



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

**21**世纪高等学校计算机专业核心课程规划教材

# 人机交互基础教程

## (第3版)

孟祥旭 李学庆 杨承磊 王璐 编著



清华大学出版社

十五 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪高等学校计算机专业核心课程规划教材

# 人机交互基础教程

## (第3版)

孟祥旭 李学庆 杨承磊 王璐 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书在第2版的基础上,着重针对人机交互领域飞速发展的新型交互设备、交互理念进行了更新,侧重技术讲解,增加了大量丰富的实例。通过本书的学习,读者可以较好地掌握人机交互的基本知识和相关技术,能够学以致用。

本书适合作为高等院校计算机相关专业的教材,也可作为IT相关的社会培训课程教材和读者自学参考书。

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

人机交互基础教程/孟祥旭等编著.—3版.—北京:清华大学出版社,2016(2016.8重印)

21世纪高等学校计算机专业核心课程规划教材

ISBN 978-7-302-42745-2

I. ①人… II. ①孟… III. ①人一机系统—高等学校—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第020139号

责任编辑:付弘宇

封面设计:杨 兮

责任校对:白 蕾

责任印制:沈 露

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.5 字 数:473千字

版 次:2004年9月第1版 2016年3月第3版 印 次:2016年8月第3次印刷

印 数:48501~51500

定 价:39.50元

产品编号:066857-01

# 前言

山东大学是国内最早开设人机交互课程的高校之一。在“十一五”国家级规划教材项目资助下,结合多年来的教学实践,笔者于2010年编著出版了《人机交互基础教程(第2版)》,在国内百余所高等院校作为教材使用。一方面,人机交互技术发展变化特别迅猛,另一方面,笔者团队近年来对人机交互领域进行了更为深入的研究,对人机交互的教学也有了更为系统的理解,这些新的学术成果尽可能地包含在新版教材中。笔者同时参考了IEEE和ACM推出的“Computer Science Curricula 2013”中与人机交互有关的知识体系,在清华大学出版社的大力支持下,组织编写了第3版。

第3版教材更加注重知识体系的系统性以及如何把相关知识更加有效地传达给读者,使之更适合本科生使用。教材着重针对人机交互领域飞速发展的新型交互设备、交互理念进行了更新,侧重于技术讲解,增加了大量丰富的实例,希望通过本书的学习,读者可以较好掌握人机交互的基本知识和相关技术,能够学以致用。与第2版相比,本版的主要变化之处如下:

第1章 扩充了人机交互的发展历史和发展趋势,并且结合人机交互在各个领域最新的典型应用列举应用实例。

第2章 从认知心理学的角度系统扩充了视觉、听觉、触觉等感知通道的特点,增加了知觉的特性,并增加了丰富的认知心理学理论对于交互设计产生影响的实例。

第3章 结合交互设备的最新发展,增加了多种输入、输出以及虚拟现实交互设备的原理及装置,如体感输入设备、多点触摸屏、投影设备、3D打印机、立体视觉设备等。

第4章 结合笔者团队的研究,扩充了基本交互技术、二维图形交互技术、三维图形交互技术的实例,并增加了多点触控技术、手势识别技术、表情识别技术、眼动跟踪技术等自然交互技术。

第5章 本章内容未改动,重点介绍人机界面的设计方法,特别是以用户为中心的界面设计原则和方法。

第6章 本章内容未改动,讨论人机界面的表示模型和实现方法,重点围绕窗口系统和UIMS系统等进行介绍。

第7章 更新 Web 界面设计技术,包括 HTML5、WebGL 等新技术。

第8章 结合移动设备的最新发展,更新智能移动设备及其交互方式,更新移动界面要素设计,增加 Android 和 IOS 移动开发平台及工具,并结合团队研发系统,给出一个 Android 移动界面设计实例。

