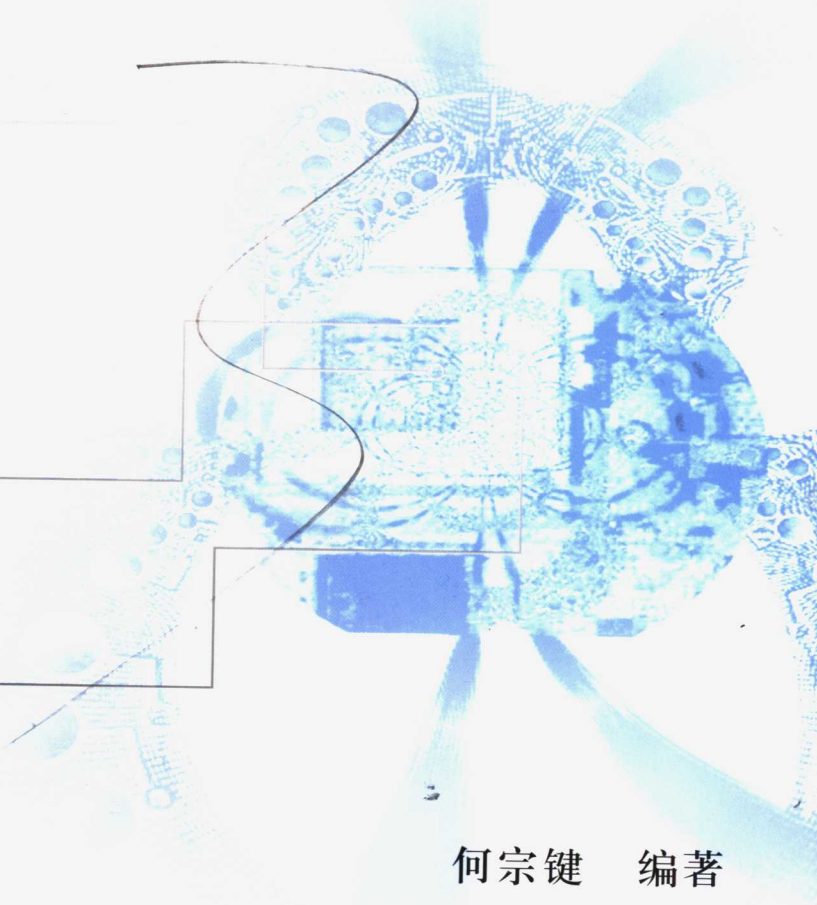
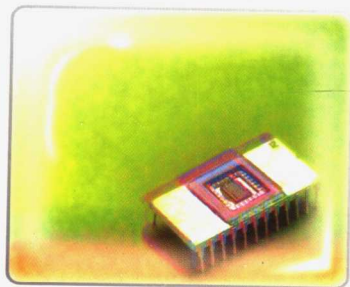


教育部—微软精品课程

Windows CE

嵌入式系统

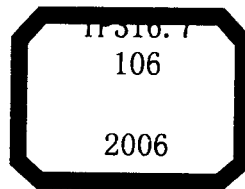


何宗键 编著



北京航空航天大学出版社

教育部-微软精品课程



Windows CE 嵌入式系统

何宗键 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书根据同济大学软件学院的“Windows CE 嵌入式系统”课程讲义整理而成。介绍了基于 Windows CE 5.0 平台的嵌入式软件开发。宏观上涵盖了完整的基于 Windows CE 的嵌入式系统开发流程。具体内容主要包括:Windows CE 下的应用程序开发;EVC、Visual Studio 工具的使用、开发环境的选择;系统定制和裁剪;Platform Builder 工具的使用、下载、远程调试;驱动程序开发:中断处理、DMA 操作、物理内存访问;板级支持包的开发;Bootloader、OAL 层;还介绍了 Windows CE 作为嵌入式操作系统的体系结构。

本书可用于普通高校的嵌入式软件课程教学,也适用于嵌入式系统爱好者阅读研究。

图书在版编目(CIP)数据

Windows CE 嵌入式系统/何宗键编著. —北京:北京
航空航天大学出版社, 2006. 9

ISBN 7-81077-793-9

I. W… II. 何… III. 窗口软件, Windows CE—程
序设计 IV. TP316.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107051 号

© 2006, 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或传播本书内容。
侵权必究。

Windows CE 嵌入式系统

何宗键 编著

责任编辑 李 键

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

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

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:24 字数:538 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-793-9 定价:32.00 元

