

Broadview®
www.broadview.com.cn

SAI 希赛®
.cn

从基础到实践丛书

Windows CE 嵌入式系统开发 从基础到实践

薛大龙 陈世帝 王韵 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

TP316.7/149

2008

从基础到实践丛书

Windows CE 嵌入式系统开发 从基础到实践

薛大龙 陈世帝 王韵 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分为 3 个部分 21 章, 内容丰富。书中内容涉及嵌入式操作系统、Windows CE 体系结构、进程与线程、Windows CE 的存储系统、开发环境与参考文档、应用编程接口、映像创建过程、Platform Builder for CE 6.0、定制 Windows Embedded CE、应用程序的开发与发布、诊断、调试与测试、BSP 开发、数据库开发、SQL Server Mobile、网络与通信、国际化与本地化、C#编程基础等相关知识, 注重工程应用实践, 并有身份证号码验证系统和日历转换系统 2 个项目案例, 以帮助读者全面总结所学知识, 快速积累项目实战经验。

本书适合对嵌入式系统开发感兴趣的初中级读者阅读, 也可供相关工程技术人员作为参考用书使用。

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

Windows CE 嵌入式系统开发从基础到实践 / 薛大龙, 陈世帝, 王韵编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.3
(从基础到实践丛书)

ISBN 978-7-121-05971-1

I. W… II. ①薛… ②陈… ③王… 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 (2008) 第 016286 号

责任编辑: 朱沐红 江 立

印 刷: 北京市通州大中印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

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: 32 字数: 508 千字

印 次: 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 59.80 元

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。

- 📖 坚持“基础为本源，实践出真知”的写作理念，即首先掌握基本理论和基础技能，然后在实践中锻炼提高。
- 📖 丛书内容“全、精、实用”，只要一本书，初学者就能入门，并完成实际工作。
- 📖 循序渐进地介绍基本知识，通过穿插的小实例，以深入浅出之法加深读者的理解和应用能力，同时强调重点、技巧和注意点。
- 📖 带领读者亲自完成多个项目开发。项目为实践中常用的、典型的应用问题。书中所有实例均调试通过。
- 📖 在配书光盘（或网上下载）中，提供所有练习、实例及实战部分的代码和素材，方便读者学习和使用。
- 📖 贴心顾问技术支持 E-mail: jsj@phei.com.cn，及时解答读者在阅读本书中的问题。

电子技术的不断进步和计算机应用领域的不断拓展使得嵌入式这个新的而富有潜力的新领域诞生了。而其发展的一些历史原因使得进行嵌入式开发的人员被并不合理地划分为硬件开发人员和软件开发人员。相对于计算机的其他开发领域，嵌入式开发人员有着更高的素质要求，一方面要比软件开发人员了解更多的硬件，而另一方面要比硬件开发人员了解更多的软件。微软公司贡献的 Windows Embedded CE 为这两类开发人员之间的交流提供了一个更畅通的通道。

Windows Embedded CE 在嵌入式操作系统领域算得上是一个后起之秀。尤其在其 Windows CE .NET 发布以后，才真正使得其被应用到嵌入式领域。而 Windows CE 5.0 则成了广大开发人员接触得最多的 Windows Embedded CE 版本。2006 年年底，微软公司推出了对 Windows Embedded CE 来讲具有划时代意义的 6.0 版本。新的 Windows Embedded CE 6.0 在集成开发环境、硬件支持、数据库支持等方面都更胜一筹，配合 Visual Studio 2005 和 Microsoft SQL Server Management Studio 等开发工具，并支持 SQL Server Mobile，使其在更广阔的领域中被更多地得到应用。

本书知识体系

本书分为三个大部分，从嵌入式系统开发的基础开始，先让读者对嵌入式开发有一个大局观。接着通过一些应用开发让读者学习开发的基本认识，最后通过一些具有实践意义的例子来强化开发能力。

