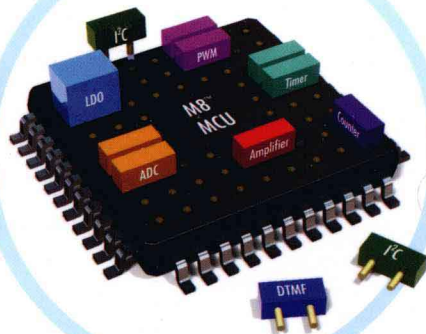


碁峯

www.gotop.com.tw

PPT演示文稿

实例源代码



嵌入式操作系统开发与应用程序设计

王金龙 苏瑞元 江叔盈 迟文丽 编著

- 嵌入式操作系统概述
- 嵌入式系统软件概论
- 嵌入式操作系统的设置
- 系统启动、启动加载器
- 驱动程序开发
- 同步软件设计
- 通信服务、远程桌面协议
- 网络程序开发
- 多媒体技术
- 同步软件设计



清华大学出版社

嵌入式操作系统开发 与应用程序设计

王金龙 苏瑞元

编著

江叔盈 迟文丽

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以深入浅出的方式介绍嵌入式操作系统的概念,以及各种类型应用程序的架构与应用程序编程接口。本书内容共分 11 章,第 1~3 章介绍嵌入式操作系统的概念、目前著名的嵌入式操作系统、相关的软件以及硬件平台,并以 Windows CE 为例,介绍开发一个 Windows CE 操作系统的步骤。第 4 章介绍 Windows CE 的系统启动,第 5 章介绍驱动程序架构,第 6~10 章介绍各种类型的应用程序的架构、流程以及应用程序的设计接口,第 11 章介绍移动设备应用程序的程序接口,并举例介绍如何开发移动设备应用程序。

本书提供完整的教学课件(PPT)和源代码,读者可通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 下载。

本书的读者对象为希望了解 Microsoft Windows CE 操作系统及其应用程序架构的系统工程师、需要了解嵌入式系统实验平台中各种应用程序如何编写的学生,以及对 Windows CE 操作系统能提供哪些应用有兴趣的读者。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式操作系统开发与应用程序设计/王金龙,苏瑞元,江叔盈,迟文丽等编著.

—北京:清华大学出版社,2009.11

ISBN 978-7-302-20808-2

I. 嵌… II. ①王…②苏…③江…④迟… III. ①实时操作系统—软件开发②实时操作系统—程序设计 IV.TP316.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 154229 号

责任编辑:王 定 刘金喜

封面设计:久久度文化

版式设计:孔祥丰

责任校对:胡雁翎

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24.25 字 数:512 千字

版 次:2009 年 11 月第 1 版 印 次:2009 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027733-01

推荐序

由于科技日新月异，嵌入式系统与网络技术不断进步，使嵌入式系统产品与通信成本不断地降低，随时随地能进行运算，并获得信息的理想终于得以实现。

微软长期投入嵌入式操作系统的开发，除了提供强大的 Windows Embedded CE 嵌入式操作系统平台外，还提供功能强大的开发工具和整合式的完整测试技术，目前有许多以 Windows Embedded CE 为基础的嵌入式系统，已大量应用于各种信息网关、行动装置、仪器与工业自动控制、提款机、小型服务站(Kiosks)、医疗装置、数字媒体接收器、投影机、大型屏幕显示器、VOIP、车用嵌入式系统等领域，在嵌入式系统中占有重要地位。

台湾地区在以 Windows Embedded CE 为基础的设备研发与代工，占了相当重要的地位，因此，Windows Embedded CE 操作系统技术入门的相关书籍，对于学习 Windows Embedded CE 而言，具有重要的意义。铭传大学在其“通讯科技人才培育先导型计划”中，设计了一本以 Windows 为例的《嵌入式操作系统开发与应用程序设计》教科书，此书以 Windows Embedded CE 为主体，介绍嵌入式系统的各种应用层面，包括嵌入式系统的系统架构、网络、多媒体、数据库与通信应用的介绍，并提供许多范例解说。此外，本书的相关教材在微软 2005 年杰出教材征选中，获得优胜“第一名”，相信对于想要了解 Windows Embedded CE 操作系统的读者而言，能够提供相当大的帮助。

