

基于 ARM11 的嵌入式无线视频终端的设计

张宏祥, 李宇成

(北方工业大学 自动化系, 北京 100144)

摘要: 随着无线局域网的广泛应用, 为了在嵌入式系统中整合无线局域网宽带通信技术进行视频传输; 提出一种基于 ARM11 硬件平台和嵌入式 Linux 操作系统的无线视频终端系统的设计方案, 给出系统的总体设计和主要功能模块的实现, 其中包括视频采集模块、无线视频传输模块的硬件设计, 嵌入式 Linux 的驱动程序移植、H.264 数字视频压缩及应用程序实现等; 该系统实现了 802.11 无线局域网内的视频传输, 实时监测网络的数据流量和拥塞状况, 提高网络传输质量, 保证视频播放流畅性, 可靠性高且易于使用; 实践证明本系统稳定性高, 实时性好, 运行可靠, 可应用于视频监控领域。

关键词: 无线局域网; 嵌入式 Linux; ARM11

Design of Wireless Video Terminal Based on ARM11

Zhang Hongxiang, Li Yucheng

(Department of Automation, North China Univ. of Tech. Beijing 100144, China)

Abstract: Along with the widespread application of the Wireless Local Area Network, in order to integrate wireless LAN embedded systems for video transmission of broadband communication technology, proposed a hardware platform based on ARM11 Linux operating systems and embedded wireless video terminal system design. Describes the system's collectivity design and main modules of the design and implementation, including video capture module, wireless video transmission module hardware design, embedded Linux driver transplantation, H.264 digital video compression and application implementation, etc. The system implements the 802.11 wireless LAN Video Transmission, Real-time monitoring of network traffic and congestion conditions, Improve the quality of network transmission, To ensure smooth playback of video, High reliability and easy to use. Testing result indicates that the system of high stability, real time, and reliable operation, Can be applied to video surveillance.

Key words: wireless LAN; embedded Linux; ARM11

0 引言

随着无线通信技术和计算机网络技术的飞速发展, 无线网络传输带宽的不断提高, 实时数据传输能力不断增强, 无线局域网日益普及, 使得基于无线局域网的视频传输成为研究热点。与有线网络相比, 无线网络具有组网灵活、可扩展性好、便携性好、网络改造方便、维护费用低等优点。

目前, 视频处理主要使用专用的编码芯片通过 DSP 进行编码运算及压缩处理^[1], 软硬件复杂; 视频传输通过 RTP 协议进行网络传输^[2]。本文给出一种基于嵌入式 Linux 操作系统, 采用 ARM1176JZF-S 内核的 S3C6410X^[3] 嵌入式微处理器为硬件平台的无线视频终端系统, 该系统可将经过 H.264 压缩编码后的视频图像通过 802.11 无线网络^[4-5] 传输到服务器, 以实现视频图像的分析、存储和显示功能。

S3C6410X 是一款高端嵌入式设备开发平台, 集成多格式编解码器 (MFC) 支持 H.263/H.264 编解码, 支持嵌入式设备的软硬件开发。以往的视频监控系统多为采用 MPEG-4 标准^[6], 而新一代视频压缩标准 H.264^[7] 是面向无线网络和因特网的视频图像编码与传输技术, 相对 MPEG-4 标准, 除了增强网络适应能力外, 对带宽的要求较少, 大幅度提高了压缩编码效率, 在相同的码率下能够获得更高的主观质量。

1 系统总体设计

本设计以 S3C6410X 高性能嵌入式处理器为核心硬件平台, 主频最高可达到 800MHz, 以嵌入式 Linux 为操作系统, 以 802.11b/g 无线通信模块 WM-G-MR-9 为核心通信单元、芯片组为 Marvell 88W8686, 基于 CCD 模拟视频采集的嵌入式无线视频终端。根据功能需求及 ARM11 的 MFC 技术, 终端系统采用“硬件平台+嵌入式操作系统+应用软件”的系统架构来设计。硬件平台以 S3C6410X 为核心, 硬件设计采用核心板加主板的设计方式, 并辅以必要的外围电路。软件部分包括嵌入式操作系统和驱动、应用软件。采用模块化的设计, 开发平台友好, 应用层软件主要是视频信号处理程序和无线网络传输协议程序。嵌入式无线视频终端系统体系结构框图如图 1 所示。

