

# 设计 · 人机界面

黄艳群摇黎摇旭摇李荣丽摇编著

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目 (CIP) 数据

设计·人机界面 / 黄艳群, 黎旭, 李荣丽编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2014.12

ISBN 978-7-302-34111-1

I. ①设... II. ①黄... ②黎... ③李... III. ①人-机系统 IV. ①TP391.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 241111 号

---

出版发行 北京理工大学出版社

社址 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮编 100071

电话 (总编室) 010-62220000 (发行部) 010-62220001 (批销中心) 010-62220002 (读者服务部)

网 址 <http://www.bitpress.com.cn>

经销 全国各地新华书店

印刷 北京圣瑞伦印刷厂

开本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印张 12.5

字数 300 千字

版次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

印数 1-5000 册

责任校对 陈玉梅

定价 35.00 元

责任印制 李绍英

---

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

# 目录 / CONTENTS

<b>第 1 章 概述</b>	1-14	<b>2.5 用户行动模型</b>	26
<b>1.1 人机界面学</b>	1	2.5.1 TOTE 模型	26
1.1.1 人机界面	1	2.5.2 GOMS 模型	27
1.1.2 人机界面学的起源与发展	2	2.5.3 TAG 模型	28
1.1.3 人机界面学的研究内容	2	2.5.4 卢比孔模型	28
1.1.4 人机界面学对市场的影响	3	2.5.5 诺曼的一般操作模型	29
<b>1.2 设计价值观念</b>	4	2.5.6 理性用户模型	31
1.2.1 以机器为本的设计价值观念	4	<b>2.6 用户的思维模型与任务模型</b>	33
1.2.2 以人为本的设计价值观念	5	2.6.1 用户思维模型	33
1.2.3 在人机界面设计中运用心理学	5	2.6.2 不同的思维模型	34
<b>1.3 计算机人机界面发展简史</b>	6	2.6.3 用户任务模型	35
1.3.1 设计计算机的两种价值观念	6	2.6.4 以用户为中心的界面设计中的用户建模举例	37
1.3.2 计算机基本人机界面的发展	7	<b>2.7 用户模型综述</b>	37
1.3.3 计算机应用型人机界面的发展	9	2.7.1 用户模型的作用	37
1.3.4 当前人机界面设计总况	11	2.7.2 用户模型的发展	39
1.3.5 软件人机界面标准	12	<b>2.8 用户建模的实验方法简介</b>	39
<b>1.4 人机系统分析与评价</b>	13	2.8.1 用户基本情况调查	40
<b>第 2 章 用户</b>	15-54	2.8.2 实验实施方法	40
<b>2.1 用户特征</b>	15	2.8.3 实验结果分析方法	43
2.1.1 用户的含义	15	<b>2.9 用户模型实验及建模过程举例</b>	44
2.1.2 用户的特征	15	2.9.1 设计任务	44
<b>2.2 以用户为中心的设计</b>	17	2.9.2 实验过程	44
2.2.1 以用户为中心的设计思想	17	2.9.3 用户模型的建立	50
2.2.2 影响用户使用产品的因素	17	2.9.4 设计实现	53
2.2.3 以用户为中心的设计和评估流程	19	<b>第 3 章 用户知觉特性</b>	55-82
<b>2.3 用户分类</b>	20	<b>3.1 用户的基本视觉特性</b>	55
2.3.1 新手用户	20	3.1.1 视觉生理特性概述	55
2.3.2 平均用户	21	3.1.2 视觉心理过程	61
2.3.3 专家用户	22	3.1.3 视觉中的注意	61
2.3.4 偶然用户	22	<b>3.2 视觉显示器的设计</b>	66
<b>2.4 用户建模</b>	22	3.2.1 视觉显示器及其分类	66
2.4.1 传统的用户模型	23	3.2.2 视觉显示器的选择	67
2.4.2 常见用户模型的建立方法	23		

3.2.3	视觉显示器设计中的人机匹配原则 .....	67
<b>3.3</b>	<b>视觉寻找图标的特性 .....</b>	<b>68</b>
3.3.1	凝视与扫视 .....	68
3.3.2	图标的凝视与扫视实验 .....	69
3.3.3	图标特性与视觉寻找的关系 .....	72
<b>3.4</b>	<b>听觉及听觉显示器 .....</b>	<b>73</b>
3.4.1	听觉生理特性概述 .....	73
3.4.2	听觉中的注意 .....	77
3.4.3	听觉显示器的设计 .....	79
<b>3.5</b>	<b>知觉行动的基本特性和知觉的非理性 .....</b>	<b>81</b>
3.5.1	知觉行动的基本特征 .....	81
3.5.2	人知觉的非理性 .....	81

#### 第4章 用户认知特性 83-107

<b>4.1</b>	<b>记忆 .....</b>	<b>83</b>
4.1.1	记忆的分类 .....	83
4.1.2	记忆特性 .....	86
4.1.3	减轻记忆负荷 .....	87
<b>4.2</b>	<b>思维与理解 .....</b>	<b>88</b>
4.2.1	思维的类型及基本特征 .....	88
4.2.2	思维方式 .....	91
4.2.3	操作计算机时的思维方式 .....	93
4.2.4	理解的含义 .....	94
4.2.5	文字理解过程 .....	94
4.2.6	对计算机命令的理解 .....	95
4.2.7	对于图形的理解 .....	95
<b>4.3</b>	<b>信息理解 .....</b>	<b>96</b>
4.3.1	自然信息的获取 .....	96
4.3.2	用户对图标的理解 .....	96
4.3.3	信息设计 .....	97
<b>4.4</b>	<b>交流与合作 .....</b>	<b>98</b>
4.4.1	交流方式 .....	98
4.4.2	合作行动方式 .....	99
4.4.3	操作计算机与人们日常行动方式的不同 .....	100
<b>4.5</b>	<b>用户的学习 .....</b>	<b>100</b>
4.5.1	行为方式 .....	100
4.5.2	用户学习计算机的基本过程 .....	101
4.5.3	用户学习的目的 .....	102
<b>4.6</b>	<b>用户出错 .....</b>	<b>103</b>

4.6.1	用户出错的研究方法 .....	103
4.6.2	出错的类型 .....	104
4.6.3	技能行为中的失效方式 .....	105
<b>4.7</b>	<b>情感 .....</b>	<b>107</b>

