

嵌入式技术与应用丛书

EMBEDDED
SYSTEM

32位RISC 嵌入式处理器 及其应用

杨刚 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



附光盘1张



嵌入式技术与应用丛书

32 位 RISC 嵌入式处理器及其应用

杨 刚 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

嵌入式技术已成为后 PC 时代的一个新的亮点, 32 位处理器逐渐成为应用的主流, 并且有逐渐占领中高端市场的趋势。

本书围绕当今流行的 32 位嵌入式处理器 XScale 系列, 详细而完整地介绍了嵌入式系统的开发过程。本书分别以两大主流嵌入式操作系统——开源 Linux 和微软 Windows CE 为基础平台, 以获得国际、国内嵌入式竞赛大奖的实用作品为项目内容, 图文并茂地介绍了嵌入式软硬件的设计与调试, 嵌入式操作系统的移植, 模块的划分, 以及应用程序的设计。第 1~3 章紧扣 32 位 RISC 处理器, 详细介绍了 PXA270 的体系结构、指令系统及具体的开发方法。第 4~8 章在前述硬件的基础上, 主要涉及嵌入式 Linux, WINCE 的开发平台构建, 驱动程序开发, 系统移植, 以及具体的项目实例。书中配有大量的程序源代码与硬件描述, 从而方便读者的阅读与实践。

本书内容丰富, 思路清晰, 实用易懂。既可用于普通高校电子类、电气类本科生及研究生的课程教学, 也可作为广大嵌入式爱好者、开发人员的参考教材, 还可作为广大嵌入式培训班的教材或辅导用书。

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

32 位 RISC 嵌入式处理器及其应用/杨刚等编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.7

(嵌入式技术与应用丛书)

ISBN 978-7-121-04573-8

I. 3… II. 杨… III. 微处理器—系统设计 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 084814 号

责任编辑: 高买花 特约编辑: 张 慧 陈宁辉

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

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: 787×1092 1/16 印张: 34.5 字数: 797 千字

印 次: 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 59.80 元 (含光盘 1 张)

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 zlts@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

《32 位嵌入式系统及 SoC 设计》系列教程中的第一本《32 位嵌入式系统与 SoC 设计导论》在 2006 年上半年出版,受到社会各界的欢迎,来自多方面的反馈给我们很大的鼓舞与鞭策。本书是系列教程中的第 2 本。

该系列教程按照最初的安排有 4 本:

- 《32 位嵌入式系统与 SoC 设计导论》(2006 年 4 月出版,国家“十一五”规划教材);
- 《32 位 RISC 嵌入式处理器及其应用》(本书);
- 《信息安全专用处理器及其 SoC 设计》(2007 年);
- 《32 位 SoC 系统设计方法学》(2008 年)。

它们以目前主流嵌入式芯片作为硬件背景平台,与作者所在高校的课程建设与实验室建设相结合,充分考虑保护、激发初学者的学习兴趣和热情,理论讲解和实际操作相结合,使读者由浅入深、一步步迈入饶有趣味又充满挑战的嵌入式系统及 SoC 设计世界,最终成为这一领域的高手。

本书是《32 位嵌入式系统与 SoC 设计导论》之后的深入教材,对以 Intel PXA270 为代表的 32 位 RISC 嵌入式处理器进行全面的介绍,结合两种主流高端嵌入式操作系统 WinCE 和 Linux 分别进行讨论,并配有基本实验与综合实验。

随着 Intel PXA 系列的推出,嵌入式系统向高端方向发展的步伐不断加快。目前,市面上有关嵌入式的书籍,主要以嵌入式系统中低端的 ARM7、ARM9 等为主,较少涉及嵌入式系统的高端应用。因此,本书以此为契机,面向渴望深入学习嵌入式的读者,详细介绍嵌入式的高端开发及应用,具有非常强的现实意义。本书既可供嵌入式的自学者作为入门后深入学习的参考书,也可作为相关专业课程的理论及实验指导书,一书当两书用,在学习本书介绍的嵌入式知识过程中,无须再配其他实验教材。

