

单片机与嵌入式 实验教程

主 编 罗中华
副主编 吴振庚

DANPIANJI
YU QIANRUSHI
SHIYAN JIAOCHENG



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

单片机与嵌入式 实验教程

主 编 李 强
副主编 王 强

清华大学出版社

TP368.1/367

2007

单片机与嵌入式实验教程

主 编 罗中华

副主编 吴振庚

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书分两部分,第1部分为嵌入式系统 ARM 实验,本实验力求使读者全面地了解 ARM 系列处理器,内容选材尽量完整,以 Super-ARM(MCU 为 S3C2410)为教学平台,全面详细地介绍了基于 ARM 的软件设计和硬件设计,并介绍了其开发工具、开发技术以及仿真调试技术等,本实验教程将复杂的嵌入式系统的设计和开发技术分解、细化,形成了以嵌入式系统应用开发为基础、对 ARM 外设底层驱动程序开发、RTOS 的应用和移植,基本接口实验、人机接口实验、通信和总线接口实验、实时操作系统应用等一套完整的实验体系。为读者提供了全套的实验例程,不仅能够帮助读者系统全面地掌握嵌入式系统设计和开发技术,而且对 ARM 有全面的了解和深刻的认识。

第2部分为单片机实验,以 MCS—51 系列为主线,通过大量的单片机技能训练和应用实例,指导读者在实践中掌握单片实用技术所需的基础知识和基本技能。内容包括 MCS—51 单片机实验箱的结构,I/O 接口技术,定时中断系统,串行通信,系统扩展,模/数、数/模转换,LED 数码管显示和 LCD 液晶屏显示,以及目前国内外使用较为广泛的通用调试软件 Keil 和系统设计技巧;全书具有较强的系统性和实用性。

实验内容丰富,较为独立,由浅入深,具有很强的层次感和时代性,是一本很适合大专院校在校生学习和相关人员参考的实验指导书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机与嵌入式实验教程/罗中华主编. —重庆:

重庆大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-5624-4186-1

I. 单… II. ①罗…②杨… III. TH17 IV. TN17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115002 号

单片机与嵌入式实验教程

主 编 罗中华

副主编 吴振庚

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:任卓惠 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆铜梁正兴印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:349千

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4186-1 定价:24.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

现代科技的发展,使得改革传统教学方式迫在眉睫!通过增加实验和实训课程,重点培养学生的创造能力和实际操作能力是教学改革的主要内容之一。现在全国各大高校都形成了一股改革热,都充分地意识到了改革的必然性和紧迫性,都在尽自己的努力为社会培养更多的实用性和创新型人才,在这股改革浪潮里,职业教育的压力更为明显,面对强大的就业压力,发展和创新才是硬道理,只有不断地注入新的血液,学校才更加具有生命力。

作为教学改革新浪潮中的一名成员,南昌理工学院凭借自己多年来江西省电子大赛和全国电子竞技的经验,在微电控制、通信等领域进行科研和教学实践所取得的丰硕成果,在实验室建设、学科设置等方面,结合国内外多家电子通信类实验系统,始终致力于开放式实验教学的研究,并取得了一定的成绩。

针对教育部提出的进一步提高高等学校实验室建设和管理水平,推进实验教学改革,保证教学质量的思想,我们最新推出面向高校的一系列实验教材,我们的指导思想是让理论与实验的完美结合,实验指导推进理论的学习,让学习不再乏味,让学生成为学习的主体,使学校能根据应用需求快速组建一个高水平实验室,提升学科的建设水平,学校的整体办学水平。

我们深知:培养一流的学生离不开一流的师资和一流的教学实验教材。我们追求:使学生能真正掌握所学知识,并将它们更好更快地运用到社会生产实践中去。我们愿意成为您忠实的助手,使您的教学与研究再上一个新台阶。

本书分两个部分,第一部分为嵌入式系统 ARM 实验,由罗中华老师编写,第二部分为单片机实验,由吴振庚编写,全书由罗中华老师统稿,本书适合广大电子类的在校本、专科学生学习,也可作为其他相关人员的参考资料。

