

## 基于 PowerPC 架构多核处理器嵌入式系统硬件设计

The Hardware Design of Embedded System for Multi-core Processor Based on PowerPC Architecture

(中国科学院声学研究所) 王长清 岑 凡 蔡惠智  
WANG Chang-qing CEN Fan CAI Hui-zhi

摘要: 介绍了基于 PowerPC 架构的信号处理与存储嵌入式系统设计方案和系统中 PowerPC 双核处理器 MPC8641D 的主要特征,着重阐述了系统中电源、时钟、存储等电路模块的实现,并对硬件中的优化设计和实现中的关键技术进行了简要说明。

关键词: PowerPC; 多核处理器; 嵌入式系统

中图分类号: TP274 文献标识码: B

**Abstract:** In the paper, the main features of multi\_core processor of PowerPC --MPC8641D are introduced at first, and embedded linux system for signal processing and store using MPC8641D based on PowerPC is presented. The implementations are described in detail, including power circuit, clock circuit, store circuit etc. The pivotal technologies and optimal hardware design are discussed briefly.

**Key words:** PowerPC; Multi-core Processor; Embedded System

### 1 引言

由于高速设计和热问题解决的复杂性意味着仅仅靠提高处理器工作频率已经无法满足不断增长的系统性能要求,系统设计工程师转向多内核架构处理器而不是更高频率的器件来实现系统性能的提高。串行/解串器(SerDes)技术能够实现各个模块的高速互连,越来越多的高性能的嵌入式系统设计采用符合 ATCA 和 uTCA 等业界标工业标准架构的模块化设计,实现组件复用,从而降低总的系统成本,减轻设计师的设计负担,缩短产品的上市时间。

本文结合高性能 MPC8641D 双核处理器的特性,设计了一种具有 AltiVec 矢量处理技术,集成 Serial Rapdi IO、千兆以太网口、SATA2 等多种高速数据接口和高速串行总线互连技术的嵌入式信号处理与存储 ATCA 结构硬件平台。该平台优异集成功能,意味着更少的板卡数量和更高的处理密度,支持互联网、电信、军事、存储以及普遍计算等嵌入式高端应用。

### 2 系统概述

本设计是基于 ATCA 架构主板,核心采用采用飞思卡尔公司高性能 PowerPC 双核处理器,充分利用 MPC8641D 提供的接口,提供了实施数据处理与存储管理的设备和 Serial Rapdi IO、千兆以太网口、SATA2 等多种高速数据接口,具有信号高性能处理和高速传输能力。系统结构框图如图 1 所示。

### 3 系统设计与硬件实现

#### 3.1 MPC8641D 处理器简介

飞思卡尔的 MPC8641D 双核处理器是在 e600 内核和 PowerQUICC™ 片上系统(SoC)基础上开发的,有 AltiVec @128 位矢量处理引擎,提供突破性的性能、连接及集成功能,芯片提供 2

个 DDR2 控制器、Local Bus 控制器、可编程中断控制器、IIC、串口控制器。尤其令人印象深刻包括 4 个千兆以太网控制器和支持 Serial RapidIO 和 PCI Express 的两个 SerDes 接口高速 I/O,提供了高性能的系统互连。MPC8641D 具体资料可见参考文献。

#### 3.2 电源电路和上电顺序控制功能的实现

一个准确和稳定的电源对于系统的正常工作至关重要,针对本设计,主要考虑以下两方面的因素:功率匹配和上电顺序。首先,计算需求电压的种类及其功率大小,预留一定的功率余量,确定供电模块;然后,根据电路供电要求,确定上电顺序。本设计电源组成与上电顺序控制如图 2 所示。