#### 第5章 心理负荷 108-123

<b>5.1</b>	<b>心理负荷概述 .....</b>	<b>108</b>
5.1.1	心理负荷概念 .....	108
5.1.2	心理负荷研究的重要性 .....	110
<b>5.2</b>	<b>心理负荷测评 .....</b>	<b>112</b>
5.2.1	主任务测定 .....	112
5.2.2	次任务测定 .....	113
5.2.3	主观评定 .....	114
5.2.4	生理测量 .....	116
<b>5.3</b>	<b>应激 .....</b>	<b>118</b>
5.3.1	应激与紧张 .....	118
5.3.2	应激的阶段模型 .....	120
5.3.3	应激的控制 .....	121

#### 第6章 计算机人机界面设计 124-160

<b>6.1</b>	<b>硬件人机界面的设计风格 .....</b>	<b>124</b>
6.1.1	硬件产品界面设计风格的历史变迁 .....	124
6.1.2	硬件产品的近代设计风格 .....	125
6.1.3	信息时代人机界面的设计风格 .....	129
<b>6.2</b>	<b>软件人机界面设计的风格与标准 .....</b>	<b>130</b>
6.2.1	软件设计中人机界面的基本概念 .....	130
6.2.2	软件界面开发设计原则 .....	130
<b>6.3</b>	<b>图标与文字 .....</b>	<b>132</b>
6.3.1	图形与文字的基本特点 .....	132
6.3.2	图标设计与符号学的本质联系 .....	133
6.3.3	准确地运用符号的语言 .....	134
<b>6.4</b>	<b>图标语言设计 .....</b>	<b>136</b>
6.4.1	图标表达信息的方式 .....	136
6.4.2	图标的风格 .....	136
6.4.3	图标的设计 .....	137
<b>6.5</b>	<b>汉字图标的若干特性 .....</b>	<b>137</b>
6.5.1	设计实验 .....	137
6.5.2	用户实验结果 .....	138
<b>6.6</b>	<b>Internet 网页界面设计 .....</b>	<b>139</b>

6.6.1	网页设计的特点 .....	139	6.10	人机界面的设计目的 .....	159
6.6.2	网络界面设计中用户的地位 .....	140	6.10.1	改进现有的人机界面 .....	159
6.6.3	网站的运作平台 .....	141	6.10.2	彻底改变计算机系统的控制结构 .....	159
6.6.4	网站内容的组织结构和浏览机制设计 .....	141	6.10.3	弥补人的心理和生理不足 .....	160
6.6.5	网页的设计原则 .....	142			
6.6.6	网站内容的开发 .....	143	<b>第7章</b>	<b>人机界面的发展前景</b> .....	<b>161-168</b>
6.6.7	网页设计实例 .....	146	7.1	人机界面的发展趋势 .....	161
<b>6.7</b>	<b>查询信息的特性</b> .....	<b>151</b>	7.2	智能用户界面 .....	162
6.7.1	信息 .....	151	7.2.1	智能界面 .....	162
6.7.2	信息设计的基本方法 .....	151	7.2.2	智能界面的构成 .....	162
6.7.3	人与计算机的互动——反馈控制 .....	152	7.2.3	智能界面的建立过程 .....	163
6.7.4	信息检索模型 .....	152	<b>7.3</b>	<b>智能体界面简介</b> .....	<b>165</b>
6.7.5	实验 .....	153	7.3.1	智能体界面的概念 .....	165
<b>6.8</b>	<b>适应性用户界面</b> .....	<b>155</b>	7.3.2	智能体的种类 .....	165
6.8.1	适应性技术 .....	155	7.3.3	智能体实例 .....	166
6.8.2	适应系统的各种组成模型 .....	155	7.3.4	商业软件智能体 .....	168
6.8.3	适应性网层媒体的内部结构 .....	156			
<b>6.9</b>	<b>人机界面可用性的基本评价方法</b> .....	<b>156</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>169-171</b>	
6.9.1	可用性的定义 .....	156			
6.9.2	可用性评估 .....	156			

# 前言 / FOREWORD

人机界面 (Human-Computer Interface) 是计算机科学和认知心理学两大学科相结合的产物, 同时也吸收了语言学、人机工程学和社会学等学科的研究成果。经过 40 余年的发展, 已经成为一门以研究用户及其与计算机的关系为特征的主流学科之一。近年来, 人机界面的设计理论已经更广泛地发展和应用到人-机-环境系统工程等领域, 使工程技术设计与使用者的身心行为特点相适应, 从而使人能够高效、舒适地工作与生活。

本书系统地介绍近年来国内外人机界面设计领域的基础理论、研究方法、最新发展与成果。全书共分 7 章: 第 1 章为概述, 介绍人机界面的定义、起源、发展、研究内容及发展趋势, 以及设计的价值观和计算机人机界面发展史; 第 2 章介绍以用户为中心的设计和评估理论基础, 对用户进行分类和建模研究, 并介绍相关实验方法; 第 3 章研究用户的知觉特性; 第 4 章研究用户的认知特性; 第 5 章介绍用户的心理负荷; 第 6 章介绍硬件人机界面的设计风格、软件人机界面的形式与标准、软件人机界面设计、Internet 网页界面设计、图标设计等; 第 7 章为新交互技术及展望。

本书是天津大学工业设计室的教师、研究生、本科生, 以及天津工业大学和天津电子信息职业技术学院的部分教师多年来潜心研究、亲密合作、团结奋进的产物。其中, 第 1, 3, 5 章由天津大学的黄艳群编写; 第 2, 7 章由天津工业大学的黎旭编写; 第 6 章由天津电子信息职业技术学院的李荣丽编写; 第 4 章由黄艳群和李荣丽共同编写。

本书能够得以出版, 需要特别感谢西安交通大学的李乐山教授在编写前期给予编写组以悉心指导, 为本书的科学性和前瞻性奠定了重要的理论基础。同时, 还要感谢天津大学刘万光同学为本书部分实例内容作出的重要贡献。衷心感谢天津大学工业设计室全体成员为本书所付出的艰辛和努力。