主 编 罗中华(南昌理工学院)

副主编 吴振庚(南昌理工学院)

参 编 蔡英俊(南昌理工学院)、李鹏(南昌理工学院)、
李健强(南昌理工学院)、袁文鼎(南昌理工学

院)、庄晓兵(南昌理工学院)、赵燕(南昌理工学院)

本书在编写的过程中还得到了南昌理工学院邱小林博士以及各级领导的大力支持,谨向他们表示诚挚的谢意。

鉴于编写时间紧迫,编者水平有限,书中可能会有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 部分 Super-ARM 实验指导

第 1 章 基于 ARM 的嵌入式系统与开发	1
1.1 嵌入式系统的基本概念	1
1.2 嵌入式系统开发环境	2
1.3 嵌入式操作系统	3
1.4 基于 ARM 的嵌入式开发环境与工具	7
1.5 ARM Developer Suite(ADS)安装与使用说明	11
第 2 章 基于 ARM 的嵌入式软件开发基础实验	40
2.1 ARM 和 Thumb 指令系统及上机实验	40
2.2 C 语言编程及上机实验	49
2.3 C 语言与汇编语言交互工作实验	55
2.4 性能分析实验	56
第 3 章 基本接口实验	67
3.1 ARM 启动及工作模式切换实验	67
3.2 I/O 控制及 LED 显示实验	78
3.3 Flash 驱动编程及实验	85
3.4 Nand Flash 驱动编程及实验	96
第 4 章 人机接口实验	111
4.1 矩阵键盘编程及实验	111
4.2 LCD 真彩色显示驱动编程及实验	121
4.3 触摸屏(TouchPanel)控制实验	134
4.4 嵌入式系统汉字显示实验	147
4.5 AD 转换编程与实验	154

第 2 部分 单片机实验指导

第 5 章 SX 单片机实验箱电路板简介	157
5.1 模数转换电路	158

5.2	PC16550 串行通信	160
5.3	8253 计数器	161
5.4	8255 电路	162
5.5	4 位 LED 数码管显示	163
5.6	键盘电路	164
5.7	温度测量电路	165
5.8	直流电机电路	165
5.9	步进电机电路	166
第 6 章	Keil 软件的使用	167
6.1	Keil 工程文件的建立、设置与目标文件的获得	167
6.2	Keil 的调试命令、在线汇编与断点设置	172
6.3	Keil 程序调试窗口	176
6.4	Keil 的辅助工具和部分高级技巧	180
6.5	基于 Keil 的实验仿真板的使用	185
第 7 章	单片机应用	191
7.1	P1 口实验	191
7.2	定时器实验	192
7.3	中断实验	196
7.4	数码管显示实验	198
7.5	键盘显示接口实验	199
7.6	串口通讯实验	201
7.7	LED 点阵显示实验	203
7.8	A/D 转换实验	205
7.9	D/A 转换实验	207
7.10	LCD 显示实验	209
	参考文献	215

第 1 部分

Super-ARM 实验指导

第 **1** 章

基于 ARM 的嵌入式系统与开发

1.1 嵌入式系统的基本概念

嵌入式系统是指基于计算机技术的集硬件和软件于一体的专用系统。简单地讲就是系统的应用软件(通常还包括嵌入式操作系统)与系统的硬件一体化,类似于 BIOS 的工作方式。具有软件代码小,高度集成,响应速度快(实时)等特点。特别适合于应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗严格要求的实时的和多任务的体系。

嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器(MPU)或嵌入式微控制器(MCU)。其地位相当于 PC 机中的 CPU,不同的是 MPU 或 MCU 集成了各种外围设备,并且在功耗、体积、工作温度等方面做了特别的设计,以适应嵌入式环境的需要。

1.2 嵌入式系统开发环境

(1) 嵌入式系统集成开发环境 (IDE)