第9章 从“可用性与可用性评估”和“用户体验评估”两个方面重新组织本章结构。在可用性评估方法中,扩充启发式评估方法、用户测试方法等,增加可用性评估方法的比较,进一步精简、提炼可用性评估案例;增加“用户体验评估”章节,从用户体验模型、用户体验评价等多个方面进行介绍。

第10章 本章为新增加的章节,结合笔者团队研发案例,列举两个应用实例,从自然交互和界面设计两个方面说明交互设计过程。

为了便于对全书内容的理解和提高应用能力,本书系统地重新设计了各章的习题和课程设计题目。希望读者通过这些习题的思考和上机操作,加深对所学内容的理解,达到理论与实践相结合的目的。

本书第1章由孟祥旭、杨承磊执笔,王璐修订;第2章由屠长河执笔,王璐、卞玉龙修订;第3章由徐延宁、王璐、关东东执笔并修订;第4章由潘荣江、杨承磊执笔,王璐修订;第5章由刘士军执笔;第6章由李学庆执笔;第7章由蒋志方执笔,王璐修订;第8章由向辉执笔,王璐修订;第9章由刘士军执笔,杨承磊、卞玉龙修订;第10章由王璐执笔。此外,徐雅洁、秦溥、孙维思、周士胜、孙晓雯、穆冠琦、肖洒、陈潇瑞、赵思伟、宋天琦、李慧宇等也参与到部分内容的修订以及排版工作。本书中的部分图片和内容引自互联网,有些难以确定作者或出处,故在本书中没有标注,在此表示感谢,并请相关作者海涵。

本书最后由孟祥旭、杨承磊、王璐统稿,由孟祥旭审定。由于时间仓促,编者水平有限,书中欠妥和纰漏之处在所难免,恳请读者和同行不吝指正。

与本书配套的电子课件等教学资源可以从清华大学出版社网站 [www.tup.com.cn](http://www.tup.com.cn) 下载。在本书及课件的使用中遇到任何问题,请联系 [fuh@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:fuh@tup.tsinghua.edu.cn)。

编者

2015年12月

## 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 什么是人机交互	1
1.2 人机交互的研究内容	2
1.3 人机交互的发展历史	3
1.4 人机交互的应用	6
习题	11
第 2 章 感知和认知基础	12
2.1 人的感知	12
2.1.1 视觉	12
2.1.2 听觉	20
2.1.3 触觉和力觉	22
2.1.4 内部感觉	22
2.1.5 刺激强度与感知大小间的关系	23
2.1.6 感官与交互体验	25
2.2 知觉的特性	26
2.2.1 知觉的选择性	26
2.2.2 知觉的整体性	27
2.2.3 知觉的理解性	27
2.2.4 知觉的恒常性	29
2.3 认知过程与交互设计原则	29
2.3.1 常见认知过程	30
2.3.2 影响认知的因素	34
2.4 概念模型及对概念模型的认知	35
2.4.1 概念模型	35
2.4.2 对概念模型的认知	36

2.5	分布式认知	38
2.5.1	基本概念和定义	38
2.5.2	分布式认知理论的特征	39
2.5.3	分布式认知在人机交互中的应用	40
	习题	41
<b>第3章</b>	<b>交互设备</b>	<b>42</b>
3.1	输入设备	42
3.1.1	文本输入设备	42
3.1.2	图像输入设备	44
3.1.3	三维信息输入设备	45
3.1.4	指点输入设备	50
3.2	输出设备	54
3.2.1	光栅显示器	54
3.2.2	投影仪	56
3.2.3	打印机	59
3.2.4	3D 打印机	61
3.2.5	语音交互设备	62
3.3	虚拟现实交互设备	64
3.3.1	三维空间定位设备	64
3.3.2	三维显示设备	66
	习题	75
<b>第4章</b>	<b>交互技术</b>	<b>76</b>
4.1	人机交互输入模式	76
4.1.1	请求模式	76
4.1.2	采样模式	77
4.1.3	事件模式	77
4.2	基本交互技术	78
4.2.1	定位	78
4.2.2	笔划	78
4.2.3	定值	79
4.2.4	选择	79
4.2.5	字符串	82
4.3	二维图形交互技术	83
4.3.1	几何约束	83
4.3.2	引力场	84

