



Microsoft®
Press

Microsoft
核心技术丛书

Fourth Edition

Windows CE 6.0

开发者参考 (原书第4版)

Programming

Windows Embedded CE 6.0 Developer Reference

(美) Douglas Boling 著
何宗键 等译



机械工业出版社
China Machine Press

Microsoft
核心技术丛书

4

Fourth Edition

Windows CE 6.0

开发者参考 (原书第4版)

Programming

Windows Embedded CE 6.0 Developer Reference

(美) Douglas Boling 著

何宗键 等译



机械工业出版社
China Machine Press

本书包含“Windows 编程基础”、“Windows CE 编程”、“高级 Windows CE”三部分内容,帮助你全面了解 Windows CE 操作系统。同时包含大量 Windows CE 示例程序,所有的例子都是直接用 API 编写的,教会你如何编写 Windows CE 程序。Windows CE API 的知识可以使我们更高效地使用 MFC。

本书是为所有在 Windows CE 下开发应用程序的人编写的,能为他们提供有价值的信息,使他们更加轻而易举地完成自己的任务。

Douglas Boling: Programming Windows Embedded CE 6.0 Developer Reference, 4E
(ISBN: 978-0-7356-2417-7)

Copyright 2009 by Microsoft Corporation.

Original English language edition copyright © 2008 by Microsoft Corporation.

Published by arrangement with the original publisher, Microsoft Press, a division of Microsoft Corporation, Redmond, Washington, U. S. A. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国微软出版社授权机械工业出版社出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

版权登记号: 图字: 01-2009-0709

图书在版编目(CIP)数据

Windows CE 6.0 开发者参考(原书第4版)/(美)柏林(Boling, D.)著;何宗键等译. —北京:机械工业出版社, 2009.3

(Microsoft 核心技术丛书)

书名原文: Programming Windows Embedded CE 6.0 Developer Reference, 4E

ISBN 978-7-111-26040-0

I. W… II. ①柏… ②何… III. 窗口软件, Windows CE - 程序设计 IV. TP319.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 003527 号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 陈佳媛

北京京师印务有限公司印刷

2009 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

186mm × 240mm · 36.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-26040-0

定价: 79.00 元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换
本社购书热线:(010) 68326294

译者序

我是从 3.0 版本开始学习微软的 Windows CE 操作系统的。随着学习的深入，我越来越多地感受到 Windows CE 与桌面 Windows 之间的不同之处。毫不夸张地说，Windows CE 把我从桌面开发带入了一个崭新的嵌入式开发领域。很多时候，由于 Windows CE 与桌面 Windows 之间的差异如此之大，我们无法直接把在桌面 Windows 中积累的开发经验直接应用到 Windows CE 开发上。因此，我一直觉得 Windows CE 的开发人员也迫切需要一本跟桌面 Windows 开发领域的《Programming Microsoft Windows》一样权威的技术书籍，来介绍 Windows CE 的开发技术。

第一次接触 Douglas Boling 的《Programming Microsoft Windows CE》还是若干年前这本书第 2 版的中译本，内容是基于 Windows CE 3.0 的。说实话，读完之后觉得不温不火，并没有太大收获，全书的内容与桌面 Windows 编程重复较多、并没有体现出 Windows CE 或嵌入式开发的特色。

2005 年夏天，微软亚洲研究院与同济大学软件学院针对全国高校的教师，举办了一次嵌入式教学研讨会，研讨会用这本书的第 3 版《Programming Microsoft Windows CE . NET》英文版作为会议资料，发给每一位与会的老师。作为软件学院的老师，我自然也有幸对本书第 3 版先睹为快。第 3 版是基于 Windows CE 4.x 的。从内容上讲，第 3 版较前几版注入了更多新鲜血液，例如设备驱动程序开发、智能手机平台开发、系统架构分析等等。从组织上，也刻意与桌面 Windows 区分开来，全书五大部分中，除了第一部分，其他全是 Windows CE 开发特有的内容。

2008 年夏天，微软中国 MVP Team 邀请一些 MVP 来翻译一些最新出版的技术书籍。在书籍列表中，我看到了本书的最新版，也就是现在的这本《Programming Windows Embedded CE 6.0》。我毫不犹豫地微软索取了本书的最新版。从页数上说，虽然第 4 版比第 3 版要少，但是内容却更有针对性，剔除了 Windows Mobile 编程的部分（这的确应该是另外一个话题，微软内部都把 Mobile 和 Embedded 部门独立开来了），而在 Windows CE 的开发上着墨更多。蓝牙、电源管理等很多对嵌入式开发极为重要的模块都加入到了本书中。

回顾过去，本书的确是随着 Windows CE 的进化而发展的，作者近十年不懈地对书籍内容进行更新、修正，使得书籍的针对性、目标读者、内容定位都日趋合理。在 Windows CE 操作系统逐渐由丑小鸭变成金凤凰的同时，本书也在潜移默化中化茧成蝶了。

虽然以前也曾经编写过 Windows CE 的技术书籍，但是说到翻译书，我的确还是第一次。学生时代，自己也曾经体会过读翻译欠佳书籍的痛苦。开始翻译本书时，我还是诚惶诚恐，生怕因为自己的闪失而影响中国读者阅读本书的乐趣。实际翻译开始之后，发现工作量远远比想象中的大得多。很多时候，为了弄明白一个单词、一句话的具体含义，经常需要查资料、

