



嵌入式操作系统

QIANRUSHI CAOZUO XITONG

■ 纪金水 安红心 主编



兰州大学出版社

嵌入式操作系统

QIANRUSHI CAOZUO XITONG

主 编 纪金水 安红心

参编人员 张 炜 陈秀萍 刘彩虹 陈 梅



兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式操作系统 / 纪金水, 安红心主编. —兰州:
兰州大学出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-311-04101-4

I. ①嵌… II. ①纪… ②安… III. ①实时操作系统
IV. ①TP316.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 084424 号

策划编辑 梁建萍
责任编辑 魏春玲
封面设计 刘杰

书 名 嵌入式操作系统
作 者 纪金水 安红心 主编
出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://www.onbook.com.cn>
电子信箱 press@lzu.edu.cn
印 刷 兰州瑞昌印务有限责任公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 14
字 数 307 千
版 次 2013 年 4 月第 1 版
印 次 2013 年 4 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-04101-4
定 价 30.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

在当今信息技术飞速发展的今天,嵌入式系统无处不在,随着电子技术、通信技术、计算机软件及硬件技术的发展,专用计算机的应用已经深入到生活的方方面面。嵌入式技术及应用被广泛应用于各行业。集成电路制造技术的提高使得操作系统在嵌入式设备中得到广泛应用,其应用也进一步发展了嵌入式操作系统的开发及研究。嵌入式技术的发展正在逐渐改变着传统的生产和生活服务方式。可持续发展需要我们掌握新技术,了解研究嵌入式技术,因此,掌握嵌入式系统的理论、设计方法与应用有极其重要的意义。

随着计算机软硬件技术的发展,嵌入式操作系统的进一步发展带动了嵌入式技术的应用推广,作者基于自身多年计算机应用研究基础上以及对嵌入式系统的深刻认识,结合多年本科和研究生教育的知识积累,对嵌入式系统所涉及的操作系统部分部分进行了较为详细地介绍,精心编写了这本书,让读者分享我们的学习经验。

本书共分六章。第一章讲述了嵌入式系统的基本概念、发展历史,嵌入式系统的特点、应用及未来发展;第二章详细介绍了嵌入式系统的设计开发过程,同时明确了开发过程中的每个阶段及设计内容,并介绍了嵌入式系统的开发调试方法;第三章详细讲述了嵌入式系统软件组成和软件结构以及相应的开发过程,具体内容包括设计原则、设计方法、模式以及主要设计内容,并就软件组件化设计的相关概念作了简单介绍;第四章主要针对嵌入式实时操作系统的基本概念、RTOS的发展过程、主要研究方向和系统基本结构以及主要功能做了详细的介绍,同时就RTOS在嵌入式系统中的作用、RTOS主要技术指标及评价方法、基于RTOS的应用系统开发、RTOS实时系统需求分析、设计方法综述以及标准化内容和实时程序设计做了详细讨论和说明;第五章介绍了一些常用的嵌入式操作系

统,主要包括设计目标和系统特性等方面的简要介绍与研究,并对目前一些常用的手机操作系统做了简要分析,对手机操作系统的现状和发展趋势做了相关讨论;第六章详细介绍了汽车 OSEK/VDX 标准及体系结构,并对其中的 OSEK 操作系统规范进行剖析,重点分析了 OSEK 操作系统规范的任务管理策略、资源管理策略以及中断管理机制和报警器机制。全书结构清晰、内容丰富。在这里,衷心地感谢参与本书的写作与出版以及为之付出辛勤劳动的老师们!