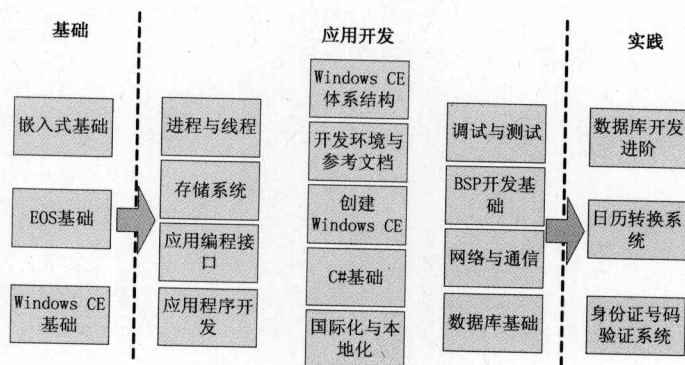


图1 本书体系结构

章节内容介绍

全书共有 21 章，各章主要内容介绍如下。

篇 名	章 名	主要内容
第 1 篇 基 础 篇	第 1 章 Windows CE 与嵌入式系统基础	嵌入式系统的一些基本知识，包括嵌入式设备的概念、特点、应用领域，以及嵌入式设备
	第 2 章 嵌入式操作系统	主流的嵌入式操作系统的介绍，包括 Windows CE、嵌入式 Linux、VxWorks，并对比了三者的特点及应用领域
	第 3 章 Windows CE 的体系结构	以最新的 Windows Embedded CE 6.0 为基础，介绍 Windows Embedded CE 的体系结构，对比了 Windows Embedded CE 与 Windows Mobile 6.0、Windows Automotive 4.2、Windows XP Embedded、Windows Vista Embedded 之间的异同
第 2 篇 应 用 开 发 篇	第 4 章 进程和线程	进程、线程、纤程的概念、基本操作、区别和特点，以及线程的调试与同步、进程间的通信
	第 5 章 Windows CE 的存储系统	Windows Embedded CE 6.0 的对象存储、文件系统、注册表、数据库和存储管理器
	第 6 章 开发环境与参考文档	与 Windows Embedded CE 6.0 开发相关的一些集成开发环境的使用和安装，以及微软提供的参考文档的位置和大致内容
	第 7 章 应用编程接口	介绍并对比了 Windows API、MFC、ATL、.NET Framework Compact 这几种应用编程接口，以为此后的应用程序开发做准备
	第 8 章 映像创建过程	详细说明了一个可运行的 Windows Embedded CE 映像是如何生成的，着重讲解了其命令行工具和运行时映像配置文件
	第 9 章 Platform Builder for CE 6.0	Windows Embedded CE 6.0 开发工具的基本知识和操作方法
	第 10 章 定制 Windows Embedded CE	如何使用 Platform Builder for CE 6.0 来完成一个嵌入式操作系统的定制，以及如何在一个模拟器或者 CEPC 上运行已经成功编译的操作系统映像
	第 11 章 应用程序的开发与发布	嵌入式开发与桌面应用程序的开发的区别，以及如何打包一个可以在 Windows Embedded CE 设备上安装的安装程序
	第 12 章 诊断、调试与测试	先从理论上分析了诊断、调试与测试这 3 个术语的差别，然后介绍了 Windows Embedded CE 操作系统和应用程序的一些诊断、调试工具及技术
	第 13 章 BSP 开发	BSP 开发的核心内容 BootLoader 开发、OAL 开发和驱动开发
	第 14 章 数据库开发基础	数据库技术的一些基本理论和 SQL 语言
	第 15 章 SQL Server Mobile	SQL Server Mobile 的体系结构及环境配置，以及如何在 SQL Server 与嵌入式设备之间进行数据库的交互，对合并复制和 RDA 进行了对比，并实现了一个合并复制的例子
	第 16 章 网络与通信	Windows Embedded CE 6.0 所支持网络与通信方式
	第 17 章 国际化与本地化	先从定义和法律上介绍了与之相关的演绎、多语言化、本地化、汉化和国际化的概念，分析了它们之间的异同，然后介绍了 Windows Embedded CE 6.0 对国际化和本地化的支持技术，如 Unicode、IMM、MUI 和 NLS
	第 18 章 C#编程基础	主要供编程基础较弱和对 C#不熟悉的读者学习 C#编程的基础知识、面向对象的一些基本概念以及 C#中的一个面向对象的特性等

续表

篇 名	章 名	主要内容
第 3 篇 实 践 篇	第 19 章 数据库开发进阶	从实践的角度出发,使用 Visual Studio 2005,结合 SQL Server Mobile,对 Windows Embedded CE 的数据库开发进行了一个实践,并对 RDA 的三个重要方法作了介绍
	第 20 章 身份证号码验证系统	以一个身份证号码验证系统的开发阐述了一个嵌入式设备应用程序开发的基本步骤
	第 21 章 日历转换系统	以一个公历农历转换系统为例介绍了作为一个系统的分析与设计方法,及系统的具体实现