微软公司 大中华区区域总裁 黄存义



序

台湾地区以往在计算机硬件的研发与制造方面,举世闻名。然而,由于个人计算机发展已臻成熟,加上市场逐渐饱和,计算机产品的利润也逐年下滑,计算机产业进入了微利时代。硬件的创新研发与开拓新市场,可让产品提供更高的附加价值。由于目前各种有线和无线网络的盛行以及多媒体内容的发展,随时随地取得所需信息,成为目前这个知识经济的时代大家所追求的目标。然而,计算机运算能力虽然强大,却也消耗更大的能源,以及占据庞大的体积,因此并不适合携带以随时获取信息。嵌入式系统则由于近几年的发展,具备高运算能力与更小的电耗,且具有弹性的设计,因此极适合作为创新产品的开发以及行动装置的平台。于是嵌入式系统成为近年来相当热门的领域。

目前较为成功的移动通信应用,以手机、智能型手机以及 Pocket PC 为主。而操作系统则以 Symbian、Embedded Linux 以及 Windows CE 为主。嵌入式系统除了硬件以外,要如何应用则靠软件提供的接口与功能。因此嵌入式系统的软件设计,在发挥嵌入式系统的功能上具有举足轻重的地位,具有许多创新的可能。

由于目前各种嵌入式系统教科书以硬件为主,软件方面的书籍则多以 Embedded Linux 为主,对于 Microsoft 的 Windows CE 操作系统较少提及,因此本书在设计时,便希望以 Microsoft Windows CE 操作系统为主,介绍操作系统的开发过程、系统程序架构以及 Windows CE 所提供的各种应用程序架构与接口,对希望了解 Microsoft Windows CE 操作系统及其应用程序架构的系统工程师,以及需要了解嵌入式系统实验平台中如何撰写各种应用程序的学生,或是对 Windows CE 作业能提供哪些应用有兴趣的读者有所帮助。

本书共分为 11 章,以深入浅出的方式介绍嵌入式操作系统的概念以及各种类型应用程序的架构与应用程序编程接口。第 1~3 章介绍嵌入式操作系统概念、目前著名的嵌入式操作系统、相关的软件以及硬件平台,并以 Windows CE 为例,介绍开发一个 Windows CE 操作系统的步骤。第 4 章介绍 Windows CE 的系统启动,第 5 章介绍驱动程序架构,第 6~10 章介绍各种类型的应用程序的架构、流程以及应用程序的设计接口,包括与桌面同步的 ActiveSync,提供 IM 与 VOIP 功能的通信服务,远程控制的 RDP,网络通信的程序开发以及 Windows CE 的多媒体功能。第 11 章介绍移动设备应用程序的程序接口,并举例介绍如何开发移动设备应用程序。

本书提供完整的教学课件(PPT)和源代码,读者可通过 <http://www.tupwk.com.cn/download> 下载。

本书的完成,要感谢黄能富教授、石维宽教授、利瓦伊聪教授、马金沟教授、简荣宏教授,他们在教科书编撰期间,给予了许多重要的改进意见。感谢宽带因特网组教学推动中心

的罗嫩小姐的协助，让计划能顺利进行。感谢 Microsoft 公司的陈晴小姐、邱立榕小姐以及潘天佑博士的协助，他们为本书提供了相关的参考数据。感谢卢尉然与李政贤先生以及陈春满小姐的大力帮忙，使本书能够顺利完成。