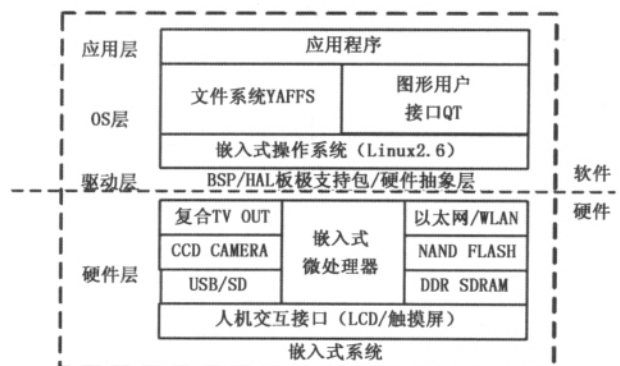


图 1 系统体系结构框图

2 系统硬件设计

本无线视频终端的硬件主要由 ARM1176JZF-S 架构嵌入式处理器、802.11b/g 无线通信模块、DDR SDRAM (128 MB)、NAND FLASH (256MB)、以太网、主从 USB、TFT 液晶屏 (真彩, 分辨率 800×600)、触摸屏 (四线电阻式)、模拟视频输入模块 TVP5150A 以及人机接口模块等组成, 系统硬件组成如图 2 所示。

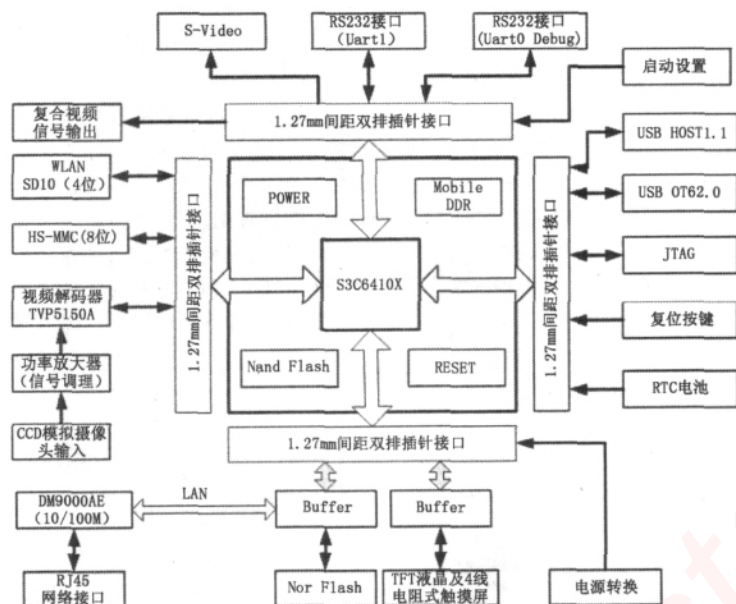


图 2 系统硬件组成

由于 S3C6410X 为 0.5mm 为高密度的 BGA 封装, 核心板需采用盲埋孔的设计工艺^[8]。BGA 内部线宽线距为 0.08mm, 全局 0.1mm, via-pad (0.1mm/0.25mm 激光孔), 全局过孔 0.2mm/0.4mm; 八层板的层叠结构为: S-S-G-S-P-G-S-G。主板采用四层板设计, 层叠为 S-P-G-S。

2.1 视频采集模块

S3C6410X 是一款低功耗、高性价比、高性能的用于移动电话和通用处理的 RSIC 处理器, 支持 ITU-R BT. 656/601 视频输入接口, 摄像机接口接收 ITU 标准的图像数据, 不能直接接收 CCD 摄像机输出的模拟视频信号, 因此只需要再加一片 TVP5150A^[9] 视频解码芯片, 就可以完成硬件系统的搭建。

TVP5150A 是 TI 推出的一款超低功耗的高性能混合信号视频解码芯片, 可自动识别 NTSC/PAL/SECAM 制式的模拟信号, 按照 YCbCr4: 2: 2 的格式转化成数字信号, 以 8 位内嵌同步信号的 ITU-R BT. 656 格式输出。具有价格低、体积小、操作简便的特点。S3C6410X 对 TVP5150A 芯片的操作是通过 I²C 总线来实现。模拟摄像头的分辨率选用 720×576 的标清格式, 能满足视频采集的需要。

