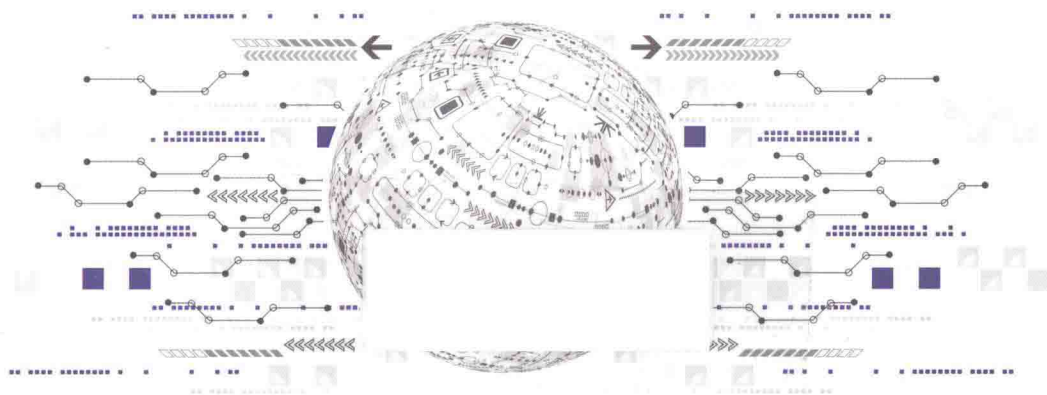


嵌入式系统开发 与应用实例

马洪连 李大奎 主编



实例导读

涵盖35个具体实例

涉及 μ C/OS-II 和 Linux 操作系统



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

嵌入式技术与应用丛书

嵌入式系统开发与应用实例

马洪连 李大奎 主编

朱 明 迟宗正 张益嘉 梁 芳 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从实用的角度出发,针对国内大专院校嵌入式工程专业的“嵌入式系统结构”、“嵌入式操作系统”、“嵌入式软件设计”和“嵌入式系统设计与应用”等相应专业课程的需要,结合作者多年的教学、科研方面的经验编写了这部实例应用教材。

本书的应用实例是在以 ARM 系列 S3C2440 微处理器为核心,集实验教学和课程设计要求而开发设计的嵌入式综合实训平台基础上完成的,具体包括嵌入式系统结构(无操作系统)应用、嵌入式操作系统的应用、基于 Linux 下的 C/C++ 程序设计应用及嵌入式系统常用传感器扩展应用 4 部分,共计 35 个应用实例。

在本书的各个实例应用中介绍了相关的硬件接口原理图、设备驱动程序代码、集成开发环境等相关内容。同时,本书还附带有提供完整的开发工具、Bootloader、内核、文件系统、外设驱动等应用实例源代码的网络光盘(读者可登录华信教育资源网 www.hxedu.com.cn 免费注册后下载),以提高读者的开发设计能力。

本书结构合理、应用实例丰富,具有很强的实用性,可作为高等院校相关专业的实践教学参考书,也可以作为从事嵌入式系统开发设计人员和爱好者的技术培训或者开发参考技术指导书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统开发与应用实例 / 马洪连, 李大奎主编. — 北京: 电子工业出版社, 2015.7

(嵌入式技术与应用丛书)

ISBN 978-7-121-26285-2

I. ①嵌… II. ①马… ②李… III. ①微型计算机—系统开发 IV. ①TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 126370 号

责任编辑: 田宏峰

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 17.5 字数: 445 千字

版 次: 2015 年 7 月第 1 版

印 次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着嵌入式系统设计和物联网工程应用项目的迅速发展和普及,业界对嵌入式系统设计的技术人才需求越来越大,同时也迫切需要一些较好的适合于不同层次人员使用的教材和参考书。本书从实用的角度出发,针对国内大专院校嵌入式工程专业的“嵌入式系统结构”、“嵌入式操作系统”、“嵌入式软件设计”和“嵌入式系统设计与应用”等专业课程的需要,结合作者多年的教学、科研方面的经验编写了这部实例应用教材。