4.3.3	拖动 .....	85
4.3.4	橡皮筋技术 .....	85
4.3.5	操作柄技术 .....	86
4.3.6	应用示例 .....	86
4.4	三维图形交互技术 .....	88
4.5	自然交互技术 .....	90
4.5.1	多点触控技术 .....	91
4.5.2	手势识别技术 .....	91
4.5.3	表情识别技术 .....	93
4.5.4	语音交互技术 .....	94
4.5.5	眼动跟踪技术 .....	95
4.5.6	笔交互技术 .....	97
	习题 .....	99
<b>第5章</b>	<b>界面设计 .....</b>	<b>100</b>
5.1	界面设计原则 .....	100
5.1.1	图形用户界面的主要思想 .....	101
5.1.2	图形用户界面设计的一般原则 .....	104
5.2	理解用户 .....	105
5.2.1	用户的含义 .....	105
5.2.2	用户体验 .....	105
5.2.3	用户的区别 .....	106
5.2.4	用户交互分析 .....	107
5.3	设计流程 .....	108
5.3.1	用户的观察和分析 .....	108
5.3.2	设计 .....	108
5.3.3	实施 .....	109
5.4	任务分析 .....	109
5.4.1	使用行为分析 .....	110
5.4.2	顺序分析 .....	113
5.4.3	协作关系分析 .....	113
5.4.4	工序约束陈述 .....	113
5.4.5	用户任务一览表 .....	114
5.4.6	任务金字塔 .....	114
5.4.7	故事讲述和情节分析 .....	114
5.5	以用户为中心的界面设计 .....	116
5.5.1	对象建模分析 .....	117



5.5.2	视图抽象设计	118
5.5.3	概要设计	118
5.5.4	视图的关联设计	119
5.5.5	视图的全面设计	120
习题		120
<b>第6章</b>	<b>人机交互界面表示模型与实现</b>	<b>121</b>
6.1	人机交互界面表示模型	121
6.1.1	行为模型	121
6.1.2	结构模型	131
6.1.3	行为模型和结构模型的转换	140
6.1.4	表现模型	144
6.2	界面描述语言	148
6.3	窗口系统	150
6.3.1	窗口系统结构	150
6.3.2	交互事件处理	151
6.3.3	交互组件开发包	154
6.3.4	交互框架	155
6.3.5	MVC模式和基于 Struts 的实现	161
6.4	用户界面管理系统 UIMS	167
6.4.1	对话独立性	167
6.4.2	UIMS 的表示方法	168
6.4.3	一个基于 Java 的 UIMS 的实现	169
习题		185
<b>第7章</b>	<b>Web 界面设计</b>	<b>186</b>
7.1	Web 界面及相关概念	186
7.2	Web 界面设计原则	187
7.3	Web 界面要素设计	191
7.3.1	Web 界面规划	191
7.3.2	文化与语言	192
7.3.3	内容、风格与布局、色彩设计	193
7.3.4	文本设计	195
7.3.5	多媒体元素设计	195
7.4	Web 界面设计技术	196
7.4.1	HTML	196
7.4.2	JavaScript	200