用户开发嵌入式系统时,选择合适的开发工具可以加快开发进度,节省开发成本。因此一套含有编辑软件、编译软件、汇编软件、链接软件、调试软件、项目管理及函数库的集成开发环境(IDE)一般来说必不可少。使用集成开发环境来开发嵌入式系统时,包括编辑、编译、汇编和链接等全部工作在 PC 机上即可完成,程序的下载与调试工作则需要相应的仿真调试工具配合方可完成。

针对 ARM 的常用的嵌入式集成开发环境 IDE 有 ARM 公司的 SDT,ADS,RealView 等,以及 GreenHill 的 MULTI 2000 等。

(2) 嵌入式系统仿真调试技术

目前常见的调试方法有以下几种:

1) 指令集模拟器 部分集成开发环境提供了指令集模拟器,用户无需仿真器和目标环境就可以在 PC 机上实现调试,比如程序的逻辑流程、算法等。这种方法简单、方便、成本低廉,但是由于指令集模拟器与真实的硬件环境相差很大,因此即使用户使用指令集模拟器调试通过的程序也有可能无法在真实的硬件环境下运行,用户最终必须在硬件平台上完成整个应用的开发。

ARM 公司的 ADS 中就包含一个叫做 ARMulator 的指令集模拟器。

2) 驻留监控软件

驻留监控软件(Resident Monitors)是一段运行在目标板上的程序,集成开发环境中的调试软件通过以太网口、并行端口、串行端口等通讯端口与驻留监控软件进行交互,由调试软件发布命令通知驻留监控软件控制程序的执行、读写存储器、读写寄存器、设置断点等。驻留监控软件是一种比较低廉有效的调试方式,不需要任何其他的硬件调试和仿真设备。ARM 公司的 Angel 就是该类软件,大部分嵌入式实时操作系统也是采用该类软件进行调试,不同的是在嵌入式实时操作系统中,驻留监控软件是作为操作系统的任务存在的。

驻留监控软件的不便之处在于它对硬件设备的要求比较高,一般在硬件稳定之后才能进行应用软件的开发,同时它占用目标板上的一部分资源,而且不能对程序的全速运行进行完全仿真,所以对一些要求严格的情况不是很适合。

3) 在线调试器

通过集成在 MCU 芯片上的调试接口(如 BDM、JTAG、OCDS 等)进行仿真的设备,属于完全非插入式(即不使用片上资源)调试,它无需目标存储器,不占用目标系统的任何端口,而这些都是驻留监控软件所必需的。另外,由于在线调试的目标程序是在目标板上执行,仿真更接近于真实的目标环境,因此,许多接口问题,如高频操作限制、AC 和 DC 参数不匹配,电线长度的限制等被最小化了。

在 ARM 的应用开发中,使用集成开发环境配合 JTAG 仿真器进行开发是目前采用最多的一种调试方式。

4) 在线仿真器

在线仿真器使用仿真器完全取代目标板上的 CPU,可以完全控制并仿真 MCU 的行为,提供更加深入的调试功能。这是真正意义上的全仿真调试,不论是软件还是硬件都能够提供实时而又强大的调试功能,且调试环境与目标系统真实环境完全等效。但这类仿真器为了能够全速仿真时钟速度高于 100 MHz 的处理器,通常必须采用极其复杂的设计和工艺,因而其价格比较昂贵。

由于 ARM 处理器时钟速率较高,这就给在线仿真器的设计增加了难度,因此在 ARM 的应用开发中较少使用在线仿真器。

1.3 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统 EOS(Embedded Operating System)又称实时操作系统;RTOS(Real Time Operation System)是一种支持嵌入式系统应用的操作系统软件,它是嵌入式系统(包括硬、软件系统)极为重要的组成部分,通常包括与硬件相关的底层驱动软件、系统内核、设备驱动接口、通信协议、图形界面、标准化浏览器 Browser 等。嵌入式操作系统具有通用操作系统的基本特点,如能够有效管理越来越复杂的系统资源;能够把硬件虚拟化,使得开发人员从繁忙的驱动程序移植和维护中解脱出来;能够提供库函数、驱动程序、工具集以及应用程序;嵌入式操作系统负责嵌入式系统的全部软、硬件资源的分配、调度、控制、协调并发活动;它必须体现其所在系统的特征,能够通过装卸某些模块来达到系统所要求的功能。

