

嵌入式组件设计

——驱动·界面·游戏

王小妮 魏桂英 杨根兴 主编



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



嵌入式组件设计

——驱动·界面·游戏

王小妮 魏桂英 杨根兴 主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是嵌入式系统应用、嵌入式组件设计和嵌入式游戏设计的教材,涉及了设备驱动程序设计、控件设计、应用程序开发以及 PDA 与手机中常用功能组件和游戏的设计。内容共分 13 章。第 1 章介绍了嵌入式系统、组件设计和游戏设计基础知识。第 2 章介绍了组件开发的基本构件。第 3~7 章介绍了电话簿、系统时间、日历、智能拼音输入法及科学型计算器组件设计。第 8~13 章介绍了高炮打飞机游戏、沙壶球游戏、24 点游戏、高尔夫球游戏、五子棋游戏及拼图游戏设计。对每个设计都详细讲述了设计方法、编写要点,并包括源代码详解。本书附带光盘,其中包括源代码、课件 PPT 及相关资料,以便教师授课及读者学习。

本书可以作为高等院校有关嵌入式系统教学的本科生或者研究生的专业课教材,也可作为实验教材,也适合作为各类相关培训班的教材,还可以作为机电仪器一体化控制系统、信息电器、工业控制、手持设备、智能玩具、游戏软件等方面嵌入式应用软件开发人员的参考书及嵌入式系统爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式组件设计:驱动·界面·游戏/王小妮,魏桂英,杨根兴主编.--北京:北京航空航天大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-5124-0678-0

I. ①嵌… II. ①王… ②魏… ③杨… III. ①程序设计—教材 IV. ①TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 263485 号

版权所有,侵权必究。

嵌入式组件设计——驱动·界面·游戏

王小妮 魏桂英 杨根兴 主编

责任编辑 张冀青

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市媛明印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:25 字数:640 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0678-0 定价:52.00 元(含光盘 1 张)

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

《嵌入式组件设计——驱动·界面·游戏》涵盖了嵌入式系统开发中的设备驱动程序设计、控件设计、绘图设计和组件级编程四部分内容。其中,设备驱动程序设计包含了串行口、键盘、I/O 接口、A/D 接口、D/A 接口、液晶屏、触摸屏、USB 接口的原理介绍及驱动程序的编写;控件设计包括消息、文本框控件、列表框控件、按钮控件、窗口控件及系统时间功能部分的应用程序编写;绘图设计包括画点、线、矩形、椭圆及颜色设置和 Unicode 字库的显示;组件级编程包括基本功能组件和游戏功能组件,其中基本功能组件包括电话簿组件设计、记事本组件设计、日程表组件设计、系统时间组件设计、日历组件设计、智能拼音输入法组件设计和科学型计算器组件设计,游戏功能组件包括高炮打飞机游戏设计、沙壶球游戏设计、24 点游戏设计、高尔夫球游戏设计、五子棋游戏设计和拼图游戏设计。

本书是嵌入式系统应用程序开发的综合教程。该教程指导读者由“浅”入“深”,由“局部”到“整体”,由“不会”到“轻松驾驭”嵌入式软件开发。“浅”处教会读者怎样设计一个控件,如按钮、文本框、列表框;“深”处读者可以根据这些控件完成一项功能设计,如可以将存储卡中的 bmp 格式的位图文件名列表显示出来,通过点击可以把图形显示出来。“局部”教会读者怎样设计一个设备驱动程序,如串行口、键盘、I/O 接口、A/D 接口、D/A 接口、液晶屏、触摸屏和 USB 接口驱动程序;“整体”是指读者可以根据这些设备驱动程序,把一个完全的“裸”硬件平台,通过一点点加驱动程序,使它慢慢变成一个可以让读者操作的嵌入式设备。“不会”是现在学习了好长时间嵌入式开发的学生对自己学完后的评价,即使已经学过了嵌入式系统及应用课程,或者也翻阅了好多嵌入式相关书籍,但开发水平却一直停滞不前。其主要原因就是实践不够,嵌入式系统的开发不是“学”出来的,而是“用”出来的,是需要不断编程、下载,通过多个实例摸索实践出来的;“轻松驾驭”就是指通过本书中组件设计引用的实例及编程思想的剖析、源代码的解读,及大量代码的阅读、实践,读者很容易在这其中找到设计灵感,找到嵌入式开发的乐趣,完成属于自己的嵌入式系统应用程序设计。