7.4.3	服务器端脚本语言	201
7.4.4	AJAX 技术	202
7.4.5	WebGL 技术	207
习题		209
<b>第 8 章</b>	<b>移动界面设计</b>	<b>210</b>
8.1	移动设备及交互方式	210
8.1.1	移动设备	210
8.1.2	连接方式	211
8.1.3	交互方式	212
8.2	移动界面设计原则	217
8.3	移动界面要素设计	221
8.4	移动开发平台与工具	230
8.4.1	移动开发平台技术	230
8.4.2	移动浏览标准协议	233
8.4.3	移动界面开发工具	234
8.5	移动界面的设计实例	238
8.5.1	Android 移动界面开发	238
8.5.2	Android 系统界面设计	239
习题		242
<b>第 9 章</b>	<b>可用性与用户体验评价</b>	<b>243</b>
9.1	可用性与可用性评估	243
9.1.1	可用性的概念	243
9.1.2	成功与失败的可用性案例	244
9.1.3	可用性工程	245
9.1.4	支持可用性的设计原则	247
9.1.5	可用性评估	251
9.1.6	可用性评估案例	261
9.2	用户体验评估	269
9.2.1	用户体验与可用性目标的关系	269
9.2.2	用户体验模型	270
9.2.3	用户体验评价	272
习题		276
<b>第 10 章</b>	<b>人机交互综合应用实例</b>	<b>277</b>
10.1	虚拟网球游戏系统	277

10.1.1	系统架构 .....	277
10.1.2	用户评估 .....	282
10.2	基于 Web 的中华太极拳学习系统 .....	284
10.2.1	功能需求分析 .....	284
10.2.2	功能流程设计 .....	286
10.2.3	界面设计 .....	286
10.2.4	功能模块设计 .....	290
	习题 .....	293
	参考文献 .....	294

信息技术的高速发展对人类生产、生活带来了广泛而深刻的影响。如今,“微信”、“智能手表”、“传感技术”、“7D 电影”等新产品、新技术层出不穷,不断冲击着人们的视听。这些高科技成果为人们带来便捷和快乐的同时,也促进了人机交互技术的发展。但是,人机交互技术比计算机硬件和软件技术的发展要滞后很多,已成为人类运用信息技术深入探索和认识客观世界的瓶颈。作为信息技术的一个重要组成部分,人机交互技术已经引起许多国家的高度重视,成为 21 世纪信息领域亟需解决的重大课题。

本章主要介绍人机交互的概念、研究内容、发展历史以及部分应用实例等。

## 1.1 什么是人机交互

所谓人机交互(Human-Computer Interaction, HCI),是指关于设计、评价和实现供人们使用的交互式计算机系统,并围绕相关的主要现象进行研究的学科<sup>①</sup>。狭义地讲,人机交互技术主要是研究人与计算机之间的信息交换,主要包括人到计算机和计算机到人的信息交换两部分。对于前者,人们可以借助键盘、鼠标、操纵杆、数据服装、眼动跟踪器、位置跟踪器、数据手套、压力笔等设备,用手、脚、声音、姿势或身体的动作、眼睛甚至脑电波等向计算机传递信息;对于后者,计算机通过打印机、绘图仪、显示器、头盔式显示器(HMD)、音箱、大屏幕投影等输出或显示设备向人们提供可理解的信息。

人机交互是一门综合学科,它与认知心理学、人机工程学、多媒体技术、虚拟现实技术等密切相关。其中,认知心理学与人机工程学是人机交互技术的理论基础,而多媒体技术、虚拟现实技术与人机交互是相互交叉和渗透的。

<sup>①</sup> 译自 ACM SIGCHI, 1992, 第 6 页。

## 1.2 人机交互的研究内容

人机交互的研究内容十分广泛,涵盖了建模、设计、评估等理论和方法,以及在 Web、移动计算、虚拟现实等方面的应用研究,主要包括以下内容。

### 1. 人机交互界面的表示模型与设计方法

一个交互界面的优劣,直接影响到软件开发的成败。友好的人机交互界面的开发离不开好的交互模型与设计方法。因此,人机交互界面的表示模型与设计方法是人机交互的重要研究内容之一。

### 2. 可用性分析与评估

可用性是人机交互系统的重要内容,它关系到人机交互能否达到用户期待的目标,以及实现这一目标的效率与便捷性。对人机交互系统的可用性分析与评估的研究主要涉及支持可用性的设计原则和可用性的评估方法等。

