浙江省实验教学示范中心建设成果

计算机与软件工程实验指导丛书

嵌入式系统实验指导

竺乐庆 主编

浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

嵌入式系统实验指导

竺乐庆 主编

浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统实验指导 / 竺乐庆主编. — 杭州:浙江工商大学出版社，2012.8

ISBN 978-7-81140-570-5

Ⅰ. ①嵌… Ⅱ. ①竺… Ⅲ. ①微型计算机—系统设计—高等学校—教学参考资料 Ⅳ. ①TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 173718 号

嵌入式系统实验指导

竺乐庆 主编

责任编辑 孙一凡 陈维君
封面设计 王妤驰
责任印制 汪 俊
出版发行 浙江工商大学出版社
(杭州市教工路 198 号 邮政编码 310012)
(E-mail:zjgsupress@163.com)
(网址:http://www.zjgsupress.com)
电话:0571－88904980,88831806(传真)
排 版 杭州朝曦图文设计有限公司
印 刷 杭州恒力通印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 16.25
字 数 319 千
版 印 次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-81140-570-5
定 价 33.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江工商大学出版社营销部邮购电话 0571－88804227

“计算机与软件工程实验指导丛书”编委会

主　任：凌　云（浙江工商大学）

委　员：赵建民（浙江师范大学）

陈庆章（浙江工业大学）

万　健（杭州电子科技大学）

汪亚明（浙江理工大学）

詹国华（杭州师范大学）

魏贵义（浙江工商大学）

总　　序

以计算机技术为核心的信息产业极大地促进了当代社会和经济的发展，培养具有扎实的计算机理论知识、丰富的实践能力和创新意识的应用型人才，形成一支有相当规模和质量的专业技术人员队伍来满足各行各业的信息化人才需求，已成为当前计算机教学的当务之急。

计算机学科发展迅速，新理论新技术不断涌现，而计算机专业的传统教材特别是实验教材仍然使用一些相对落后的实验案例和实验内容，无法适应当代计算机人才培养的需要，教材的更新和建设迫在眉睫。目前，一些高校在计算机专业的实践教学和教材改革等方面做了大量工作，许多教师在实践教学和科研等方面积累了许多宝贵经验，将他们的教学经验和科研成果转化为教材，介绍给国内同仁，对于深化计算机专业的实践教学改革有着十分重要的意义。

为此，浙江工商大学出版社、浙江工商大学计算机技术与工程实验教学中心及软件工程实验教学中心邀请长期工作在教学科研第一线的专家教授，根据多年人才培养及实践教学的经验，针对国内外企业对计算机人才的知识和能力需求，组织编写了“计算机与软件工程实验指导丛书”。该丛书包括《操作系统实验指导》《嵌入式系统实验指导》《数据库系统原理学习指导》《Java 程序设计实验指导》《接口与通信实验指导》《My SQL 实验指导》《软件项目管理实验指导》《软件工程实践实验指导》《软件工程开源实验指导》《计算机应用技术（办公软件）实验指导》等书，涵盖了计算机及软件工程等专业的核心课程。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

丛书的作者长期工作在教学、科研的第一线，具有丰富的教学经验和较高的学术水平。教材内容凸显当代计算机科学技术的发展，强调掌握相关学科所需的基本技能、方法和技术，培养学生解决实际问题的能力。实验案例选材广泛，来自于学生课题、教师科研项目、企业案例以及开源项目，强调实验教学与科研、应用开发、产业前沿紧密结合，体现实用性和前瞻性，有利于激发学生的学习兴趣。

