

# 笔式用户界面

Pen-based User Interface



戴国忠 著  
田 丰

中国科学技术大学出版社

当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书

中国科学技术大学  
校友文库

# 笔式用户界面

Pen-based User Interface

戴国忠 著  
田 丰

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

本书从理论、方法、技术和实现等方面系统地阐述了笔式用户界面的概念、模型、数字笔迹计算、开发方法和开发环境、关键应用系统。全文由笔式用户界面概述、笔式用户界面模型、数字笔迹技术、笔式界面软件开发方法和环境以及笔式用户界面的关键应用等内容组成。本书可作为信息科学技术领域高年级本科生或研究生的教材,也可以供从事人机交互方向的科研和技术开发人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

笔式用户界面/戴国忠,田丰著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2009.3  
(当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书:中国科学技术大学校友文库)  
“十一五”国家重点图书  
ISBN 978-7-312-02242-5

I. 笔… II. ①戴… ②田… III. 用户界面—研究 IV. TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151943 号

中国科学技术大学出版社出版发行

安徽省合肥市金寨路 96 号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

合肥晓星印刷有限责任公司印刷

全国新华书店经销

开本:710 mm×1000 mm 1/16 印张:27.75 字数:548 千

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册

定价:78.00 元

# 总 序

侯建国

(中国科学技术大学校长、中国科学院院士、第三世界科学院院士)

大学最重要的功能是向社会输送人才。大学对于一个国家、民族乃至世界的重要性和贡献度,很大程度上是通过毕业生在社会各领域所取得的成就来体现的。

中国科学技术大学建校只有短短的五十年,之所以迅速成为享有较高国际声誉的著名大学之一,主要就是因为她培养出了一大批德才兼备的优秀毕业生。他们志向高远、基础扎实、综合素质高、创新能力强,在国内外科技、经济、教育等领域做出了杰出的贡献,为中国科大赢得了“科技英才的摇篮”的美誉。

2008年9月,胡锦涛总书记为中国科大建校五十周年发来贺信,信中称赞说:半个世纪以来,中国科学技术大学依托中国科学院,按照全院办校、所系结合的方针,弘扬红专并进、理实交融的校风,努力推进教学和科研工作的改革创新,为党和国家培养了一大批科技人才,取得了一系列具有世界先进水平的原创性科技成果,为推动我国科教事业发展和社会主义现代化建设做出了重要贡献。

据统计,中国科大迄今已毕业的5万人中,已有42人当选中国科学院和中国工程院院士,是同期(自1963年以来)毕业生中当选院士数最多的高校之一。其中,本科毕业生中平均每1000人就产生1名院士和七百多名硕士、博士,比例位居全国高校之首。还有众多的中青年才俊成为我国科技、企业、教育等领域的领军人物和骨干。在历年评选的“中国青年五四奖章”获得者中,作为科技界、科技创新型企业界青年才俊代表,科大毕业生已连续多年榜上有名,获奖总人数位居全国高校前列。鲜为人知的是,有数千名优秀毕业生踏上国防战线,为科技强军做出了重要贡献,涌现出二十多名科技将军和

一大批国防科技中坚。

为反映中国科大五十年来人才培养成果,展示毕业生在科学研究中的最新进展,学校决定在建校五十周年之际,编辑出版《中国科学技术大学校友文库》,于2008年9月起陆续出书,校庆年内集中出版50种。该《文库》选题经过多轮严格的评审和论证,入选书稿学术水平高,已列为“十一五”国家重点图书出版规划。

入选作者中,有北京初创时期的毕业生,也有意气风发的少年班毕业生;有“两院”院士,也有IEEE Fellow;有海内外科研院所、大专院校的教授,也有金融、IT行业的英才;有默默奉献、矢志报国的科技将军,也有在国际前沿奋力拼搏的科研将才;有“文革”后留美学者中第一位担任美国大学系主任的青年教授,也有首批获得新中国博士学位的中年学者……在母校五十周年华诞之际,他们通过著书立说的独特方式,向母校献礼,其深情厚意,令人感佩!