本书特点

(1) 针对性

随着嵌入式应用的持续升温,种类繁多的嵌入式系统令人眼花缭乱。相比通用 PC 的标准化,嵌入式系统具有不可垄断的特性,因此,嵌入式应用将会一直呈现百家争鸣、百花齐放的局面。而对于一般的嵌入式学习者,面对如此众多的系统,可能会无所适从。鉴于此,本书从一切电子产品的基础——硬件处理器开始,由底层至顶层,由低级至高级,循序渐进地向广大读者介绍嵌入式系统。掌握了嵌入式处理器就掌握了嵌入式应用的根本,就掌握了嵌入式系统的关键。

(2) 系统性

嵌入式技术作为一种新兴的热门技术,具有广阔的市场前景,相应地,对嵌入式工程师的素质及基础要求较高。对于一般的电子工程师,想要挤进嵌入式系统的开发领域,会有比较高的门槛与鸿沟。因此,我们在介绍嵌入式的开发与应用时,特别强调了嵌入

式的系统性。不求面面俱到，但求一脉相承，环环相扣。例如，在嵌入式操作系统领域，从 Linux、QNX、 μ /COS、Palm OS、T-Kernel 到 WinCE 等，不胜枚举。而我们这里只选择了其中最具代表性的两种：开源的 Linux 与商业版的 WinCE。通过本书，使读者从一个开发实例中迅速了解一个嵌入式系统所必备的结构与体系。

国内目前正在形成一股嵌入式设计的热潮，与此同时也引起工业界、学术界的广泛重视。本书以典型的属于 ARM 系列的 32 位处理器 PXA270 为主轴，结合当今嵌入式应用中最为流行的两大趋势 Linux 与 WinCE，较为详尽地介绍了嵌入式系统开发的一整套流程。

本书优势

(1) 完整性

市面上的同类书籍，或者只介绍处理器，或者只介绍一种操作系统。内容的局限性使读者很难从整体上把握日趋复杂的嵌入式系统，而本书详尽的叙述恰恰弥补了这一缺憾。读者在先后完成 Linux 与 WinCE 的开发之后，可以细细体会这两种不同风格操作系统的优势与不足。

(2) 实践性

本书所涉及的开发实例都是我们精心挑选的，题材新颖，实用性强。每一个项目都具有详细的源代码及描述，方便读者融会贯通。题材大多选自我校组织的嵌入式系统设计竞赛，以及教育部组织的全国电子设计竞赛的实际参赛题目。例如，基于 Linux 的矿井搜救及逃生系统，在 2006 年 8 月获得了 2006 年全国大学生电子设计竞赛嵌入式设计专题邀请赛国家二等奖；而基于 Windows CE 的环境舒适度自动监测系统，在 2006 微软全球嵌入式竞赛的三百多支参赛队中脱颖而出，于 2006 年 6 月在美国西雅图微软公司总部的全球嵌入式竞赛决赛中，进入了最后的全球前 9 名总决赛。通过这些完整的系统实例，力求使读者全面深入理解嵌入式系统的开发应用流程。

本书内容

全书分为三部分，共 8 章，各章节的内容安排如下。

第一部分：基础篇

第 1 章介绍嵌入式系统的基础知识，嵌入式软件开发基础，以及 ADS 集成开发环境。

第 2 章介绍 Intel XScale 系列处理器基本知识，Intel XScale PXA270 处理器的体系结构、指令系统，以及应用程序开发实例。

第 3 章介绍 YL-PXA270P 嵌入式教学实验平台的构成，嵌入式程序的高级开发流程，以及 PXA270 基础程序开发实例。

第二部分：实践篇 I——基于 Linux 操作系统

第 4 章介绍嵌入式 Linux 的开发与应用，包括嵌入式 Linux 的基础知识，以及嵌入式 Linux 在 PXA270 平台上的开发流程。

第 5 章介绍嵌入式 Linux 应用开发的一个详细实例。

第三部分：实践篇 II——基于 Windows CE 操作系统

第 6 章介绍 Windows CE 概论、操作系统开发平台和应用程序开发平台，以及 Windows CE 体系结构与管理。

第 7 章介绍 Windows CE 的开发流程，主要包括 YL-PXA270P 平台上 Windows CE 内核的定制、流驱动开发，以及 Windows CE 系统移植方法。