本书的内容适合作为“嵌入式软件开发”、“嵌入式驱动程序设计”、“嵌入式组件设计”和“嵌入式游戏开发”课程的教材。

本书由王小妮、魏桂英、杨根兴主编,北京信息科技大学的徐英慧老师和李雪峰、段志勇、解杨、刘嘉、武涛、杨达、罗欧、张波龙、张皓旻、张坤、张杨等同学参与编写,全书由王小妮统稿。本书作者从事嵌入式教学多年,先后主讲过“嵌入式操作系统”、“嵌入式组件设计”、“计算机组成原理与结构”、“ARM 体系结构与编程”、“嵌入式系统及其应用”等多门嵌入式方面相关课程,主持并参与了多项嵌入式方面校及市教委课题。

在本书的编写过程中,得到了北京航空航天大学出版社和北京信息科技大学理学院的大力支持,在此表示衷心感谢!北京博创兴盛科技有限公司在本书的策划过程中起了很大的促进作用,在此也表示衷心的感谢!本书由北京市教委科技发展计划面上项目(KM201110772018)支持编写。

由于作者水平有限,不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

北京信息科技大学

2011 年 9 月

目 录

第1章 概 述	1
1.1 嵌入式系统概念	1
1.1.1 嵌入式系统的基本概念	1
1.1.2 嵌入式系统的特点	2
1.1.3 嵌入式系统的技术特点	3
1.1.4 嵌入式系统的硬件结构	4
1.1.5 嵌入式操作系统简介	5
1.1.6 嵌入式产品及发展	7
1.1.7 掌上电脑及笔记本电脑	9
1.1.8 PDA	12
1.1.9 嵌入式关键技术	13
1.2 组件设计概述	14
1.3 游戏设计概述	15
1.3.1 游戏介绍	15
1.3.2 游戏在嵌入式系统下的发展	19
1.3.3 游戏策划	20
1.3.4 游戏功能和关键技术	21
1.4 开发平台介绍	21
1.4.1 开发板硬件资源	21
1.4.2 嵌入式系统开发流程	23
1.5 软件介绍	23
1.5.1 ADS1.2 开发环境	23
1.5.2 超级终端设置	28
1.5.3 映像文件下载方法	29
1.5.4 数据文件下载	31
1.5.5 Source Insight 简介	33
1.6 练习题	33
第2章 基于嵌入式组件的应用程序设计	35
2.1 基于组件开发	35
2.2 组件分类	35
2.3 外设组件设计范例	36
2.3.1 串行口组件设计	36



2.3.2	键盘组件设计	45
2.3.3	I/O 接口组件设计	50
2.3.4	A/D 接口组件设计	55
2.3.5	D/A 接口组件设计	66
2.3.6	液晶屏组件设计	70
2.3.7	触摸屏组件设计	75
2.3.8	USB 接口组件设计	81
2.4	控件组件设计范例	82
2.4.1	系统的消息循环	82
2.4.2	文本框控件的使用	84
2.4.3	列表框控件的使用	85
2.4.4	按钮控件的使用	87
2.4.5	窗口控件的使用	89
2.4.6	系统时间功能	91
2.5	绘图组件设计范例	94
2.5.1	绘图功能	94
2.5.2	系统图形功能	97
2.5.3	Unicode 字库的显示	99
2.6	组件级设计范例	101
2.6.1	电话簿组件	101
2.6.2	系统时间组件	101
2.6.3	日历组件	101
2.6.4	智能拼音输入法组件	101
2.6.5	科学型计算器组件	102
2.6.6	高炮打飞机游戏	102
2.6.7	沙壶球游戏	102
2.6.8	24 点游戏	102
2.6.9	高尔夫球游戏	102
2.6.10	五子棋游戏	103
2.6.11	拼图游戏	103
2.7	练习题	103
第 3 章	电话簿组件设计	104
3.1	引言	104
3.2	电话簿组件编程思想	105
3.2.1	总体设计	105
3.2.2	详细设计	105
3.3	记事本组件设计	116
3.3.1	功能说明	116

