

移动设备系统

开发与设计原理

孟繁锋 主编 / 孟繁疆 张喜海 副主编

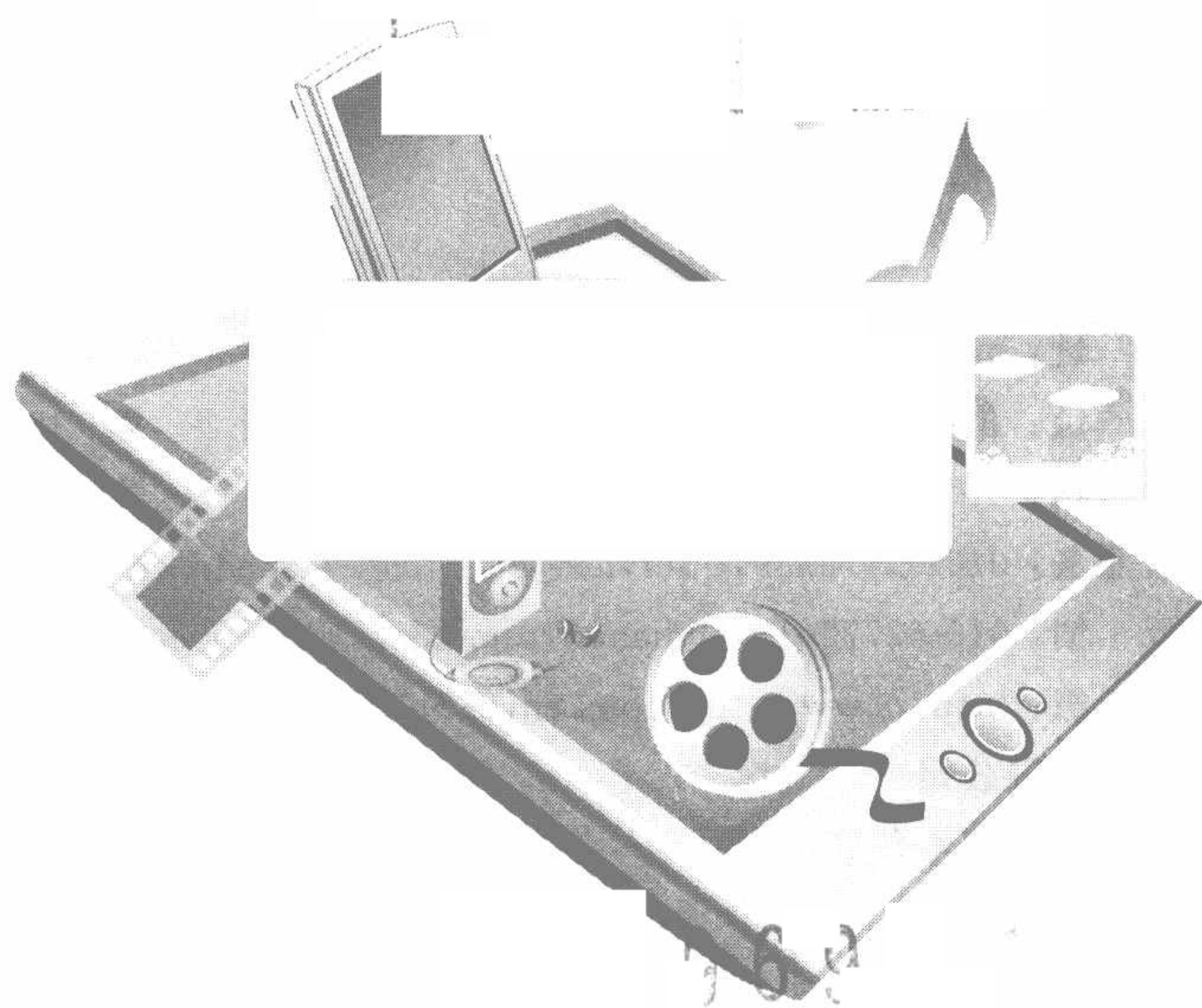


清华大学出版社

移动设备系统

开发与设计原理

孟繁锋 主编 / 孟繁疆 张喜海 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以移动便携设备系统为着眼点,在对其本质归属——嵌入式系统的必要知识进行回顾学习的基础上,系统、全面地介绍了针对移动便携设备系统设计开发的相关知识,包括设备系统的常用控制实现形式、设备系统设计开发的主要步骤流程、设备系统人机界面硬件接口设计、基于人类认知的图形用户界面设计、设备系统交互设计的数据可视化问题以及设备系统的主要测试技术等。

本书适合作为高等院校计算机、物联网等专业高年级本科生、研究生的教材,同时可供希望针对性了解移动便携设备系统设计开发的业余开发人员、相关领域的广大科技工作者和研究人员参考。

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

移动设备系统开发与设计原理/孟繁锋主编. --北京:清华大学出版社, 2016

ISBN 978-7-302-43780-2

I. ①移… II. ①孟… III. ①移动通信—通信设备—系统设计 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100105 号

责任编辑:张 玥 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者: 北京富博印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 17.5 字 数: 402 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 印 次: 2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 39.50 元

产品编号: 061414-01

前言

P R E F A C E

写这本书的想法来源于我近几年所讲授的一门较新的计算机类专业课程——便携设备系统设计开发,最直接的目的是为这门课程配置一本适用的教材,因为当我最初接受这门课程的教学任务时,未能找到一本直接对应课程的合适配套教材,因而只能选择其他内容相近的教材来代替,但是由于之前学期已经给学生讲授过“嵌入式系统”这门课程,需要避免大量的重复内容,并且还要大致符合我对这门课程的教学理念,因此最后只能勉强选择了一本书作主教材,并辅以另外几本教材作为必要的内容补充。经过对这门课程的几轮讲授以后,关于课程讲授内容的选择、设置及组织等问题,我有了进一步的理解与感悟,又积累了一些与课程主题相关的中外资料,再加上多年来积累的一些实践知识和理解,终于萌生了自己写一本针对“便携设备系统开发”课程的教材的想法。