查网络、论坛上发帖求助、甚至是自己编写代码验证，是苦趣也是乐趣。在翻译的同时，也对本书的内容有了更深入的了解，更加钦佩 Douglas Boling 对技术的掌握。例如，对于驱动程序中的异步内存访问内容，读很多微软官方的资料都读得似是而非、一头雾水。但翻译完本书相关内容之后，我对这部分内容的理解真可谓抽丝剥茧了。

在本书的翻译过程中，得到了许多人的帮助。首先，要感谢微软嵌入式 MVP 马丹，他一直在第一线从事 Windows CE 开发工作，把在第一线得来的宝贵经验带到本书的翻译中。其次，要感谢同济大学软件学院 Windows CE 俱乐部的会员们：白小林、马美榕、杨蕊、夏欣、翟羽佳、陈荣禄、张晨、孟超、唐萌、张泽普、闫冉、陆彬斌。他们为本书的部分章节提供了翻译初稿。虽然他们的翻译很不成熟，甚至有时候让我觉得审改他们的翻译比重新翻译还累，但仅凭这份初生牛犊不怕虎的精神值得赞赏。最后，还要感谢我的妻子潘红，她是 Oracle 数据库方面的专家，她为本书的 Windows CE 数据库一章提供了初稿，让大型数据库专家去翻译小型嵌入式数据库的内容，可谓大材小用。但是还是很感谢她专业、细致的工作。本书的大部分统稿、翻译工作都是我在甘肃省定西市支教时完成的。这里自古就号称“陇中苦瘠、甲于天下”，在定西短短不到两个月的时间里，在认识了干旱、贫瘠的黄土高原的同时，我也被生活在黄土地上的农民贫穷但不屈服的铮铮铁骨，以及孩子们强烈的求知欲深深感动。在此，也祝愿他们早日摆脱贫穷，过上幸福的生活。

当然，金无足赤。在翻译本书的过程中，我发现了一些问题，都已经在译者注中标了出来。肯定，对于本书的翻译，还存在很多不足，也欢迎各位读者批评指正。我的邮件是：hezongjian@gmail.com。正如 Douglas Boling 所说的，我不一定保证会回复你的邮件，但是对于每一封邮件，我一定会仔细去看。

何宗健

2008 年 11 月 5 日 于 同济大学

前言

几乎从 Microsoft Windows CE 呱呱坠地之日起，我就开始使用它。作为一个有多年开发经验的 Windows 程序员，我对于可以应用我的 Windows 编程经验的系统数量感到震惊，尤其是那些小型系统。这些运行 Windows CE 的系统如银河般灿烂，从与 PC 类似的迷你笔记本电脑，到智能手机，到深藏在大型工业设施中的嵌入式设备。Windows CE 中的 Win32 API 让成千上万的 Windows 程序员可以为截然不同的新系统开发应用程序。在本书中我将着重介绍这些不同点。

何为 Windows CE

Windows CE 是最小型的、最有趣的 Microsoft Windows 操作系统（当然，最有趣这一点是有争议的）。Windows CE 从根本上是被设计为小型的、省电的操作系统，并使用 Win32 API 的子集。Windows CE 把 Win32 API 的触手延伸到没有足够资源运行 Windows Vista 甚至是 Windows XP Embedded 内核的机器上。

从与 MS-DOS、Windows 2.x 或 3.x 向下兼容的角度来看，已经消亡的 Windows 95/98/Me 曾经是伟大的操作系统。尽管存在缺陷，这一系列操作系统肩挑重任的同时也取得了异常的成功。另一方面，Windows NT/2000/XP/Vista 系列操作系统是针对企业级用户的。它牺牲了兼容性与体积来换取高可靠性和高稳定性。

Windows CE 既不向下兼容 MS-DOS 也不向下兼容 Windows。它也不是针对企业计算设计的强大操作系统。相反，Windows CE 是轻量级的、多线程的操作系统，并带有一个可选的图形用户界面。它的威力在于其体积小、对 Win32 API 子集的支持和对多平台支持。

Windows CE 的历史沿革

要了解 Windows CE 的历史，你需要了解操作系统和使用它们的产品之间的不同。Windows CE 操作系统是由微软公司内部的一组核心程序员开发的，他们的产品是操作系统本身。其他小组，例如开发 Windows Mobile 产品线的小组，会使用其产品发布时可用的 Windows CE 操作系统版本中最合适的一个，然后再加上他们自己的代码。这种渊源很容易让人对 Windows CE 的发展过程造成误解。接下来，我分别介绍设备和操作系统本身两者的历史。

设备

为 Windows CE 设计的第一个产品是掌上“管理者”（译者注：原文为 organizer，其实就类似于 PDA）设备，它拥有 480 × 240 或 640 × 240 的屏幕和橡胶的键盘，这些被称为 Handheld PC 的设备在 1996 年末首次亮相。在 1997 年秋天的 Comdex 会上，发生了翻天覆地升级

的操作系统 Windows CE 2.0 诞生了。随之而来的是看起来更熟悉的硬件——配有 640 × 240 的横向屏幕，一些是彩屏的，还具有略大一些的键盘。

在 1998 年 1 月的消费电子展上，微软公布了两个新的平台，Palm-size PC（掌上电脑）和 Auto PC（车载电脑）。掌上电脑直接瞄准了由 Palm OS 霸占的基于触摸笔的 PDA 市场。掌上电脑配有 240 × 320 的竖屏，并使用触摸笔来作为输入方式。但是对 Windows CE 的粉丝而言有个不幸的消息：当时的公众对这种原创的掌上电脑显然缺乏热情。

