

ARM Linux 入门与实践

【博客藏经阁丛书】

一个嵌入式爱好者的自学体验

方强

编著

程昌南

网名阿南



北京航空航天大学出版社



ARM Linux 入门与实践

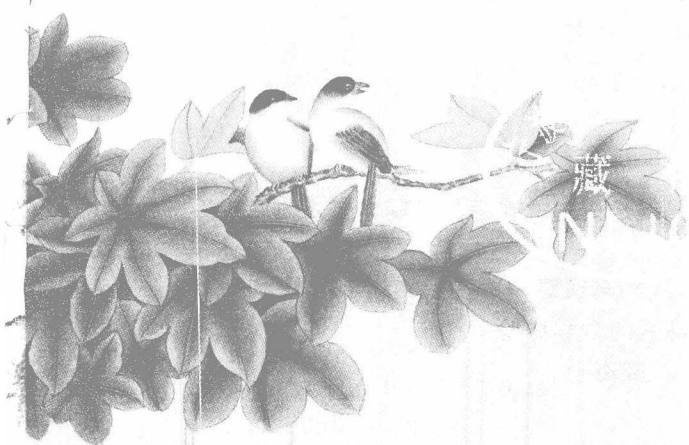
【博客藏经阁丛书】

一个嵌入式爱好者的自学体验

方强

编著

程昌南
〔网名阿南〕



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是以作者自学、应用嵌入式 Linux 时的笔记(包括实验、出现的问题、调试过程、经验总结等)为基础,再增加应用到的硬件平台而成的。全书以亲自制作实验平台硬件,亲自设计实验软件为线索,指导读者从零开始学习到最终掌握 ARM 和 Linux 应用的方方面面。

全书可以分成 ARM 硬件、ARM 前后台系统应用和基于 Linux 系统的应用 3 个部分。ARM 硬件部分包括整个硬件的原理分析、原理图、PCB 板的绘制、元件焊接、硬件的检测与调试。ARM 前后台系统应用部分包括启动代码、处理器内部外设、扩展外部设备及接口等的所有底层软件分析与实现,还有 Bootloader、文件系统、GUI 等的原理与实现。Linux 系统的应用部分包括基于 PC 机的操作、应用编程和驱动、嵌入式 Linux 的开发环境创建、各种硬件的驱动实现、网络编程、图形用户界面设计等。

本书可作为有志于掌握 ARM、Linux 等嵌入式技术的高校学生、工程师等的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Linux 入门与实践/程昌南,方强编著. —北京:

北京航空航天大学出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-81124-422-9

I. A… II. ①程…②方… III. ①微处理器, ARM—系统设计②Linux 操作系统—系统设计 IV. TP332 TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 150813 号

© 2009, 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本书及光盘内容。
侵权必究。

ARM Linux 入门与实践

一个嵌入式爱好者的自学体验

程昌南 [网名 阿南]

方 强 编著

责任编辑 董立娟

*

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(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

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

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:31.5 字数:706 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-422-9 定价:49.50 元(含光盘 1 张)

前 言

本书的使用及学习方法

ARM 和 Linux 学习方法的体会

如何才能学好或尽快上手 ARM 和 Linux? 这是很多初学者想问的,也曾经在网上讨论过。其实学习没有捷径,主要还是取决于学习态度和学习方法。ARM、Linux 也一样,在此阿南根据自学过程中的体会和网上的讨论作一些总结。

ARM 的学习。有了单片机或计算机结构的基本知识、C 语言的基础,上手 ARM 是比较容易的。学习 ARM,首先应该了解一下 ARM 的体系结构,了解它有哪些版本、哪些模式、哪些寄存器、异常等。这方面的内容可以参考《ARM 体系结构与编程》一书,这本书介绍的内容还是很全的,可以先快速地浏览,特别是汇编指令不需要记住,以后应用时再查。其次选定一种具体厂家型号的 ARM 处理器,学习该处理器相关的开发工具的使用,如开发环境、仿真器及评估板等。然后可以分析该处理器的外围扩展方法,如 SDRAM、NAND Flash 等,一般官方或第三方都会提供原理图,可以用来分析。接下来要理解该处理器的启动过程,亲自尝试从一块裸板逐步运行自己的应用程序,也可以参考官方的启动代码及例程。最后就可以调试、测试该处理器的各种外围部件,例如定时器 PWM、串口、LCD 等,特别是中断及执行过程。

