

嵌入式系统开发圣经

探矽工作室 著

以最新的信息家电、智能型手机、PDA产品
为出发点，广泛介绍并深入分析相关的嵌入式
系统技术。



中国青年出版社



学贯行銷股份有限公司

e时代网络编程系列

嵌入式系统开发圣经

探矽工作室 著

MS/OP/02



中国青年出版社
CHINA YOUTH PRESS

(京)新登字 083 号

本书简体中文版由学贯行销股份有限公司授权中国青年出版社独家出版。未经出版者书面许可,任何单位和个人均不得以任何形式复制或传播本书的部分或全部。

版权贸易合同登记号: 01-2001-5355

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统开发圣经 / 探矽工作室著. — 北京: 中国青年出版社, 2002

ISBN 7-5006-4667-4

I. 嵌... II. 探... III. 微型计算机—系统设计 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 094362 号

策 划: 胡守文

王修文

郭 光

责任编辑: 吴 源

黄 谊

责任校对: 肖新民

丛 书 名: e时代网络编程系列

书 名: 嵌入式系统开发圣经

著 者: 探矽工作室

出版发行: 中国青年出版社

地址: 北京市东四十二条 21 号 邮政编码: 100708

电话: (010) 84015588 传真: (010) 64053266

印 刷: 沈阳铁路局锦州印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16 **印张:** 20.5 **字数:** 517 千字

版 次: 2002 年 1 月北京第 1 版

印 次: 2002 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1-5000

书 号: ISBN 7-5006-4667-4/TP · 247

定 价: 35.00 元

序

嵌入式系统可以说是无所不在，从简单的电子体温计到飞机的自动导航系统，就和我们生活息息相关的汽车而言，也都是典型的微电脑嵌入式控制的系统，与桌上型个人电脑相比，这些大家所熟知的应用在效率要求外，格外强调着稳定性和可靠性。然而当移动通信时代到来的 21 世纪，各式各样的创新思考带来了生活方式的革新，新一代的智能型手持装置或者新兴信息家电产品，不只是过去一般嵌入式系统技术所能够掌握的市场，亦不是普遍化功能的桌上型电脑系统所能胜任的战场，而是一个全方位智能的六度思维空间，加上人性化因子。

科技始终始于人性，我们渐渐地会看到相关的生活电子产品，其外型以轻、薄、短、小的设计概念迈进，操作平台以软硬件的同步设计与验证技术，来达到效率与成本最佳比的产品快速产出，低能源消耗在此阶段则成为必要条件。与此同时，新时代衍生了无止境的软件创意空间和个人化信息服务的商机。

这新一代移动信息刚起步的阶段，笔者以实战经验绞尽脑汁，通过多种人性化角度的思维模式，试图划清这新兴嵌入式系统技术的轮廓，引导读者们洞悉其模糊地带，彻底分析整合通信、信息与娱乐于一身的嵌入式系统技术。在新知识经济时代的到来，眼看我们通信与信息整合能力的落后情况下，期许本书可为科技工作者带来更宏观的视野，更期望借由本书播洒新科技创新的种子。

探矽工作室

目 录

第 1 章 嵌入式系统的介绍

1.1 嵌入式系统概述	1
1.1.1 嵌入式系统的组成	2
1.1.2 典型的嵌入式系统	4
1.1.3 嵌入式系统的发展趋势	4
1.2 信息家电	6
1.2.1 信息家电的兴起	7
1.2.2 信息家电的产品	10
1.2.3 本地信息家电的研发状况	14
1.2.4 信息家电的未来	16
1.3 入门必学	17
1.3.1 系统整合能力	18
1.3.2 程序语言能力	20
1.3.3 市场应用导向	21
1.4 未来展望	22
1.4.1 整合服务导向	23
1.4.2 轻薄短小人性化	24
1.4.3 软硬件网络无线整合	24
1.4.4 创意激荡与落实	26
1.5 本书导读	27

第 2 章 嵌入式 SoC 硬件系统概论

2.1 前言	28
2.2 嵌入式系统微处理器的发展	28
2.2.1 四位以及八位嵌入式系统微处理器	29
2.2.2 16 位以上的嵌入式系统微处理器	33
2.2.3 协处理器 (Co-processor)	35
2.2.4 CISC 与 RISC	36
2.2.5 数字信号处理器	37
2.3 SoC 嵌入式系统微处理器	38
2.3.1 什么是 SoC 嵌入式系统微处理器	38
2.3.2 SoC 微处理器的设计开发	39
2.3.3 RISC 结合 DSP 的 SoC 嵌入式系统微处理器	40
2.3.4 快速的 SoC 嵌入式系统微处理器	

