

高等职业院校嵌入式系统设计教材

嵌入式操作系统及编程

杨震伦 熊茂华 编著



清华大学出版社

高等职业院校嵌入式系统设计教材

嵌入式操作系统及编程

杨震伦 熊茂华 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书从初学者的角度出发,由简单的嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 引导初学者入门,让其快速掌握操作系统的相关概念和嵌入式操作系统的特性,具备基本的开发能力;再进阶到嵌入式 Linux 程序开发,掌握具有更广泛应用范围的开发技术。在全书中“知识”和“技能”相结合,既有对概念深入浅出的解释,也有短小精悍的应用代码,从而帮助读者快速掌握嵌入式操作系统的开发技能。本书资源可从 <http://www.tup.com.cn> 下载。

本书既可作为高等院校电子类和计算机类专业的教材,也可作为专业技术人员的技术参考书。

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

嵌入式操作系统及编程/杨震伦,熊茂华编著. —北京:清华大学出版社,2009.5
ISBN 978-7-302-19850-5

I. 嵌… II. ①杨… ②熊… III. 实时操作系统 IV. TP316.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 047708 号

责任编辑:孟毅新

责任校对:袁芳

责任印制:何芊

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 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:15.5

字 数:351千字

版 次:2009年5月第1版

印 次:2009年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00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:029827-01

嵌入式技术是计算机技术、通信技术、半导体技术、微电子技术等先进技术在具体应用对象中的有机融合,是技术密集、高度分散、不断创新的知识密集型系统,反映着当代最新技术的先进水平。嵌入式操作系统作为嵌入式系统的重要组成部分,在嵌入式技术近几年的快速发展中功不可没。

嵌入式操作系统的出现,使得在嵌入式项目开发中,对上层开发人员屏蔽了底层的硬件细节,对于底层软件开发人员只需要按照固有的开发流程为上层实现相应的接口,从而为项目开发的明确分工、并行开发提供了重要的基础。目前,对于嵌入式开发从业人员而言,只有对嵌入式操作系统具有一定的了解并掌握它的开发技能,才有可能做好工作并求得进一步发展。

目前市面上嵌入式系统和嵌入式操作系统开发的书籍可谓多如牛毛,但是纵观这些书籍,适合初学者特别是在校学生的较少,有相当一部分书籍的出版初衷是帮助初学者入门,但是多在“入门”和“进阶”,在“了解知识”和“掌握技能”上难以取得平衡。或是初始难度过大,让初学者难以入门;或是只介绍基础的内容,对于应用价值高的部分较少涉及,让初学者只是泛泛了解皮毛。

本书主要内容如下。

第1章介绍了嵌入式系统和嵌入式操作系统的概念,同时给出了嵌入式操作系统的学习路径参考。

第2章根据嵌入式操作系统学习的要求,选择了操作系统中核心的进程管理、进程控制等概念进行重点介绍,让读者快速对操作系统的相关知识有大致地了解,为后续的学习打下基础。

第3章基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 对嵌入式操作系统的开发方法进行了介绍,其中对 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的每个功能模块都以一个综合性较高的例子为中心进行讲解。

第4章介绍了Linux的一些基础知识,包括文件系统、常用命令以及最常见的文本编辑器——vi。

第5章简单介绍了Linux程序设计的预备知识,包括C语言知识的回顾、常用的数据结构和C库函数。

第6章介绍了Linux Shell程序设计,包括Shell程序的开发流程和Shell程序的语法,并结合实例将这些知识综合组织起来。

第7章是本书的重点,介绍了Linux C程序设计,主要包括开发流程介绍、Linux的

进程、进程间通信、网络编程、驱动程序等方面的程序设计,还包括应用程序的调试技巧等内容。

第 8 章介绍了嵌入式 Linux 的系统设计,主要包括开发环境的搭建、BootLoader 的开发、内核开发等内容。

第 9 章介绍嵌入式操作系统的典型应用——手机开发,以摩托罗拉公司的 A1200 为例,介绍了在手机上进行应用程序开发的方法以及编译内核的流程。

本书由杨震伦和熊茂华编著。其中杨震伦编写了第 1~3 章及第 7~9 章,熊茂华编写了第 4~6 章。

在本书的策划和编写过程中,得到了很多同事、朋友的关心,特别是实验室的林旭诚及郭健平为本书搜集了部分原始资料,在此向为本书做出贡献的人们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书在内容的选取编排和例题的选用、难点重点的讲解等方面还存在许多不足,在此诚挚地希望各位读者给予指正。编者的邮箱是 teacher_yangzl@yahoo.com.cn。