Linux 的学习。尽管我们最终应用的是嵌入式 Linux,但还是要先在 PC 机下学习,因为无论基于 PC 机还是嵌入式处理器的 Linux 开发、编程、调试等都是相近的,而 PC 机的性能、资源等都更加丰富,嵌入式 Linux 的开发环境通常也都建立在 PC 机 Linux 环境下,另外 Linux 大量的书籍也都是针对 PC 机写的。阿南觉得学习的顺序应该是先在 PC 机上安装 Linux 系统,再参考相应的入门书籍,主要是熟悉 Linux 环境,学习常用的命令和操作(不一定多,基本、常用的就可以,以后在使用过程中慢慢积累),理解各 Linux 下的目录结构与作用等。其次,学习在 Linux 环境下编程。可以参考《GNU/Linux 编程指南》或《UNIX 环境高级编程》,它们介绍了文件描述符的概念,打开、读、写等操作的系列基础知识;没有这些基础而直接看《Linux 设备驱动程序》会觉得困难。再次,了解一下 Linux 内核源代码树的目录结构、编译等。最后,学习《Linux 设备驱动程序》,理解驱动程序的结构框架等。根据实践需要也可学习网络编程和图形用户界面 GUI 编程,可以参考学习《UNIX 网络编程》和《C++ GUI Qt3 编程》。另外由于 Qt GUI 是基于 C++ 的,所以需要学习 C++ 的知识,也可以选择其他如 MicroWindows、MiniGUI 等。有了 PC 机的 Linux 基础及编程知识后,就可以直接应用于嵌入式

前 言

了！此时需要一个硬件平台（如开发板或直接的产品等目标系统）和该平台的开发环境。一般的处理器原厂或第三方都会提供开发环境，所以不需要我们移植，它包括建立在 PC 宿主机上的编译等工具和嵌入式 Linux 内核（包括硬件驱动等 BSP）源码。此时只须学习开发环境的建立和使用，以及将 PC 机所学的知识应用于具体的嵌入式平台。如果涉及硬件及驱动，那么应该有一定的硬件调试和解决问题的能力，此时单片机、ARM 基础及外围设备接口的调试能力将起到很重要的作用。很多朋友（包括非电子、自动化专业的朋友）都希望将来从事 Linux 驱动方面的工作，认为学习了 Linux 驱动方面的知识就 OK 了，而往往忽略硬件本身的调试解决问题能力，阿南觉得这是不正确的。因为 Linux 驱动与前后台控制硬件外设的区别只在于它与应用程序的接口，它要遵循一定的结构和规则，这种规则涉及的也就是通常讲的 Linux 驱动知识和技术，它是固定的，是容易掌握的，只要遵循就不会出问题。而硬件及外设是千变万化的，它所涉及的技术是多方面的，除处理器本身外，还有各种接口及协议、数字、模拟技术等。这些在设计、调试时是很容易出现问题的，此时要求我们有一定的调试、测试手段和方法。所以，阿南认为要想成为一名优秀的 ARM Linux 驱动工程师，首先必须是一名优秀的、具有丰富调试经验的单片机或 ARM 处理器应用工程师。

本书的使用与相关知识的同步学习

曾经有一个朋友这样告诉阿南：“如果看您的笔记就能掌握 ARM Linux 驱动，那就是最好的目的了”。对不起，阿南做不到，写不出这种“葵花宝典”。这本书的前身是在 21IC BBS 上发表的《嵌入式 Linux 入门笔记》，主要是阿南在自学 Linux 和在项目中应用 Linux 时记录的笔记、出现的错误和心得等，是自己平时工作中非常重要的参考手册。发表后得到众网友的喜爱、支持及北航出版社胡晓柏主任的鼓励，故花更多的时间、精力将笔记丰富出版。

嵌入式是一门实践性很强的技术，而《嵌入式 Linux 入门笔记》主要记录的是 Linux 等相关的软件部分，没有包括硬件相关的部分，为了让读者能够亲自实践，故增加了 ARM 及硬件部分。并且亲自设计了 AN2410SSB（最小系统板）和 AN2410MB（扩展底板），给出了所有原理图，介绍了制作过程，记录了用裸板开始调试的步骤和过程，介绍了如何让 ARM 运行及启动等各方面的内容，以及前后台（无操作系统下）的应用等。本书没有将所涉及的技术及理论都包括进来，不仅篇幅有限，而且也没有必要，因为已有太多相当经典的资料。