近年来,学校组织了一系列关于中国科大办学成就、经验、理念和优良传统的总结与讨论。通过总结与讨论,我们更清醒地认识到,中国科大这所新中国亲手创办的新型理工科大学所肩负的历史使命和责任。我想,中国科大的创办与发展,首要的目标就是围绕国家战略需求,培养造就世界一流科学家和科技领军人才。五十年来,我们一直遵循这一目标定位,有效地探索了科教紧密结合、培养创新人才的成功之路,取得了令人瞩目的成就,也受到社会各界的广泛赞誉。

成绩属于过去,辉煌须待开创。在未来的发展中,我们依然要牢牢把握“育人是大学第一要务”的宗旨,在坚守优良传统的基础上,不断改革创新,提高教育教学质量,早日实现胡锦涛总书记对中国科大的期待:瞄准世界科技前沿,服务国家发展战略,创造性地做好教学和科研工作,努力办成世界一流的研究型大学,培养造就更多更好的创新人才,为夺取全面建设小康社会新胜利、开创中国特色社会主义事业新局面贡献更大力量。

是为序。

2008年9月

# 序

自 1982 年 ACM 成立人机交互专门兴趣小组 SIGCHI(Special Interest Group on Computer-Human Interaction)以来,人机交互(Computer-Human Interaction<sup>①</sup>,CHI)已有 26 年历史了。2007 年学术界在庆祝人机交互诞生 25 年时,讨论了人机交互已经走了多远和还能走多远。在计算机诞生 50 周年时,人机交互界研究了人机交互发展历史,认为人机交互的发展促进了计算机的迅速发展。由于有了键盘和鼠标,才有字符用户界面和图形用户界面(Graphical User Interface, GUI),才有了计算机的主机时代和个人计算机时代。人机交互几乎和个人计算机同时出现,人机交互造就了 PC 时代的辉煌;由于笔式交互、触摸、语音、以及基于视频等自然交互设备的出现,新的计算模式才得以被提出,我们才进入了普适计算时代。自然交互是普适计算时代研究的重要主题,笔式交互是一种主要的自然交互方式。人机交互是研究人类所使用的交互式计算系统的设计、实施、评估及相关主要现象的学科,用户界面(User Interface, UI)是人与计算机之间传递、交换信息的媒介和对话接口,是计算机系统的重要组成部分,用户界面是人机交互技术的物质表现形式。

20 世纪 80 年代初,我从学习《计算机图形学原理及实践》([美] James D. Foley, Andries van Dam)一书中了解了人机交互。1982 年在美国马里兰大学计算机系进修时开始学习人机交互和用户界面,并开始相关的研究工作。回国以后建立中国科学院软件研究所人机交互技术与智能信息处理实验室,先后得到了国家自然科学基金、国家 863 计划、国家 973 计划以及中国

---

① 人类工效学领域的学者多使用“Human-Computer Interaction”。

科学院软件研究所知识创新工程等项目的支持。从 2001 年负责国家自然科学基金重点项目“自然、高效的面向主流应用的人机交互技术”开始成立了笔式用户界面小组,研究笔式交互和笔式用户界面。

一个好的用户界面必须要有一个好的隐喻。进入 PC 时代后,计算机的主要社会角色是以文字信息形式为主的信息交流者,而草图便是人们交流的最通用方式。手写作为文明人的第一技能,体现了手眼协调能力,所以纸笔隐喻是主体隐喻而非第三人称隐喻,更接近汉字文化内在品质诠释的诉求。由于传感技术的发展,近年来出现一批性能良好、价格适中的手写设备,包括手写板、手写屏、平板电脑、电子白板等,笔式用户界面所需的硬件条件也趋于成熟。