设计与制造	42
2.4 整合型嵌入式系统微处理器	43
2.4.1 ARM 公司 ARM RISC 架构微处理器	43
2.4.2 Intel 公司 StrongARM 微处理器	53
2.4.3 德州仪器公司 TMS320 DSP 微处理器	60
2.4.4 Philips 公司 Trimedia 微处理器	66
2.4.5 德州仪器公司 OMAP 架构微处理器	71
2.4.6 Intel 公司 Xscale 架构微处理器	77
2.4.7 其他常见高级的嵌入式系统微处理器	80
2.5 内存	85
2.5.1 可程序化只读内存	85
2.5.2 随机存取内存 (Random Access Memory)	86
2.6 输入与输出	87
2.6.1 高速输入与输出传输接口	87
2.6.2 输入与输出装置	91
2.7 扩充装置	93
2.7.1 CF 扩充装置	94
2.7.2 SD 扩充装置	94
2.7.3 Memory Stick	95
2.7.4 Springboard	95
2.8 总结	96

第 3 章 嵌入式系统软件开发

3.1 软件开发的顺序	97
3.1.1 基础流程	97
3.1.2 开机	102
3.1.3 执行您的应用程序	104
3.2 开始您的第一步	104
3.3 嵌入式系统基本概述	108
3.3.1 由说明书认识硬件	108

3.3.2 驱动程序的编写	115	4.3 移动装置上的开发套件——MIDP	197
3.3.3 中断及异常处理	123	4.3.1 Java 与无线通信	198
3.3.4 内存	124	4.3.2 MIDP 的由来	204
3.3.5 储存装置	126	4.3.3 MIDP 开发环境	207
3.3.6 输入 / 输出	126	4.3.4 MIDP 开发实例	214
3.4 嵌入式操作系统	127	4.3.5 MIDP 的移植	218
3.4.1 嵌入式操作系统基本操作	127	4.3.6 小结	219
3.4.2 嵌入式操作系统的选择	135	4.4 Symbian Java Phone	220
3.4.3 系统移植	138	4.4.1 Java Phone 架构	220
3.5 嵌入式软件开发	139	4.4.2 JTAPI	222
3.5.1 开发	140	4.4.3 应用实例	225
3.5.2 编译	144	4.4.4 小结	227
3.5.3 链接	149	4.5 Jini	228
3.5.4 重新定位	151	4.5.1 Jini 的架构	228
3.5.5 下载	152	4.5.2 Jini 的移植	231
3.6 除错技术	153	4.5.3 小结	232
3.6.1 模拟软件	153	4.6 电信服务 i-Mode 与 i-appli	233
3.6.2 除错	154	4.6.1 i-Mode 通信系统	233
3.6.3 硬件辅助除错	157	4.6.2 Compact HTML	236
3.7 你必须了解的事情	169	4.6.3 Java enabled i-mode: i-appli	242
3.7.1 开发平台与目标平台	169	4.7 总结	253
3.7.2 开发环境	171	第 5 章 Smart Handheld Device 软件	
3.7.3 除错	172	系统设计	
3.8 总结	177	5.1 PDA 嵌入式操作系统基础概念	254
第 4 章 信息家电软件的大趋势		5.1.1 嵌入式操作系统	255
4.1 多彩多姿的 Java 世界	178	5.1.2 PDA 软件组件	258
4.1.1 Java 的概念	178	5.2 PDA 产品面面观	259
4.1.2 Java 世界	181	5.2.1 Palm——PDA 的创作先趋	259
4.1.3 企业版 J2EE	181	5.2.2 WinCE Pocket PC 多媒体佼佼者	267
4.1.4 标准版 J2SE	182	5.2.3 Linux 开放创造环境	272
4.1.5 微型版 J2ME	184	5.2.4 智能型掌上装置发展趋势	278
4.1.6 Java Card	185	5.3 Symbian Platform: 典型的智能型掌上	
4.1.7 小结	185	装置系统设计	282
4.2 移动装置的 Java Virtual Machine -		5.3.1 功能结构介绍	283
KVM	186	5.3.2 GTv6 基本组件	285
4.2.1 KVM 的由来	186	5.3.3 Framework	285
4.2.2 KVM 移植技术	188	5.3.4 通信与网络	286
4.2.3 KVM 验证	192	5.3.5 应用层	286
4.2.4 小结	196	5.3.6 系统发展环境	287

5.3.7 Java Phone.....	288	5.5.2 Linux 目录结构	293
5.4 针对你的产品定义选择系统软件.....	288	5.5.3 工具链	296
5.4.1 基本技术面比较	288	5.5.4 核心组态	296
5.4.2 产品应用面	289	5.5.5 选择嵌入式 Linux 图形界面	302
5.4.3 本地操作系统发展概况	290	5.6 总结	306
5.5 嵌入式 Linux 系统软件相关技术	291	附录 Linux 版权声明	
5.5.1 工作评估	292		

