

基于 AT91RM9200 的 VxWorks END 网络驱动开发

李建武

(华中光电技术研究所, 湖北 武汉 430074)

摘要: 介绍了 VxWorks 下的网络协议栈, 特别是 SENS 模型中 MUX 层与 END (Enhanced Network Driver) 和协议驱动的通信接口, 及其 END 网络驱动的装载过程, 为 END 网络设备驱动的编写提供了较清晰的协议层次支持。文章在基于 AT91RM9200 嵌入式系统平台上, 给出了网络硬件设计实例及 END 网络驱动软件编程的一些主要细节, 并给出了相应参考代码, 为 ARM 嵌入式网络驱动开发提供了具体的参考设计。

关键词: VxWorks; END 网络驱动; ARM; 嵌入式系统

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6673 (2008) 06-110-03

0 引言

VxWorks 嵌入式操作系统因为其较好的稳定性、实时性和内核可裁剪, 已成为在工业自动化、网络通信、医疗仪器、消费电子产品甚至军工领域的首选操作系统。随着 VxWorks 内核版本的升级, 它可以支持的硬件设备也越来越多, 这些硬件设备驱动, 有些开发商已提供, 有些需要程序员自行开发。其中, 基于不同 ARM 芯片的 VxWorks 的 END 网络驱动往往并不完全兼容, 是需要程序员去努力做的工作。

1 VxWorks 的网络接口

1.1 VxWorks 的网络协议

VxWorks 中支持两种类型的网络设备驱动程序: VxWorks BSD4.3 网络驱动程序和 SENS(Scalable Enhanced Network Stack, 可裁减增强网络协议栈)。SENS 是由 4.4

BSD TCP/IP 协议栈发展而来的, 但它包含了许多 4.4 BSD TCP/IP 协议栈没有的特性, 如在 IP 协议中增加了多播、轮询模式、零拷贝缓冲等特性。VxWorks 协议栈层次如图 1 所示^[1]。

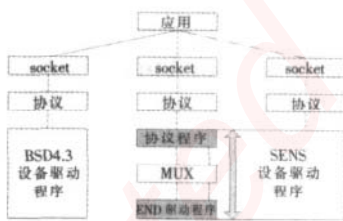


图 1 VxWorks 协议栈层次图

Fig.1 VxWorks protocol stack layer

收稿日期: 2008-10-06

作者简介: 李建武 (1975-), 男, 湖北红安人, 硕士研究生, 工程师。研究方向: 电子设计与仿真。已发表论文数篇。

SENS 模型独立于硬件设备接口, 包含三部分: 协议驱动程序、多元接口 (MUX, multiplexer) 层、增强的网络驱动程序 END (Enhanced Network Driver)。SENS 支持在 END 驱动程序实现 4.4BSD IP 协议。

其中 MUX 层管理网络协议层和 END 驱动程序之间的通信, 使网络送、接收数据的过程变得简单。MUX 接口如图 2 所示。与 BSD4.3 的驱动模式不同, MUX 的模式下, END 驱动程序和协议程序之间没有内部交换数据, 它们通过 MUX 接口间接相互作用。在接收数据包后, END 网络驱动程序并不直接访问协议中的任何结构; 而当驱动程序准备给协议传递数据时, 它调用 MUX 提供的函数, 该函数处理把数据传给协议层的细节。MUX 的目的是分解协议和网络驱动程序, 从而使它们计划独立于彼此, 这种独立使添加新的驱动程序和协议变得简单。

MUX 包括下面函数集^[2]: muxBind ()、muxUnbind ()、muxDevLoad ()、muxDevUnload ()、muxReceive ()、muxError ()、muxSend ()、muxTxRestartRtn ()、muxMcastAddrDel ()、muxMcastAddrGet ()、muxPollSend ()、muxMcastAddrAdd ()、muxPollReceive ()、muxIoctrl ()。网络驱动程序和协议都要调用上面的函数, 驱动开发不需要