笔式设备不仅具有鼠标的定位功能,还具有笔迹输入(as ink)、手势输入(as gestures)、管理各类对象草图(as sketching)、写作(as writing)以及笔迹输入的时间索引等功能。因此它可以用作设计工具、书写工具、白板应用、注解工具、表单工具、即时通信工具和智能笔记工具。它可用在和文字、表格、图形相关的主流应用,可以在办公室、会议室、教室以及移动环境中应用。从计算机的社会角色、使用的隐喻、输入工具、功能以及主流应用多方面看,纸/笔将是未来使用计算机的主要工具,笔式交互是文字信息交流中最可取的自然交互方式,笔式用户界面将成为主流的用户界面范式。

人机交互是一个相对年轻的计算机学科分支,由于历史的原因,我国从事人机交互学科研究的人很少,从事笔式交互的人更少,但是影响计算机走向大众的主要阻碍便是人机交互。笔式交互是人机交互发展的方向,是占世界人口五分之一的汉语人群方便使用计算机的最佳选择。回归自然、回归大众、回归汉字文明是我国计算机发展的方向和机遇。

以人为中心的计算(简称人本计算)是新的计算模式,这种模式将改变以计算机为中心的取向,改成以用户为中心的取向,它将孕育新的计算机革命。为了推动我国人机交互的发展,推动笔式用户界面的发展,现将我和我的学生们从事笔式用户界面的研究成果加以总结,整理出版,试图从理论、方法、系统和应用方面对该领域进行总结,供同行们参考。

虽然本书主要针对笔式交互,但其中的思想、方法和算法也适用于针对语音、基于视觉等自然交互的用户界面。本书的读者可能包括以下三类人员:从事笔式用户界面的科技人员(重点第 5 章和第 6 章),从事笔迹计算的

科技人员(重点第4章)以及从事笔式应用的开发人员(重点第7章和第8章)。本书的第2章和第3章是基础知识部分。

本书由戴国忠、田丰主持撰写,戴国忠提出了eGOMS模型、PIBG界面范式和笔式界面开发方法。王宏安博士、张高博士和关志伟博士共同参与确定了本书的提纲和主要内容。共有三位副研究员、九位博士和两位硕士参加了具体的写作工作。王常青博士、栗阳博士主要参加第3章;李俊峰博士和敖翔博士主要参加第4章;张凤军副研究员、冯海波硕士主要参加第5章;秦严严博士、李杰博士、王晓春博士主要参加第6章;马翠霞博士、付勇刚博士主要参加第7章;王丹力副研究员和吴刚硕士主要参加第8章;戴国忠和田丰负责完成其他章节的撰写工作。还有一些笔式用户界面组工作的同事和同学也对本书的编写也做出了一定的贡献,他们是李茂贞、滕东兴、王晖、张习文、梁华、程铁刚、姜映映等,在此表示感谢。最后感谢中国科学技术大学出版社给予我们出版本书的机会,值母校成立50周年之际,但愿本书能为母校的建设添砖加瓦。

“宁心梦屋戏笔屏,忘路福村思创新,先觉未萌自有情,唤回自然续文明。”这是我在工作多年的红平房期间写的一首草诗《笔梦》,表达我对笔式交互的努力和梦想,如今努力已付出了,梦想还未成真,但愿此书能帮助具有同样梦想的年轻人圆梦。

感谢北京大学董士海教授、微软亚洲研究院王坚副院长、科技日报胡永生主任记者,他们是我在人机交互漫漫长路上前进中的师长和知音。感谢北京师范大学舒华教授、中国科学院心理研究所傅小兰教授,他们给予了我认知心理学方面的帮助。