第1章 嵌入式系统的介绍

嵌入式系统(Embedded System)在于结合微处理器或微控制器的系统电路与其专属的软件，来达到系统操作效率成本的最高比。今日举凡移动电话、手表、电子游戏机、PDA、电视、冰箱等民用电子与通信产品，电动机车、电动脚踏车，乃至于是电动汽车等电动交通工具的控制核心，无不与嵌入式系统息息相关。而在后 PC 时代的来临，家电、玩具、汽车、新一代手机、数码相机、先进的医疗仪器乃至于是即将到来的智能型房屋、智能型办公室、与其他跟电有关的器材设备更是缺少不了嵌入式系统这个核心技术。

1.1 嵌入式系统概述

何谓嵌入式系统？根据英国电机工程师协会的定义所做的翻译，“嵌入式系统为控制、监视或辅助设备、机器或甚至工厂操作的装置”。它具备了下列四项的特性：

1. 通常执行特定功能
2. 以微电脑与外围构成核心
3. 严格的时序与稳定性要求
4. 全自动操作循环

嵌入式系统是电脑软件与硬件的综合体，亦可涵盖机械或其他的附属装置。整个综合体设计的目的在于满足某种特殊功能。嵌入式系统的架构可分成五个部分：处理器、内存、输入与输出、操作系统与应用软件。它们常见于各类实验仪器、办公设备、交通运输设备、电信设备、制造设备、建筑设备、医疗设备及个人电脑等。

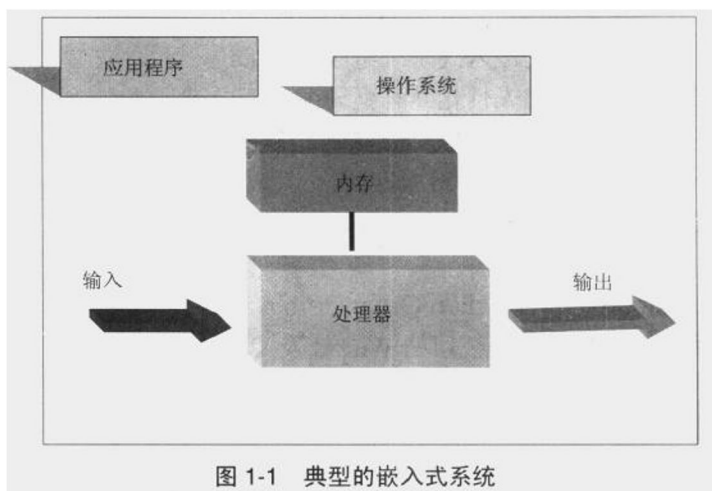


图 1-1 典型的嵌入式系统

嵌入式系统另外可以分为硬件及软件两部分，其中硬件的设计包括单片机控制电路的设计、网络功能设计、无线通信设计及使用接口等等，嵌入式软件为信息、通信网络或消费性电子产品系统中的必备软件，专司硬件产品的驱动、控制处理或基本接口功能，以提升硬件产

品的价值，为该硬件产品不可或缺的重要部分，它常以软件形式，如控制器或驱动程序等方式呈现。现今嵌入式系统大多数的产品仍然以低级的 8 位处理器配合少量的内存与电路来作控制，不过高级的嵌入式系统产品也逐渐增加，本书将以高级的嵌入式系统产品为主作介绍。

1.1.1 嵌入式系统的组成

嵌入式系统早已经融入我们的生活，除了我们在日常生活中可以看到的家电产品、工业与军事应用的独立产品之外，许多大型电脑系统，事实上也是由许许多多小的嵌入式系统所组成。嵌入式系统的组成包括了硬件与软件技术，在现今硬件技术大幅进步的情况下，软件部分反而有着极大的成长空间，软件的发展技术成为嵌入式系统中最重要的一环。目前当红的嵌入式系统大概就是信息家电、通信产品、工业控制器、掌上电脑（PDA）。

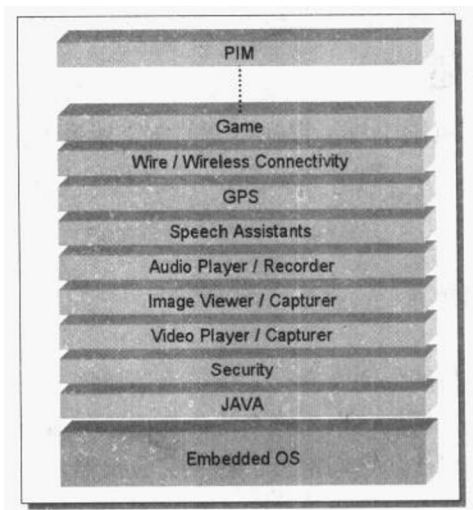


图 1-2 掌上装置的软件组成

我们以 PDA 产品这类型的嵌入式系统组成元件来说，不论是在软件或是硬件方面，系统设计者必须设法把 PDA 做得人性化并且强调便利性以满足消费者需求，而其中除了硬件必须做得精简省电、外壳美观外，软件更需要稳定高效且程序代码小。这里所强调的软件就是所谓嵌入式操作系统（Embedded OS）与架设在其上的应用软件（Application）。