本书的实例内容是在以 ARM 系列 S3C2440 微处理器为核心,集实例教学和课程设计要求而开发设计的嵌入式综合实训平台基础上完成的。

全书内容具体分为如下四部分(35 种应用实例)。

(1) 嵌入式系统结构(无操作系统)应用实例部分,具体包括:ADS1.2 集成开发环境的安装与应用、外部按键中断的应用、RS-232 串行接口通信应用、基于 I2C 总线通信的器件应用、LED 指示灯驱动应用、LCD 图片显示应用、蜂鸣器驱动应用和直流电机驱动应用,共计 8 个应用实例。

(2) 嵌入式操作系统的应用实例部分,具体包括: $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统多任务调度、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 多任务通信、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内存管理、Linux 下交叉编译工具链的建立和定制 Linux 内核及制作文件系统,共计 5 个应用实例。

(3) 基于 Linux 下的 C/C++ 程序设计应用实例部分,具体包括:独立按键应用、矩阵键盘应用、A/D 转换应用、LED 控制应用、LCD 驱动应用、触摸屏控制应用、I2C 总线器件控制应用、网络通信应用、U 盘读写应用、SD 卡读写应用、蜂鸣器控制应用、电机控制应用、CMOS 摄像头应用、USB 接口摄像头应用和音频播放应用,共计 16 个应用实例。

(4) 嵌入式系统常用传感器扩展应用实例部分,具体包括:超声波传感器应用、温湿度传感器应用、光照强度传感器应用、三轴数字加速度计应用、陀螺仪运动传感器应用和人体红外传感器应用,共计 6 个应用实例。

在本书的各个实例应用中为读者介绍了相关的硬件接口原理图、设备驱动程序代码、集成开发环境等相关内容;同时,本书还附带有提供完整的开发工具、Bootloader、内核、文件系统、外设驱动等应用实例源代码的网络光盘,读者可登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后下载,有利于提高读者的开发设计能力。

本书定位于从事嵌入式系统开发和设计的初学人员,作者在编写本书的过程中,精选内容、力求符合从事嵌入式系统开发和设计的初学者的特点,做到概念清晰、理论联系实际,以便使读者能在较短的时间内迅速掌握相关知识,起到事半功倍的作用。

在本书编写的过程中,得到了大连理工大学吴国伟教授、赖晓晨副教授、邱铁副教授和林驰老师的指导和支持。研究生罗龙、余亮、丁宇心和王亚维等人对本书的完成也做出了贡献,在此对他们表示感谢。另外感谢电子工业出版社的编辑,在他们的大力支持下使本书能够很快地出版发行。本书参考和引用了有关方面的文献和资料,同样对参考文献中所有的作者深表谢意。

由于嵌入式系统设计的迅速发展和普及，嵌入式应用的新技术、新成果不断涌现和更新，书中难免存在错误、疏漏和不妥之处，还希望广大读者能够多加谅解，并及时联系作者，以期在后续版本中进行完善。