本书由谢庆森教授审定。由于时间仓促, 加之编者水平有限, 书中欠妥和纰漏之处在所难免, 恳请读者和同行不吝指正。

黄艳群 黎 旭 李荣丽

# 序 / PREFACE

设计是一种文化，是可以传承的，是连续的；设计是一种精神，是富有感染力的，是多元的。历史上，中国的“造物”文化在人类农耕时代和手工业时代物质生产领域里写下了最辉煌灿烂的篇章，无论是制陶、冶炼、制造还是建筑都彰显了中华民族的智慧与骄傲。然而当工业时代来临之际，代表着工业社会的一切先进的科学技术、全新的文化理念，不一样的社会价值观，快速来到我们国人面前时，我们这些“天工开物”的后代子孙们面对设计却显得如此的陌生和力不从心，在设计的目的、设计的价值、设计的责任等众多问题上尽存几多茫然、几多误解和几多失误。理清设计与工业、设计与艺术、设计与经济、设计与社会、设计与教育、设计与人类发展等各种关系，建立科学的设计理论体系已成当务之急。

在设计领域里几十年的摸爬滚打和不断自省之余，中国设计师对自己所扮演的角色逐渐看出端倪，越发的体会到在这个日益开放、多元、交流的世界体系中，作为这个物质世界载体的最初企划，设计者肩负了太多的责任与文化使命，并深深地领悟到所扮演的不再是工匠、美工，而时代赋予设计师最严肃的冠名——思想者。作为设计师，首先应该具备的是工业社会所需要的人文素质，要以国际眼光来思考我国未来的现代工业设计，成为具有工业社会的正面的价值观念、社会道德、社会群体思维和行为方式的人。

设计是关于生活的哲学，它涉及人与物之间的平衡，人与自然之间的平衡，自然科学与人文科学之间的平衡，经济、物质发展与文化、精神发展之间的平衡。设计师要有大“爱”之心，正如西安交通大学李乐山教授所讲：“工业设计不是设计师个人的激情活动，而应当具有哲学思考能力、文化意识、社会责任感和设计伦理。”“工业设计是以开拓创新思维方式来规划工业时代的未来社会。”针对不同历史时期不同的社会焦点，建立与之相对应的设计思想体系是一个不断实践、不断探索、不断完善的艰苦过程。如果说我们现在所做的一些工作能对工业时代的设计理念创新有所裨益，则感到无限的欣慰。天津大学的老师们所编写的一套工业设计丛书是以人文科学中的社会学、心理学、认知学为依据探讨设计各领域分支的前沿思想和理论体系。力图在体现中国文化的前提下补充和完善工业设计技术。这仅仅是一个开始，如果是一个可以引导和吸引更多的有识之士加入进来的开始，那就是我们巨大的成功。

天津大学机械工程学院教授

许弘毅

# 第 1 章 概述

## 1.1 人机界面学

人机界面学是一门关于设计和评估以计算机为基础的系统并使这些系统能够最容易地为人类所使用的学科。经过多年的发展，人机界面学已成为一门重要的理论学科和工程学科。目前正由一门仅针对从事人机交互方面工作的专业人员的单纯学科，逐渐演变成一门广泛适用于各类计算机及产品界面设计人员和高级设计工程师的应用学科。

表 1-1 为 20 项 20 世纪最伟大的人类进步成果。可以看出，有两项直接与计算机相关，而另外一些成就（如电话、收音机、电视机和图像技术等）实际上可以看作计算机科学的前期成果。目前人机界面设计理论已应用到更广泛的界面设计领域，人机界面学科在现代人类最重要的技术进步方面发挥着关键作用。

表 1-1 20 世纪最伟大的工程成就

1	电力	8	计算机	15	家用电器
2	汽车	9	电话	16	医疗技术
3	飞机	10	空调和制冷	17	石油和石油化工
4	供水系统	11	高速公路	18	激光和光纤
5	电子	12	航天飞机	19	核技术
6	收音机和电视机	13	因特网	20	高性能材料
7	农业机械化	14	图像技术		

注：根据美国工程院 2002 年数据转编

### 1.1.1 人机界面

计算机系统是由计算机硬件、软件和人共同构成的人机系统，人与硬件、软件的交叉部分即构成人机界面（又称人机接口或用户界面）。如图 1-1 所示。人机界面可以是计算机硬件（如键盘、鼠标、显示器等）或计算机软件（如图标、命令、菜单系统或用户界面管理系统 UIMS、用户文档手册等）。更准确地说，人机界面是由人、硬件、软件三者相结合而构成的，缺一不可。计算机系统的工作过程一般如下。

- ① 通过系统运行提供软件形式的人机界面，该界面给用户提供了感官形象（look and

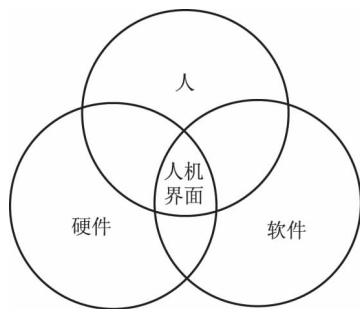


图 1-1 人机系统组成示意图

feel)，即显示和操作机制；

② 用户应用知识和人所固有的感知、思维、判断来获取人机界面信息并决定所进行的操作；

③ 用户使用某种交互的硬件设备完成人机交互，如向系统输入命令、数据等；

④ 计算机处理接收的用户命令、数据等，并向用户回送响应信息或运行结果。

总之，人机界面介于用户与机器系统之间，是人与机器之间传递、交换信息的媒介，是用户使用机器系统的综合操作环境。通过人机界面，用户向机器系统提供命令、数据等输入信息，这些信息经机器处理后，又通过人机界面，把产生的输出信息回送给用户。可见，人机界面的核心内容包括显示风格和用户操作方式，它集中体现了机器系统的输入/输出功能，以及用户对系统的各个部件进行操作的控制能力。

### 1.1.2 人机界面学的起源与发展

人机界面学是由众多面向人的学科和面向计算机的学科组成的多学科、综合性的科学。

其中，面向人的知识和方法主要来源于哲学、生物学、医学、心理学以及更为重要的人机工程学等。除了人机工程学以外，其他学科都是在 18、19 或 20 世纪逐步形成和建立的。而建立于 21 世纪的人机工程学则是一门应用性很强的学科，从它的诞生时刻起，即与工程、工业界紧密地联系在一起。

面向计算机系统的知识和方法主要来源于物理学、电学、电子工程、控制工程、系统工程、信息论和数理逻辑等。它们分别构成了现代计算机工业的两大基础领域——硬件工程和软件工程。这些学科大部分也是在 18、19 或 20 世纪初期建立和发展起来的。