作为“嵌入式系统”的后续课程,“便携设备系统设计开发”这门课程首先应当与“嵌入式系统”课程有所区别和延续:移动便携设备系统归属于嵌入式系统这个大类,因此嵌入式系统的几乎所有基础知识都适用于移动便携设备系统,不同的是由于特定的应用要求,移动便携设备系统的设计开发相比其他类别的嵌入式系统设计开发会有更多的条件限制,新课程要针对在这些条件限制下的开发来设置内容;其次,在嵌入式系统理论基础上,“便携设备系统设计开发”课程应倾向实践内容,并将重点放在系统设计层面上,并由此借鉴引入一些较为新鲜的学科技术方法以辅助实现更加完美的设计。

为了在针对性讲解移动便携设备系统设计开发相关内容的同时,兼顾相关可资利用的新技术的介绍,本书的内容可以说是一个多专业门类的综合体,除了传统的嵌入式系统基础知识、针对移动便携设备系统的常见控制形式和实现方式以及设计开发相关理论知识(包括硬件系统的各种设计模式)、用于移动便携设备系统的接口技术知识、系统测试等专业内容,还借鉴引入了国外一些相关优秀教材上的优秀内容、独特观点、新鲜知识内容,如有益于交互设计的信息可视化内容、UI的认知与设计内容等,以期为学生带来更多启发和引导。但是正因为内容门类较杂,一本书不可能做到面面俱到地深入各个细节层面,因而就未奢望能够让学生一蹴而就,仅凭这本书就学习到相关内容的精髓,现实的期望是能够起到引领入门、拓宽知识面、眼界的作用,学生可再具体参阅相关深入内容的书籍来学习。

本书共8章。第1章为概述,介绍移动便携设备系统的定义及特点、应用、发展等相关知识;第2章为预备知识,着重介绍移动便携设备系统的基础——嵌入式系统的相关必要知识;第3章主要介绍实现移动便携设备系统的几种由简到繁、由低到高的常见控制形式;第4章对移动便携设备系统的设计开发过程,包括相关的基础理论进行了讲解;第5

章介绍针对移动便携设备系统的人机界面接口的模式、原则等设计问题;第6章为移动便携设备系统图形界面设计,从人类视觉感知及大脑认知的角度出发,对图形界面设计中能够得到的一系列启示及常见的设计准则进行了讲解说明;第7章为数据可视化呈现,这也是一门与图形界面交互设计相关的新兴计算机学科,本章讲解数据可视化的概念、过程、方法、交互应用方式及技术展望等内容;第8章主要介绍关于移动便携设备系统测试的相关针对性的技术内容。

东北农业大学孟繁疆和张喜海参与了本教材的编写工作。另外,在教材的编写过程中还得到了东北农业大学赵俊颖、魏晓莉、赵语的帮助,在此一并表示感谢。

作为一本正式出版的教材,在我作为课程对应教材使用的同时,也希望能够有助于面临同样课程教材选择问题的同仁,因此我对这本教材的编写是格外用心的,所有内容尽量做到“有据可查”,对于偶尔出现的,查找到的一些互相矛盾的概念、定义和说法也尽我所能进行了对比分辨,以求去伪存真,但毕竟是第一次自己写正式的教材,并且本人能力有限,因此难免会有一些不尽如人意的、违背初衷的缺点和不足,在此编者恳请读者批评指正。

作者
2016年7月

目 录

CONTENTS

第 1 章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 移动便携设备系统定义	2
1.3 移动便携设备系统特点	3
1.4 移动便携设备系统的典型应用	5
1.5 移动便携设备系统的发展	16
1.6 本章小结	19
思考题	19
第 2 章 预备知识	20
2.1 基础概念	20
2.1.1 冯·诺伊曼体系结构与哈佛体系结构	20
2.1.2 CISC 与 RISC	25
2.1.3 SoC 与 IP 核	27
2.1.4 总线技术	29
2.1.5 ISP 与 IAP	30
2.2 嵌入式处理器分类	31
2.2.1 嵌入式微处理器	31
2.2.2 微控制器	31
2.2.3 数字信号处理器	32
2.2.4 嵌入式片上系统	33
2.3 常见嵌入式应用典型系列	33
2.3.1 ARM 处理器家族	34
2.3.2 日常简单控制应用	35
2.3.3 复杂综合控制应用	39
2.3.4 中高性能消费电子应用	41
2.3.5 高可靠性及实时性应用	44
2.3.6 数字信号处理应用	46
2.3.7 面向特定领域的应用	48