序

近年来,嵌入式技术及产品的快速成长成为了全球 IT 产业发展的显著特征之一。嵌入式系统以多种多样的形式,日益融入到人们的生活和工作之中。嵌入式技术、互联技术和个人计算以及高性能计算一起,构建了后 PC 时代中“计算无处不在”的蓝图。

嵌入式操作系统是嵌入式系统的核心,是连接嵌入式设备和应用的重要部件。它一方面要支持各种功能及规格的硬件设备,另一方面要为各种应用程序提供一致的功能调用接口,同时还需要在有限的系统资源上尽可能快地完成应用的计算需求。

Windows CE 是微软公司推出的一个功能强大的实时嵌入式操作系统,它具有很多优秀的性能。Windows CE 操作系统的模块化设计,使开发人员可以根据需求定制设备,这种定制有助于快速地开发功能各异的产品与服务。Windows CE 提供的一系列的集成定制和开发工具,使得开发嵌入式软件的门槛大大降低了。Windows CE 已经越来越多地被开发厂商支持及使用,迅速成为嵌入式操作系统主流平台之一。基于 Windows CE 的 Windows Mobile 使得全球范围内智能手机平台和市场得以快速地发展,Windows CE 还在 PDA、机顶盒以及多种网络媒体设备中得到了广泛的应用。

目前在中国,嵌入式软件复合型人才的缺乏,已成为嵌入式产业的可持续发展的瓶颈,加强与完善高校嵌入式系统教学已迫

在眉睫。

微软公司配合高校的嵌入式教学推出了 Windows CE 源代码共享计划,允许高校将 Windows CE 源代码纳入学校课程教材及授课内容之中,更加便于教师深入、透彻地为学生介绍嵌入式系统原理。从这个意义上来讲,Windows CE 作为嵌入式系统教学实例,既能反映当前嵌入式操作系统的发展方向,又能结合当前的实际应用,是一个非常理想的嵌入式系统教学平台。

本书作者何宗健老师根据自己在嵌入式领域的科研和教学经验,基于微软最新 Windows CE 5.0 技术,深入浅出地介绍了 Windows CE 系统的原理及开发流程,并提供了大量的实例和技术资源。该书可以在高校嵌入式系统教学方面起到很好的辅助作用。

我想借此机会代表微软公司和微软中国研发集团,表示对支持中国教育事业的长期承诺和诚意。我们希望今后能够和更多的中国高校一起,了解主流计算机技术的最新动态,帮助高校教学与最新业界技术相结合,培养出更多社会需要的优秀人才。

张亚勤
微软公司全球副总裁
2006年7月
于北京

前言

This has been a great year moving towards the digital lifestyle.
I'd say it's going even faster than we would have expected.

——Bill Gates

2005 全球消费性电子产品博览会

拥抱嵌入式时代

我们在描述未来生活的科幻小说中经常可以看到这样的场景：

周末的早上，珍妮被放在枕边的手机放出的轻音乐从睡梦中唤醒。睡眼惺忪的她刚刚从床上坐起来，桌上的电脑已经自动开启，清晰的语音从电脑音响里面飘了出来，内容是今天的天气情况和珍妮所关心的新闻。珍妮被其中一条动物园的优惠信息吸引了，她想利用今天的空闲去逛逛动物园。珍妮告诉电脑，订一张动物园的门票，电脑一切照办并使用珍妮的银行账户存款购买门票。

早饭过后，珍妮坐上去动物园的公交车。在车上，珍妮使用手机登录自己的电子信箱，发现有朋友的新邮件，珍妮口述邮件要回复的内容，手机帮助珍妮撰写邮件并回复。

动物园到了，动物园的门禁系统知道珍妮已经预购了门票，所以轻松放行。与此同时，无线网络已经把动物园的旅游地图与著名景点自动下载到了珍妮的手机当中。珍妮利用手机中的地图信息，轻松找到了她喜欢的狮子的所在地。珍妮在观赏狮子的雄姿时，旁边的信息板上显示出了狮子的介绍信息，并询问珍妮是否愿意与狮子合影。珍妮答应后，一台数码相机自动帮助珍妮选择角度、对焦、拍摄，并询问珍妮如何处理照片。珍妮告诉它发送到自己家里。