由于嵌入式操作系统的技术发展日新月异,本书无法对其一一涉及,在讲述过程中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

第 1 章 嵌入式系统概述	001
1.1 前言	001
1.2 嵌入式系统的定义	002
1.3 嵌入式系统的发展历史	003
1.4 嵌入式系统的特点	004
1.5 嵌入式系统的组成	005
1.6 嵌入式系统的应用	008
1.7 嵌入式系统的发展方向	010
1.8 小结	012
第 2 章 嵌入式系统的开发过程	014
2.1 嵌入式系统的设计	014
2.2 需求分析	015
2.3 系统设计	018
2.4 科研开发阶段——实现阶段	020
2.5 测试阶段	023
2.6 嵌入式系统的开发调试方法	025
2.7 小结	029
第 3 章 嵌入式系统软件设计	030
3.1 嵌入式系统软件组成	030
3.2 嵌入式系统软件开发过程	036
3.3 嵌入式软件系统的设计方法	037
3.4 软件的移植	042
3.5 嵌入式系统传统编程模式	047
3.6 软件组件化设计	052
3.7 小结	053

第4章 嵌入式 RTOS	054
4.1 概述	054
4.2 操作系统结构	054
4.3 嵌入式 RTOS	056
4.4 实时操作系统 RTOS 的功能	059
4.5 实时操作系统的几个重要的评价指标及工作特性	062
4.6 RTOS 基本术语	064
4.7 系统对 RTOS 要求	066
4.8 基于 RTOS 的应用系统开发	066
4.9 如何选择嵌入式 RTOS	077
4.10 实时操作系统的标准化—— μ ITRON	078
4.11 实时系统的需求分析、设计方法综述以及实时程序设计	081
4.12 小结	095
第5章 常用嵌入式实时操作系统介绍	096
5.1 RTX51	096
5.2 TinyOS	110
5.3 μ C/OS 微控制器操作系统	117
5.4 VxWorks	141
5.5 QNX	160
5.6 ThreadX	161
5.7 Windows CE	162
5.8 Hopen	162
5.9 实时操作系统 pSOSystem	163
5.10 实时操作系统 Nucleus	177
5.11 常用手机操作系统介绍	185
5.12 小结	202
第6章 OSEK/VDX 标准及体系结构	203
6.1 概述	203
6.2 OSEK/VDX 标准的来源及体系结构	203
6.3 OSEK 操作系统	206
6.4 OSEK 操作系统的运行机制	208
6.5 小结	214
参考文献	215

第1章 嵌入式系统概述

1.1 概 述

计算机技术无处不用,嵌入式系统无处不在,在当今信息技术飞速发展的今天,随着电子技术、通信技术、计算机软件及硬件技术的发展,专用计算机的应用已经深入到生活的方方面面。中国具有世界最大的嵌入式技术市场,将成为世界第一,嵌入式技术研究及应用在各行各业如手持仪器设备、信息家电、城市建设、工业控制、军事应用中得到了广泛应用。相应的研发企业对人才需求,例如软硬件设计人才、应用开发人才、综合性人才的需求进一步带动了嵌入式技术的发展;嵌入式技术的发展趋势也从8位发展到16位、32位、64位,操作系统在嵌入式设备的应用也进一步推动了嵌入式系统的开发及研究。事实上,嵌入式技术无处不在,计算机技术也开始进入一个被称为后PC时代的春天。作为一名普通用户,我们不仅可以拥有那种放在桌面上处理文档、进行工作管理和生产控制的计算机“机器”,而且也可能拥有从大到小的各种使用嵌入式技术的电子产品,如MP3、PDA、手机、智能玩具等;电子病历、血压仪、无线收费超市、RF物流、网络家电等;智能车载电子设备、安全监控、GPS、倒车雷达等;高级酒店、电话、TV、INTERNET、PLAY、KEY、无线集成、电子身份证、IC卡等等。在工业和服务领域中,大量嵌入式技术也已经应用于工业控制、数控机床、智能工具、工业机器人、服务机器人等各种行业,可以说,嵌入式技术正在逐渐改变着传统的工业生产和服务方式,例如飞机的电子设备和城市地铁购票系统的使用。总之,了解和研究嵌入式技术是计算机、电子科学等相关专业研究的重要组成。