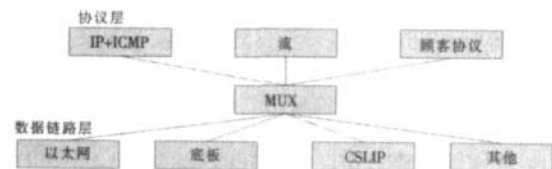


图 2 MUX 连接协议层与数据链路层接口

Fig.2 MUX interface connecting protocol layer and data link layer

为它们添加任何附加代码。

1.2 END 设备驱动程序装载过程

在 VxWorks 中, END 设备驱动程序装载过程可以分为 3 个步骤, 即指定 END 设备, 装载 END 设备和启动 END 设备。END 设备的指定是通过数组 endDevTbl [] 来完成的, 该数组描述了系统中的所有网络设备的装载入口点及其相关参数。系统调用 MUX 设备装载函数 muxDevLoad () 来装载 END 设备, 调用 MUX 设备启动函数 muxDevStart () 来启动 END 设备。网络设备驱动程序的装载过程 [13] 如图 3 所示。系统通过 usrRoot () 函数来调用 usrNetInit () 函数完成 MUX 的初始化, 装载网络设备表 endDevTbl [] 中描述的所有设备, 并将 IP

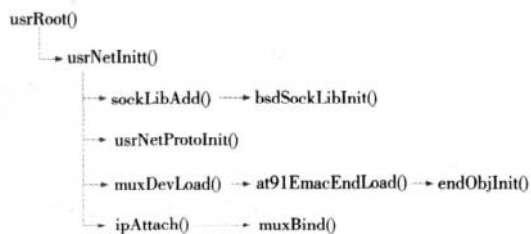


图 3 网络初始化顺序

Fig.3 Network initialization order

协议绑定到网络引导设备上等。

当网络设备产生中断时, VxWorks 调用驱动程序先前注册的中断服务程序。中断服务程序应做尽可能少的工作, 以完成将数据包从本地网络设备接收/发送的操作。

网络设备还可以采用轮询 (poll) 方式工作, 特别是在网口作为调试通道时就工作在 poll 方式, 查询接收区是否收到新的数据帧或者发送区数据帧是否发送完成, 响应数据的接收和发送。

2 AT91RM9200 网络硬件设计

系统使用 ARM 芯片 AT91RM9200 集成了 EMAC (以太网 MAC), 是 OSI 参考模型物理层 (PHY) 与逻辑链路层 (LLC) 间 MAC 子层的硬件工具。它使用以太网 IEEE 802.3u 数据帧格式控制在主机与 PHY 层间的数据交换。EMAC 包括所需 DMA 管理的发送与接收 FIFO。此外, 它通过与 MDIO/MDC 引脚连接来对 PHY 层进行管理。

EMAC 根据引脚输出配置不同, 可使用独立媒体接口 (MII) 或简化独立媒体接口 (RMII) 来传输数据。简化接口的目的是减少接线器引脚数, 以连接多 PHY 接口。EMAC 主要特性 [4] 如下: ①10 或 100 Mbits 每秒的数据吞吐能力; ②信号接收与发送完成中断产生; ③28 字节发送与 28 字节接收 FIFO; ④发送帧的自动打包与 CRC 产生; ⑤支持混合模式, 将所有有效帧复制到存储器中; ⑥支持物理层管理, 通过 MDIO 接口控制报警与更新时间/日历数据入等。物理层接口芯片采用

DM9161, 符合 IEEE802.3u 定义的 10BASE-T/100BASE-TX 物理层规范, 包含 MII 或 RMII (Reduced MII) 接口, 可全双工或半双工工作, 支持自洽谈功能。与 AT91RM9200 硬件接口电路如图 4。图中, DM9161 与 EMAC 接口采用 RMII 接口方式。