我们希望本丛书的出版对国内计算机专业实践教学改革和信息技术人才的培养起到积极的推动作用。

“计算机与软件工程实验指导丛书”编委会

2012 年 7 月

前　言

“嵌入式系统开发技术”是面向计算机、电子信息等专业高年级本科生或研究生开设的一门专业选修课，该门课程综合性较强，要求学生对计算机硬件体系结构、电路组成、操作系统原理、引导软件、驱动软件及应用软件等方面有系统的理论知识及一定的动手实践能力。嵌入式系统相关的开发技术发展迅速，应用领域非常广，必须与其具体的应用紧密结合。总体而言，要精通某一种嵌入式系统的开发技术并不容易。一方面，嵌入式系统的硬件构成存在多样性，全球生产嵌入式处理器芯片的厂商就有 Intel、TI、Atmel、MIPS、三星、Motorola、Altera、XILINX、Lattice 等知名公司以及其他更多的小公司，每个公司所生产的处理器指令系统和开发工具各不相同；另一方面，目前市场上的嵌入式操作系统五花八门、各领风骚，每一种嵌入式操作系统的定制和移植方法也各有差别，对各种不同硬件外设的驱动支持则更是千差万别。也正因为嵌入式技术的这种高度分散的特点，使得嵌入式产品不像 PC 机，可以由几家主流的公司，如 Intel、Microsoft 等垄断或独霸市场，这种后 PC 时代给 IT 技术的发展带来了难得的机遇，使得传统的 IT 企业都纷纷涉足嵌入式市场，典型的有以 Google 公司为首的开放手机联盟（Open Handset Alliance）开发的开源嵌入式操作系统 Android，该系统自问世以来市场份额不断攀升，逐步超越了 Symbian、Windows CE 等嵌入式系统，成为嵌入式领域的新锐。Google 公司不仅推出了 Android 系统软件，还配套开发了 Gphone、Google TV 等承载嵌入式系统的硬件产品。美国 Apple 公司最早也是以生产 PC 机起家的，而近年来其推出的 iPhone、iPad 等系列嵌入式产品已风靡全球，业绩已远远超越了当初的 PC 机时代。此外，传统电子商务网站亚马逊于 2011 年 9 月 28 日发布了一款平板电脑 Kindle Fire，标志着该公司进军嵌入式市场，该公司目前正在开发一款智能手机。中国的互连网企业网易集团也在关注嵌入式市场的商机，有可能在适当的时候推出自己的移动设备产品。综上所述，嵌入式系统商机无限，对于电子信息和计算机类大学生来说，掌握嵌入式开发的核心技术，了解嵌入式系统的基本原理和开发的

基本方法，对今后的职业发展非常有意义。

本实验教材可以跟基于 ARM 处理器与嵌入式 Linux 操作系统相关的嵌入式系统理论教材配套使用，除了最后一章 Android 应用开发实验是在模拟器及 Android 系统手机上调试通过以外，所有的实验都是在博创 UP-NETARM2410 平台上测试运行通过。

全书分为六章。

第一章主要介绍本教材所使用的实验平台博创 UP-NETARM2410 实验箱的硬件配置，及针对该开发平台的嵌入式 Linux 系统开发环境的搭建过程与步骤，对该平台烧写软件系统的过程与方法。

第二章是嵌入式 Linux 环境下的一些基础实验，通过 6 个实验的练习，熟悉实验环境，学习嵌入式 Linux 环境下开发应用程序的一般流程，其中包括多线程编程实现，嵌入式 Linux 环境下串口、A/D、D/A 接口控制的程序实现，以及一个简单的嵌入式 Web 服务器开发实验。

第三章主要介绍 Linux 内核的定制和移植过程，包括平台上部分常用硬件驱动程序的移植过程，通过这章的学习，学生可以针对特定的嵌入式系统硬件平台，定制相应的 Linux 操作系统的一般流程和方法。

第四章则是嵌入式 Linux 环境下，开发基于 Qt/Embedded 的图形用户界面应用程序的基本实验，主要包括安装与建立 Qt 桌面运行环境、安装与建立 Qt/Embedded 开发环境和 Qtopia 的交叉编译与移植三个实验，通过这些实验，读者将初步掌握在嵌入式环境下利用 Qt 设计图形界面应用程序的技术与方法。

第五章是嵌入式 Linux 环境下驱动程序开发实验，主要包括使用模块方式进行驱动开发调试实验、小键盘驱动实验和触摸屏驱动实验三个部分，驱动程序开发涉及嵌入式系统的硬件层、内核编程和应用层知识，所以驱动开发一直是系统开发的难点。通过这章实验，读者可以初步掌握嵌入式 Linux 环境下开发驱动程序的一般方法。

第六章是 Android 应用程序实验，虽然 Android 是基于 Linux2.6 内核的系统，但它在内核之上又增加了一些类库、Android 运行时和应用程序框架，所以其应用程序开发与 Linux 系统上的应用程序开发绝然不同。通过这章实验的学习，学生将掌握如何在 Windows 系统的 PC 机上搭建 Android 开发环境，并利用该环境开发 Android 应用程序。

全书每一个实验都给出了实验目的、实验原理、实验方法和手段，便于预习。实验后的思考题留给学生课后完成，促进学生对实验现象及结果作深入的思考和探索，逐步培养创新能力。