随着计算机技术的迅速发展，计算机用户从少数计算机专家发展为一支由各行各业的专业人员组成的庞大的用户大军。作为专门研究计算机用户的一门学科，人机界面学也随之迅速发展。

微机在 20 世纪 70 年代后期的出现，以及在 80 年代的广泛传播，使各行各业的专业人员加入了计算机用户的行列，他们包括销售经理、医生、律师、科学家、航天员、银行职员、图书馆人员、人寿保险推销商、秘书、证券经纪人等。总之，计算机技术的发展和用户队伍的扩大，一方面引起了制造商对研制人机界面产品的重视，另一方面引起了用户队伍素质的变化。用户的主体不再是计算机专业人员，而是有各行各业的非专业人员。他们往往不是因为个人对计算机的爱好，而是由于为了完成他们的工作任务而被迫加入计算机用户的行列。因此，他们会不断提出各种各样的要求，而不顾及欲实现这些要求的困难程度，其中最重要的要求是希望人机界面保持简单、自然、友好、方便、一致。因此，人文因素成为计算机及同类产品中越来越重要的问题。

### 1.1.3 人机界面学的研究内容

人机界面学主要是由两大学科——计算机科学和认知心理学相结合的产物，同时还涉及哲学、生物学、医学、语言学、社会学等，是一门跨学科、综合性的科学。它的研究范围很广：从硬件界面、界面所处的环境、界面对人的影响到软件界面，还有人机界面开发工具等，人机界面学包括以下研究分支和内容。

#### 1. 认知心理学

从认知心理学的观点研究用户进行人机交互的原理，包括研究如何通过视觉、听觉等接收来自周围环境信息的感知过程，以及通过人脑进行记忆、思维、推理、学习求解等人的心

理活动的认识过程。

## 2. 人机工程学

从系统工程和应用心理学的角度，应考虑如何使机器的设计和制造能适应、补充和延拓人的能力。在人机界面学处于初级阶段时，人机工程学是最活跃、最主要的分支，曾经对人机界面学的发展作出很大贡献。初期人机工程学的特点是：一般只涉及硬件和硬件界面，很少涉及软件和软件界面；一般只涉及人的体能行为，很少涉及人的认知行为。随着人机工程学的发展，目前已将研究范围扩展到对软件人机界面进行分析、描述、设计和评估等方面，并考虑拓展人的心理特性。

## 3. 社会学/人类学

在人-机-环境的大系统中，还需要研究人机系统对社会结构产生的影响，以及群体交互活动中关于人类学的若干现象。

## 4. 计算机语言学

计算机语言学是专门研究人机界面中的多种类型的语言，如“自然语言”、命令语言、菜单语言等，以及涉及计算机语言学和形式语言理论等各个方面的内容。

## 5. 人机界面开发工具

随着人们对人机界面重要性的理解，开发高质量的、具有新型人机交互技术的软件，使当前系统设计与实现的“瓶颈”之一——人机界面的开发形成规模生产能力，将人机界面设计者从繁琐枯燥、低水平重复的劳动中解脱出来已成为当务之急。人们越来越重视人机界面开发工具的研制。

### 1.1.4 人机界面学对市场的影响

人机界面学的研究可以在很多方面促进和提高产品的设计、服务、生活质量和生产率等。

譬如，人机界面的专业人员应当考虑公司高级领导心目中能导致其公司业务成功的重要因素。表 1-2 为美国公司高级领导认为可导致成功的重要因素。人机界面专业研究人员经常把优化人的表现作为最重要的内容，从表中可以看出只有 4% 的高级领导认为这一内容是其业务成功的最重要的因素，但另外有 39% 的高级领导认为“令客户满意”才是最重要的因素，所以，人机界面的专业人员一定要注意这一因素。

表 1-2 美国公司高级领导认为可导致成功的重要因素（调查人数：300 人）

因素	认为其为最重要因素的百分率/%
令客户满意	39
财务管理	24
竞争力	14
产品和服务的质量	9
对人的投资	4
人的表现	4

注：根据美国《华尔街日报》2002 年数据转编

随着计算机和互联网的普及，人机界面的应用逐步渗透到社会的各个角落。人机界面发展到今天，其目的不仅仅是设计最适合用户使用的计算机系统，而应该是设计最佳的系统，以实现整个系统的使用目标。

## 1.2 设计价值观念

### 1.2.1 以机器为本的设计价值观念

工业革命以来，产生了以前没有的价值观念：效率和利润。大多数机器的基本设计思想是无限提高机器效率，因此以机器功能为设计过程考虑的核心问题，首先确定机器功能的设计，然后根据剩下的选择余地再补充一个外部的操作部分。这样操作部分必然受机器功能的限制，只能跟随机器的功能变化。它迫使操作者必须遵循机器的行为方式、运行速度、精度和强度。人成为机器的一个附件，完成机器无法实现的输入功能和反馈控制功能。这种设计没有考虑使机器适应人的生理特性和心理特性。这种设计价值观念叫“以机器为本”。

20世纪50年代以来，计算机设计基本延续了这种设计思想。虽然从80年代中期西方开始认识到这个问题，尝试从人机界面去弥补这一问题，但是没有根本改变计算机控制人、制造商控制用户的特性。“以机器为本”的设计在当前计算机设计中的主要表现如下。

#### 1. 把布尔逻辑运算作为主要的或唯一的思维方法

布尔（George Boole）认为人的思维不是随意的，而是按一定规则进行的，这一规则被称为计算（Computation）。它的基本目的是描述人脑的逻辑思维的规律，1854年布尔发表了一篇论文《思维规律的研究》（A investigation of the law of thought），建立了计算机中的逻辑计算数学。他在该文中提出用计算的符号语言去表示和建立大脑的各种操作。他用代数型的运算方法建立了人类思维的演绎过程，并认为按照这一共同的推理方法，其结论就是正确的。它与推理内容无关，也不因各人解释而异，这种方法符合西方科学要求的“客观性”。这样他把逻辑真理的判断从内容含义转变到形式符号和连接符、转变到关系运算和抽象法则，使逻辑句法重于语义，从而创立了形式逻辑的发展方向。他认为，他的逻辑学“完全对应”人类思维时所使用的逻辑。他的长远目的是从逻辑和概率这些数学理论中找到思维规律，并确定人的思维规律。他的理论为计算机的发展起了重要作用。

