

///

高等学校嵌入式系统通用教材 · ARM 嵌入式系统系列教程

周立功 等编著

ARM 嵌入式系统 实验教程 (三)

- ◇ 配套 MagicARM2200 教学实验平台
- ◇ 配套多媒体实验教学课件



北京航空航天大学出版社

高等学校嵌入式系统通用教材·ARM 嵌入式系统系列教程

ARM 嵌入式系统 实验教程 (三)

周立功 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是《ARM 嵌入式系统系列教程》中的实验教材之一,可与本套教程中的理论课教材《ARM 嵌入式系统基础教程》相配套使用。

以 MagicARM2200 为教学实验开发的硬件平台,以 ADS 1.2 集成开发环境、 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 和 μCLinux 嵌入式操作系统以及各种中间件、驱动程序为软件平台,搭建 ARM 嵌入式系统教学与实验体系。全书共分 6 章。第 1 章全面介绍 MagicARM2200 教学实验开发平台的设计原理以及各种跳线、接口的使用说明;第 2 章介绍基础实验;第 3 章介绍基于 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 操作系统的基础实验;第 4 章介绍基于 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的综合实验;第 5 章介绍 μCLinux 操作系统实验;第 6 章介绍 MiniGUI 图形界面实验。各种实验安排由浅入深,相对完整,使读者更容易学习和掌握 ARM 嵌入式系统开发应用。

本书可作为高等院校电子、自动化、计算机以及机电一体化等相关专业嵌入式系统课程的实验教材,也可作为 ARM 嵌入式系统应用设计人员的参考用书。本书配有多媒体实验教学课件。

图书在版编目(CIP)数据

ARM 嵌入式系统实验教程. 3/周立功等编著. —北京:

北京航空航天大学出版社,2005.9

ISBN 7-81077-726-2

I. A… II. 周… III. 微处理器, ARM—系统设计

—高等学校—教材 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 104946 号

© 2005, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。

侵权必究。

ARM 嵌入式系统实验教程(三)

周立功 等编著

责任编辑 孔祥燮

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:25 字数:560 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-726-2 定价:32.00 元

1. ARM 嵌入式系统的发展趋势

由于网络与通信技术的发展,嵌入式系统在经历了近 20 年的发展历程后,又进入了一个新的历史发展阶段,即从普遍的低端应用进入到一个高、低端并行发展,并且不断提升低端应用技术水平的时代,其标志是近年来 32 位 MCU 的发展。

32 位 MCU 的应用不会走 8 位机百花齐放、百余种型号系列齐上阵的道路,这是因为在 8 位机的低端应用中,嵌入对象与对象专业领域十分广泛而复杂;而当前 32 位 MCU 的高端应用则多集中在网络、通信和多媒体技术领域,32 位 MCU 将会集中在少数厂家发展的少数型号系列上。

在嵌入式系统高端应用的发展中,曾经有众多的厂家参与,很早就有许多 8 位嵌入式 MCU 厂家实施了 8 位、16 位和 32 位机的发展计划。后来,8 位和 32 位机的技术扩展侵占了 16 位机的发展空间。传统电子系统智能化对 8 位机的需求使这些厂家将主要精力放在 8 位机的发展上,形成了 32 位机发展迟迟不前的局面。当网络、通信、多媒体和信息家电业兴起后,出现了嵌入式系统高端应用的市场;而在嵌入式系统的高端应用中,进行多年技术准备的 ARM 公司适时地推出了 32 位 ARM 系列嵌入式微处理器,以其明显的性能优势和知识产权平台扇出的运行方式,迅速形成 32 位机高端应用的主流地位,以至于使不少传统嵌入式系统厂家放弃了自己的 32 位发展计划,转而使用 ARM 内核来发展自己的 32 位 MCU。甚至在嵌入式系统发展史上做出卓越贡献的 Intel 公司以及将单片微型计算机发展到微控制器的 PHILIPS 公司,在发展 32 位嵌入式系统时都不另起炉灶,而是转而使用 ARM 公司的嵌入式系统内核来发展自己的 32 位 MCU。