编者

2009 年 4 月

| | |
|---------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 嵌入式系统概述 | 1 |
| 1.1.1 嵌入式系统的发展历史 | 1 |
| 1.1.2 嵌入式系统的特点 | 2 |
| 1.1.3 嵌入式系统的发展前景和趋势 | 3 |
| 1.2 嵌入式操作系统概述 | 3 |
| 1.2.1 嵌入式操作系统的特点 | 3 |
| 1.2.2 嵌入式操作系统的发展前景 | 4 |
| 1.2.3 几种主流的嵌入式操作系统 | 4 |
| 1.3 嵌入式操作系统的学习路径 | 9 |
| 本章小结 | 9 |
| 第 2 章 操作系统基础知识 | 10 |
| 2.1 操作系统概论 | 10 |
| 2.1.1 什么是操作系统 | 10 |
| 2.1.2 操作系统的特征 | 10 |
| 2.1.3 操作系统的功能 | 11 |
| 2.1.4 操作系统的发展史 | 12 |
| 2.1.5 操作系统的分类 | 15 |
| 2.2 进程管理 | 16 |
| 2.2.1 程序的并发执行 | 16 |
| 2.2.2 进程的定义 | 17 |
| 2.2.3 进程的特征和状态 | 17 |
| 2.2.4 进程控制块 | 19 |
| 2.2.5 进程控制 | 20 |
| 2.3 进程同步与互斥 | 22 |
| 本章小结 | 25 |

| | |
|---|----|
| 第 3 章 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 应用编程 | 26 |
| 3.1 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 简介 | 26 |
| 3.2 实验环境搭建 | 27 |
| 3.3 一个例子 | 28 |
| 3.4 任务管理 API 应用 | 30 |
| 3.5 信号量管理 API 应用 | 34 |
| 3.6 互斥型信号量管理 API 应用 | 38 |
| 3.7 事件标志组管理 API 应用 | 48 |
| 3.8 消息邮箱管理 API 应用 | 52 |
| 3.9 消息队列管理 API 应用 | 56 |
| 3.10 内存管理 API 应用 | 61 |
| 本章小结 | 64 |
| 第 4 章 Linux 入门 | 65 |
| 4.1 Linux 概述 | 65 |
| 4.1.1 Linux 起源、特性及应用领域 | 65 |
| 4.1.2 Linux 操作系统发行版简介 | 66 |
| 4.2 Linux 文件及文件系统 | 68 |
| 4.3 Linux 常用操作命令 | 71 |
| 4.4 Debian(Ubuntu)常用命令 | 79 |
| 4.4.1 设置 apt 源 | 79 |
| 4.4.2 常用命令 | 80 |
| 4.5 vi 使用入门 | 81 |
| 4.5.1 进入 vi | 81 |
| 4.5.2 退出 vi | 82 |
| 4.5.3 基本编辑 | 82 |
| 4.5.4 vi 常用指令表 | 82 |
| 本章小结 | 84 |
| 第 5 章 Linux 程序设计预备知识 | 85 |
| 5.1 C 语言基础回顾 | 85 |
| 5.1.1 数据类型 | 85 |
| 5.1.2 运算符和表达式 | 86 |
| 5.1.3 程序流程控制 | 87 |
| 5.1.4 数组 | 91 |
| 5.1.5 函数 | 92 |
| 5.1.6 指针 | 93 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 5.1.7 位操作 | 93 |
| 5.2 常用数据结构 | 95 |
| 5.2.1 链表 | 95 |
| 5.2.2 哈希表 | 99 |
| 5.3 常用 C 库函数 | 100 |
| 本章小结 | 104 |
| 第 6 章 Linux Shell 程序设计 | 105 |
| 6.1 Shell 概述 | 105 |
| 6.1.1 什么是 Shell | 105 |
| 6.1.2 Shell 历史和常见的 Shell | 106 |
| 6.1.3 Shell 的元字符(通配符) | 107 |
| 6.1.4 创建和执行 Shell 程序 | 108 |
| 6.2 Shell 程序设计的语法 | 109 |
| 6.2.1 变量 | 109 |
| 6.2.2 条件测试 | 112 |
| 6.2.3 条件语句 | 114 |
| 6.2.4 循环语句 | 116 |
| 6.2.5 函数 | 119 |
| 6.2.6 杂项命令 | 120 |
| 6.3 Shell 应用实例 | 120 |
| 6.3.1 软件安装脚本 | 121 |
| 6.3.2 歌曲管理程序 | 122 |
| 本章小结 | 126 |
| 第 7 章 Linux C 程序设计 | 127 |
| 7.1 GCC 概述 | 127 |
| 7.1.1 GCC 简介 | 127 |
| 7.1.2 编译一个简单的 C 程序 | 129 |
| 7.1.3 Makefile | 130 |
| 7.1.4 gdb 调试器 | 135 |
| 7.2 Linux 进程 | 138 |
| 7.2.1 查看 Linux 进程 | 138 |
| 7.2.2 启动 Linux 进程 | 139 |
| 7.2.3 Linux 进程相关程序设计 | 140 |
| 7.3 Linux 信号 | 142 |
| 7.4 文件操作 | 146 |
| 7.4.1 简介 | 146 |