本书第 1 章为概述。第 2 章分析了硬件的原理图，读者应该阅读 S3C2410A 的数据手册，特别是信号引脚功能描述，内存控制部分。第 3 章主要介绍了关于 Protel 原理图和 PCB 板的绘制，如果读者没有 Protel 的基础可以参考人民邮电出版社的《电路设计与制版——Protel 99 入门与提高》或其他 Protel 书。如果有 Protel 基础，只是没有绘制过多层板，那么可以参考人民邮电出版社的《Protel 99SE 多层电路板设计与制作》。第 4 章介绍了 S3C2410A 系统核心部分的调试方法和工具的使用，以及利用工具进行测试的方法、手段。该部分是整个系统的基础，也是非常重要的，读者需要多试验，出现问题时多参考 S3C2410A 的数据手册。第 5 章专门分析了 S3C2410A 的启动代码，用于理解 S3C2410A 的启动过程，中断处理过程及存储器等

相关部分,也是非常基础和重要的。因为启动代码由汇编组成,此时可参考清华大学出版社的《ARM 体系结构与编程》,学习理解 ARM 的汇编语言等相关知识。第 6、7 章为硬件平台上实现 ARM 的外围实验和扩展实验,读者仍然要参考 S3C2410A 的数据手册,在仿真调试情况下理解 ARM 内部的寄存器、存储器、状态寄存器等与 ARM 体系相关的知识。另外还要阅读如 WAV 音频格式、SD 卡规范及相关的数据库等。CPLD 部分读者可以参考电子工业出版社的《基于 Quartus II 的 FPGA/CPLD 设计》,学习基本的工程创建,图形设计输入,编译和编程等。Altera CPLD 更详细的资料可以去官网下载。第 8 章介绍了前后台系统还需要考虑的相关知识:NAND Bootloader、文件系统和图形界面。图形界面部分,读者需要理解一些基本的绘图原理和算法,可以参考机械工业出版社的《计算机图形学的算法基础》。第 9 章介绍了在 PC 机下的 Linux 各方面技术,这些都是嵌入式 Linux 的基础,非常重要,涉及的知识内容也很多。在该章中,阿南只是总结了一些实践操作的部分内容,所以还需要读者自己去参考学习 Linux 的这些书籍:Linux 系统的基本操作参考清华大学出版社的《Red Hat Linux 9 系统管理》(这本书应该被实践安装的桌面 Linux 系统相应版本的书替代),应用编程参考清华大学出版社的《GNU/Linux 编程指南》或机械工业出版社的《Unix 高级环境编程》,驱动编程参考中国电力出版社的《Linux 设备驱动程序》。第 10 章主要介绍 S3C2410A 的嵌入式 Linux 开发环境的搭建及工具的使用。这里采用的是 MIZI 公司的 Linux for S3C2410 平台,读者也可以直接参考《MIZI Linux SDK for S3C2410》文档。第 11 章介绍在 S3C2410A 下实现 Linux 驱动,很多原理性的知识依然要参考《Linux 设备驱动程序》一书,而且要多试验验证。读者在调试实现过程中也可以直接参考 Linux for S3C2410 的内核源码中和硬件、驱动相关的代码例子(可以在 Windows 系统下安装 Source Insight 软件,方便阅读 Linux 内核源代码)。第 12 章介绍嵌入式 Linux 桌面系统,可读写文件系统 YAFFS 的实现,嵌入式 Web 服务器 BOA、NFS 及 WIFI。这些都是实践性很强的应用操作,所以读者主要是应用它们,出现问题时上网查找相关应用操作,寻找解决问题的思路,再测试验证。第 13 章是网络编程方面的知识,主要参考清华大学出版社的《UNIX 网络编程 第 1 卷:套接口 API》,目的是掌握 TCP 客服机/服务器的实现及网络的调试方法。第 14 章介绍嵌入式 GUI 开发环境的创建和开发方法,桌面系统的移植。学习前读者应该先学习基于 Qt 的应用编程,可以参考北航出版社的《C++ GUI Qt3 编程》,如果没有 C++ 的基础可以参考清华大学出版社的《C++ 程序设计教程》。