2.4 本章小结	53
思考题	53
第3章 移动便携设备系统的控制形式	54
3.1 常见控制方式	54
3.1.1 直接程序控制	55
3.1.2 封闭式嵌入式操作系统控制	56
3.1.3 开放式通用嵌入式操作系统控制	57
3.2 直接程序控制	59
3.2.1 控制结构及内容	59
3.2.2 编码操作方式	69
3.2.3 辅助工具	71
3.2.4 移动便携设备示例	72
3.3 嵌入式操作系统	73
3.4 封闭式嵌入式操作系统控制	80
3.4.1 控制结构	81
3.4.2 封闭式嵌入式操作系统定制及移植	82
3.4.3 移动便携设备示例	86
3.5 开放式通用嵌入式操作系统控制	88
3.5.1 控制结构	88
3.5.2 通用嵌入式操作系统定制及移植	89
3.5.3 应用软件开发	91
3.5.4 移动便携设备示例	93
3.6 本章小结	93
思考题	93
第4章 移动便携设备系统设计开发过程	94
4.1 有关理论及概念	94
4.1.1 统一建模语言	94
4.1.2 设计模式	100
4.1.3 软硬件协同设计	100
4.2 设计开发过程	102
4.3 立项及需求分析	103
4.3.1 立项准备	103
4.3.2 需求获取	105
4.3.3 规格说明	107
4.4 体系结构设计	107
4.5 设计模式相关	109

4.5.1 与底层硬件相关模式	109
4.5.2 与应用软件相关模式	111
4.6 软硬件组件开发及集成	120
4.7 测试及发布	122
4.8 本章小结	122
思考题	123
第 5 章 移动便携设备系统人机界面接口	124
5.1 概述	124
5.1.1 概念及历史	124
5.1.2 移动便携设备系统人机界面接口	127
5.2 移动便携设备系统界面交互模式	128
5.2.1 硬件接口层面的模式	128
5.2.2 显示界面层面的模式	132
5.2.3 软硬件结合	133
5.3 整机人机界面接口设计原则	133
5.3.1 基于用户及群体角度	134
5.3.2 基于应用环境及场景角度	135
5.3.3 基于应用层次定位角度	135
5.3.4 基于系列化通用化角度	136
5.4 本章小结	136
思考题	137
第 6 章 移动便携设备系统图形界面设计	138
6.1 图形界面交互	138
6.1.1 概念及历史	138
6.1.2 图形交互的必要性	139
6.1.3 移动便携设备系统图形界面交互	141
6.2 视觉感知的格式塔原理	144
6.2.1 概念	144
6.2.2 主体↔背景原理	144
6.2.3 接近性原理	146
6.2.4 连续性原理	147
6.2.5 完整闭合性原理	148
6.2.6 相似性原理	150
6.2.7 对称性原理	151
6.2.8 共同方向运动原理	152
6.3 基于视觉特性的启示	154

6.3.1	结构化信息呈现	154
6.3.2	重视和利用色觉	157
6.3.3	边界视觉的作用	159
6.4	基于大脑特性的启示	163
6.4.1	对阅读行为的研究及借鉴	163
6.4.2	大脑记忆力特点对设计的影响	165
6.4.3	大脑注意力特性对设计的影响	170
6.4.4	识别与回忆	174
6.5	基于学习及响应特性的启示	176
6.5.1	经验与问题解决	176
6.5.2	影响学习的因素	178
6.5.3	与响应度有关的议题	180
6.6	图形界面设计准则	180
6.6.1	图形界面设计的前提	181
6.6.2	常被提到的图形界面设计准则	181
6.7	本章小结	185
	思考题	185
第7章	数据可视化呈现	186
7.1	基础概念	186
7.1.1	概述	186
7.1.2	历史发展	187
7.1.3	数据可视化的功能	194
7.1.4	移动便携设备系统的可视化	197
7.2	数据准备	199
7.2.1	数据可视化一般步骤	199
7.2.2	移动应用的常见数据输入	200
7.2.3	数据的获取	202
7.2.4	数据的整理	203
7.2.5	数据挖掘	206
7.3	可视化呈现	210
7.3.1	常见数据可视化图表	210
7.3.2	数据解析转化	221
7.3.3	可视化的空间局限	223
7.3.4	空间数据的可视化	226
7.3.5	顺序数据的可视化	228
7.3.6	描述型数据的可视化	233
7.4	可视化交互	234

7.4.1 概述·····	234
7.4.2 常见交互方式·····	235
7.4.3 新兴交互方式·····	236
7.5 未来数据可视化技术展望·····	238
7.6 本章小结·····	240
思考题·····	241
第8章 移动便携设备系统的测试·····	242
8.1 测试基础·····	242
8.1.1 测试的目的·····	242
8.1.2 测试的必要性及策略·····	243
8.1.3 移动便携设备系统测试独特性·····	245
8.2 测试工程流程·····	246
8.2.1 完整的测试阶段·····	246
8.2.2 其他测试相关内容·····	250
8.3 基本测试技术·····	251
8.3.1 黑盒测试·····	251
8.3.2 白盒测试·····	254
8.3.3 静态测试与动态测试·····	256
8.3.4 相互关系·····	257
8.3.5 其他测试技术·····	257
8.4 软件子系统测试·····	258
8.4.1 概述·····	258
8.4.2 嵌入式软件测试的特点·····	258
8.4.3 测试流程及平台·····	259
8.4.4 性能测试·····	260
8.5 硬件子系统测试·····	260
8.5.1 概述·····	260
8.5.2 常见测试类型·····	261
8.5.3 测试过程·····	263
8.6 本章小结·····	265
思考题·····	266
参考文献·····	267

概 述

本章学习目标

- 掌握移动便携设备系统的概念、特点；
- 了解移动便携设备系统的应用领域及方法；
- 了解移动便携设备系统的发展趋势。

本章对移动便携设备系统相关内容进行学习探索。首先对移动便携设备系统的定义、特点及历史等内容进行介绍；然后进一步阐述移动便携设备系统的应用情况；最后对移动便携设备系统的发展及趋势给出了说明及设想。

1.1 引 言

人类从未停止对未来科技无止境追逐的脚步，尤其近现代更是加快了步伐，这其中主要原因之一是源于摆脱繁重手工劳作的向往以及对舒适生活的追求，于是有了人工控制的机械化、电气化，进而自动控制的电气化。