| | | |
|--------------|--------------------------|------------|
| 7.4.2 | 文件操作例子 | 149 |
| 7.5 | 消息队列、信号量和共享内存 | 150 |
| 7.5.1 | 消息队列 | 151 |
| 7.5.2 | 信号量 | 155 |
| 7.5.3 | 共享内存 | 158 |
| 7.6 | Linux 网络编程 | 161 |
| 7.6.1 | 网络体系结构简介 | 161 |
| 7.6.2 | 网络编程简介 | 163 |
| 7.6.3 | Socket 编程流程 | 164 |
| 7.6.4 | 网络编程例子 | 169 |
| 7.7 | Linux 应用程序调试技术 | 175 |
| 7.7.1 | 打印语句 | 175 |
| 7.7.2 | strace 命令 | 177 |
| 7.7.3 | memwatch | 179 |
| 7.8 | Linux 驱动程序设计 | 180 |
| 7.8.1 | 驱动程序设计概述 | 180 |
| 7.8.2 | 驱动程序例子 | 184 |
| | 本章小结 | 188 |
| 第 8 章 | 嵌入式 Linux 应用设计 | 189 |
| 8.1 | 嵌入式开发环境的搭建 | 189 |
| 8.1.1 | 嵌入式交叉编译环境的搭建 | 189 |
| 8.1.2 | 超级终端和 Minicom 配置及使用 | 190 |
| 8.1.3 | 下载映像文件到开发板 | 195 |
| 8.2 | BootLoader 应用设计 | 196 |
| 8.2.1 | BootLoader 概述 | 196 |
| 8.2.2 | VIVI 简介 | 197 |
| 8.2.3 | VIVI 移植主要步骤 | 199 |
| 8.3 | 内核移植 | 201 |
| 8.3.1 | Linux 内核文件结构 | 201 |
| 8.3.2 | Linux 内核移植 | 202 |
| | 本章小结 | 202 |
| 第 9 章 | 嵌入式操作系统典型应用——手机开发 | 203 |
| 9.1 | 手机开发概述 | 203 |
| 9.2 | 搭建开发环境 | 204 |
| 9.3 | 应用程序开发和内核开发 | 205 |
| 9.3.1 | 应用程序开发 | 205 |

| | |
|---|-----|
| 9.3.2 内核开发..... | 212 |
| 本章小结..... | 213 |
| 附录 A $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 中使用的数据类型 | 214 |
| 附录 B $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的 PC 显示函数 | 215 |
| 附录 C 常用 Linux C 函数 | 218 |
| 参考文献..... | 235 |

本章将介绍嵌入式系统和嵌入式操作系统的基础知识,通过学习这些基础知识,可以快速了解本书的框架。同时,本章还提供了嵌入式操作系统的学习路径参考,读者可以基于该路径设计适合自己的学习路径。