第 8 章介绍嵌入式 Windows CE 应用开发的一个详细实例。

本书特色

(1) 高的起点

32 位处理器的应用正在兴起。与 8 位处理器相比，使用 32 位处理器从技术上占有优势，而成本上相差不大，尤其有利于智能产品的设计；从人才培养的角度，国内掌握低端 8 位单片机应用技术的人才较多，而真正了解高端 32 位嵌入式系统开发技术的人才奇缺。

(2) 精心设计的实验

通过书中的嵌入式系统开发实例，我们把嵌入式系统设计的基本概念与嵌入式开发的流程、32 位嵌入式 RISC 处理器常用模块的使用等有机结合起来，让读者对所学习的理论进行一次升华，体会知识进步与能力成长的感觉，保持学习的兴趣。

(3) 经过国家级教学基地的多次教学验证

作为两个国家级基地（国家电工电子教学基地、国家集成电路设计人才培养基地）的一门课程，《32 位嵌入式系统与 SoC 设计导论》课程已经面向全校本科生、研究生开设多期，内容不断深化，教学效果良好。此外，由全国大学生电子设计竞赛组委会主办、Intel 公司协办的“全国大学生电子设计竞赛——嵌入式系统专题竞赛”进一步丰富了大学生电子设计竞赛的形式和内容，本书的编写也是对全国大学生嵌入式系统竞赛、“星火杯”等活动的支持。

(4) 简明的“脑图”结构

本书每一章的前面都有树状结构的“脑图”，提示本章的主要内容；同样地，在每章的各个小节中，可以看到更详细的有关该小节内容的“脑图”。通过这种层层分解的结构及“脑图”的形式，可以使读者迅速了解所读章节在全书中的位置，以及与其他章节的关系，从而把握学习进度和重点。

(5) “嵌牛”伴你轻松阅读

读者还会发现本书中还有个表情丰富的可爱“蜗牛”，嵌入在本书的各个角落，把蜗牛的壳比做嵌入式系统的硬件（Hardware），蜗牛的躯体比做软件（Software），寓意在于嵌入式系统的软、硬件结合，嵌入到我们生活中的每个角落。

本书配套光盘提供了 Linux 的交叉编译工具，Busybox，Linux Kernel，Qt 和 Uboot 等；提供了 Windows CE 基于 PXA-270 平台的 BSP，以及 PXA-270 流驱动开发的源代码文件；

同时还提供了本书各章的脑图结构,以方便读者理清本书各章的脉络,更好地掌握书籍内容。

本书在编写过程中得到了很多人的帮助,没有他们也就没有这本书的出版,谨此表示感谢!

参与本书编写的研究生有白榕锋、范国伟、王玉珂、张晓明,他们分别专注于某项嵌入式技术,用心钻研,终有小成。参加微软全球嵌入式竞赛的刘成茂、陈金玉、李鹏程、夏南等同学,参加 Intel 全国嵌入式设计竞赛的邓范鑫、李毅、胡国栋等同学,参加 ST-Embest 全国嵌入式竞赛的李波、王连成等同学,彭清泉等博士生以不同的形式对本书作出了贡献,在此一并致谢!