2.2 无线通信模块

本设计选用 SDIO 接口的 WLAN 模块进行连接, SDIO 接口模式分为 1 位数据、4 位数据两种, 系统为 4 位数据线 SDIO 接口方式。该系统通过使用 WM-G-MR-9 无线通信模块在无线视频终端与后端接收路由器之间构建无线局域网, 实现点对点的无缝连接。该无线模块可与 S3C6410X 集成的 SDIO 接口直接相连, 传输速率可达到 54MB/s, 室内最远距离为 50m, 室外最远距离为 500m,

能够满足局域网内视频传输的要求。

WM-G-MR-9 整合了射频收发、基带控制、MAC、外存、电源管理、CPU 和外设控制等全部功能。无线局域网由无线视频终端、天线, 通过 AP 接入点经防火墙访问 Internet, 集中模式的拓扑结构参见图 3。

3 系统软件设计

系统软件主要包括操作系统、驱动程序^[10]和应用程序。选用内核版本 2.6 的 Linux 操作系统。将 WLAN 驱动模块、视频采集模块以及其他基本模块通过交叉编译移植到 S3C6410X 上。软件结构示意图如图 4 所示。

3.1 WLAN 设备驱动模块的移植

因为嵌入式 Linux 系统在无线视频终端上运行, 需要将驱动程序移植到嵌入式终端上。通过模块加载的方式, 在已经移植的嵌入式 Linux 平台上进行驱动程序的加载。要支持无线网络设备, linux kernel 需选择 "Wireless Extensions." 目前 SDIO 接口 WLAN 驱动与 MMC/SD 卡驱动不兼容, 如果要使用 SDIO 接口的 WLAN, 在内核配置项中需要将 MMC/SD 驱动去掉。

由于原 Linux2.6.28 的 Makefile 文件并不适合移植, 要先对其修改再进行交叉编译, 最后生成驱动 libertas_sdio.ko 和 libertas.ko 文件。并使用 insmod 命令进行加载 SD8686 驱动。

```
# insmod libertas.ko
# insmod libertas_sdio.ko helper __name=helper __sd. bin fw __name=sd8686. bin
```

加载成功后, 通过 ifconfig wlan0 配置 IP 地址, 用 iwlist wlan0 scanning 搜索附近存在的 AP 站点, 再对网络进行 iwconfig iwpriv 设置 MODE, ESSID, KEY 等参数, 并用 ping 命令测试无线网络是否连通。

3.2 视频解码器驱动的设计

S3C6410X 对 TVP5150A 内部寄存器的访问通过 I²C 总线实现, TVP5150A 作为 I²C 总线的从设备, 地址为 0xB8, 在系统初始化时配置。按照 TVP5150A 数据手册上的寄存器参数, 通过 I²C 进行设置就可以实现对图像的采集。可以根据需要灵活设置采集图像的亮度、对比度、色度以及饱和度等。S3C6410X 通过 I²C 总线对 TVP5150A 操作, I²C 操作的数据结构如下:

```
static struct i2c_driver tvp5150_i2c_driver = {
    .driver = {.name = "tvp5150"},
    .id = I2C_DRIVERID_TVP5150,
    .attach_adapter = tvp5150_attach_adapter,
```