嵌入式系统设计的目的在于满足某种特殊功能，光是像 PDA，我们就可以将 PDA 的产品区分为下列六种产品：

电子记事簿（Personal Information Organizers）

如：HP 公司的 100LX、Sharp 公司的 Wizard 及 Casio 公司的 Boss 等等，这款产品具有内存、应用软件、外围及通信设备的扩展性。

个人数字助理（Electronic Personal Agents）

如 Apple 公司的 Newton、Tandy 公司的 Zoomer，此类产品通常具有笔式输入手写识别功能，并且具备某种程度的智能性，可协助处理个人信息管理（PIM）及通信问题。

个人通信器（Personal Communicators）

如：IBM 公司的 Simon，虽然具有某种笔式手写输入的功能，但主要功能强调在无线通信，包括手机、寻呼机、传真、电子邮件及未来个人通信系统（PCS）等。

笔式电脑 (Electronic Notepads)

如：Fujitsu 公司的 PoqetPad，强调笔式输入在线手写辨识功能，其屏幕通常较大，其应用以表格输入出为主，如保险人员的填表，警务人员开罚单或现场数据收集等等。

智能型电子书 (Intelligent Electronic Books)

如：Sony 公司的 CD-ROM_XA、Apple 公司的 Sweat Pea，具有智能型的文章搜索功能，可协助用户轻松地浏览电子图书的文章、图片或语音资料，一般可使用 CD-ROM 的媒体，有些产品具有 RF 传输功能，可以撷取远程数据库中各类资料，扩大用户阅读资料的来源。

娱乐器 (Entertainment Based Personal Agent)

结合娱乐性的软件，如 Sega 公司的 GameGear、任天堂 (Nintendo) Game Boy，具有益智、教育及休闲娱乐的效果。

表 1-1 PDA 产品概要规格

种 类	键盘	笔式输入	RF 通信	可程序化	内 存	可移动储存体	外 设	重量 (磅)	尺寸 (英寸)
电子记事簿	小型	选择性	无	是	1MB RAM 以下	RAM 卡	红外线	0.8	6*3*0.7
数字助理器	无	有	选择性	是	4MB RAM 以下	PCMCIA 卡	红外线 Modem	1.5	7*4*2
个人通信器	无	有	有	是	1MB RAM 以下	PCMCIA 卡	红外线 Modem	1.1	8*2.5*1.5
笔式电脑	无	有	无	是	4MB RAM 以下及硬碟	PCMCIA 卡	条码扫描器 Modem	2~4	9*6*2
智能型电子书	选择性	选择性	无	是	8MB RAM 以下	CD-ROM	无	3	7*6*2
娱乐器	选择性	选择性	选择性	是	1MB RAM 以下	游戏卡	摇杆滑鼠 Modem	1~2	9*6*2

从上面的叙述中，可以发现每一款 PDA 都是为了其特殊的目的所制造，而且可以发现单就 PDA 产品来说，其组成元件就有许多差异，而且根据其功能而有不同规范，这在嵌入式系统中是一种常见的现象。

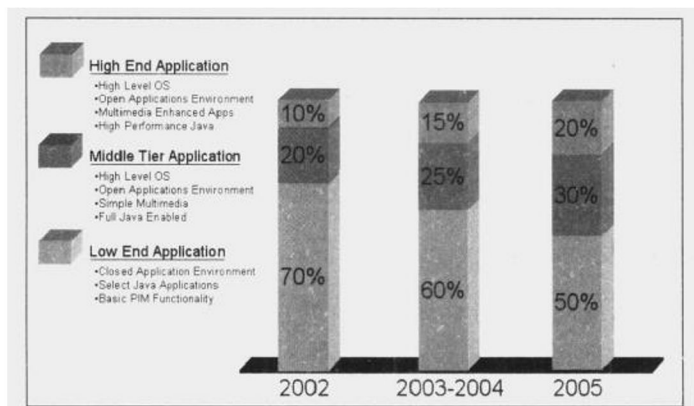


图 1-3 高级嵌入式系统成长预测

事实上，因为嵌入式系统的硬件并不强调执行速度，强调的反而是功能稳定，因此硬件设计方面的技术并不是像一般桌上型电脑一样，有着极高的技术瓶颈，反而在软件组件方面，强调的是系统整合以及友善的用户界面，而随着网络与无线通信的到来，软件组件的发展反而更为重要，我们可以看出未来的软件发展，将逐渐由现行的简易视窗与低速的通信朝向高

带宽通信与多样化的用户界面，特别是 PDA 未来势必会与宽频无线通信结合，而应用方面更会牵涉到移动电子商务系统与多媒体服务。

1.1.2 典型的嵌入式系统

不过像 PDA 这类型的嵌入式系统，发展也不过短短不到十年的时间，根据资策会技术研究处（现为嵌入式系统实验室）的“PDA 产业发展规划报告”中指出 PDA（Personal Digital Assistants）一词系由美国 Apple 公司前任总裁 John Scullery 于 1992 年 1 月在拉斯维加斯的冬季消费性电子展中，向记者所提出，并于四个月内在芝加哥正式发表“Newton”的产品名称及各项规格，但是却迟在 1993 年 8 月才推出第一代产品，即 Message Pad 100，很不幸的这项产品的推出并没有获得巨大回响，反而是在 1996 年，由 Palm 公司靠着 Pilot（第一代的 Palm）起家，这几年来一手打造出强大的 Palm 王朝，改变了整个 PDA 市场的状态。

