

21

面向21世纪计算机专业本科系列教材

人机交互

Human Interface to Computer

郭亚军 金先级



华中科技大学出版社
<http://press.hust.edu.cn>



中国美术学院美术考级教材·素描分册·素描头像

人机交互

人机交互设计(第2版)

王 岩 编著



清华大学出版社
Tsinghua University Press

21

面向21世纪计算机专业本科系列教材

人机交互

Human Interface to Computer

郭亚军 金先级

华中科技大学出版社
<http://press.hust.edu.cn>

3

图书在版编目(CIP)数据

人机交互/郭亚军 金先级
武汉:华中科技大学出版社,2005年3月
ISBN 7-5609-3352-1

- I. 人…
- II. ①郭… ②金…
- III. 微型计算机
- IV. TP368.14

人机交互

郭亚军 金先级

责任编辑:叶见欣

封面设计:潘群

责任校对:章红

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787×960 1/16

印张:11.5

字数:180 000

版次:2005年3月第1版

印次:2005年3月第1次印刷

定价:16.00元

ISBN 7-5609-3352-1/TP·561

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

人机交互涉及计算机科学技术、心理学、社会学、人机工程学、工业设计以及语言学等学科，是计算机、网络通信、人工智能、分布计算、虚拟现实等 IT 技术发展到今天必然产生的新技术，其应用领域十分广泛，发展前景非常广阔。

本书针对信息系统的人机交互，介绍了人机交互技术的理论基础，人机交互模型，交互界面的构架、设计原则和方法，以及数据交互、语音交互、图像交互和行为交互等交互技术，适于作为计算机科学与技术、计算机及应用、软件工程、信息管理等相关理工科专业本科和大专学生的教材或教学参考书。本书对与计算机有关的广大在职人员也有很好的参考价值。

面向 21 世纪计算机教材出版指导委员会

主任 陈火旺 沈绪榜 邹寿彬

委员 (以姓氏笔画为序)

王长胤 韦 敏 卢开澄 卢正鼎

齐 欢 刘太林 何炎祥 张 峰

杨传谱 苏锦祥

秘书 沈旭日

面向 21 世纪计算机专业本科系列教材编委会

主任 何炎祥 卢正鼎

委员 (以姓氏笔画为序)

卢炎生 肖德宝 陈 珉 张 峰

贺贵明 姜新祺 熊前兴

秘书 沈旭日



总 序

自1946年世界上第一台电子数字计算机ENIAC诞生以来,计算机硬件系统经过了电子管、晶体管、小规模集成电路和大规模集成电路等几个阶段,正遵循着摩尔定律高速地发展:1998年,速度最快的个人PC微处理器是Intel 450MHz的Xeon,1999年速度最快的已达800MHz;1997年2.1GB的磁盘容量已经很不错了,1999年则已突破10GB……软件方面,无论是操作系统、数据库系统,还是编程语言、应用软件,更是频繁地更新换代,令人眼花缭乱。

与此同时,作为计算机与通信技术结合的产物——计算机网络得到了迅速发展,特别是Internet技术的广泛应用,使得计算机网络的规模越来越大,网上主机数目一直保持每3年增长10倍的速率,Internet上的数据流量则保持着平均每半年就翻一番的增长速率,信息网络已交叉纵横整个世界,将偌大的世界连成了一个“地球村”。

计算机技术日新月异的进步,对现有的计算机专业的教学模式提出了挑战,同时也带来了前所未有的机遇。深化面向21世纪的教学改革,寻求一条行之有效的途径,培养跨世纪的高素质的科技人才,已是当务之急。如果说教学内容、课程体系的改革是教学改革的重点和难点,那么,教材建设则是其不可或缺的重要组成部分。华中理工大学出版社敏锐地抓住了这一点,在其倡议和组织下,我们经过研究、讨论和对教学经验进行总结,规划了这套“面向21

世纪计算机教材”。为了满足各级各类学校人才培养的需要，这套教材计划包括计算机专业类教材和非计算机专业类教材，从层次上则可划分为研究生层次、本科生层次、高职高专层次、中职中专层次、中小学层次等若干个子系列，将陆续分批出版。

当今世界，信息革命方兴未艾，知识经济已见端倪，教育观念正面临从注重以知识为主体向以能力为主体的转变。我们在对教材进行规划和评审时，尤其注重把提高学生素质、培养学生的应用能力和创新能力作为首要的评价标准，同时注意教材的特色和教学的实用性，反映最新的教学和科研成果，体现时代特征。