特别感谢深圳市优龙科技有限公司(www.ucdragon.com),本书介绍的 32 位嵌入式开发实例都是在优龙公司提供的 YL-PXA270P 嵌入式教学实验平台上实现和验证的,感谢优龙公司提供的实验平台和相关资料。

由于嵌入式系统涉及的知识面比较宽,作者在嵌入式系统开发方面所做的工作并不能包括所有方面,对嵌入式系统开发的理解也不免出现一定的偏差,有些深入的问题还有待进一步探讨,所以恳请读者能够针对书中的不足给予指正。联系地址是:gyangxidian@gmail.com 或 gmholife@hotmail.com,西安电子科技大学电路设计研究所 376#(邮编:710071),希望大家多提宝贵意见。

在实验室的英语角,看到这样一段话:“I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand.”我觉得用在嵌入式系统的学习研究上颇为贴切,愿与各位共勉。

杨 刚

2007 年 3 月于西安电子科技大学

目 录

第一部分 基础篇

第 1 章 嵌入式系统的背景与基础	(3)
1.1 嵌入式微处理器概述	(4)
1.1.1 嵌入式系统概述	(4)
1.1.2 嵌入式微处理器	(6)
1.2 嵌入式系统的组成结构	(10)
1.2.1 嵌入式系统的体系结构	(10)
1.2.2 嵌入式操作系统	(12)
1.2.3 嵌入式系统的编程语言	(14)
1.3 嵌入式系统的发展趋势	(15)
1.4 嵌入式软件开发基础	(17)
1.4.1 嵌入式软件开发的特点和技术挑战	(18)
1.4.2 嵌入式软件开发环境	(19)
1.4.3 嵌入式系统软件开发的基本流程	(21)
1.4.4 嵌入式软件开发的可移植性和可重用性	(23)
1.5 ADS 集成开发环境简介	(24)
1.5.1 ADS 1.2 集成开发环境的组成	(25)
1.5.2 ADS 集成开发环境的使用	(25)
本章小结	(33)
第 2 章 全面接触 XScale	(34)
2.1 XScale 处理器概述	(35)
2.1.1 XScale 超级流水线	(36)
2.1.2 XScale 乘/累加 MAC	(37)
2.1.3 协处理器	(38)
2.1.4 无线 MMX 指令单元	(38)
2.1.5 内存管理	(39)
2.1.6 指令 Cache	(39)
2.1.7 数据 Cache	(39)
2.1.8 转移目标缓冲器 (BTB)	(40)
2.1.9 写缓冲器	(40)
2.1.10 性能监视	(40)
2.1.11 电源管理	(40)

2.1.12 调试	(40)
2.2 PXA270 体系结构	(41)
2.2.1 ARM 微处理器的工作状态	(42)
2.2.2 ARM 体系结构的存储器格式	(42)
2.2.3 指令长度及数据类型	(43)
2.2.4 处理器模式	(43)
2.2.5 寄存器组织	(44)
2.2.6 异常 (Exceptions)	(49)
2.3 PXA270 指令系统	(54)
2.3.1 ARM 指令集	(54)
2.3.2 Thumb 指令集	(79)
2.4 PXA270 应用程序开发举例	(89)
2.4.1 ARM 汇编器所支持的伪指令	(90)
2.4.2 语句格式	(101)
2.4.3 汇编语言的程序结构	(105)
本章小结	(109)
第 3 章 基于 PXA270 实验平台的开发	(110)
3.1 PXA270 实验平台的组成	(111)
3.1.1 PXA270 硬件平台构成	(111)
3.1.2 PXA270 实验平台硬件资源分配	(113)
3.1.3 PXA270 实验平台支持的操作系统	(116)
3.2 嵌入式程序的高级开发	(117)
3.2.1 C 与汇编的混合编程	(117)
3.2.2 C 和 ARM 汇编语言间相互调用	(124)
3.2.3 代码优化	(127)
3.2.4 查找内存丢失的方法	(132)
3.3 PXA270 实例开发	(136)
3.3.1 LED 跑马灯演示实例	(136)
3.3.2 按键扫描功能及应用开发	(147)
3.3.3 RTC 实时时钟	(158)
3.3.4 I ² C 实验	(168)
3.3.5 ADC 模/数转换实验	(182)
3.3.6 SDRAM 测试实验	(186)
3.3.7 NorFLASH 实验	(198)
3.3.8 NandFLASH 实验	(209)
3.3.9 串口通信实验	(218)
3.3.10 定时器中断实验	(238)
3.3.11 触摸屏控制实验	(263)
本章小结	(268)

