

基于Windows XP Embedded的LKJ2000仿真 系统设计与实现

李凤华, 钱雪军

(同济大学 电气工程系, 上海 200331)

摘要: 介绍一种基于Windows XP Embedded嵌入式系统的LKJ2000列车运行控制记录装置仿真的实现方法。对仿真系统的硬件环境进行分析, 定制Windows XP Embedded (XPE) 作为LKJ2000仿真系统的软件环境, 在此基础上实现LKJ2000仿真系统。

关键词: Windows XP Embedded ; LKJ2000 ; 仿真系统

中图分类号: U284.2 TP39 **文献标识码:** A

Design and implementation of LKJ2000 Simulation System based on Windows XP Embedded

LI Fenghua, QIAN Xuejun

(Department of Electrical Engineering, Tongji University, Shanghai 200331, China)

Abstract: In this paper, a method of design and implement of LKJ2000 Simulation System based on Windows XP Embedded was addressed, and its hardware structure was discussed. Windows XP Embedded (XPE) was custom-designed as the software environment of LKJ2000 Simulation Sysem. On this basis, the LKJ2000 Simulation System was implemented.

Key words: Windows XP Embedded; LKJ2000; Simulation System

LKJ2000 型列车运行监控装置是借鉴国内外 ATP 及 ATC 先进技术而研究开发的新一代列车超速防护设备。主要作用是:防止列车运行中越过机车的构造速度、线路允许的最高运行速度以及道岔限制速度;防止列车越过关闭的地面信号机^[1]。目前,我国大部分电力机车已安装了以 LKJ2000 型为主体的列车运行监控记录装置,为铁路运输提供了安全保证。基于 Windows XP Embedded 嵌入式平台模拟 LKJ2000 系统,可根据不同的应用环境、不同信号设置情况决定 LKJ2000 速度控制模式。LKJ2000 列车速度监控装置主要应用于时速低于 160 km 的铁路交通系统中,结合本系统的设计,对模拟参数做适当修改可满足高速铁路驾驶模拟系统的需要。

1 仿真环境的设计

LKJ2000 型列车运行监控装置主要由监控主

机与传感器和显示器以及功能按键组成。根据机车参数设计以及传感器采集的地面信息,实现对列车速度的控制。

LKJ2000 仿真系统在嵌入式计算机的基础上,结合仿真软件的需要定制 XPE 操作系统,在此平台上运行 LKJ2000 仿真软件,实现 LKJ2000 列车运行监控系统的仿真。

1.1 硬件环境介绍

本仿真系统采用嵌入 Intel Atom N270 处理器的 Ekino_945GSEMini-ITX 主板。通过附加电源供电,处理器主频为 1.6 GHz,533 MHz 前端总线,512 kB 的二级高速缓存,支持一个 200-pin 的 533 MHz 的 2.0 GB DDR2 SDRAM SO-DIMM。主板包含 VGA、DVI HDTV 和 18 位的双列直插式视频输出接口,主板包含 6 个 USB2.0 接口,一个 IDE 连接器和一个 PCI 扩展卡插槽,支持 PS/2 键盘和鼠标接入。

键盘采用基于 STC11F32XE 单片机的 PS/2 矩阵键盘,由单片机完成矩阵键盘的扫描、PS/2 接口通信和串行下载程序。外接晶振为单片机提

供稳定的时钟信号，PS/2 接口连接单片机和嵌入式计算机，作为键盘与嵌入式的通信通道并提供单片机所需的 +5 V 电源。5×5 矩阵键盘占用单片机 10 个通用 I/O 口，每个键对应唯一的硬件地址，单片机通过查询方式获取其地址。PS/2 接口中的时钟线和数据线直接和单片机 I/O 口相连。采用 MAX232 作为串行通信电路的电平转换芯片，实现 RS232 和 TTL 信号的通信。矩阵键盘原理框图如图 1 所示。