在嵌入式实时操作系统环境下开发实时应用程序使程序的设计和扩展变得容易,不需要大的改动就可以增加新的功能。通过将应用程序分割成若干独立的任务模块,使应用程序的设计过程大为简化;而且对实时性要求苛刻的事件都得到了快速、可靠的处理。通过有效的系统服务,嵌入式实时操作系统使得系统资源得到更好的利用。但是,使用嵌入式实时操作系统还需要额外的 ROM/RAM 开销,2~5% 的 CPU 额外负荷。

到目前为止,商业化嵌入式操作系统的发展主要受到用户嵌入式系统的功能需求、硬件资源以及嵌入式操作系统自身灵活性的制约。而随着嵌入式系统的功能越来越复杂,硬件所提供的条件越来越好,选择嵌入式操作系统也就越来越有必要了。到了高端产品的阶段,可以说采用商业化嵌入式操作系统是最经济可行的方案,而这个阶段的应用也为嵌入式操作系统的发展指出了方向。

目前市场上流行的嵌入式操作系统的介绍:

(1) VxWorks

VxWorks 是目前嵌入式系统领域中使用最广泛、市场占有率最高的系统。它支持多种处理器,如 x86、i960、Sun Sparc、Motorola MC68xxx、MIPS RX000、Power PC 等。大多数的 VxWorks API 是专有的。采用 GNU 或 Diab 的编译和调试器,良好的持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境,在嵌入式实时操作系统领域占据一席之地。它以其良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中,如卫星通讯、军事演习、弹道制导、飞机导航等。在美国的 F-16、FA-18 战斗机、B-2 隐形轰炸机和爱国者导弹上,甚至连 1997 年 4 月在火星表面登陆的火星探测器上也使用到了 Vx-Works。VxWorks 的实时性做得非常好,其系统本身的开销很小,进程调度、进程间通信、中断

处理等系统公用程序精练而有效,它们造成的延迟很短。VxWorks 提供的多任务机制中对任务的控制采用了优先级抢占(Preemptive Priority Scheduling)和轮转调度(Round-Robin Scheduling)机制,也充分保证了可靠的实时性,使同样的硬件配置能满足更强的实时性要求,为应用的开发留下更大的余地。由于它的高度灵活性,用户可以很容易地对这一操作系统进行定制或作适当开发,来满足自己的实际应用需要。

(2) Nucleus

Nucleus 实时操作系统是 Accelerater Technology 公司开发的嵌入式 RTOS 产品只需一次性购买 Licenses 就可以获得操作系统的源码,并且免产品版税。Nucleus 的另一大好处是程序员不用写板级支持软件包 BSP,因为操作系统已经开放给程序员,不同的目标板在操作系统 BOOT 时可以通过修改源码进行不同的配置。Nucleus 对 CPU 的支持能力比较强,支持当前流行的大多数 RISC、CISC、DSP 处理器,比如 80x86 实时保护模式 68xxx, Power PC, i960, MIPS, SH, ARM, ColdFire 等几百种 CPU。

Nucleus 内核非常小巧,只有 4~20 K,稳定性高。Nucleus 内核采用了软件组件的方法,每个组件具有单一而明确的目的,通常由几个 C 及汇编语言模块构成,提供清晰的外部接口,对组件的引用就是通过这些接口完成。除了少数一些特殊情况外,不允许从外部对组件内的全局进行访问。由于采用了软件组件的方法,Nucleus 各个组件非常易于替换和复用。Nucleus 除提供功能强大的内核外,还提供种类丰富的功能模块,例如用于通讯系统的局域和广域网络模块,支持图形应用的实时化 Windows 模块,支持 Internet 网的 WEB 产品模块,工控机实时 BIOS 模块,图形化用户接口以及应用软件性能分析模块等,用户可以根据自己的应用来选择不同的应用模块。另外 Nucleus 得到许多第三方工具厂商和方案提供商的支持,如 ARM, Lauterbach, TI, Infineon, 高通, IAR, Tasking 等。