本书由竺乐庆、傅均、林雷合作编写。竺乐庆负责第一章、第三章、第六章的全

部实验，以及第二章的实验一、二、五、六，第五章的实验三，并负责统稿工作；傅均负责第五章全部实验和第二章的实验三和实验四；林雷负责第五章的实验一和实验二。编写过程中，得到了浙江工商大学计算机与信息工程学院实验教学示范中心的大力支持，浙江工商大学出版社编辑对本书进行了详细审校并提出了宝贵意见，在此基础上本书才得以顺利出版，在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中难免有错误和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编著者

2012 年 6 月

目　　录

绪　论 …… 1

第一章　建立嵌入式开发环境 …… 7

实验一　建立开发环境 …… 9
实验二　给目标板烧写软件系统 …… 19

第二章　基础实验 …… 25

实验一　熟悉 Linux 开发环境 …… 25
实验二　多线程应用程序设计 …… 36
实验三　串行端口程序设计 …… 43
实验四　A/D 接口实验 …… 49
实验五　D/A 接口实验 …… 56
实验六　嵌入式 Web 服务器 …… 62

第三章　内核实验 …… 71

实验一　Linux 2.6 内核在 S3C2410 平台上的定制和移植 …… 71
实验二　Linux 2.6 内核的 LCD 驱动移植 …… 82
实验三　Linux 2.6 内核的网卡驱动移植 …… 90

第四章　图形界面应用程序设计 …… 101

实验一　安装与建立 Qt 桌面运行环境 …… 101
实验二　建立 Qt/Embedded 开发环境 …… 109
实验三　Qtopia 的交叉编译及移植 …… 119

第五章　驱动实验 …… 139

实验一　模块方式驱动实验 …… 139
实验二　小键盘驱动实验 …… 148
实验三　触摸屏驱动实验 …… 153

第六章　Android 应用开发实验 …… 170

实验一　Android 开发环境搭建 …… 170
实验二　Android 应用程序的创建和调试 …… 179
实验三　Android 简单应用开发——日记本 …… 186
实验四　综合实例——数独游戏 …… 205

参考文献 …… 246

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

绪　论

嵌入式系统是指以应用为中心，以计算机技术为基础，软件、硬件可剪裁，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统. 嵌入式系统是继 PC 和 Internet 后最伟大的发明，而且已成为当今最为热门的研究和开发领域之一，其迅猛的发展势头引起了社会各界的广泛关注. 嵌入式系统形式多样，应用广泛，已普遍地覆盖了科学研究、工程设计、工业控制、军事技术、电子商务等行业，如智能仪器仪表、航天设备、导弹、汽车控制系统、机器人、ATM、信息家电、手机、PDA 等设备内部都有嵌入式系统.

1. 嵌入式系统的发展阶段

虽然嵌入式系统是一个近几年才提出的新名词，但其存在技术却由来已久. 从 20 世纪 70 年代单片机的出现到后来的 DSP 芯片、FPGA 芯片以及其他各种嵌入式微控制器、微处理器的广泛应用，嵌入式系统已经有 30 多年的历史，这期间主要经历了四个发展阶段.

(1)无操作系统阶段. 该阶段主要以单芯片为核心的可编程控制器的形式出现，没有操作系统，以汇编语言或其他语言对各种硬件组成部分进行直接控制，完成监测、控制、指示等功能. 这种系统功能单一，结构简单，对硬件配置要求低，存储容量小，代码可重用性差.

(2)简单操作系统阶段. 20 世纪 80 年代. 随着微电子工艺水平的提高，集成电路制造商开始把嵌入式应用中所需要的微处理器、I/O 接口、串行接口、A/D 转换接口及 ROM、RAM 等部件集成到一片 VLSI 中，制造出面向 I/O 设计的微控制器. 这一阶段嵌入式系统的主要特点是：出现了大量高可靠性、低功耗的嵌入式 CPU，各种简单的嵌入式操作系统开始出现并得到迅速发展. 此时的嵌入式操作系统虽然简单，但已经初步具备了一定的兼容性和扩展性，内核精巧且效率高，主要用来控制系统负载及监控应用程序的运行.

(3)实时操作系统阶段. 20 世纪 90 年代以后，在分布控制、柔性制作、数字化通

信和信息家电等巨大需求的牵引下，嵌入式系统进一步飞速发展. 嵌入式微控制器(MCU)和嵌入式 DSP 处理器朝高集成度、高精度、高速度、低功耗的方向发展. 伴随着硬件性能的提高，嵌入式软件规模也不断扩大，逐渐形成了实时多任务操作系统(Real-time Operation System，RTOS)，并成为嵌入式系统的主流.