当年晚些时候，一种新的像迷你笔记本电脑一样的 Windows CE 机器诞生了，它配有触摸模型输入键盘、VGA 甚至是 SVGA 屏幕。这些被称为 H/PC Professional 的设备可以提供 10 个小时的电池续航能力，并配有改良版的 Microsoft Pocket Office 软件。很多这样的设备都配有内置的 Modem，另外一些甚至配备了当时前卫的触摸屏、运动感知板（译者注：就是笔记本电脑上的那个触摸鼠标板）或者 IBM TrackPoint 鼠标（译者注：就是很多 Thinkpad 笔记本键盘中间的那个小红帽）。

2000 年的 4 月，微软发布了 Pocket PC，它是旧的掌上电脑的脱胎换骨的升级版。最初的 Pocket PC 底层使用了还没有发布的功能更强的 Windows CE 3.0 操作系统。Pocket PC 的用户界面也与众不同，具有更清晰的 2D 界面和修订过的主界面——今日桌面。然而，Pocket PC 最重要的功能却是 Windows CE 性能的显著提高。为了提高 Windows CE 的性能，进行了大量的重构和调整。速度更快的 CPU 更是使系统如虎添翼，可以全速运转，满足 PDA 的要求。在 Pocket PC 身上，最终摩尔定律让 Windows CE 越过了生死线，现在的硬件终于可以提供 Windows CE 所需要的计算能力了。

2000 年的时候，掌上 PC 也升级到了 Windows CE 3.0 系统，虽然这些系统（被称为手持式 PC 2000）在消费领域没有成功，但它的确在业界找到了归宿。它凭借相对低廉的费用、大屏幕和长时间电池续航能力满足了个别细分市场的需求。

在 2001 年末，Pocket PC 也升级到了 Pocket PC 2002。这个版本使用了 Windows CE 3.0 的最终发布版，并且改进了部分用户界面。一个激动人心的进展是增加了 Pocket PC Phone 版本，它在 Pocket PC 设备中集成了移动电话功能。这些设备集 Pocket PC 的强大功能与移动电话的接入性于一身。这种组合促使了新一代具有移动性且永远连接在线的软件的诞生。

微软的另一组人马发布了 Smart Display 产品。它使用 Windows CE .NET 4.1 操作系统，样子与平板电脑类似，具有无线网络连接能力并可以通过底座和 PC 相连。当 Smart Display 在底座中的时候，它就相当于第二台显示器；当从底座中拔下来的时候，它就是一个移动的 PC 显示器。虽然 Smart Display 也没有吸引多少眼球，但是在这类设备上完美使用的远程桌面连接技术被集成到了以后的 Windows CE 操作系统中。

2003 年春，Pocket PC 小组发布了 Pocket PC 的又一个升级版，称为 Pocket PC 2003。虽然这个系统的用户界面没有多大变化，但是它的稳定性和性能都得到了极大的提升，因为它使用的是 Windows CE .NET 4.2 操作系统。Pocket PC 2003 还集成了对蓝牙的支持，OEM 厂商可以选择是否支持该功能。

与此同时，微软还与 OEM 厂商合作制造了基于 Windows CE 的移动电话。这些最初鲜为人知的设备被称为智能手机（Smartphone），最早于 2002 年末发布，基于 Windows CE 3.0 平

台。2003 年的升级版把 Smartphone 移到了 Windows CE 4.2 平台上, 并且为设备增加了一系列新功能, 例如 .NET 运行时。

2004 年 3 月, 微软发布了 Pocket PC 和 Smartphone 平台的又一次更新, 它被称为 Pocket PC/Smartphone 2003 第 2 版。这些设备可以支持不同的屏幕分辨率、屏幕旋转和更好的通信支持。这些设备的底层依然基于略作修改的 Windows CE .NET 4.2 内核。

2005 年 5 月, Pocket PC 和 Smartphone 再一次升级, 这次它们有了一个统一的名字, 即 Windows Mobile。这些新系统充分利用了新的 Windows CE 5 的内核新特性, 把基于内存的文件系统替换成了基于 Flash 闪存的文件系统。这个改变用明显的效率降低换来了系统掉电时不会造成数据损失。新的平台也把多媒体系统升级到了 Windows Media Player 10 并增加了 Direct Show 视频捕获支持。该产品线的后来升级增加了电子邮件推送 (Push E-Mail) 支持。

Windows Mobile 小组于 2007 年发布了 Windows Mobile 6。有趣的是这个版本其实是基于优化过的 Windows CE 5 内核, 而不是 Windows CE 6 内核。Windows CE 6 于此前几个月发布。命名规则同时也得到了更改。Pocket PC 现在称为 Windows Mobile Classic, Pocket PC Phone Edition 现在称为 Windows Mobile Professional, Smartphone 现在称为 Windows Mobile Standard。

新的设备一直在问世, 微软发布的 Zune 媒体播放器就是个典型的例子。虽然它不像 Pocket PC 和 Smartphone 一样具有可编程能力, 但是它的确是基于 Windows CE 的。Windows CE 操作系统的强大功能赋予了应用程序超越其他简单操作系统的能力, 同时它比运行 Windows Vista 的设备要小得多。