编 者
2015 年 5 月

目 录

概述	1	0.2 性能指标及功能	1
0.1 嵌入式综合实训平台简介	1		

第一部分 嵌入式系统结构（无操作系统）应用实例

实例 1 ADS1.2 集成开发环境的安装 与应用	6	实例 5 LED 指示灯驱动应用	39
1.1 使用 ADS 创建用户工程	6	5.1 实例目的和内容	39
1.1.1 建立一个工程	6	5.2 实例原理	40
1.1.2 编译和链接工程	9	5.2.1 LED 及应用电路	40
1.2 使用 HJTAG 进行代码调试	13	5.2.2 相应寄存器介绍	40
实例 2 外部按键中断的应用	15	5.3 程序编写	41
2.1 实例目的和内容	15	实例 6 LCD 图片显示应用	44
2.2 实例原理	15	6.1 实例目的和内容	44
2.2.1 S3C2440 异常中断概述	16	6.2 实例原理	44
2.2.2 异常中断工作原理	16	6.2.1 LCD 及应用电路	44
2.3 程序编写	17	6.2.2 相关寄存器介绍	47
实例 3 RS-232 串行接口通信应用	19	6.3 程序编写	50
3.1 实例目的和内容	19	实例 7 蜂鸣器驱动应用	58
3.2 实例原理	19	7.1 实例目的和内容	58
3.2.1 标准 RS-232C 串行接口简介	19	7.2 实例原理	58
3.2.2 相关寄存器介绍	20	7.2.1 蜂鸣器及应用电路	58
3.3 程序编写	24	7.2.2 相关寄存器介绍	59
实例 4 基于 I2C 总线通信的器件应用	31	7.3 程序编写	61
4.1 实例目的和内容	31	实例 8 直流电机驱动应用	64
4.2 实例原理	31	8.1 实例目的和内容	64
4.2.1 I2C 总线及应用电路	31	8.2 实例原理	64
4.2.2 相关寄存器介绍	32	8.2.1 直流电机及应用电路	64
4.3 程序编写	33	8.2.2 相关寄存器介绍	65
		8.3 程序编写	65

第二部分 嵌入式操作系统的应用实例

实例 9 μ C/OS-II 实时操作系统 多任务调度	70	9.3 程序编写	71
9.1 实例目的和内容	70	9.4 实例步骤	74
9.2 实例原理	70	实例 10 μ C/OS-II 多任务通信	77
		10.1 实例目的和内容	77

10.2	实例原理	77	实例 12	Linux 下交叉编译工具链的建立	92
10.3	程序编写	78	12.1	实例目的和内容	92
10.3.1	信号量	78	12.2	实例步骤	92
10.3.2	消息队列	81	实例 13	定制 Linux 内核及制作文件系统	96
10.3.3	消息邮箱	83	13.1	实例目的和内容	96
10.4	实例步骤	85	13.2	实例步骤	96
实例 11	μ C/OS-II 内存管理	87	13.2.1	配置内核	96
11.1	实例目的和内容	87	13.2.2	编译内核	114
11.2	实例原理	87	13.2.3	制作实训平台文件系统映像	115
11.3	程序编写	88	13.2.4	下载并烧写内核及文件 系统镜像	117
11.4	实例步骤	91			

第三部分 基于 Linux 下的 C/C++ 程序设计应用实例

实例 14	Linux 下独立按键应用	122	17.3.2	测试程序	146
14.1	实例目的和内容	122	17.4	实例步骤	147
14.2	实例原理	122	实例 18	Linux 下 LCD 驱动应用	149
14.3	程序编写	122	18.1	实例目的和内容	149
14.3.1	驱动程序	122	18.2	实例原理	149
14.3.2	测试程序	125	18.3	程序编写	150
14.4	实例步骤	126	18.3.1	驱动程序	150
实例 15	Linux 下矩阵键盘应用	127	18.3.2	测试程序	152
15.1	实例目的和内容	127	18.4	实例步骤	152
15.2	实例原理	127	实例 19	Linux 下触摸屏控制应用	154
15.3	程序编写	128	19.1	实例目的和内容	154
15.3.1	驱动程序	128	19.2	实例原理	154
15.3.2	测试代码	133	19.3	程序编写	155
15.4	实例步骤	134	19.4	实例步骤	159
实例 16	Linux 下 A/D 转换应用	136	实例 20	Linux 下 I2C 总线器件控制应用	160
16.1	实例目的和内容	136	20.1	实例目的和内容	160
16.2	实例原理	136	20.2	实例原理	160
16.3	程序编写	138	20.3	程序编写	160
16.3.1	驱动程序	138	20.4	实例步骤	162
16.3.2	测试程序	142	实例 21	Linux 下 USART 串行应用	164
16.4	实例步骤	142	21.1	实例目的和内容	164
实例 17	Linux 下 LED 控制应用	144	21.2	实例原理	164
17.1	实例目的和内容	144	21.3	程序编写	165
17.2	实例原理	144	21.4	实例步骤	170
17.3	程序设计	145	实例 22	Linux 下网络通信应用	172
17.3.1	驱动程序	145	22.1	实例目的和内容	172