在动物园度过开心的一天后，珍妮回到了家，她发现自己枕边的电子相框的内容已经变成了她在动物园与狮子的合影。

自人类诞生之日起，每一次技术革命都会极大地改变人类的生活方式。如今，以计算机技

前言

术为代表的信息产业革命,也正在起着这样的作用。在最近短短的几年里,上面科幻小说描述的一些内容已经成为了现实。随着技术的进步,我们有理由相信会有越来越多的场景变为现实,而在这其中关键的一点,就是信息和计算能力的普及。

其实,任何科学技术如果想真正改变人类的生活,那么普及都是至关重要的。我们不妨拿工业革命与信息产业革命做一个简单的对比,如图 0.1 所示。

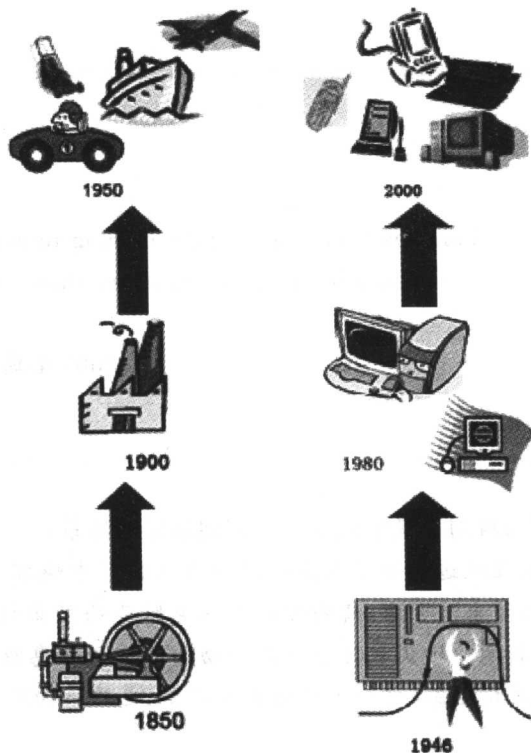


图 0.1 工业革命与信息产业革命

17 世纪中叶,詹姆斯·瓦特发明蒸汽机,标志着工业革命的开始。蒸汽机所代表的是前所未有的巨大能量。但是在很长的一段时间内,由于能量不能被传输,不能被普及,因此能量的消费地往往也就是能量的产生地。蒸汽机的应用大多集中在大型工厂与车间内,耸立在车间内的大型蒸汽机就成了那个时代的典型标志。

19 世纪中叶,西门子发明了发电机。不久,爱迪生在纽约建立了第一座发电站。从那时候起,能量就可以以电的形式通过电缆输送到远端的各种各样的设备中去。这就为能量的普及铺平了道路。逐渐地,电力网变得越来越宽广、越来越细密,能量也就逐渐被普及开来了,并且被广泛地应用于人们的各种生产和生活活动当中。

再来看看 20 世纪中叶的情况:在我们的周围,大到飞机、轮船、汽车,小到电动剃须刀、手电筒,能量已经无处不在了。我们已经很难想象,如果生活中离开了这些东西会是什么样子。因为它们已经成为了我们生活中不可或缺的一部分。

在能量普及的同时,我们却越来越意识不到能量的存在。我们可以尽情地享受 CD 音响带来的美妙音乐,但是当我们每次按动 CD 机上的 Open 按钮打开 CD 托盘时,又有多少人会意识到驱动 CD 托盘后面隐藏的电动机的存在呢?很明显,能量使用的一些技术细节被隐藏了。

不难看出,工业革命的最终结果使得能量高度普及。能量渗入到人们的日常生活中,最终改变了人们的生活方式,与此同时却隐藏了能量使用的技术细节。

1946 年,世界上第 1 台计算机 ENIAC 在美国宾夕法尼亚大学诞生。这在很大程度上成为了计算机时代到来或者信息技术革命开始的标志。同蒸汽机一样,由于在这个时期计算能力或信息资源不能被普及,计算机当时仅仅被用作军事用途和科学计算。人们对计算机的认识也不过是奇妙、神秘还有可能带着点恐怖的巨大“黑盒子”。这些巨大的“黑盒子”被称做大型机和小型机,代表了信息产业最初的那一个时代。