目前 Nucleus 在国内得到广泛的应用,如终端设备、工控、医疗、汽车电子、导航、通信等领域。特别是在手机制造行业,大部分的手机厂商都采用了 Nucleus 解决方案。

(3) OSE

OSE 主要是由 ENEA Data AB 下属的 ENEA OSE Systems AB 负责开发和技术服务的。它是新生代实时操作系统,中国于 2000 年引进。OSE 集中了最先进的 RTOS 设计理念,OSE 相对其他传统的操作系统具有显著不同的特点:

1) 高处理能力内核中实时性严格的部分都由优化的汇编来实现,特点是使用信号量指针,使数据处理非常迅速、快捷。

2) 真正适合开发复杂的分布式系统

OSE 支持多种 CPU 和 DSP,为开发商开发不同种处理器组成的分布式系统提供了最快捷的方式。

传统的 RTOS 是基于单 CPU,它虽然可以改进成分布式系统,但用户需要在应用程序中做很多工作。而 OSE 不同于传统的 RTOS,首先是因为它的结构体系有了很大改变,它以消息传递作为主要手段完成 CPU 间的通信,还把传统的 RTOS 必须在应用程序中完成的工作,做到了核心系统中。对于复杂的并行系统来说,OSE 提供了一种简单的通信方式,简化了多 CPU 的处理。

3) 强大的容错功能

系统支持不中断实时系统,允许从硬件或软件错误中恢复。OSE 是适用于有容错要求,

非间断以及有安全性要求的分布式系统。例如在实时的情况下完成设备的硬件的安装和软件的配置,系统错误的恢复等。

4) OSE 获得了广泛的认证

如:IEC61508, SIL3 认证;DO-178B(levels A-D);EN60601-4 等。它的客户深入到电信、数据、工控、航空等领域,尤其在电信方面,被诸如爱立信、诺基亚、西门子等知名公司广泛的采用。

(4) Windows CE

Microsoft Windows CE 是从整体上为有限资源的平台设计的多线程、完整优先权、多任务的操作系统。它的模块化设计允许它对于从掌上电脑到专用的工业控制器的用户电子设备进行定制。它不是削减的 Windows 95 版本,而是从整体上为有限资源的平台设计的多线程,完整优先权,多任务的操作系统。Windows CE 的常规函数提供系统设计者以模块化的操作系统,这个操作系统可以为特殊的产品进行定制。

Windows CE 操作系统的基本核心需要至少 200 K 的 ROM(对系统硬件资源的要求较高),设计成能够在广阔的平台运行。支持 Win32 API 的字集,同时提供熟悉的开发模式和工具。支持多种的用户界面硬件,包括可以达到 32 bit 像素颜色深度的彩色显示器支持多种的串行和网络通讯技术。支持 COM/OLE,OLE 自动操作,和其他的进程间通讯的先进方法。反过来,许多模块被分割成更小的部件,这些部件允许模块自身被定制。定制包括选择一套支持需要设备的模块和部件,并且省略那些不需要的。OEMs 也必须执行 OEM Adaptation Layer (OAL),作为在核心和设备硬件及所需的任何内置的设备驱动程序之间的接口。

(5) 嵌入式 Linux

Linux 是一个类似于 Unix 的操作系统。嵌入式 Linux 由于代码开放性以及强大的网络功能,在中低端的嵌入式网络设备中应用起来。

嵌入式 Linux 的主要特点:

1) Linux 是层次结构且内核完全开放的系统

Linux 是由很多体积小且性能高的微内核系统组成。在内核代码完全开放的前提下,不同领域和不同层次的用户可以根据自己的应用需要方便地对内核进行改造,低成本地设计和开发出满足自己需要的嵌入式系统。