22.2	实例原理	172	26.2	实例原理	192
22.3	程序编写	174	26.3	程序编写	192
22.4	实例步骤	176	26.3.1	驱动程序	192
实例 23	Linux 下 U 盘读写应用	179	26.3.2	测试程序	195
23.1	实例目的和内容	179	26.4	实例步骤	198
23.2	实例原理	179	实例 27	Linux 下 CMOS 摄像头应用	200
23.3	实例步骤	180	27.1	实例目的和内容	200
23.3.1	简介	180	27.2	实例原理	200
23.3.2	U 盘挂载测试	180	27.3	实例步骤	202
23.3.3	U 盘读写测试	181	实例 28	Linux 下 USB 接口摄像头应用	203
实例 24	Linux 下 SD 卡读写应用	182	28.1	实例目的和内容	203
24.1	实例目的和内容	182	28.2	实例原理	203
24.2	实例原理	182	28.3	实例步骤	204
24.3	实例步骤	183	实例 29	Linux 下音频播放应用	205
实例 25	Linux 下蜂鸣器控制应用	184	29.1	实例目的和内容	205
25.1	实例目的和内容	184	29.2	实例原理	205
25.2	实例原理	184	29.3	实例步骤	205
25.3	程序编写	184	29.3.1	简介	205
25.3.1	驱动程序	184	29.3.2	移植 MadPlay	206
25.3.2	测试程序	187	29.3.3	下载运行	209
25.4	实例步骤	190			
实例 26	Linux 下电机控制应用	192			
26.1	实例目的和内容	192			

第四部分 常用传感器扩展应用实例

实例 30	超声波传感器应用	212	31.4	实例步骤	225
30.1	实例目的和内容	212	实例 32	光照强度传感器应用	227
30.2	实例原理	212	32.1	实例目的和内容	227
30.3	程序编写	213	32.2	实例原理	227
30.3.1	驱动程序	213	32.3	程序编写	229
30.3.2	测试程序	215	32.3.1	驱动代码	229
30.4	实例步骤	216	32.3.2	测试代码	234
实例 31	温湿度传感器应用	218	32.4	实例步骤	235
31.1	实例目的和内容	218	实例 33	三轴数字加速度计应用	237
31.2	实例原理	218	33.1	实例目的和内容	237
31.3	程序编写	221	33.2	实例原理	237
31.3.1	驱动程序	221	33.3	程序编写	242
31.3.2	测试程序	224	33.3.1	驱动代码	242

33.3.2 测试代码	248
33.4 实例步骤	251
实例 34 陀螺仪运动传感器应用	253
34.1 实例目的和内容	253
34.2 实例原理	253
34.3 程序编写	254
34.3.1 驱动代码	254
34.3.2 测试代码	261
34.4 实例步骤	262

实例 35 人体红外传感器应用	264
35.1 实例目的和内容	264
35.2 实例原理	264
35.3 程序编写	265
35.3.1 驱动代码	265
35.3.2 测试代码	267
35.4 实例步骤	268
参考文献	270

概 述



0.1 嵌入式综合实训平台简介

目前,在国内外基于 ARM 体系结构的嵌入式系统占领了 32 位微处理器市场较大的份额,并且在国内市场极易购买到基于 ARM 系列的各种类型微处理器,正因为如此,本书采用了以 ARM 微处理器为核心的硬件应用平台。

该嵌入式综合实训平台是一款基于 ARM S3C2440 微处理器为核心,集实验教学和课程设计于一体的实践、实训教学平台。本平台的设计目的针对“嵌入式系统结构”、“嵌入式操作系统”、“嵌入式软件设计”和“嵌入式系统设计与应用”等嵌入式专业课程的需要,提供了分别在无操作系统、嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 Linux 操作系统情况下,35 种软件开发及应用的实例。另外,在各个实例应用中还为用户提供了相关的硬件接口原理图、设备驱动程序代码、集成开发环境等相关资料,这样有利于加速用户本身的开发设计能力。