第二部分 实践篇 I——基于 Linux 操作系统

第 4 章 嵌入式 Linux 开发	(271)
4.1 嵌入式 Linux 开发基础	(272)
4.1.1 Linux 简介	(272)
4.1.2 嵌入式 Linux 操作系统的构成	(275)
4.1.3 Linux 的基本操作	(276)
4.2 嵌入式 Linux 系统在 PXA270 上的开发流程	(280)
4.2.1 开发环境的建立	(280)
4.2.2 Bootloader	(281)
4.2.3 Linux 系统在 PXA270 平台上的移植	(298)
4.2.4 嵌入式文件系统	(311)
4.2.5 Linux 设备驱动程序开发	(323)
4.2.6 嵌入式 GUI	(343)
本章小结	(356)
第 5 章 嵌入式 Linux 应用开发实例	(357)
5.1 系统概述	(358)
5.2 系统方案	(358)
5.2.1 系统功能与特色	(359)
5.2.2 系统组成与各部分功能	(359)
5.3 系统功能详述	(360)
5.3.1 搜救及求救功能	(360)
5.3.2 逃生功能	(361)
5.3.3 监控功能	(361)
5.3.4 系统方案设计	(362)
5.4 系统硬件设计	(363)
5.4.1 系统硬件结构	(363)
5.4.2 MSP430 系统板设计	(364)
5.4.3 电力猫的设计	(364)
5.4.4 RFID 读卡模块	(366)
5.4.5 瓦斯检测电路设计	(367)
5.4.6 系统各模块电源设计	(367)
5.5 电力线网络设计	(368)
5.5.1 电力线网络设计方案分析	(368)
5.5.2 电力线网络协议方案选择	(369)
5.5.3 电力线网络协议的层次介绍	(370)
5.5.4 帧结构说明	(370)

5.5.5	电力线数据传输过程	(371)
5.5.6	网络通信软件设计	(372)
5.6	系统软件设计	(374)
5.6.1	嵌入式搜救/逃生终端软件设计	(374)
5.6.2	便携式求救终端软件设计	(405)
5.6.3	环境监控终端软件设计	(406)
5.7	井上服务器设计	(407)
5.7.1	井上服务器在搜救和逃生中的服务功能设计	(408)
5.7.2	井上服务器在安全监控中的服务功能设计	(408)
5.8	系统测试方案及结果分析	(409)
5.8.1	测试内容	(409)
5.8.2	电力线网络数据传输功能测试	(409)
5.8.3	系统搜救求救功能测试	(412)
5.8.4	系统逃生功能测试	(414)
5.8.5	系统监控功能测试	(414)
5.8.6	服务器在搜救和逃生中的协助功能测试	(415)
5.8.7	急救助手测试	(415)
5.8.8	语音录放功能测试	(416)
5.8.9	系统测试总结	(416)
5.9	系统在实际矿井应用中所需考虑的问题	(416)
	本章小结	(417)

第三部分 实践篇 II——基于 Windows CE 操作系统

第 6 章	嵌入式 Windows CE 开发基础	(421)
6.1	Windows CE 概论	(422)
6.1.1	Windows CE 的发展史	(422)
6.1.2	Windows CE 介绍	(422)
6.1.3	Windows CE 的主要功能	(424)
6.1.4	Windows CE 的实时特性	(424)
6.1.5	Windows CE 的应用领域	(425)
6.2	操作系统及应用程序开发平台简介	(427)
6.2.1	Platform Builder 简介	(427)
6.2.2	Platform Builder 的安装	(428)
6.2.3	Embedded Visual C++ (EVC) 介绍	(430)
6.3	Windows CE 体系结构与管理	(432)
6.3.1	Windows CE 操作系统模型	(432)
6.3.2	Windows CE 核心特性	(435)