3.3.2 编程思想	117
3.4 日程表组件设计	118
3.4.1 功能说明	118
3.4.2 编程思想	118
3.5 练习题	119
第4章 系统时间组件设计	120
4.1 引 言	120
4.2 系统时间设计编程思想	121
4.2.1 总体设计	121
4.2.2 详细设计	122
4.3 世界时间设计	127
4.3.1 功能说明	127
4.3.2 编程思想	128
4.4 练习题	130
第5章 日历组件设计	131
5.1 引 言	131
5.2 编程思想	132
5.2.1 总体设计	132
5.2.2 详细设计	133
5.3 阴阳历转换设计	136
5.3.1 功能说明	136
5.3.2 编程思想	137
5.4 练习题	142
第6章 智能拼音输入法组件设计	143
6.1 引 言	143
6.2 字库设计编程思想	145
6.2.1 总体设计	145
6.2.2 详细设计	147
6.3 智能拼音输入法算法设计编程思想	157
6.3.1 总体设计	157
6.3.2 详细设计	158
6.4 练习题	182
第7章 科学型计算器组件设计	183
7.1 引 言	183
7.2 编程思想	183



7.2.1 总体设计	183
7.2.2 详细设计	184
7.3 计算器科学功能和附加功能	197
7.3.1 功能说明	197
7.3.2 编程思想	198
7.4 练习题	205
第8章 高炮打飞机游戏设计	206
8.1 引言	206
8.2 编程思想	206
8.2.1 总体设计	206
8.2.2 详细设计	208
8.3 算法详解	220
8.3.1 物体的变速运动算法	221
8.3.2 碰撞检测算法	223
8.4 练习题	223
第9章 沙壶球游戏设计	224
9.1 引言	224
9.2 编程思想	225
9.2.1 总体设计	225
9.2.2 数学建模	226
9.2.3 详细设计	228
9.3 实现镂空图	255
9.4 碰撞检测及碰撞后的行为处理	256
9.5 练习题	258
第10章 24点游戏设计	259
10.1 引言	259
10.2 编程思想	259
10.2.1 总体设计	259
10.2.2 计算机出题玩家计算详细设计	261
10.2.3 玩家出题计算机计算详细设计	274
10.3 练习题	281
第11章 高尔夫球游戏设计	282
11.1 引言	282
11.2 编程思想	282
11.2.1 总体设计	282

11.2.2 各模块设计·····	284
11.2.3 详细设计·····	284
11.3 关键技术·····	304
11.3.1 加速图像显示技术·····	304
11.3.2 镂空动画技术·····	306
11.4 练习题·····	308
第 12 章 五子棋游戏设计 ·····	309
12.1 引 言·····	309
12.2 编程思想·····	309
12.2.1 总体设计·····	309
12.2.2 详细设计·····	312
12.3 算法详解·····	325
12.3.1 普通难度算法·····	325
12.3.2 高级难度算法·····	326
12.4 问题和解决方法·····	334
12.4.1 触摸屏定位问题·····	334
12.4.2 棋子制作问题·····	335
12.4.3 文件问题·····	337
12.4.4 按钮机制问题·····	337
12.4.5 函数、变量命名问题 ·····	339
12.5 练习题·····	339
第 13 章 拼图游戏设计 ·····	340
13.1 引 言·····	340
13.2 编程思想·····	341
13.2.1 总体设计·····	341
13.2.2 详细设计·····	342
13.3 算法详解·····	350
13.3.1 图片切割算法·····	350
13.3.2 打乱算法·····	353
13.3.3 移动算法·····	357
13.4 练习题·····	359
附录 常用函数 ·····	360
光盘说明 ·····	387
参考文献 ·····	388

第1章 概述

本章应掌握嵌入式系统的基本概念、特点以及嵌入式操作系统的概念和特点,基本掌握嵌入式系统软硬件技术及嵌入式产品种类划分、应用范围及其发展趋势。了解嵌入式产品中的典型产品(如掌上电脑、笔记本电脑和 PDA),包括基本概念、基本功能及市场前景;深入了解嵌入式系统中的关键技术及开发过程中应注意的问题。

嵌入式系统在人们的印象中多应用在工业控制领域以及智能机器人,但随着移动通信以及智能家电、网络家电的发展,嵌入式系统的应用越来越广。

1.1 嵌入式系统概念

1.1.1 嵌入式系统的基本概念

嵌入式系统是计算机技术、通信技术、半导体技术、微电子技术、语音图像数据传输技术,甚至传感器等先进技术和具体应用对象相结合后的更新换代产品。它是以应用为中心,以嵌入式计算机为技术核心,软硬件可裁剪的,适用于对功能、可靠性、成本、体积和功耗等综合性具有严格要求的专用计算机系统。多年来,嵌入式系统一直被广泛应用于各种设备当中,大到车、船和卫星,小到家用电器。