网络、通信、多媒体和信息家电时代的到来,无疑为 32 位嵌入式系统高端应用提供了空前巨大的发展空间;同时,也为力不从心的 8 位机向高端发展起到了接力作用。一般来说,嵌入式系统的高、低端应用模糊地界定为:高端用于具有海量数据处理的网络、通信和多媒体领域,低端则用于对象系统的控制领域。然而,控制系统的网络化、智能化的发展趋势要求在这些 8 位机的应用中提升海量数据处理能力。当 8 位机无法满足这些提升要求时,便会转而求助 32 位机的解决办法。因此,32 位机的市场需求发展由两方面所致:一方面是高端新兴领域(网络、通信、多媒体和信息家电)的拓展;另一方面是低端控制领域应用在数据处理能力的提升要求。



后 PC 时代的到来以及 32 位嵌入式系统的高端应用吸引了大量计算机专业人士的介入,加之嵌入式系统软/硬件技术的发展,导致了嵌入式系统应用模式的巨大变化,即使嵌入式系统应用进入到一个基于软/硬件平台、集成开发环境的应用系统开发时代,并带动了 SoC 技术的发展。

在众多嵌入式系统厂家参与下,基于 ARM 系列处理器的应用技术会在众多领域取得突破性进展。Intel 公司将 ARM 系列向更高端的嵌入式系统发展;而 PHILIPS 公司则在向高端嵌入式系统发展的同时,向低端的 8 位和 16 位机的高端应用延伸。Intel 公司和 PHILIPS 公司的发展都体现了各自的特点,并充分发挥了各自的优势。因此,在 32 位嵌入式系统应用中,ARM 系列会形成 ARM 公司领军,众多厂家参与,计算机专业、电子技术专业以及对象专业人士共同推动的局面,形成未来 32 位嵌入式系统应用的主流趋势。这种集中分工的技术发展模式有利于嵌入式系统的快速发展。

面对这种形势,近年来,嵌入式系统业界人士掀起了广泛学习嵌入式系统理论及应用开发的热潮,相关的出版物和培训班如雨后春笋不断出现。无论是原有的嵌入式系统业界人士,还是刚进入嵌入式系统的人们,都渴望了解嵌入式系统理论,掌握嵌入式系统的应用技术。高等院校面对这种形式,也迫切需要开设相应的课程。因此,为了满足高等院校嵌入式系统教学以及社会上各种培训的需要,作者结合几年来在嵌入式系统领域教学与开发的经验和特点,编写了本套《ARM 嵌入式系统系列教程》。

2. 本套教程的组成

本套教程由理论教材、实验教材和学习指导 3 部分(共 5 册)组成,且配套的所有教学实验平台都是基于 PHILIPS 公司的 LPC2000 系列 ARM 微控制器(基于 ARM7TDMI-S 核心)而设计的。

理论教材

《ARM 嵌入式系统基础教程》

——含开放式多媒体教学课件,可自行添加或删减内容

实验教材

《ARM 嵌入式系统实验教程(一)》

——含开放式多媒体实验教学课件,可自行添加或删减内容

——配套 EasyARM2200 教学实验开发平台

《ARM 嵌入式系统实验教程(二)》

——含开放式多媒体实验教学课件,可自行添加或删减内容

——配套 SmartARM2200 教学实验开发平台



《ARM 嵌入式系统实验教程(三)》

《ARM 嵌入式系统实验教程(三)——扩展实验》

——含开放式多媒体实验教学课件,可自行添加或删减内容

——配套 MagicARM2200 教学实验开发平台

辅导资料

《ARM 嵌入式系统教学参考与学习指导》

上述 6 本图书构成了一个完整的可根据不同教学特点及时进行裁剪、配套的教材体系。

除此之外,还将我们近年来在 ARM 嵌入式系统领域的应用开发成果编辑成两册(《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)、(二)》),并在北京航空航天大学出版社出版。我们还为 μ CLinux 系统构建和驱动开发编写了《ARM 嵌入式 μ CLinux 系统构建与驱动开发范例》,为以 MiniGUI 为基础的嵌入式 GUI 应用编写了《ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例》,亦即将由北京航空航天大学出版社出版。与此同时,我们还与著名的嵌入式操作系统专家日本东京大学坂村健教授合作,翻译了日文版的《源码开放的嵌入式实时操作系统 T-Kernel》,已在北京航空航天大学出版社出版。与 T-Kernel 有关的详细信息请参考 <http://www.zlgmcu.com> 网站的“ARM 嵌入式系统教学”专栏。选用本套教程作为教学或培训教材的师生以及工程技术开发人员,可选用这些图书作为参考资料。这些资料可为 ARM 嵌入式系统的应用开发人员提供进一步的帮助。