例如，有人根据这种逻辑推理方式得出如下结论。

思维是一种计算，  
图灵机可以计算任何可计算的函数，  
数字计算机实现了图灵机，  
因此，数字计算机可以思维。

这个结论明显不符合事实。计算机可以进行推理计算，但是计算机推理与人的思维方式不同。因此，对心理学的研究往往首先在哲学范围中进行。人是按照自己的理解去解释的，事实上可能完全是另外一个样子。

现在人们普遍明白了人脑思维过程远比这种逻辑复杂得多。人脑的逻辑思维过程包括这些逻辑元素，但是人脑还包括许多非逻辑的思维过程，例如探索尝试性思维、临场发挥的想法、人脑的遗忘、思维的跳跃、因人而异的触景生情、思维出错后的修正、情绪对思维的支配等。不能把全部思维过程仅仅简化成逻辑运算。

#### 2. 在计算机发展过程中一直存在两种不同的设计观念

第一种观念认为，计算机的计划和发展的就是为了模仿人脑的思维功能。这种观念往往认为计算机与人的思维方式基本一致，因此人适应计算机就是适应自己，学习计算机操作是应该的。这种设计的最终目的是制造出像人脑一样的机器。第二种观念认为，计算机仅仅是一种工具，是脑力劳动的一种辅助工具，称为认知工具。计算机的“思维”方式与人的不同，使用计算机给人造成很大的记忆负担、思维负担和精神压力，因此应该改进它的人机界面设

计,使计算机操作适应人的生理和心理特性。

### 3. 强调用户必须学习计算机的操作方法

如今似乎已经成为一个法则,要能使用计算机,必须对用户进行大量培训。计算机是人类发明的最复杂的大众机器之一,学习操作计算机需要花费大量的时间和精力。学习操作的主要目的是改变人的思维方式和行为方式。要记忆大量的计算机概念,了解计算机的行为特性,适应计算机的行为过程。

## 1.2.2 以人为本的设计价值观念

20 世纪 80 年代中期人们提出了“对用户友好”或“以人为本”的概念,以改进人机界面为主要目的。计算机内部按照机器特性去行为,人按照自己的方式去思维和行为,在这两者之间需要一个转换,把人的思维和行为转换成机器可以接受的方式,把机器的行为方式转换成人可以接受的方式,这个转换就是人机界面。然而要使计算机适应人,机器内部的结构和功能也需要改变,目前很难完全达到这一目标。

使计算机在人机界面上适应人的思维特性和行动特性,这种目的就叫“以人为本”的设计价值观念。迄今为止,实现这种设计目标主要以动机心理学、认知心理学、符号学为基础。动机心理学主要研究人行动的基本特性,例如一个行动包含哪些基本因素,在设计人机界面时适应人的这些特性。认知心理学主要研究人脑力劳动的特性,例如记忆、理解、语言交流等方面,在设计中,减少人的这些认知负担。符号学主要研究符号(文字和图形)的构成、符号的语义以及符号使用的基本特性。在设计中,使计算机符号符合人的表达和交流特性。

从 20 世纪 80 年代到 2000 年前后,人们研究的主要范围是研究人操作计算机时的知觉特性,减少用户记忆负担,减少学习操作的时间。例如,在屏幕上发现目标的过程中人的知觉有什么特性,显示多少个菜单项目比较符合人的知觉特性,知觉对文字的感知特性,键盘字母的排布方式对手操作有什么影响,鼠标形状会引起手腕的什么生理问题,各种键盘命令的构成方式对用户操作有什么影响,寻找取代键盘的方法,改进屏幕显示,把记忆操作命令的 DOS 系统改变为屏幕显示菜单的直接操作系统。

改变屏幕上显示的菜单符号布局能够改善用户的一些操作特性。在改进计算机“思维”特性以适应人的思维方面进展不大。用户的思维不得不适应计算机的“思维”方式,适应计算机的控制过程,这是引起用户负担的主要原因之一。如果不能明显减少思维负担,就没有从根本上改变“以机器为本”的状态,用户仍然受计算机的控制。人们逐步理解到,要把计算机的“思维”方式转变成人的思维方式,要把计算机的设计从“以机器为本”转到“以人为本”,仅仅改变表面屏幕上的东西是不够的,必然涉及计算机系统内部的功能与结构以及计算机语言的功能和结构。人机界面的设计研究正在促进这一根本变革。

## 1.2.3 在人机界面设计中运用心理学

心理学是一门实践性很强的经验科学。如果缺乏大量经验,很难从事这方面的深入研究。有人认为,如果按照由简到难去划分科学,那么排序结果是:数学、物理、心理学、社会学。也许这个观点有些片面,但是人们不得不承认,心理学是研究世界上最复杂的对象之一——人的心理。迄今为止,自然科学和技术科学已经形成比较系统的方法论,可以用比较客观的方法进行研究,而这些方法对人的心理基本无效。

心理学困难在什么地方?问题来自最基本的科学研究论。科学研究的其中一个假设是:科学观察是通过人们的知觉经验而获得的,人们通过视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉来感知

外部世界。观察是在某种确定环境里进行的，或在受控制的条件下进行的。然而人脑的思维活动无法用我们的知觉进行直接、准确、全面的观察。有时很难判断一个实验是否正确。例如某大学对 15 个心理学基本实验进行重复，他们的结论与其中 10 个实验结论不一致。谁错了？也许学生错了，也许以往的著名实验结论错了，也许两者都错了，也可能两者都正确。由于时间环境条件和对象不同，结论自然不同。然而根据什么去判断对错？科学实验总要存在一个评价标准。这个标准是什么？主要标准之一实际上是长期的实践经验，通过长期大量的反馈信息进行判断。

为了解物理特性，人们在实验室进行各种实验。同样，为了解心理过程，人们也会在实验室进行各种实验。物理实验的一个基本假设是：金属和木头在各处表现的特性基本一致，从实验室里得出的结论与实际情况基本一致。人不是金属和木头，人在试验室里操作计算机时可能很紧张，也许睡眠不足，也可能超常发挥，他们的心理状态与日常操作计算机可能差异很大。这种心理活动从人的外部很难察觉。由此引出一个基本问题：怎样进行实验观察？这需要多种方法，需要经验，需要从多方面进行分析判断。