本书内容通俗易懂,主要面向嵌入式开发的入门者,因此从内容上讲,以引导为主,在深入的学习中,读者应当更好地利用第 6 章中介绍的一些文档资料,这不仅仅是对嵌入式开发的学习,对任何方面的学习都是很有帮助的。也正是基于这些原因,本书并没有研究大而全,例如对于 Windows Embedded CE 的 SIP、驱动开发、BootLoader 开发等都没有进行深入讲解。

技术支持

希赛是中国领先的互联网技术和 IT 教育公司,在互联网服务、图书出版、人才培养方面,希赛始终保持 IT 业界的领先地位。希赛对国家信息化建设和软件产业化发展具有强烈的使命感,利用希赛网(www.csai.cn)强大的平台优势,加强与促进 IT 人士之间的信息交流和共享,实现 IT 价值。“希赛,影响 IT”是全体希赛人不懈努力和追求的目标!

希赛网以希赛顾问团为技术依托,是中国最大的 IT 资源平台。希赛 IT 教育研发中心是希赛公司属下的一个专门从事 IT 教育、教育产品开发、教育书籍编写的部门,在 IT 教育方面具有极高的权威性。在国家权威机构发布的《计算机图书出版市场综述》中,称赞希赛丛书为读者所称道,希赛的图书已经形成品牌,在读者心目中具有良好的形象。

本书由薛大龙主编,陈世帝、王韵副主编。全书由襄樊学院理工学院陈世帝写初稿,济南职业学院王韵负责编辑和部分程序编制工作,北京赛迪信息工程监理有限公司薛大龙负责全书的统稿、编辑、审核及源代码的调试工作。中原石油勘探局工程建设总公司柳士刚参与部分章节的编辑和源代码的调试工作;北京赛迪信息工程监理有限公司李祥辰、吴芳茜参与部分章节的校稿及审核工作;希赛网(<http://www.csai.cn>)周泉、周进、顿海丽、张爱民等参与了全书的实例源代码调试工作;王勇、唐强、谢顺、王永明、左南等参与了书中的项目案例的部分程序编制工作;张友生、邓子云、黄婧、梁赛、杨花负责本书的校稿和编辑工作。

致谢

感谢电子工业出版社的孙学瑛编辑和江立编辑,策划和审校了全书,并提出了不少的改进意见。本书在写作过程中,得到了南京中软软件与技术服务公司周建军、中国印钞造

币总公司南京造币厂王珏一、河南省地税局信息中心王红安、山东省计算中心李刚、湖南致信信息工程监理有限公司莫维、北京赛迪信息工程监理有限公司朱卫东、管东升等专家的帮助和指导，在此表示感谢。另外还要感谢微软公司.NET Compact Framework 和 Windows Embedded CE 项目组的 700 多名工作人员，是他们提供了这样一个优秀的开发平台，并将核心源代码开放。借此还向我的夫人李莉女士致敬，她一直默默地支持我的书稿写作工作。正是因为这么多人的大力支持和辛勤汗水，本书才得以出版。

由于时间仓促和作者的水平有限，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

本书中第 18 章、第 20 章和第 21 章的实例源代码，可以在希赛网下载中心(data.csai.cn)下载，以供读者学习和参考使用，所有程序均通过了作者的调试。