中国在计算机基础工业方面落后于西方国家。但是,嵌入式系统面向应用的特点决定了处理器应用开发的产值要占有整个嵌入式工业的大部分,而且将嵌入式处理器与具体应用结合这种知识创新,只能由精通应用系统的用户来完成。因此,中国在嵌入式系统方面存在着相当大的发展机会。中国已经有几十万余名单片机开发工程师,其中很多人都是在资料和信息有限的条件下通过实践精通了单片机,并研制出了自己的产品。但是和国外的开发相比,我国开发手段和水平还相对较低,标准化程度不够,重复劳动较多。这些问题主要是由于单片机开发过程中缺乏工程化、标准化管理,缺少行业联合,在引入RTOS和嵌入式系统软件工程管理后可望得到很大改变。嵌入式系统是信息产业走向21世纪知识经济时代的最重要的经济增

长点之一,这是一个不可垄断的工业,对中国的信息产业来说充满了机遇和挑战。

嵌入式工业的基础是以应用为中心的芯片设计和面向应用的软件开发。实时多任务操作系统(RTOS)进入嵌入式系统工业的意义,不亚于历史上机械工业采用三视图后的发展,RTOS对嵌入式软件的标准化和加速知识创新是一个里程碑。

1.2 嵌入式系统的定义

1. 嵌入式系统有其特殊性,对它的定义从不同角度有以下定义:

1) 从技术角度看:嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗和应用环境有特殊要求的专用计算机系统,是将应用程序、操作系统和计算机硬件集成在一起的系统。

2) 从系统角度看:嵌入式系统是设计完成复杂功能的硬件和软件,并使其紧密耦合在一起的计算机系统。术语嵌入式反映了这些系统通常是更大系统(被称之为嵌入的系统)的一个完整子系统。嵌入式系统可以包含多个嵌入式子系统。

3) 广义定义:嵌入式系统是任何一个非计算机的计算系统。

2. 两种不同的组织结构定义

1) IEEE 定义

嵌入式系统是“用于控制、监视或者辅助操作的机器、设备或装置”(原文为 devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants)。

①嵌入式系统通常执行特定功能的设备。

②嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。

③嵌入式系统有严格的执行时序和稳定性要求。

④全自动操作循环。

2) 微机学会定义

嵌入式系统是以嵌入式应用为目的的计算机系统,可分为系统级、板级、片级。

①系统级:各种类型的工控机,如 STD、PC 工业控制机;特点:配置操作系统,系统软硬件资源丰富,具有良好的人机界面。

②板级:各种类型的带 CPU 的主板及 OEM 产品,如早期单板机 Z80 系列。

③片级:各种以单片机、DSP、微处理器为核心的产品,如以 8051 为 CPU 系列产品、ARM 系列产品。

3. 广义上讲,凡是带有微处理器的专用软硬件系统都可称为嵌入式系统,如各类单片机和 DSP 系统。这些系统在完成较为单一的专业功能时具有简洁高效的特点。但由于它们没有操作系统,管理系统硬件和软件的能力有限,在实现复杂多任务功能时,往往困难重重,甚至无法实现。

4. 从狭义上讲,我们更加强调那些使用嵌入式微处理器构成的独立系统,具有自己的操作系统,具有特定功能,用于特定场合的嵌入式系统。

1.3 嵌入式系统的发展历史

1. 嵌入式系统的发展历史

嵌入式系统本身是一个相对模糊的定义。一个手持的 MP3 和一个 PC104 的微型工业控制计算机都可以认为是嵌入式系统。嵌入式系统的发展已经有了近三十年的发展历史,它是由硬件和软件交替发展的双螺旋式发展。最早的单片机是 Intel 公司的 8048,它出现在 1976 年。同时 Motorola 公司推出了 68HC05,Zilog 公司推出了 Z80 系列。这些早期的单片机均含有 256 字节的 RAM、4K 的 ROM、4 个 8 位并口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时器。之后在 20 世纪 80 年代初,Intel 公司又进一步完善了 8048,在它的基础上研制成功了 8051。随着硬件的发展,相应的嵌入式系统软件也在不断发展。1981 年 Ready System 开发了世界上第一个商业嵌入式实时内核(VTRX32),包含了许多传统操作系统的特征,包括任务管理、任务间通讯、同步与相互排斥、中断支持、内存管理等功能。随后,如 Integrated System Incorporation (ISI) 的 pSOS,IMG 的 VxWorks,QNX 公司的 QNX 等,Palm OS,Windows CE,嵌入式 Linux,Lynx,uCOS,Nucleux,以及国内的 Hopen、Delta OS 等嵌入式操作系统也相继出现。