个人电脑(PC)和国际互联网(Internet)把信息产业革命推到了一个新的阶段。廉价而又不失实用的 PC 机让“每个家庭的桌子上都有一台电脑”的梦想变成了现实。由此,计算机已不囿于军事与科学研究,真正开始为大众服务并逐渐渗入到了人们的生活当中。Internet 最初也是被用作军事用途,后来才渐渐转为民用。20 世纪末,Internet 技术得到了飞速的发展,连接 Internet 的机器越来越多,Internet 的带宽越来越宽,接入 Internet 的方式越来越多样……Internet 对于信息技术革命的贡献,足以与电力网对于工业革命的贡献相媲美。信息可以被方便地远距离传输,人们获取信息变得越来越简单。与此同时,越来越多的传统行业都开始经历计算机与网络的洗礼。电子书、电子地图、电子游戏、电子邮件、电子贺卡……都是那个时代的新生儿。

时间进入了 21 世纪。人们在战战兢兢中经历了“千年虫”危机和互联网经济泡沫的破灭后,计算机技术和信息产业的发展并没有因此停住脚步。人们对获取信息的时间、地点和方式都有了越来越高的要求。人们期望“Anyone, Anytime, Anywhere, Any device”都能将信息随手可得。个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)、智能手机(Smartphone)、数字电视机顶盒(Set Top Box)及随身媒体播放器(Portable Media Center)等消费性电子产品如雨后春笋般地出现了。

计算在逐渐分散的同时,与环境也正在慢慢融为一体。当我们刷卡进入地铁站时,没有人会意识到我们手持的公交卡里面有一颗 4 位或 8 位的中央处理器和几 K 内存;当我们从 ATM 机里面取走现金时,也不会有人考虑 ATM 机背后是否用 RJ-45 接口连接着双绞线。

对比工业革命的最后结果,我们不难推断出信息产业革命的最终走向。有理由相信,不久的将来,传统意义上的计算机会逐渐从人们的视线里消失,但计算却会变得无处不在;也有理

前言

由相信,这样必将再次彻底改变人类的生活方式。

嵌入式系统的时代到来了!

如何使用本书

本书是一本讲述如何使用 Windows CE 搭建嵌入式平台的书籍。Windows CE 是微软推出的一款嵌入式操作系统。在这本书里,可了解到 Windows CE 下的软件开发所需要的知识。

与桌面操作系统和服务器操作系统(我们称之为通用操作系统)下的软件开发不同,为嵌入式操作系统开发软件可不只是写写应用程序那么简单,常常须深入到内核,甚至深入到硬件。根据不同的开发层面,可把 Windows CE 下的嵌入式软件开发者分为以下 3 类:

第 1 类称为应用程序开发者。此类开发人员与传统的通用操作系统下的应用开发人员比较相似。他们通常利用操作系统提供的应用程序编写接口(Application Programming Interface, API)、应用程序库(例如 C 语言运行时库, Visual Basic 语言运行时库)或应用开发框架(例如 J2EE 与 .NET Framework)来编写代码;他们开发的代码一般运行在操作系统的用户态,无须直接对硬件进行操作;他们所关注的通常是应用功能和业务逻辑的实现;此外,他们的程序通常是直接与最终用户打交道的。

第 2 类是操作系统平台的设计者。什么?设计操作系统?如果你是忠实的第 1 类应用程序开发者,你肯定会以为我在说梦话。因为通用操作系统的设计和提供通常是大型软件公司和大型组织的任务,普通用户无法修改。但是在嵌入式领域,为了满足嵌入式系统的专用性,几乎所有的嵌入式操作系统都是模块化设计的,并且开发者可以按照自己的需求任意裁剪和定制。

此类开发人员的主要职责是针对具体的应用环境,对嵌入式操作系统进行裁剪,向第 1 类开发人员提供应用程序运行的平台。他们通常要对所裁剪的操作系统的各个模块的功能了如指掌,这样才可以针对具体的应用环境,搭建出合适的平台,使资源达到最节省。例如:一个运行在自动取款机上的嵌入式操作系统应不应该加入 MPEG4 播放模块;管理数码相机的嵌入式操作系统中“蓝牙”网络协议栈是否必要……