有关本书的意见反馈和咨询，读者可在希赛网社区 (<http://bbs.csai.cn>) “书评在线”板块中与作者进行交流。

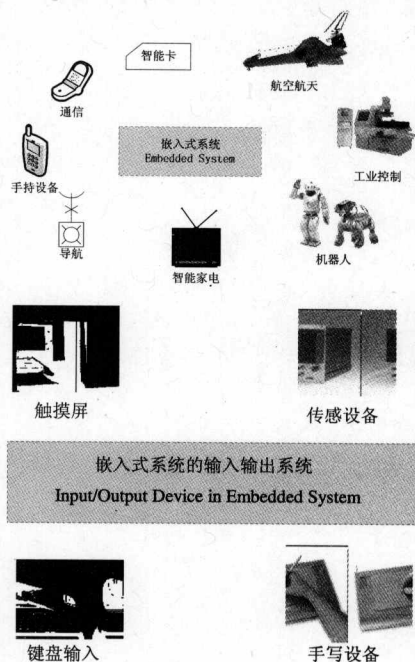
薛大龙

2008 年 1 月于北京

第1篇 基础篇

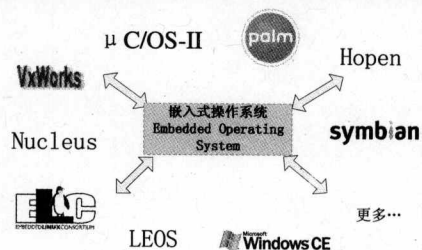
第1章 Windows CE 与嵌入式系统基础.....2

- 1.1 嵌入式系统的基本问题3
 - 1.1.1 什么是嵌入式系统3
 - 1.1.2 嵌入式系统有哪些特点4
 - 1.1.3 嵌入式系统组成5
 - 1.1.4 嵌入式系统的应用领域6
- 1.2 嵌入式系统的硬件结构7
 - 1.2.1 处理器8
 - 1.2.2 存储器11
 - 1.2.3 输入/输出及外设12
- 1.3 嵌入式系统的发展方向13
 - 1.3.1 嵌入式系统开发工具13
 - 1.3.2 嵌入式系统与网络14
 - 1.3.3 嵌入式系统的物理特性14
 - 1.3.4 其他方面的发展趋势15
- 1.4 小结15
- 1.5 思考练习15



第2章 嵌入式操作系统16

- 2.1 嵌入式系统的软件结构17
 - 2.1.1 应用软件17
 - 2.1.2 嵌入式操作系统18
 - 2.1.3 BSP21
- 2.2 嵌入式操作系统23
 - 2.2.1 Windows CE24

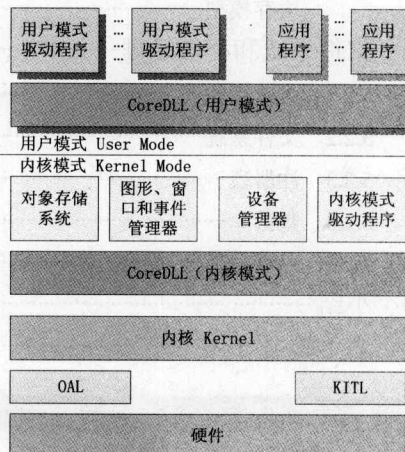
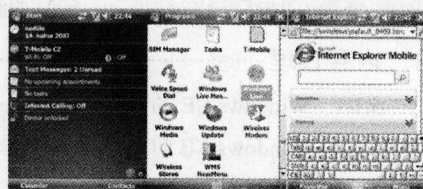


2.2.2 嵌入式 Linux	26
2.2.3 VxWorks	28
2.3 小结	29
2.4 思考练习	29

第3章 Windows CE 的体系结构30

3.1 Windows CE 的系列产品结构	31
3.1.1 Windows Embedded CE 6.0	31
3.1.2 Windows Mobile 6.0 和 Windows Automotive 5.0	35
3.1.3 Windows XP Embedded 和 Windows Vista Embedded	37
3.2 Windows CE 的体系结构	39
3.2.1 硬件	41
3.2.2 OEM 适配层	41
3.2.3 内核独立传输层	42
3.2.4 内核	42
3.2.5 CoreDLL	43
3.2.6 文件系统	43
3.2.7 图形、窗口、事件管理子系统	44
3.2.8 设备管理器	44
3.2.9 驱动程序	44
3.2.10 应用程序	45
3.3 小结	45
3.4 思考练习	45

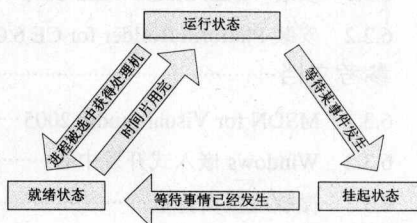
Windows Embedded CE 6.0



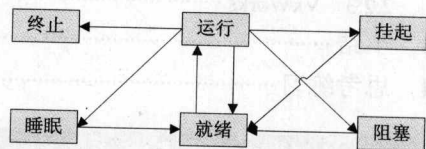
第2篇 应用开发

第4章 进程和线程48

4.1 进程	49
4.1.1 Windows CE 中的进程	51
4.1.2 进程的创建与终止	53
4.1.3 系统进程	56
4.2 线程	57
4.2.1 线程与进程	57
4.2.2 线程的创建与终止	58