2. 微处理器的发展历史

在嵌入式系统的硬件发展过程中,微处理器的飞速发展使嵌入式计算成为一门学科,基于 8 位、16 位、32 位的嵌入式系统在不同方面得到广泛应用。在嵌入式系统的早期阶段,所有基本硬件构件相对较小也较简单,例如:8 位的 CPU、74 系列的芯片及晶体管等,其软件子系统是采用一体化的监控程序,不存在操作系统平台。然而,今天组成嵌入式系统的基本硬件构件已变得较复杂,例如:16 位、32 位 CPU 或具有特殊功能的微处理器的出现、特定功能的集成芯片、FPGA 或 CPLD 等,其软件设计的复杂性成倍增长。因此,研究嵌入式系统的设计原理和技术以及提供系统的设计方法和开发工具是嵌入式计算学科的关键技术所在。

1) 从处理机的字长划分,微处理系统主要有以下几种:

①典型的 8 位微处理系统

MCS-51 系列的单片机是 Intel 公司开发最成功的单片微控制器,是在低端嵌入式系统中用得最多的微处理器,在多方面得到应用。一般基于 8051 的系统无操作系统,软件的开发主要基于裸机开发,开发以汇编语言为主,少量用 C-51。

②典型的 16 位微处理系统

代表性的有 MCS-96 系列单片机、80186 嵌入式处理机和 TI 的 16 位 DSP 芯片,支持操作系统。

③典型的 32 位微处理系统

ARM 系列是应用较广泛的 32 位微处理器。实际上该系列的 MCU 芯片很多,但大都是以 ARM 微内核为核心并集成不同的接口,软件开发基于嵌入式操作系统,软硬件资源丰富,32 位的 DSP 的应用也很广泛。

2) 采用 32 位 RISC 嵌入式微处理器和实时操作系统组成的嵌入式控制系统近几年应用越来越广,与传统基于单片机的控制系统和基于 PC 的控制方式相比,具有以下突出优点:

①性能方面:采用 32 位 RISC 结构微处理器,主频从 30MHz 到 624MHz 以上,处理能力大大超出单片机系统,接近 PC 机的水平,但体积更小,能够真正地“嵌入”到设备中。

②实时性方面:嵌入式控制器内嵌实时操作系统(RTOS),提供多任务的支持,能够完全保证控制系统的强实时性。

③人机交互方面:友好高效的 GUI,嵌入式控制器可支持大屏幕的液晶显示器,提供功能强大的图形用户界面,输入方法多种多样。

④系统升级方面:嵌入式控制器可为控制系统专门设计,其功能专一,成本较低,而开放的用户程序接口(API)保证了系统能够快速升级和更新。对硬件的适应性更好,具有良好的移植性,能支持尽量多的硬件平台。占有更少的硬件资源,例如占用存储器几 K 到十几 K 字节。

⑤可靠性更高。同时提供强大的网络功能,支持 TCP/IP 协议及其他协议,协议栈可裁剪。例如设计成可裁剪的微内核结构和模块化结构。

1.4 嵌入式系统的特点

1. 嵌入式系统的特点

1) 功耗限制:在嵌入式系统尤其是在用电池供电的嵌入式系统中,这是一个主要考虑的因素。大耗电量直接影响到硬件费用,并影响电源寿命以及带来散热问题。

2) 低成本:包含硬件成本和软件成本。硬件成本主要决定于所使用的微处理器、所需的内存及相应的外围芯片;软件成本通常难于预测,但一个好的设计方法有利于降低软件成本。

3) 多速率:系统同时运行多个实时性任务,系统必须同时控制这些动作,但这些动作有些速度慢,有些速度快。

4) 环境相关性:嵌入式系统不是独立的,而是与其被嵌入的设备紧密相关联。

5) 系统内核小:由于嵌入式系统一般是应用于小型电子装置的,系统资源相对有限,所以内核较之传统的操作系统要小得多。比如 ENEA 公司的 OSE 实时 OS,内核只有 5K,而 Windows 的内核则要大得多。