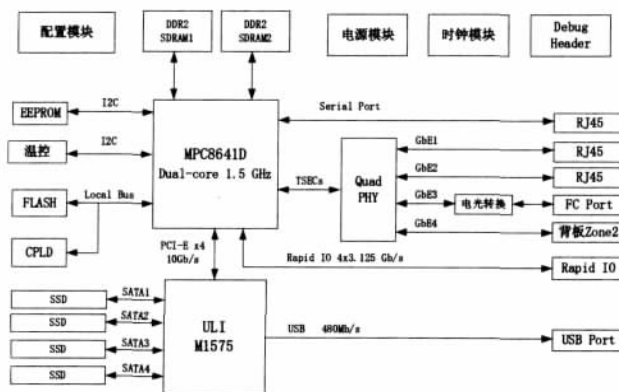


图 1 信号处理与存储平台的结构框图

CPLD 实现了系统上电顺序状态控制逻辑。系统首先使能四个 PTH04070W,同时提供 VCC\_1.2V、VCC\_1.8V、VCC\_2.5V、VCC\_3.3V;然后使能三个 YNC12S20 提供 VCore 电压;最后,使能 TPS51116 给 DDR2 供电。供电时序除要求严格满足 MPC8641D 上电时序要求,尤其要求满足下面两条,详见参考文献。

- \* 电压的建立时间最大不能超过 20 毫秒。
- \* VCC\_DDR\_IO 电压达到工作电压的 10%时,VCore 电压

要求达到工作电压的 90%以上。

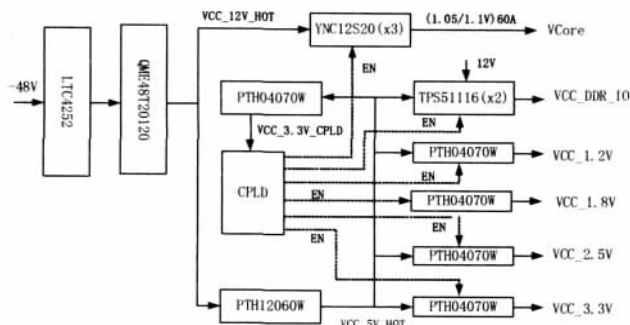


图 2 电源组成与控制框图

### 3.3 时钟电路的设计与实现

系统需要时钟的类型较多,时钟的实现电路较为复杂,需要提供 32.768KHz、14.318MHz、25MHz、48MHz、100MHz、125MHz 的单端时钟信号和 100MHz、125MHz 的差分时钟信号。时钟电路组成与控制如下图 3 所示。

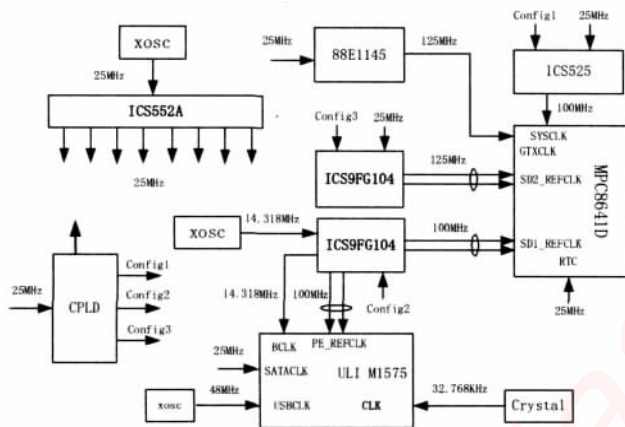


图 3 时钟电路组成与控制框图

### 3.4 存储功能的设计与实现

本单元包括 DDR2 SDRAM,FLASH,EEPROM 和 SATA2 电路的设计实现。

#### 3.4.1 DDR2 SDRAM 电路设计

MPC8641D 支持两个独立的 64 位 DDR2 控制器,这些存储器控制器是集成在内部的,因此不仅简化了设计,而且不再需要使用外部的桥接芯片。本设计的 DDR2 库,在物理上是用分立器件实现的,采用 Micron 公司的 DDR266 SDRAM MT47V64M16 芯片,单芯片的数据宽度选择为 16 位,需要 4 片并联以构成 64 位数据总线。