不过 PDA 只不过是嵌入式系统中特殊的一部分，大部分的嵌入式系统还是以初级的 8 位 CPU 为主，像是 PDA 或是手机这种以 32 位 CPU 为主的产品，在嵌入式市场中还占不到一半的比例，这些以初级 CPU 为主的产品充斥在我们的生活周围，例如电冰箱、空调、微波炉、洗衣机等，除了周围生活，在医疗仪器上、银行金融，甚至在许多军事用途上也可以看到嵌入式系统的踪迹。

嵌入式系统的兴起是在 1971 年由 Intel 公司推出有史以来第一颗微处理器 4004 开始，而微处理器的成功也让接下来的二十年改变了人类的生活，典型的嵌入式系统几乎让人感觉不到她的存在，而且嵌入式系统特别强调“量身订做”的原则，也就是基于某一种特殊用途，我们会针对这项用途开发出截然不同的一项系统出来，就是所谓的客制化（Customize）。

嵌入式系统与一般桌上型电脑或是通用型电脑的最大不同之处也在这里，因为是量身订做，所以我们很难不经过“重大”的修改直接套用到其他的嵌入式产品上去，主要是因为嵌入式产品的硬件具有很高的多样性，就像我们无法将空调控制系统直接搬到电冰箱上使用，而且通常为了降低整个系统的成本，我们会尽量简化不必要的软硬件设计，因此每一项嵌入式产品都有其特殊性，这更加深了所谓移植（porting）不同机器上的困难性。

事实上嵌入式系统也算是计算机架构中的一个偏支，一个标准的计算机架构中必然包含了中央处理器、内存、输出装置、输入装置，只不过在嵌入式系统里，这些单元以较为特殊的形式存在，例如电脑的标准输入装置为键盘，但是微波炉的标准输入装置可能就是它的触控面板，由这些方面，我们也可以感受到嵌入式系统与一般通用型电脑之间的差异。

1.1.3 嵌入式系统的发展趋势

未来的嵌入式系统发展趋势将朝向软硬系统整合、SoC 设计、应用程序研发以及内容服务这几个方面来发展：

（1）系统：嵌入式操作系统（RTOS）

与 PC 操作系统（WIN95/98）比较，嵌入式操作系统并未要求全能，但必须能够依据系统设计规格，有效率地发挥出硬件的运算能力，使得产品达到效率 / 价格比的优化，大多数的系统会要求全自动完成所设置的工作，例如工厂或是银行的系统；除了原本在嵌入式领域耕耘已久的 VxWORK、QNX、Nucleus 等等之外，新兴的主要竞争产品包括 Palm OS、Windows CE、Linux 等，其中 Embedded Linux 操作系统免费授权的特性，已为数间国际大厂所采用，

例如 IBM 及 Sony。

(2) 整合式芯片：SoC

嵌入式产品所需的处理器及芯片组较 PC 要求体积小、散热佳、省电，因此多采用高整合度的 SoC (System-on-Chip) 为其处理器核心，为了尽快缩小制程技术进步与设计生产力间的差距，并加速 SoC 的实现，SIP (Silicon Intellectual Property) 的重复使用 (Re-Use) 成为各方瞩目的焦点。SIP 即所谓硅知识产权 (Silicon Intellectual Property)，或半导体知识产权 (Semiconductor Intellectual Property)，在智财权前面加上硅或半导体，是为了要与一般所称的智财权有所区分。

这类型的产品众多，例如国家半导体 (NS) 的 Geode SC1400 整合 CPU、绘图芯片、MPEG-2、I/O 及 TV out 等功能，就适合于家庭数码影音设备的产品运用。其他则还有 Intel、Motorola、Transmeta 等厂商投入单片机的设计。

(3) 应用软件

嵌入式软件可区分为用户端的应用软件及服务器端的整合软件，服务器端的软件可能以 Linux 或是 Windows 为核心，并搭配各种数据库系统；用户端由于各种产品种类繁多，可开发出的软件也相对增加，例如 Palm 号称有上万种应用软件可以使用。除了原本各种平台专属的应用软件之外，现在更有利用 Java 跨平台程序开发的软件加入这个阵容，软件的种类变得更多。

(4) 服务

由于嵌入式产品必须能随身携带或走入家居生活，故其体积上要求轻薄短小、造型及颜色必须个人化、输入必须自然化、输出必须多媒体化才能吸引消费者；另一方面由于嵌入式产品与网络结合，所以与网络服务提供者或电子商务业者极易结合，也就是嵌入式产品连上网络的入口网站及其内容 (HTML/XML) 可能由厂商负责提供，像是日本 NTT DoCoMo 所发展的 iMode 服务就是一个最好的例子。