嵌入式系统通常由嵌入式处理器、嵌入式操作系统、嵌入式外围设备和嵌入式应用软件等部分组成,用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。

1. 嵌入式处理器

嵌入式处理器是嵌入式系统的核心部件。目前据不完全统计,全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过 1 000 多种,流行体系结构有三十几个系列。嵌入式处理器可以分为嵌入式微控制器(Micro Controll Unit, MCU)、嵌入式数字信号处理器(Embedded Digital Signal Processor, EDSP)、嵌入式微处理器(Embedded Micro Processor Unit, EMPU)和嵌入式片上系统(System On Chip, SOC)几类。

嵌入式处理器具有以下特性:对实时多任务有很强的支持能力;具有功能很强的存储区保护功能;可扩展的处理器结构;功耗很低,尤其适用于便携式无线及移动的计算和通信设备中靠电池供电的嵌入式系统。嵌入式处理器具有高集成、高可靠、功能强、成本低的优点。与传统的 X86 相比,精简指令集的 ARM 产品无论是在系统构架、运算速度、系统功耗,还是在应用成本方面都更能体现较明显的优势。

选择处理器时要考虑的主要因素有:调查上市的 CPU 供应商;考虑处理器的处理速度、处理器的低功耗、处理器的软件支持工具,以及处理器是否内置调试工具,处理器供应商是否提供评估板以及技术指标等。



2. 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统是嵌入式系统应用的核心,完成嵌入式应用的任务调度和控制等核心功能。嵌入式操作系统控制着应用程序编程与硬件的交互。它以尽量合理有效的方法组织多个用户共享嵌入式系统的各种资源。嵌入式软件开发要想走向标准化,为了合理地调度多任务,利用系统资源,就必须使用多任务的操作系统。嵌入式操作系统不同于一般意义的计算机操作系统,它有占用空间小、执行效率高、方便进行个性化定制和软件要求固化存储等特点。目前,国外商品化的嵌入式实时操作系统,已进入我国市场的有 WindRiver、Microsoft、QNX 和 Nucleus 等产品。但是这些产品的造价都十分昂贵,用于一般用途会提高产品成本从而失去竞争力。而 μ C/OS 和 μ Clinux 操作系统,是当前得到广泛应用的两种免费且公开源码的嵌入式操作系统。为了合理地调度多任务,利用系统资源、系统函数以及和专家库函数接口,用户必须自行选配嵌入式实时操作系统开发平台,这样才能保证程序执行的实时性、可靠性,并减少开发时间,保障软件质量。

3. 嵌入式外围硬件设备

嵌入式系统的硬件组成除了包括中心控制部件嵌入式系统处理器外,还有内存、输入输出装置以及一些扩充装置开关、按钮、传感器、模/数转换器、控制器、LED(发光二极管)等嵌入式外围硬件设备。嵌入式硬件环境是整个嵌入式操作系统和应用程序运行的硬件平台,不同的应用通常有不同的硬件环境。硬件平台的多样性是嵌入式系统的一个主要特点。

4. 嵌入式应用程序

嵌入式应用程序基于相应的嵌入式硬件平台运行于操作系统之上,利用操作系统提供的机制完成特定功能的嵌入式应用,控制着系统的运作和行为。不同的系统需要设计不同的嵌入式应用程序。在嵌入式系统的软件开发过程中,采用 C 语言将是最佳和最终的选择,另外还需要会使用汇编语言和 Java 语言。在设计嵌入式应用软件时,不仅要保证准确性、安全性、稳定性以满足应用要求,还要尽可能地优化。

1.1.2 嵌入式系统的特点

嵌入式系统应具有以下特点:

1. 系统内核小

嵌入式系统一般应用于小型电子设备,系统资源相对有限,所以内核比传统的操作系统要小得多。

2. 专用性强

嵌入式系统的软件和硬件结合非常紧密,一般要针对硬件进行系统的移植。即使在同一品牌的产品中也需要根据系统硬件的变化不断进行修改。

3. 高可靠性

高可靠性指系统的正确性,即系统所产生的结果都是正确的,以及系统的健壮性。当系统出现了错误,或者与预先假定的外部环境不符合时,系统仍然可以处于可控状态下,而且可以安全地带错运行。