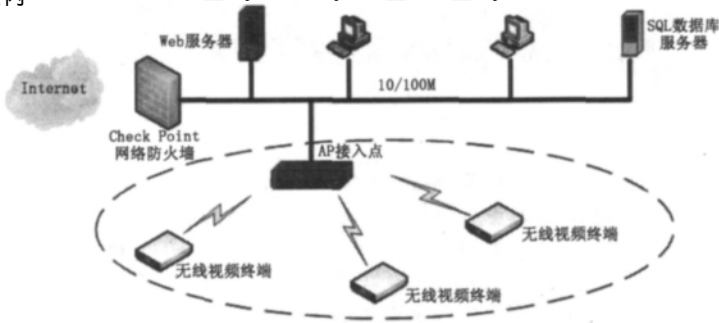


图 3 WLAN 拓扑结构

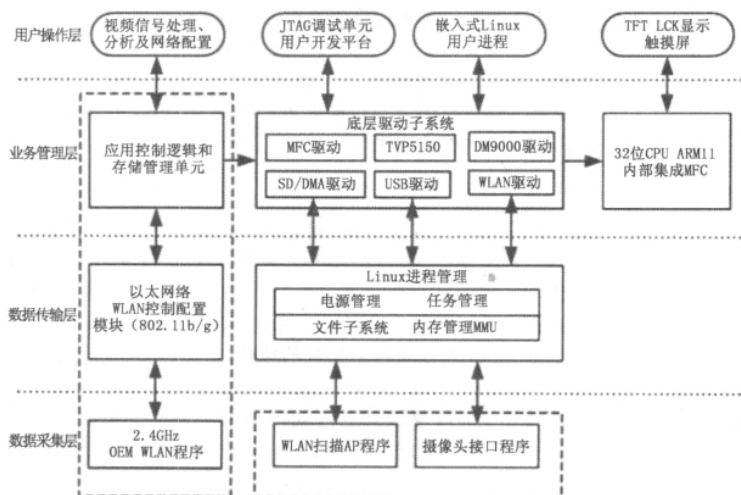


图4 软件结构示意图

```
.detach_client = tvp5150_detach,
.command = tvp5150_command,
};
```

设计驱动主要是实现以上数据结构的接口函数，修改 MakeFile 文件及内核下的 Kconfig-camera 配置文件；调试的主要工作在于 TVP5150A 的内部寄存器正确设置及其改变对输出各信号的影响。

4 实验结果

4.1 视频输出

把 CCD 摄像头接入终端的 AVIN 端口，启动系统并成功加载视频解码驱动，调试阶段采用了 480×272 TFT LCD，后期为了能更好显示摄像头采集到的视频，可使用 640×480 TFT 真彩液晶屏，本系统设计了单路视频显示，将经 S3C6410X 压缩编码转换为标准数字视频信号，直接输出。通过 xshell 运行 camera_test 测试程序，摄像头实时采集回显并输出到 LCD 上，显示的测试结果如图 5 所示。

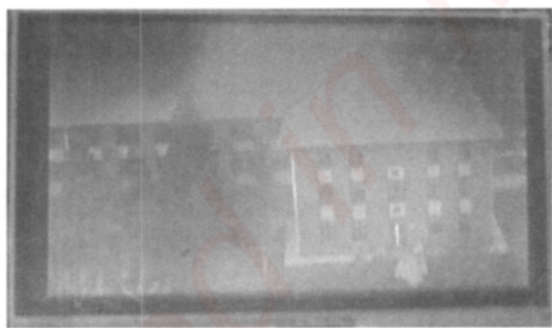


图5 校园教学楼视频输出

4.2 组网应用

通过无线视频终端构成的室内视频监控结构示意图如图 6 所示。本应用的前端部分由模拟 CCD 摄像机、无线视频终端构成；无线路由器、监控终端以及 ADSL 终端组成中心监控网络。无线视频终端主要实现模拟视频信号的 IP 化，模拟视频信号经数字化后产生的数字视频信号采用 H.264 进行压缩编码经过 WLAN 传输，然后通过无线路由器的以太网接口 (LAN 口)，将低码率的视频编码数据以 IP 包的形式传送给客户端，客户端是一台 PC 机。

因 TP-LINK 路由器的 IP 地址为 192.168.1.1，无线数据终端、视频服务器及客户端的 IP 地址与路由器要设为同一网段，前端 3 个无线视频终端分别设为 192.168.1.2~192.168.1.4；由于客户端的视频显示需要 Java 环境，为使浏览器支持 Java 插件，需要安装 JDK；安装 JDK 后，在浏览器的地址栏输入：<http://192.168.1.2> 即可实现此地址无线视频终端的视频的动态传输和浏览。

5 结语

介绍了我们开发的无线视频终端系统，采用可编程视频采集芯片采集模拟视频，通过 S3C6410X 对采集的数字视频进行编码压缩，生成 H.264 码流，然后通过 802.11b/g 无线传输模块将 H.264 视频输出到无线 AP，最后经过无线 AP 转发到服务器进行图像分析及识别。整个系统由微处理器 ARM11 调度管理。由于该系统采用了高性能的处理器 S3C6410X 和嵌入式 Linux 操作系统，能满足无线视频传输的性能要求。