目前在这一方面的发展有渐渐受重视的倾向，如市面上个人工作室陆续设计一些 PDA 专用的嵌入式系统，信息产业部则有嵌入式系统实验室部门专属研究此类的软件技术，另外学术单位方面则常利用市面上的一般用途嵌入式电脑为其实验平台。从技术方面来看，此类技术已经成熟，但入门的专业门槛颇高，例如基本上需要有微电脑架构、信息软硬韧件、即时性操作系统、DSP 等背景知识，而高级设计更需要有感测器与人工智能的专业知识。

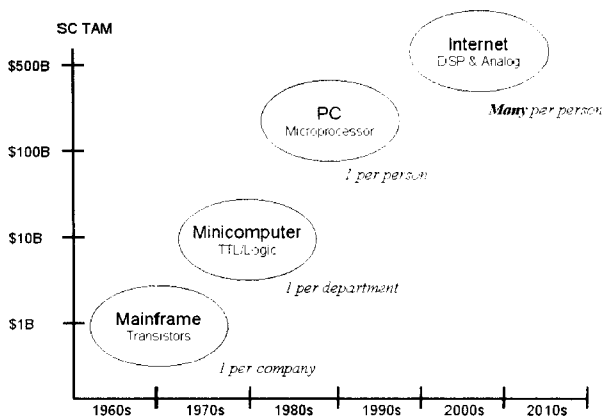


图 1-4 电脑系统发展图

后 PC 时代各种需要复杂运算功能的数字应用系统，其核心肯定是低成本高效率的即时性嵌入式系统。而未来三年内这方面的人才依然相当缺乏，一般应用产品设计公司依然会有其技术瓶颈，在二十一世纪软件与操作系统百家争鸣的春秋时代，从市场方面来看此类技术在未来十年内一定有非常丰厚的潜在利益。

1.2 信息家电

这一两年来，常常可以看见信息家电的报导，并号称为 PC 的接棒人。所谓的 IA (Information Appliance) 信息家电，依据市场情报中心 (MIC) 的定义来说就是：能与因特网互动，专为特定功能而设计，并且易于使用的产品。

美国 HP 公司的一位前任副总裁 Don Norman 在 1998 年出版了的一本书，书名为 “The Invisible Computer”，他在这本书中说到，早在 1978 年，当时任职于 Apple Computer 的 Jef Raskin 就已提出 “information appliance” 一词，而 Norman 自己对于信息家电的定义如下：

An appliance specializing in information: Knowledge, facts, graphics, images, video, or sound. An information appliance is designed to perform a specific activity, such as music, photography, or writing. A distinguishing feature of information appliances is the ability to share information among themselves.

信息家电是一种专门应用于信息方面的家电，应用范围包含知识、新闻、图形、影像、影片及声音，具有特定的功能，最重要的是这些信息家电彼此之间可以交换信息。



图 1-5 各种形态的 Information Appliances Devices 产品外观

1.2.1 信息家电的兴起

在嵌入式系统的领域中，信息家电的兴起大概是最快速的一支，虽然在我们生活周围，早就已经有了数不清的嵌入式产品存在，但是比起其他的相关嵌入式领域的应用来说，信息家电借由无距离限制的连网能力，更贴切地促进人与家电之间的互动，也造就了嵌入式系统领域更进一步的发展。



图 1-6 过去的电脑



图 1-7 现在的电脑

根据美林证券在 1998 年 9 月的报告指出，在未来几年内 IA 将取代个人电脑成为 IT 产业的新秀，基本论点有二：

- 因特网将带动信息工业的第三度革命，将改由以信息取用为主轴的使用形态。
- 信息硬件由泛用走向专用，例如从泛用的 PC 转为个人使用的移动电话、PDA、迷你笔记本电脑等。

这也证明了嵌入式系统的前景是一片光明的！



图 1-8 未来的电脑

信息家电最主要的特色是具功能性、品质稳定、可靠性及易于使用性，方便、容易使用可说是 IA 的精神，这样才能符合真正的需要。信息家电的兴起，主要还是因为网络与硬件制造技术进步有关，主要的原因可以分为下列几点：

因特网普及

由于因特网技术一日千里，各式各样的装置都可以借由 TCP/IP 技术连上因特网，也因为如此，各装置之间可以借由网络来交换信息，只要拥有一个 IP 协议，就可以沟通信息。

半导体设计及制程技术的改善

还记得摩尔定律（Moore's Law）吗？这个定律指出每 18 个月，微处理器的芯片密度增加一倍，而制程成本与售价却减半。半导体技术的进步，使得 SoC（System on Chip）的梦想得以实现，所有繁杂的功能都可以整合在一个小小的芯片上，但是价格却更便宜，使得“pervasive computing”将到处可见，并进一步取代了桌上型电脑的主流地位，成为一般消费市场的主流。