操作系统

虽然面向消费市场的产品可以不断地制造新闻噱头, 但是更重要的开发工作还是操作系统本身。Windows CE 从 1.0 版本时便被寄予厚望并不断演化, 虽然那时它还仅仅是个简单的为 Organizer 编写的操作系统。从 Windows CE 2.0 起直至今日, 微软发布了多个嵌入式 Windows CE 版本, 开发者可以把它运行在自己的硬件平台上。虽然像 Windows Mobile 这样的消费平台占据了绝大多数宣传版面, 操作系统基础平台的提升和改进为这些消费类设备不断注入新的血液。

Windows CE 2.0 在 1997 年秋天的 Comdex 大会上随着 Handheld PC 2.0 一起发布。Windows CE 2.0 增加了网络支持, 包括 Windows 标准的网络功能, NDIS miniport 驱动模型, 还有一个通用的 NE2000 网卡驱动。新增加的 COM 支持可以用来执行脚本, 虽然 COM 的功能仅限于 in-proc server。引入了新的显示驱动模型, 可以支持像素深度, 而不再是 Windows CE 1.0 中每像素 2 位的黑白显示了。Windows CE 2.0 也是第一个与其他产品 (如 H/PC) 分开独立发行的操作系统。开发人员可以购买 Windows Embedded Toolkit (ETK), 通过它可以为特定的硬件平台定制 Windows CE。但是, 用过 ETK 的开发人员都会感觉到, 它的功能还远远达不到它所宣称的那样。

随着 1998 年初 Palm-size PC 的发布, Windows CE 也得到了改进。虽然 Windows CE 2.01 没有以 ETK 的形式发布, 但是它在减少操作系统和应用程序体积方面的努力还是显而

易见的。在 Windows CE 2.01 中, 包含像字符串拷贝函数 strcpy 的 C 运行时库已经变为了操作系统的一部分, 而不再是一个需要与每个 EXE 和 DLL 都进行静态链接的静态链接库。这个改动极大地减小了操作系统和应用程序的体积。

在 1998 年 8 月, 微软发布了 H/PC Professional, 同时也发布了操作系统的新版本——2.11。Windows CE 2.11 是从未正式发布过的 Windows CE 2.1 的一个升级包。当年晚些时候, Windows CE 2.11 以 Microsoft Platform Builder 2.11 版的形式发布给嵌入式社区。该版本支持增强的对象存储, 它允许对象存储中的文件大于 4MB。该版本也支持控制台和 Windows CE 版的 CMD.exe, 也就是经典的 MS-DOS 风格命令行解释器。Windows CE 2.11 还增加了 Fast IR, 用于支持 IrDA 的 4MB 红外标准。还增加了一些特殊功能用来支持 IP 多播。Windows CE 2.11 也增加了最初的安全性支持: 设备可以检查并拒绝加载未识别的模块。

Windows CE 2.12 也是以 Windows CE 2.1 (代码名叫 Birch) 的升级包的形式发布的。该版本最大的亮点是提供增强型的 Platform Builder 工具, 它拥有了一个图形界面前端。操作系统也增加了一个新的通知接口, 该通知接口整合了旧的零散的通知功能。通知的用户界面也通过 Platform Builder 暴露出来, 从而允许嵌入式开发人员自定义通知对话框。一个基于 PC 版 Internet Explorer 4.0 的 IE 也移植到 Windows CE 上, 称为 Genie 或 Generic IE 控件。这个 HTML 浏览器控件完善了短小精悍的 Pocket Internet Explorer。此外, 也增加了对 Microsoft Message Queue 的支持。Windows CE 2.11 中的“运行/禁止运行”安全模式也被强化, 增加了一种“运行, 但不被信任”选项。不被信任的组件可以运行, 但是无法调用一系列核心的函数, 并且它们也不能修改部分注册表。

期待已久的 Windows CE 3.0 终于在 2000 年中期发布了。这次发布是紧随着同年 4 月 Pocket PC 的发布进行的, 它使用的是稍早一些的 Windows CE 3.0 的内部发布版。Windows CE 3.0 最大的亮点在于它的内核, 内核部分为了改善实时性做了大量优化。增强的内核支持 256 个线程优先级级别 (早期的 Windows CE 只支持 8 个优先级级别)、可调整的线程时间片 (quantum)、嵌套的中断服务例程, 并减少了内核的等待时间。

Windows CE 3.0 的改进并不仅局限于内核。系统还增加了一个新的 COM 组件模型, 用来改善 Windows CE 2.0 中只支持进程内 COM 的功能, 新的组件模型支持完善的进程外 COM 和 DCOM 支持。对象存储的功能也得到了增强, 可以支持最大 256MB 的 RAM。对象存储中的文件大小限制扩大为每个文件最大 32MB。Platform Builder 3.0 的 Add-on Pack 增加了更多功能。包括通过 media player 空间实现的增强多媒体支持; 增强的网络支持 (和 XML 支持) 如 PPTP, ICS 和远程桌面显示; 并正式的引入了 DirectX API。

Windows CE 的下一个版本更新的不仅仅是新功能; 产品的名字也变了, 叫作 Windows CE .NET 4.0, 发布于 2001 年初。它改变了虚拟内存组织的方式, 有效地把每个应用程序的虚拟地址空间翻了一翻。Windows CE .NET 4.0 也引入了新的驱动加载模型、服务支持、新的基于文件的注册表、蓝牙、802.11 和 1394 支持。具有讽刺意味的是, 虽然它的名字中含有 .NET 字眼, 但是它本身却不支持 .NET Compact Framework。