限于水平和经验，这批教材的编写、出版还存在不足，希望使用教材的学校、教师和学生以及其他读者积极提出批评意见，以便我们及时更新、修订，以满足读者要求。

面向21世纪计算机教材出版指导委员会主任

陈火旺（中国科学院院士，国防科技大学教授）

沈绪榜（中国科学院院士，华中理工大学教授）

邹寿彬（华中理工大学教授，副校长）

2000年2月10日

人们已普遍认识到：21世纪是信息时代，以计算机为核心的信息技术是21世纪科技发展的大趋势。那么，作为计算机专业人才培养基地的计算机专业，如何适应这种发展，培养出符合时代要求、具有创新能力的人才呢？这是近年来计算机教育界讨论的热门话题，也是我们长期思考并努力探索的课题。

教材是人才培养的基础。在华中理工大学出版社的倡议和委托下，我们自1998年下半年起就开始讨论、筹划编写一套适应21世纪人才培养需要的计算机本科专业系列教材。在此基础上，我们组织了武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉测绘科技大学、武汉水利电力大学、武汉交通科技大学等院校的部分教师共同编写了这套“面向21世纪计算机系列教材”，以期总结我们在教学内容和课程体系改革方面的体会和做法，在适应21世纪的教材建设方面作出自己的努力。

值得欣慰的是，在教材的编写过程中，全国计算机专业教学指导委员会、中国计算机学会教育委员会联合推出了“计算机学科教学计划2000”（简称“2000教程”），这就更增强了我们编好这套教材的信心。在编写过程中，我们吸收了其中与我们内容相异的新内容。因此，也完全可以说，这套教材是与“2000教程”完全配套的教材。

我们这套系列教材的编写计划分为两个阶段：第一阶段，在2000年内出版“2000教程”中所涉及的所有专业课和部分专业基础课教材；第二阶段，在2000年以后出版与这套教材相配套的实践课和实验课教材，以及教学辅导书。

我们希冀这套教材具有以下特点：

1. 基础性和先进性相结合。与其他学科相比，计算机学科的一个显著特点就是知识内容更新更快，这对教学内容的选取、课程知识结构的构建提出了挑战。基于大学教育应努力实现知识、能力、素质三者辩证统一的目标，我们把编写的重点放在基础知识、基本技能和基本方法上，希望提高学生的理论素养和分析问题、解决问题的能力；与此同时，注重介绍最新的技术和方法，以拓展学生的知识面，激发他们学习的积极性和创新意识。

2. 理论性与应用性相结合。理论是规律的表现形式, 良好的理论素养是应用的前提, 而掌握理论的目的就是应用。在教材的编写过程中, 我们注意了理论的系统性, 在讲深讲透主要知识的基础上, 各门课程知识点的选取做到尽量广一些; 融理论性和应用性于一体, 在阐述理论的同时, 尤其注意理论方法的讲授, 以培养学生应用理论和技术的能力。此外, 精心设计了比较多的习题, 以加强应用能力和创造能力的培养。

3. 时代性和实用性相结合。力求精简旧的知识点, 增加新的知识点, 使整个知识建立在“高”、“新”平台上, 体现教材的时代特征。但是, 并不片面追求“高”、“新”, 而是实事求是地充分考虑一般高校目前所拥有的教学设备、师资条件, 注重教材的实用性。我们以为, 教材建设不可能毕其功于一役, 而必须根据学科的发展和客观环境以及条件的变化不断努力和改进。需要说明的是, 与“2000教程”相比, 我们根据人的认识规律和教学安排的需要, 将有些课程进行了划分或合并, 以便于教师根据需要灵活安排。

4. 科学性与通俗性相结合。概念原理、新技术的阐述力求准确、精练; 写作风格上尽量通俗易懂、深入浅出、图文并茂, 增加可读性, 便于学生自学。

如果说科学技术快速发展是21世纪的一个重要特征的话, 那么, 教学改革将是21世纪教育工作永恒的主题, 是需要不断探索的课题。我们要达到以上目标, 还需要不断地努力实践和完善。欢迎使用这套教材的教师、学生和其他读者提出宝贵意见。

最后, 衷心感谢参加这套教材编写的所有作者所贡献的成果和辛勤的汗水, 对为这套教材的编写提供支持的有关学校、院系的领导和老师表示诚挚的谢忱! 感谢华中理工大学出版社为本系列教材的出版所付出的艰辛和努力!