此外,为了满足应用需求,他们可能还须对所裁剪的嵌入式操作系统进行一些扩充,增加嵌入式操作系统所不支持的功能,编写一些比较上层的驱动程序。例如:用于视频会议的嵌入式系统要用到 USB 摄像头的支持。如果该嵌入式系统没有提供 USB 摄像头的驱动程序,则需要此类开发者提供。

第 3 类是操作系统移植者。嵌入式操作系统与通用操作系统最显著的区别之一是它的可移植性。一款嵌入式操作系统通常可以运行在不同体系结构的处理器和开发板上。为了使嵌入式操作系统可以在某款具体的目标设备上运行,嵌入式操作系统的编写者通常无法一次性完成整个操作系统的代码,而须把一部分与具体硬件设备相关的代码作为抽象的接口保留出

来,让提供硬件的 OEM 厂商来完成。这样才可以保证整个操作系统的可移植性。这些代码通常是板级支持包(Board Support Package, BSP)的一部分。例如:不同的处理器和开发板通常都会提供实时钟支持,用来得到当前的时间日期,但是实时钟的实现方式却不胜枚举。如何告诉嵌入式操作系统当前的时间,就是此类开发人员要完成的任务。

此类开发人员不但要对嵌入式操作系统提供的硬件接口了如指掌,还要对操作系统运行的硬件有极为深入的了解。此类开发人员可能会同时身兼软件工程师和硬件工程师双重身份——让嵌入式操作系统在自己设计的硬件平台上运行起来。

通常第 1 类软件开发者的数目最多,第 3 类软件开发者的数目最为稀少。从软件角度来看,一般把应用开发称做上层开发,而把驱动等系统开发称做底层开发。所以,这三类软件开发者的结构通常呈现出“倒三角形”,如图 0.2 所示。

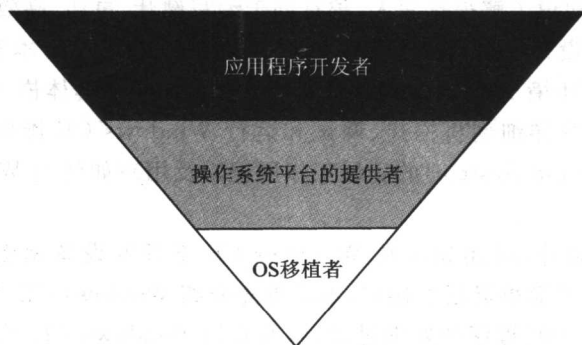


图 0.2 Windows CE 下的 3 类软件开发者

本书的编写目标之一,是让 Windows CE 下的上述 3 类开发人员都可从本书中获得所需要的信息。您可能没必要通读本书,而只需对有用和感兴趣的章节进行阅读。但是本书也不是一本从软件到操作系统、到硬件、到开发工具都面面俱到的大百科全书。对书中涉及到的一些本书上没有但是却可能用到的知识,会提供一些参考书籍和资料。本书对读者所需知识的最低要求是操作过电脑,有 C/C++ 语言程序设计经验。当然,这只是意味着与其他嵌入式操作系统相比,学习 Windows CE 的门槛相对较低,并不意味着 Windows CE 像儿童玩具那样简单。如果想要在 Windows CE 的领域里面深入下去,那么可能还须了解的知识有:计算机组成原理、操作系统原理、硬件知识、多种 CPU 体系结构知识、嵌入式软硬件开发经验、汇编语言、软件工程知识、数据库技术、计算机网络、Windows 程序设计技术及 C/C++/语言开发经验……好吧,希望还没有把您吓跑,这正证明了事物之间是相互联系的。下面是本书的内容。

第 1 章,Windows CE 简介:简单地介绍嵌入式系统、嵌入式操作系统和 Windows CE,以及基于 Windows CE 的嵌入式系统开发,还有本书中用到的一些开发工具。如果以前从未接触过嵌入式系统和 Windows CE,那么本章将会给您一个宏观的概念。