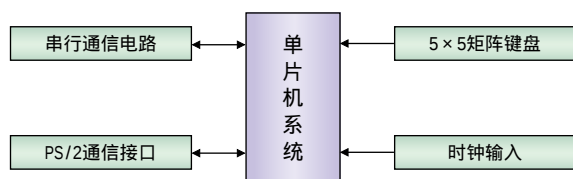


图1 矩阵键盘原理框图

仿真系统采用 10 inchTFT 显示器，实时显示限速曲线和实际运行曲线、列车工况及线路参数、显示器色彩饱和度和对比度等内容，显示效果理想。

1.2 XPE操作系统的定制

XPE 是桌面操作系统 Windows XP 的组件化版本，可根据目标设备的要求快速定制操作系统。XPE 系统内核配置为 4.8 MB、内存 14 MB，可提供基本的 Windows32 系统的应用能力。XPE 采用与 Windows XP 相同的二进制代码，使得嵌入式开发人员能够只选择那些小范围覆盖嵌入式设备所需要的驱动组件^[2]。真正实现嵌入式操作系统平台与主流操作系统的统一，缩短了嵌入式平台开发时间，降低其应用程序的开发成本，提高了开发效率。

嵌入式操作系统的生成过程复杂，与编译一般的应用程序不同，通常生成的操作系统还需通过一些接口下载或部署到目标设备上。XPE 的系统制定比 Windows CE 或 μCLinux 的制定相对简单，如图 2 所示。

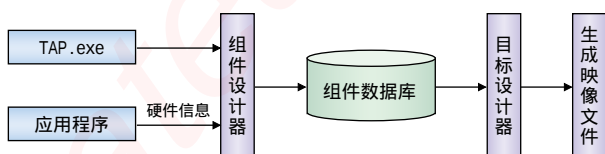


图2 XPE操作系统开发流程图

使用 Windows XP Embedded Studio 设计工具构建 XPE 系统的具体步骤如下：

- (1) Ekino_945GSEMini-ITX 主板信息检测。
- (2) 添加运行中所需的特性与功能。
- (3) 构建运行映像。
- (4) 将运行映像部署到 Ekino_945GSEMini-ITX 中。

搭建 XPE 系统添加的组件如图 3 所示。

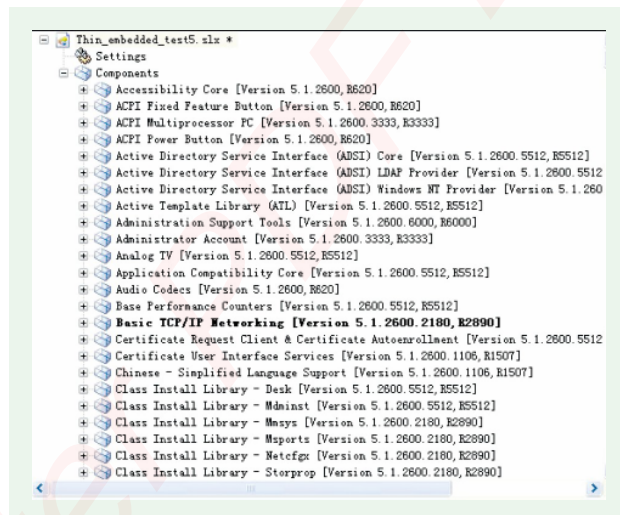


图 3 XPE系统添加的组件

2 仿真实现

LKJ2000 型列车运行监控装置主要由监控主机与传感器和显示器组成。该装置采用车载控制模式，列车运行时调取预先存储的线路数据，根据前方信号状态以及列车速度计算列车行走距离，产生控制模式曲线^[3]。LKJ2000 仿真系统根据实际监控装置的功能来分块，其结构如图 4 所示。

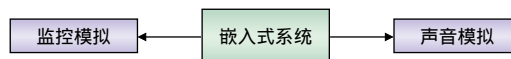


图4 仿真软件原理结构图

显示屏幕主要显示指示系统的状态以及运行速度和限制速度曲线等内容，仿真软件可以接收键盘输入来修改仿真参数，实现不同控制或显示不同运行状态；监控装置通过检测列车运行速度，并根据列车与前方信号机的距离以及列车信号显示状态来计算列车允许最高限制速度，当速度超过限制速度时，监控装置依次启动卸载、常用制动和紧急制动来使列车减速或停车；列车的状态信号、过分区信号以及速度压力等信号通过传感