2001 年末, Windows CE 4.1 紧随 Windows CE 4.0 之后发布了。增加了 IP v6、Winsock 2、一系列新的 applet 插件和一个示例性电源管理器。Windows CE 4.1 也支持 .NET Compact

Framework。 .NET Compact Framework 运行时库以 QFE (Quick Fix Engineering) 的形式在操作系统发布后不久发布了。

2003 年第二季度, Windows CE .NET 4.2 发布了。这个版本增加了 OEM 厂商们期盼已久的很酷的新特性, 它可以在嵌入式系统上支持 Pocket PC 程序。Pocket PC 所特有的 API, 例如对菜单栏和软键盘的支持, 被移到了基础操作系统里。为了支持命名空间扩展, Explorer 也被重写了。通过增加对某些 CPU 硬件页表的支持, 内核的性能也得到了提升。

在 2004 年 7 月, 微软发布了 Windows CE 5.0。这个版本既增加了新特性又提高了系统性能。内核仍然保留了从 Windows CE 1.0 起就在使用的 32 个进程和 32MB 虚拟内存的限制。然后, 网络协议栈和文件系统都做出了调整以获得更好的性能。供 OEM 使用的工具集 Platform Builder 也做了大幅的更新, 这样可以把操作系统更简单地移植到新的硬件平台上。这其中的一些努力相当成功, 其他的则在给 OEM “减负” 方面做得并不成功。

从 Windows CE 诞生之日起最重要的更新是 2006 年 11 月发布的 Windows Embedded CE 6.0。Windows CE 6.0 的内核完全重写了。让嵌入式开发者烦恼的 32 个进程和每个进程 32MB 虚拟内存的限制再也不存在了。新内核鼓吹的“限制”是 32K 个进程和每个进程 2GB 虚拟地址空间。除了新内核之外, Windows Embedded CE 6 还引入了一些 Windows Mobile 5 的特性。例如 Direct Show Capture, 供手机使用的通信协议栈和 ExFAT 支持, 它是老当益壮的 FAT 文件系统的增强版。

由于 Windows CE 在不断发展, 下一个版本的 Windows CE 正在开发之中。一旦有新版本发布的消息, 我会立即更新我的网站: www.bolingconsulting.com。

为什么要读本书

本书是为所有在 Windows CE 下开发应用程序的人编写的。使用 Windows CE 开发特定应用的嵌入式系统程序员, 对把现有的 Windows 程序移植到 Windows CE 上感兴趣的 Windows 程序员, 甚至是编写托管代码的程序员, 都可以借助本书提供的信息更加轻而易举地完成自己的任务。

嵌入式系统程序员对 Win32 API 的熟悉程度可能赶不上 Windows 程序员, 通过阅读本书的第一部分, 就可以熟悉 Windows 程序设计。虽然这一部分并不像 Charles Petzold 大师的巨著《Windows 程序设计》一样提供完整、全面的指导, 但它的确是帮助读者更好地了解本书其他部分的基础。它也可以帮助嵌入式系统程序员开发复杂和有用的 Windows CE 程序。

经验老道的 Windows 程序员可以利用本书学习 Windows CE 与桌面版本 Windows 使用的 Win32 API 之间的不同。Windows CE 与桌面 Windows 版本之间的差异相当明显。Windows CE 的瘦小个头意味着它不支持 Win32 中很多重复的 API, 部分 Win32 API 完全不被支持。另一方面, 由于 Windows CE 的独有特性, Windows CE 还在某些地方扩展了 Win32 API。这些不同, 本书都会为你娓娓道来。

虽然本书的这个版本没有涵盖任何 .NET Compact Framework 的内容, 本书对于使用 .NET Compact Framework 的开发人员来说依然有用。 .NET Compact Framework 目前的功能还有不足之处, 托管的应用程序经常需要调用操作系统来完成特定的功能。本书对于了解操

作系统到底提供哪些功能非常有用。

本书使用的方法是案例教学。我为本书编写了大量 Windows CE 示例程序。本书的正文中包含每一个例子的源代码。本书的网站上提供了所有例子的源代码，还有为 Windows CE 支持的各种处理器编译的例子的可执行文件。除此之外，在本书出版时还没有完工的例子，我也会把它们放到网站上。

本书中所有的例子都是直接用 API 编写的，这就是传说中的“Petzold”编程方法。因为本书的目的是教会你如何编写 Windows CE 程序，所有的例子都避免使用 MFC 这样的类库，因为它们会模糊编写 Windows CE 程序的独有特性。有人或许会说 Windows CE 上的 MFC 可以使我们避免直接学习 Windows CE API 知识。如果把这句话反过来说的话，我倒是会完全赞成，即 Windows CE API 的知识可以使我们更高效地使用 MFC。我同样相信，真正地了解操作系统也可以让应用程序的调试变得更为简单。

第 4 版有什么新内容

本书的新版本主要是针对 Windows Embedded CE 6.0 内核做的更新。第 7 章和第 8 章的内容做了大量的更新，以反映新内核的特性。第 9 章增加了新的内容，例如存储管理器。第 11 章更新了内容，使之涵盖嵌入式数据库（EDB）API。本书的其他部分也在新例子和新 API 方面做了更新。此外，还重组了其他章节，使之可以更好地突出主题。

熟悉本书前一版的读者可能会发现，这一版变短了。本书这一版的目的是关注于 Windows CE 核心操作系统概念，而不是某个特定的设备。虽然不断地给书增加新内容也很棒，但是书的容量是有限制的。对于这一版，我从前一版中选择了最佳内容，并且对内容做了增减，使它们与今天的嵌入式程序员更息息相关。