4. 系统精简

嵌入式系统不要求其功能设计及实现上过于复杂,这样利于控制系统成本,同时也利于实

现系统安全。

5. 面向特定应用,一般都有实时要求

嵌入式软件要求固态存储,以提高速度。软件代码要求高质量、高可靠性和实时性。

6. 嵌入式系统开发需要专门的开发工具和环境

由于嵌入式系统本身不具备自主开发能力,即使设计完成以后,用户通常也是必须有一套开发工具和环境才能进行开发。

1.1.3 嵌入式系统的技术特点

1. 微内核结构

嵌入式系统一般配有操作系统。操作系统分为内核层与应用层两个层次。内核仅提供基本功能,建立及管理进程;I/O、文件系统由应用层完成。

微内核结构仅提供基本的功能,如任务调度、通信及同步、内存管理和对外管理等。其他属于应用组件,如网络功能、文件系统和 GUI 等,系统可裁剪,即用户可选择需要的组件。

2. 任务调度

在嵌入式系统中,大多数嵌入式操作系统支持多任务,即多线程。

多任务运行,靠 CPU 在多个任务之间进行切换、调度,每个任务都有优先级。不同任务的优先级不同,调度方式可分为三种:不可抢占式调度、可抢占式调度和时间片轮转调度。

不可抢占式调度:一旦某个任务获得 CPU,就独占 CPU,除非某种原因(如任务完成、等待资源),它才放弃 CPU。

可抢占式调度:基于任务优先级,当前运行的任务,随时可让位于优先级更高的处于就绪态的任务。

时间片轮转调度:当两个以上的任务优先级相同时,一个任务在用完自己的时间片后就将 CPU 让位于同优先级的另一个任务。

嵌入式系统的大多数操作系统采用的方式是:优先级不同时,采用抢占式调度法;而优先级相同时,采用时间片轮转调度法。

3. 硬实时系统与软实时系统

一般嵌入式系统对时间要求较高,即要求在较短的时间内,对提交的任务做出响应,称之为实时系统。

硬实时系统对响应时间有严格要求,软实时系统可在较宽时间范围内完成。

4. 内存管理

大多数嵌入式系统存储器采用实地址管理模式,这样存储保护技术也相应降低。然而,随着嵌入式技术的发展及需求的牵引,近来不少嵌入式系统中也在加强存储管理,引入虚拟存储器概念和 MMU(存储器管理单元),同时也在加强存储保护。

5. 内核加载方式

操作系统内核既可在 FLASH 中运行,也可在片内 RAM 中运行。一般在片内 RAM 中运行可获得更快的速度。但 RAM 是易失性的,故无论内核还是应用程序,都应放在 FLASH 中。因此在实际加载时,就存在两种方式:一种是在 FLASH 中直接运行;另一种是运行 FLASH 中的加载程序,将内核装入片内 RAM 中,然后再运行装入 RAM 的内核。



1.1.4 嵌入式系统的硬件结构

与一般计算机硬件结构相同,一个嵌入式系统,其硬件结构也包含了嵌入式处理器、外围电路和外设三部分。

1. 嵌入式处理器

嵌入式处理器可以分为下面几类:

1) 嵌入式微控制器 MCU(Micro Control Unit)

嵌入式微控制器的典型代表是单片机,目前 8 位的单片机在嵌入式设备中仍然有着极其广泛的应用。单片机就是将整个计算机的主要硬件电路集成到一个芯片上。在芯片上集成了 ROM/EPROM/FLASH(只读存储器/可擦除只读存储器/FLASH 存储器)、RAM(随机存储器)、BUS(总线)、T/C(定时器/计数器)、Watchdog(监督定时器)、I/O(输入/输出)、SIO(串行输入/输出)、PWM(脉宽调制器)、ADC(模/数转换器)、DAC(数/模转换器)等。有些产品还支持 LCD 控制,如一些 32 位机。

嵌入式微控制器的优点是单片化、体积小,从而使功耗和成本下降,可靠性提高。

2) 嵌入式微处理器 EMPU(Embedded Micro Processor Unit)

嵌入式微处理器由通用计算机中的 CPU 演变而来,将其放在专用板(单板计算机)上,与存储器、总线外设放在一块板上,如火柴盒或名片般大。与计算机处理器不同的是,在实际嵌入式应用中,只保留和嵌入式应用紧密相关的功能硬件,以最低的功耗和资源实现嵌入式应用的特殊要求。