在嵌入式应用中使用嵌入式实时操作系统具有很多的优势：能充分发挥 32 位 CPU 的多任务潜力；提高开发效率，缩短开发周期；开发出来的产品具有高可靠性. 嵌入式操作系统有几十种，常见的有 μCLinux、RTLinux、VxWorks、eCos、μC/OS-II.

(4)嵌入式片上系统(System on Chip，SOC)阶段. 随着 EDA 的推广、VLSI 设计的普及化及半导体工艺的迅速发展，在单个硅片上实现一个更为复杂的系统时代已来临，这就是嵌入式片上系统(SOC). 嵌入式片上系统最大的特点是成功实现了软/硬件无缝结合，直接在处理器片内嵌入操作系统的代码模块. 各种通用处理器内核将作为 SOC 设计公司的标准库，和许多其他嵌入式系统外设一样，成为 VLSI 设计中一种标准的器件，用标准的 VHDL、Verilog 或者 System C 等语言描述，存储在器件库中. 用户只需要定义出其整个应用系统，仿真通过后就可以将设计图交给半导体工厂制作样品. 这样除个别无法集成的器件以外，整个嵌入式系统大部分均可集成到一块或几块芯片中去，应用系统电路板将变得很简洁，对于减小体积和功耗、提高可靠性非常有利.

这一阶段嵌入式系统的主要特点是：硬件和软件的界限不那么明显了，处理器内核、I/O 功能部件和嵌入式操作系统都可以写成标准库，任用户根据需要进行调用，硬件和嵌入式软件朝着统一化的方向发展，系统的集成度更高.

2. 嵌入式系统的特点

嵌入式计算机系统同通用型计算机系统相比具有以下特点：

(1)嵌入式系统是面向特定应用的. 嵌入式系统中的 CPU 与通用型 CPU 的最大不同是前者大多工作在为特定用户群设计的系统中. 通常，嵌入式系统 CPU 都具有低功耗、体积小、集成度高等特点，能够把通用 CPU 中许多由板卡完成的任务集成在芯片内部，从而有利于整个系统设计趋于小型化.

(2)嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术以及电子技术与各个行业的具体应用相结合的产物，这一点决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统.

(3)嵌入式系统和具体应用有机地结合在一起，其升级换代也是和具体产品同步进行的. 因此，嵌入式系统产品一旦进入市场，就具有较长的生命周期.

(4)在对嵌入式系统的硬件和软件进行设计时必须重视效率，去除冗余，针对用户的具体需求，对系统进行合理配置，才能达到理想性能.

(5)为了提高执行速度和系统可靠性,嵌入式系统中的软件一般都固化在存储器芯片或单片机中,而不是存贮于磁盘等载体中.由于嵌入式系统的运算速度和存储容量仍然存在一定程度的限制,另外,由于大部分嵌入式系统必须具有较高的实时性,因此对程序的质量.特别是可靠性,有着较高的要求.

(6)嵌入式系统本身并不具备在其上进行进一步开发的能力.在设计完成以后,用户如果需要修改其中的程序功能,也必须借助于一套开发工具和环境.

3.嵌入式系统的分层结构

一个嵌入式系统装置一般是由嵌入式计算机系统和执行装置两部分组成,而嵌入式计算机系统是整个嵌入式系统装置的核心,由硬件层、中间层、系统软件层和应用软件层构成.执行装置也称为被控制对象,它可以接受嵌入式计算机系统发出的控制命令,执行所规定的操作或任务.

(1)硬件层.硬件层由嵌入式核心控制模块和外围设备接口组成.在一片嵌入式处理器基础上添加电源电路、时钟电路、复位电路和存储器电路,就构成一个嵌入式核心控制模块;外围设备接口包括一些通用设备接口和 I/O 接口,如 LCD、CAN、触摸屏等.

硬件层的核心部件是处理器,本书使用的实验平台处理器是基于 ARM 架构的,ARM 处理器主要包括以下几方面特点:①小体积、低功耗、低成本、高性能;②支持 ARM(32 位)/ Thumb(16 位)/ Thumb2(16/32 位混合)指令集,能很好地兼容 8 位/16 位器件;③大量使用寄存器,指令执行速度更快;④大多数数据操作都在寄存器中完成;⑤寻址方式灵活简单,执行效率高;⑥指令长度固定.