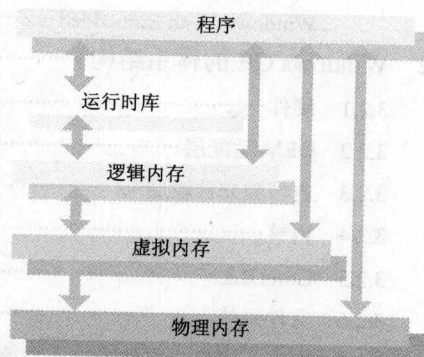


4.3 纤程	60
4.4 线程的调度与同步	62
4.4.1 调度	62
4.4.2 同步	66
4.5 进程间的通信	74
4.6 小结	77
4.7 思考练习	77



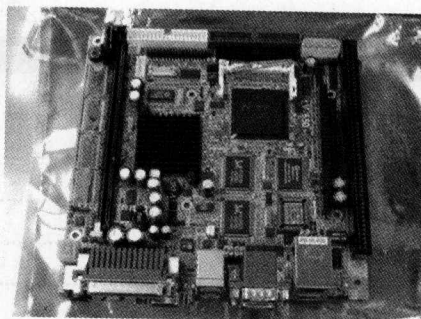
第5章 Windows CE 的存储系统78

5.1 内存管理	79
5.1.1 Windows CE 的内存管理概况	79
5.1.2 Windows CE 5.0 的虚拟内存模型	81
5.1.3 Windows Embedded CE 6.0 的虚拟内存模型	84
5.2 文件系统和存储管理	90
5.2.1 对象存储	90
5.2.2 文件系统	92
5.2.3 注册表	95
5.2.4 数据库	97
5.2.5 存储管理器	98
5.3 小结	98
5.4 思考练习	99



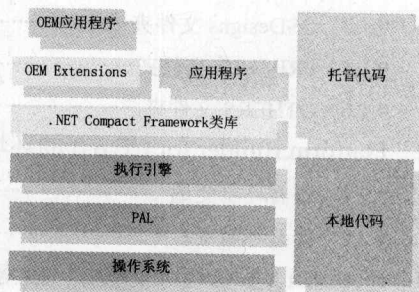
第6章 开发环境与参考文档100

6.1 开发环境	101
6.1.1 目标设备平台	101
6.1.2 软件开发环境	103
6.2 搭建软件开发环境	104
6.2.1 安装 Visual Studio .NET 2005	105
6.2.2 安装 Platform Builder for CE 6.0	110
6.3 参考文档	116
6.3.1 MSDN for Visual Studio 2005	116
6.3.2 Windows 嵌入式开发中心	119
6.3.3 微软虚拟实验室	121
6.4 小结	122
6.5 思考练习	123



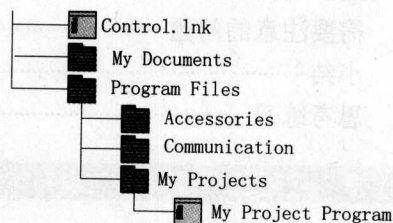
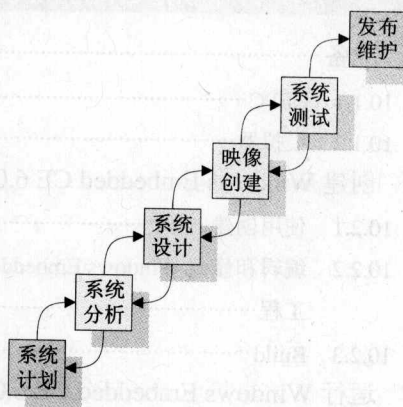
第7章 应用编程接口124

7.1 应用编程接口	125
7.1.1 Windows API	126
7.1.2 MFC	128
7.1.3 ATL	130
7.1.4 .NET Compact Framework	131
7.2 特点	136
7.2.1 资源占用	136
7.2.2 开发效率	137
7.2.3 运行效率	137
7.3 小结	137
7.4 思考练习	138



第8章 映像创建过程139

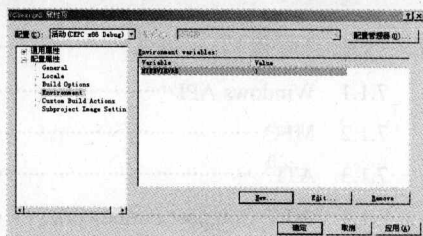
8.1 创建 Windows Embedded CE 的过程	140
8.1.1 编译	143
8.1.2 系统产生	143
8.1.3 Release 复制	144
8.1.4 映像创建	145
8.2 命令行工具	145
8.2.1 blddemo.bat	146
8.2.2 cebuild.bat	147
8.2.3 sysgen.bat	148
8.2.4 build.exe	150
8.2.5 making.exe	151
8.3 运行时映像配置文件	152
8.3.1 二进制映像创建工具文件	152
8.3.2 数据库文件	157
8.3.3 文件系统文件	159
8.3.4 注册表文件	162
8.3.5 源代码控制文件	165
8.4 小结	166
8.5 思考练习	166