面向21世纪计算机专业本科系列教材编委会主任

何炎祥 (武汉大学教授)

卢正鼎 (华中理工大学教授)

1999年11月20日

前 言

20 世纪 80 年代以来, 计算机技术取得了突飞猛进的发展, 同时, 计算机的使用者也从计算机专家迅速扩大到广大未受过专门训练的普通用户, 由此引发“如何才能使计算机容易使用”的问题。“人机界面”这个概念沿自于传统的“人机工程学”。20 年前, 人们要从显示屏上看到计算机的运行结果后, 才能用键盘输入命令驱动计算机的下一步动作。而自从道格拉斯·恩格尔巴特发明了鼠标器 (1964) 并且成为实用商品 (1982) 以及 20 世纪 80 年代初, 视窗 (Windows) 技术广泛应用以来, 原来的“面向计算机”的应用系统设计概念和设计方法, 逐渐向“面向用户”的系统设计概念和方法转变; 人与计算机之间的通信也从人的“被动接受”状态逐渐转变为“主动交互”状态。现在提到英文缩写 HCI 的时候, 就会想到“Human-Computer Interaction (人机交互)”。 “Interface” 延拓为 “Interaction”, 人机交互作为一个独立的、重要的研究领域受到了世界各计算机厂家的关注, 并成为 20 世纪 90 年代以来计算机行业的又一竞争领域。从计算机技术的发展过程来看, 人机交互技术还引导了相关软硬件技术的发展, 是新一代计算机系统取得成功的保证。

计算机的人机的交互作用是通过交互界面来实现的。与传统人机系统不同的是, 计算机的人机系统中的交互形式已成为用户与计算机两个“智能系统”之间的通信和对话的基础。

在计算机技术发展的初期, 由于系统的运行速度慢、价格昂贵并且可靠性差, 不可能进行交互使用, 用户必须调整自己的行为去适应机器的要求, 因此, 与计算机使用中的其他问题相比, 界面只是一个小问题。随着计算机性能的提高, 系统能够用一部分资源来处理人机界面, 用户界面设计开始引起人们的注意。

为了适应 21 世纪计算机科学与技术人才的培养, 美国 ACM 和 IEEE 在《计算机科学教学计划 2001》中, 将“人机交互”列入计算机科学与技术高等教育核心课程之一。卡内基·梅隆大学的计算机课程报告中提出, 要开设一门人机界面设计 (Human-Computer Interface Design) 课程, 并编辑出版若干人机交互的教材。人机交互已经作为计算机科学一系列众多教材中的一部分。进入 20 世纪 90 年代, 计算机软件已进入以开发软件工具和建立软件开发环境为目标的时代。作为支持人机交互软件开发环境的用户界面管理系统 UIMS 日益受到人们的关注和重视。

人机交互学涉及的学科领域十分广泛。近几年, 国外出版了不同版本的《人机交互》专著, 可见掌握该领域知识的重要性。如今, 我国有很多高等学校开设

了或打算开设“人机交互”选修课程。编写本书的目的，就是试图将其作为“人机交互”课程的教材。本书仅从人机交互的技术层面，介绍人机交互系统的基本概念、设计原则、设计方法和技术实现手段。第1章介绍人机交互学科的研究内容、发展、理论基础等；第2章介绍开发人机交互系统的基础——人机交互模型；第3章讨论人机系统交互界面的构架；第4章介绍设计人机交互界面的原则与方法；从第5章到第8章，分别介绍数据交互、语音交互、图像交互和行为交互等四个不同层次的人机交互技术。每章结尾列有思考题，这些思考题归纳了本章的主要内容。建议在大学三年级或以后安排32学时讲授本课程。

在编写本书的过程中，参阅了大量国内外专家的专著、文章和其他资料，在此，编者对各位原作者表示最真诚的感谢！由于本书涉及内容广泛，编者学识有限，挂一漏万，缺点或错误在所难免，希望各位专家和广大读者不吝赐教。

作者

2004年7月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 人机交互学的研究内容	(1)
1.2 人机交互学科的发展	(2)
1.3 认知心理学	(5)
1.4 人的感知系统	(5)
1.5 人对感知的响应	(6)
1.6 人机交互与认知心理学的关系	(7)
1.7 色彩对人的影响	(8)
1.7.1 色彩对生理的影响	(8)
1.7.2 色彩对心理的影响	(8)
思考题	(9)
第 2 章 人机交互模型	(10)
2.1 人机交互框架模型	(10)
2.2 人机界面模型	(12)
2.2.1 人机界面结构模型	(13)
2.2.2 面向对象的用户界面交互模型	(15)
2.3 用户概念模型	(17)
2.3.1 活动类型的概念模型	(18)
2.3.2 对象类型的概念模型	(20)
2.4 GOMS 预测模型	(23)
思考题	(25)
第 3 章 人机系统交互界面的构架	(27)
3.1 引言	(27)
3.2 命令语言交互界面	(28)
3.3 图形用户交互界面	(30)
3.3.1 图形用户界面概述	(30)
3.3.2 WIMP 的基本要素	(31)