嵌入式综合实训平台适合国内高校的计算机专业、物联网、电子信息工程、自动化、仪器仪表、机电一体化等专业创建嵌入式实验室,还可以为广大高校师生开展学术研究、课题研究提供良好的应用平台。

该平台装有 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 Linux 内核两种嵌入式操作系统,用户可以在稳定的环境中运行程序;另外在应用实例过程中,本平台还提供了扩展接口,这样在应用中给用户提供了—定的扩展性和便利性。

本书将提供完整的开发工具、Bootloader、内核、文件系统、外设驱动、传感器扩展等应用实例源代码网络光盘,同时作者还可以提供及时有效的技术支持。



0.2 性能指标及功能

下面针对嵌入式综合实训平台的整体配置、性能指标及功能,具体分为嵌入式核心部分、外部接口与设备和可扩充外部接口三部分进行介绍。嵌入式系统实训平台的实物图及各部分说明,配套的扩展模块等如图 0.1 所示。

1. 嵌入式核心部分

嵌入式综合实训平台核心部分的整体配置、性能指标及功能分别如下所示。

- Samsung S3C2440A 微处理器:主频 400 MHz,最高 533 MHz。
- 系统时钟源:12 MHz 无源晶振。
- 实时时钟:内部实时时钟(带后备锂电池)。

- 操作系统支持：
 - ◇ 非操作系统测试代码（可使用 H-JATG 单步调试）；
 - ◇ $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 基本系统；
 - ◇ Linux 2.6.32 + Qtopia 2.2.0+QTE 4.6.3。
- SDRAM 内存：64 MB SDRAM、32 位数据总线、时钟频率高达 100 MHz。
- Flash 存储器：256 MB NandFlash 和 2 MB NorFlash，已经安装 BIOS。