本书虽然经过许多专家学者的协助与指正，但不免还是会有疏漏之处，欢迎产业界和学术界的同仁不吝指正，以作为今后再版的参考。

作者

目 录

第 1 章 嵌入式操作系统	1
1.1 嵌入式操作系统概论.....	2
1.1.1 嵌入式操作系统的分类.....	3
1.1.2 嵌入式操作系统的特性.....	4
1.1.3 嵌入式操作系统范例.....	5
1.2 实时操作系统.....	6
1.2.1 实时操作系统简介.....	6
1.2.2 实时操作系统的需求.....	7
1.2.3 实时操作系统的调度算法.....	8
1.3 任务管理.....	9
1.3.1 进程与任务.....	9
1.3.2 线程状态.....	10
1.4 工作调度.....	11
1.5 内存管理.....	13
1.5.1 管理内存.....	13
1.5.2 内存配置.....	14
1.5.3 虚拟内存.....	15
1.5.4 回收内存.....	15
1.6 小结.....	15
1.7 习题.....	16
第 2 章 嵌入式系统软件概论	19
2.1 操作系统的发展.....	20
2.1.1 Embedded Linux 操作系统.....	21
2.1.2 Windows CE.....	23
2.1.3 Symbian OS.....	25
2.2 应用程序开发.....	27
2.2.1 开发语言.....	28
2.2.2 平台功能支持.....	28
2.3 软件测试纠错.....	31
2.3.1 软件开发流程.....	31
2.3.2 纠错.....	32
2.4 Client/Server 应用.....	32

2.5	小结	33
2.6	习题	33
第3章	嵌入式操作系统的设置	35
3.1	嵌入式系统的硬件	36
3.1.1	处理器	36
3.1.2	内存	37
3.1.3	存储设备	38
3.1.4	输入与输出	39
3.2	嵌入式系统的软件考虑	40
3.3	Windows CE 操作系统的生成步骤	41
3.3.1	载入 BSP	42
3.3.2	建立映像文件	48
3.3.3	下载	52
3.3.4	将映像文件下载至 SMC(Smart Media Card)中	60
3.4	总结	66
3.5	习题	66
第4章	启动程序	69
4.1	系统启动	70
4.1.1	POST	70
4.1.2	启动模式	70
4.1.3	开机程序	71
4.1.4	BSP	74
4.1.5	驱动程序信息库	75
4.2	启动加载器	76
4.2.1	“启动加载器”的建议事项	79
4.2.2	实验平台范例的软硬件需求	81
4.3	启动加载器的设计	82
4.3.1	撰写程序	83
4.3.2	下载操作系统	90
4.4	总结	93
4.5	习题	94
第5章	驱动程序	97
5.1	Windows CE 驱动程序的特色	98
5.2	操作系统中的驱动程序	98
5.2.1	GWES	98
5.2.2	设备管理	99
5.2.3	文件系统模块	100

5.3	设备驱动程序架构	100
5.3.1	内置驱动程序和可安装驱动程序	101
5.3.2	层级式设备驱动程序和单层式设备驱动程序	101
5.3.3	原生设备驱动程序	102
5.4	流接口设备驱动程序	103
5.4.1	流接口设备驱动程序的架构	103
5.4.2	流接口设备驱动程序的进入点	104
5.5	USB 驱动程序架构	109
5.5.1	USB 架构	109
5.5.2	主机控制器驱动程序	110
5.5.3	USB 函数	111
5.5.4	USB 函数控制器驱动程序	111
5.5.5	简单的 USB 类别设备驱动程序	112
5.5.6	USB 电源管理	112
5.5.7	USB 和 Microsoft 公司的 WDM 比较	113
5.6	NDIS 驱动程序架构	113
5.6.1	NDIS 架构	113
5.6.2	NDIS 电源管理	115
5.6.3	NDIS 和 Microsoft 公司 Windows XP 的比较	116
5.7	中断处理	116
5.7.1	中断模块	117
5.7.2	OAL ISR 的处理	118
5.7.3	IST 的处理	121
5.7.4	中断服务线程的优先权	124
5.8	总结	125
5.9	习题	126
第 6 章	同步软件设计	129
6.1	ActiveSync 简介	130
6.1.1	安装应用程序和反安装应用程序	130
6.1.2	数据同步更新	131
6.1.3	备份数据和恢复数据	131
6.1.4	移动文件	131
6.1.5	数据库的导入和导出	131
6.2	ActiveSync 的限制	132
6.2.1	ActiveSync 的联机数量	132
6.2.2	设备之间无法进行 ActiveSync	132
6.2.3	设备和服务器之间无法建立 ActiveSync	133
6.3	ActiveSync 的安全性	133