本章主要内容:

- 嵌入式系统概述
- 嵌入式操作系统概述
- 嵌入式操作系统的学习路径

1.1 嵌入式系统概述

嵌入式系统的定义是:以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、适用于应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。可以看出,嵌入式系统的特点是基于特定的应用,往往要根据具体的应用需求进行规划和设计。下面我们通过学习嵌入式系统的发展历史、特点及发展前景和趋势来进一步了解嵌入式系统。

1.1.1 嵌入式系统的发展历史

20世纪70年代,微处理器的出现,计算机发生了历史性的变化。以微处理器为核心的微型计算机以其小型、价廉、高可靠性特点,迅速从计算机机房走进了各种设备的控制单元中。这些微型机嵌入到某些应用场合中固定的设备当中,实现了对这些设备的智能化控制。例如,将微控制器配置上各种外围接口电路,安装到纺织机械设备中,对纺织生产过程进行控制,对生产的纱线、布料等进行缺陷检测等。很明显,这种形式的计算机与传统观念中在机房的通用计算机是有所区别的。为了区别于原有的通用计算机系统,把嵌入到某些设备中,实现这些对象的智能化控制的计算机,称作嵌入式计算机系统。

由于嵌入式计算机系统要嵌入到对象中,实现对对象的智能化控制,因此,它有着与通用计算机系统完全不同的技术要求与技术发展方向。嵌入式计算机系统的技术要求是对象的智能化控制能力;技术发展方向是与对象系统密切相关的嵌入性能、控制能力与控

制的可靠性。

如果说微型机的出现,使计算机进入到现代计算机发展阶段,那么嵌入式计算机系统的诞生,则标志了计算机进入了通用计算机系统与嵌入式计算机系统两大分支并行发展时代。

20世纪末,嵌入式系统所基于的硬件架构由与通用计算机相同的CPU+芯片组逐渐转变为单芯片架构,这个结果是应用需求所必然导致的。基于单芯片的嵌入式系统具有结构简单、设计难度低等优点。这种转变大大拓宽了嵌入式系统的应用领域。

1.1.2 嵌入式系统的特点

嵌入式系统发展到目前,具备了许多与通用计算机系统不同的特点,了解嵌入式系统的特点有利于我们更好地学习它。嵌入式系统的特点主要包括以下5点。

(1) 嵌入式系统是系统资源受限的系统。嵌入式系统通常专用于某一特定应用领域,其硬件资源不会像通用计算机那样丰富。一般的嵌入式系统只有几十兆或者更少的内存和闪存存储器,处理能力也很有限(普通手持设备的处理器主频典型值为200~400MHz),同时系统外设的类型和功能也很有限。

(2) 嵌入式系统有实时约束。嵌入式系统对于外部事件的发生要能够及时地进行响应。实时性要求一般分为时间敏感性约束和时间关键性约束两类。如果当前操作是受时间关键性约束的,它必须在某个时间范围内完成,否则由其控制的功能就会失效。控制车辆稳定行使的控制系统就是个很好的实例。如果反馈速度不够快,其控制算法就会失效,车辆可能会失控。而时间敏感性操作则以平和得多的方式处理超时引起的后果。例如,一台扫描仪平均处理周期从10秒延长到15秒,后果不过是扫描速度从每分钟6页下降到每分钟4页。

(3) 嵌入式系统要有较高的可靠性和稳定性。嵌入式系统与具体应用有机地结合在一起,与产品关系密切,升级换代也是和具体产品同步进行的。而应用于一些关键性产品的嵌入式系统要求具有很高的可靠性和稳定性。总的来说,嵌入式系统对故障的容忍要比通用计算机差得多。例如,航天飞船的嵌入式控制系统一旦发生故障,可能会发生灾难性的后果。这绝不像通用计算机那样,通过重启就可以解决问题。此问题的解决有两条途径:一种是通过一些机制,例如看门狗,来使失去控制后的系统重新开始正常运行;另一种是采用具有较高可靠性的操作系统。

(4) 嵌入式系统大多要求低功耗。许多嵌入式系统往往工作时间比较长,但是又无法像通用计算机那样有充足的电源供应,低功耗方式就成为嵌入式系统解决这对矛盾的有效途径。低功耗方式使嵌入式系统在大部分时间内处于“睡眠模式”,只有出现某些外部事件才能唤醒它。