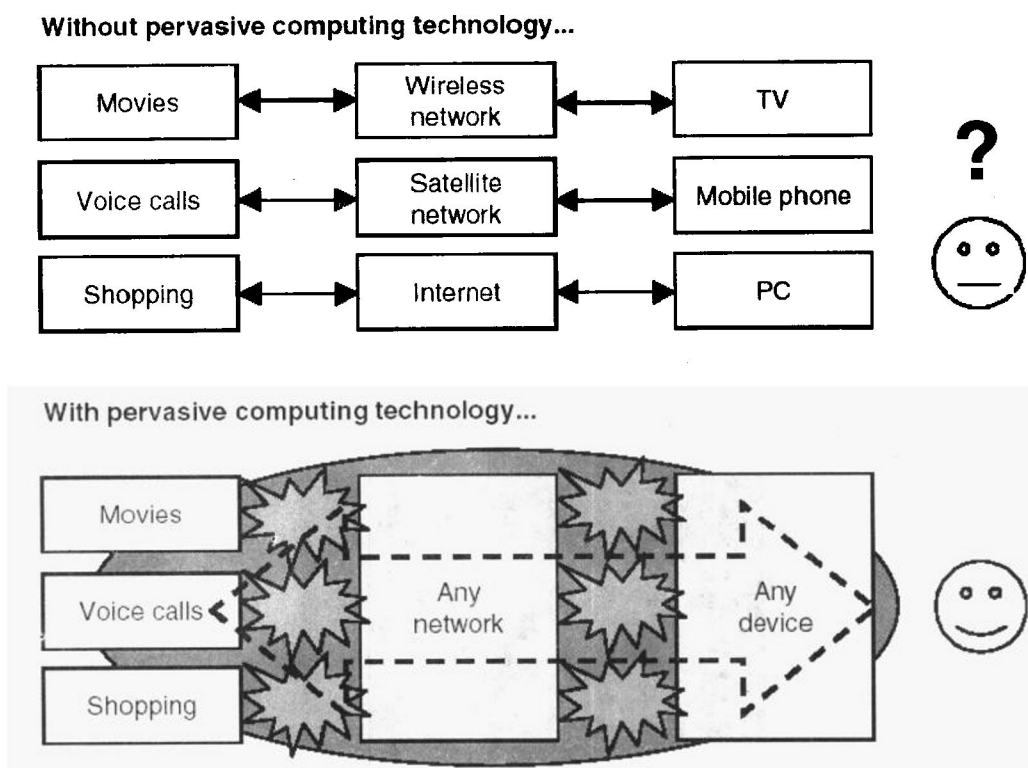


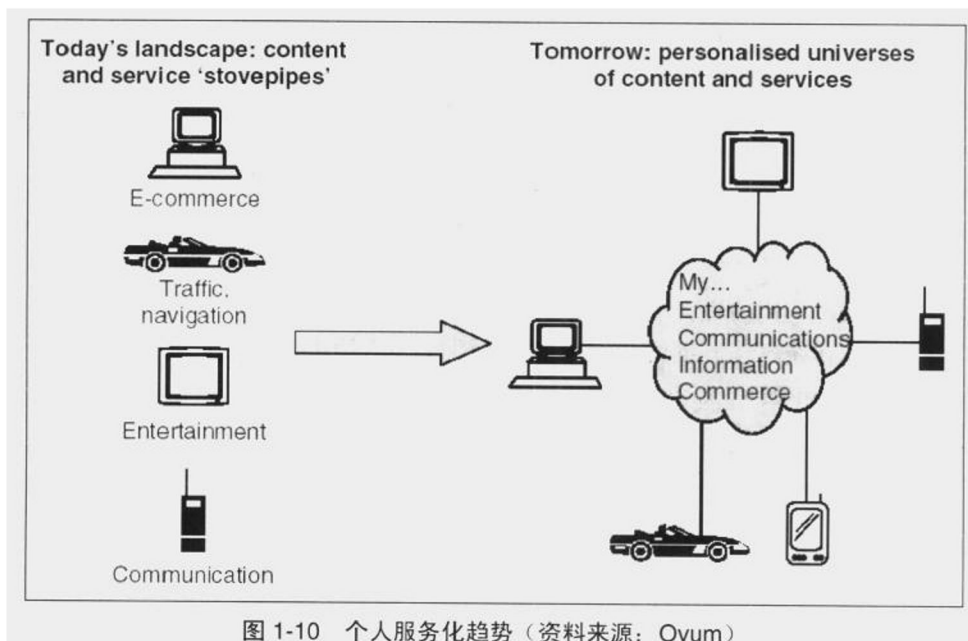
图 1-9 Pervasive Computing 技术的好处（资料来源：Ovum）