(2)中间层.硬件层和软件层之间为中间层,也称为硬件抽象层(Hardware Abstract Layer,HAL)或板级支持包(Board Support Package,BSP).它将系统上层软件与底层硬件分离开来,使系统的底层驱动程序与硬件无关,而上层软件开发人员不需要关心底层硬件的具体情况,只需根据 BSP 层提供的软件接口即可进行开发.中间层一般包含相关底层硬件的初始化、数据的输入/输出操作和硬件设备的配置等功能,该层主要完成两部分工作:嵌入式系统硬件初始化和硬件相关的设备驱动程序.

(3)系统软件层.系统软件层由嵌入式操作系统(Embedded Operation System,EOS)、文件系统、图形用户接口(Graphic User Interface,GUI)、网络系统及通用组件模块组成.其中 EOS 是其他所有应用软件的基础和开发平台.

①嵌入式操作系统.嵌入式操作系统是一种用途广泛的系统软件,过去它主要应用于工业控制和国防系统领域.嵌入式操作系统负责嵌入系统的全部软/硬件资源的分配、控制、协调、任务调度等活动.嵌入式操作系统相对于一般操作系统而言,除了具备一般操作系统最基本的功能,如任务调度、同步机制、中断处理、文件

处理等外，还具备可裁减性、强实时性、强稳定性、内核小、可固化等特点.

②文件系统. 与通用操作系统下的文件系统相比，嵌入式文件系统比较简单，主要提供文件存储（创建、打开、读写、关闭、撤销文件）、文件属性修改（日期、存取权限等）和文件目录服务（建立、修改、改变和删除目录）等功能. 它以系统调用和命令方式提供对目录和文件的各种操作.

③图形用户接口（GUI）. GUI 极大地方便了非专业用户的使用，人们从此不再需要死记硬背大量的命令，取而代之的是可以通过窗口、菜单、按键等方式来方便地进行操作. 而嵌入式 GUI 又与 PC 机上的 GUI 有着明显的不同，具有轻型、占用资源少、高性能、便于移植、可配置等特点.

（4）应用软件层. 应用软件层是由基于实时操作系统开发的应用程序组成，其作用是实现对被控制对象的控制功能. 应用软件层是面向被控制对象和用户的，为方便用户操作，往往需要提供一个友好的人机界面.

4. 嵌入式操作系统介绍

嵌入式操作系统是嵌入式系统的重要组成部分，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、图形用户界面、Internet 浏览器等. 目前流行的嵌入式操作系统主要可分为两类：一类是从通用电脑上移植到嵌入式系统中形成的嵌入式操作系统，如微软公司的 Windows CE 及其新版本、SUN 公司的 Java 操作系统、嵌入式 Linux 等. 这类系统经过 PC 机和高性能计算机等产品的长期运行考验，技术日趋成熟，其相关的标准和软件开发方式已被用户普遍接受，同时积累了丰富的开发工具和应用软件资源. 另一类是专门针对嵌入式系统开发的实时操作系统，如 WindRiver 的 VxWorks，QNX 系统软件公司的 QNX，ATI 的 Nucle us 等. 这类产品在操作系统的结构和实现上都针对所面向的应用领域，对实时性和高可靠性等进行了精巧设计，并提供了独立、完备的系统开发和测试工具，较多地应用在军用产品和工业控制等领域中. 本书实验涉及两款嵌入式操作系统，这两款操作系统的简介如下.

（1）嵌入式 Linux. 这是嵌入式操作系统的一个新成员，其最大的特点是源代码公开并且遵循 GPL 协议，在近一年多来成为研究热点，据 IDG 预测嵌入式 Linux 将占未来两年的嵌入式操作系统份额的 50%.

由于其源代码公开，人们可以任意修改以满足自己的应用，且查错也很容易. 遵从 GPL，无须为每例应用交纳许可证费. 有大量的应用软件可用，其中大部分都遵从 GPL，是开放源代码和免费的，可以稍加修改后应用于用户自己的系统；有大量的免费的优秀开发工具，且都遵从 GPL，是开放源代码的. 有庞大的开发人员群体. 无须专门的人才，只要懂 Unix/Linux 和 C 语言即可. 随着 Linux 在中国的普及，这类人才越来越多，所以软件的开发和维护成本很低. Linux 具有优秀的网络功

能，具备一个很大的优点——稳定，其内核精悍，运行所需资源少，十分适合嵌入式应用.

支持的硬件数量庞大. 嵌入式 Linux 和普通 Linux 并无本质区别，PC 上用到的硬件嵌入式，Linux 几乎都支持，而且各种硬件的驱动程序源代码都可以得到，为用户编写自己专有硬件的驱动程序带来很大方便.