6.3.3	Windows CE 存储管理	(440)
6.3.4	Windows CE 文件系统体系结构	(441)
6.3.5	Windows CE 设备管理	(446)
6.3.6	Windows CE 注册表	(448)
6.3.7	Windows CE 电源管理	(456)
	本章小结	(459)
第 7 章	嵌入式 Windows CE 系统在 PXA270 上的开发流程	(460)
7.1	PXA270 平台 Windows CE 内核定制	(461)
7.1.1	定制 Windows CE 映像	(461)
7.1.2	YL-PXA270 平台的 Windows CE 映像下载	(468)
7.1.3	Windows CE 编译的内部结构和步骤	(472)
7.1.4	Platform Builder 的目录结构	(475)
7.1.5	PXA270 平台 SDK 导出	(479)
7.2	PXA270 平台 Windows CE 的流驱动开发	(480)
7.2.1	Windows CE 驱动程序分类	(481)
7.2.2	开发流接口驱动程序	(482)
7.3	操作系统移植	(494)
7.3.1	BSP 介绍	(494)
7.3.2	开发 BSP 的步骤	(498)
7.3.3	编写 Bootloader	(500)
7.3.4	编写 OAL	(504)
	本章小结	(508)
第 8 章	PXA270 平台 Windows CE 开发实例——自动化监测环境舒适度实例	(509)
8.1	系统概述	(510)
8.2	系统结构与功能	(510)
8.3	系统实现	(512)
8.3.1	系统硬件模块实现	(512)
8.3.2	系统软件实现	(514)
8.3.3	终端数据处理算法设计部分	(532)
8.3.4	系统安全性及稳定性	(534)
8.4	系统测试	(534)
8.4.1	系统硬件测试	(535)
8.4.2	系统软件测试	(536)
8.4.3	系统整体测试	(537)
8.5	后期开发	(537)
	本章小结	(537)
	参考文献	(538)

第一部分 基础篇



嵌入式系统的背景与基础



全面接触 XScale



基于 PXA270 实验平台的开发

第 1 章 嵌入式系统的背景与基础

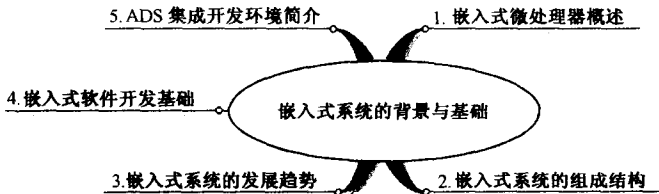


前言

嵌入式技术是计算机技术、电子技术和半导体技术等多种先进技术的融合。随着计算机技术和通信技术的飞速发展，互联网的迅速普及以及与 3C 融合的加速，嵌入式技术已成为 21 世纪最有生命力的技术之一。本章主要介绍嵌入式系统的背景与基础知识。



本章提示



学海聆听

If you wish to succeed, you should use persistence as your good friend, experience as your reference, prudence as your brother and hope as your sentry.

如果你希望成功，当以恒心为良友，以经验为参谋，以谨慎为兄弟，以希望为哨兵。

——爱迪生

1.1 嵌入式微处理器概述



1.1.1 嵌入式系统概述

在信息技术和网络技术高速发展的后 PC 时代，嵌入式系统已广泛渗透到科学研究、工程设计、军事工业等诸多领域，以及人们日常生活的方方面面。随着嵌入式产品的不断开发和推广，嵌入式系统和人们的生活结合得越来越紧密。从普通的家用电器和通信工具，到各种交通工具，以及办公室的远程会议系统等，都已成为嵌入式系统涉及的范围。

1. 什么是嵌入式系统

嵌入式系统就是以应用为中心，以计算机技术为基础，并且软/硬件可裁剪，适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统及用户的应用程序 4 个部分组成，用于实现对其他设备的控制、监视或管理功能。嵌入式系统最典型的特点是与人们的日常生活紧密相关，任何普通人都可能拥有各类应用了嵌入式技术的电子产品，小到 MP3、PDA 等数字化设备，大到信息家电、智能电器、车载 GIS。事实上，嵌入式设备在数量上已经远远超过了通用计算机。