器输入到监控装置，发出的指令也是通过输出接口发送到执行机构；仿真系统中的按键以及各种提示和报警有语音模拟来提示。系统流程如图5所示。

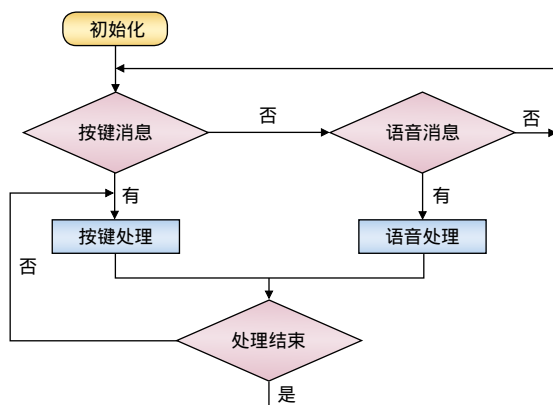


图5 系统流程图

2.1 显示器功能

LKJ2000 系统监控功能复杂，显示内容众多，包括日期和时间、机车信号信息、限速与列车运行速度、距前方信号机距离监控状态以及列车制动状态等。采用基于 Windows 的 MFC 对话框编程方法可获得出色的交互界面。屏幕显示内容与按键密切相关，通过重载 PreTranslateMessage 函数改变消息队列来实现 MFC 对话框程序对键盘消息的响应，对矩阵键盘按键的处理则在对话框程序的子窗口中完成。

仿真系统共需要 21 个矩阵按键，每个按键对应不同的功能，单片机系统实时扫描矩阵按键通过 PS/2 通信电路将按键信息传输到嵌入式主机，实现仿真系统控制及参数设置等功能。单片机内烧录程序主要分为 2 部分：“键盘扫描”和“PS/2 协议接口通讯”。键盘扫描模块实现了键盘扫描、去抖，并向主机发送按键相应扫描码（通码和断码）；PS/2 协议通讯模块实现了单片机与主机通讯。程序对键盘阵列进行扫描，当识别到某个按键刚刚按下时，便向主机发送该键的通码；识别到某个按键刚刚松开时，便向主机发送该键的断码。

主程序检测到“查询”按键后，程序创建查询对话框并显示在屏幕中。主程序继续检测按键状态，通过消息传递的方式把按键信息发送到查询对话框，查询对话框通过键盘上的方向键选中“工况显示”，当程序检测到确认按键后，程序创建“工况显示”对话框并显示在屏幕中，查询界

面如图6所示。

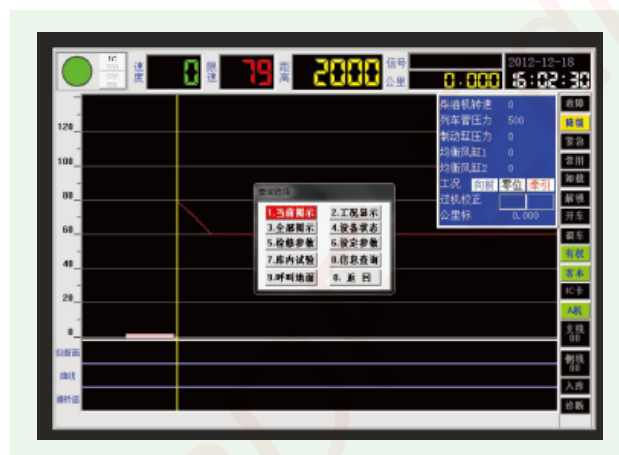


图6 查询界面

2.2 语音提示

语音提示分为固定语音提示（如提示司机输入列车类别、车次等）和可变语音提示（与当前速度情况和信号相关，如前方限速）。对于固定语音提示采用 DirectSound 技术直接播放，对于变化的语音提示采用语音组合方式实现。

3 结束语

本文对 LKJ2000 列车监控装置的功能进行了分析，在 XPE 嵌入式基础上设计了基于 XPE 的 LKJ2000 仿真系统。该仿真系统可用于列车驾驶模拟器中监控系统的模拟，也可作为铁路运营部门准确的列车运行数据。

目前 LKJ2000 列车速度监控装置主要应用于时速低于 160 km 的铁路交通系统中，结合本系统的设计，可以对模拟参数做适当修改来满足高速铁路驾驶模拟系统的需要。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国铁道部. LKJ2000 型列车运行监控记录装置技术规范 [Z]. 2006.
- [2] 丁 露, 陈家斌, 吕少麟, 等. 基于 Windows XP Embedded 嵌入式车辆导航系统设计与实现 [J]. 中国惯性学报, 2008, 14 (6) : 27-29.
- [3] 简 雯. 简单介绍 LKJ2000 型列车运行监控装置 [J]. 科学之友, 2011 (18) : 72-73.

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)