随着计算机技术的产生与发展，人类又拥有了实现智能化控制的能力，早期由于技术水平限制，常见做法是将大型设备与计算机相配套，但某些体积、实时性或其他条件受限的应用情况下，这显然不是一个最优的方案。不满足于此，人们继续追求一种能够内嵌于受控设备并行使计算机智能控制功能的、可专用的系统方案。大规模集成电路时期来临后，随着微处理器及相关技术的发展，区别于通用多用途计算机系统的嵌入式系统这一计算机科学领域的重要分支终于逐渐成熟并分化出来，且占有日益重要的地位。

嵌入式系统是嵌入式计算机系统的简称。就像计算机科学领域的许多概念一样，有关嵌入式系统的定义并不唯一，不同文献以各自的关注视角给出了不同的版本。但通常从广义上来说，嵌入式系统就是包含可编程计算机，但本身并非通用计算机的任何设备^[1]。电气和电子工程师协会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)更具体地从应用的角度上给出的较权威的定义是：用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置(原文为：Devices used to control, monitor or assist the operation of equipment, machinery or plants)；而文献[2]给出的定义则指出嵌入式系统是一种基于微处理器的系统，构建它的目的是为了控制某个或一系列功能，而不是设计用来被终端用户像在PC上一样编程的(用户可以对功能做出选择，却不能通过增加、移除软件的方式变更

系统功能);维基百科综合几种文献给出的定义^[3]认为,嵌入式系统是一种存在于比其更大的机械或电子系统中的,具有专用功能的计算机系统,常有实时计算的附加限制,包含硬件和机械部分并作为完整设备的一部分嵌入。

总之,可以认为嵌入式系统是软件和硬件的综合体,并且涵盖作为执行机构的机械电子等附属装置。在国内,目前得到最广泛认同的定义是:嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。总的来说,这是一个比较综合、全面的定义。

现代日常生活中,我们周围经常充斥着大量各种类型的机械、电子系统,鉴于目前自动化、智能化的流行趋势,尽管你有可能意识不到,但不管是便携的、移动的还是固定的设备装置,它们都有可能包含着嵌入式的系统!手机之所以能够满足通信、记录及娱乐需求,家电之所以能够根据指令或环境状态自动按特定步骤调整运行,电梯、扶梯之所以能够安全平稳地按照指令将我们送达目的层,现代汽车之所以能够感知车辆自身各部分状态以自动调整运行、确保行驶安全,现代化生产线之所以能够检测筛选原材料或部件,并源源不断地正确装配生产出合格的产品,凡此种种都少不了嵌入式系统的身影。

显而易见,移动便携设备系统这一技术领域根植于嵌入式系统技术,属于其面向便携应用的一个重要应用分支。

1.2 移动便携设备系统定义

移动便携设备(Mobile Portable Devices),简而言之,就是能够随身移动携带,并且具有信息交互界面,可在手掌上操作的、可用电池供电的各种具有复杂计算或执行能力的设备。因此虽然可以拿在手上的用电设备很多,但从定义可知,本书所指的通常意义上的移动便携设备是必须具有复杂计算能力的、能够执行复杂任务处理的电子设备,且在当前技术环境下尤指内嵌嵌入式芯片并可能载有操作系统(方便与用户交互)的设备,如各种智能/非智能手机、曾经的商务通、PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理)、条码扫描设备、多功能遥控器、音/视频数码设备、智能测距测温设备等,而诸如手电筒、玩具枪或者 mini 电扇之类的设备,虽然也是用电池供电的电器,却不属于移动便携设备的行列。由于应用目的不同,移动便携设备的实现形式是多种多样的,按信息连接方式分,可有独立式、近距离信息交换式(蓝牙、NFC 等)、局部网络连接式(Wi-Fi、ZigBee 等)、通信网络传递式等;按交互及操作方式分,可有纯按键式、按键+屏幕反馈式、按键+触摸屏幕式、按键/触摸屏幕复合式(可下压屏幕);按设备用途分,可有专业用途式、设备控制式、多媒体通用式等;按可移动范围分,可有无线控制式、有线控制式、自主应用式等。现代生产生活中,随着科学技术的进步及设备移动化、小型化、便携化的发展趋势,移动便携设备系统所占比列越来越大,各个领域都出现了越来越多种类移动便携设备的身影,如图 1-1 所示。

移动便携设备系统的出现源于人们在电子技术开始飞跃发展的时代背景下,萌生的对常用电子设备小型化、便携化的期望和需求,从最初为了应对“开发一种与桌面计算机 HP-9100 相同功能的、能放进口袋的设备”的挑战,而基于晶体管集成电路实现的便携设备雏形,即 HP-35 型科学计算器(世界上第一种便携式科学计算器,惠普公司于 1972 年



图 1-1 各种移动便携设备系统

推出,见图 1-2),以及电子游戏掌机始祖“Mattel Electronics Handhold Games”,到借助嵌入式系统实现更加专业化、智能化的控制及数据采集管理的便携应用,再到今天借助无线网络成为新的移动计算领域的代表,而在很多领域挑战通用计算机的地位,移动便携设备系统已逐渐发展成为嵌入式系统的重要应用分支。

现代意义的移动便携设备系统大发展始于 20 世纪 80 年代,当时基于 8/16 位及后来的 32 位微控制器的嵌入式系统技术已经迅速发展起来,应用到军事、工业及日常生产生活中的各个领域,使得由于空间、功耗、环境等条件上的种种限制而不便于或无法配置通用计算机的很多控制应用终于能够得以实现自动化控制(如汽车电子系统、军用制导系统等),也使某些已借助通用计算机实现了自动化控制,但因工作性质而需要时常搬动(非固定位置)的设备进一步摆脱了通用控制计算机