EMPU 功耗低,成本低,体积小,可靠性高,但片内无 ROM 和 RAM。因此,在实际应用中,要使用接口电路外扩存储器及输入/输出电路。这样又会增加体积,降低可靠性。

3) 嵌入式数字信号处理器 EDSP(Embedded Digital Signal Processor)

嵌入式数字信号处理器是专门用于信号处理方面的处理器,其指令系统经特殊设计,有利于信号处理。

这种产品的形成源于两个渠道:一是通过加外围电路及功能部件将 DSP 系统单片化;二是将单片机 DSP 化。这种产品应用前途非常宽广,在数字滤波、FFT、波谱分析等各种仪器上 DSP 都获得了大规模的应用。嵌入式系统智能化,语音压缩、解压,图像处理等许多领域内都有信号处理的需求。

目前,应用比较广泛的嵌入式数字信号处理器是 TI 公司的 TMS320C2000/C5000 系列,另外 Intel 公司的 MCS-296 和 Simens 公司的 TriCore 也有各自的应用范围。

4) 嵌入式片上系统 SOC(System On Chip)

嵌入式片上系统集成了许多功能模块,将各功能模块做在一个芯片上。嵌入式片上系统分为通用类 SOC 和专用类 SOC。通用类 SOC 为 IP Core 内核(知识产权核),而专用类 SOC 采用 FPGA 研发,用于某一个专门领域,如 RSA 算法。

SOC 最大的特点是成功实现了软硬件无缝结合,直接在处理器片内嵌入操作系统的代码模块。FPGA 在这一方面迅速发展,其用 VHDL 硬件描述语言开发一些系统,如视频控制器等。SOC 芯片也将在声音、图像、影视、网络及系统逻辑等应用领域中发挥重要作用。

在众多嵌入式处理器中,ARM 公司的 ARM RISC 架构微处理器在嵌入式系统市场中起着重要的作用,如今 ARM 公司在 32 位的嵌入式系统微处理器领域占有率高达 76.8%。

下面介绍 ARM 嵌入式处理器体系结构。

1) ARM(Advanced RISC Machines)介绍

ARM 公司是知识产权供应商,是设计公司,其本身不生产芯片,而是转让设计许可,由合作伙伴公司来生产各具特色的芯片。基于 ARM 的 16/32 位微处理器市场占有率目前已达到 80%,世界上绝大多数 IC 制造商都推出了自己的 ARM 结构芯片。

ARM 32 位嵌入式 RISC(Reduced Instruction Set Computer)处理器在世界范围内应用非常广泛,占据了低功耗、低成本和高性能的嵌入式系统应用领域的领先地位。ARM 已成为移动通信、手持计算、多媒体数字消费等嵌入式解决方案的 RISC 标准。

ARM 的特点:耗电少,成本低,功能强;16 位/32 位双指令集;全球众多合作伙伴,保证芯片供应(如三星、Atmel 公司等)。

ARM 系列:ARM7,ARM9,ARM9E,ARM10 及 SecurCore。

2) ARM9TDMI 处理器核

T——带 16 位压缩指令集 Thumb;

D——在线片上调试(debug),允许处理器响应调试和请求暂停;

M——增强型乘法器(multiplier),可产生 64 位乘法结果;

I——嵌入式 ICE 硬件,提供片上断点及调试点支持。

ARM 是一个硬件十分复杂的 CPU,各不同厂商为了各种不同的用途,开发了不同的机器,如 AT91 的一系列产品。

2. 外围电路

一般在一个嵌入式单片机系统中,除了含有内核外,还含有一些外围电路,如通用 I/O,ADC,PWM,T/C,DMA,甚至有些芯片中还含有 LCD 控制器。作为嵌入式系统的微处理器,ARM 在其自身设计中,仅带一个 ARM 内核,但各厂家在实现其结构时无一例外地都加进了外围电路。

3. 外 设

系统外围设备的硬件部分主要包括液晶显示屏(LCD、触摸屏)、USB 通信模块、网络接口模块、键盘、海量 FLASH 存储器、系统的时钟和日历。这些硬件部分是保证系统实现特定任务的最底层的部件。