致 谢

感谢我的导师(也是本书的另一位作者)——方强多年来的关心与指导,且对本书付出的辛勤劳动。

感谢我的公司——广州市天誉创高科技有限公司及同事们,他们对本书提供了很大帮助。段克为本书绘制了部分电路图,丁亚锋为本书编写并调试了部分程序。另外,还要感谢曾水生、李玉琪、刘卫国、张端峰、龙靖、彭雄飞、王勇、黄焕立、王菊林、黄斌、何运辉、吴建、方斌、黄伟、傅良英、胡孝发、黄志艳、张凯、欧孔德、梁家乐、宁雪玉、蔡青青及蓝萍等人的帮助。

前 言

感谢深圳英蓓特公司提供 RealView MDK 开发工具及相关资料和技术支持。感谢 EDN 网为本书创立书友会(<http://group.ednchina.com/999/>)和开展本书的 AN2410SSB 学习板助学等活动。

感谢北京航空航天大学出版社嵌入式系统事业部主任胡晓柏的信任与鼓励,感谢 21IC BBS 上网友们的支持、建议和帮助。

感谢我的父母、老师、姐姐、姐夫及所有亲戚朋友们,你们的关心与爱都是阿南不断前进的动力。

阿南的技术水平、经验都还很欠缺,书中的错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者朋友们批评指正;也欢迎登陆 21IC BBS 的 ARM 论坛或《ARM Linux 入门与实践》书友会与阿南交流,共同提高。

阿 南

2008 年 9 月

自序

嵌入式自学经历和体会

目 的

回想从 2000 年自学单片机开始,到后来的 ARM,再到 Linux,自己经历了很多,也体会了很多,有经验,也有教训,所以希望通过此次机会与读者相互交流,也让更多的爱好者在自学过程中有所借鉴。如果能得到您的共鸣,可以发送电子邮件给阿南:ccn422@hotmail.com。

初识单片机和电子竞赛

大一的暑假没有回家,留在学校里希望能向师兄学点技术,后来他向我推荐了单片机和全国大学生电子竞赛。和普通学生一样,阿南认为能参加电子竞赛是多么自豪呀!且对单片机很是好奇,于是去图书管借了些基础书来阅读,很快就被它的强大功能吸引,也产生了迅速学好、将来参加电子竞赛的念头。

买仿真器,下定决心学好单片机

当时学校还没有开模拟、数字电子等专业基础课程,所以学习单片机还是很困难的,一般阿南都拿两三本单片机基础书一起对照着看,旁边还放着模拟、数字等基础教程以便查阅。

暑假很快就过去了,期间虽然专心学习,但进展很慢,后得到师兄的指点:要想学好单片机,必须要有个仿真器实践,大概 1 500 元。这么贵?(这对农村孩子来讲,实在太贵了!另外买了之后,还不一定能学会呢!)经过一个星期的思想斗争,终于下定决心要买。当时的想法是这样:“从小家里就穷,家人为了阿南付出了很多心血,所以阿南必须学好技术,好将来回报他们;要参加电子竞赛且取得好成绩,在技术上必须要超越同学、师兄及其他院校的同龄人,而论聪明、基础不可能占优,唯有比他们更早开始,更加勤奋和善于思考;是的,很心疼父母的这些辛苦钱,也正是这个原因更促使阿南尽最大努力,更加勤奋地学习”。

培养兴趣,它是最好的老师

买了仿真器后,阿南比以前任何时候都更加勤奋了:图书馆、书店找书学习,独自骑两小时自行车买器件,万能板上焊接电路,学习自己编程,用仿真器仿真,万用表测量各种信号变化等。对于单片机,阿南到了近乎疯狂的地步,调试遇到困难时的痛苦、解决问题后的畅快和兴奋,都让阿南对它产生了很深的感情,也已不再是在当初的巨大压力和包袱下学习了,而是在一种很浓厚的兴趣下享受着它带来的喜怒哀乐。