物理学可以用若干定律概括一个领域的基本现象。心理学的结论不像物理学中的牛顿定律。心理学的因果关系十分复杂，一些似乎很简单的现象（例如，什么叫注意？什么叫意识？），却几乎无法弄清其因果关系。心理学的实验对象、实验条件和环境对结论有很大影响。心理现象很复杂，影响一个心理特性的因素很多，导致一个结论的可能性很多，往往不能用几个简单的结论概括全部心理特性，往往不能认为“一个因素就能导致这个结果”。这意味着，如果把用户操作计算机的心理模型用几条简单的结论表达出来，实际上只能包含着几种现象，而没有反映用户全面的心理过程。如果使用这种用户模型指导设计，往往不具有广泛的实际意义。

### 1.3 计算机人机界面发展简史

#### 1.3.1 设计计算机的两种价值观念

现代电子计算机的产生来自两种设计思想。

##### 1. 把计算机看成计算工具

1934 年，德国柏林土木建筑工程师卒色（Konrad Zuse, 1910—1995）发明了计算机 Z1。Z1 的计算工作和存储器是纯机械的，采用了莱布尼茨的二进制运算，为了存储 1 000 个数字，耗用了 4 000 个继电器，一间房子都堆满了放继电器开关的柜子。1937 年英国数学家图灵（Alan M. Turing, 1912—1954）发表文章《论可计算的数字》，建立了从数学逻辑向计算机模型的过渡。而卒色则采取了相反的思想方法，先建立了计算机，后建立了数学计算逻辑。1941 年他制造出 Z3 型计算机，这是世界上第一台全部自动化的可以编程的数字计算机。该机器用 600 个继电器进行计算，1 400 个继电器用于存储，存储容量为 64 个字，22 位。进行乘法和除法运算需要大约 3 s 的时间。在此基础上他又设计制造出 Z4 型计算机，其运算器由 2 200 个继电器组成，而存储器又采用了机械的开关技术。到 1945 年时已经制造出 8 台 Z4 型计算机，具有程序内存区，并采用穿孔二进制的电影胶片输入。第二次世界大战中德国军方用这种计算机从事飞弹 V2 和飞机计算。第二次世界大战后，他建立了世界上第一个计算机厂 KG，后来他又设计了电子管计算机 Z22，采用了鼓式存储器，是当时的尖端技术。

第二次世界大战爆发后，英国开始研究计算机。1943 年发明计算机 Colossus，用于解密

德国通信密码。该计算机的设计目的也是从事计算。

## 2. 用计算机模拟人脑的思维

布尔认为人脑的思维是逻辑推理方式，并用代数型运算方法模拟人脑演绎的过程。1943 年美国 W.S.McCulloch 和 W.H.Pitts 在《一种神经活动固有的思想逻辑计算》中认为，从原理上可以用代数运算描述人脑神经元的逻辑过程。1956 年他们又发表文章《大脑的具体化》，用数学概念分析大脑皮层的功能和相互有关的神经元之间的通信。这两篇文章影响很大，产生了计算机模拟人脑的设计思想。

至今在美国对这两种设计哲学一直进行着激烈争论。

### 1.3.2 计算机基本人机界面的发展

到 20 世纪 70 年代，通用计算机主要是为数学计算而设计的。当时还没有“人机界面”这个概念，只有“外部设备”的概念，把操作使用的人机界面看做是机器功能的一部分。当时主要的外部设备是卡片输入机。由于不符合人的操作心理，这些设备逐渐被淘汰了。到 20 世纪末，被确认的计算机最基本的人机界面主要包括：直接操作图形对象、鼠标和窗口。

#### 1. 操作系统

20 世纪 60 年代末 IBM 推出了世界上第一台个人电脑，当时并没有肯定是否给个人电脑配置操作系统。计算机本身的语言是“玄文”，没有长期专业学习，根本看不懂。如果让一般用户去学习这种语言，无疑等于让这些计算机厂家垮台。由于这一原因，IBM 决定给 PC 配置操作系统。操作系统是一种大型的软件，主要作用是让用户能够操作对计算机的管理，主要包括输入/输出管理、外部设备管理、文件管理、内存管理等。当时，美国风靡一种操作系统，是 DRI (Digital Research Intergalactic) 公司销售的 CP/M (Control Program/Monitor) 操作系统，它的基本操作方式是用户用键盘输入操作命令。1980 年 IBM 有意向与 DRI 合作，没有成功，于是转而与比尔·盖茨接触。当时盖茨的公司只有 32 人，他本人于 1977 年 1 月从哈佛大学退学，搬到新墨西哥州的 Albuquerque 市，与艾伦建立微软公司，雇用的全是 18~20 岁的人编程序。他当时只希望把自己的 Basic 语言挂到 IBM 计算机上。艾伦从西雅图花 7.5 万美元买下一套操作系统 QDOS，后来发展成为 MS-DOS，公司资产达 270 亿。而 IBM 却认为自己会搞砸 DOS，放弃了这个机会，当时的 IBM 拥有 32 万雇员，资产 270 亿。

#### 2. 键盘输入操作命令

最初，IBM 给 PC 配置了微软公司的 MS-DOS (磁盘操作系统)，要求用户通过键盘输入操作命令。要学会熟练使用键盘输入，需要大量时间去实践，需要记忆各种机器操作命令的格式和使用方法。即使一个专家用户，也会出现大约 10%~20% 的错误率。过去人们就发现打字机键盘是人类发明的最复杂的操作工具。在缺乏更好的输入设备的情况下，人们选择把打字机键盘应用到计算机上。通过心理学研究，发现人对计算机键盘的操作心理与打字机并不一致。打字机的每个键上所标的字母就是操作目的，操作时只要考虑打什么字母。这种键盘的行为目的是“透明”的，也反映了用户的操作行动目的。而计算机键盘上标的字母并不是操作目的。用户目的是一条完整的命令，不是一个字母，而是由若干字母构成的。计算机键盘上不能直接看出操作命令，它是“不透明”的。用户在操作键盘时，必须记忆大量的命令格式，思考每个命令的功能，把自己的行动目的转变成机器功能。这意味着把人的心理过程转变成机器的行为方式，需要大量的脑力劳动，造成严重的认知负荷和出错。这是以机器为本的人机界面设计。