参考资料

《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)》

《ARM 嵌入式系统软件开发实例(二)》

《ARM 嵌入式 μ CLinux 系统构建与驱动开发范例》

《ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例》

《源码开放的嵌入式实时操作系统 T-Kernel》

3. 本套教程的特点

本套教程可面对不同教学或培训需要,并配备有相对应的教学实验平台,配有开放式多媒体教学课件,具有完整性、实践性强及便于教学等特点。

完整性——体现在理论教材、实验教材、辅导资料及参考资料的完全配套性;

实践性强——体现在所提供的教学实验系统是成熟且易于上手的软/硬件应用平台;

便于教学——体现在针对不同教学要求,能方便地选择教学与实验教材的最佳组合,无论是理论教材,还是实验教材都配有多媒体教学课件。



4. 本套教程各册内容简介

《ARM 嵌入式系统基础教程》 本套教程中的理论课教材。以 PHILIPS 公司 LPC2000 系列 ARM 微控制器为例,深入浅出地介绍嵌入式系统开发的各个方面。共分 3 部分:① 理论部分:主要介绍嵌入式系统相关的概念及开发方法;② 基础部分:主要介绍 ARM7 体系结构、指令系统及 LPC2000 系列 ARM 微控制器的结构原理;③ 应用部分:主要介绍如何设计嵌入式系统,包括硬件的设计、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的移植、建立软件开发平台的方法及嵌入式系统开发平台的应用。

《ARM 嵌入式系统实验教程(一)》 本套教程中的实验课教材之一。以具有丰富硬件资源的 EasyARM2200 教学实验开发平台为基础,以 ADS 1.2 集成开发环境、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统以及各种中间件为软件平台,搭建经济实用的 ARM 嵌入式系统教学实验体系。共分 5 章,共有 47 个实验例子。第 1 章全面介绍 EasyARM2200 教学实验开发平台的设计原理以及各种跳线、接口的使用说明。第 2 章重点介绍 ADS 1.2 集成开发环境的使用,包括建立工程、添加源文件、编译链接设置以及 AXD 调试操作等,并介绍 LPC2200 专用工程模板及 EasyJTAG 仿真器的安装与使用。第 3 章为基础实验,包含 32 个实验。第 4 章为基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的实验,包含 6 个实验。第 5 章为综合实验,包含 9 个实验。

《ARM 嵌入式系统实验教程(二)》 本套教程中的实验课教材之二。以具有丰富硬件资源的 SmartARM2200 教学实验开发平台为硬件基础,使用 2.2 英寸 TFT LCD 显示屏作为人机界面,使用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 μCLinux 双操作系统、开源的 MiniGUI 图形用户界面等各种中间件为软件平台,搭建高性价比的 ARM 嵌入式系统教学实验体系,同时还非常适合构建手持便携式产品教学与开发示范平台,例如掌上游戏机、PDA、POS 机、手持式电度表抄表器、智能卡系列产品、手持式数据录入器、酒店点菜器以及手持式测量仪器仪表等。

《ARM 嵌入式系统实验教程(三)》与《ARM 嵌入式系统实验教程(三)——扩展实验》 本套教程中的实验课教材之三。以具有丰富硬件资源的 MagicARM2200 为教学实验开发平台,使用 5.2 英寸 STN LCD 触摸显示屏作为人机界面,使用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 μCLinux 双操作系统、开源的 MiniGUI 图形用户界面等各种中间件为软件平台,搭建 ARM 嵌入式系统教学实验体系,完全覆盖了 EasyARM2200 与 SmartARM2200 教学实验开发平台几乎所有的软/硬件功能模块。

《ARM 嵌入式系统教学参考与学习指导》 为读者提供学习指导和课外补充,答疑解惑。对本套教程中的理论教材和 4 本实验教材中的习题进行解答,并对理论教材中的重点和难点进行剖析,还补充了许多相关资料作为课外补充读物。