Windows CE 开发工具

本书假定读者懂 C 语言，并且至少了解 Microsoft Windows。所有的本机代码都是使用 Microsoft Visual Studio 2005 开发的。要编译本书中例子的源代码，你需要安装 Visual Studio 2005 和一个 Windows CE 设备的 SDK。本书的网站上有一个我创建的自定义 SDK，你可以拿来当编程目标设备。SDK 里面包含设备模拟器（Device Emulator），所以你无需相应的硬件就可以测试这些例子。

要编译和运行这些例子，则需要安装 Visual Studio 2005 或者更新版本。虽然 Visual Studio 有很多版本，除了精简版（Express Edition）之外的所有版本都支持设备开发。在你安装了 Visual Studio，并从本书网站下载了 SDK 之后，只需要启动 SDK 的安装程序即可。安装过程会自动添加一个名为 ProgWinCE_ SDK 的目标设备，还有一个可以运行本书所有基于 Windows CE 的例子的模拟器。除此之外，这个 SDK 允许你编译生成 ARM 与 x86 两种架构的目标代码。ARM CPU 对于在模拟器上运行代码是必要的，x86 允许你使用基于 PC 的硬件来运行代码。

每一个例子都有一个预先定义的工程，但是你也可以选择从零开始重新创建一个工程。对绝大多数例子来说，你只需要创建一个 Visual C++ Smart Device, Win32 Smart Device 项目。然后选择 ProgWinCE_ SDK，然后选择“empty project”。空项目可以防止 Visual Studio 生成默

认的向导代码。然后，创建本书中提供的文件，并把它们加入到项目中。我设计的这些例子都不需要特殊的项目设置。例如，所有的非默认库文件都是使用内联编译器命令链接的。

目标系统

你倒不必非得去弄一个 Windows CE 目标设备才可以体验本书提供的示例程序，因为示例 SDK 中提供了一个模拟器。如果你手头上没有实际的设备，这个模拟器可以说是非常方便。模拟器在 ARM 指令集模拟器中运行 Windows CE 6.0，这与真实的运行 Windows CE 操作系统差不多。必须把应用程序编译成 ARM CPU 目标代码，才可以在模拟器中运行。

在选择用来测试的 Windows CE 硬件时，你有一系列需要考虑的因素。首先，如果应用程序是一个商业化产品，你需要为每种目标 CPU 购买至少一台目标设备。你需要在所有的目标 CPU 上都进行测试。因为虽然针对不同 CPU 的代码或许是一样的，但是由此产生的可执行文件的大小和内存分配尺寸或许会有所不同。

本书网站上有什么

本书网站 (<http://www.microsoft.com/mspress/companion/9780735624177>)[⊖] 包含本书所有示例程序的源代码。同时，我还提供了 Microsoft Visual Studio 的工程文件，这样，你就可以直接打开每个工程了。除此之外，这个网站还可以找到本书以前版本中提供的例子。这些例子包括“窗口和控件”一章中的 CtlView 例子和“Windows CE 数据库”一章中的 AlbumDB 例子。

其他资源

虽然我尝试把 Programming Microsoft Windows CE 写成一本 Windows CE 编程的“一站式”教材，但是一本书不可能包罗万象。要学习通用的 Windows 编程知识，我建议大家阅读 Charles Petzold 大师的《Programming Windows》(Microsoft Press, 1998) 一书。到目前为止，这本书是学习 Windows 编程的最好的书籍。Charles 介绍了一些常见的问题以及如何解决困难的例子。想学习更多关于 Win32 内核 API 的知识，我建议你阅读 Jeff Richter 的《Programming Applications for Microsoft Windows》(Microsoft Press, 1999)。Jeff 对进程、线程和内存管理等相关知识进行了细致入微的介绍。想学习 MFC 编程的知识，最好的书籍就是 Jeff Prose 的《Programming Windows with MFC》(Microsoft Press, 1999)。这本书是“Petzold”编程的 MFC 版，是所有 MFC 程序员的必读之作。可惜的是，后面两本书目前已经绝版了（译者注：绝版可能是国外的情况，国内很容易买到这里所提到的所有 3 本书的中文版。如果读者没有读过上述书籍，强烈建议大家读一下，必然受益匪浅。由于语言问题，最好可以中英文对照阅读）。我强烈建议大家从自己的书橱中找出这些书并认真保管它们。你也可以找从事多年 Windows 编程的朋友看看他们有没有这些书。当然，Amazon 和 eBay 上的二手书店也是买到这些书的好地方。

⊖ 我们选择这个 URL 是为了锻炼大家的记性。

支持

我们已经尽力使本书的内容及网站上的例子准确无误了。微软出版社在他们的互联网网站上提供了勘误以及书籍的更多相关内容。网址是：

<http://www.microsoft.com/mspress/support/>

如果你有关于本书内容或网站的任何问题、建议或想法，都可以联系微软出版社。

你可以发邮件到：

mspinput@microsoft.com

或者写信到：

Microsoft Press

Attn: Programming Microsoft Windows CE, Fourth Edition, Editor

One Microsoft Way

Redmond, WA 98052 - 6399

请注意，这个邮件并不提供关于产品的技术支持。如果你想了解关于微软软件技术支持的更多信息，请访问网站 <http://support.microsoft.com/directory/> 或者打电话给 Microsoft Support Network Sales，电话号码是 (800) 936 - 3500。