第9章 Platform Builder for CE 6.0167

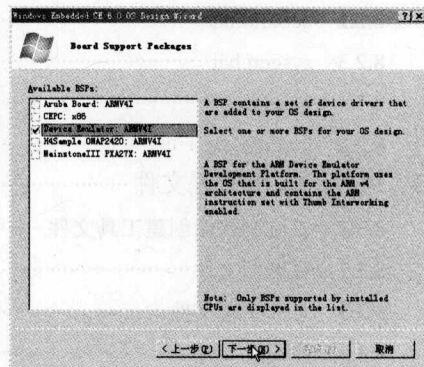
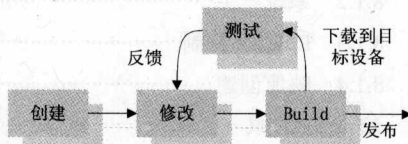
9.1 Windows Embedded CE 6.0 的目录组织	168
---	-----

9.1.1	PLATFORM 文件夹	169
9.1.2	PUBLIC 文件夹	171
9.1.3	SDK 文件夹	173
9.1.4	OSDesigns 文件夹	174
9.1.5	PRIVATE 文件夹	174
9.1.6	OTHERS 文件夹	175
9.2	Platform Builder for CE 6.0 的环境变量	176
9.2.1	查看环境变量	177
9.2.2	修改环境变量	183
9.3	Platform Builder for CE 用户指南	184
9.3.1	Platform Builder for CE 6.0 IDE	184
9.3.2	Catalog Item	190
9.4	小结	193
9.5	思考练习	193



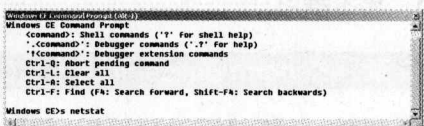
第 10 章 定制 Windows Embedded CE 194

10.1	准备	195
10.1.1	CEPC	195
10.1.2	模拟器	196
10.2	创建 Windows Embedded CE 6.0	197
10.2.1	使用创建向导	197
10.2.2	编辑和修改 Windows Embedded CE 工程	201
10.2.3	Build	203
10.3	运行 Windows Embedded CE 6.0	206
10.3.1	在模拟器上运行	206
10.3.2	在 CEPC 上运行	210
10.4	需要注意的问题	213
10.5	小结	214
10.6	思考练习	214

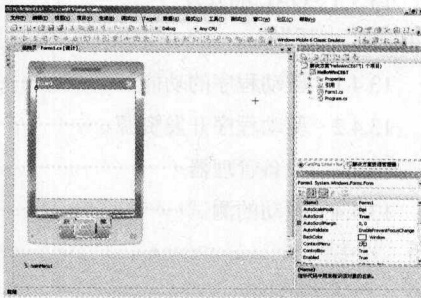


第 11 章 应用程序的开发与发布 215

11.1	应用程序开发基础知识	216
11.1.1	应用程序的运行	216
11.1.2	SDK	217
11.2	应用程序开发	220

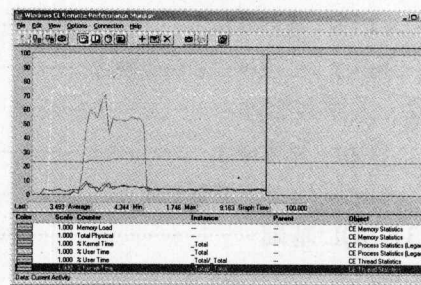
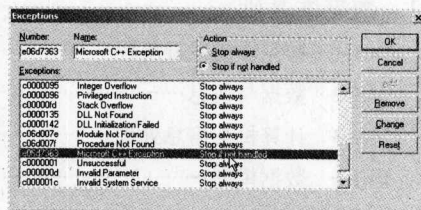


11.2.1	Windows Embedded CE 6.0 的改进	220
11.2.2	Hello, Windows Embedded CE 6.0	221
11.3	应用程序打包发布	224
11.3.1	inf 文件	224
11.3.2	CAB Wizard	227
11.3.3	打包 Hello, Windows Embedded CE 6.0	228
11.4	小结	230
11.5	思考练习	231