DM9161 共包括 14 个 MII 寄存器, EMAC 可通过

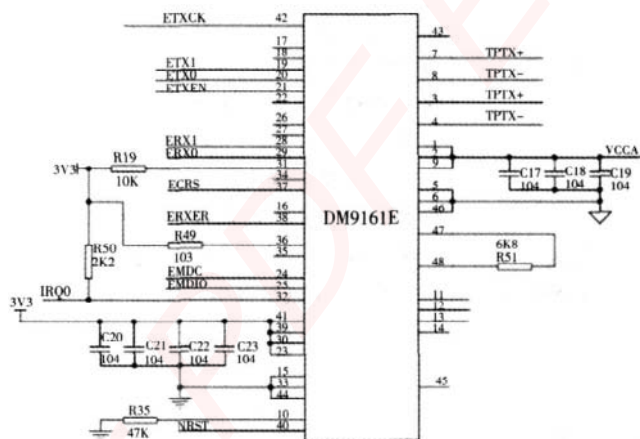


图 4 网络物理层硬件接口

Fig.4 Hardware interface of network physics layer

MDIO 口设置控制寄存器参数或读出状态、地址等寄存器值。对速度和双工模式选择可通过自洽谈方式设置, EMAC 只需读取洽谈值并设置其自己 ETH_CFG 配置寄存器。

3 END 网络设备驱动程序编程

针对 END 网络驱动的编程, 需要关注的内容包括配置文件定义、设备符号定义以及相关驱动函数的编写, 驱动函数可以参考风河公司提供的网络驱动模板文件或兼容网卡的驱动文件进行修改。

驱动函数包含在文件 at91EmacEnd.c 中, 根据图 3 网络初始化顺序, 首先应提供网络装载函数 at91EmacEndLoad, 完成网络设备初始化。然后初始化一个网络函数表 NET_FUNCS at91EmacEndFuncTable, 网络驱动的主要工作就是完成函数表中各函数编写 (可以参考模板函数), 并且另外提供一个中断函数 at91EmacEndInt, 由 at91EmacEndStart 调用 intConnect 函数挂接该中断函数。

4 结束语

基于 ARM 平台的 VxWorks 嵌入式系统具有广泛工业应用价值, 但支持硬件平台的 BSP (板级支持包) 是 VxWorks 嵌入式系统开发的重点, 其中的网络驱动往往是系统开发的一个调试通道, 因而也是系统开发的突破口、难点。本文的介绍能够为 ARM 平台的 VxWorks 嵌入式系统开发者提供一定的借鉴和帮助。

(下转第 102 页)

3 结论

汽车的平顺性能是评价汽车性能的一项重要指标,随着人们对车辆乘坐舒适性的要求越来越高,如何有效改善车辆平顺性一直受到车辆开发人员的关注。文中利用 ADAMS/Car 专用汽车软件,通过对汽车的合理简化和假设,在国家标准条件下对整车经过脉冲和随机路面的平顺性进行仿真研究,结果表明作为一款经济型轿车,

该车整体平顺性较好,满足车辆平顺性要求,仿真结果可以为整车的平顺性能的改进和研究提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] [德]耶尔森.赖姆帕尔;张洪欣,等(译).汽车底盘基础[M].北京:科学普及出版社,1992.
- [2] 高树新,宫镇.汽车脉冲输入平顺性评价指标限制的研究[J].汽车技术,1996.
- [3] 张永林,钟毅芳.车辆路面不平度输入的随机激励时域模型[J].农业机械学报,2004.

The Research of Full Car Ride Comfort Based on ADAMS/car

WEI Hui, YANG Jing, CHEN Bing, YIN Zhong-Jun, LI Wen-Yue

(School of Mechanical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the ADAMS/car software to establish the multi-body system of the full car mode, including the pulse input road mode and the stochastic uneven road. The results of the dynamic simulations indicate the car ride comfort is well according to the nation criterion.

Key words: ADAMS/car; ride comfort; simulation

(上接第 99 页) 上所进行的故障检测与排除训练具有对症实战意义。

(3) 具有故障设置功能。通过故障设置,观察故障现象,训练使用解码器调取故障码和排除故障的方法。

(4) 具有数据流显示功能。在工作台上设置数据流显示装置,通过数据流的对比分析,判断发动机工作情况和性能好坏,如有故障还可指示出故障发生部位,指

导维修人员排除故障。

电控发动机试验台开发研究具有广泛的实用价值,它不仅能改善大中专院校工程类专业的实践教学手段,同时也为汽车售后服务及其维修人员的技术培训提供服务,为实现电控发动机故障诊断与排除提供方法和途径,为理论教学、实践教学的研究提供理论基础,同时节省大量的资金、场地,具有一定的经济效益和社会效益。

Development Research of Testing Stand with AJR Electrically Controlled Engine

WANG Hong-Zhang, CHANG Qing

(Zhangjiakou Vocational Technical College, Zhangjiakou Hebei 075000, China)