1.1.5 嵌入式操作系统简介

1. 嵌入式操作系统的基本概念和特点

嵌入式操作系统是嵌入式系统的核心,它的出现大大提高了嵌入式系统的开发效率,减少了总开发工作量,提高了嵌入式系统的可移植性,扩大了系统的可靠性与功能。

如前所述,嵌入式操作系统采用微内核,将许多功能以库的形式提供给用户,这样就可以通过 API 来实现多功能。

与一般操作系统相比,嵌入式操作系统具有以下特点:

1) 具有更好的硬件适应性

由于芯片发展快,要求嵌入式操作系统有良好的移植性,支持多种开发平台。每一种处理器都有编译器、连接器、调试器、加载工具、测试工具等工作平台,从而形成从开发到调试的一



体化支持。

2) 要求占有较少的硬件资源

- 嵌入式系统一般比较小巧,体积小、不带磁盘,以 FLASH 为外存。
- 单用户系统。
- 可装载和卸载软硬件,软件可裁剪。
- 固化代码,将所有代码,含操作系统及应用软件都固化到 FLASH 中。
- 具有高可靠性。
- 高端嵌入式系统要求支持 TCP/IP 协议或其他协议。
- 实时性。将实时性作为一个重要的因素来考虑,用各种方法来满足实时性的要求。一般而言,可产生中断,在中断期间发出消息,再由操作系统调用相应的任务管理程序来完成消息指定的任务。

2. 嵌入式操作系统简介

嵌入式操作系统的内核至少含有以下几个部分:

1) 任务调度

任务的状态有运行、就绪、等待等几种。调度是指哪一个进程占有 CPU,例如基于优先级抢占式的调度算法。任务调度就是遵循一定的原则,使多个任务共同使用同一处理机的过程。这个过程主要是通过通过对任务控制块的管理来实现的。

备份调度算法:调度程序的调用是由特定事件引起的,这种典型事件有三种,分别是进程创建、进程删除及时钟滴答。

与通用操作系统的不同之处,主要在于两种调度策略:

- ① 静态表驱动方式,其调度器开销少。
- ② 固定优先级抢占式调度方式,这是大多数采用的方式。

2) 内存管理

采用简单静态存储分配策略,进程数量、内存数量均静态可知。

3) 中 断

外部事件及 I/O 请求都采用了中断方式。中断期间发消息至某个进程。

4) API

嵌入式操作系统通过系统调用与用户交互,它所提供的系统调用在数量及功能上各不相同。

3. 目前最流行的嵌入式操作系统

- (1) 从 PC 机上向下移植嵌入式操作系统,如 Windows CE,Java OS,Inferno OS。
- (2) 嵌入式软件独立开发,如 Vxworks,pSOS,QNX,Nucleus。
- (3) 开源代码的操作系统,如 Linux, μ C/OS-II 等,这些操作系统是免费的。

选用合适的操作系统应考虑以下几点:

- 操作系统的硬件支持;
- 开发工具的支持程度;
- 能否满足应用需求。

嵌入式操作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、高速公路电话系统和自动提款机等。

广义而言,可将计算机技术作为一种技术,嵌入到应用系统中,计算机技术又经常是一种核心技术。对一般用户而言,嵌入式系统是透明的。

1.1.6 嵌入式产品及发展

嵌入式系统的应用前景是非常广泛的,随着后 PC 时代的到来,人们将会无时无刻不接触到嵌入式产品。嵌入式系统几乎进入到了生活中的所有电器设备,如信息家电、网络设备、工业控制设备等。

1. 嵌入式产品

嵌入式产品种类很多,可分为消费电子、网络设备、办公自动化、工业控制、仪器仪表、医疗电子和军事国防等。手机、PDA、掌上电脑均属于手持的嵌入式产品;网络化的电视机、电冰箱、微波炉、电话机均属于消费电子类嵌入式产品;路由器、交换机均属于网络设备类嵌入式产品;还有车辆、智能仪表、工业控制设备等嵌入式产品。随着国内外各种嵌入式产品的推广和开发,嵌入式技术将与人们的生活越来越紧密。