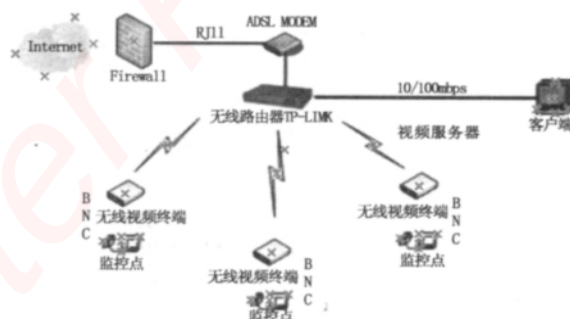


图6 室内视频监控结构示意图

并能通过扩展功能模块满足用户的更高需求。当应用于视频图像识别系统中时，为了降低服务器多路视频图像处理时庞大的运算量，可以把图像算法预处理部分（图像分割、特征提取等）转移到前端的无线视频终端上进行。

参考文献：

- [1] 陈宝远, 韩庭宇. 基于 DM642 的高速网络摄像机的设计 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2009, (6): 135-138.
- [2] 陈明, 等. 基于 H.264 的嵌入式无线视频监控系统 [J]. 微计算机信息, 2008, (5): 10-12.
- [3] USER'S MANUAL S3C6410X RISC Microprocessor Confidential Proprietary of Samsung Electronics Co., Ltd [Z]. 2008.
- [4] Price, R. 无线网络原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [5] 钱晓华, 郭继红. 基于嵌入式 Linux 的无线网卡驱动程序 [J]. 辽宁大学学报: 自然科学版, 2008, (1): 55-57.
- [6] Iain EG Richardson. Transform and Quantization. H.264/MPEG4 Part 10 White Paper [Z]. Mar. 2003.
- [7] 周巍, 史浩山, 周欣. 一种基于 H.264 的有效视频抗误码算法 [J]. 计算机测量与控制, 2006, (10): 1392-1395.
- [8] 周润景, 等. Cadence 高速电路板设计与仿真 (第3版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [9] TVP5150A datasheet [Z]. Texas Instruments Incorporated, March 2004.
- [10] Venkateswaran, S. 精通 Linux 驱动程序开发 (英文版) [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.

嵌入式资源免费下载

总线协议:

1. [基于 PCIe 驱动程序的数据传输卡 DMA 传输](#)
2. [基于 PCIe 总线协议的设备驱动开发](#)
3. [CANopen 协议介绍](#)
4. [基于 PXI 总线 RS422 数据通信卡 WDM 驱动程序设计](#)
5. [FPGA 实现 PCIe 总线 DMA 设计](#)
6. [PCI Express 协议实现与验证](#)
7. [VPX 总线技术及其实现](#)
8. [基于 Xilinx FPGA 的 PCIE 接口实现](#)
9. [基于 PCI 总线的 GPS 授时卡设计](#)
10. [基于 CPCI 标准的 6U 信号处理平台的设计](#)
11. [USB30 电路保护](#)
12. [USB30 协议分析与框架设计](#)
13. [USB 30 中的 CRC 校验原理及实现](#)
14. [基于 CPLD 的 UART 设计](#)
15. [IPMI 在 VPX 系统中的应用与设计](#)
16. [基于 CPCI 总线的 PMC 载板设计](#)
17. [基于 VPX 总线的工件台运动控制系统研究与开发](#)
18. [PCI Express 流控机制的研究与实现](#)
19. [UART16C554 的设计](#)
20. [基于 VPX 的高性能计算机设计](#)
21. [基于 CAN 总线技术的嵌入式网关设计](#)
22. [Visual C 串行通讯控件使用方法与技巧的研究](#)
23. [IEEE1588 精密时钟同步关键技术研究](#)
24. [GPS 信号发生器射频模块的一种实现方案](#)
25. [基于 CPCI 接口的视频采集卡的设计](#)
26. [基于 VPX 的 3U 信号处理平台的设计](#)
27. [基于 PCI Express 总线 1394b 网络传输系统 WDM 驱动设计](#)
28. [AT89C52 单片机与 ARINC429 航空总线接口设计](#)
29. [基于 CPCI 总线多 DSP 系统的高速主机接口设计](#)
30. [总线协议中的 CRC 及其在 SATA 通信技术中的应用](#)
31. [基于 FPGA 的 SATA 硬盘加解密控制器设计](#)
32. [Modbus 协议在串口通讯中的研究及应用](#)
33. [高可用的磁盘阵列 Cache 的设计和实现](#)
34. [RAID 阵列中高速 Cache 管理的优化](#)