地理信息系统

地理信息系统 (GIS, Geographic Information System) 是一种基于计算机的工具，它可以对在地球上存在的东西和发生的事件进行成图和分析。GIS 技术把地图这种独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作 (如查询和统计分析等) 集成在一起。这种能力使 GIS 与其他信息系统相区别，从而使其在广泛的公众和个人企事业单位中解释事件、预测结果、规划战略等中具有实用价值。目前，GIS 已是一个全球拥有数十万人员和数十亿美元的产业；GIS 已在全世界的中学、学院、大学里被讲授。在每个领域里的专家都不断地意识到按地理的观点来思考和工作所带来的优越性。

2. 嵌入式系统的历史

嵌入式系统的发展历程大致经过以下 4 个阶段。

(1) 以单芯片为核心的可编程控制器形式的系统, 同时具有监测、伺服、指示设备相配合的功能

这种系统大部分应用于一些专业性极强的控制系统中, 一般没有操作系统的支持, 通过汇编语言编程直接对系统进行控制, 运行结束后清除内存。这一阶段的主要特点是: 系统结构和功能都相对单一, 处理效率较低, 存储容量较小, 几乎没有用户接口。由于这种嵌入式系统使用简便, 价格很低, 以前在国内工业领域中应用较为普遍。但是这种系统已经远远不能适应高效的、需要大容量存储介质的现代工业控制和新兴的信息家电等领域的需求。

(2) 以嵌入式 CPU 为基础, 并以简单操作系统为核心的嵌入式系统

这一阶段的主要特点是: CPU 种类繁多; 系统开销小, 效率高; 操作系统具有一定的兼容性和扩展性; 但是应用软件较专业, 从而通用性比较弱; 用户界面不够友好; 系统主要用来控制系统负载, 以及监控应用程序的运行。

(3) 以嵌入式操作系统为标志的嵌入式系统

这一阶段的主要特点是: 嵌入式系统能运行于各种不同类型的微处理器上, 具有良好的兼容性; 操作系统内核小、效率高, 并且具有高度模块和可扩展性; 具备文件和目录管理、设备支持、多任务、网络支持、图形窗口及用户界面等功能; 具有大量的应用程序接口, 开发应用程序简单; 嵌入式应用软件丰富。

(4) 以基于 Internet 为标志的嵌入式系统

这是一个正在迅速发展的阶段。目前, 大多数嵌入式系统还孤立于 Internet 网络之外, 但随着 Internet 技术与信息家电、工业控制技术等结合发展, 嵌入式设备与 Internet 的结合将代表着嵌入式技术的发展未来。

随着信息化和数字化时代的到来, 为嵌入式的发展带来了巨大的机遇, 但同时也使其面临着新的挑战。目前, 嵌入式与网络技术的结合正推动着嵌入式技术的飞速发展, 嵌入式系统随着应用需求产生显著的变化。

3. 嵌入式系统的特点

嵌入式系统是应用于特定环境下, 针对特定用途来设计的系统, 因此, 它具有不同于通用计算机系统的特点。嵌入式系统是针对具体应用设计的“专用系统”, 它的硬件和软件都必须高效率地设计, “量体裁衣”, 去除冗余, 力争在较少的资源上实现更高的性能。与通用计算机系统相比, 嵌入式系统具有以下显著特点。

(1) 专用性较强

嵌入式系统通常是面向特定任务的, 它不同于通用计算机平台, 是“专用”的计算机系统。嵌入式微处理器大多适合于工作在为特定用户群所设计的系统中, 称为“专用微处理器”, 它专用于某个特定的任务, 或者很少的几个任务。具体的应用需求决定着嵌入式处理器的性能选型和整个系统的设计。如果要更改其任务, 就可能要废弃整个系统并重新进行设计。

(2) 运行环境差异大

嵌入式系统无所不在, 但运行环境差异很大, 可运行在飞机上、冰天雪地的两极中、