5 本参考资料的内容简介如下:

《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)》 详细介绍当前几大热点 ARM 嵌入式系统软件模块的原理及其在 ARM7 上的实现。分为 5 章,每一章介绍一种模块。第 1 章介绍 FAT 文

件系统的基础知识,以及兼容 FAT12、FAT16 和 FAT32 的文件系统模块 ZLG/FS 的源码分析。第 2 章介绍 USB 从模块驱动程序的设计思想及实现过程。第 3 章详细介绍 CF 卡和 IDE 硬盘相应的软件模块 ZLG/CF 的设计思想及实现过程。第 4 章详细介绍 TCP/IP 及相应的软件模块 ZLG/IP 的设计思想及实现过程。第 5 章介绍 GUI 的基础知识及 GUI 模块 ZLG/GUI 的设计思想及实现过程。

《ARM 嵌入式系统软件开发实例(二)》 详细介绍当前几大热点 ARM 嵌入式系统软件模块的原理及其在 ARM7 上的实现。例如 USB1.1(ISP1181B)/HOST(ISP1160/1161)、1 英寸微型 1/1.5/2 GB 硬盘、SD 卡等软件的开发思想与源码分析。

《ARM 嵌入式 μ Clinux 系统构建与驱动开发范例》 为面向初学者的 μ Clinux 内核编程图书,对资深 μ Clinux 内核编程人员也有参考价值。本书从应用角度出发,以众多的实例为载体,以随笔的形式,由浅入深地进行描述,让读者在短期内即可编写 μ Clinux 设备驱动。本书的出版必定会对 μ Clinux 的驱动编写起到很大的推动作用。

《ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例》 从应用设计出发,以初学者的角度,系统地介绍嵌入式 MiniGUI(功能强大且轻量级的图形用户界面支持系统)的移植和基础应用,图文并茂地介绍操作步骤、简单的原理说明和实例的形式,可使读者轻松入门。

《源码开放的嵌入式实时操作系统 T-Kernel》 为 T-Kernel 嵌入式实时操作系统的使用手册,历经 20 多年的商业化开发和完善,全球市场 30~40 亿 CPU 的使用验证,Linux、WinCE、NET 等众多著名操作系统均向 T-Kernel 靠拢并兼容,庞大的商业化市场使用说明,T-kernel 已经成为了事实上标准并于 2004 年开放源代码。

5. 本套教程的读者对象以及如何配套选用

本套教程适用于高等院校测控技术与仪器设计、智能化控制、电子工程、机电一体化、自动化以及计算机等专业开设嵌入式系统课程的教材,也可用作各种嵌入式系统应用开发工程技术人员的培训教材。

各高等学校及嵌入式系统应用开发工程技术人员,可以根据自己的需求及实验室的状况配套选用本套教程。作者给出了 3 种基本方案供参考,学校在建立实验室时也可以组合使用。

1) 经济型方案

- 教材:《ARM 嵌入式系统基础教程》、《ARM 嵌入式系统实验教程(一)》。
- 实验器材:计算机、EasyJTAG 仿真器、EasyARM2200 教学实验开发平台(包含主芯片为 PDIUSB12 的 USB1.1 PACK)、CF 卡(选件)、硬盘(选件)、SMG240128A 液晶模块(选件)、WH153PA12 微型热敏打印机(选件)以及其他电子实验常用设备(如万用表、面包板等)。
- 参考资料:《ARM 嵌入式系统教学参考与学习指导》、《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)》。



- 软件: ADS1.2、 μ C/OS-II V2.52 和 ZLG/GUI。

2) 高性价比方案

- 教材:《ARM 嵌入式系统基础教程》、《ARM 嵌入式系统实验教程(二)》。
- 实验器材: 计算机、EasyJTAG 仿真器、SmartARM2200 教学实验开发平台(包含主芯片为 PDIUSB D12 的 USB1.1 PACK、2.2 英寸 TFT LCD 高清晰度彩色显示屏)、ISP1181B 的 USB1.1 PACK(选件)、ISP1160 或 ISP1161 的 USB HOST PACK(选件)、CF 卡(选件)、SD 卡(选件)、普通硬盘或 1 英寸微型硬盘(选件)、WH153PA12 微型热敏打印机(选件)以及其他电子实验常用设备(如万用表、面包板等)。
- 参考资料:《ARM 嵌入式系统教学参考与学习指导》、《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)》和《ARM 嵌入式系统软件开发实例(二)》、《ARM 嵌入式 μ CLinux 系统构建与驱动开发范例》和《ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例》。
- 软件: ADS1.2、GCC、 μ C/OS-II V2.52、 μ CLinux 2.4 和 MiniGUI。