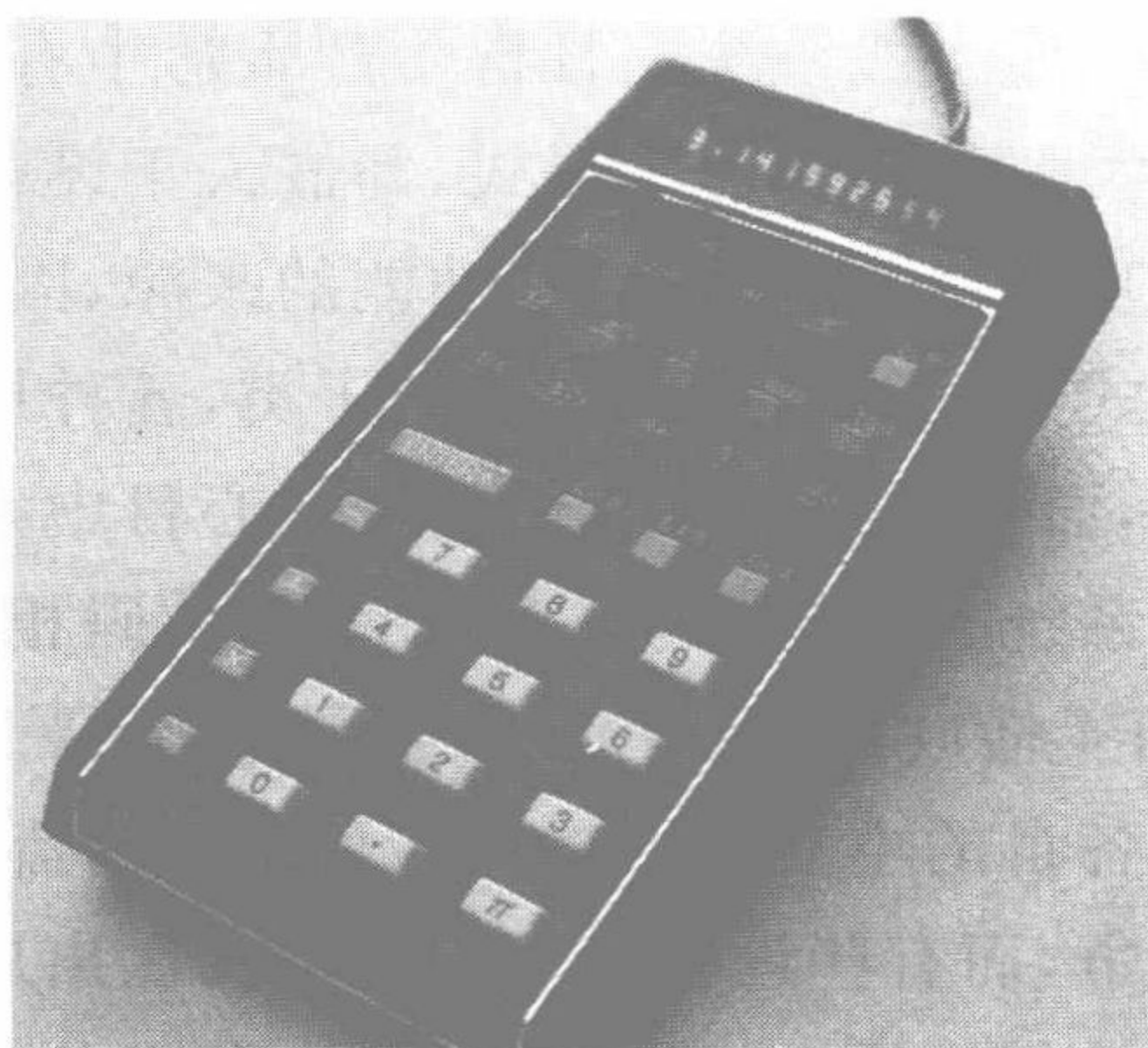


图 1-2 HP-35 便携科学计算器

的束缚,实现了自主自动化和小型化。在此期间,对便携性、功耗、性能等有着特殊要求的各种移动便携设备系统也终于借助嵌入式系统软硬件技术的支撑,由原来众多的美好愿望及概念逐步走向现实,进入人们的生产生活中,改变并丰富了我们的工作及生活。

1.3 移动便携设备系统特点

综合而言,作为嵌入式系统大家族的一类子集,移动便携设备系统不仅继承了嵌入式系统的较强实时性、低功耗、面向特定应用、软硬件可裁剪,但存储空间有限、无自举开发能力等共性特点,通常还具有以下独特之处。

1. 便携灵活

移动便携设备系统最突出的特点正是其出现的原因,正如其名称所描述,具有其他类型电子设备系统所缺乏的使用灵活及时、便于掌握、口袋携带的特性。这种便携性是凭借其高效的电池、新型高性能的芯片群、小巧可被手握的尺寸体积、轻盈的重量等设计元素

