PORT_WRITE, MAP_SHARED, grab_fd, 0), 其中 grab_size 为所映射缓冲区的大小, grab_fd 为设备文件描述符, grab_data 为采集缓冲区映射到内存的首地址^[13]。视频数据的捕捉本系统使用接口 ioctl (grab_fd, VIDIOCMBCAPTURE, &grab_buf) 将数据直接采集到 grab_data 中, 并且必须调用接口 ioctl (grab_fd, VIDIOCSYNC, &grab_buf) 等待一帧数据采集完毕。数据采集成功后就可以有选择地进行图像数据的处理工作了。

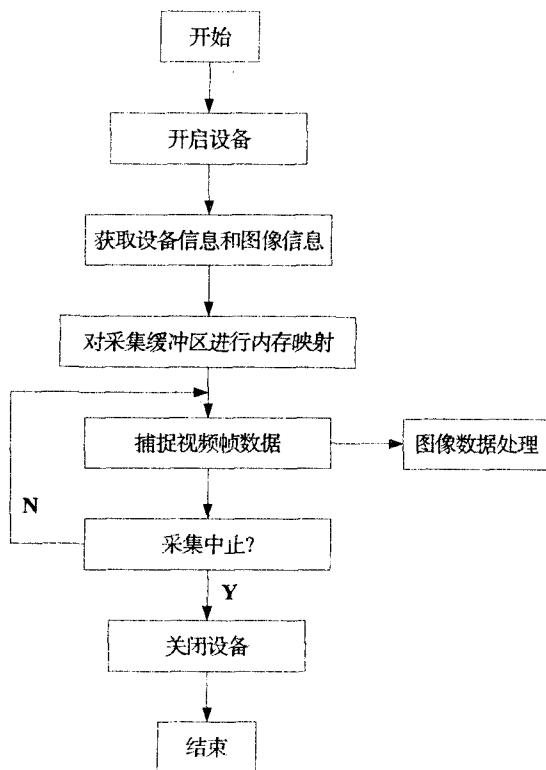


图5 基于 Video4Linux 的视频采集流程

4 结束语

文中是在嵌入式网络视频监控系统的课题背景下整理成文的, 目前整个系统可以稳定运行。客户端可以接收到稳定、连续的视频画面, 图 6 所示为本系统所抓取的 JPEG 格式的样图。文中介绍了一种基于 ARM 的视频监控系统的设计方案, 对嵌入式系统开发的流程、开发环境的建立等做了相关阐述。本系统和

(下转第 249 页)

4 结束语

介绍了一个新的具有高抗 churn 能力的常数度 P2P 系统——CT-Cycloid。通过理论分析和仿真实验证明了 CT-Cycloid 具有以下优良特性:路由和定位开销低 ($O(\log S)$), 一般结构化 P2P 系统为 $O(\log N)$, 其中 $S = N/\log N$ 、查询跳数少, 与 Cycloid 相比在 churn 环境下查询具有更高查询命中率、更少的平均路径长度和更少的查询时间。

下一步工作是通过仿真实验检验 CT-Cycloid 的负载均衡情况以及在稳定的网络规模发生较大变化的时候, CT-Cycloid 系统能否及时有效地演变来保证网络的正常运行。

参考文献:

- [1] 陈贵海, 李振华. 对等网络: 结构, 应用和设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [2] 张联峰, 刘乃安, 钱秀祺, 等. 综述: 对等网(P2P)技术[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(12): 142-145.
- [3] 吴国庆. 对等网络技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 100-103.
- [4] 杨冬, 董平, 张宏科. 对等网络 Churn 问题评估模型与分析[J]. 通信学报, 2007, 28(6): 39-47.
- [5] 张宇翔, 杨冬, 张宏科. P2P 网络中 Churn 问题研究[J]. 软件学报, 2009, 20(5): 1362-1376.
- [6] Shen H Y, Xu C Z, Chen G H. Cycloid: A new constant degree and lookup efficient P2P overlay network[C]//In: Proceedings of International Parallel and Distributed Symposium (IPDPS'04, Santa Fe). [s.l.]: [s.n.], 2004.
- [7] 陈贵海, 须成忠, 沈海英, 等. 一种常数度数的覆盖网络结构[J]. 计算机学报, 2005, 28(7): 1084-1095.
- [8] Stutzbach D, Rejaie R. Understanding churn in peer-to-peer networks[C]//In: Proc. of the 6th ACM SIGCOMM on IMC. New York: ACM Press, 2006: 189-202.
- [9] Bustamante F E, Qiao Y. Friendships that last: Peer lifespan and its role in P2P protocols[C]//In: Proc. of the 8th Int'l Workshop on Web Content Caching and Distribution (WCW 2003). Norwell: Kluwer Academic, 2003: 233-246.
- [10] Bustamante F E, Qiao Y. Designing Less-structured P2P Systems for the Expected High Churn[J]. In IEEE/ACM Trans. on Networking, 2008, 16(3): 617-627.
- [11] Pandurangan G, Jagannathan S. A Simple Churn-Tolerant Structured Peer-to-Peer Scheme[EB/OL]. 2008. <http://www.cs.purdue.edu/homes/gopal/p2p-final.pdf>.
- [12] Roderio-Merino L, Ant A F, Lpe L, et al. Self-managed topologies in P2P networks[M]//In: Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking. North-Holland, Inc: Elsevier, 2009.

(上接第 243 页)

市场上其他视频监控系统相比, 开发周期短、价格低廉, 适用于对视频图像要求不高的场合。

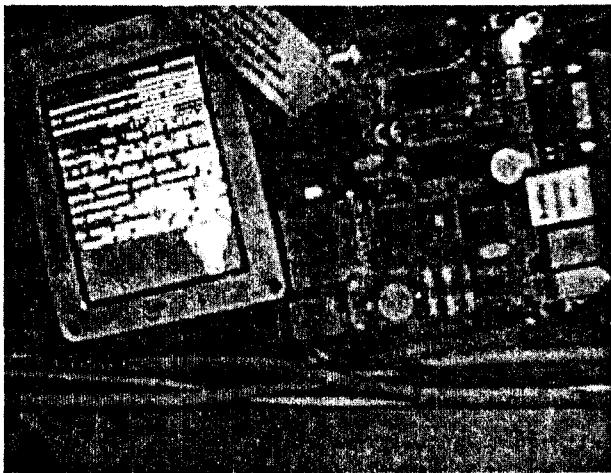


图6 Server端实时视频图像

参考文献:

- [1] 李侃, 廖启征. 基于 S3C2410 平台与嵌入式 Linux 的图像采集应用[J]. 微计算机信息, 2006, 22(2-3): 125-127.
- [2] 嫣红国. 三层客户/服务器结构信息系统优化技术探讨[J]. 微机发展(现更名: 计算机技术与发展), 2002, 12(4): 27-29.
- [3] Samsung Electronics. S3C2440A user's manual preliminary[M]. revision 0.14. [s.l.]: [s.n.], 2004.
- [4] 韦东山. 嵌入式 Linux 应用开发完全手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [5] ATMEL Co. Ltd. Low-cost USB Hub Controller AT43301[M]. [s.l.]: [s.n.], 1998.
- [6] 冯世奎. 基于 ARM 的 Linux 嵌入式系统移植的研究与应用[D]. 成都: 电子科技大学, 2006: 1-2.
- [7] 李明. ARM Linux 的移植过程及分析[J]. 电子设计应用, 2003(7): 55-57.
- [8] 刘振纲, 刘成安, 卢剑翔. 移植标准 Linux 到 S3C2410[J]. 微计算机信息, 2006(11): 152-153.
- [9] Yaghmour K. 构建嵌入式 LINUX 系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [10] 胡永红. 智能多路视频监控系统的设计[J]. 微机发展(现更名: 计算机技术与发展), 2001, 11(2): 75-76.
- [11] Yang L T. Embedded software and systems[M]. Berlin: Springer, 2005.
- [12] WALL K. GNU/Linux 编程指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [13] 倪继利. Linux 内核分析及编程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.