冲破难关,学会独立

时间过的真快,自学单片机已经一年了,在这期间阿南对 51 系列单片机的原理已经理解得差不多了,也实验、测试了所有的片内外设,但只有并行通信测试还一直没有成功过,就是 ADC0809 的 A/D 转换实验。这个实验已经断断续续调了近两个月,分析了书上所有的相关内容,对原理也已经很清楚了,但仿真器就是采集不到正确的数据。当时遇到困难时没有像现在这样方便的网络,也没有示波器,只能分析书本和凭自己的想象和试验,另外总是期盼着师兄能帮助解决。后来静下心来想了各种解决、测试的方法和线索,一个个排除,最终在仿真器说明书中发现“POD52 仿真头的 P0、P2 口只能用作 I/O 用,POD51 可以作为总线用”。由于一直使用 POD52 的仿真头,所以读/写等信号都没有出来,换成 POD51 果然就成功了。(当时真的很兴奋!)之后,单片机学习就变得非常顺利,一般的系统都能独自完成,也终于可以自豪地宣告:阿南的单片机入门啦。在这一过程中,阿南体会到了独自思考、解决问题的重要性,也明白了开发工具在实践过程中所起到的作用。(其实很多问题是要用示波器测试和请求工具厂商技术支持的。)

上帝是公平的,机会留给有准备的人

入门单片机后,不仅自己做些小课题,也用它完成课程设计、参加校里组织的竞赛等。虽然没有参加院里的工程师摇篮协会,但自己的勤奋、动手能力及对单片机的执着还是得到了老师的肯定。初识贾老师(负责组织参加全国大学生电子竞赛相关事务的老师)时,他给了一道 1999 年的竞赛题——工频真有效值表。该题有很多的运算,考虑到汇编语言实现的难度,所以阿南学习用 C 语言为单片机编程。由于大一时开过 C 语言的基础课,再加上良好的汇编语言基础能力,这个课题很顺利地完成了。之后,贾老师将阿南推荐给方老师,目的很明确:学好单片机,备战 2003 年 SONY 杯全国大学生电子设计竞赛。

有了方老师的指导,再加上实验室的各种硬件,阿南开始了一个新的阶段:不仅学习单片机和 C 语言编程,还要学习单片机以外的相关技术,如 Protel 绘制原理图、PCB 制板;学习各种总线和协议,学习电动机控制等;还要学习 PLC、MCGS 组态软件以及 VB。这 2 年半的时间里,阿南早已不仅仅是为了竞赛,更多的是在体会和享受着整个学习过程。

回想自己 5 年的大学学习生活,感觉真的很幸运,最初的王师兄,后来的贾老师和方老师、女朋友及所有帮助过阿南的朋友,在此对他们表示衷心的感谢,感谢他们总是在适当的时候出现,指导和帮助阿南,让阿南为之感动,为之奋斗。同时,也深深体会一个道理:机会总是留给足够真诚,足够勤奋、执着,有所准备的人;连自己都不能感动,何以感动别人?感动上帝?

坎坷的一年,技术上的追求而不断放弃工作

当同学们纷纷进入大中专院校,从事让多少人羡慕的稳定的教师职业时,阿南却选择了南下打工,希望在技术上有更高的造诣。

当时 ARM 在国内已经流行,阿南和广大爱好者一样,和当年初识单片机一样,也被它深深地吸引。辗转了几家公司后,终于可以从事单片机的应用开发。半年后,阿南作出了一个让

很多人都很难理解的决定：去深圳一家从事 ARM 等开发工具的推广公司工作，但待遇只有原来的 1/3；而且这里除了老板外，只有阿南才算是从事技术的。接下来的一段时间，阿南白天给客户送货、做技术支持，晚上独自学习、研究 ARM，周末再回广州看望女朋友。但是至今阿南都没有后悔当初的决定，因为那里有学习 ARM 所需的一切硬件平台和那段难忘的经历。经过一个月断断续续的努力，阿南在不懂 ARM 的情况下独自调试完成了 AT91SAM7S64 DEMO 板。由于当时还很少人应用 7S64，没有中文资料，出现问题要自己解决，所以完成后阿南信心大增，也深深体会到只要有基础、动手能力，有开发工具，无论是 ARM 还是 DSP 等，都能很快掌握。那段时间，阿南去过很多公司，了解到很多工程师，了解到他们都在应用、学习些什么技术；也是那段时间知道了 Linux，也意识到了单片机、ARM 及 Linux 等技术是一种工具、开发产品的工具，当很好地掌握它时，就可以开发很有价值的产品；但是如果不能最终利用它开发有实践意义的产品，也就失去了它应有的价值，而且也只有无数次实践产品的开发过程中磨练，才能更深入地体会出它们的精华和缺陷。没过多久，为了技术上的更高追求，阿南再次离开深圳回到广州，此时没有急着找工作，而是专心完成 μ C/OS 在 7S64 的移植，进一步学习 S3C44B0、S3C2410A 等更加常用的 ARM 处理器，学习更加常用的处理器 S3C44B0、S3C2410。