尽管我们对本书有着很大的期望并对其做了最大努力,但由于研究工作和写作水平的局限,书中错误在所难免,欢迎读者批评指正。

戴国忠

中国科学院软件研究所

2008年春节

# 目 次

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 总序 .....                     | i   |
| 序 .....                      | iii |
| 第 1 章 用户界面发展历史 .....         | 1   |
| 1.1 人机交互 .....               | 1   |
| 1.1.1 人机交互的定义 .....          | 2   |
| 1.1.2 人机交互的发展历史 .....        | 2   |
| 1.1.3 人机交互造就了 PC 机辉煌时代 ..... | 4   |
| 1.1.4 人机交互的发展趋势 .....        | 5   |
| 1.2 界面隐喻和界面范式 .....          | 8   |
| 1.2.1 界面隐喻 .....             | 8   |
| 1.2.2 界面范式 .....             | 8   |
| 1.3 用户界面 .....               | 11  |
| 1.3.1 用户界面与人机交互系统 .....      | 11  |
| 1.3.2 用户界面的发展 .....          | 12  |
| 1.3.3 自然用户界面 .....           | 13  |
| 1.3.4 笔式用户界面 .....           | 14  |
| 1.4 本书的动机和主题 .....           | 16  |
| 参考文献 .....                   | 17  |
| 第 2 章 笔式用户界面概述 .....         | 20  |
| 2.1 背景 .....                 | 20  |
| 2.2 笔式界面隐喻 .....             | 23  |
| 2.3 笔式界面范式 .....             | 23  |
| 2.4 笔式交互设备 .....             | 31  |
| 2.4.1 笔交互设备硬件基础 .....        | 31  |
| 2.4.2 手持计算设备和电子白板 .....      | 33  |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 2.4.3 平板电脑 .....                     | 34        |
| 2.4.4 智能笔 Anoto .....                | 35        |
| 2.5 笔式交互的功能 .....                    | 35        |
| 2.6 笔式界面应用 .....                     | 36        |
| 2.6.1 创造性工作 .....                    | 37        |
| 2.6.2 信息交流和共享 .....                  | 40        |
| 2.6.3 思想捕捉 .....                     | 41        |
| 2.6.4 基于 GUI 的笔交互增强 .....            | 43        |
| 2.7 笔式用户界面展望 .....                   | 43        |
| 参考文献 .....                           | 44        |
| <b>第 3 章 笔式用户界面模型 .....</b>          | <b>47</b> |
| 3.1 eGOMS 模型 .....                   | 47        |
| 3.1.1 人机交互和认知加工过程 .....              | 48        |
| 3.1.2 人机交互的 eGOMS 模型 .....           | 49        |
| 3.1.3 基于 eGOMS 模型的 PIBG 交互范式评估 ..... | 51        |
| 3.2 基于分布式认知的扩展资源模型 .....             | 52        |
| 3.2.1 人机交互中的分布式认知的研究 .....           | 52        |
| 3.2.2 资源模型 .....                     | 55        |
| 3.2.3 扩展资源模型结构 .....                 | 58        |
| 3.2.4 扩展资源模型交互策略 .....               | 61        |
| 3.2.5 设计方法与设计准则 .....                | 63        |
| 3.2.6 设计实例 .....                     | 64        |
| 3.3 基于混合自动机的交互模型 .....               | 66        |
| 3.3.1 笔交互的抽象特性分析 .....               | 67        |
| 3.3.2 笔式用户界面和混合系统 .....              | 68        |
| 3.3.3 交互的时序模型 .....                  | 71        |
| 3.3.4 描述语言 LEAFF .....               | 71        |
| 3.3.5 描述实例：笔式用户界面中的手势交互 .....        | 73        |
| 3.3.6 讨论 .....                       | 75        |
| 3.4 笔交互原语模型 .....                    | 76        |
| 3.5 以用户为中心的交互信息模型 .....              | 79        |
| 3.5.1 研究背景 .....                     | 80        |
| 3.5.2 用户信息处理模型 .....                 | 80        |
| 3.5.3 OICM 模型结构 .....                | 82        |
| 3.5.4 模型表示 .....                     | 88        |
| 3.5.5 模型分析 .....                     | 90        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 参考文献 .....                   | 93         |
| <b>第4章 数字笔迹与笔迹计算 .....</b>   | <b>98</b>  |
| 4.1 数字笔迹 .....               | 98         |
| 4.1.1 数字笔迹定义和存储格式 .....      | 99         |
| 4.1.2 数字笔迹的意义 .....          | 100        |
| 4.1.3 数字笔迹技术研究和应用 .....      | 101        |
| 4.2 笔迹计算 .....               | 101        |
| 4.2.1 笔迹计算技术 .....           | 101        |
| 4.2.2 笔迹计算技术的分类 .....        | 101        |
| 4.2.3 笔迹计算技术之间的关系 .....      | 103        |
| 4.3 笔迹绘制 .....               | 104        |
| 4.3.1 笔迹绘制综述 .....           | 104        |
| 4.3.2 基于同步B样条的笔锋效果模拟 .....   | 111        |
| 4.3.3 公切线增强模型 .....          | 112        |
| 4.3.4 关键点查找算法 .....          | 112        |
| 4.3.5 同步B样条拟合算法 .....        | 113        |
| 4.3.6 实现和实验评估 .....          | 115        |
| 4.4 笔迹压缩 .....               | 117        |
| 4.4.1 笔迹压缩综述 .....           | 117        |
| 4.4.2 基于整数小波变换的笔迹层次式压缩 ..... | 118        |
| 4.5 笔迹的结构分析与识别 .....         | 127        |
| 4.5.1 笔迹的结构 .....            | 127        |
| 4.5.2 笔迹的结构分析与识别综述 .....     | 129        |