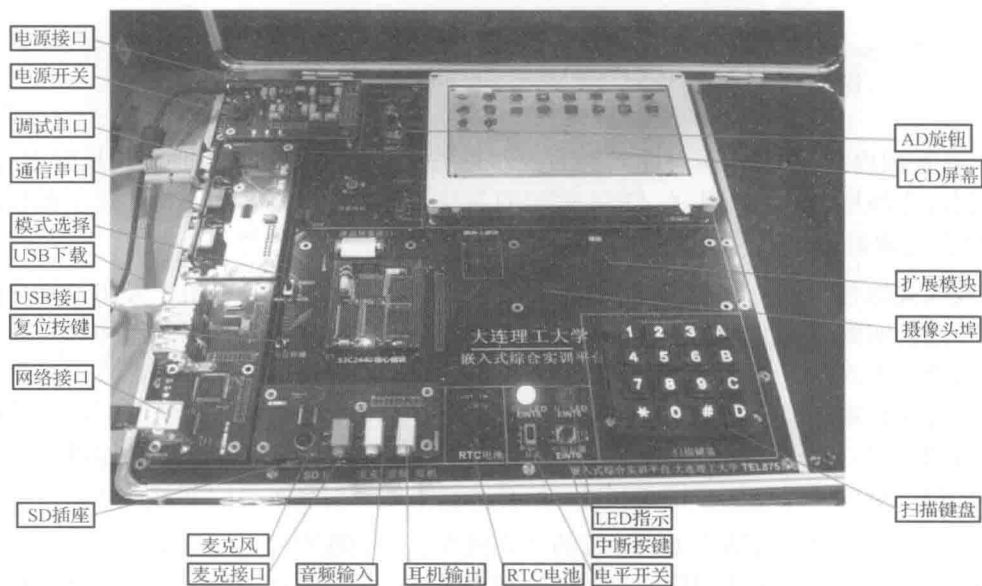


图 0.1 嵌入式系统实训平台的实物图

2. 外部接口与设备

嵌入式综合实训平台外部接口与设备的整体配置、性能指标及功能分别如下所示：

- 7 英寸 LCD 显示 256 色真彩色 TFT 液晶屏，屏幕分辨率可以达到 1 024×768 像素。
- 在 LCD 屏上集成有四线电阻式触摸屏。
- 一个 100 Mbps 以太网 RJ-45 接口（采用 DM9000 网络芯片）。
- 三个 RS-232 串行口。
- 一个 2.0 mm 间距 10 针 JTAG 接口。
- 一个 USB Host（主）、三个 USB Slave（从）B 型接口。
- 一个 SD 卡存储接口。
- 一路音频输出接口，一路麦克风接口。
- 四个 LED 发光二极管。
- 十六个按键的小矩阵键盘。
- 一个蜂鸣器，一个直流电机。
- 一个带有可调电阻的模拟电源，用于 A/D 转换测试。
- 一个 I2C 总线 AT24C04（或 AT24C08）芯片，用于 I2C 总线应用。
- 一个 2.0 mm 间距 20 引脚摄像头接口。
- 板载实时时钟电池。

- 电源接口（5 V），带电源开关和指示灯。

3. 可扩充外部接口

嵌入式综合实训平台可扩充外部接口的功能模块如下所示。

- 超声波、温湿度、光照强度、三轴加速度、陀螺仪运动、人体红外共 6 种传感器输入模块。
- 扩展 GPS 模块、GPRS 模块、ZigBee 通信模块接口。
- 扩展 GPIO 接口（DIP32 插座）。

4. 实训平台支持的应用实例项目

嵌入式综合实训平台针对于嵌入式专业课程群的需要，提供了分别在于无操作系统、嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 Linux 操作系统三种不同环境下的应用实例项目，详见表 0.1。

表 0.1 实例项目及相关内容

嵌入式系统结构课程	无操作系统应用实例	实例 1: ADS1.2 集成开发环境的安装与应用
		实例 2: 外部按键中断的应用
		实例 3: RS-232 串行接口通信应用
		实例 4: 基于 I2C 总线通信的器件应用
		实例 5: LED 指示灯驱动应用
		实例 6: LCD 图片显示应用
		实例 7: 蜂鸣器驱动应用
		实例 8: 直流电机驱动应用
嵌入式操作系统课程	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 和 Linux 操作系统	实例 9: $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统多任务调度
		实例 10: $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 多任务通信
		实例 11: $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内存管理
		实例 12: Linux 下交叉编译工具链的建立
		实例 13: 定制 Linux 内核及制作文件系统
嵌入式 C/C++ 程序设计课程	外设接口应用实例	实例 14: Linux 下独立按键应用
		实例 15: Linux 下矩阵键盘应用
		实例 16: Linux 下 A/D 转换应用
		实例 17: Linux 下 LED 控制应用
		实例 18: Linux 下 LCD 驱动应用
		实例 19: Linux 下触摸屏控制应用
		实例 20: Linux 下 I2C 总线器件控制应用
		实例 21: Linux 下 USART 串口应用
		实例 22: Linux 下网络通信应用
		实例 23: Linux 下 U 盘读写应用
		实例 24: Linux 下 SD 卡读写应用
		实例 25: Linux 下蜂鸣器控制应用
		实例 26: Linux 下电机控制应用
		实例 27: Linux 下 CMOS 摄像头应用
		实例 28: Linux 下 USB 接口摄像头应用
		实例 29: Linux 下音频播放应用
嵌入式系统应用课程	传感器扩展应用实例	实例 30: 超声波传感器应用
		实例 31: 温湿度传感器应用
		实例 32: 光照强度传感器应用
		实例 33: 三轴数字加速度计应用
		实例 34: 陀螺仪运动传感器应用
		实例 35: 人体红外传感器应用

第一部分

嵌入式系统结构（无操作系统） 应用实例



实例 1

ADS1.2 集成开发环境的 安装与应用

ARM ADS 的全称为 ARM Developer Suite,它是 ARM 公司推出的基于 ARM 系列微处理器系统应用的集成开发环境。本书应用的 ADS 为 1.2 版本,它可以在 PC 的 Win7/XP/Windows Server2003 等操作系统下使用。