该是安稳工作的时候了

阿南于 2005 年 8 月 1 日正式进入目前就职的这家公司，回想在不到一年的时间，居然就职过 4 家公司，这让阿南内心极度疲惫与不安，所以自从第一天上班开始就下定决心，无论多么困难，无论有什么理由，都要坚持下去。

之前学的 ARM、单片机很快就在这里展现出来，得到公司及同事们的认可，也于年底顺利地完成了第一批产品样机，这让阿南深感欣慰，也再次感受到产品成功开发带来的喜悦。

工作之余学习 Linux

掌握 ARM 后，阿南就开始学习 Linux。有了单片机的基础，很快就可以上手 ARM，但是 Linux 却不能，还是有很多知识需要学习：先要学会 Linux 的基本操作及命令，然后学习应用编程、驱动、网络和 GUI。另外，考虑到自己是应用工程师，一切以应用为主，只要能基于 Linux 开发出想要功能的产品，出现问题能够顺利解决，其他的，如 Linux 内核的知识，不需要的可以暂时不用学习。

工作之余，阿南还是坚持学习，因为阿南知道工程师的职业生涯是短暂的，只有不断保持学习的心态，才能让它一直延续。同时也意识到我们的产品与国外同行产品之间的差距，这种差距不仅体现在设计理念上，还有技术水平，而技术当中最明显的就是基于嵌入式操作系统的应用上。我们目前的产品虽然也使用了 ARM9 等高端处理器，但还都是前后台系统（就是常说的超级单片机裸奔），所以在产品功能的实现上出现了瓶颈，最明显的表现就是在网络应用上。虽然也可以利用如串口转网口等模块来暂时解决，但速度等会受到限制：只能用作控制，而不能传送音频、视频。所以要想突破这个瓶颈必须引入嵌入式操作系统，这也坚定了阿南尽

快掌握 Linux 应用开发的信念。

只有付出得更多才能争取更大的机会,而自信也是那么的重要

完成来公司的第一批系列产品后,阿南开始考虑公司的下一代产品,研究着公司明年的研发计划和任务,期待着能够突破瓶颈,大大提升产品的功能和性能,因此决定春节不回家,加快 Linux 的学习。可是家里却传来了不好的消息:母亲身体不好,刚动完手术。这让阿南真的不知道该怎么办是好,经过再三思考,在电话里强忍着泪水告诉父亲春节留在广州学习的决定,之后沉重的心情也导致阿南胃病复发。

之前阿南主要是学习基于 PC 机的 Linux,又学习了基于 ARM9 处理器 S3C2410A 平台的嵌入式 Linux 开发后,一直到 5 月份正式讨论新产品的开发方案,阿南已根据对新产品的理解,学完了 Linux 等所涉及的相关知识、技术,因此阿南自信地提出了基于 Linux 的产品方案。不过公司一直没有同意,提出了很多在 Linux 下产品需要实现、解决的疑问,另外一个重要问题就是能否招到合适的 Linux 工程师。之后,阿南一边对疑问进行验证,一边积极寻找合适的 Linux 工程师(也联系了一些从事 Linux 开发的朋友,但最终都因为公司觉得要求的待遇过高,而没有批准)。一直到 7 月份,在对产品实现所需的相关技术深入学习评估后,阿南坚定地向领导承诺独自实现、解决所有的问题。虽然有些担忧,却给自己一次机会。事实证明那是完全正确的,很多问题并没有想象的那么复杂,自己也有能力解决出现的问题,时间也足够。

在有限的工程师生涯里,留下些有意义的点点滴滴

阿南有一个好习惯:总是舍得花时间去记录自己在学习、工作中出现的问题,或写出心得和总结。最初是由于记性越来越差,所以记录下来作为今后的参考。慢慢的,积累多了,觉得它对自己实在太珍贵,意识到对其他朋友可能也有参考价值,所以在 21IC BBS 上发布了这些笔记,后来得到了很多朋友的肯定与支持。北航出版社的鼓励又给了阿南不惜花大量的时间、精力去丰富和完善它的决心。