1) 消费电子类嵌入式产品

消费电子类嵌入式产品指所有能提供信息服务或通过网络系统交互信息的消费类电子产品。随着后 PC 时代的到来,消费电子类嵌入式产品包括信息家电、智能玩具、通信设备和移动存储产品,如图 1.1 所示。家用电器将向数字化和网络化发展,电视机、电冰箱、微波炉、电话机等都将嵌入计算机,并通过家庭控制中心与 Internet 连接,转变为智能网络家电。这些产品一般都具有信息服务功能,如:网络浏览、视频点播、文字处理、电子邮件、个人事物管理等,还可以实现远程医疗,远程教育等,简单易用、价格低廉、维护简便。手持便携设备类嵌入式产品如手机、PDA 和掌上电脑等。我国手机用户在世界上最多,而 PDA、掌上电脑由于易于使用,携带方便,价格便宜,因此具有巨大的市场发展潜力。PDA 与手机已呈现融合趋势,PDA 手机就是整合了大多数 PDA 常有功能的一种手机,用手机或 PDA 上网,人们可以随时随地获取信息。



图 1.1 消费电子类嵌入式产品

2) 网络设备类嵌入式产品

网络设备包括路由器、交换机、Web 服务器、网络接入盒等,如图 1.2 所示。在网络日益重要的今天,越来越多的嵌入式产品有了联网的要求,网络上运行着各种嵌入式智能设备,人们通过网络操作控制智能设备,嵌入式智能设备通过网络为人们服务。如何设计和制造嵌入网关和路由器已成为嵌入式 Internet 时代的关键和核心技术。

3) 工业类嵌入式产品

工业类嵌入式产品包括工控设备、智能仪表和汽车用电子产品等。在这些系统中,计算机



图 1.2 网络设备类嵌入式产品

用于总体控制和监视,而不是对单个设备直接控制。

2. 嵌入式系统的现状和发展

在 20 世纪 70 年代前后,出现了嵌入式系统的概念。当时,还没有出现操作系统,仅有监控系统及汇编语言。随着计算机技术的发展及应用的需求,将操作系统引入嵌入式系统中,使嵌入式系统显示出强大的生命力。嵌入式系统的编程以 C 语言为主,并具有了强大的嵌入式开发平台。

如今,以信息家电为代表的互联网时代嵌入式产品,不仅为嵌入式市场展现了美好前景,注入了新的生命,同时也对嵌入式系统技术提出了新的挑战。随着信息技术的发展,数字化产品空前繁荣。近几年来,嵌入式系统在 PDA、手机、信息家电、在线事务处理、工业控制设备等各个领域得到了广泛的应用。嵌入式软件已经成为数字化产品设计创新和软件增值的关键因素,是未来市场竞争力的重要体现。由于数字化产品具备硬件平台多样性和应用个性化的特点,因此嵌入式软件呈现出一种高度细分的市场格局,国外产品进入也很难垄断整个市场,这为我国的软件产业提供了一个难得的发展机遇。

目前嵌入式系统的开发成为国家产业发展的主要政策之一,加上后 PC 时代种种需要,其核心是低成本高效率的即时性嵌入式系统,而国内在未来几年这一方面的人才依然相当缺乏。目前,嵌入式系统工程师队伍迅速扩大,与他们紧密相伴的嵌入式系统开发工具的发展潜力十分巨大。后 PC 时代的数字化产品要求强大的网络 and 多媒体处理能力、易用的界面和丰富的应用功能。无线网络通信技术的迅速发展,使更多的信息设备运用无线通信技术。同时,Java 技术的发展,对开发相关无线通信软件起到推动作用,因此嵌入式浏览器、嵌入式 GUI、嵌入式应用套件、嵌入式 Java 和嵌入式无线通信软件成为嵌入式支撑软件的基本要素,其市场十分巨大。而微处理器的成功也改变了人类的生活,典型的嵌入式系统无处不在,例如微波炉、空调、电冰箱等。

目前,嵌入式系统正处于飞速发展阶段,在未来几年里这种发展将更加迅速。未来嵌入式系统的几大发展趋势如下:

1) 提供强大便利的开发工具

嵌入式系统开发是一项系统工程,系统开发需要专门的开发工具和环境,因此要求嵌入式系统厂商不仅要提供嵌入式软硬件系统,还要提供强大的开发工具和软件包及相应的开发环境。

作为嵌入式系统核心的嵌入式实时操作系统是开发嵌入式应用的关键。目前,国外已有商品化的嵌入式实时操作系统,如 WindRiver, Microsoft, QNX, Nucleus 等产品。我国自主开发的嵌入式系统软件产品如科银公司的嵌入式软件开发平台 DeltaSystem,它不仅包括 Delta-Core 嵌入式实时操作系统,还包括 LamdaTools 交叉开发工具套件、测试工具、应用组件等,中