6) 专用性强:嵌入式系统的个性化很强,其中的软件系统和硬件的结合非常紧密,一般要针对硬件进行系统的移植。同时针对不同的任务,往往需要对系统进行较大更改,程序的编译

下载要和系统相结合,这种更改和通用软件的“升级”是完全不同的概念。

7)不可垄断性:嵌入式系统工业的基础是以应用为中心的“芯片”设计和面向应用的软件产品开发。硬件平台多,软件资源丰富,无法垄断。

8)产品相对稳定性:普通处理器周期为18个月,嵌入式处理器周期为8~10年。

9)实时性:实时性的本质是任务处理所花费时间的可预测性,即任务需要在规定的时限内完成。任务执行的时间可以根据系统软硬件的信息而进行确定性的预测。也就是说,如果硬件可以做这件工作,那么基于实时操作系统的软件将可以确定性地做这件工作。

2. 实时系统

1)实时系统的正确性:依赖于运行结果的逻辑正确性和运行结果产生的时间正确性,即实时系统必须在规定的时间范围内正确地响应外部物理过程的变化。嵌入式系统≠实时系统,有些嵌入式系统没有实时性要求。

2)硬实时和软实时的比较

①“软”意味着如果没有满足指定的时间约束并不会导致灾难性的后果,而对于硬实时系统来说却是灾难性的。

②从实践上说,软实时和硬实时之间的区别通常(隐含的和错误的)与系统的时间精度有关,由于这个原因,典型的软实时任务的调度精度必须大于千分之一秒,而硬实时任务为微秒级。