35. [一种新的基于 RAID 的 CACHE 技术研究与实现](#)
36. [基于 PCIE-104 总线的高速数据接口设计](#)
37. [基于 VPX 标准的 RapidIO 交换和 Flash 存储模块设计](#)
38. [北斗卫星系统在海洋工程中的应用](#)
39. [北斗卫星系统在远洋船舶上应用的研究](#)
40. [基于 CPCI 总线的红外实时信号处理系统](#)
41. [硬件实现 RAID 与软件实现 RAID 的比较](#)
42. [基于 PCI Express 总线系统的热插拔设计](#)
43. [基于 RAID5 的磁盘阵列 Cache 的研究与实现](#)
44. [基于 PCI 总线的 MPEG2 码流播放卡驱动程序开发](#)
45. [基于磁盘阵列引擎的 RAID5 小写性能优化](#)
46. [基于 IEEE1588 的时钟同步技术研究](#)
47. [基于 Davinci 平台的 SD 卡读写优化](#)
48. [基于 PCI 总线的图像处理及传输系统的设计](#)
49. [串口和以太网通信技术在油液在线监测系统中的应用](#)
50. [USB30 数据传输协议分析及实现](#)
51. [IEEE 1588 协议在工业以太网中的实现](#)
52. [基于 USB30 的设备自定义请求实现方法](#)

VxWorks:

1. [基于 VxWorks 的多任务程序设计](#)
2. [基于 VxWorks 的数据采集存储装置设计](#)
3. [Flash 文件系统分析及其在 VxWorks 中的实现](#)
4. [VxWorks 多任务编程中的异常研究](#)
5. [VxWorks 应用技巧两例](#)
6. [一种基于 VxWorks 的飞行仿真实时管理系统](#)
7. [在 VxWorks 系统中使用 TrueType 字库](#)
8. [基于 FreeType 的 VxWorks 中文显示方案](#)
9. [基于 Tilcon 的 VxWorks 简单动画开发](#)
10. [基于 Tilcon 的某武器显控系统界面设计](#)
11. [基于 Tilcon 的综合导航信息处理装置界面设计](#)
12. [VxWorks 的内存配置和管理](#)
13. [基于 VxWorks 系统的 PCI 配置与应用](#)
14. [基于 MPC8270 的 VxWorks BSP 的移植](#)
15. [Bootrom 功能改进经验谈](#)
16. [基于 VxWorks 嵌入式系统的中文平台研究与实现](#)
17. [VxBus 的 A429 接口驱动](#)
18. [基于 VxBus 和 MPC8569E 千兆网驱动开发和实现](#)

19. [一种基于 vxBus 的 PPC 与 FPGA 高速互联的驱动设计方法](#)
20. [基于 VxBus 的设备驱动开发](#)
21. [基于 VxBus 的驱动程序架构分析](#)
22. [基于 VxBus 的高速数据采集卡驱动程序开发](#)
23. [Vxworks 下的冗余 CAN 通讯模块设计](#)
24. [WindML 工业平台下开发 S1d13506 驱动及显示功能的实现](#)
25. [WindML 中 Mesa 的应用](#)
26. [VxWorks 下图形用户界面开发中双缓冲技术应用](#)
27. [VxWorks 上的一种 GUI 系统的设计与实现](#)
28. [VxWorks 环境下 socket 的实现](#)
29. [VxWorks 的 WindML 图形界面程序的框架分析](#)
30. [VxWorks 实时操作系统及其在 PC104 下以太网编程的应用](#)
31. [实时操作系统任务调度策略的研究与设计](#)
32. [军事指挥系统中 VxWorks 下汉字显示技术](#)
33. [基于 VxWorks 实时控制系统中文交互界面开发平台](#)

Linux:

1. [Linux 程序设计第三版及源代码](#)
2. [NAND FLASH 文件系统的设计与实现](#)
3. [多通道串行通信设备的 Linux 驱动程序实现](#)
4. [Zsh 开发指南-数组](#)
5. [常用 GDB 命令中文速览](#)
6. [嵌入式 C 进阶之道](#)
7. [Linux 串口编程实例](#)
8. [基于 Yocto Project 的嵌入式应用设计](#)
9. [Android 应用的反编译](#)
10. [基于 Android 行为的加密应用系统研究](#)
11. [嵌入式 Linux 系统移植步步通](#)
12. [嵌入式 CC++ 语言精华文章集锦](#)
13. [基于 Linux 的高性能服务器端的设计与研究](#)
14. [S3C6410 移植 Android 内核](#)
15. [Android 开发指南中文版](#)
16. [图解 Linux 操作系统架构设计与实现原理（第二版）](#)
17. [如何在 Ubuntu 和 Linux Mint 下轻松升级 Linux 内核](#)
18. [Android 简单 mp3 播放器源码](#)
19. [嵌入式 Linux 系统实时性的研究](#)
20. [Android 嵌入式系统架构及内核浅析](#)
21. [基于嵌入式 Linux 操作系统内核实时性的改进方法研究](#)