前言

第2章, Windows CE 的体系结构和功能: 首先介绍 Windows CE 的体系结构, 然后分别从操作系统和应用两个角度讲述 Windows CE 的功能。读完本章后, 应该对 Windows CE 操作系统的结构和功能有大致地了解, 随着以后章节的学习, 了解还会逐渐深入。

第3章, 应用程序开发: 讲述在 Windows CE 下开发应用程序所要用的工具、技术、开发环境的搭建以及应用程序开发流程。Windows Mobile 是微软公司基于 Windows CE 搭建的用于移动设备的平台, 最广泛的应用是 PDA Pocket PC 和智能手机。由于 Windows Mobile 在市场上有很大的影响力, 所以本章还会介绍基于 Windows Mobile 平台的应用程序开发。本章的最后介绍在 Windows CE 上开发应用程序的一些技巧提示。

如果读者属于上文提到的第1类开发者, 也就是应用程序开发者, 那么本书前3章的内容就可以满足读者的大部分知识要求。当然, 如果读者对 Windows CE 有兴趣, 可以接着往下读, 对 Windows CE 的知识了解得越深入, 越有助于编写健壮、灵活、高效、可维护的代码。

第4章, 操作系统设计: 操作系统设计英文原文是 OS Design, 本章主要介绍如何使用 Windows CE 集成开发环境 Platform Builder 自定义一个符合具体嵌入式应用的 Windows CE 操作系统。本章内容详细剖析构建、调试和运行 Windows CE 操作系统的流程和 Windows CE 的构建系统(Build System)的底层工作原理以及用户如何为 Windows CE 添加自定义组件。

第5章, 驱动程序设计: 讲述如何在 Windows CE 下开发设备驱动程序。微软为 Windows CE 下的驱动提供了简单灵活的接口, 本章首先介绍 Windows CE 下的驱动程序模型, 然后介绍 Windows CE 对中断程序的处理过程, 以及介绍 Windows CE 下驱动程序的支持库和函数, 最后分析几个驱动程序的实例。以便读者能更好地理解 Windows CE 下的驱动程序。

如果读者属于上文提到的第2类开发者, 也就是操作系统平台的提供者, 那么相信可从本书的前5章中得到开发中所需的知识。同样, 如果读者能够继续深入地读下去, 理解 Windows CE 的 BSP, 那么对构建一个合适、合理、节省的操作系统平台同样会有莫大的帮助。

第6章, 操作系统移植: 本章的内容可以算是 Windows CE 最底层的一些内容。本章的一些代码经过编译、链接, 会变成可运行的操作系统的一部分。此外, 一些代码还会直接与硬件打交道, 可以说本章的内容是搭建在 Windows CE 和硬件开发板之间的一座桥梁。本章介绍 Windows CE BSP 的详细结构以及功能, 还将告诉读者如何去实现自己的 BSP。

如果读者属于上文提到的第3类开发者, 也就是操作系统的移植者, 那么我们建议读者通读本书。当然第6章的内容有可能对这类读者的帮助最大, 但是前面几章的一些基础性知识如果没有掌握好, 颇会让人有些“在浮沙上筑高台”的感觉。

总而言之, 读者可能没必要通读此书, 就可得到所需要的知识, 但是了解更多的知识总是没有坏处。或许读者会像哥伦布发现新大陆一样, 发现 IT 领域里面一块全新的大陆、全新的领域。

关于本书中的代码和图片

本书中很多章节的内容中都有一些示例性代码,但是直接把这些代码复制、粘贴到开发环境中去编译,几乎没有可以顺利通过的,能直接运行的更是少之又少。

本书中的一些源代码都是尽可能精简的。其目的是把问题说明清楚,而不希望读者直接对照着书把代码敲入自己的程序直接使用。希望通过本书的代码达到此目的:读者通过阅读这些代码,可以掌握代码之后的技术与原理,然后在实际的项目中能够灵活地运用;而不希望读者把大段代码复制到自己的程序中。这样虽然可以解燃眉之急,但对于原理和技术依然会一头雾水。

为了更好地说明问题,本书中的一些图片是使用 UML 工具绘制的。UML 是一种非常严谨的建模语言,本书中使用 UML 仅仅是为了更清楚地解释问题,因此可能有些 UML 图片并不完全符合 UML 规范的要求。