| 4.5.3 笔迹的图元识别 .....          | 135        |
| 4.5.4 文本行结构提取 .....          | 145        |
| 4.5.5 图文分离 .....             | 159        |
| 4.5.6 流程图结构分析 .....          | 168        |
| 4.5.7 列表结构分析 .....           | 185        |
| 4.5.8 表格结构分析 .....           | 186        |
| 4.5.9 数学表达式结构分析 .....        | 187        |
| 4.5.10 化学方程式结构分析 .....       | 188        |
| 参考文献 .....                   | 188        |
| <b>第5章 笔式交互技术 .....</b>      | <b>199</b> |
| 5.1 笔手势交互 .....              | 199        |
| 5.1.1 手势概述 .....             | 199        |
| 5.1.2 意义性笔手势分类 .....         | 200        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 5.1.3 笔手势识别 .....                 | 211        |
| 5.1.4 笔手势设计原则 .....               | 216        |
| 5.2 Tilt Cursor 和 Tilt Menu ..... | 219        |
| 5.2.1 Tilt Cursor .....           | 219        |
| 5.2.2 Tilt Menu .....             | 221        |
| 5.3 多通道错误纠正 .....                 | 224        |
| 5.3.1 错误纠正综述 .....                | 224        |
| 5.3.2 连续手写文字识别的跨通道纠错 .....        | 226        |
| 5.4 笔式用户界面中 Icon/Button 设计 .....  | 238        |
| 5.4.1 Icon 设计概述 .....             | 238        |
| 5.4.2 Icon 总体设计原则 .....           | 239        |
| 5.4.3 Icon 具体设计指南 .....           | 239        |
| 5.4.4 Button 设计概述 .....           | 243        |
| 5.4.5 Button 设计原则 .....           | 243        |
| 5.5 基于笔的三维交互 .....                | 247        |
| 5.5.1 概述 .....                    | 247        |
| 5.5.2 交互设备的组合 .....               | 247        |
| 5.5.3 交互技术 .....                  | 248        |
| 5.5.4 笔交互与语音输入的 3D 融合 .....       | 249        |
| 5.6 草图界面 .....                    | 251        |
| 5.6.1 概述 .....                    | 251        |
| 5.6.2 草图界面国内外研究现状 .....           | 252        |
| 5.6.3 草图输入与草图理解 .....             | 256        |
| 参考文献 .....                        | 259        |
| <b>第 6 章 笔式界面软件开发方法和环境 .....</b>  | <b>269</b> |
| 6.1 笔式交互系统开发方法分析 .....            | 269        |
| 6.1.1 交互系统开发方法分析 .....            | 269        |
| 6.1.2 笔式交互系统模型 .....              | 275        |
| 6.1.3 笔式用户界面任务描述语言 .....          | 281        |
| 6.1.4 面向最终用户的笔式交互系统开发方法 .....     | 284        |
| 6.2 笔式用户界面工具箱 .....               | 299        |
| 6.3 笔式用户界面开发工具 .....              | 301        |
| 6.3.1 现有开发工具介绍 .....              | 301        |
| 6.3.2 笔式交互系统开发工具体系结构 .....        | 303        |
| 6.4 笔式交互系统开发工具 .....              | 305        |
| 6.4.1 现有任务建模工具 .....              | 305        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 6.4.2 基于笔交互的任务建模工具 .....     | 307        |
| 6.4.3 代码自动生成工具 .....         | 309        |
| 6.4.4 笔式交互系统运行状态 .....       | 310        |
| 6.4.5 笔式电子表单开发工具 .....       | 311        |
| 参考文献 .....                   | 330        |
| <b>第7章 笔式用户界面应用 .....</b>    | <b>334</b> |
| 7.1 自由办公领域关键应用 .....         | 334        |
| 7.1.1 笔式电子教学 .....           | 334        |
| 7.1.2 笔式电子表单 .....           | 341        |
| 7.1.3 SketchPoint .....      | 345        |
| 7.2 儿童益智领域关键应用 .....         | 366        |
| 7.2.1 儿童娱乐城的设计目标 .....       | 367        |
| 7.2.2 儿童娱乐城的系统结构和功能 .....    | 368        |
| 7.2.3 儿童娱乐城的交互场景和交互技术 .....  | 370        |
| 7.2.4 儿童娱乐城的推广应用和用户反馈 .....  | 372        |
| 7.3 体育训练领域关键应用 .....         | 374        |
| 7.3.1 系统核心功能描述 .....         | 374        |
| 7.3.2 系统技术特色 .....           | 377        |
| 7.3.3 系统的应用和推广 .....         | 379        |
| 7.4 草图设计领域关键应用 .....         | 379        |
| 7.4.1 工艺草图系统 .....           | 379        |
| 7.4.2 基于笔式交互的虚拟家居系统 .....    | 382        |
| 7.4.3 手绘草图概念设计系统 .....       | 383        |
| 参考文献 .....                   | 389        |
| <b>第8章 笔式用户界面可用性研究 .....</b> | <b>393</b> |
| 8.1 用户界面可用性研究的心理学基础 .....    | 393        |
| 8.1.1 用户界面可用性的定义 .....       | 393        |
| 8.1.2 用户模型和心理模型 .....        | 394        |
| 8.1.3 信息处理模型 .....           | 394        |
| 8.1.4 理论模型评估方法 .....         | 395        |
| 8.2 用户界面可用性设计 .....          | 399        |
| 8.2.1 以用户为中心的设计 .....        | 400        |
| 8.2.2 特定的可用性标准 .....         | 400        |
| 8.2.3 迭代设计 .....             | 402        |
| 8.3 用户界面可用性的评估及其方法 .....     | 402        |
| 8.4 界面评估数据获取方式 .....         | 404        |