而综合实现的。携带这类设备的用户可以随时通过图形交互界面对系统进行操作,以达到期望的目的,如播放音/视频文件、获取传感信息、文档处理、网络交互、无线通信等。与之相比,传统的台式电子设备将操作用户限制在设备所在的相对固定的地点环境中工作,由于设备通常占有较大体积与重量,平时很少变换设备位置,如常用的PC、台式测试仪器等。虽然有些设备已被进一步小型化,可移动和携带,如笔记本电脑等,但其重量,尤其是体积,距离掌握、口袋携带的要求仍有一定差距。可以说,移动便携设备系统的出现和发展逐渐促成了过去以设备为中心到现在以人为中心思想的转变。为了更好地体现以人为中心的思想,移动便携设备系统不仅需要在功能、性能上下功夫,还要考虑用户的使用舒适性体验,这就要灵活应用人体工程学,从用户交互界面设计、产品外形、握持舒适度等方面下功夫。

2. 形式多样化

嵌入式系统在日常生产生活中有着越来越广泛的应用,虽然其应用目的不同,却都有着类似的传统应用形式,即嵌入于设备、电器内部发挥作用,而人们只关注设备、电器的外在功能,却不关注这些功能的来源,因此这些嵌入式系统未能被大多数人所知晓。作为嵌入式系统的一个最重要的子类,各种形式的移动便携设备系统由于其外在的智能处理特性,而成为大多数普通消费者心目中多样化嵌入式系统设备的代表。常见的移动便携设备系统有各种功能/智能手机、数码相机/摄像机、数码录音笔、个人数字助理设备、MP3/MP4 播放器、专业/非专业导航仪、平板电脑等。随着嵌入式软硬件技术的发展,它们都在各自的主功能外扩展各种其他的流行功能,以至于相互之间发生了功能用途的重叠与竞争,而有些设备已经逐渐被淘汰出局。随着时代的进步,很多闻所未闻的新应用形式的移动便携设备持续登场,将这种竞争延续下去。

3. 功能模块化

为了满足不同应用领域、不同层次的应用需求,以及具有不同侧重点的同态应用的需求,拓展多元化市场,移动便携设备系统通常被设计成功能模块化结构。这种模块化不仅包括硬件方面的,还包括软件方面的。硬件方面如扫码模块、3G 模块、RFID 模块、蓝牙模块、指纹识别模块、摄像头模块、加速度传感器模块、Wi-Fi 模块、GSM 通信模块等;软件方面主要是可更换操作系统、可导入新应用程序等。在产品策略上,常用的模块配置方式主要有两种:一是在出厂之前就根据已确定的、产品系列将要提供出售的不同档次型号,预先配置好软硬件系统模块;二是在出厂销售时提供带有预留模块扩展接口的基础版本,用户按需另行购置需要扩展的模块,包括第三方通用模块或是原厂模块。通常第一种方式以消费电子类产品居多,这类产品的用户大都是非专业用户,一般要求即买即用,而第二种方式常见于专用应用,用户大都是专业人士,固定的配置不能满足他们的需求,以及对未来升级的考虑。但这两种方式也不是水火不容的,两者结合的配置方式也屡见不鲜。有些消费级产品厂商考虑到研发时已经出现的一些新型但还未成熟的技术可在以后合适的时间推出扩展模块,就可能会在产品出厂时预留通用/专用扩展接口,并以此作为卖点吸引消费者,以增强竞争力。

4. 更低功耗

为了满足移动便携设备系统的口袋便携性需要,又不失使用持久性,设备所配电池的体积受到了严格的限制,从而一定程度上限制了电池容量,因此移动便携设备系统在设计实现上的一个要点就是将系统运行功耗尽可能降到最低,一般从硬件、软件两个方面来解决。硬件方面,要设计合理的电路板布局走线以减少线路损耗,尽量选用低功耗的芯片、器件,同时还要保证性能指标的要求;软件方面,由于指令的执行最终是耗费功率的物理过程,因而要尽量选用高效的移动操作系统,或将不理想却又别无选择的系统改造得更高效,而所固定搭载的应用程序也选用执行效率高的版本。

5. 信息安全

由于移动便携设备系统的便携属性,系统的信息安全性面临着较为严峻的挑战。一方面,人们在满足了文件、电话本等个人重要信息的存储需求后,又进一步渴望手上的智能设备具有电子支付功能,以实现随时随地支付,提高办事效率。逐渐地,“移动支付”的概念开始流行,相关支付软件开始在各类智能移动便携设备上被安装应用,但便携也意味着增加了遗失或被盗的可能性,从而增加了文档、身份、密码、隐私等信息泄露的风险。另一方面,由于目前移动便携设备系统通常都具有配套的移动操作系统,因而同台式计算机类似,有感染各种病毒、木马的危险,且越是常用的、开放式的主流移动操作系统,越易遭受感染,轻者文件损坏、丢失,重者隐私、密码等重要信息被窃取。由于上述因素,移动便携设备系统面临更多信息安全要求,因而也就比其他类型嵌入式系统更加注重信息安全的防护措施。随着信息处理技术的不断发展,数据安全、加密、身份认证等各类信息安全技术已趋于成熟,当前智能化的移动便携设备系统也普遍拥有了过去只有台式计算机才具备的可观的计算及存储性能,有能力实现大部分信息安全算法技术。而与台式计算机相比,由于移动便携设备系统软硬件之间的联系更灵活、更紧密,因而具有便于软硬件配合实现信息安全的优势。特别地,为了应对某些金融级别或安全敏感的便携式信息安全应用,还可以选用加强安全功能的嵌入式处理器作为核心,以从最基础的底层硬件层次上提升信息安全防护等级。

1.4 移动便携设备系统的典型应用

多年来,伴随着嵌入式系统的蓬勃发展,移动便携设备系统经历了单机自动化、智能化、多机网络化等发展阶段,并分化形成了一些典型的重要应用领域,下面给予简要介绍。

1. 办公/学习辅助

这是移动便携设备系统最广大、最丰富的应用领域,包括各时期从高端到低端、从高性价比到高性能的各种品牌、类型的 PDA、电子词典、便携学习机等产品,以及数码记录笔等一些高档小众个性化的产品,它们被开发出来的目的除了盈利(终极目的)之外,还要借助已经发展起来的先进电子及软件技术,对人们的办公及学习生活提供有力协助,以满