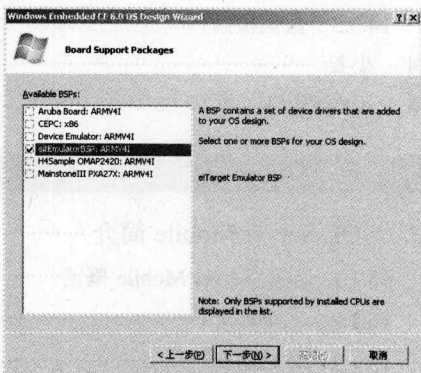
第 12 章 诊断、调试与测试 232

12.1	概述	233
12.1.1	概念与区别	233
12.1.2	Windows Embedded CE 的诊断和 调试机制	235
12.2	Windows Embedded CE 的调试工具	236
12.2.1	内核调试器	236
12.2.2	目标设备控制调试命令	240
12.2.3	性能分析工具	241
12.2.4	远程工具	244
12.2.5	CETK	250
12.2.6	硬件辅助测试工具	252
12.3	小结	253
12.4	思考练习	253



第 13 章 BSP 开发 254

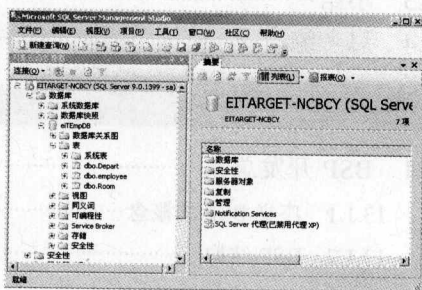
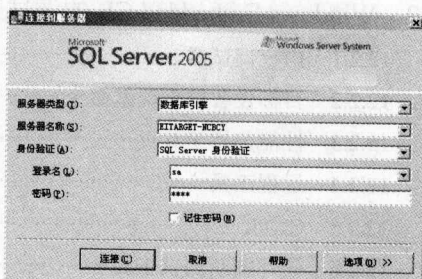
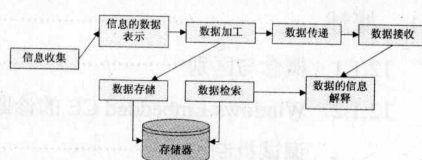
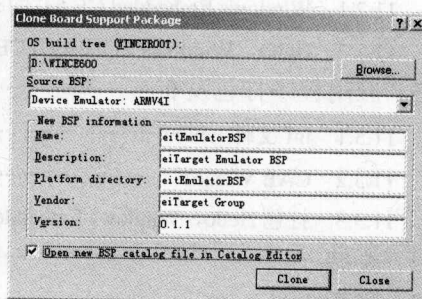
13.1	BSP 开发总览	255
13.1.1	广义 BSP 的概念	255
13.1.2	BSP 结构	257
13.1.3	BSP 开发	257
13.2	Boot Loader 开发	260
13.2.1	Boot Loader 的功能	260
13.2.2	Boot Loader 的分类	262
13.2.3	Boot Loader 的开发	265
13.3	OAL 开发	267
13.3.1	OAL 的功能	267
13.3.2	OAL 的构成	269



13.3.3	OAL 的开发	270
13.4	驱动开发	272
13.4.1	驱动程序的功能	272
13.4.2	驱动程序开发资源	273
13.4.3	设备管理器	274
13.4.4	驱动力的测试	276
13.5	小结	276
13.6	思考练习	277

第 14 章 数据库开发基础 278

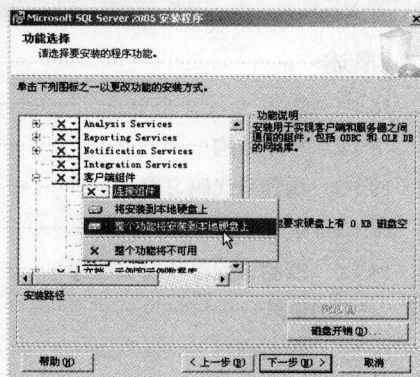
14.1	数据库基础	279
14.1.1	数据库的发展历程	279
14.1.2	数据与信息	280
14.1.3	计算机与信息处理	281
14.1.4	数据模型	281
14.1.5	数据库管理系统	286
14.1.6	数据库技术	287
14.1.7	三层模式和两级映像	289
14.2	关系数据库	290
14.2.1	基本概念	290
14.2.2	主流关系数据库	292
14.3	SQL 基础	293
14.3.1	运行 SQL 语句	294
14.3.2	SQL 基础	297
14.3.3	数据定义	302
14.3.4	数据操作	304
14.3.5	数据检索	306
14.4	小结	318
14.5	思考练习	318