在嵌入式系统上运行 Linux 的一个缺点是：Linux 体系提供实时性能需要添加实时软件模块. 实时软件模块运行的内核空间正是操作系统实现调度策略、硬件中断异常和执行程序的部分. 由于这些实时软件模块是在内核空间运行的，因此代码错误可能会破坏操作系统，从而影响整个系统的可靠性，这对于实时应用将是一个非常严重的弱点.

(2) Android. Android 系统是 Google 公司于 2007 年 11 月宣布的基于 Linux 平台的开源手机操作系统，该平台由操作系统、中间件、用户界面和应用软件组成. 目前，最新版本为 Android 4. 1 Jelly Bean. 在智能手机领域，Android 系统的市场份额已从 2008 年的 0. 5%上升到 2011 年的 39%，增长势头迅猛.

Android 是运行于 Linux kernel 上，但并不是 GNU/Linux. 因为在一般 GNU/Linux 里支持的功能，Android 大都没有支持，包括 Cairo、X11、Alsa、FFmpeg、GTK、Pango 及 Glibc 等都被移除了. Android 又以 bionic 取代 Glibc，以 Skia 取代 Cairo，再以 opencore 取代 FFmpeg，等等. Android 为了达到商业应用，必须移除被 GNU GPL 授权证所约束的部分，例如 Android 将驱动程序移到 userspace，使得 Linux driver 与 Linux kernel 彻底分开. bionic/libc/kernel/并非标准的 kernel header files. Android 的 kernel header 是利用工具由 Linux kernel header 所产生的，这样做是为了保留常数、数据结构与宏.

目前，Android 的 Linux kernel 控制包括安全(Security)、存储器管理(Memory Management)、程序管理(Process Management)、网络堆栈(Network Stack)、驱动程序模型(Driver Model)等. 下载 Android 源码之前，先要安装其构建工具 Repo 来初始化源码. Repo 是 Android 用来辅助 Git 工作的一个工具.

Android 系统的优点是开源、免费、智能，其平台的开放性允许任何移动终端厂商加入到 Android 联盟中来，并使其拥有更多的开发者；支持丰富的硬件环境，并提供给开发商一个十分宽泛、自由的环境. 其缺点是跟 iPhone 手机一样，Android 手机上的某些软件会自动泄露手机用户的姓名、位置、所在地等私人信息.

5. 嵌入式系统开发流程简介

嵌入式系统开发的一般流程通常要经历系统定义、可行性分析、需求分析、概要设计、详细设计、软硬件集成、测试等阶段. 其中软件和硬件的详细设计可以并行. 根据调试和测试的结果上述流程可能需要多次反复和回溯.

(1)交叉编译.嵌入式软件开发所采用的编译为交叉编译.所谓交叉编译就是在一个平台上生成可以在另一个平台上执行的代码.即在PC机上生成能在开发板上运行的机器代码.

由于编译的过程包括编译、链接等几个阶段,因此,嵌入式的交叉编译也包括交叉编译、交叉链接等过程,通常ARM的交叉编译器为arm-elf-gcc、arm-linux-gcc等,交叉链接器为arm-elf-ld、arm-linux-ld等.

(2)交叉调试.交叉调试的特点是调试器和被调试进程运行在不同的机器上,调试器运行在PC机(宿主机),而被调试的进程则运行在各种专业调试板上(目标板).调试器通过某种通信方式(串口、并口、网络、JTAG等)控制被调试进程.在目标机上一般会具备某种形式的调试代理,它负责与调试器共同配合完成对目标机上运行着的进程的调试.这种调试代理可能是某些支持调试功能的硬件设备,也可能是某些专门的调试软件(如gdbserver).目标机可能是某种形式的系统仿真器,通过在宿主机上运行目标机的仿真软件,整个调试过程可以在一台计算机上运行.此时,物理上虽然只有一台计算机,但逻辑上仍然存在着宿主机和目标机的区别.

软件调试主要是通过插入调试桩的方式来进行的.调试桩方式进行调试是通过目标操作系统和调试器内分别加入某些功能模块,二者互通信息来进行调试.该方式的典型调试器为gdb调试器.gdb的交叉调试器分为GdbServer和GdbClient,其中的GdbServer作为调试桩安装在目标板上,GdbClient是驻于本地的gdb调试器.

除了上面介绍的软件方式实现的交叉调试外,还可以采用硬件协助的方式来调试系统.如ROMMonitor调试、ROMEmulator调试、In-CircuitEmulator(ICE)调试、JTAG调试等.

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com