2) 强大的网络支持功能

Linux 诞生于因特网时代并具有 Unix 的特性,保证了它支持所有标准因特网协议,并且可以利用 Linux 的网络协议栈将其开发成为嵌入式的 TCP/IP 网络协议栈。此外,Linux 还支持 ext2、fat16、fat32、romfs 等文件系统,为开发嵌入式系统应用打下了很好的基础。

3) Linux 开发环境自成体系

Linux 具备一整套工具链,容易自行建立嵌入式系统的开发环境和交叉运行环境,可以跨越嵌入式系统开发中仿真工具的障碍。Linux 也符合 IEEE POSIX.1 标准,使应用程序具有较好的可移植性。

传统的嵌入式开发的程序调试和调试工具是用在线仿真器(ICE)实现的。它通过取代目标板的微处理器,给目标程序提供一个完整的仿真环境,完成监视和调试程序;但一般价格比较昂贵,只适合做非常底层的调试。使用嵌入式 Linux,一旦软硬件能够支持正常的串口功能,即使不用仿真器,也可以很好地进行开发和调试工作,从而节省一笔不小的开发费用。嵌入式

Linux 为开发者提供了一套完整的工具链(tool chain)。它利用 GNU 的 gcc 做编译器,用 gdb、kgdb、xgdb 做调试工具,能够很方便地实现从操作系统到应用软件各个级别的调试。

4) Linux 具有广泛的硬件支持特性

无论是 RISC 还是 CISC、32 位还是 64 位等各种处理器, Linux 都能运行。Linux 通常使用的微处理器是 Intel X86 芯片家族,但它同样能运行于 Motorola 公司的 68 K 系列 CPU 和 IBM、Apple、Motorola 公司的 PowerPC CPU 以及 Intel 公司的 StrongARM CPU 等处理器。Linux 支持各种主流硬件设备和最新硬件技术,甚至可以在没有存储管理单元(MMU)的处理器上运行。这意味着嵌入式 Linux 未来将具有更广泛的应用前景。

但嵌入式 Linux 也存在着一些不足:

1) Linux 的实时性扩充

实时性是嵌入式操作系统的基本要求。由于 Linux 还不是一个真正的实时操作系统,内核不支持事件优先级和抢占实时特性,所以在开发嵌入式 Linux 的过程中,首要问题是扩展 Linux 的实时性能。

2) Linux 内核的体系结构

Linux 的内核体系采用的是 Monolithic。在这种体系结构中,内核的所有部分都集中在一起,而且所有的部件在一起编译连接。这样虽然能使系统的各部分直接沟通,有效地缩短任务之间的切换时间,提高系统的响应速度和 CPU 的利用率,且实时性好;但在系统比较大时体积也比较大,与嵌入式系统容量小、资源有限的点不符。

Linux 是一个需要占用存储器的操作系统。虽然这可以通过减少一些不必要的功能来弥补,但可能会浪费很多时间,而且容易带来很大的麻烦。许多 Linux 的应用程序都要用到虚拟内存,这在许多嵌入式系统中是没有价值的。所以,并不是一个没有磁盘的 Linux 嵌入式系统就可以运行任何 Linux 应用程序。

3) Linux 的集成开发环境

提供完整的集成开发环境是每一个嵌入式系统开发人员所期待的, Linux 在基于图形界面的特定系统定制平台的研究上,与 Windows 操作系统相比还存在差距。因此,要使嵌入式 Linux 在嵌入式操作系统领域中的优势更加明显,整体集成开发环境还有待提高和完善。