(5) 嵌入式系统开发需要专用工具和特殊方法。嵌入式系统不像通用计算机那样有了计算机就可以进行应用开发。其本身不具备开发功能,必须要有一套与该系统相配套的开发工具和开发软件。这些工具和环境一般基于通用计算机上的软硬件设备以及各种逻辑分析仪、混合信号示波器等。开发时往往有主机和目标机的概念,主机用于程序的开发,目标机作为最后的执行机,开发时需要交替结合进行。

1.1.3 嵌入式系统的发展前景和趋势

嵌入式系统在近年来得到了快速的发展,其应用领域也不断扩宽,越来越多的新产品或者产品的更新形式中都嵌入了嵌入式系统。与此同时,嵌入式系统的应用基础也得到了不断的扩宽,应用于嵌入式系统的处理器种类不断增多,应用于嵌入式系统的硬件组成方式也在不断革新,这也导致嵌入式系统的定义不断被更新。嵌入式系统的发展前景主要包括以下3点。

(1) 主流技术将逐渐向嵌入式系统渗透。嵌入式系统市场虽然早就引起诸多国际IT大厂商的关注,但是由于应用种类多,面向的用户情况各不相同,很多年没有得到与通用计算机相同的重视,其中包含的技术更新较慢,很多主流技术都没有得到应用,但是随着嵌入式系统应用范围的扩宽以及市场的快速增长,同时也因为应用的需求,很多主流技术将逐渐渗透到嵌入式系统中。

(2) 创新应用将决定厂商的命运。嵌入式系统与通用计算机的很大不同在于,通用计算机的核心是运算能力,谁掌握了高速计算的生产能力,即半导体的最新生产工艺,谁就能在竞争中获胜,如 Intel 公司。而嵌入式系统的生命却是创新的应用,只有不断提供对客户适用的创新应用的厂商,才能在竞争中获胜,如 Apple 公司。

(3) 操作系统大显身手。随着各种应用对系统功能要求越来越高,嵌入式系统将由之前单片机+前后台系统为主发展到以 32 位处理器+嵌入式操作系统为主,作为嵌入式系统灵魂的嵌入式操作系统将大显身手。

1.2 嵌入式操作系统概述

1.2.1 嵌入式操作系统的特点

操作系统简称 OS(Operating System),负责系统的全部软、硬件资源的分配、调度工作,控制协调并发活动,它必须体现其所在系统的特征,能够通过装卸某些模块来达到系统所要求的功能。嵌入式操作系统(EOS)是指运行在嵌入式系统上的操作系统,过去它主要应用于工业控制和国防系统领域,现在其应用领域已经扩展到各种个人消费品中。随着 Internet 技术的发展、信息家电的普及与应用的微型化和专业化,嵌入式操作系统开始从单一的弱功能向高专业化的强功能方向发展。嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固态化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。嵌入式操作系统是相对于一般操作系统而言的,它除具备了一般操作系统最基本的功能,如任务调度、同步机制、中断处理、文件功能等外,还具有以下特点。

- (1) 开放性、可伸缩性的体系结构。
- (2) 强实时性。EOS 实时性一般较强,可用于各种设备控制当中。
- (3) 统一的接口。提供各种设备驱动接入。
- (4) 操作方便、简单,提供友好的图形 GUI。
- (5) 提供强大的网络功能,支持 TCP/IP 协议及其他协议,为各种移动计算设备预留

接口。

(6) 强稳定性,弱交互性。嵌入式系统一旦开始运行就不需要用户过多的干预,这就要负责系统管理的 EOS 具有较强的稳定性。嵌入式操作系统的用户接口一般不提供操作命令,它通过系统调用命令向用户程序提供服务。

(7) 固化代码。嵌入式操作系统和应用软件被固化在嵌入式系统的 ROM 中。辅助存储器在嵌入式系统中很少使用,因此,嵌入式操作系统的文件管理功能应该能够很容易地拆卸,而且支持各种内存文件系统。