本书的一些约定

表 0.1 列出了本书中所使用的文字的字体以及一些约定。表格中列出的约定并不适用于本书中的列表或者图片。

表 0.1 本书中的约定

字 体	含 义	示 例
宋体	本书正文	Windows CE 是嵌入式操作系统
粗体	菜单项,窗体或对话框的名称	打开File New 菜单
代码	本书中出现的程序代码	<code>public static void main()</code>
楷体加边框	注意或提示	注意:版本差别

本书所使用的 Windows CE 版本为 v 5.0,如果不加特别注释,那么本书中提到的 Windows CE 都是指 Windows CE 5.0。

致 谢

编写本书的最初目的,是为同济大学软件学院的“Windows CE 嵌入式系统”课程准备一本教材。本书的绝大多数章节也是按照“Windows CE 嵌入式系统”的课程讲义整理而成的。

本书得以问世,首先应该感谢同济大学软件学院。同济大学软件学院 2004 年在全国高校

前 言

中率先开设了“基于 Windows CE 的嵌入式系统”课程,非常荣幸,软件学院的领导和老师能够给我这个机会,让我教授这门课程。两年来,学院老师对我的信任和支持给了我莫大的鼓舞。感谢万金友院长,他对高校计算机教育的独到见解和对教学及学生的认真负责态度令人钦佩;感谢同济大学软件学院的周文钧主任、张晨曦教授、王冬青老师及户现锋老师等,他们对我的课程和教材编写给予了极大的支持。

其次,应该感谢微软公司对课程给予的帮助。感谢微软公司全球副总裁张亚勤博士在百忙之中抽出时间为本书作序。在微软亚洲研究院的帮助下,我在课程中引入了由卡内基梅隆大学提出的针对工程教学的“Learning By Doing”教学模式,引导学生在动手实践的过程中学习知识,收到了很好的效果。并且这门课程在 2006 年当选了“教育部-微软精品课程”。应该感谢微软亚洲研究院的张高博士、刘湘雯女士及邹静女士的大力帮助。

在这门课程的教学当中,感谢广大学生对课程提出的反馈意见和建议,让我发现了课程中的一些不足之处,从而可以进一步改善和提高。同济大学软件学院的学生社团“Windows CE 俱乐部”也对这门课程给予了相当的支持。感谢参加过这门课程的学生:宋雷、杨淑华、郭勇、张君迟、范鸿飞、乌尔其、杨力、陈飞、吴林及王富强等。

同时,应该感谢北航出版社对我的帮助。这是我第一次编撰图书。对于图书的编写、审稿甚至是排版工作,他们都给予了大力的支持,感谢马忠梅老师和胡晓柏编辑。

感谢上海科泰世纪公司。在这里我可以接触到业界前沿的软件开发思想和技术,并且通过参与自主知识产权的“和欣”嵌入式操作系统的研发,让我对嵌入式系统的一些核心技术有了更深的认识。陈榕老师对软件独到、深邃的见解令人折服和尊重。

最后,应该感谢我的家人。他们不断的支持和鼓励,使我能有毅力坚持把这本书完成。

我非常希望能与读者进行交流,也请读者指出书中的不足和错误之处,以便我今后改正。我的联系方式——

邮箱: hezongjian@gmail.com

精品课程网站: <http://sse.tongji.edu.cn/jpkc>

何宗键
2006 年 6 月
于同济大学



第 1 章 Windows CE 简介

1.1 嵌入式系统	1
1.1.1 嵌入式系统的发展	1
1.1.2 嵌入式系统的概念	3
1.1.3 嵌入式系统的特点	4
1.1.4 嵌入式系统的两种应用模式	4
1.2 嵌入式操作系统	6
1.3 Windows CE 嵌入式操作系统	7
1.3.1 Windows CE 的特点	7
1.3.2 Windows CE 的应用	8
1.3.3 Windows CE 5.0 介绍	9
1.4 基于 Windows CE 的嵌入式系统开发	10
1.4.1 基于 Windows CE 的嵌入式系统开发流程	10
1.4.2 嵌入式系统开发中涉及的角色	11
1.5 本书涉及的软件	13
1.5.1 Platform Builder	14
1.5.2 Windows CE 联机文档	16
1.5.3 Visual Studio	18
1.5.4 eMbedded Visual C++	19
1.5.5 ActiveSync	20
1.5.6 Windows CE SDK	21
1.5.7 软件的依赖关系	21