### 3. 直接操作图形对象 (direct manipulation of graphical objects)

键盘不适合非计算机专业人员使用, 对于这些非专业用户来说, 应当使计算机的操作适应他们的直接知觉和心理特性, 在这种思想的促使下, 人们开始考虑其他操作方式。到 20 世纪 80 年代出现了直接操作界面, 是当前普遍给用户提供的操作方法, 操作对象在屏幕上可见, 可以用鼠标 (瞄准器件) 直接操作。用户不必学习大量面向机器功能的概念, 只要了解最基本的计算机常识后就可以使用计算机了。这种人机界面的出现综合了心理学和计算机技术的许多成果, 例如窗口技术、绘图技术、图标概念、鼠标技术等, 这种人机界面最早是由 Ivan Sutherland 在 Sketchpad 软件中演示, 而 Sketchpad 软件是他 1963 年在 MIT 的博士论文的研究内容。Sketchpad 提供了用光笔操作的方法, 包括捕获对象、移动对象、改变对象的大小、使用强制约束条件。这些操作成为后来无数人机界面的核心功能部分。这个系统在林肯实验室建成, 受到美国空军和自然科学基金的支持。1966—1967 年, William Newman 在美国的 Imperial College 研制成功“反应操作柄” (reaction handler), 提供了对图形直接的操作方法, 引入了“光操作柄” (light handler), 是一种图形电位计, 它可能是第一个“窗口小部件”。在美国国防部高级研究计划署的资助下, 1968 年 MIT 林肯实验室实现了 AMBIT/G 系统, 它采用了许多人机界面技术, 其中包括图标表示、手动姿势识别、动态菜单, 使用瞄准器件选择各个项目。1975 年, David Canfield Smith 在斯坦福大学的博士论文 (受到美国国防部高级研究所计划署和 NIMH 的资助) 中提出了“图标”术语, 后来他成为 Xerox Star 软件的总设计师之一, 使图标广泛得到使用。20 世纪 70 年代 Xerox Star 软件中研究的许多人机互动技术, 在后来的直接操作界面中得到了普及, 例如怎样选择、打开操作对象和文字。1981 年 Xerox Star 是大量采用直接操作的第一个商业软件系统。1982 年的苹果公司的 Lisa 软件和 1984 年的 Macintosh 也采用了直接操作界面。1982 年马里兰大学的 Ben Schneiderman 提出了“直接操作”术语, 确认了这些设计思想, 并从心理学的角度为它奠定了基础。

### 4. 鼠标

光笔至少从 1954 年就被使用了, 但它较昂贵, 生产技术较复杂。1965 年, 斯坦福研究实验室开发出鼠标, 作为代替光笔的一种便宜的器件。当前使用的许多鼠标最初是在 1968 年由 Doug Engelbart 在一个电影中作为 NLS 的一部分演示的。70 年代, Xerox Parc 使鼠标成为著名的输入器件。1981 年出现第一个鼠标商业产品, 被用于 Xerox Star、三河计算机公司的 PERQ、苹果公司的 Lisa (1982 年) 和苹果公司的 Macintosh (1984 年)。

### 5. 窗口

1968 年, 在 Engelbart 的 NLS 中显示了多重平铺式 (tiled) 窗口。最初在斯坦福对系统的研究 (像 1974 年的 Copilot) 和 MIT 的 Emacs 文字编辑软件也属于这种平铺式窗口。人的行动受动机支配, 动机一旦改变, 就会立即放弃当前想法, 开始一个新的行动。为了适应人的行动特性, 人们想出了“多窗口”。如果想做另一件事情, 可以马上打开一个新窗口。1968 年, 由工业界资助的 Brown 大学的 FRESS 系统采用了多窗口, 并把文字与图形整合在一起。Alan Kay 在犹他大学的博士论文中提出了交叠 (overlapping) 窗口的想法, 这种窗口于 1974 年出现在 Xerox Parc 的 Smalltalk 软件系统中, 紧接着就出现在 Inter Lisp 系统中。窗口的第一批商业应用于 1979 年出现在 Lisp Machines 公司 (LMI) 和符号 Lisp Machines, 它产生于 MIT 人工智能实验室项目。1981 年 Xerox Parc 的 Cedar 窗口管理系统是第一个主要的平铺式窗口管理软件, 很快在卡内基·梅隆大学的信息技术中心 (1983 年, IBM 资助) 就出现了 Andrew 窗口管理系统。商业普及的主要窗口是 1981 年的 Xerox Star、苹果公司的

Lisa (1982 年) 和最重要的苹果公司的 Macintosh (1984 年)。早期 Star 和 Microsoft 的窗口是平铺的, 但是最终它们像 Lisa 和 Macintosh 一样支持交叠式的窗口。当前国际标准的 X 窗口系统是 1984 年在 MIT 开发出来的。

### 1.3.3 计算机应用型人机界面的发展

计算机公司从商业利益考虑, 为了扩大利润, 希望扩大计算机的应用范围, 例如扩展到文字编辑、绘图、统计处理等领域。要是非计算机专业的人大量使用计算机, 就不得不把人机界面设计摆到十分重要的地位。这样, 人机界面的设计就变成引导计算机发展的主要思想之一。由于设计价值观念的转变, 发现了以机器为本设计思想的缺陷, 逐步发展了以人为本的设计思想, 在这方面的的发展形成了计算机应用型人机界面, 主要包括绘图程序、文字编辑、电子表格、CAD、电子游戏等。