3) 全功能型方案

- 教材:《ARM 嵌入式系统基础教程》、《ARM 嵌入式系统实验教程(三)》。
- 实验器材: 计算机、EasyJTAG 仿真器、MagicARM2200 教学实验开发平台(包含主芯片为 PDIUSB D12 的 USB1.1 PACK、ISP1160 或 ISP1161 的 USB HOST PACK、双路 CAN-bus 接口、5.2 英寸 STN LCD 触摸显示屏)、ISP1181B 的 USB1.1 PACK(选件)、CF 卡(选件)、SD 卡(选件)、GPS/GPRS 模块(选件)、Modem(选件)、普通硬盘或 1 英寸微型硬盘(选件)、WH153PA12 微型热敏打印机(选件)以及其他电子实验常用设备(如万用表、面包板等)。
- 参考资料:《ARM 嵌入式系统教学参考与学习指导》、《ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)》、《ARM 嵌入式系统软件开发实例(二)》、《ARM 嵌入式 μ CLinux 系统构建与驱动开发范例》和《ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例》。
- 软件: ADS1.2、GCC、 μ C/OS-II V2.52、 μ CLinux 2.4 和 MiniGUI。

6. 创新多媒体教学课件

传统的嵌入式系统教学课件只是简单地罗列大段书本文字,这种“可以投影的电子书”在描述 CPU 体系结构及各个控制寄存器的特性及难点时显得呆板而乏味,给教师授课和学生自学都带来了很大的障碍。

针对传统课件存在的这些问题,我们耗时半年之久,倾力制作了这部具有突破意义的多媒体课件。该课件运用大量的动画,对嵌入式系统的重点和读者反馈的难点作了详尽的剖析,采用剥笋的方式逐步深入。并认真听取一线教师的意见,对课件内容作了合理的设置,在紧扣教材主线的前提下进行了适当的补充。

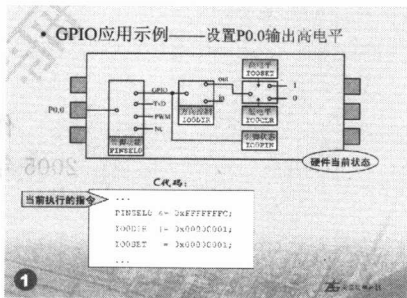
因为课件对每个重要细节都作了细致的讲述,所以整个课件多达 1 200 页。用于教学时,



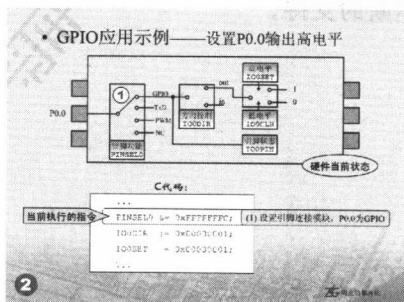
授课老师可以根据课时安排,自行删减课件内容。

详细内容请到 <http://www.zlgmcu.com> 网站的“ARM 嵌入式系统教学”栏目下载。

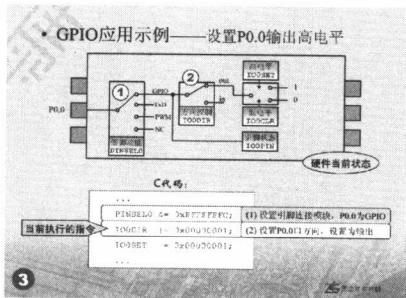
课件示例:将微控制器的 P0.0 引脚设置为输出高电平:



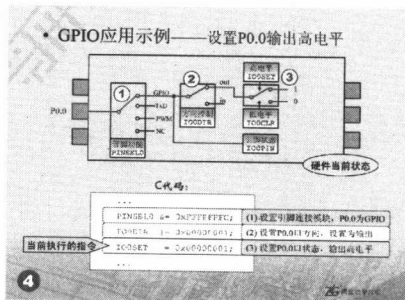
图片上半部分为相关硬件的当前状态,因为程序尚未执行,所以硬件处于不定状态。



执行第 1 条程序,设置引脚连接模式,将 P0.0 连接到芯片引脚。



执行第 2 条程序,设置 I/O 口方向为“输出”。



执行第 3 条程序,设置 I/O 口为高电平。

7. 本套教程的网络辅助

作者在网站 <http://www.21IC.com> 上开辟了“PHILIPS ARM”BBS 论坛,在网站 www.zlgmcu.com 上开辟了“ARM 嵌入式系统教学”专栏,帮助读者深入浅出地学习 ARM 嵌入式系统;并结合大学生的课程设计与毕业设计做好 ARM 嵌入式系统的软/硬件开发,有针对性地不断更新各种资料。读者也可在该栏目上发表应用文章,交流学习心得。

我们相信,本套《ARM 嵌入式系统系列教程》的出版一定会对国内 32 位嵌入式系统的教



学与实践起到推动作用;通过这些努力,一定会使我国嵌入式系统应用提升到一个更高的水平,并推动 32 位嵌入式系统的普及。

我们真诚地欢迎广大读者给我们来信(zlg3@zlgmcu.com),将您对本套图书的意见及修改建议及时提供给我们,以便在本套图书再版时修订。我们也真诚地希望能够得到广大读者持续不断的支持。

作 者

2005 年 8 月



前 言

本书是《ARM 嵌入式系统系列教程》中的实验教材之一,基于 MagicARM2200 教学实验开发平台,可以与本教程中的理论教材《ARM 嵌入式系统基础教程》相配套使用,亦可单独使用。

本教材共分为 6 章,第 1 章为 MagicARM2200 硬件介绍部分,第 2~6 章为实验部分。各种实验安排由浅入深,相对完整,使读者更容易学习和掌握 ARM 嵌入式系统开发应用。各章节安排如下:

第 1 章, MagicARM2200 实验箱硬件结构。本章主要介绍 MagicARM2200 的功能特点和硬件设计原理。通过阅读这一章,读者应当对 MagicARM2200 有了较为全面的了解,为实验和开发奠定基础。

第 2 章,基础实验。本章介绍多达 27 个比较简单的实验,较为全面地涉及到 ARM 嵌入式系统常用的功能部件。通过这些实验,让学生巩固《ARM 与嵌入式系统基础教程》的各个知识点。

第 3 章,基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的基础实验。本章介绍 5 个基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 嵌入式操作系统的实验。通过这些实验,让学生体会 RTOS 开发特点和优点,并掌握基于 RTOS 的基本编程方法。

第 4 章,基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的综合实验。本章安排了 8 个基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的、嵌入式系统高端应用的高级接口实验,包括 GPRS、GPS、CF 卡、SD/MMC 卡和 USB 读/写 U 盘等。

第 5 章, μCLinux 基础实验。本章主要介绍嵌入式操作系统 μCLinux 在 MagicARM2200 上的 12 个应用实验,所有实验均基于设备驱动程序(包括字符设备、块设备和网络设备驱动程序)。

第 6 章, MiniGUI 图形界面实验。本章介绍了一个功能强大、轻量级的图形用户界面支持系统 MiniGUI (for μCLinux , 学习版)在 MagicARM2200 上的移植,并通过 9 个应用实验使学生掌握 MiniGUI 的常用功能。

由于本书的篇幅有限,还有一些附加实验和说明文档并没有编写到本书当中,经过重新整理后编写成《ARM 嵌入式系统实验教程(三)——扩展实验》一书。

本书正文中多处提到“产品配套光盘”,此盘为 MagicARM2200 教学实验开发平台的配套光盘,购买 MagicARM2200 教学实验开发平台的用户,可随设备获得该光盘。