|            |                        |     |
|------------|------------------------|-----|
| 8.4.1      | 交互活动的历史记录 .....        | 404 |
| 8.4.2      | 交互影像记录 .....           | 405 |
| 8.4.3      | 直接观测记录 .....           | 405 |
| 8.4.4      | 调查表 .....              | 405 |
| 8.4.5      | 特征分析表 .....            | 405 |
| 8.5        | 笔式用户界面与键盘鼠标界面的区别 ..... | 406 |
| 8.5.1      | 键盘鼠标界面的优势 .....        | 406 |
| 8.5.2      | 笔式用户界面的优势 .....        | 406 |
| 8.6        | 笔式用户界面可用性设计 .....      | 408 |
| 8.6.1      | 用户需求分析 .....           | 408 |
| 8.6.2      | 主界面的设计 .....           | 410 |
| 8.6.3      | 界面元素的设计 .....          | 411 |
| 8.7        | 评估方法选择和实验设计 .....      | 413 |
| 8.7.1      | 评估的目标 .....            | 414 |
| 8.7.2      | 评估方法的选择 .....          | 414 |
| 8.7.3      | 评估任务的设计 .....          | 415 |
| 8.8        | 可用性测试过程 .....          | 417 |
| 8.8.1      | 被试人员的选择 .....          | 417 |
| 8.8.2      | 实验环境 .....             | 417 |
| 8.8.3      | 实验过程 .....             | 418 |
| 8.9        | 结果分析 .....             | 419 |
| 8.9.1      | 易学性 .....              | 420 |
| 8.9.2      | 系统操作效率 .....           | 420 |
| 8.9.3      | 出错率 .....              | 423 |
| 8.9.4      | 用户满意度 .....            | 423 |
| 参考文献 ..... |                        | 424 |