22. [Linux TCP IP 协议详解](#)
23. [Linux 桌面环境下内存去重技术的研究与实现](#)
24. [掌握 Android 7.0 新增特性 Quick Settings](#)
25. [Android 应用逆向分析方法研究](#)
26. [Android 操作系统的课程教学](#)
27. [Android 智能手机操作系统的研究](#)
28. [Android 英文朗读功能的实现](#)
29. [基于 Yocto 订制嵌入式 Linux 发行版](#)
30. [基于嵌入式 Linux 的网络设备驱动设计与实现](#)
31. [如何高效学习嵌入式](#)
32. [基于 Android 平台的 GPS 定位系统的设计与实现](#)
33. [LINUX ARM 下的 USB 驱动开发](#)
34. [Linux 下基于 I2C 协议的 RTC 驱动开发](#)
35. [嵌入式下 Linux 系统设备驱动程序的开发](#)
36. [基于嵌入式 Linux 的 SD 卡驱动程序的设计与实现](#)
37. [Linux 系统中进程调度策略](#)
38. [嵌入式 Linux 实时性方法](#)
39. [基于实时 Linux 计算机联锁系统实时性分析与改进](#)

Windows CE:

1. [Windows CE.NET 下 YAFFS 文件系统 NAND Flash 驱动程序设计](#)
2. [Windows CE 的 CAN 总线驱动程序设计](#)
3. [基于 Windows CE.NET 的 ADC 驱动程序实现与应用的研究](#)
4. [基于 Windows CE.NET 平台的串行通信实现](#)
5. [基于 Windows CE.NET 下的 GPRS 模块的研究与开发](#)
6. [win2k 下 NTFS 分区用 ntldr 加载进 dos 源代码](#)
7. [Windows 下的 USB 设备驱动程序开发](#)
8. [WinCE 的大容量程控数据传输解决方案设计](#)
9. [WinCE6.0 安装开发详解](#)
10. [DOS 下仿 Windows 的自带计算器程序 C 源码](#)
11. [G726 局域网语音通话程序和源代码](#)
12. [WinCE 主板加载第三方驱动程序的方法](#)
13. [WinCE 下的注册表编辑程序和源代码](#)
14. [WinCE 串口通信源代码](#)
15. [WINCE 的 SD 卡程序\[可实现读写的源码\]](#)
16. [基于 WinCE 的 BootLoader 研究](#)
17. [Windows CE 环境下无线网卡的自动安装](#)
18. [基于 Windows CE 的可视电话的研究与实现](#)

19. [基于 WinCE 的嵌入式图像采集系统设计](#)
20. [基于 ARM 与 WinCE 的掌纹鉴别系统](#)
21. [DCOM 协议在网络冗余环境下的应用](#)

PowerPC:

1. [Freescale MPC8536 开发板原理图](#)
2. [基于 MPC8548E 的固件设计](#)
3. [基于 MPC8548E 的嵌入式数据处理系统设计](#)
4. [基于 PowerPC 嵌入式网络通信平台的实现](#)
5. [PowerPC 在车辆显控系统中的应用](#)
6. [基于 PowerPC 的单板计算机的设计](#)
7. [用 PowerPC860 实现 FPGA 配置](#)
8. [基于 MPC8247 嵌入式电力交换系统的设计与实现](#)
9. [基于设备树的 MPC8247 嵌入式 Linux 系统开发](#)
10. [基于 MPC8313E 嵌入式系统 UBoot 的移植](#)
11. [基于 PowerPC 处理器 SMP 系统的 UBoot 移植](#)
12. [基于 PowerPC 双核处理器嵌入式系统 UBoot 移植](#)
13. [基于 PowerPC 的雷达通用处理机设计](#)
14. [PowerPC 平台引导加载程序的移植](#)
15. [基于 PowerPC 嵌入式内核的多串口通信扩展设计](#)
16. [基于 PowerPC 的多网口系统抗干扰设计](#)
17. [基于 MPC860T 与 VxWorks 的图形界面设计](#)
18. [基于 MPC8260 处理器的 PPMC 系统](#)
19. [基于 PowerPC 的控制器研究与设计](#)