Abstract: The automobile electron electrically controlled technology is the modern automobile technology main body, is the automobile new technology concrete application. Take Sangtana 2000Gsi the passenger vehicle electrically controlled AJR engine testing stand development research as an example, carries on the transformation using the automobile new technology to the electrically controlled engine, Engine work information gathers which the sensor, after passes through the ECU information processing, with the measuring appliance demonstrated the sensor the working voltage, then monitors the engine various spots the working condition, meanwhile can according to need to the engine establishment breakdown, using the engine from the diagnosis system or the automobile decoder diagnosis breakdown spot, enhances the breakdown diagnosis the accuracy and the diagnosis speed, fixes the breakdown as soon as possible.

Key words: electrically controlled engine; test-bed; develop

(上接第 111 页)

参考文献:

- [1] 周启平,张扬.VxWorks 下设备驱动程序及 BSP 开发指南 [M].北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 李忠民,等.ARM 嵌入式 VxWorks 实践教程[M].北京:北京航空航

天大学出版社,2006.

- [3] Wind River. Tornado BSP Training Workshop (version1.0.2) [Z]. USA:Wind river,1998.

- [4] Atmel Corporation. AT91RM9200 Datasheet(Version A). USA:Atmel Corporation,2003.

VxWrok END Research Based on AT91RM9200

LI Jian-Wu

(Huazhong Institute of Electronics & Optics, Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract: The thesis introduced network protocol stack of VxWorks in detail, especially discussed the communication interface between MUX layer and END (Enhanced Network Driver), protocol driver in SENS model, which was helpful for END program with very clear protocol layer. Based on AT91RM9200 embed system platform, it presented on the design practice of network hardware and some main context of END software program, including related reference codes. Therefore, the paper provided a material reference design to research network driver of ARM embed system.

Key words: VxWorks; END; ARM; embed system

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](#)
53. [IEEE1588 协议在网络测控系统中的应用](#)
54. [USB30 物理层中弹性缓冲的设计与实现](#)
55. [USB30 的高速信息传输瓶颈研究](#)
56. [基于 IPv6 的 UDP 通信的实现](#)
57. [一种基于 IPv6 的流媒体传送方案研究与实现](#)
58. [基于 IPv4-IPv6 双栈的 MODBUS-TCP 协议实现](#)
59. [RS485CAN 网关设计与实现](#)
60. [MVB 周期信息的实时调度](#)
61. [RS485 和 PROFINET 网关设计](#)
62. [基于 IPv6 的 Socket 通信的实现](#)
63. [MVB 网络重复器的设计](#)
64. [一种新型 MVB 通信板的探究](#)
65. [具有 MVB 接口的输入输出设备的分析](#)
66. [基于 STM32 的 GSM 模块综合应用](#)
67. [基于 ARM7 的 MVB CAN 网关设计](#)
68. [机车车辆的 MVB CAN 总线网关设计](#)
69. [智能变电站冗余网络中 IEEE1588 协议的应用](#)
70. [CAN 总线的浅析 CANopen 协议](#)
71. [基于 CANopen 协议实现多电机系统实时控制](#)
72. [以太网时钟同步协议的研究](#)
73. [基于 CANopen 的列车通信网络实现研究](#)
74. [基于 SJA1000 的 CAN 总线智能控制系统设计](#)
75. [基于 CANopen 的运动控制单元的设计](#)
76. [基于 STM32F107VC 的 IEEE 1588 精密时钟同步分析与实现](#)

77. [分布式控制系统精确时钟同步技术](#)
78. [基于 IEEE 1588 的时钟同步技术在分布式系统中应用](#)
79. [基于 SJA1000 的 CAN 总线通讯模块的实现](#)
80. [嵌入式设备的精确时钟同步技术的研究与实现](#)
81. [基于 SJA1000 的 CAN 网桥设计](#)
82. [基于 CAN 总线分布式温室监控系统的设计与实现](#)
83. [基于 DSP 的 CANopen 通讯协议的实现](#)
84. [基于 PCI9656 控制芯片的高速网卡 DMA 设计](#)
85. [基于以太网及串口的数据采集模块设计](#)