# 第 1 章 用户界面发展历史

## 1.1 人机交互

计算机的诞生使人们的工作和生活产生了巨大的变化,伴随着互联网的普及,这一变化更加深刻。几十年来,尽管计算机的处理能力已经有了很大的发展,但是人们使用计算机的方式并没有发生本质的改变。已故前 Xerox PARC 首席科学家 Mark Weiser 发表在《科学美国人》(*Scientific American*)上的《21 世纪的计算机》(*The Computer for the 21st Century*)一文指出:我们都很熟悉计算机,但它在使用方式上存在一个最大的弊端——计算机本身吸引了太多注意力,而好的工具应该是不会吸引我们的注意力的。比如几千年来我们习惯于用笔和纸作为帮助我们思考问题的工具,但我们在使用它们的时候却从来都不会去注意笔和纸本身。因此,他提出了“无所不在的计算(ubiquitous computing)”的思想,强调把计算机嵌入到环境或日常工具中去,让计算机本身从人们的视线中消失,让人们注意的中心回归到要完成的任务本身。目前 CPU 的处理能力已不是制约计算机应用和发展的障碍,最关键的制约因素是人机交互。

人机交互学是一门关于设计和评估以计算机为基础的系统而使这些系统能够最容易地为人类所使用的学科[董建明 2002]。人们是通过人机界面向计算机提供指令并获得反馈的,人与计算机通信的过程通常被称为人机交互。人机交互技术和计算机的发展是相辅相成的,一方面计算机速度的提高使人机交互技术的实现变得可能,另一方面人机交互对计算机的发展起着引领作用。正是人机交互技术造就了辉煌的个人计算机时代(20 世纪八九十年代),鼠标、图形界面对 PC 的发展起到了巨大的促进作用。21 世纪我们已进入以人为中心的计算时代,人机交互是未来 IT 的核心技术。随着中国逐渐成为世界的 IT 中心,中国也将成为人机交互技术的发展中心;而人机交互正是中国