3. 嵌入式处理器的共性

1)嵌入式处理器由通用处理器内核加上外部设备及存储器组成。

2)嵌入式软件开发人员需要关心硬件的细节。

3)软件开发是在内核层编程/外层编程。

4)嵌入式系统的开发人员,特别是系统/产品的设计师,必须掌握硬件和软件的综合知识,进行硬件系统和软件系统的综合设计。

5)嵌入式系统的软件开发人员需要掌握多种嵌入式操作系统的用法。

6)嵌入式系统具有操作系统、编程语言和开发工具的多样性。

7)开发时需根据应用选则软件平台和硬件平台。

8)嵌入式系统的开发往往需要行业人员和计算机专业人员协作完成。

1.5 嵌入式系统的组成

1.5.1 嵌入式系统的结构及应用

1.嵌入式系统的软/硬件框架如图1-1所示。



图 1-1 嵌入式系统的软/硬件框架结构

2. 嵌入式系统的硬件描述如图 1-2 所示。

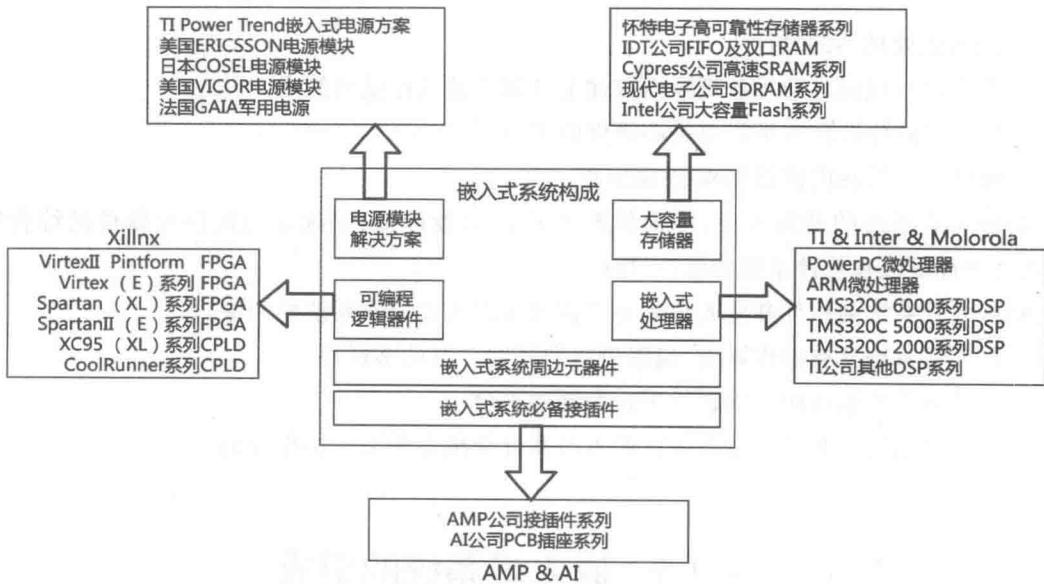


图 1-2 嵌入式系统的硬件描述

1.5.2 嵌入式外围设备

嵌入式外围设备是指在嵌入式硬件系统中，除了嵌入式处理器之外的用于完成存储、通信、I/O、调试等功能的其他部件，可参看图 1-3。具体分类如下：

1. 存储器类型：静态易失型存储器(RAM/SDRAM)，动态存储器(DRAM)，非易失型存储器

(ROM、EPROM、EEPROM、FLASH)。其中,FLASH(闪存)以可擦写次数多,存储速度快,容量大及价格便宜等优点在嵌入式领域得到广泛的应用。

2.接口类型:目前存在的所有接口在嵌入式系统中都有其广泛的应用,但是以下几种接口的应用最为广泛,包括RS-232接口(串口)、IrDA(红外)、SPI(串行设备接口)、I2C、USB、Ethernet、CAN、蓝牙、A/D、D/A、GPRS、GPS、IIS和普通并口。