6.4	ActiveSync 操作	133
6.4.1	建立 ActiveSync 服务提供者	134
6.4.2	ActiveSync 架构	137
6.4.3	ActiveSync 服务提供者运行	137
6.5	RAPI	145
6.5.1	RAPI 的功能	146
6.5.2	RAPI 联机函数	146
6.5.3	文件系统函数	147
6.5.4	登录注册表机码函数	149
6.5.5	数据库函数	154
6.5.6	系统程序函数	156
6.5.7	系统信息函数	158
6.6	操作 RAPI 应用程序	159
6.7	SQL Server 2005 Mobile Edition	165
6.7.1	同步化处理	165
6.7.2	存储引擎	165
6.7.3	查询处理器	166
6.7.4	和 SQL Server 2005 及 Visual Studio 2005 的整合	166
6.7.5	SQL Server 2005 Mobile 的特色和架构	166
6.8	SQL Server Mobile 的应用操作	167
6.8.1	建立数据库	167
6.8.2	建立发行信息的服务器	168
6.8.3	设定 Web 同步处理	173
6.8.4	设定 SQL Server Mobile	177
6.8.5	建立 SQL Server Mobile 的应用程序	180
6.9	总结	186
6.10	习题	187
第 7 章	通信服务	191
7.1	实时通信	192
7.1.1	实时通信应用	198
7.1.2	使用 XML 设定文件	210
7.2	VoIP	211
7.2.1	TUI	213
7.2.2	VAIL	217
7.3	总结	221
7.4	习题	222
第 8 章	远程桌面协议	225
8.1	简介	226

8.2	RDP 应用程序开发	228
8.2.1	RDP 注册表设定	228
8.2.2	RDP 的安全性	232
8.3	虚拟信道	233
8.3.1	虚拟信道服务器端应用程序	234
8.3.2	虚拟信道客户端应用程序	234
8.3.3	范例	237
8.4	总结	247
8.5	习题	248
第 9 章	网络程序开发	251
9.1	简介	252
9.1.1	通信协议	252
9.1.2	OSI 模型	252
9.2	OSI 模型的架构	253
9.2.1	物理层	253
9.2.2	数据链路层	254
9.2.3	网络层	254
9.2.4	传输层	254
9.2.5	会话层	254
9.2.6	表示层	255
9.2.7	应用层	255
9.3	TCP/IP 的架构	255
9.3.1	网络层	256
9.3.2	Internet 层	256
9.3.3	传输层	257
9.3.4	应用层	257
9.4	TCP 和 UDP	257
9.5	Socket	258
9.5.1	Berkely Socket	260
9.5.2	Microsoft Winsock	262
9.6	实现 Windows CE 的 Socket	270
9.7	远程过程调用	276
9.8	Web Service	278
9.9	建立 Web Service	279
9.10	总结	298
9.11	习题	299
第 10 章	多媒体技术	303
10.1	音频技术(Audio Technologies)	304

10.1.1	Waveform Audio	305
10.1.2	Waveform Audio API	306
10.1.3	Waveform Audio 应用程序开发	308
10.1.4	借助资源识别(Resource Identifier)使用 PlaySound 函数	310
10.1.5	音频编码管理者——Audio Compression Manager (ACM)	311
10.2	绘图技术(Graphics Technologies)	312
10.2.1	DirectDraw 概论	312
10.2.2	Direct3D Mobile	324
10.3	媒体支持技术(Media Support Technologies)	338
10.3.1	Direct Show 概论	338
10.3.2	Direct Show 架构	338
10.3.3	过滤器图(Filter Graph)	339
10.3.4	播放一个多媒体文件	339
10.4	总结	340
10.5	习题	341
第 11 章	移动应用程序设计	343
11.1	Windows CE 应用程序开发接口	344
11.1.1	Microsoft Win32 API	345
11.1.2	微软基础类链接库	346
11.1.3	.Net Compact Framework	347
11.2	应用程序开发工具	350
11.3	移动设备应用程序开发	353
11.3.1	Win32 应用程序设计	353
11.3.2	.Net Compact Framework 应用程序设计	369
11.4	总结	374
11.5	习题	375