足人们对提高工作效率的渴望。

PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理),国内常称为掌上计算机,此概念由美国 Apple 公司执行总裁 John Sculley 于 1992 年 1 月提出,并于 1993 年年初正式发布世界上第一款 PDA 产品——Newton Message Pad,如图 1-3 所示,但由于它的速度慢、体积大、营销不力等原因,这一款产品在商业上很不成功。

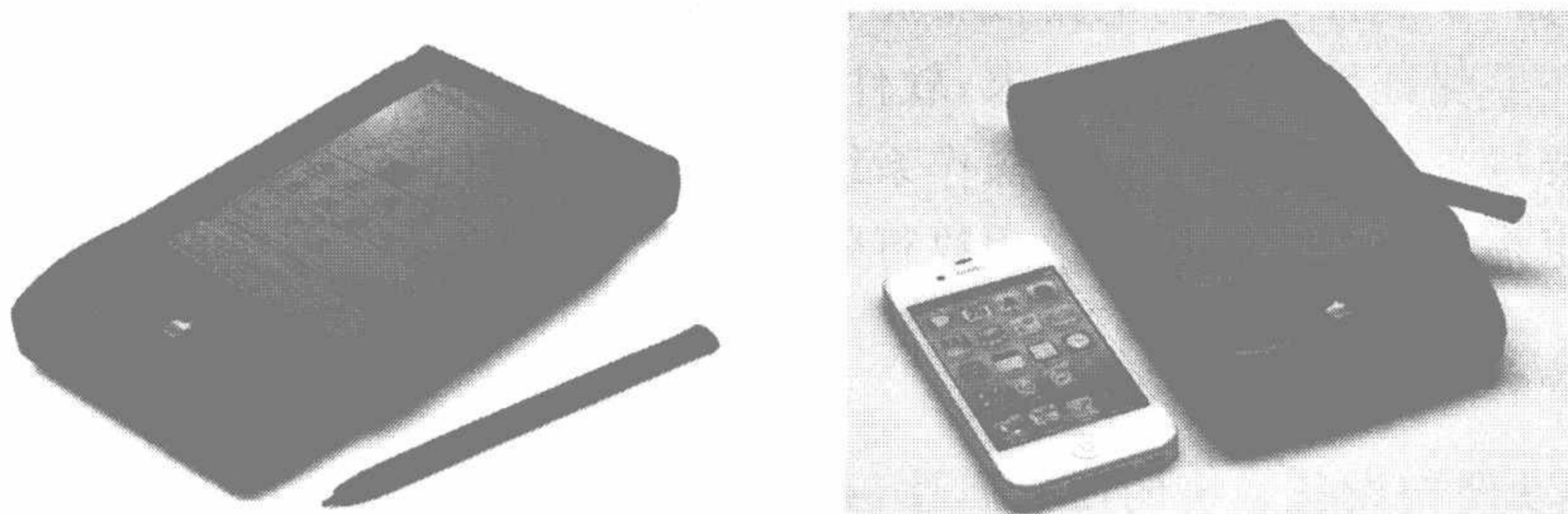


图 1-3 世界上第一款 PDA 产品——Newton Message Pad

第一个得以广泛流行的 PDA 产品,当属 Palm Computing 公司开发的 Palm Pilot 系列产品,其成功源于该公司先期产品遭遇失败后,针对“PDA 产品对用户真正有用的功能”的分析,通过分析发现在当时的技术及市场环境下,PDA 产品应用主题不应是替代用户的桌面计算机,而是替代传统“纸张”的一些简洁功能,并由此确定了两个简单的基本原则。一个原则是简化手写辨认系统的沉重负担,因为当时由机器来应付人们复杂难懂的字迹,是不实际且增加系统运算负担的做法,而让人学习新笔法来配合机器是可行的,为此还特别发明了 Graffiti 输入法,以特殊但简单的新创笔法输入英文、数字、符号等,方便用户有效率地输入资料,同时也降低了系统运算负担;另一个原则是尺寸要做到能放在衬衫口袋中才好。另外,为使新产品达到简单化目标,所有多余的或者可被列为“选用”的功能都去掉了。最终,第一代轻巧随身的 PDA 产品 Palm Pilot 在 1996 年 4 月面世,产品采用了摩托罗拉龙珠系列嵌入式处理器结合自主开发的 Palm OS 这种嵌入式系统结构,搭配具有触摸功能的非彩色液晶屏以及配套手写笔,并内建了 4 个简单、实用的功能,包括“日程管理”、“电话簿”、“待办管理”、“记事本”等,当时售价约 2000 元人民币,该产品推出后的 18 个月内,就卖了 100 万台。随着后续几种型号的推出,用户也由较专业的使用者发展到普通用户(图 1-4)。另外,Palm OS 架构开放的程序开发平台,吸引了众多的开发者对 Palm 设备的性能和应用潜力进行挖掘,为其开发了各种共享或免费的优质应用软件,总数累计达到万余种,将 Palm 设备的优势发挥到了极致。