第 2 章 Windows CE 的体系结构和功能

2.1	Windows CE 的结构功能概览	23
2.1.1	Windows CE 的层次体系结构	23
2.1.2	硬件层	24
2.1.3	OEM 层	26
2.1.4	操作系统层	28
2.1.5	应用程序层	33
2.2	进程、线程与调度	33
2.2.1	进 程	33
2.2.2	线 程	37
2.2.3	调 度	38
2.2.4	同 步	42
2.2.5	进程间通信	49
2.3	内存管理	55
2.3.1	内存管理概览	55
2.3.2	物理内存	56
2.3.3	虚拟内存	57
2.3.4	逻辑内存	62
2.3.5	C/C++ 语言运行时库的内存管理	63
2.3.6	使用虚拟内存	63
2.4	存储管理与文件系统	64
2.4.1	对象存储	65
2.4.2	文件系统	65
2.4.3	注册表	66
2.4.4	Windows CE 数据库	68
2.4.5	存储管理器	71
2.5	驱动管理与服务	72
2.6	用户界面与图形系统	73
2.6.1	图形系统	74
2.6.2	窗口系统	75
2.6.3	事件系统	76
2.7	Windows CE 的应用特性	78
2.7.1	应用程序	78

2.7.2	网络通信	79
2.7.3	多媒体	82
2.7.4	Internet 客户端	84
2.7.5	安全性	85
2.7.6	国际化	88
2.7.7	错误报告	90
第 3 章 应用程序开发总览		
3.1	Windows CE 应用程序开发的几点说明	92
3.1.1	应用程序开发的界定	92
3.1.2	基于 Windows CE 的平台介绍	93
3.2	应用程序开发流程	95
3.2.1	安装 SDK	95
3.2.2	编写代码和调试	98
3.2.3	应用程序发布	102
3.3	Windows CE 的应用编程接口	105
3.3.1	Win32 API	105
3.3.2	MFC 和 ATL	106
3.3.3	.NET Compact Framework	109
3.3.4	如何做出选择	112
3.4	开发工具介绍及对比	114
3.4.1	应用开发工具的选择	114
3.4.2	eMbedded Visual C++ 4.0	115
3.4.3	Visual Studio	116
3.4.4	Platform Builder	118
3.5	使用远程工具	118
3.5.1	Remote File Viewer	119
3.5.2	Remote Heap Walker	119
3.5.3	Remote Process Viewer	120
3.5.4	Remote Registry Editor	121
3.5.5	Remote Spy	121
3.5.6	Remote Zoom In	122
3.5.7	Remote Call Profiler	122
3.5.8	Remote Kernel Tracker	123

3.5.9	Remote Performance Monitor	123
3.5.10	Remote System Information	124
第4章 操作系统设计		
4.1	在 PC 机上运行 Windows CE	125
4.1.1	硬件准备	125
4.1.2	为 CEPC 构建运行时映像	126
4.1.3	创建 CEPC 启动盘并启动目标机	131
4.1.4	下载运行 Windows CE	133
4.1.5	编写和运行应用程序	134
4.2	Platform Builder 集成开发环境	137
4.2.1	Platform Builder 主界面	137
4.2.2	Catalog 视图与 Feature 管理	138
4.2.3	平台生成选项	142
4.2.4	平台初始化文件	145
4.2.5	导出 SDK	152
4.3	定制 Windows CE 操作系统的一般流程	154
4.3.1	得到并安装 BSP	154
4.3.2	定制操作系统	156
4.3.3	下载到开发板上运行调试	157
4.3.4	发布操作系统	159
4.4	Windows CE 的目录组织	159
4.4.1	Public 目录	160
4.4.2	Private 目录	161
4.4.3	Platform 目录	162
4.4.4	Others 目录	163
4.4.5	SDK 目录	163
4.4.6	PBWorkspaces 目录	163
4.5	Windows CE 的构建系统	163
4.5.1	构建系统概览	163
4.5.2	创建命令行构建环境	166
4.5.3	Sysgen 过程	173
4.5.4	Build 过程	177
4.5.5	Release Copy 过程	183