为了提升系统性能,本设计利用 MPC8641D 提供的两个独立的 64 位 DDR2 控制器,经过配置可以支持两个存储器控制器之间的交错事务,可以为系统设计师提供两大好处:首先,让处理器充分发挥存储器控制器的带宽优势;其次,它允许一次打开两倍具有空间方位性的 DRAM 页,这样可以显著提高打开页被访问到的概率,从而减小延迟。

#### 3.4.2 FLASH 电路设计

Local Bus 控制器的 GPCM 控制模式支持 FLASH 接口,但是需要通过带三态输出的缓冲驱动芯片将 MPC8641D Local Bus 端地址和数据复用的信号转换为 FLASH 支持的地址和数据信号。需要注意的是 PowerPC 体系是采用大端模式,而 FLASH 采用小端模式 不同端模式的访问需要进行特殊的处

理。将缓冲驱动芯片的地址信号和数据信号反接到 FLASH,从硬件上实现端模式的转换,具体信号连接如图 4 示。

另外,FLASH 的片选地址应该覆盖 MPC8641D 的复位向量地址 0Xfff00100,用于系统上电时,运行 FLASH 中 0Xfff00100 处的上电引导程序映像文件。

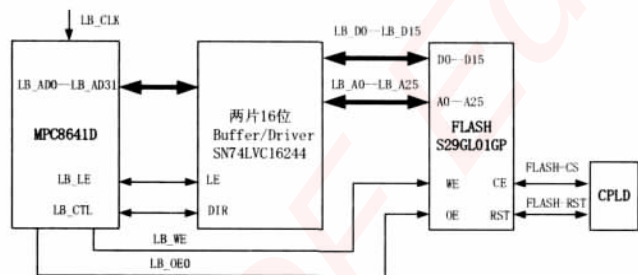


图 4 FLASH 电路连接示意图

### 3.4.3 SATA2 电路设计

在南桥 ULI1575 上已经集成了 4 个 SATA2 的控制器,支持 AHCI 特性和 3.0 Gib/s 数据速率,在收、发差分数据信号接滤波电容,通过 SATA 卡座连接带 SATA2 接口的 SSD 盘,通过软件配置可以构成 RAID 磁盘阵,实现数据的高速存储。SATA2 信号是高速差分信号,PCB 设计时,差分信号对的走线长度差别应小于 5mil,走线间距是走线相对于参考平面高度的 6 至 10 倍,差分对的走线间距不要超过 150 mil,差分对的差分阻抗必须为 100 欧姆。

### 3.5 系统控制电路设计与实现

系统控制功能由 CPLD 来实现,主要完成下面图 5 示系统控制逻辑。

\* 将 COP/JTAG 复位信号并入处理器复位信号,详见参考文献。

\* 提供控制寄存器,控制系统启动配置信息,设置系统时钟和电压。

\* 设备系统(PHY、FLASH、LOCAL BUS 和 M1575)的复位信号的产生。

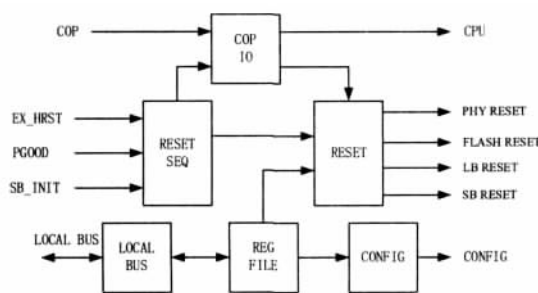


图 5 系统控制逻辑框图

### 3.6 数据接口的设计与实现

本设计中,充分利用 MPC8641D 提供的接口功能,对外提供 Serial Rapid IO、千兆以太网接口、USB2.0 三种高速数据接口。在 MPC8641D 上支持 Serial Rapid IO 高速 I/O 接口,通过 Zone2 口接到 ATCA 交换板。