访问微软出版社网站

我们同时也热忱地欢迎你访问微软出版社的国际互联网网站，地址如下：

<http://www.microsoft.com/mspress/>

你可以在这里找到微软出版社的完整书籍列表、订购信息、特殊事件通知、微软出版社书籍的相关内容，以及更多其他信息。

你也可以从下面的微软公司网站上找到关于 Microsoft Windows CE 软件开发的最新新闻，地址是：

<http://www.microsoft.com/windows/embedded>

更新和反馈

没有一本 Windows CE 的书可以完全跟得上形势。我维护了一个网页 <http://www.bolingconsulting.com/cebook.htm>，在这个网页上有本书的勘误表，还有 Windows CE 后续版本的一些新特性更新。当新版本 Windows CE 发布之后，你可以到这个网页上找找新版本的更新信息。尽管我已经尽力让这本书的内容正确无误，但毫无疑问你会发现一些错误。如果你发现了一些问题，或者有一些建议可以让本书的下一个版本更完美，请给我发邮件到 CE-BOOK@bolingconsulting.com。我不敢保证我会回复你的邮件，但是我肯定会读每一封邮件。

Doug Boling

Tahoe City, California

2007 年 8 月

目 录

译者序

前言

第一部分 Windows 编程基础

第 1 章 Hello Windows CE	1
1.1 Windows CE 和标准 Windows 的差别	1
1.1.1 资源有限的 Windows CE 设备	2
1.1.2 Unicode 编码	2
1.1.3 新的控件	2
1.1.4 组件化设计	3
1.1.5 Win32 子集	3
1.2 仍然是 Windows 编程	3
1.3 第一个 Windows CE 应用程序	4
1.3.1 创建第一个 Windows CE 应用程序	6
1.3.2 运行程序	8
1.3.3 出了什么问题	8
1.4 Hello2 程序	9
1.5 剖析窗口应用程序	11
1.5.1 窗口	11
1.5.2 窗口类	11
1.5.3 窗口过程	11
1.5.4 消息的生命期	12
1.5.5 注册窗口类	14
1.5.6 创建窗口	16
1.5.7 消息循环	18
1.5.8 窗口过程	19
1.6 Hello CE	21
1.7 运行 Hello CE	27
第 2 章 在屏幕上绘图	28
2.1 绘图基础	29
2.1.1 合法和非法区域	29
2.1.2 设备上下文	30
2.2 文本输出	31

2.2.1 设备上下文属性	32
2.2.2 TextDemo 示例程序	33
2.2.3 字体	38
2.2.4 未完成的任务	50
2.3 位图	50
2.3.1 设备相关位图	51
2.3.2 设备无关位图	51
2.3.3 DIB 区域	52
2.3.4 绘制位图	54
2.3.5 AlphaBlending	56
2.4 线和形体	57
2.4.1 线	57
2.4.2 形体	59
2.4.3 填充函数	62
2.4.4 Shapes 示例程序	63
第 3 章 输入：键盘、鼠标和触摸屏	70
3.1 键盘	70
3.1.1 输入焦点	70
3.1.2 键盘消息	71
3.1.3 键盘函数	76
3.1.4 KeyTrac 示例程序	77
3.2 鼠标和触摸屏	85
3.2.1 鼠标消息	85
3.2.2 使用触摸屏	86
3.2.3 TicTac1 示例程序	92
第 4 章 窗口、控件和菜单	101
4.1 子窗口	101
4.2 窗口管理函数	101
4.2.1 枚举窗口	102
4.2.2 寻找窗口	102
4.2.3 移动窗口	103
4.2.4 编辑窗口结构的内容	103
4.3 窗口控件	105
4.3.1 使用控件工作	106
4.3.2 按钮控件	107

4.3.3 编辑控件	109	7.2 不同类型的内存分配	212
4.3.4 列表框控件	109	7.2.1 虚拟内存	213
4.3.5 组合框控件	110	7.2.2 堆	218
4.3.6 静态文本控件	111	7.2.3 本地堆	218
4.3.7 滚动条控件	111	7.2.4 独立堆	220
4.3.8 控件和颜色	114	7.2.5 栈	223
4.4 菜单	115	7.2.6 静态数据	223
4.5 资源	117	7.2.7 字符串资源	225
4.5.1 资源脚本	117	7.2.8 选择适当的内存类型	226
4.5.2 图标	119	7.2.9 管理低内存状态	226
4.5.3 加速键	119	第8章 模块、进程和线程	229
4.5.4 位图	120	8.1 模块	229
4.5.5 字符串	120	8.2 进程	232
4.6 DOIView 示例程序	121	8.2.1 创建进程	232
第5章 通用控件与 Windows CE	138	8.2.2 终止进程	234
5.1 通用控件编程	138	8.2.3 其他进程	235
5.2 通用控件	140	8.3 线程	236
5.2.1 命令栏	140	8.3.1 系统调度器	236
5.2.2 其他菜单控件	158	8.3.2 创建线程	238
5.2.3 日历控件	159	8.3.3 设置和查询线程优先级	240
5.2.4 时间日期选择器控件	161	8.3.4 设置线程时间片	241
5.2.5 列表视图控件	163	8.3.5 挂起和恢复线程	241
5.2.6 CapEdit 控件	165	8.4 纤程	242
5.3 其他一些通用控件	165	8.5 线程本地存储	244
5.4 不支持的通用控件	167	8.6 同步	245
第6章 对话框和属性表	168	8.6.1 事件	246
6.1 对话框	168	8.6.2 等待	247
6.1.1 对话框资源模板	169	8.6.3 信号量	251
6.1.2 创建对话框	171	8.6.4 互斥量	252
6.1.3 对话框过程	172	8.6.5 复制同步句柄	253
6.1.4 非模态的对话框	175	8.6.6 临界区	253
6.1.5 属性表	177	8.6.7 互锁变量访问	255
6.1.6 通用对话框	182	8.7 进程间通信	256
6.2 DlgDemo 范例程序	182	8.7.1 查找其他进程	256
第二部分 Windows CE 编程		8.7.2 WM_COPYDATA	257
第7章 内存管理	207	8.7.3 命名内存映射对象	257
7.1 内存基础知识	207	8.7.4 点对点消息队列	259
7.1.1 关于 RAM	208	8.7.5 使用文件和数据库通信	262
7.1.2 关于 ROM	208	8.8 XTalk 示例程序	262
7.1.3 关于虚拟内存	208	8.9 异常处理	274
7.1.4 应用程序的地址空间	211	8.9.1 C++ 异常处理	274
		8.9.2 Win32 异常处理	277