### 3. 多通道交互技术

研究视觉、听觉、触觉和力觉等多通道信息的融合理论和方法,使用户可以使用语音、手势、眼神、表情等自然的交互方式与计算机系统进行沟通。多通道交互主要研究多通道交互界面的表示模型、多通道交互界面的评估方法以及多通道信息的融合等。其中,多通道融合是多通道用户界面研究的重点和难点。

### 4. 认知与智能用户界面

智能用户界面(Intelligent User Interface, IUI)的最终目标是使人机交互和人—人交互一样自然、方便。上下文感知、三维输入、语音识别、手写识别、自然语言理解等都是认知与智能用户界面要解决的重要问题。

### 5. 群件

群件是指为群组协同工作提供计算机支持的协作环境,主要涉及个人或群组间的信息传递、群组内的信息共享、业务过程自动化与协调以及人和过程之间的交互活动等。目前,与人机交互技术相关的研究内容主要包括群件系统的体系结构、计算机支持的交流与共享信息的方式、交流中的决策支持工具、应用程序共享以及同步实现方法等内容。

### 6. Web 设计

Web 设计重点研究 Web 界面的信息交互模型和结构、Web 界面设计的基本思想和原则、Web 界面设计的工具和技术,以及 Web 界面设计的可用性分析与评估方法等内容。

### 7. 移动界面设计

移动计算(Mobile Computing)、普适计算(Ubiquitous Computing)等技术对人机交互提出了更高的要求,面向移动应用的界面设计已成为人机交互技术研究的一个重要内容。由于移动设备的便携性、位置不固定性、计算能力有限性以及无线网络的低带宽、高延迟等诸多的限制,移动界面的设计方法、移动界面可用性与评估原则、移动界面导航技术以及移动界面的实现技术和开发工具,都是当前人机交互技术研究的热点之一。

## 1.3 人机交互的发展历史

作为计算机系统的一个重要组成部分,人机交互技术一直伴随着计算机的发展而发展。人机交互技术的发展过程也是从人适应计算机到计算机不断适应人的发展过程。交互的信息也由精确的输入输出信息变成非精确的输入输出信息。它经历了如下几个阶段。

### 1. 命令行界面交互阶段

计算机语言经历了由最初的机器语言、汇编语言直至高级语言的发展过程。这个过程也可以看作是人机交互的早期发展过程。

最初,程序通常直接采用机器语言指令(二进制机器代码)或汇编语言编写,通过纸带输入机或读卡机输入,通过打印机输出计算结果,人与计算机的交互一般采用控制键或控制台直接手工操纵。这种形式很不符合人们的习惯,既耗费时间,又容易出错,只有专业的计算机管理员才能做到运用自如。

后来,出现了 ALGOL 60、FORTRAN、COBOL、PASCAL 等高级语言,使人们可以用比较习惯的符号形式描述计算过程,交互操作由受过一定训练的程序员即可完成,命令行界面(Command Line Interface, CLI)开始出现。这一时期,程序员可采用批处理作业语言或交互命令语言的方式和计算机打交道,虽然要记忆许多命令和熟练地敲击键盘,但已可用较方便的手段来调试程序,了解计算机执行的情况。通过命令行界面,人们可以通过问答式对话、文本菜单或命令语言等方式来进行人机交互。

命令行界面可以看作第一代人机界面。在这种界面中,计算机的使用者被看成操作员,计算机对输入信息一般只做出被动的反应,操作员主要通过操作键盘输入数据和命令信息,界面输出以字符为主,因此这种人机界面交互方式缺乏自然性。

### 2. 图形用户界面交互阶段

图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)的出现使人机交互方式发生了巨大变化。GUI的主要特点是桌面隐喻、WIMP(Window, Icon, Menu, Pointing Device)技术、直接操纵和“所见即所得”(WYSIWYG)。GUI 简明易学,减少了敲击键盘次数,使得普通用户也可以熟练使用,从而拓展了用户群,使计算机技术得到了普及。