3.显示类型:CRT、LCD和触摸屏等外围显示设备。

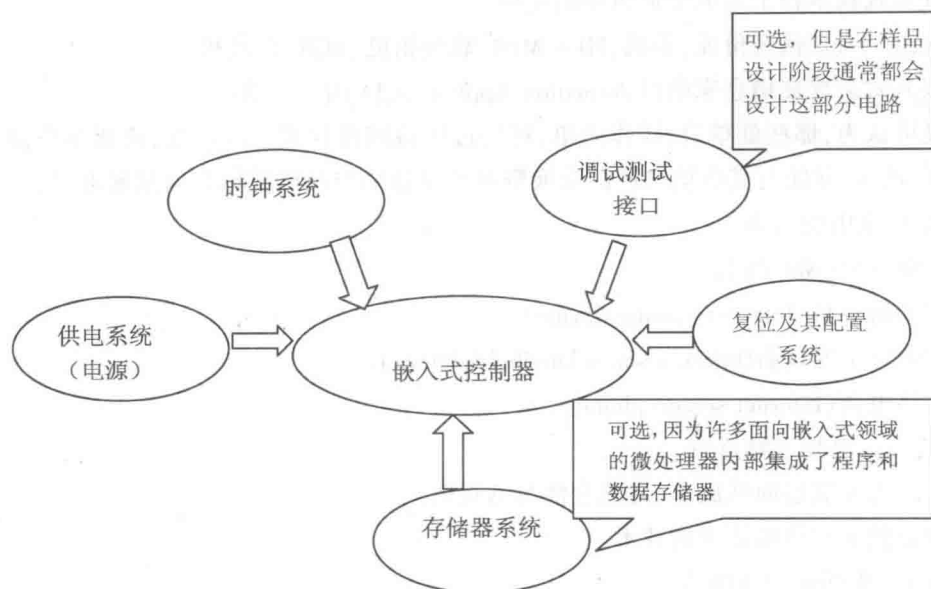


图 1-3 嵌入式系统硬件组织

1.5.3 嵌入式软件子系统结构

嵌入式系统软件一般由BSP(板机支持包)、EOS(嵌入式OS),或包含网络协议栈、GUI(图形用户界面)、应用软件组成。嵌入式软件结构如图1-4所示。

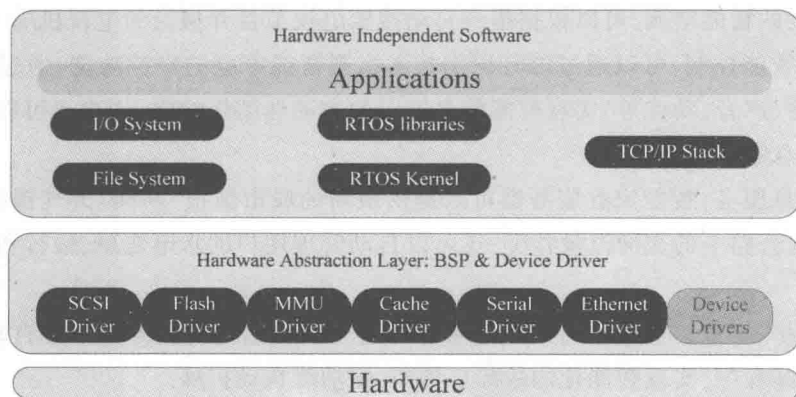


图 1-4 嵌入式系统软件结构

1.6 嵌入式系统的应用

目前嵌入式产品已深入到我们生活的方方面面:

1. 嵌入式技术在个人电子通讯中的应用

PDA、IC 卡、二代身份证、手机、MP3、MP4、数码相机、VCR、游戏机。

2. 嵌入式系统在信息家电(Information Appliance, IA)中的应用

一般可认为,那些低单价、操作简单、可通过因特网发送或获取信息,将逐步分割或替代 PC 的某些功能,并能与其他信息产品交换资料或讯息的产品可统称为信息家电。

1) 信息家电的分类

- ①网络电视(Net TV)。
- ②网上游戏机(Internet gaming device)。
- ③智能掌上型设备(Internet smart handheld device)。
- ④网络电话(Internet screen phone)。

2) 信息家电技术特点

- ①处理器发展趋向低成本、高整合性与低耗能。
- ②整合数字与模拟处理的技术。
- ③较 PC 更强调通讯能力。
- ④利用软件增加产品的差异性(高附加价值的关键)。

3) 信息家电提供的服务

①安全防范:智能安防可以实时监控非法闯入、火灾、煤气泄露、紧急呼救等事件的发生。

②消费电子产品的智能控制:例如可以自动控制加热时间、加热温度的微波炉,可以自动调节温度、湿度的智能空调,可以根据指令自动搜索电视节目并摄录的电视机/录像机等等。

③交互式智能控制:可以通过语音识别技术实现智能家电的声控功能,通过各种主动式传感器(如温度、声音、动作等)实现智能信息家电的主动性动作响应。用户还可以自己定义不同场景智能信息家电的响应。

④家庭信息服务:智能家庭服务器可以提供最新的股市情报、新闻、天气预报、电视节目预报,甚至当前公路上的交通流量状况,还可以自动管理用户的水电账单、银行和信用卡账户等财务信息。

⑤自动维护:智能信息家电可以通过服务器直接从制造商的服务网站上自动下载、更新驱动程序和诊断程序,实现智能化的故障自诊断、新功能自动扩展。

⑥家庭医疗保健:通过网络化的智能传感器,医院可以通过网络对用户进行身体检查。

4) 目前信息家电平台的标准

①HAVI(Home Audio/Video Interoperability)体系:是关于家庭网络中音频/视频电子产品的互联和控制方面的标准。它建立在IEEE-1394的底层协议基础上,主要实现HAVI设备之间的数字音频/视频内容的传送以及对该内容的操作,如播放、录像、回放等。典型的AV内容是由信息家电平台接受的数字电视和由数字录像机、CD等所产生的内容。互操作性是HAVI标准的主要特点,一个HAVI设备上的应用软件可以探测并直接使用联入HAVI网络上其他设备所提供的功能。

②Jini技术:是Sun公司提出的基于Java的一项技术。它可以使各种设备方便地连到网络上。即任何计算设施不需预先配置和安装,便可在任何时间地点加入网络,并能和网络中已有的各种软硬件一起协调工作完成分布式计算。Jini体系结构的目的是将成组的设备和软件构件联合成一个单一、动态的分布式系统。联合后的联邦系统向用户提供如下能力:(a)简单的网络访问;(b)网络的易于管理;(c)在保持单机或工作站的灵活性、统一响应和控制的情况下,支持由邦联系统提供的共享能力。