集成的 4 个增强三速以太网控制器提供 MAC 控制,PHY 功能使用 Marvell 公司的 88E1145 芯片实现。在实现以太网功能时,需要注意 MAC 和 PHY 的工作模式的配置,将 MAC 配成 RGMII 模式,接 RJ45 接口的三个 PHY 配成 RGMII to Copper 模式,接光纤接口的一个 PHY 配成 RGMII to Fiber 模式。

女生完成。实验目的是验证系统对特定人语音的识别率。

实验过程如下: 参与者各自完成 28 个语音命令的训练, 然后选择 10 个词汇进行识别, 每个词汇识别 10 次, 将识别结果记录下来。根据实验结果, 计算每一个单词的识别率, 如图 5 所示。圆形表示女生命令的平均识别率, 正方形表示男生命令的平均识别率, 横坐标表示命令数, 纵坐标表示平均识别率。

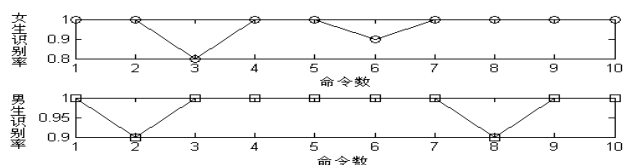


图 5 实验结果

由统计结果可知, 语音接口对男生的识别率可达 98%, 对女生的识别率可达 97%, 可以满足实际应用的要求。

## 6 结语

本文所设计的语音接口通过麦克风接受语音命令, 然后将语音命令转换为对应设备的控制命令, 通过 MOST<sup>25</sup> 网络收发器发送到 MOST<sup>25</sup> 网上。实验结果证明语音接口对特定人具有较高的识别率。但是从车载应用的角度来说, 某些语音命令应是非特定人的, 比如音响音量控制等。可以在现有工作的基础上, 开发针对非特定人的语音接口。目前, 国内的 MOST 技术还处于引进国外的 MOST 设备安装在高档轿车上的状态, 因此研究基于 MOST 网络的车载语音接口对汽车电子及其相关技术和产品的国产化有重要意义。

本文创新点: 本文应用 RSC4128 设计并实现的车载语音接口能准确识别小词汇量的语音命令, 并能通过 MOST 网络控制相应的设备, 实现了一种安全的车载设备人机交互的新方式, 可以实际应用。

项目经济效益: 具有强大的市场推广潜力, 对提高信息与电子技术产品的市场竞争力具有重要意义。

### 参考文献

- [1] TSIMHONI O, SMITH D, GREEN P. Entry while driving: speech recognition versus a touch-screen keyboard [J]. Human Factors, 2004, 46(4): 600-610.
- [2] VILLING J. Does a speech interface increase the safety when driving a car? [EB/OL]. 2008, [http://www.ling.gu.se/~jessica/in\\_car.pdf](http://www.ling.gu.se/~jessica/in_car.pdf)
- [3] 秦贵和, 张洪坤, 葛安林等. 车上设备人机语音接口[J]. 中国工程汽车学会, 2003, 686-691.
- [4] Intelligent network interface controller for MOST [EB/OL]. 2007, <http://www.smsc-ais.com>
- [5] 李志强. 粗集理论及其在网络故障诊断中的应用研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2004.
- [6] RSC4128 datasheet [EB/OL]. 2008, [http://www.sensoryinc.com/products/RSC-4x\\_series.html/80-0206-W.pdf](http://www.sensoryinc.com/products/RSC-4x_series.html/80-0206-W.pdf)
- [7] 陆飞, 程明, 葛炜. 基于 ARM 的语音识别系统的设计与实现[J]. 微计算机信息, 2008, 9-2: 79-80.
- [8] 陈立万. 基于语音识别系统中 DTW 算法改进技术研究[J]. 微计算机信息, 2006, 2-2: 267-269.