#### 1. 绘图程序与 CAD

1951 年 MIT 设计的 Whirlwind (旋风) 计算机上使用了显示器, 1953 年出现了绘图仪。20 世纪 60 年代初, MIT 首先把阴极射线管配合光笔用在计算机上作为图形显示输入/输出设备。MIT 的 Ivan E.Sutherland 于 1962 年发表了一篇重要论文《Sketchpad: 人机图形通信系统》, 证实了对话式图形显示是一个有前途的新研究领域。1963 年的国际信息处理联合会 (IFIPS) 会议上展示了 Sketchpad 软件, 同时也展示了大量 CAD 系统, 包括 MIT 的电子系统实验室的 Doug Ross 的计算机辅助设计项目, 以及 Coon 在 MIT 与 Sketchpad 的工作。当前许多绘图技术最初在 1963 年已由 Sutherland 的 Sketchpad 系统实现。1963 年, Timothy Johnson 在 MIT 的硕士论文对交互式 3D 的 CAD 系统作出了先驱性工作, 得到美国空军的资助。工业界的第一个 CAD/CAM 系统可能是 1963 年由通用汽车开发的 DAC-1 系统。到 1964 年, 全世界安装的显示系统仅 100 台。使用鼠标绘图最初于 1965 年在 NLS 中实现。20 世纪 60 年代中期, MIT、通用汽车公司、贝尔实验室、洛克希德飞机公司等都进行大规模的计算机图形显示。20 世纪 70 年代是获得丰硕成果的 10 年。1968 年加拿大国家研究委员会的 Ken Pulfer 和 Grant Bechthold 模仿 Engelbart 的鼠标制造了一个用木头制成的鼠标, 并用主框架 (key-frame) 动画系统去绘制各种线架电影。接着, 1971 年电影 Hunger 获得许多大奖, 它是用写字板 (tablet) 而不是鼠标绘制的 (由加拿大国家电影委员会资助)。1975 年 William Newman 的第一个绘图程序, 是给 Xerox Parc 公司的 Alto, 紧接着出现了 Patrick Baudelaire 设计的 DRAW 程序, 它增加了直线和曲线的处理功能。最初的绘图程序的输入方式并不是人机互动方式, 而是先编写绘图程序, 再由计算机执行程序绘出图形。最早的应用可能是在飞机外形设计中。第一个计算机绘画程序可能是 1974 年与 1975 年 Parc 公司的 Dick Shoup 设计的 Superpaint。

#### 2. 文字编辑

1962 年, 在斯坦福研究实验室, Engelbart 提出一种文字处理程序, 后来这一想法在技术上实现了。它可以自动完成寻找和替换功能, 用户可定义宏 (macro), 滚动文字, 用命令可以移动, 复制、删除字符、词或一块文字。1965 年, 斯坦福的 TVEdit 是最早出现的以 CRT 为基础的显示器编辑软件之一, 它曾经被广泛使用过。1967 年, Brown 大学的 Hypertext 编辑系统具有了屏幕编辑 (IBM 资助)。1968 年, NLS 展示了鼠标编辑方法, 1967 年, MIT 的 TECO 开发了早期的屏幕编辑软件, 1974 年, EMACS 也开发了这种软件。

#### 3. 电子制表软件 (Spreadsheets)

最早的电子制表软件是 1979 年出现的 VisiCalc, 它是由 Frankston 和 Brisklin 为苹果 II

开发的，当时他们是 MIT 和哈佛商业学院的学生。他们主要依据 MIT 人工智能实验室的 Sussman 和 Stallman 的指向独立的回溯算法（dependency-directed backtracking algorithm）。这个软件很快使苹果 II 型计算机变得热门，默默无闻的苹果公司也一下发展起来。

#### 4. Hypertext

Hypertext 把文件与其他相关的文件链接起来。这个想法是来自美国总统科学顾问布施 (Vannevar Bush) 于 1945 年提出的著名的 MEMEX 概念，他在一篇文章《与我们思维一致》中提出，文字的书写结构应当与人的认知方式相似，人类大脑中的记忆组织像一个语义网，叫 MEMEX。1963 年，Engelbat 提出了类似的自然语言系统 (NLS/Augment)。Ted Nelson 于 1965 年提出了 hypertext 这个术语。1965 年，斯坦福研究实验室的 Engelbart 的 NLS 系统大量使用了这种链接方法。该项目得到美国国防部高级研究计划署、NASA 和罗马 ADC 的资助。1970 年的《NLS Journal》是最早出现的在线杂志之一，它把文章的各个部分链接了起来。1969 年左右，由 Andy Van Dam、Ted Nelson 和 Brown 大学两个学生为 IBM 360 计算机设计的 Hypertext 编辑系统（由 IBM 资助）得到广泛的应用。1976 年，Vermont 大学的 PROMIS 是向用户推出的第一个 Hypertext 系统。它被 Vermont 大学医疗中心用来链接病人信息与护理信息。1977 年 CMU 的 ZOG 项目是早期另一个采用了 Hypertext 的系统，由 ONR 和 DARPA (Defence Advanced Research Project) 资助。1983 年，马里兰大学的 Ben Shneiderman 设计的 Hyperties 可以把文字中光标选择的项目送到其他页面上。1988 年，苹果公司的 HyperCard 软件把这种思想推广给了大众。若干年后，又出现了许多其他的 Hypertext 系统。1990 年，在政府资助的欧洲粒子物理实验室 (CERN)，Tim Berners-Lee 使用 Hypertext 的思想创造了 World Wide Web。Mosaic 是 WWW 的第一个大众的 Hypertext 浏览器，是由伊利诺大学的国家超级计算机应用中心 (NCSA) 开发的。

#### 5. 电子游戏

第一个图形电子游戏可能是“太空大战” (Space War)，它是 1962 年由 MIT 的 Slug Russel 为 PDP-1 计算机开发的，它第一个使用了计算机操纵杆。早期的计算机游戏是由 BBN 的 Will Crowther 创造的，1966 年，斯坦福大学的 Don Woods 把它发展成为更复杂的游戏。1970 年在 MIT 和斯坦福大学的计算机上实现了 Conway 的游戏 LIFE。第一个商业游戏是 1976 年的 Pong。

当前人机界面发展的主要内容包括手姿势识别、多媒体、虚拟现实和增强现实、计算机支持的合作系统、自然语言等。

#### 6. 手姿势识别 (gesture recognition)

最初，常采用的方法是光笔系统，它包含了一些手动姿势识别。1963 年 Sketchpad 采用了光笔手姿势。1964 年 Teitelman 开发出第一个可训练的手动作姿势识别器。1964 年 Tom Ellis 的 GRAIL 系统展示了 RAND 写字板的手动作姿势识别（由 ARPA 资助）。当时的光笔手姿势识别系统还有 1968 年的 AMBIT/G 系统（ARPA 资助）。1969 年 CMU 大学的 Michael Coleman 开发出手动作姿势文字编辑软件，使用了证明阅读符号 (proof-reading symbols)。从 1980 年多伦多大学的 Bill Buxton 已经开始研究用手动作姿势为基础的交互。从 20 世纪 70 年代起，商业 CAD 系统就开始采用手动姿势识别方法，1992 年，苹果公司的 NEWTON 系统引起了广泛的注意。

#### 7. 多媒体

1968 年，由工业界资助的 Brown 大学的 FRESS 系统采用了多窗口，并把文字与图形整合在一起。Brown 大学的交互式图形文件 (Interactive Graphical Documents) 项目是第一个