(8) 更好的硬件适应性,也就是良好的移植性。

1.2.2 嵌入式操作系统的发展前景

嵌入式操作系统由开始的非主流,到逐渐受到各大厂商的重视,由数十种不同的操作系统并存、互不相干,到逐渐被几种操作系统占据大部分市场份额,出现行业联盟等,不论从技术上还是从产业的发展上都出现了一些明显的发展趋势和前景,主要表现在以下几个方面。

(1) 可伸缩性、可移植性、可剪裁性和可配置性得到加强。嵌入式系统的应用决定了嵌入式操作系统必然要有很高的灵活性,这几点都是嵌入式操作系统能更精确地被应用于具体系统上的优势,也是更能得到开发人员青睐的基础。

(2) 出现行业标准。未来将出现多种针对嵌入式操作系统的行业标准,而这些标准不会一家独大,必然存在多种标准和多种主流操作系统平台。

(3) 结构紧凑、高可用性、高可靠性。相对于通用的操作系统,嵌入式操作系统的其中一个发展方向是结构更为紧凑,同时可用性和可靠性也在提高。

(4) 支持多处理器和分布式计算。嵌入式系统的应用也扩展到原来工控机主打的工业控制场合,同时网络设备等也向功能更强、性能更高的方向发展,这也决定了嵌入式操作系统将发展到支持多处理器和分布式计算等。

(5) 可动态加载和升级软件。目前嵌入式系统的一个特点是程序固化后一般不可进行频繁的更新和加载软件,但是在很多场合下应用需求总是在不断变化的,在某些领域,嵌入式操作系统必然也会发展到支持可动态加载和升级软件。

1.2.3 几种主流的嵌入式操作系统

1. Windows CE

Windows CE 操作系统是 Windows 家族中的成员,是专门设计给掌上型电脑(HPCs)所使用的嵌入式系统环境。这样的操作系统可使完整的可携式技术与现有的 Windows 桌面技术整合工作。

Windows CE.NET 是 Windows CE 3.0 的后继产品。Windows CE.NET 为嵌入式市场重新设计,为快速建立下一代智能移动和小内存占用的设备提供了一个健壮的实时操作系统。Windows CE.NET 具备完整的操作系统特性集包和端对端开发环境,它包括了创建基于 Windows CE 的定制设备所需的一切,例如强大的联网能力、强劲的实时性和小内存体积占用以及丰富的多媒体和 Web 浏览功能。

目前,Windows CE.NET 支持 4 种微处理器家族以及仿真技术。

(1) ARM: 支持的处理器包括 ARM720T、ARM920T、ARM1020T、StrongARM、XScale。

(2) MIPS: 支持的处理器包括 MIPS II/32 with FP、MIPS II/32 without FP、MIPS 16、MIPS IV/64 with FP、MIPS IV/64 without FP。

(3) SHx: 支持的处理器包括 SH-3、SH-3 DSP、SH-4。

(4) x86: 支持的处理器包括 486、586、Geode、Pentium 系列。

2. Windows Mobile

Windows Mobile 是微软为手持设备推出的“移动版 Windows”,使用 Windows Mobile 操作系统的设备主要有手机、PDA、随身音乐播放器等。与 Windows CE 相比,Windows Mobile 更倾向于运行在需要较强的人机交互功能的设备上。Windows Mobile 操作系统有 4 种,分别是 Windows Mobile for Pocket PC Edition、Windows Mobile for Pocket PC Phone Edition、Windows Mobile for Smartphone Edition、Windows Mobile for Portable Media Centers。目前最新的版本是 Windows Mobile 6.1。

Windows Mobile 掌上电脑和手机的主流硬件配置:CPU 为 195~624MHz,主要芯片厂商有 Intel、Texas Instruments、Samsung、Qualcomm 等;内存为 64~128MB RAM(用于程序运行),128~256MB ROM(用于第三方程序及用户文件储存);显示屏分辨率为 240×320 像素或 480×640 像素,6.5 万色,2.4~3.5 英寸;扩充卡为 Micro SD 或 SD、SDHC。高端机型内置 WiFi 无线网络接收模块,GPS 卫星接收模块,FM 收音机接收模块,3G 或 3.5G 高速网络,另配有蓝牙及用于和电脑同步用的 USB 接口。