由于主要面向非专业用户,PDA 能否成功的核心在于所搭配的嵌入式操作系统。继在桌面操作系统领域凭借 Windows 系列产品取得成功后,微软(Microsoft)公司注意到了移动便携设备市场的可观前景和 Palm 取得的成功,于 20 世纪 90 年代中后期基于自身优势,针对日趋完善的 Palm OS 推出了 Windows CE 1.0 操作系统,并且邀请众多的硬件公司支持生产类似的产品(如卡西欧的蛤壳式 PDA),由于缺乏经验,第一代系统在各方面表现并不尽如人意,但后来陆续推出了多代新版本,且分化出了专用于移动便携设备的 Windows Mobile 系统平台,将基于微软 Windows Mobile 的 PDA 特称为 PocketPC(内含

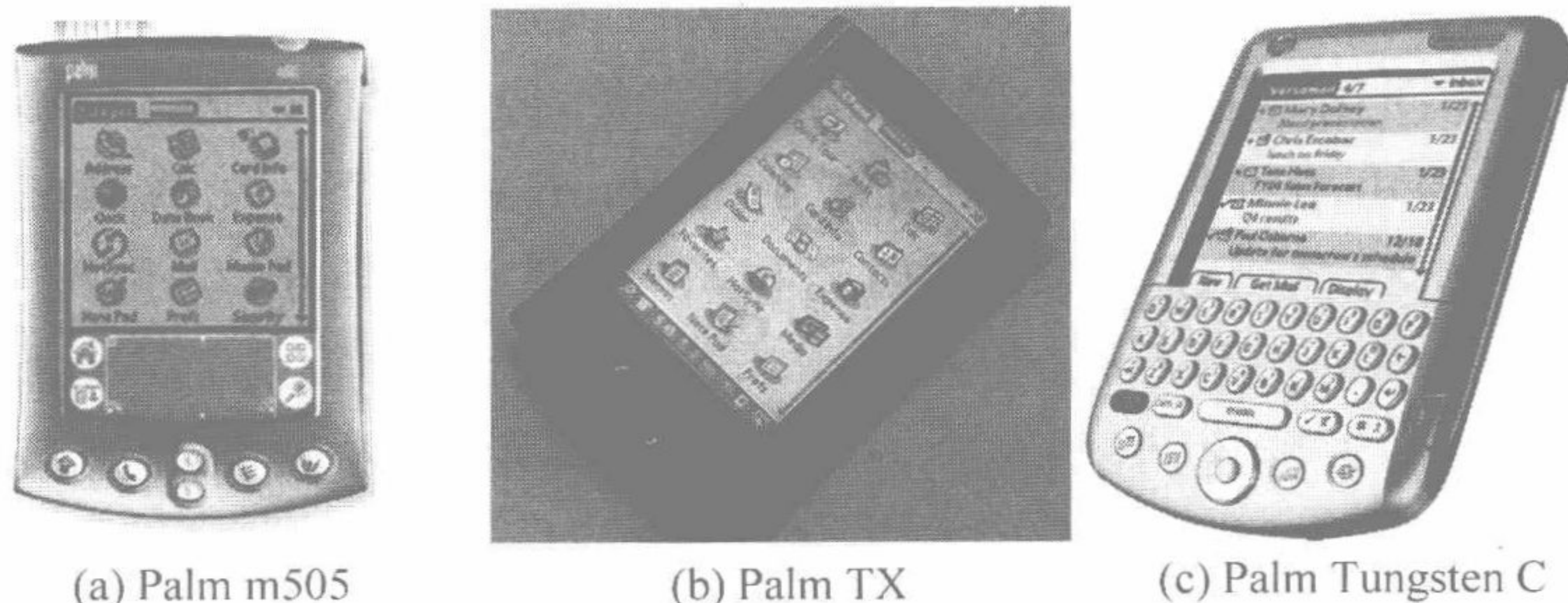


图 1-4 几种不同时期的 Palm 设备

Pocket Word、Pocket Excel 等日常办公软件的袖珍预装版),进而凭借 Windows Mobile 平台与桌面 Windows 系统相似的布局、风格及操作,彩色界面、网络及多媒体娱乐功能支持等优势,获得了众多软硬件厂商的加盟支持,如 HP(惠普)、Compaq(康柏,后并入惠普)、Casio(卡西欧)、Dell(戴尔)以及我国的联想、宏基等,最终巩固了 PocketPC 的成功地位。一些 PocketPC 设备如图 1-5 所示。



图 1-5 几种 PocketPC 设备

由于定位原因,Palm 的前期产品通常忽略多媒体功能,且内嵌较低性能的微处理器,因而也具有低功耗的特点;相反地,PocketPC 则强调多媒体功能,因而均采用彩屏设计,这就需要内嵌较高性能的微处理器,功耗自然较高。上述策略的结果是,虽然 Palm 系列产品内嵌的处理器速度通常较低,其小巧的、低资源要求的应用软件的运行效率却并不输于 PocketPC 上运行的软件,而且低功耗的 Palm 系列产品待机时间远高于彩屏、支持多媒体的 PocketPC 产品。为了在市场上更具竞争力,Palm 也在不断地调整策略,其后期型号开始采用类似于 PocketPC 所内嵌的 RISC 处理器,且 Palm OS 也寻求硬件厂商支持,出现了 IBM 的 Workpad、Sony 的 Clie 和 TRGpro、Handspring 等 Palm 系统 PDA。另外,Palm 产品的接口能力也被增强,红外线与蓝牙成为基本配备,并提供 SD 卡扩充槽、Wi-Fi 等,彩色液晶屏也出现在设备上。尽管如此,在多媒体性能上,PocketPC 始终要优于 Palm,且在操作界面与应用性能上,具有与桌面 Windows 操作系统类似界面与操作特性的 PocketPC,让用户更熟悉、更易学会。

自 20 世纪 90 年代后期开始,我国市场上陆续出现了一些相对低端的学习辅助类移