在 ADS 集成开发环境中,包含了与应用相关的文档和实例支持,使用者可以用它来进行基于 ARM 系列的微处理器的应用开发。ADS 支持编辑、编译、调试各种 C、C++和 ARM 汇编语言编写的程序,ADS 由命令行开发工具、ARM 文件库、GUI 开发环境等支持软件组成。

通过本实例的操作,读者可以熟悉 ADS1.2 开发环境,学会使用 ARM 仿真器,使用 ADS 编辑、下载、调试并跟踪程序,了解嵌入式系统开发的基本思想和过程。本次实例的内容是使用 ADS1.2 集成开发环境,新建一个简单的工程文件,并对其进行编译、下载和调试。

实例所需的设备及工具如下:硬件方面包括有嵌入式综合实训平台、PC 和通信线;软件方面包括有 PC 操作系统(WindowsXP 以上)、ADS1.2 集成开发环境、超级终端通信程序。具体实例步骤如下所示。



1.1 使用 ADS 创建用户工程

本节通过一个简单的具体实例,介绍如何使用 ADS 集成开发环境,包括如何创建一个新的工程,如何配置编译选项,并编译生成可以直接烧写到 Flash 中的 bin 格式二进制可执行文件。

1.1.1 建立一个工程

在 ADS 集成开发环境中,选择“File”→“New”,打开如图 1.1 所示的窗口。

可以看到有 7 种工程类型可以选择。

(1) ARM Executable Image: 用于由 ARM 指令的代码生成一个 ELF 格式的可以执行映像文件。

(2) ARM Object Library: 用于由 ARM 指令的代码生成一个 armar 格式的目标文件库。

(3) Empty Project: 用于创建一个不包含任何库或者源文件的工程。

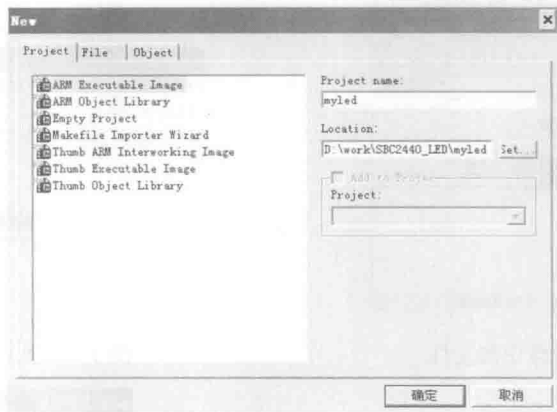


图 1.1 New 窗口

(4) Makefile Importer Wizard: 用于将 Visual C 的 nmake 或者 GNU make 文件转入 CodeWarrior IDE 工程文件。

(5) Thumb ARM Interworking Image: 用于由 ARM 指令和 Thumb 指令的混合代码生成一个可执行的 ELF 格式的映像文件。

(6) Thumb Executable image: 用于由 Thumb 指令创建一个可执行的 ELF 格式的映像文件。

(7) Thumb Object Library: 用于由 Thumb 指令的代码生成一个 armar 格式的目标文件库。

我们在这里选择“ARM Executable Image”，在“Project name:”中输入工程文件名，本例为“myled”，单击“Location:”文本框的“Set”按钮，浏览选择想要保存该工程的路径（本例为“D:\work”），将这些设置好之后，单击“确定”按钮，即可创建一个名为“myled”的新工程。

这时会出现如图 1.2 所示的 myled.mcp 窗口，同时会在“D:\work”目录下创建一个工程目录 myled，如图 1.3 所示，而 myled.mcp 会出现在“D:\work\myled”目录中。