作者简介: 安富菊(1985-), 女, 汉族, 吉林大学硕士研究生, 主要研究方向: 智能控制与嵌入式系统; 秦贵和(1962-), 男, 汉族, 吉林大学教授, 博士生导师, 主要从事智能控制与嵌入式系统的研究。

**Biography:** AN Fu-ju (1985-), female, Han nationality, graduate student in Jilin University, research of Intelligent control and embedded system.

(130012 吉林长春市 吉林大学计算机科学与技术学院) 安富菊 秦贵和 王富昕 张晋东

(College of Computer Science and Technology, Jilin University, Changchun, 130012, China) AN Fu-ju QIN Gui-he WANG Fu-xin ZHANG Jin-dong

通讯地址: (130012 吉林省长春市吉林大学前卫南区计算机楼 A216) 安富菊

(收稿日期: 2009.07.30)(修稿日期: 2009.10.30)

### (上接第 7 页)

南桥 ULI1575 上集成了 8 个 USB 接口, 本设计中, 仅使用 18 个 USB 接口, 连接到前面板。

MPC8641D 上有两个 IIC bus, IIC bus1 接一个 IIC 接口的 EEPROM, 设计中选用 AT24C64A, IIC bus2 接一个温控芯片 ADT7461, 用于监测 CPU 的温度。MPC8641D 串口信号通过 RS232 收发器 MAX3322E 接 RJ45 口, 供系统调试使用。

## 4 结束语

目前, 成功完成了硬件平台开发和 Linux-2.6.23 内核的移植, 嵌入式 linux 系统已经稳定的运行在该硬件平台上。该平台具有数据和信号处理能力强、数据传输速度快、功能扩展方便快捷、通用性强、适用面广等特点。本设计为互联网、电信、雷达、声纳、等领域的高端多核嵌入式系统的开发提供了一种新的设计方案和实现途径, 具有很好的应用和参考价值。

本文作者创新点: 1. 优异集成功能, 集成 Serial Rapid IO、千兆以太网、SATA2 和 USB2.0 高速数据接口。2. 支持交错事务的 DDR2 存储器控制器硬件设计。3. 双核 CPU 设计, 支持 SMP 和 ASMP 系统。

### 参考文献

- [1] Freescale Semiconductor Corp. MPC8641D Integrated Host Processor Family Reference Manual [Z]. Rev. 1, 2008.
- [2] Freescale Semiconductor Corp. MPC8641 and MPC8641D Integrated Host Processor Hardware Specifications [Z]. Rev. 1.11, 2008.
- [3] 李相国, 杨树元. 基于 PowerPC 的嵌入式 SMP 系统设计[J]. 微计算机信息, 2009, 5-2: 24-26.
- [4] Freescale Semiconductor Corp. HPCN — an MPC8641D Development Platform [Z]. Rev. 1.04, 2007.
- [5] PICMG . AdvancedTCA Base Specification [Z]. Rev. 3.0, 2008.

作者简介: 王长清(1973-), 男, 中国科学院声学研究所博士生, 研究方向: 信号处理和嵌入式系统设计; 岑凡, 博士生; 蔡惠智, 研究员。

**Biography:** WANG Chang-qing(1973-), Male, (Han Nationality), Henan, Institute of Acoustic, Chinese Academy of Science, PH. D Candiadate, Research area: Signal Processing and Embedded System design.

(100190 北京 中国科学院声学研究所) 王长清 岑凡 蔡惠智 (Institute of Acoustic, Chinese Academy of Science, Beijing 100190, China) WANG Chang-qing CEN Fan CAI Hui-zhi 通讯地址: (100190 北京北四环西路 21 号中国科学院声学研究所 DSP 大楼 30 二部五室) 王长清

# 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. [基于磁盘异或引擎的 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](#)

## 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](#)

## 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](#)

## 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](#)

## 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](#)

## 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](#)

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](#)