3.4	多媒体人机交互界面	(34)
3.5	多通道人机交互界面	(35)
3.5.1	多通道交互的概念	(35)
3.5.2	多通道交互界面	(36)
3.5.3	多通道交互界面的主要特点	(37)
3.6	虚拟现实人机交互界面	(38)
3.6.1	虚拟现实	(38)
3.6.2	虚拟现实交互界面	(39)
3.6.3	虚拟现实交互的特点	(41)
3.7	基于 Web 技术的人机交互界面	(41)
	思考题	(42)
第 4 章	人机界面的设计	(43)
4.1	人机界面应具备的特性	(43)
4.2	人机界面的设计原则	(44)
4.3	人机界面的设计方法	(49)
4.3.1	实验方法	(49)
4.3.2	预测模型方法	(50)
4.3.3	拟人化方法	(51)
4.3.4	认知方法	(53)
4.4	人机界面设计的认知基础	(54)
4.4.1	视觉刺激在人机界面上的呈现方式	(54)
4.4.2	视觉搜索的特点对人机界面布局的影响	(55)
4.4.3	短时记忆容量和人机界面设计的关系	(56)
4.5	人机界面交互方式	(56)
4.5.1	问答式对话界面	(56)
4.5.2	菜单交互界面	(56)
4.5.3	填表界面	(57)
4.5.4	命令语言界面	(57)
4.5.5	查询语言界面	(58)
4.5.6	自然语言界面	(58)
4.6	人机界面的用户分析	(58)
4.6.1	用户的分类	(59)
4.6.2	用户模型	(60)

4.7 人机界面的设计过程	(63)
4.7.1 需要和需求	(64)
4.7.2 设计	(65)
4.7.3 评估	(67)
4.8 屏幕显示设计原则	(71)
4.8.1 布局	(71)
4.8.2 文字用语	(72)
4.8.3 色彩的使用	(73)
4.9 直接操纵和 WIMP 界面设计	(74)
4.9.1 直接操纵界面的特点	(75)
4.9.2 图标的设计	(76)
4.9.3 菜单设计	(78)
4.10 网络界面设计	(80)
4.10.1 网络用户界面设计特点	(80)
4.10.2 网络界面设计中用户特征分析	(81)
4.10.3 网络界面设计中的信息结构设计	(83)
4.10.4 网页内容的编写	(86)
4.10.5 网页的布局和视觉效果设计原则	(87)
思考题	(92)
第 5 章 数据交互	(93)
5.1 引言	(93)
5.2 数据交互的方式	(93)
5.3 数据交互设备	(95)
5.3.1 数据输入设备	(95)
5.3.2 数据输出设备	(104)
5.4 数据输入窗口的设计	(106)
5.4.1 数据输入界面的设计规则	(106)
5.4.2 数据输入窗口设计	(107)
思考题	(108)
第 6 章 语音交互	(110)
6.1 语音交互的特点	(110)
6.2 语音识别	(112)

6.2.1	语音识别回顾	(112)
6.2.2	语音识别系统的分类	(113)
6.2.3	语音识别过程	(115)
6.3	语音识别方法	(119)
6.3.1	动态时间规整技术	(119)
6.3.2	隐马尔可夫模型	(120)
6.3.3	人工神经网络	(122)
6.4	语音合成	(124)
6.4.1	波形编辑方式	(124)
6.4.2	参数合成技术	(126)
6.5	语音界面	(128)
	思考题	(131)
第7章	图像交互	(132)
7.1	图像交互特点	(132)
7.2	图像识别	(134)
7.2.1	图像识别过程	(134)
7.2.2	图像识别方法	(135)
7.3	人脸图像识别	(137)
7.3.1	面相检测	(137)
7.3.2	人脸跟踪	(139)
7.4	手写(绘)交互	(139)
7.4.1	手写体识别	(141)
7.4.2	手绘图形的识别	(145)
7.4.3	手写交互系统	(147)
7.4.4	数字墨水	(149)
	思考题	(150)
第8章	行为交互	(152)
8.1	行为交互的特点	(152)
8.2	人体行为识别	(152)
8.2.1	行为特征提取	(153)
8.2.2	人的运动跟踪	(153)
8.2.3	人的行为识别	(153)

8.3 视线跟踪技术.....	(154)
8.3.1 视线运动的特点.....	(154)
8.3.2 视线跟踪技术.....	(154)
8.4 面部表情识别.....	(156)
8.4.1 面部表情的特点.....	(156)
8.4.2 面部表情识别.....	(159)
8.5 手势交互.....	(160)
8.5.1 手势定义与分类.....	(160)
8.5.2 手势识别系统.....	(161)
8.5.3 基于视觉的手势识别过程.....	(161)
思考题.....	(163)
参考文献.....	(165)