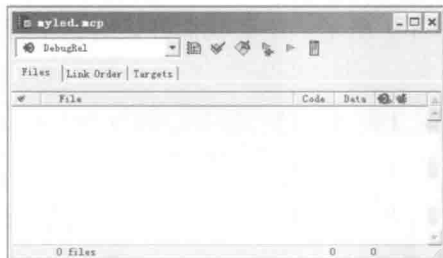


图 1.2 工程窗口



图 1.3 工程目录

对于本例，我们将准备好的源文件及其目录一起复制到 myled 工程目录，如图 1.4 所示。

然后在图 1.5 所示的 myled.mcp 项目窗口中，单击鼠标右键或者在 ADS 菜单选择“Project”→“Add Files...”，开始添加该项目所需要的源代码，如图 1.6 所示。

单击“打开”按钮，这时会弹出如图 1.7 所示的提示选择窗口。



图 1.4 网络光盘中原文件

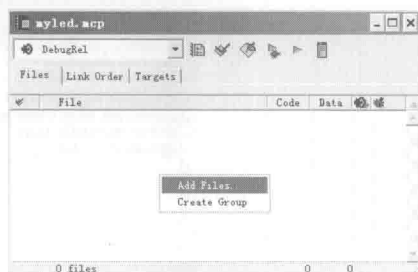


图 1.5 添加源代码窗口

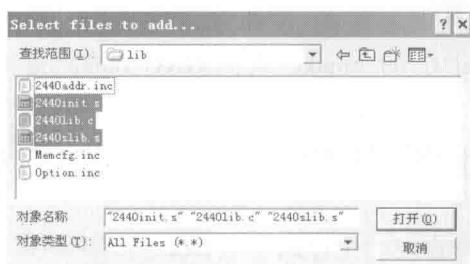


图 1.6 源文件

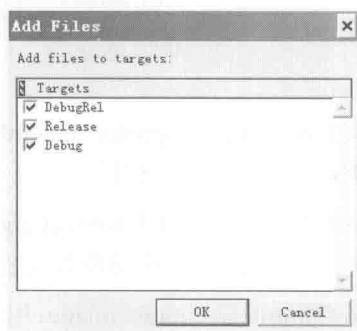


图 1.7 目标选择窗口

这里请注意，我们在新建一个工程时，ADS 默认的 Targets 是 DebugRel，另外还有两个可用的 Targets，分别为 Release 和 Debug，它们的含义分别为：

- DebugRel: 使用该目标选项，在生成目标时，会为每一个源文件生成调试信息。
- Debug: 使用该目标选项，在生成目标时，会为每一个源代码生成最完整的调试信息。
- Release: 使用该目标选项，在生成目标时，不会生成任何调试信息。

在本例中，我们使用默认的 DebugRel 选项，然后把 main.c 也加入到 myled.mcp 项目工程，如图 1.8 所示。

到目前为止，一个完整的工程就已经建立了，如图 1.9 所示。下面我们开始对该工程进行编译和链接的配置。

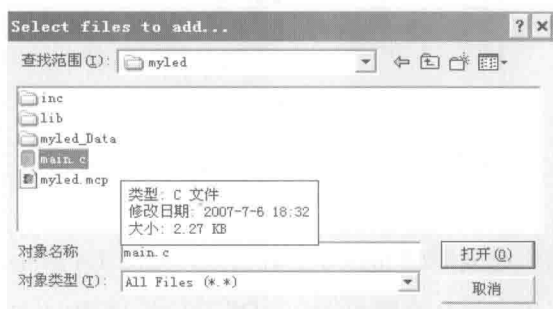


图 1.8 添加 main.c 文件示意图

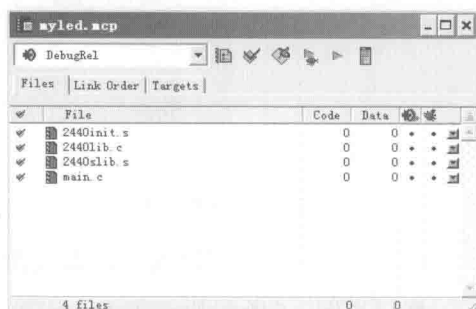


图 1.9 完整工程窗口