ARM:

1. [基于 DiskOnChip 2000 的驱动程序设计及应用](#)
2. [基于 ARM 体系的 PC-104 总线设计](#)
3. [基于 ARM 的嵌入式系统中断处理机制研究](#)
4. [设计 ARM 的中断处理](#)
5. [基于 ARM 的数据采集系统并行总线的驱动设计](#)
6. [S3C2410 下的 TFT LCD 驱动源码](#)

7. [STM32 SD 卡移植 FATFS 文件系统源码](#)
8. [STM32 ADC 多通道源码](#)
9. [ARM Linux 在 EP7312 上的移植](#)
10. [ARM 经典 300 问](#)
11. [基于 S5PV210 的频谱监测设备嵌入式系统设计与实现](#)
12. [Uboot 中 start.S 源码的指令级的详尽解析](#)
13. [基于 ARM9 的嵌入式 Zigbee 网关设计与实现](#)
14. [基于 S3C6410 处理器的嵌入式 Linux 系统移植](#)
15. [CortexA8 平台的 \$\mu\$ C-OS II 及 LwIP 协议栈的移植与实现](#)
16. [基于 ARM 的嵌入式 Linux 无线网卡设备驱动设计](#)
17. [ARM S3C2440 Linux ADC 驱动](#)
18. [ARM S3C2440 Linux 触摸屏驱动](#)
19. [Linux 和 Cortex-A8 的视频处理及数字微波传输系统设计](#)
20. [Nand Flash 启动模式下的 Uboot 移植](#)
21. [基于 ARM 处理器的 UART 设计](#)
22. [ARM CortexM3 处理器故障的分析与处理](#)
23. [ARM 微处理器启动和调试浅析](#)
24. [基于 ARM 系统下映像文件的执行与中断运行机制的实现](#)
25. [中断调用方式的 ARM 二次开发接口设计](#)
26. [ARM11 嵌入式系统 Linux 下 LCD 的驱动设计](#)
27. [Uboot 在 S3C2440 上的移植](#)

Hardware:

1. [DSP 电源的典型设计](#)
2. [高频脉冲电源设计](#)
3. [电源的综合保护设计](#)
4. [任意波形电源的设计](#)
5. [高速 PCB 信号完整性分析及应用](#)
6. [DM642 高速图像采集系统的电磁干扰设计](#)
7. [使用 COMExpress Nano 工控板实现 IP 调度设备](#)
8. [基于 COM Express 架构的数据记录仪的设计与实现](#)
9. [基于 COM Express 的信号系统逻辑运算单元设计](#)
10. [基于 COM Express 的回波预处理模块设计](#)
11. [基于 X86 平台的简单多任务内核的分析与实现](#)
12. [基于 UEFI Shell 的 PreOS Application 的开发与研究](#)
13. [基于 UEFI 固件的恶意代码防范技术研究](#)
14. [MIPS 架构计算机平台的支持固件研究](#)
15. [基于 UEFI 固件的攻击验证技术研究](#)

16. [基于 UEFI 的 Application 和 Driver 的分析与开发](#)
17. [基于 UEFI 的可信 BIOS 研究与实现](#)
18. [基于 UEFI 的国产计算机平台 BIOS 研究](#)
19. [基于 UEFI 的安全模块设计分析](#)
20. [基于 FPGA Nios II 的等精度频率计设计](#)
21. [基于 FPGA 的 SOPC 设计](#)
22. [基于 SOPC 基本信号产生器的设计与实现](#)
23. [基于龙芯平台的 PMON 研究与开发](#)
24. [基于 X86 平台的嵌入式 BIOS 可配置设计](#)

Programming:

1. [计算机软件基础数据结构 - 算法](#)
2. [高级数据结构对算法的优化](#)
3. [零基础学算法](#)
4. [Linux 环境下基于 TCP 的 Socket 编程浅析](#)
5. [Linux 环境下基于 UDP 的 socket 编程浅析](#)
6. [基于 Socket 的网络编程技术及其实现](#)