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](#)
34. [基于 VxWorks 操作系统的 WindML 图形操控界面实现方法](#)
35. [基于 GPU FPGA 芯片原型的 VxWorks 下驱动软件开发](#)
36. [VxWorks 下的多串口卡设计](#)
37. [VxWorks 内存管理机制的研究](#)
38. [T9 输入法在 Tilcon 下的实现](#)
39. [基于 VxWorks 的 WindML 图形界面开发方法](#)
40. [基于 Tilcon 的 IO 控制板可视化测试软件的设计和实现](#)
41. [基于 VxWorks 的通信服务器实时多任务软件设计](#)
42. [基于 VXWORKS 的 RS485MVB 网关的设计与实现](#)
43. [实时操作系统 VxWorks 在微机保护中的应用](#)
44. [基于 VxWorks 的多任务程序设计及通信管理](#)
45. [基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发技术](#)
46. [嵌入式图形系统 Tilcon 及应用研究](#)
47. [基于 VxWorks 的数据采集与重演软件的图形界面的设计与实现](#)
48. [基于嵌入式的 Tilcon 用户图形界面设计与开发](#)
49. [基于 Tilcon 的交互式多页面的设计](#)
50. [基于 Tilcon 的嵌入式系统人机界面开发技术](#)
51. [基于 Tilcon 的指控系统多任务人机交互软件设计](#)
52. [基于 Tilcon 航海标绘台界面设计](#)
53. [基于 Tornado 和 Tilcon 的嵌入式 GIS 图形编辑软件的开发](#)
54. [VxWorks 环境下内存文件系统的应用](#)
55. [VxWorks 下的多重定时器设计](#)
56. [Freescale 的 MPC8641D 的 VxWorks BSP](#)
57. [VxWorks 实验五\[时间片轮转调度\]](#)
58. [解决 VmWare 下下载大型工程.out 出现 WTX Error 0x100de 的问题](#)
- 59.

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 C++ 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](#)
40. [基于嵌入式 Linux 下的 USB30 驱动程序开发方法研究](#)
41. [Android 手机应用开发之音乐资源播放器](#)
42. [Linux 下以太网的 IPv6 隧道技术的实现](#)
43. [Research and design of mobile learning platform based on Android](#)
44. [基于 linux 和 Qt 的串口通信调试器调的设计及应用](#)
45. [在 Linux 平台上基于 QT 的动态图像采集系统的设计](#)

46. [基于 Android 平台的医护查房系统的研究与设计](#)
47. [基于 Android 平台的软件自动化监控工具的设计开发](#)
48. [基于 Android 的视频软硬解码及渲染的对比研究与实现](#)
49. [基于 Android 移动设备的加速度传感器技术研究](#)
50. [基于 Android 系统振动测试仪研究](#)
51. [基于缓存竞争优化的 Linux 进程调度策略](#)
52. [Linux 基于 W83697 和 W83977 的 UART 串口驱动开发文档](#)

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](#)
22. [Windows XP Embedded 在变电站通信管理机中的应用](#)
23. [XPE 在多功能显控台上的开发与应用](#)
24. [基于 Windows XP Embedded 的 LKJ2000 仿真系统设计与实现](#)
25. [虚拟仪器的 Windows XP Embedded 操作系统开发](#)
26. [基于 EVC 的嵌入式导航电子地图设计](#)
27. [基于 XPEmbedded 的警务区 SMS 指挥平台的设计与实现](#)
28. [基于 XPE 的数字残币兑换工具开发](#)
29. [Windows CENET 下 ADC 驱动开发设计](#)

30. [Windows CE 下 USB 设备流驱动开发与设计](#)
31. [Windows 驱动程序设计](#)
32. [基于 Windows CE 的 GPS 应用](#)
33. [基于 Windows CE 下大像素图像分块显示算法的研究](#)
34. [基于 Windows CE 的数控软件开发与实现](#)