第 9 章 Windows CE 文件系统	281
9.1 Windows CE 文件系统 API	281
9.1.1 标准文件 I/O	282
9.1.2 内存映射文件	289
9.1.3 文件系统浏览	290
9.2 存储处理	296
9.2.1 对象存储	297
9.2.2 使用文件 API 来访问卷	297
9.2.3 存储管理器	298
第 10 章 注册表	305
10.1 注册表组织	305
10.2 注册表 API	306
10.2.1 打开和创建主键	306
10.2.2 读取注册表值	307
10.2.3 写入注册表值	308
10.2.4 删除注册表主键和值	308
10.2.5 枚举注册表主键	309
10.2.6 刷新注册表主键	309
10.2.7 注册表改动通知	310
10.2.8 RegView 示例程序	310
第 11 章 Windows CE 数据库	326
11.1 两种数据库	326
11.2 基本概念	326
11.3 数据库 API	328
第 12 章 通知	347
12.1 用户通知	347
12.2 计时器事件通知	351
12.3 系统事件通知	352
12.4 NoteDemo 示例程序	353
12.5 查询已设定的通知	365
12.6 气泡通知	366
12.6.1 添加气泡通知	366
12.6.2 修改气泡通知	368
12.6.3 删除气泡通知	369

第三部分 高级 Windows CE

第 13 章 Windows CE 网络	371
13.1 Windows 网络支持	371
13.1.1 WNet 函数	372
13.1.2 ListNet 示例程序	381
13.2 TCP/IP 编程	391
13.2.1 套接字编程	391

13.2.2 阻塞套接字与非阻塞套接字 ...	400
第 14 章 设备间通信	403
14.1 红外通信	403
14.1.1 红外基础	403
14.1.2 设备发现	404
14.1.3 发布红外服务	405
14.1.4 查询和设置红外套接字选项 ...	407
14.1.5 MySquirt 示例程序	407
14.2 蓝牙	423
14.2.1 蓝牙协议栈	424
14.2.2 蓝牙发现	425
14.2.3 发布一个服务	432
14.2.4 通过 WinSock 进行蓝牙通信 ...	435
14.2.5 通过虚拟 COM 端口进行蓝牙通信	437
14.2.6 BtSquirt 示例程序	441
第 15 章 系统程序设计	465
15.1 Windows CE 的内存体系结构	465
15.1.1 应用程序的地址空间	466
15.1.2 内核态的地址空间	467
15.2 编写跨平台的 Windows CE 应用程序	468
15.2.1 平台与操作系统版本	468
15.2.2 编译时的版本确定	469
15.2.3 显式链接	471
15.2.4 运行时的版本检测	471
15.3 电源管理	472
15.3.1 关机的含义	472
15.3.2 查询电源状态	473
15.3.3 电源管理器	474
15.3.4 不使用电源管理器来管理电源	478
第 16 章 串行通信	482
16.1 基本串行通信	482
16.1.1 打开和关闭串行端口	482
16.1.2 读写串行端口	483
16.1.3 异步串行 I/O	484
16.1.4 配置串行端口	485
16.1.5 设置端口的超时值	487
16.1.6 查询串行驱动程序的能力	489
16.1.7 控制串行端口	490
16.1.8 清除错误并查询状态	491
16.1.9 保持活动状态	492

16.2	CeChat 示例程序	492	17.3	设备驱动程序的构建	531
第 17 章	设备驱动程序和服务	507	17.3.1	Debug Zone	531
17.1	驱动程序基础	507	17.3.2	Generic 驱动程序示例	532
17.1.1	驱动程序的名称	508	17.4	服务	539
17.1.2	设备驱动加载过程	508	17.4.1	服务的体系结构	539
17.1.3	枚举活动的驱动	512	17.4.2	服务的生命周期	539
17.1.4	读写设备驱动	513	17.4.3	应用程序对服务的控制	541
17.2	编写 Windows CE 流式设备驱动	514	17.4.4	服务 DLL 的入口函数	542
17.2.1	流式驱动的入口函数	515	17.4.5	服务的 IOCTL 命令	543
17.2.2	缓冲区管理	521	17.4.6	超级服务	546
17.2.3	驱动程序接口类	527	17.4.7	Services.exe 的命令行	549
17.2.4	设备驱动程序的电源管理	529	17.4.8	TickSrv 示例服务	549