CHAPTER

1

嵌入式操作系统

学习重点

1. 在嵌入式系统蓬勃发展的今天，嵌入式操作系统是其中不可或缺的部分。本章将详细介绍嵌入式操作系统所具备的特点和内部基本架构等内容。
2. 几乎大多数的嵌入式操作系统都是实时操作系统。本章将介绍实时操作系统的概念，并且说明如何评估一个实时操作系统的效能，为了达到良好的效能，一个实时操作系统需要提供哪些服务或符合哪些条件。
3. 嵌入式操作系统的效能通常取决于核心程序。本章将对任务管理、工作调度、内存管理和虚拟内存等核心工作做进一步介绍。

最早的嵌入式系统的主要工作是监管与控制设备或机器的运行，因此，早期的嵌入式系统大部分都应用于特殊功能的工业用计算机。为了让生产线全面自动化，早期的工业用计算机经常会搭配嵌入式系统来达到自动化的效果。因此，这样的嵌入式系统需要具备相当的稳定性，且不会太过复杂，大部分都是为了特定功能而设计的。随着时代和技术的发展，嵌入式系统已慢慢普及到我们一般的生活中。嵌入式系统现今应用在许多消费型电子产品上，例如 PDA、智能型手机、甚至是冰箱等信息家电，在我们的生活中，嵌入式系统已经是不可或缺的生活必需品。除了应用于大型家电上的嵌入式系统外，其余嵌入式系统商品为了满足用户的需求，大部分都设计得比较轻薄短小，有利于用户携带，不需要用户额外携带太多大小配件。同时，为了用户方便，希望用户不需要把太多消费性电子产品带在身上，嵌入式系统商品也朝向多机一体设计。

嵌入式系统最大的特色就在于其稳定性，而其稳定性必须依靠嵌入式操作系统来辅助。同时也因为系统所具备的功能日趋广泛且复杂，所以嵌入式操作系统也越来越多样化，嵌入式操作系统在嵌入式系统中的地位就越发重要。在本章中，将介绍嵌入式操作系统，并介绍其核心程序的运行方式，来说明嵌入式操作系统如何维持系统的稳定性。

1.1 嵌入式操作系统概论

由上述嵌入式系统的定义便可以知道，用于嵌入式系统上的操作系统，会与一般计算机所使用的操作系统有着极大的差异，而且因为嵌入式系统几乎都是为了专业特定功能或是为客户量身订做而设计的，所以搭配使用于系统上的操作系统，也都必须为该系统专门定做，才可以符合系统要求。嵌入式操作系统所扮演的角色主要就是控制系统的负载及监控应用程序，图 1-1 所示为嵌入式操作系统的演变过程。

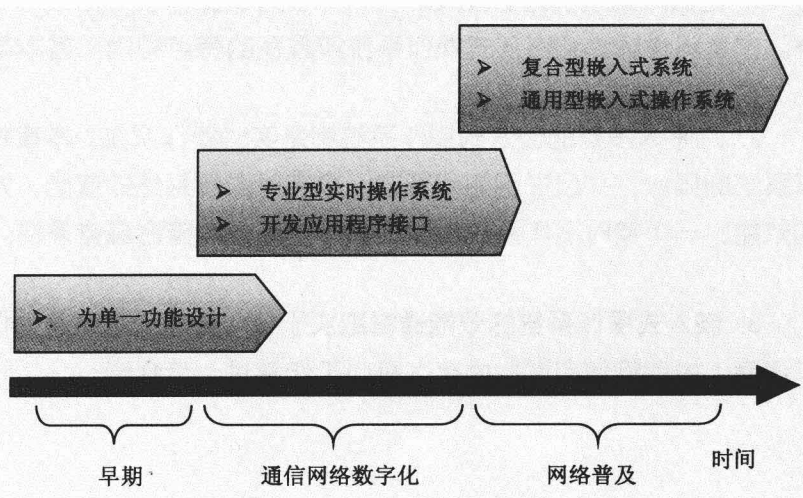


图 1-1 嵌入式操作系统的演进

早期的嵌入式系统,基本上都是为了某一个特殊功能而设计的,也因为功能简单,所以对于嵌入式操作系统的要求并不多,只希望操作系统能辅助系统维持一定的稳定性,并能操作一些简单的小型应用程序。但因为嵌入式系统日趋复杂,所以现今安装于系统上的嵌入式操作系统几乎都必须由系统厂商自行开发,唯有自行研发才能完全符合系统产品的需求,这种专属于某种嵌入式系统的操作系统,属于封闭式系统架构。