GUI技术的起源可以追溯到20世纪60年代美国麻省理工学院 Ivan Sutherland 的工作。他发明的 Sketchpad 首次引入了菜单、不可重叠的瓦片式窗口和图标,并采用光笔进行绘图操作。1963年,年轻的美国科学家 Doug Engelbart 发明了鼠标(如图 1-1 所示)。从此以后,鼠标经过不断改进,在苹果、微软等公司的图形界面系统上得到了成功应用,使鼠标器与键盘成为目前计算机系统中必备的输入装置。特别是20世纪90年代以来,鼠标器已经成为人们必备的人机交互工具。

20世纪70年代,施乐(Xerox)研究中心的 Alan Kay 提出了 Smalltalk 面向对象程序设计等思想,并发明了重叠式多窗口系统,形成了图形用户界面的雏形。同一时期,施乐公司在 Alto 计算机上首次开发了位映像图形显示技术,为开发可重叠窗口、弹出式菜单、菜单条等提供了可能。这些工作奠定了目前图形用户界面的基础,形成了以 WIMP 技术为基础的第二代人机界面。1984年,苹果公司开发出了新型 Macintosh 个人计算机(如图 1-2 所示),

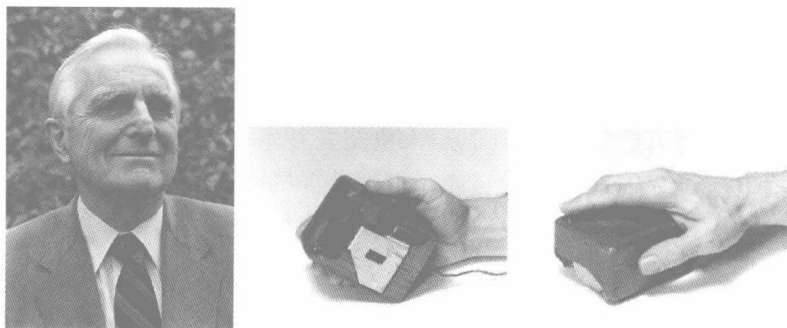


图 1-1 Doug Engelbart 和他发明的鼠标

将 WIMP 技术引入到微机领域,这种全部基于鼠标及下拉式菜单的操作方式和直观的图形界面引发了微机人机界面的历史性变革。

与命令行界面相比,图形用户界面的自然性和交互效率都有较大的提高。图形用户界面很大程度上依赖于菜单选择和交互构件(Widget)。经常使用的命令大都通过鼠标来实现。鼠标驱动的人机界面便于初学者使用,但重复性的菜单选择会给有经验的用户造成不方便,他们有时倾向使用命令键而不是选择菜单,且在输入信息时用户只能使用“手”这种输入通道。另外,图形用户界面需要占用较多的屏幕空间,并且难以表达和支持非空间性的抽象信息的交互。



图 1-2 Apple Macintosh 个人计算机

### 3. 自然和谐的人机交互阶段

随着网络的普及和无线通讯技术的发展,人机交互领域面临着巨大的挑战和机遇,传统的图形界面交互已经产生了本质的变化,人们的需求不再局限于界面的美学形式的创新,而是在使用多媒体终端时,有着更便捷、更符合他们使用习惯同时又比较美观的操作界面。利用人的多种感觉通道和动作通道(如语音、手写、姿势、视线、表情等输入),以并行、非精确的方式与(可见或不可见的)计算机环境进行交互,使人们从传统的交互方式的束缚中解脱出来,进入自然和谐的人机交互时期。这一时期的主要研究内容包括多通道交互、情感计算、虚拟现实、智能用户界面、自然语言理解等方面。