3. Symbian OS

Symbian 公司是由摩托罗拉、西门子、诺基亚等几家大型移动通信设备制造商共同出资组建的一个合资公司,专门研发手机操作系统(其研发操作系统名亦为 Symbian)。

Symbian 操作系统在智能移动终端上拥有强大的应用程序及通信处理能力,这都要归功于它有一个非常健全的核心:强大的对象导向系统、企业用标准通信传输协议以及完美的 SUN Java 语言支持。

Symbian 操作系统提供了灵活的应用界面(UI)框架,虽然小但能使开发者可以快速掌握必要的技术,同时还使手机制造商能够推出不同界面的产品。Symbian 操作系统手机可以采用多种应用界面形式,主要分为适用于支持键盘输入的 Symbian S60 系列,手写输入的 Symbian UIQ 系列以及介于前两者之间的 Symbian S80 系列。

4. Palm OS

Palm OS 是 Palm 公司开发的 32 位嵌入式操作系统,它的操作界面采用触控方式,差不多所有的控制选项都排列在屏幕上,使用触控笔便可进行所有操作。作为一套极具开放性的系统,开发商向用户免费提供 Palm 操作系统的开发工具,允许用户利用该工具在 Palm 操作系统的基础上编写、修改相关软件,使支持 Palm 的应用程序丰富多彩、应有尽有。

Palm 操作系统是一套专门为掌上电脑编写的操作系统,由于在编写时充分考虑到了

掌上电脑内存相对较小的情况,所以 Palm 操作系统本身所占的内存极小,通常只有几十 KB,因此基于 Palm 操作系统的掌上电脑虽然只有几兆内存,却可以运行众多的应用程序。

在 21 世纪初,Palm 操作系统曾经是手持设备的主流操作系统,但是由于竞争对手的崛起以及经营者的策略问题,目前 Palm 操作系统的市场份额日渐萎缩。

5. VxWorks

VxWorks 操作系统是美国 WindRiver 公司于 1983 年设计研发的一种嵌入式实时操作系统(RTOS),是 Tornado 嵌入式研发环境的关键组成部分。并凭借其良好的持续发展能力、高性能的内核及友好的用户研发环境,在嵌入式实时操作系统领域牢牢占据一席之地。

VxWorks 具有可裁剪微内核结构,高效的任务管理,灵活的任务间通信,微秒级的中断处理,支持 POSIX 1003.1b 实时扩展标准,支持多种物理介质及标准的、完整的 TCP/IP 网络协议。

VxWorks 操作系统的价格昂贵。由于操作系统本身及研发环境都是专有的,价格一般都比较贵,通常需花费 10 万元人民币以上才能建起一个可用的研发环境,对每一个应用一般还要另外收取版税。一般不提供原始码,只提供二进制代码。由于它们都是专用操作系统,需要专门的技术人员掌控研发技术和维护,所以软件的研发和维护成本都非常高。支持的硬件数量有限。目前主要是一些专用设备,如通信和网络设备的生产厂商使用。

6. eCos

eCos(embedded Configurable Operating System),即嵌入式可配置操作系统,是一个源代码开放的可配置、可移植、面向深度嵌入式应用的实时操作系统。最大特点是配置灵活,采用模块化设计,核心部分由不同的组件构成,包括内核、C 语言库和底层运行包等。每个组件可提供大量的配置选项(实时内核也可作为可选配置),使用 eCos 提供的配置工具可以很方便地配置,并通过不同的配置使得 eCos 能够满足不同的嵌入式应用要求。

7. Nucleus PLUS

Nucleus PLUS 是为实时嵌入式应用而设计的一个抢先式多任务操作系统内核,其 95%的代码是用 ANSIC 写成的,因此非常便于移植并能够支持大多数类型的处理器。该操作系统的最大特点是购买时提供全套源代码,产品在量产时也不必支付 License。这样用户可以在一个已经得到严格验证的、可靠的系统基础上根据自己的需要进行裁减和优化。从实现角度来看,Nucleus PLUS 是一组 C 函数库,应用程序代码与核心函数库连接在一起,生成一个目标代码,下载到目标板的 RAM 中或直接烧录到目标板的 ROM 中执行。在典型的目标环境中,Nucleus PLUS 核心代码区一般不超过 20KB 大小。由于采用了软件组件的方法,Nucleus PLUS 各个组件非常易于替换和复用。Nucleus PLUS 的组件包括任务控制、内存管理、任务间通信、任务的同步与互斥、中断管理、定时器及 I/O 驱动等。Nucleus PLUS 的 RTOS 内核可支持如下类型的 CPU: x86、68xxx、68HCxx、NEC V25、ColdFire、29K、i960、MIPS、SPARClite、TI DSP、ARM6/7、StrongARM、H8/