第 15 章 SQL Server Mobile 319

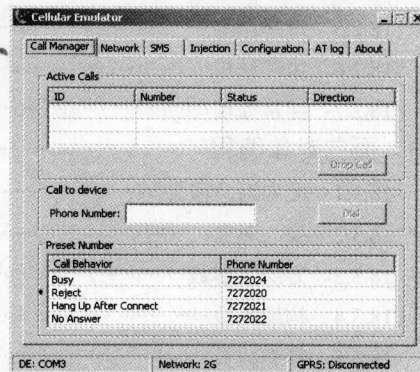
15.1	SQL Server Mobile 简介	320
15.1.1	SQL Server Mobile 概览	320
15.1.2	三个环境	321
15.1.3	体系结构	322
15.2	SQL Server Mobile 环境配置	327

15.2.1	开发机环境配置	328
15.2.2	服务器环境配置	329
15.2.3	客户端环境配置	334
15.3	SQL Server Mobile 实例	336
15.3.1	合并复制实例	337
15.3.2	性能	347
15.3.3	安全性	347
15.3.4	大规模应用的网络拓扑	349
15.4	小结	350
15.5	思考练习	350



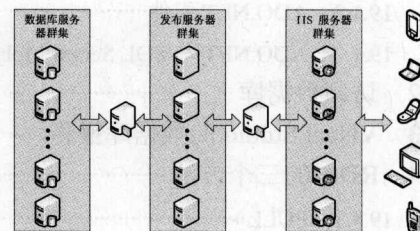
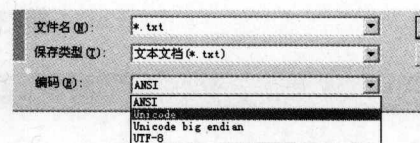
第 16 章 网络与通信 351

16.1	概述	352
16.1.1	通信和网络	352
16.1.2	嵌入式设备在网络中的角色	353
16.2	Windows CE 中的网络	354
16.2.1	核心网络功能	354
16.2.2	远程网络	356
16.2.3	无线网络	357
16.2.4	VoIP	358
16.3	小结	359

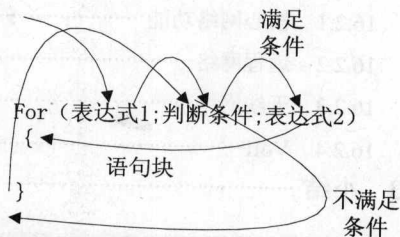
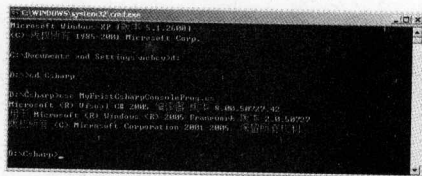


第 17 章 国际化与本地化 360

17.1	概述	361
17.1.1	演绎	361
17.1.2	多语言化	361
17.1.3	本地化	361
17.1.4	汉化	362
17.1.5	国际化	362
17.2	Windows Embedded CE 的国际化	363
17.2.1	Unicode	363
17.2.2	IMM	364
17.2.3	MUI	365
17.2.4	NLS	366
17.3	小结	366
17.4	思考练习	366



18.1 概述	368
18.1.1 初识	368
18.1.2 程序结构	368
18.1.3 编程与代码习惯	372
18.1.4 运行 C#程序	373
18.1.5 控制台程序和窗口程序	375
18.2 基础知识	375
18.2.1 数据类型	376
18.2.2 变量与常量	377
18.2.3 类型转换	379
18.2.4 运算符与表达式	380
18.2.5 选择结构	381
18.2.6 循环结构	383
18.2.7 异常处理	385
18.3 面向对象编程	387
18.3.1 面向对象概念	387
18.3.2 类与对象	389
18.3.3 方法与参数	391
18.3.4 构造函数	395
18.3.5 静态成员	397
18.3.6 继承与多态	399
18.4 小结	405
18.5 思考练习	406



第 3 篇 实 践 篇

19.1 ADO.NET	409
19.1.1 概述	409
19.1.2 ADO.NET 组件	410
19.1.3 ADO.NET 与 SQL Server Mobile	413
19.2 访问数据库	414
19.3 Visual Studio 的数据库操作	422
19.4 RDA 的三个方法	424
19.4.1 PULL	425
19.4.2 PUSH	426