参与本书编写和工作的主要人员有陈明计、黄绍斌、叶皓贲、周立山、郑明远、陈锡炳、甘达、戚军、岳宪臣和朱旻等。全书由周立功负责规划、内容的安排、定稿与修改。

由于作者水平有限,本书在各个方面难免有疏忽、不恰当甚至完全错误的地方,恳请各位老师及同行指正。

作 者

2005 年 7 月

目 录

第 1 章 MagicARM2200 实验箱硬件结构

1.1 功能特点	1
1.2 硬件原理	3
1.2.1 DeviceARM2200 嵌入式工控板	4
1.2.2 实验箱主板	15
1.3 硬件结构	35
1.3.1 跳线器说明	35
1.3.2 连接器说明	47
1.4 硬件使用的资源	48
1.5 温馨提示	50

第 2 章 基础实验

2.1 ADS 1.2 集成开发环境练习	52
2.2 汇编指令实验 1	57
2.3 汇编指令实验 2	60
2.4 汇编指令实验 3	63
2.5 汇编指令实验 4	66
2.6 汇编指令实验 5	69
2.7 ARM 微控制器工作模式实验	72
2.8 C 语言程序实验	76
2.9 C 语言调用汇编程序实验	79
2.10 GPIO 输出控制实验 1	81
2.11 GPIO 输出控制实验 2	86
2.12 GPIO 输入实验	89
2.13 存储器重映射实验	92
2.14 外部中断实验 1	94
2.15 外部存储器接口实验 1	97
2.16 定时器实验 1	103
2.17 UART 实验 1	105
2.18 I ² C 接口实验 1	109
2.19 WDT 实验	113



2.20	低功耗实验 1	116
2.21	模/数转换器实验	119
2.22	数/模转换器实验	125
2.23	PS/2 键盘实验	129
2.24	步进电机实验	134
2.25	直流电机实验	141
2.26	彩色液晶绘图实验	144
2.27	触摸屏实验	147
2.28	温馨提示	155

第 3 章 基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的基础实验

3.1	$\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 移植实验	157
3.2	蜂鸣器控制实验	168
3.3	串口中间件应用实验	175
3.4	Modem 通信实验	180
3.5	I ² C 总线驱动中间件实验	183
3.6	温馨提示	187

第 4 章 基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的综合实验

4.1	USB - E ² PROM 编程器实验	188
4.2	读/写 U 盘扇区实验	200
4.3	SD/MMC 卡读卡器实验	215
4.4	ZLG/CF 驱动使用实验	228
4.5	UDP 通信实验	239
4.6	GPRS 通信实验	245
4.7	GPS 实验	247
4.8	MODBUS RTU 主/从通信实验	250
4.9	温馨提示	262

第 5 章 μCLinux 基础实验

5.1	μCLinux 平台构建实验	263
5.2	预备知识	267
5.2.1	程序目录结构	267
5.2.2	基本概念	268
5.2.3	驱动程序使用	269
5.3	GPIO	271



5.3.1 GPIO 驱动	271
5.3.2 LED 流水灯实验	273
5.4 UART1	276
5.5 I ² C	283
5.5.1 I ² C 驱动	283
5.5.2 CAT1025 读/写实验	285
5.6 PWM	288
5.6.1 PWM 驱动	288
5.6.2 单路 PWM 输出	290
5.7 A/D 转换	292
5.7.1 A/D 转换驱动	292
5.7.2 单路 A/D 转换实验	294
5.8 块设备实验	297
5.8.1 块设备驱动	297
5.8.2 CF 卡实验	298
5.9 以太网实验	301
5.9.1 UDP 通信实验	301
5.9.2 TCP 通信实验	308
5.10 μ CLinux 内核实验	315
5.10.1 μ CLinux 内核配置/编译实验	315
5.10.2 制作 RAM DISK	317
5.10.3 在文件系统中增加用户程序	318
5.11 温馨提示	322

第 6 章 MiniGUI 图形界面实验

6.1 MiniGUI for μ CLinux 移植实验	324
6.2 MiniGUI 消息处理实验	352
6.3 下拉式菜单实验	355
6.4 对话框应用编程实验	360
6.5 控件应用编程实验	364
6.6 自定义控件实验	368
6.7 简易编辑器实验	372
6.8 位图显示实验	375
6.9 GDI 绘图实验	377
6.10 温馨提示	378