300H、SH1/2/3、Power PC、V8xx、Tricore、Mcore、Panasonic MN10200 等。

8. OSE

OSE 是瑞典 Enea 公司开发的一种模块化、高性能、全功能的实时操作系统,它针对需要最高可用性和可靠性的复杂分布式系统进行了优化。OSE 的抢占式实时响应、内存保护、监管、错误处理和运行时程序加载,使其成为构建容错分布式系统的理想工具,这些系统可提供具有五个九(Five Nines)或更高可用性的真正的确定性实时行为。

OSE 采用了高级消息传送编程模型,使复杂的应用程序更易于概念化、模块化、分区和调试。它所具有的透明度可以将应用程序与基层硬件和物理拓扑结构的详细信息分离开来,使结果代码更具可移植性和可扩展性。Enea 的 LINX 进程间通信(IPC)服务将其消息传送优势延伸到了多个处理器和操作系统中的 OSE 应用程序上。

OSE 可同时支持 ARM 和 DSP,是具有性能高、代码小和可确定性实时操作系统的家族系列,支持从基于 DSP 的基带处理到 RISC 的应用处理。OSE 提供了完全可抢占式的、事件驱动的、具有确定性实时响应的实时应用。同时提供优化的电源管理系统,延长了电池的寿命;拥有支持 Flash 的崩溃安全(Crash-Safe)的文件系统;OSE 动态下载功能使用户可以在手机使用过程中下载新版本的应用程序,从而提高了移动设备的灵活性。

OSE 的应用领域主要针对 3G 手机以及相关设备。事实上从全球范围来看,大约有超过 15%的手机和 50%左右的无线基站采用了 OSE。

9. μ C/OS-II

μ C/OS 系统是在 1992 年由美国人 Jean Labrosse 完成的,1998 年发展到 μ C/OS-II,2000 年 μ C/OS-II 得到美国航空管理局(FAA)的认证,可以用于飞行器控制系统的设计中作为典型嵌入式操作系统。 μ C/OS-II 系统应用面覆盖了诸多领域,如照相机、医疗器械、音响设备、发动机控制、高速公路电话系统、自动提款机等。 μ C/OS-II 系统的最大特点是代码小而简单,并且对学习者是全面开放的,非常适合于初学操作系统的读者学习。

10. 嵌入式 Linux

由于 Linux 的开源特点以及良好的开发氛围,在嵌入式系统兴起的过程中,逐渐有人将其应用到嵌入式系统当中,并且由于 Linux 出色的稳定性,良好的功能扩展性和可裁减性,免费使用,支持广泛的计算机硬件,包括 x86、Alpha、Sparc、MIPS、PPC、ARM、NEC、MOTOROLA 等现有的大部分芯片的特点,使得嵌入式 Linux 迅速崛起,成为嵌入式操作系统领域一个具有非常广阔发展前景的方向。除了智能数字终端领域以外,Linux 在移动计算平台、智能工业控制、金融业终端系统,甚至军事领域都有着广泛的应用前景。由于 Linux 的开放性和应用的多样性,所以出现了很多种嵌入 Linux 的分支。

(1) RT-Linux。这是由美国墨西哥理工学院开发的嵌入式 Linux 操作系统。到目前为止,RT-Linux 已经成功地广泛应用于航天飞机的空间数据采集、科学仪器测控和电影特技图像处理等领域。RT-Linux 开发者并没有针对实时操作系统的特性而重写 Linux 的内核,因为这样做的工作量非常大,而且要保证兼容性也非常困难。为此,RT-Linux 提出了精巧的内核,并把标准的 Linux 核心作为实时核心的一个进程,同用户的实