感谢并欢迎更多朋友经常去 21IC BBS 的 ARM 论坛或给阿南写信(ccn422@hotmail.com)交流、共同提高。

阿南

2008 年 9 月

目 录

第一篇 ARM 硬件

第 1 章 概 述

1.1 嵌入式系统、单片机、ARM 及 Linux 概述	3
1.2 ARM 处理器的选择	3
1.3 S3C2410A 简介和公版资源	4
1.4 ARM 开发工具及调试方法	5
1.4.1 集成开发环境	5
1.4.2 硬件仿真器	6
1.4.3 前后台系统的调试方法	7
1.4.4 嵌入式 Linux 的开发调试方法	8
1.5 亲自制作实验平台在 ARM 学习中的意义和可行性	9

第 2 章 实验平台硬件分析

2.1 平台概述及组成	11
2.2 地址空间分配	13
2.2.1 S3C2410A 内存映射图	13
2.2.2 AN2410 平台地址空间分配	14
2.3 常用元件概述	14
2.3.1 电阻标称值	14
2.3.2 肖特基二极管	18
2.3.3 功率电感	18
2.3.4 铁氧体磁珠	19

目 录

2.3.5	自恢复保险丝 PPTC	19
2.3.6	有源蜂鸣器和无源蜂鸣器	20
2.4	最小系统板 AN2410SSB 原理图分析	20
2.4.1	CPU 部分	20
2.4.2	Boot ROM 设置和时钟电路	29
2.4.3	JTAG 接口电路	30
2.4.4	NAND Flash 存储器	30
2.4.5	SDRAM 存储器	33
2.4.6	调试串口	34
2.4.7	10M 以太网	35
2.4.8	按键中断和 LED 电路	38
2.4.9	ADC/PWM_DAC 和蜂鸣器控制电路	39
2.4.10	复位电路	39
2.4.11	电源电路	40
2.4.12	最小系统板与底板的接口	42
2.5	底板 AN2410MB 原理图分析	42
2.5.1	缓冲电路	43
2.5.2	NOR Flash 存储器	43
2.5.3	USB Host/Device	43
2.5.4	100M 以太网	46
2.5.5	pcmcia 接口	46
2.5.6	SD 卡接口	49
2.5.7	IIS 音频电路	50
2.5.8	IIC 存储器	51
2.5.9	LCD 显示	52
2.5.10	触摸屏	55
2.5.11	RS485 总线	55
2.5.12	IrDA、红外遥控发射与学习电路	57
2.5.13	CPLD 扩展电路	58
2.5.14	SC16C554 串口扩展电路	58
2.5.15	I/O 口和红外遥控发射扩展电路	60
2.5.16	电源提供电路	62
2.6	下载板电路	64
2.6.1	S3C2410A Flash 烧写工具 SJF2410	64

目 录

2.6.2 CPLD 下载工具 ByteBlaster II	64
2.7 S3C2440A 与 S3C2410A 的不同点及注意事项	66
第 3 章 硬件制作	
3.1 原理图和 PCB 绘制过程及心得	67
3.2 PCB 常用快捷键	73
3.3 焊接心得	74
第 4 章 系统核心部分硬件调试	
4.1 调试步骤及概述	76
4.2 电源/复位/时钟/NAND Flash 设置	77
4.3 Multi-ICE 仿真器的使用	78
4.3.1 仿真器与目标板硬件安装	78
4.3.2 ADS1.2/Multi-ICE Server 安装和配置	78
4.4 处理器内核检测	82
4.5 仿真测试	85
4.6 SDRAM 测试	85
4.7 调试串口测试	91
4.8 NAND Flash 测试	92
4.9 Flash 的烧写	92
4.9.1 SJF2410 的安装	92
4.9.2 NAND Flash 烧写	93
4.9.3 NOR Flash 烧写	93
第二篇 ARM 前后台系统部分	
第 5 章 启动代码分析	
5.1 启动代码和 Bootloader 的区别	99
5.2 汇编基础	100
5.2.1 伪操作	100
5.2.2 汇编指令及伪指令	104
5.3 启动代码功能模块分解	108
5.3.1 定义程序入口地址	108
5.3.2 看门狗及中断的禁止	112
5.3.3 测试 LED 的显示	112