软件腾飞的机会。发展平民可用技术、实现以人为本的计算是 21 世纪计算机发展的目标。

### 1.1.1 人机交互的定义

人机交互是一个涉及计算机、人类工效学、认知科学、心理学等多学科的领域,20 世纪 90 年代初人机交互技术日趋成熟,对人机交互有了学术的定义与解释。美国 ACM 组织下的人机交互特别兴趣小组 ACM SIGCHI 给出的定义为:人机交互是一个关于人类对交互式计算系统的设计、评估与实现以及相关领域研究的学科[Hewett 1992]。Dix 在《Human-Computer Interaction》一书中认为,人机交互研究人们的学习、计算技术以及它们之间的相互作用与影响的方式,其最终目的是使计算技术得以更方便地被人们使用[Dix 1993]。Preece 在《Human-Computer Interaction》一书中提出:人机交互是关于设计计算系统的学科,支持用户的使用得以成功,从而有保障地完成他们的任务[Preece 1994]。

计算机作为一种人类的高级工具,是人们探索世界、进行生活和生产的延伸。人机交互的广泛研究,提供了人们对人的交互意图和相应的生理限制、计算机性能和限制以及相关知识的描述,以帮助人们来完成以前无法做到的任务。人机交互的另一个主要目的是提高用户与计算机之间的交互质量,使用户更加容易掌握和使用这种技术。

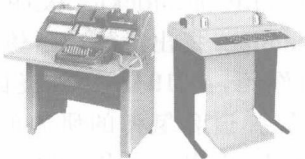
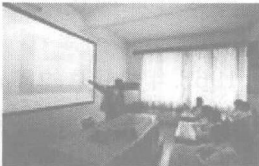
人机交互研究的范畴包括:人机交互模型、计算机使用的上下文、人的属性、交互设备和交互技术、计算机系统和交互架构、开发过程和方法、可行性设计和评估等。

### 1.1.2 人机交互的发展历史

人机交互研究和开发工作的主要动力是计算机的普及和应用计算技术的不断发展。当新的技术(例如 Internet)快速发展后,研究人员立即进入这些领域并且研究如何利用新技术,使之最有效地被人所使用。另一方面,如果人机交互学的研究能够拉动技术的发展,那么这种研究将更有意义。计算机应用的历史也就是人机交互发展的历史。

了解人机交互的发展历史,可以学习成功经验,帮助我们展望未来;理解人机交互的发展历史,可以避免重犯过去的错误。对一个领域中知识的掌握蕴含着对该领域历史的理解和认同。人机交互主要技术见表 1.1。

表 1.1 人机交互技术发展回顾

| 年 代                       | 人机交互技术特点                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1970 年以前                  |  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 打孔纸带输入</li> <li>● 纸张输出</li> <li>● 无交互</li> </ul>                                         |
| 20 世纪 70 年代初中期            |  <ul style="list-style-type: none"> <li>● I/O: 计算机终端</li> <li>● 分时 (time-sharing)</li> <li>● 命令交互</li> </ul>                       |
| 20 世纪 70 年代后期—<br>80 年代初期 |  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 键盘输入、TTY 输出</li> <li>● 对话框 + 菜单</li> </ul>                                               |
| 20 世纪 80 年代后期             |  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 输入设备包括键盘、鼠标、笔、游戏杆</li> <li>● 输出: 图形化界面</li> <li>● 窗口系统 (Windows, Motif, Mac)</li> </ul> |
| 20 世纪 90 年代               |  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 输入设备包括键盘、鼠标、笔、游戏杆</li> <li>● 输出: 多媒体</li> <li>● 视窗系统、互联网</li> </ul>                    |

在 20 世纪 80 年代以前,计算机主要的应用是通过大型机来提供,许多人共用一台计算机。人们要用计算机,需要到公用机房,这种方式给计算机的使用带来很多的不便,计算机主要还是应用在实验室或者科研部门。从 80 年代开始,计算模式从大型机向 PC 机转移,进入了桌面计算时代;计算机能够处理的对象也从数字符号、文字增强到多媒体信息,计算机逐渐进入到办公室、家庭中。目前正在进入普适计算时代。普适计算是 21 世纪的计算模式,普适计算模式就是要颠覆“人使用计算机”的传统方式,将人与计算机的关系改变为“计算机为人服