3C（Computer、Communication、Consumer Electronics）技术的快速整合

由于硬件成本降低，加上无线通信的技术进步，以及消费者的需求，使得所谓的 3C 产品的整合变得更加快速，也因此带动了其他信息家电的兴盛。我们也可以从这个地方发现，未来的嵌入式系统发展会朝向网络以及通信功能前进。

用户的需求

科技的进步永远都来自于人性，用户的需求造就了科技的进步，当我们想要相互联络更方便，随时随地掌握信息，更简单好用的操作界面，这时候信息家电就会顺应而生了。



信息服务应用生活化

“网上服务”(services in the net)的概念从桌上型电脑进入到生活周围的产品,我们不必再通过开启电脑,连接网络,点选信息的方式取得信息服务,反之是信息应用主动会提供我们所需要的信息,未来消费者可以在网络上获得许多服务,可以比现有的服务更快速、更个性化且更便宜。

也由于信息家电的兴起,MIT的David Clark首度提出的“后PC时代”(post-PC era)一词,指出个人电脑只是提供在这个过渡时期的解决方案,而非最佳的方式,最终信息家电将不再停留在桌上的个人电脑,而将进入用户的日常生活中。这也正是信息家电的真正含意。



图 1-11 后 PC 时代产品蓬勃发展 (资料来源: 资策会 MIC, 2000 年 3 月)

1.2.2 信息家电的产品

信息家电系统产品的又大致可分为个人型/移动型 (personal/mobile) 信息家电产品, 家庭式/娱乐式/视听式 (Home/Entertainment 或 Audio/Video), 以及企业型/网络型 (Enterprise/Networking) 等三大类, 目前已推出的 IA 产品包括: 精简型电脑 (Thin Client)、网络电视 (NetTV)、可视电话 (Screen Phone)、智能型掌上装置 (Smart Handheld Device; SHD) 等。

信息家电在家庭应用方面, 有网络电视配合视频转换器 (WebTV and Set-Top Box)、家庭娱乐设备及其他传统家电与网络界面的整合。在个人应用上, 有电子书、便携式全球定位系统装置 (Portable global positioning devices)、可上网移动电话、个人数字助理 (PDA) 配合无线传输功能及穿戴式电脑 (Wearable computers)。在企业界的应用上, 有嵌入式服务器 (embedded server) 及精简型终端设备 (thin client)。

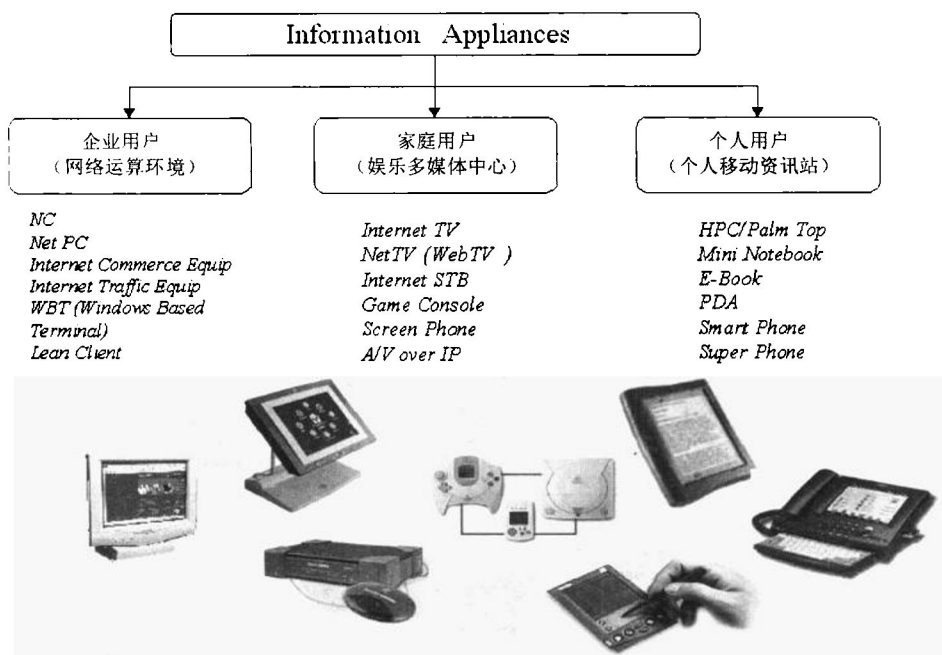


图 1-12 IA 产业之各种产品关联

嵌入式系统中, 虽然初级的产品占了半数以上的市场, 但是高级的嵌入式系统也逐渐在这几年中显露出其重要程度, 尤其我们从这几年的发展情况中, 可以发现在嵌入式系统中的信息家电多元性发展有以下三大趋势:

- 从以电脑为中心的设计转向以消费者为中心的设计。
- 多产业标准并存的网络架构以及互动性。
- 带宽保证等先进网络特性。

信息家电是一个系统产品, 因为必须配合合适的系统软件, 而由于信息家电与无线通信的关系密切, 并强调即时性, 支持不同的应用面, 因此目前的操作系统呈现百家争鸣的现象,