5.3.4	系统时钟初始化	113
5.3.5	低功耗模式	114
5.3.6	初始化内存控制器	118
5.3.7	堆栈初始化	120
5.3.8	中断向量表	122
5.3.9	映像文件运行域的初始化	129
5.3.10	进入 C 语言程序	133
5.4	S3C2410A 启动过程总结	133
第 6 章 基于 AN2410SSB 的外设实验		
6.1	LED 跑马灯显示实验	135
6.1.1	实验功能和目的	135
6.1.2	工程的创建	135
6.1.3	仿真调试及工程的设置	138
6.1.4	脱机运行及设置	141
6.2	按键输入及中断实验	143
6.2.1	实验功能和目的	143
6.2.2	GPIO 口输入实验	144
6.2.3	外部中断实验	145
6.3	串口通信实验	147
6.3.1	实验功能和目的	147
6.3.2	系统时钟和波特率的计算	147
6.3.3	功能函数介绍	150
6.3.4	串口控制台功能测试	154
6.4	A/D 采集实验	155
6.4.1	实验功能和目的	155
6.4.2	测试程序	155
6.5	PWM 实验	156
6.5.1	实验功能和目的	156
6.5.2	PWM DAC 实验	157
6.6	10M 以太网控制器 CS8900A 硬件调试	158
6.6.1	CS8900A 与处理器间接口通信的调试	158
6.6.2	10BASE-T 物理连接的调试	162
6.7	基于 RealView MDK 的实验	163

6.7.1 基础知识概述	163
6.7.2 基于 RealView MDK 的 LED 跑马灯实例	167
6.7.3 基于 RealView MDK 的按键输入及中断实例	175
6.7.4 基于 RealView MDK 的 Flash 烧写	177

第 7 章 扩展底板 AN2410MB 的调试与实验

7.1 电源调试	182
7.2 u241mon 的使用与 USB 下载	182
7.3 100M 以太网硬件调试	185
7.4 pcmcia 硬件调试	187
7.5 SD 卡测试	192
7.6 wav 声音文件的播放	195
7.6.1 wav 文件及应用	195
7.6.2 S3C2410A 的数字音频接口 IIS 设置	200
7.6.3 UDA1341TS 初始化及控制	203
7.6.4 功放电路的音量调节	203
7.6.5 wav 文件播放	205
7.7 IIC EEPROM 测试	207
7.8 RS485 网络实验	207
7.9 LCD 显示与触摸屏采集	212
7.9.1 TFT 型 LCD 的显示	212
7.9.2 LCD 背光控制	215
7.9.3 触摸屏	217
7.10 CPLD 的扩展调试	226
7.10.1 CPLD 部分原理分析	226
7.10.2 CPLD 设计实现	228
7.11 I/O 口读/写实验	232
7.12 16C554 串口扩展实验	233
7.13 红外遥控学习与发射实验	238

第 8 章 基于前后台系统的应用

8.1 前后台系统概述	244
8.2 NAND Flash 的 Bootloader 设计	245
8.2.1 官方的 2410bs	245

目 录

8.2.2 增强 2410bs	247
8.3 简易文件系统设计	252
8.3.1 文件系统结构	253
8.3.2 文件系统功能函数	254
8.3.3 文件系统的测试	263
8.4 简易图形用户界面的设计	266
8.4.1 字符和汉字的显示	266
8.4.2 基本图形和控件的绘制	272
8.4.3 触摸屏事件处理	285

第三篇 基于 Linux 系统的应用

第 9 章 基于 PC 机的 Linux 学习

9.1 Linux 系统下的常用操作	291
9.1.1 Red Hat Linux 9 下的常用操作问答	291
9.1.2 超级终端 minicom 的使用	294
9.1.3 网络文件系统的使用	294
9.2 Linux 下的应用编程	295
9.2.1 进程间隔定时器	296
9.2.2 关于进程的体会	299
9.3 Linux 下的驱动程序设计	302
9.3.1 模块编程实验	302
9.3.2 简单的字符设备驱动实验	303

第 10 章 嵌入式 Linux 开发环境

10.1 开发环境概述	307
10.2 PC 宿主机环境的创建	307
10.2.1 安装基本的软件开发工具	307
10.2.2 安装 MIZI Linux SDK for S3C2410	307
10.2.3 安装交叉编译工具	308
10.3 嵌入式 Linux 系统的配置和编译	309
10.3.1 Bootloader 的配置和编译	309
10.3.2 内核的配置和编译	311
10.3.3 根文件系统的生成	311
10.4 目标板 Linux 系统的创建	312