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](#)
20. [基于 PowerPC 的模拟量输入接口扩展](#)
21. [基于 PowerPC 的车载通信系统设计](#)
22. [基于 PowerPC 的嵌入式系统中通用 IO 口的扩展方法](#)
23. [基于 PowerPC440GP 型微控制器的嵌入式系统设计与研究](#)
24. [基于双 PowerPC 7447A 处理器的嵌入式系统硬件设计](#)
25. [基于 PowerPC603e 通用处理模块的设计与实现](#)
26. [嵌入式微机 MPC555 驻留片内监控器的开发与实现](#)
27. [基于 PowerPC 和 DSP 的电能质量在线监测装置的研制](#)
28. [基于 PowerPC 架构多核处理器嵌入式系统硬件设计](#)
29. [基于 PowerPC 的多屏系统设计](#)
30. [基于 PowerPC 的嵌入式 SMP 系统设计](#)

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](#)
28. [基于 ARM11 的嵌入式无线视频终端的设计](#)
29. [基于 S3C6410 的 Uboot 分析与移植](#)
30. [基于 ARM 嵌入式系统的高保真无损音乐播放器设计](#)
31. [UBoot 在 Mini6410 上的移植](#)
32. [基于 ARM11 的嵌入式 Linux NAND FLASH 模拟 U 盘挂载分析与实现](#)
33. [基于 ARM11 的电源完整性分析](#)
34. [基于 ARM S3C6410 的 uboot 分析与移植](#)
35. [基于 S5PC100 移动视频监控终端的设计与实现](#)

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](#)
25. [基于龙芯 2F 架构的 PMON 分析与优化](#)
26. [CPU 与 GPU 之间接口电路的设计与实现](#)
27. [基于龙芯 1A 平台的 PMON 源码编译和启动分析](#)
28. [基于 PC104 工控机的嵌入式直流监控装置的设计](#)
29. [GPGPU 技术研究与发展](#)
30. [GPU 实现的高速 FIR 数字滤波算法](#)
31. [一种基于 CPUGPU 异构计算的混合编程模型](#)
32. [面向 OpenCL 模型的 GPU 性能优化](#)
33. [基于 GPU 的 FDTD 算法](#)
34. [基于 GPU 的瑕疵检测](#)
35. [基于 GPU 通用计算的分析与研究](#)
36. [面向 OpenCL 架构的 GPGPU 量化性能模型](#)
37. [基于 OpenCL 的图像积分图算法优化研究](#)

38. [基于 OpenCL 的均值平移算法在多个众核平台的性能优化研究](#)
39. [基于 OpenCL 的异构系统并行编程](#)
40. [嵌入式系统中热备份双机切换技术研究](#)

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](#)
7. [数据结构考题 - 第 1 章 绪论](#)
8. [数据结构考题 - 第 2 章 线性表](#)
9. [数据结构考题 - 第 2 章 线性表 - 答案](#)
10. [基于小波变换与偏微分方程的图像分解及边缘检测](#)
11. [基于图像能量的布匹瑕疵检测方法](#)
12. [基于 OpenCL 的拉普拉斯图像增强算法优化研究](#)
13. [异构平台上基于 OpenCL 的 FFT 实现与优化](#)
14. [数据结构考题 - 第 4 章 串](#)
15. [数据结构考题 - 第 4 章 串答案](#)
- 16.

FPGA / CPLD:

1. [一种基于并行处理器的快速车道线检测系统及 FPGA 实现](#)
2. [基于 FPGA 和 DSP 的 DBF 实现](#)
3. [高速浮点运算单元的 FPGA 实现](#)
4. [DLMS 算法的脉动阵结构设计及 FPGA 实现](#)
5. [一种基于 FPGA 的 3DES 加密算法实现](#)
6. [可编程 FIR 滤波器的 FPGA 实现](#)
7. [基于 FPGA 的 AES 加密算法的高速实现](#)
8. [基于 FPGA 的精确时钟同步方法](#)
9. [应用分布式算法在 FPGA 平台实现 FIR 低通滤波器](#)
10. [流水线技术在用 FPGA 实现高速 DSP 运算中的应用](#)
11. [基于 FPGA 的 CAN 总线通信节点设计](#)

RT Embedded <http://www.kontronn.com>

12. [基于 FPGA 的高速时钟数据恢复电路的实现](#)
13. [基于 FPGA 的高阶高速 FIR 滤波器设计与实现](#)
14. [基于 FPGA 高效实现 FIR 滤波器的研究](#)
- 15.