随着嵌入式系统产业持续发展,通信网络数字化的潮流兴起,对于嵌入式系统的实时性要求也越来越高。就操作系统而言,实时操作系统开始成为市场主流。由于实时操作系统的产业兴起,在市场上出现了多种操作系统供系统厂商选择,系统厂商若选择现有的操作系统,就可以缩短其系统开发时程。此种专业型实时操作系统,为了能够应付系统厂商所提出的各种需求,大多以开放式架构为主。除了采用开放式架构外,为了应付系统功能的不断扩增,嵌入式操作系统也开始具备一般计算机所拥有的文件管理、图形接口、安全管理、网络通信数据处理以及多任务环境等功能,并提供中间软件与应用程序开发接口,使应用软件的开发与执行更加方便,也更有效率。

如今,信息科技的发展已经进入到网络普及的时代,使用宽带网络已成为生活中的寻常动作,不是非常特别。由于用户对嵌入式产品的要求越广,所以具备多种功能的复合型嵌入式系统逐渐成为主流,因此,整个嵌入式系统架构也会趋于复杂。通用型操作系统也进入了嵌入式的领域,与实时操作系统共同竞争新的市场。接下来,将介绍嵌入式操作系统的分类、特性和嵌入式操作系统的范例。

1.1.1 嵌入式操作系统的分类

各种不同嵌入式系统的应用环境,就会产生不同特色的嵌入式操作系统,不论是哪一种特殊功能或是需求,嵌入式操作系统都会有一个核心和一些系统服务。嵌入式操作系统必须具备许多的系统函数库,来支持各种需求的应用程序,包括文件系统、中断服务、内存配置、时间服务、存取服务、任务控制服务等。有些嵌入式操作系统也会具备各种不同的通信协议及用户接口函数库,以便为用户提供更多元化的服务。嵌入式操作系统大致又可分为“实时”和“通用型”两种。

1. 实时操作系统

实时操作系统(Real-Time Operating System, RTOS)并不是指它是一种速度很快的操作系统,而是指操作系统必须在限定的时间内,对过程调用产生正确的响应。正因为如此,实时操作系统对于时间调度和稳定度上有非常严格的要求,不容许发生太大的误差。过去的实时操作系统产品的应用多为国防安全、航天科技以及大众运输等领域,在这些领域中,不允许有任何意外或错误产生。为了避免在执行时产生任何错误,需要实时操作系统来预防意外发生,确保不会产生因系统问题而造成的严重损失。所以对于时序和稳定度要求非常高的实时操作系统,就非常适合应用于此。

嵌入式系统发展至今，已从专业性的设备开始向信息家电等消费性电子产品领域拓展，所以实时操作系统也开始从主要的航天、国防领域，将触角延伸到网络电话、视讯转换器等消费性电子产品上。实时操作系统为嵌入式操作系统中的主要类别，我们将会在后续做更深入的介绍。

2. 通用型操作系统

通用型操作系统与实时操作系统最大的不同点在于对时序的要求。通用型操作系统对于系统执行的反应速度，并不像实时操作系统要求那么严苛，对于系统的反应时间有着一定的宽容性。而现今这些通用型操作系统大多应用于信息家电、消费性电子产品等。市场上通用型操作系统的产品也不少，例如 Microsoft 公司的 Windows CE、Symbian 的 Symbian OS、Wind River Systems 公司的 VxWorks、Palm 公司的 Palm OS 以及各种 Embedded Linux，在这些通用型操作系统中，有一部分也提供有限的实时能力。此外，由于产品多元，获取容易，且产品支持能力强大，所以使用通用型操作系统的嵌入式系统也越来越多，市场占有率也随之提高。