(6) QNX

QNX 是一个实时的、可扩充的操作系统,它部分遵循 POSIX 相关标准,如:POSIX.1b 实时扩展。它提供了一个很小的微内核以及一些可选的配合进程。其内核仅提供 4 种服务:进程调度、进程间通信、底层网络通信和中断处理,其进程在独立的地址空间运行。所有其他 OS 服务,都实现为协作的用户进程,因此 QNX 内核非常小巧(QNX4.x 大约为 12 Kb)而且运行速度极快。这个灵活的结构可以使用户根据实际的需求,将系统配置成微小的嵌入式操作系统或是包括几百个处理器的超级虚拟机操作系统。

(7) UC/OS-II

UC/OS-II 是一种可移植、可固化、可裁剪及可剥夺的多任务实时内核。完成开发原代码,可免费用于学校教学。但如果用于商用,则需要付费。

1.4 基于 ARM 的嵌入式开发环境与工具

1.4.1 ARM Developer Suite(ADS)

ADS 是 ARM 公司推出的新一代 ARM 集成开发工具,用来取代 ARM 公司以前的开发工具 SDT,它是一种快速而节省成本的完整软件开发解决方案。ADS 可以支持 ARM7/9/10 系列的 CPU。

ADS 由以下 6 部分组成:

1) 代码生成工具

代码生成工具由编译器、汇编器和链接工具集组成。ARM 公司针对 ARM 系列的每一种结构都进行了专门的优化处理,这一点除了作为 ARM 结构的设计者 ARM 公司外,其他公司都无法办到。ARM 公司宣称,其代码生成工具最终生成的可执行文件可以比其他公司的工具套件生成的文件小 20%。

ADS 提供 ARM 和 Thumb 的 C/C++ 的编译器和汇编器。

2) 集成开发环境

ADS 集成了功能强大的 CodeWarrior IDE 集成开发环境,是一个直观、易用的环境,并集成所有的 ARM 开发工具,它包含有项目管理器、代码生成接口、语法敏感编辑器、源文件和类浏览器、源代码版本控制接口以及文本搜索引擎等。

3) 调试器

ADS 中包含有 AXD, ARMSD 等调试器。AXD 基于 Windows9X/NT,除了包括以前 ARM 调试器(ADW 和 ADU)的所有特性外,还增加以下新的特性:

- 新型的 GUI。
- 改进的窗口管理。
- 改进的数据显示、格式及编辑。
- 完成集成的命令行接口。
- 调试会话设置的驻留。
- 使用 AXD 加上 JTAG 仿真器如 MultiICE 可实现目标系统的在线调试。

4) 指令集模拟器

用户使用指令模拟器(ARMulator)无须任何硬件即可在 PC 机上完成一部分调试工作。ADS 中的指令集模拟器对基于内核处理器的 ARM 和 Thumb 提供精确的模拟。用户可在硬件做好之前开发基准测试代码。

5) ARM 开发包

ARM 开发包由一些底层的例程和库组成,可以帮助用户快速开发基于 ARM 的应用和操作系统。具体包括系统启动代码、串口驱动程序、时钟例程和中断处理程序等。

6) ARM 应用库

ADS 的 ARM 应用库完美和增强了 SDT 中的函数库,同时还包括一些相当有用的源代码的例程。ADS 对一些广泛使用的函数提供了源代码。这些函数不包含在标准的 C/C++ 库

中,可将这些库结合进应用程序中,从而降低开发难度。

1.4.2 RealView Developer Suite(RVDS)

RVDS 是 ARM 公司最新的针对 ARM 的开发工具。它是最好的 ARM 编译器,编译链接生成的代码质量最高,代码尺寸最小,编译的速度最快。

它主要由三部分组成:

- RealView 编译工具(RVCT)。
- RealView 调试器(RVD)。
- RealView 内核模拟器(RVISS)。

1) RealView 编译工具(RVCT)

RVCT 由一套工具连同支持文档和示例组成,用于为 ARM 系列 RISC 处理器编写和编译应用程序。可以使用 RVCT 来编译 C、C++ 或 ARM 汇编语言程序。

RVCT 包含以下主要组件:

2) 开发工具

开发工具主要由 armcc(ARM 和 Thumb C/C++ 编译器)、armasm(ARM 和 Thumb 汇编程序)、armlink(链接程序)、Rogue Wave C++ 库、支持库等组成。实用程序主要有:fromELF(ARM 映像转换实用程序)、armar(ARM 库管理程序)可使多组 ELF 格式目标文件集中到一起并保留在库中。

3) RealView 调试器(RVD)

RVD 主要包括以下部分:

- 多内核调试。
- OS 认知。
- 扩展的目标可见度(ETV)。
- 高级调试设备。
- 跟踪、分析和配置。

①多内核调试

RealView Debugger v1.6 为混合 ARM 和 DSP 调试提供了单一调试内核。该调试器完全支持断点的同步启动和停止、步进以及交叉触发。

②操作系统级调试

- 使用 RTOS 调试,包括暂停系统调试(HSD)。
- 暂停执行后询问并显示资源。
- 访问信号和队列。
- 查看当前线程或其他线程的状态。
- 访问信号和队列。
- 查看当前线程或其他线程的状态。
- 自定义应用程序线程的视图。

③扩展的目标可见度(ETV)

用户可以使用板芯片定义文件配置目标,预配置文件可从以下位置找到。

- 作为部分安装文件提供的 ARM 系列文件。

- 通过 ARM DevZone 提供的客户/合作伙伴板文件。
- ④高级调试设备提供标准调试视图和高级调试功能
 - RealView Debugger 在整个用户界面中支持 64 位“超长”型变量。
 - 现在在 Call Stack 窗格中支持静态模型,即非局部范围的静态变量。
 - RVD 提供强有力的命令行接口和脚本功能,包括宏支持、从 ARM AXD 和 armsd 的转换以及记录以前操作的历史记录列表。
 - RVD 可使您根据 Register、Watch 窗格或 Src 选项卡中变量或寄存器的内容找到并显示 Memory 窗格里的存储区域。
 - 用户现在对 Code 窗口中的窗格和显示的调试视图有更大的控制权。
 - RealView Debugger 提供在调试期间使用单个 Code 窗口显示系列数据视图的选项。
 - Flash 编程模型作为标准组件提供。
 - 彩色存储器视图可根据存储器映射设置显示存储器类型。
- ⑤跟踪、分析和配置

RealView Debugger v1.6 新增功能,跟踪、分析和配置功能通过跟踪调试许可证启动。跟踪支持适用于:

- ARM ETMv1.0(ETM7 和 ETM9),包括片上跟踪。
- DSP 模拟器。

Motorola 56600 片上跟踪。跟踪和配置功能可提供包括简单与复杂跟踪点以及数据过滤在内的全部跟踪支持:

- 查看源跟踪。
- 查看代码跟踪。
- 查看数据跟踪。
- 查看反汇编跟踪。
- 函数调用跟踪。
- 每个函数所花时间的配置报告。
- 按字段对捕获的跟踪数据进行分类的功能。可以在源级视图和/或反汇编级视图中直接设置跟踪点。Memory 窗格提供相同的功能,以便您可以选择要跟踪的存储区域,或者在特定存储器值发生变化时跟踪该值。

4) RealView ARMulator ISS

它是 ARM 内核模拟器,可提供指令精确的 ARM 处理器模拟,并能够使 ARM 和 Thumb 可执行程序在本机上运行。RealView ARMulator ISS 提供一系列模块,可以:

- 模拟 ARM 处理器内核。
- 模拟处理器所用的存储器。每个部件都有备选的预定模型,而且如果所提供的模型不能满足你的要求,你可创建自己的模型。

1.4.3 ARM 硬件仿真器 Multi-ICE 与 Multi-Trace

Multi-ICE 是 ARM 公司自己的 JTAG 在线仿真器。Multi-ICE 支持 ARM7/9/10 和 Xscale 处理器系列。它通过 JTAG 接口连接到 TAP 控制器,支持多处理器以及混合结构芯片的在片调试,它还支持低频或变频设计以及超低压核的调试,并且支持实时调试。