参考文献

第1章 MagicARM2200 实验箱

硬件结构

MagicARM2200 实验箱是由广州周立功单片机发展有限公司开发的一款可使用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 μCLinux 双操作系统且集众多功能于一身的 ARM 教学实验开发平台。实验箱的主板上带有充足的存储资源(PSRAM、NAND Flash、NOR Flash 和 E^2PROM 等),具有以太网接口、Modem 接口、CAN 接口、IDE 硬盘接口、CF 卡接口、SD 卡接口、打印机接口和 5.2 英寸 320×240 彩色液晶屏(带触摸屏),可使用 JTAG 仿真调试。其灵活的跳线选择(I/O 与功能电路的连接),外设 PACK 和 GPIO 输出接口,非常适用于教学实验。

1.1 功能特点

- 支持 μCLinux 和 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 双操作系统,搭建用户系统平台更方便。
- 完全自主设计的软、硬件,拥有自主知识产权的 JTAG 仿真技术,支持 ADS1.2 集成开发环境及 PHILIPS 所有通用 ARM 微控制器的仿真和开发。
- 采用 DeviceARM2200 嵌入式工控板(即核心板),标准配置为 PHILIPS 公司的 ARM7TDMI-S 微控制器 LPC2290、2 MB NOR Flash(BootLoader)、8 MB RAM、16 MB NAND Flash 和 256 字节 E^2PROM 。
- 标准配置为 5.2 英寸 320×240 彩色液晶屏,带触摸屏,人机界面更华丽。
- 全面支持 7 种型号的 144 针 ARM7 微控制器:LPC2200 (LPC2210/2220/2212/2214/2290/2292/2294)。
- 灵活的跳线器选择,让用户可以重新分配 I/O 资源。
- 具有外设 PACK 和 GPIO 输出接口,方便用户连接外部电路的开发和使用。
- 标准配置有 ISP1161 PACK 板,支持 USB1.1 HOST/Device 固件编程与驱动程序的开发。
- 具有 SD 卡接口,支持 SD/MMC 卡读/写。
- 具有 DM9000E 网卡芯片,支持 10/100M 以太网通信。
- 具有 IDE 硬盘接口和 CF 存储卡接口。
- 可以与标准 Modem 直接连接,进行远程数据通信。



- 具有 RS-232 转换电路,可与上位机进行串行通信,完成 UART 通信实验。
- 包含两路 CAN 接口,方便组装现场总线。
- 多种可选配置适配器:
 - GPS 模块,进行地理定位实验;
 - GPRS 模块,进行 GPRS 实验;
 - PDIUSBD12 USB1.1 Device PCAK;
 - ISP1181 USB1.1 Device PACK;
 - ISP1160 USB1.1 HOST PACK。
- 使用 ZLG7290 扩展了 8 位动态 LED 数码管和一个 16 键小键盘。采用德国 CHERRY 按键,具有极佳的手感和超长的使用寿命。
- 8 个独立 LED 灯,1 个独立按键,1 个蜂鸣器。
- 包含 1 路 RS-485 接口电路,可做 RS-485 通信实验。
- 具有打印机接口电路,提供打印机软件包。
- 具有 PS/2 键盘、鼠标接口和扩展系统的输入设备。
- 串行 DAC 电路,可同步输出 4 路 D/A 信号。
- 具有四相步进电机和直流电机驱动电路,可做步进电机、直流电机控制实验。
- 多种免费商业化软件包及其详细的开发文档:
 - 移植 μ C/OS-II 到 ARM7 软件包;
 - 移植 μ CLinux 到 LPC2200 软件包;
 - 数据队列软件包;
 - 串口驱动软件包;
 - Modem 接口软件包;
 - SPI 总线软件包;
 - I²C 总线软件包;
 - 支持 RS-485/422 MODBUS RTU 协议软件包;
 - CAN-bus 协议软件包;
 - 打印机接口软件包;
 - ZLG/GPS 软件包(选配);
 - ZLG/GPRS 软件包(选配);
 - ZLG/FS 文件管理系统软件包;
 - MiniGUI 图形用户界面学习版软件包(μ C/OS-II & μ CLinux);
 - ZLG/IP TCP/IP 软件包;
 - ZLG/PPP 协议软件包;
 - ZLG/CF CF 卡及 IDE 硬盘软件包;