#### (1) 多通道交互

多通道交互(Multi Modal Interaction, MMI)是近年来迅速发展的一种人机交互技术,它既适应了“以人为中心”的自然交互准则,也推动了互联网时代信息产业(包括移动计算、移动通信、网络服务器等)的快速发展。MMI 是指“一种使用多种通道与计算机通信的人机交互方式。通道(modality)涵盖了用户表达意图、执行动作或感知反馈信息的各种通信方法,如言语、眼神、脸部表情、唇动、手动、手势、头动、肢体姿势、触觉、嗅觉或味觉等”。采用这种方式的计算机用户界面称为“多通道用户界面”。目前,人类最常使用的多通道交互技术包括手写识别、笔式交互、语音识别、语音合成、数字墨水、视线跟踪技术、触觉通道的力反馈装置、生物特征识别技术和人脸表情识别技术等方面。

## (2) 情感计算

让计算机具有情感能力首先是由美国 MIT 的 Marvin L. Minsky 教授(人工智能创始人之一)提出的。他在 1985 年的专著 *The Society of Mind* 中指出,问题不在于智能机器能否有任何情感,而在于机器实现智能时怎么能够没有情感。从此,赋予计算机情感能力并让计算机能够理解和表达情感的研究、探讨引起了计算机界许多人士的兴趣。这方面的工作首推美国 MIT 媒体实验室 Rosalind Picard 教授领导的研究小组。“情感计算”一词也首先由 Picard 教授于 1997 年出版的专著 *Affective Computing* (情感计算)中提出并给出定义,即情感计算是关于情感、情感产生以及影响情感方面的计算。

MIT 对情感计算进行全方位研究,正在开发研究情感机器人,最终有可能人机融合。其媒体实验室与 HP 公司合作进行情感计算的研究。IBM 公司的“蓝眼计划”可使计算机知道人想干什么,如当人的眼睛瞄向电视时,它就知道人想打开电视机,于是发出指令打开电视机。此外该公司还研究了情感鼠标,可根据手部的血压及温度等传感器感知用户的情感。日本软银公司 2014 年发布了一个能读懂人类情感的机器人“pepper”,它能识别人类情感并能与人类交流。Pepper 是世界首款搭载“感情识别功能”的机器人,它可以通过分析人的表情和声调,推测出人的情感,并采取行动,如与顾客搭话等。

## (3) 虚拟现实

虚拟现实(Virtual Reality, VR)是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围真实环境在视、听、触感等方面高度近似的数字化环境,用户借助必要的装备与数字化环境中的对象进行交互作用、相互影响,可以产生亲临对应真实环境的感受和体验。虚拟现实是人类在探索自然、认识自然过程中创造产生,逐步形成的一种用于认识自然、模拟自然,进而更好地适应和利用自然的科学方法和科学技术。

随着虚拟现实技术的发展,涌现出大量新的交互设备。如美国麻省理工学院的 Ivan Sutherland 早在 1968 年就开发了头盔式立体显示器,为现代虚拟现实技术奠定了重要基础;1982 年美国加州 VPL 公司开发出第一副数据手套,用于手势输入;该公司在 1992 年还推出了 Eyephone 液晶显示器;同样在 1992 年, Tom DeFanti 等推出了一种沉浸式虚拟现实环境——CAVE 系统,该系统可提供一个房间大小的四面立方体投影显示空间。最近, Facebook 公司的 Oculus 头盔式显示器将虚拟现实接入游戏中,使得玩家能够身临其境,对游戏的沉浸感大幅提升。微软公司的 Hololens 全息眼镜能够提供全息图像,通过将影像投射在真实世界中达到增强现实的效果,且 Hololens 还能够追踪用户的声音、动作和周围环境,用户可以通过眼神、声音指令和手势进行控制。这些虚拟现实设备可以广泛应用于观光、电影、医药、建筑、空间探索以及军事等领域。