介绍完嵌入式操作系统的分类后，我们将接着探讨嵌入式操作系统的特性。

1.1.2 嵌入式操作系统的特性

网络已经普遍融入到日常生活中，因此，嵌入式系统的发展从早期到现在，也因为网络环境的成长，开始有了急剧的变化。嵌入式操作系统不再仅仅只需要负责某一特定的功能，因为环境的改变，而必须面对各种日益复杂的函数库，更需要支持各种不同的网络通信协议。嵌入式系统的产品形态，逐渐朝向多机一体的复合式方向发展，例如智能型手机，除了手机功能外，又结合了 PDA、数字相机等功能。因此，未来嵌入式操作系统所要执行的功能将愈来愈多元，也愈来愈复杂，而不像早期的嵌入式操作系统，单纯只为特定情况服务。为了应付现今的改变，嵌入式操作系统必须具备下列特点。

1. 精简内存空间

因为系统设计与成本问题，嵌入式系统的内存空间都会有一定的容量上限，所以精简内存空间是嵌入式操作系统的基本要求。虽然内存的发展技术日趋成熟，让内存的价格不在像以往那样高不可攀，但若是操作系统所需的内存空间越少时，相对就能释放出更多内存，产品的价格竞争力也就会跟着提高。即使所用空间较小，但无论如何也要维持良好的执行效率，如此，才能使产品除了具有价格优势之外，也能具有效能上的优势。

2. 待机时间长

消费性电子商品，为了能吸引顾客使用，通常机身设计都会比较小，所以电池容量就不会太大。待机时间越长的产品，就越有市场竞争力。在一些嵌入式硬件的设计上，本身就有支持省电的功能。若是操作系统也具备相同的支持能力，让嵌入式系统可以根据使用的状况，来调整硬件的执行电压或是操作的频率等，就能发挥这些硬件在省电上的最大效能。更有些嵌入式

系统会使用电源感知技术，并将其融入到嵌入式操作系统内，使该系统可根据使用上的需求，自动调整线程的切换频率，达到省电的效果。

3. 可与外界设备连接

嵌入式系统能与外界设备互相连接，且彼此沟通信息，其系统的附加价值才会高，例如传送通信簿、电子邮件或下载音乐等。为了达到这个目的，大部分的嵌入式系统都会通过串行端口、红外线或是 USB 来进行传输操作。

4. 动态加载应用程序

由于嵌入式系统上只具备一些基本的功能，并不能完全符合用户的需求，所以系统就必须为用户提供扩充或下载的能力。下载的程序可以通过与计算机连接同步传输或是其他途径，将程序加载到系统上执行，该动作称为“动态加载”。为了实现动态加载的功能，需要嵌入式操作系统能够调整内存空间，并且配合系统强大的函数库，才能完成此动作。

5. 网络通信

为了能够扩充嵌入式系统的网络功能，许多系统都提供扩充卡，以达到无线通信的功能，来提升嵌入式系统的工作。为了达到此种目标，嵌入式操作系统还必须支持各种不同的通信协议。

1.1.3 嵌入式操作系统范例

近年来，嵌入式操作系统蓬勃发展，各种产品如雨后春笋般不停涌现，并应用于各种不同的领域中。以下将针对 Windows CE、Symbian 和 Embedded Linux 等具有较高知名度的产品简介其特性。

1. Windows CE

Microsoft 公司的 Windows 操作系统已经几乎垄断了桌面型计算机的环境，但是桌面型的 Windows 操作系统对于嵌入式系统来说仍太过于庞大，因此 Microsoft 公司推出 Windows CE，作为嵌入式操作系统的主力。Windows CE 的设计目的是为迎合智能型、联机式的小型装置的嵌入式系统市场，针对这类产品，需要有良好的网络能力、多样的通信标准、实时性的核心程序、丰富的多媒体内容和网络浏览功能。Microsoft 公司提供了完整的操作系统功能组和开发工具，去设置、侦错和自定系统所需的功能，也使用组件化功能，来提供 Windows CE 开发时的最佳化机制。个人数字助理(PDA)、工业自动化设备、医疗装置、家用路由器和消费性电子产品都使用 Windows CE 来设置其操作系统。

2. Symbian

Symbian 是专为移动通信装置所设计的嵌入式操作系统，当初由诺基亚、摩托罗拉、爱立信、三菱和 Psion 这五家公司共同合资，成立 Symbian 公司，来进行 Symbian 操作系统的开发