③OSGi(Open Service Gateway Initiative)开发服务网关:是由Ericsson、ABB、Alcatel、Cisco、IBM、Nortel、Siemens、HP、Oracle、Philips、Sun、Motorola、Lucent等电信、计算机、电器巨人发起建立的一个工作组和开放式的论坛。其主要的功能是为连接Internet上的商业服务和下一代智能电器定义一个开放的标准。因此,OSGi将成为智能信息家电平台服务标准。OSGi规范将为Internet服务提供商(ISP)、网络控制员、设备制造商提供通过运行在家中或远程地点的网关服务器传递各种电子商务服务的公共平台。OSGi在2000年刚刚发布了它的服务网关规范1.0。

3. 嵌入式技术在交通管理、环境监测中的应用

例如:交通管理中的基于RFID技术的不停车收费,智能交通卡;在车辆GPS导航、流量控制、信息监测与汽车服务方面,目前GPS设备已经从尖端产品进入了普通百姓的家庭;加油站加油机应用、停车场管理,自动识别,自动交费;水文资料实时监测,防洪体系及水土质量监测,堤坝安全,地震监测网,实时气象信息网,水源和空气污染监测。

4. 工业方面

嵌入式技术是数控机床、冶金自动化、数字仪表、电子、交通、航空航天等行业技术升级的重要基础。

5. 高性能武器平台的基础

应用于雷达系统、导弹制导、精确制导炸弹、飞机控制、导航、武器系统、卫星、空间飞行器、舰船、宙斯盾、潜艇、鱼雷、未来战士、无人驾驶飞机及各类飞行器。

6. 嵌入式技术在汽车电子中的应用

各类汽车传感器、数字仪表、导航;出租车计价器,汽车雷达系统;未来基于人工智能技术的自动驾驶汽车系统。

7. 计算机系统键盘、鼠标、显卡、光驱、硬盘

8. 人工智能设备

指纹识别系统、虹膜识别、人脸识别、图像及语音识别、智能穿戴。

9. 家庭智能管理系统

社区建筑的水、电、煤气表的远程自动抄表, 安全防火、防盗系统, 远程点菜器等。

10. 精确农业

农业机械、灌溉自动化、自动温度控制、湿度控制、土壤有机控制。

11. 机器人技术

智能机器人技术是一个复杂的嵌入式系统, 其涵盖了计算机技术、传感器技术、通信技术、微电子技术、机电一体化技术、人工智能技术, 是最有代表性的一种嵌入式系统。

1.7 嵌入式系统的发展方向

1. 硬件的发展方向

随着半导体制造技术的进一步提高, 嵌入式硬件发展可从以下几个方向来进行。

1) 以低端市场面向小的控制系统应用为对象的单片机方向继续发展, 如智能玩具、智能家电系统、工业仪表等。

2) 以 32 位嵌入式微处理器构成的复杂单片系统也逐渐向高端发展。

3) 以多媒体应用、信号处理为目标的 DSP 系统。

4) 将存储器之外的部分设计到单个芯片上的 SOC 系统。

5) 处理器从单核到多核, 例如: ARM+ARM、ARM+DSP。

2. 软件的发展方向

操作系统越来越完善, 提供嵌入式协议栈、良好的人机界面、软件设计组件化。应用软件的开发以 C/C++、Java、汇编为主。系统发展的主要重点为:

1) 开发平台完备化。

2) 系统的网络化, 集成网络接口、设备用于网络环境中。

3) 性能的提高。

4) 友好的人机界面。

5) 基本无法垄断。

3. 嵌入式系统在各行业的详细应用

1) 户外

① 直升机: 控制、通信、导航。

② 药品管理系统。

③ 配备传感器和通信设备的智能病床。

④ 疾病监视系统。

⑤ 手术现场显示。