## (4) 智能用户界面

智能用户界面(Intelligent User Interface, IUI)是致力于达到人机交互的高效率、有效性和自然性的人机界面。它通过表达、推理,并按照用户模型、领域模型、任务模型、谈话模型和媒体模型来实现人机交互。智能用户界面主要使用人工智能技术去实现人机通信,提高了人机交互的可用性:如知识表示技术支持基于模型的用户界面生成,规划识别和生成支持用户界面的对话管理,而语言、手势和图像理解支持多通道输入的分析,用户建模则实现了对自适应交互的支持,等等。当然,智能用户界面也离不开认知心理学、人机工程学的支持。

智能体、代理(agent)在智能技术中的重要性已“不言而喻”了。agent 是一个能够感知



外界环境并具有自主行为能力的、以实现其设计目标的自治系统。智能的 agent 系统可以根据用户的喜好和需要配置具有个性化特点的应用程序。基于此技术,我们可以实现自适应用户系统、用户建模和自适应脑界面。自适应系统方面,如帮助用户获得信息,推荐产品,界面自适应,支持协同,接管例行工作,为用户裁剪信息,提供帮助,支持学习和管理引导对话等。用户建模方面,目前机器学习是主要的用户建模方法,如神经网络、Bayesian 学习以及在推荐系统中常使用协同过滤算法实现对个体用户的推荐。自适应脑界面方面,如神经分类器通过分析用户的脑电波识别出用户想要执行什么任务,该任务既可以是运动相关的任务如(移动手臂),也可以是认知活动(如做算术题)。

#### (5) 自然语言理解

在“计算机文化”到来的社会里,语言已不仅是人与人之间的交际工具,而且是人机对话的基础。自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)是使用自然语言同计算机进行通信的技术,因为处理自然语言的关键是要让计算机“理解”自然语言,所以自然语言处理又叫做自然语言理解(Natural Language Understanding, NLU),也称为计算语言学(Computational Linguistics)。一方面,它是语言信息处理的一个分支,另一方面它是人工智能(Artificial Intelligence, AI)的核心课题之一。近年来,自然语言理解技术在搜索技术方面得到了广泛的应用,它以一定的策略在互联网中搜集、发现信息,对信息进行理解、提取、组织和处理,为用户提供采用自然语言进行信息的检索,从而为他们提供更方便、更确切的搜索服务。如今,已经有越来越多的搜索引擎宣布支持自然语言搜索特性,如 Accoona、Google、网易等。IBM 公司宣称即将推出 OmniFind 软件,它采用了 UIMA (Unstructured Information Management Architecture) 架构,能将字词背后的含义解释出来,再输出合适的搜索结果。此外,自然语言理解技术在智能短信服务、情报检索、人机对话等方面也具有广阔的发展前景和极高的应用价值,并有一些阶段性成果体现在商业应用中。

## 1.4 人机交互的应用

人机交互技术的发展极大地促进了计算机的快速发展与普及,已经在制造业、教育、娱乐、军事和日常生活等领域得到广泛应用。

### 1. 工业

在工业领域方面,人机交互技术多用于产品论证、设计、装配、人机工效和性能评价等。代表性的应用(如模拟训练、虚拟样机技术等)已受到许多工业部门的重视。例如,20 世纪 90 年代美国约翰逊航天中心使用 VR 技术对哈勃望远镜进行维护训练;波音公司利用 VR 技术辅助波音 777 的管线设计;法国标致雪铁龙(PSA)公司利用主动式立体 Barco I-Space 5 CAVE 系统、Barco CAD Wall 被动式单通道立体投影系统、A. R. T. 光学跟踪系统、Haption 6D 35-45 和 INCA 力反馈系统等,构建其工业仿真系统平台,进行汽车设计的检视、虚拟装配与协同项目的检测等(如图 1-3 所示)。

### 2. 教育

目前已有一些科研机构研发出沉浸式的虚拟世界系统(Virtual World),通过和谐自然的交互操作手段,让学习者在虚拟世界自如地探索未知世界,激发他们的想像力,启迪他们