

第一章 绪 论

本章对人机界面及其学科进行综述性的介绍。在 1.1 节中首先回答读者最为关心的问题之一,即什么是人机界面?它的研究意义和目的何在?然后在 1.2 和 1.3 节中简述 30 余年来,人机界面学 HCI(Human-Computer Interface)的起源和发展。在 1.4 节中介绍它的主要研究领域。在 1.5 节中介绍人机界面学与其它学科的关系。最后,在 1.6 节中预测了它在 90 年代的发展。

1.1 什么是人机界面?

计算机系统应该视为是由计算机硬件、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)。由图 1.1 可见,人机界面可以由计算机硬件(如键盘、鼠标、显示器等)及计算机软件(如命令解释器、菜单系统或用户界面管理系统 UIMS、以及用户文档手册等)充当。但更准确地说,人机界面是由人、硬件、软件三者结合而构成,缺一不可。正如大家所知道的,目前多数的计算机系统的工作过程一般是:

- 通过系统运行提供软件形式的人机界面,该界面给用户提观感形象(look and feel),即显示和交互操作机制;
- 用户应用知识、经验和人所固有的感知、思维、判断来获取人机界面信息并决定所进行的操作;
- 用户使用某种交互硬件设备完成人机交互,如向系统输入命令、数据等;
- 计算机处理所接收的用户命令、数据等,并向用户回送响应信息或运行结果。

总之,人机界面是介于用户和计算机系统之间,是人与计算机之间传递、交换信息的媒介,是用户使用计算机系统的综合操作环境。通过人机界面,用户向计算机系统提供命令、数据等输入信息,这些信息经计算机系统处理后,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 and 用户操作方式,它集中体现了计算机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功能。

人们对人机界面问题的地位和重要性的认识,以及对人机界面问题的兴趣和重视都经历了一个过程,它主要地与以下三个因素相关连:

(1) 首先是计算机硬件设备的完善和软件技术的进步为构造优良的人机界面提供了物质基础。

在计算机科学技术发展的早期和初期阶段,用户范围狭窄,用户或者就是计算机的设计者,或者是了解、熟悉计算机系统工作原理的专家或程序员。在操作使用计算机系统时,这些

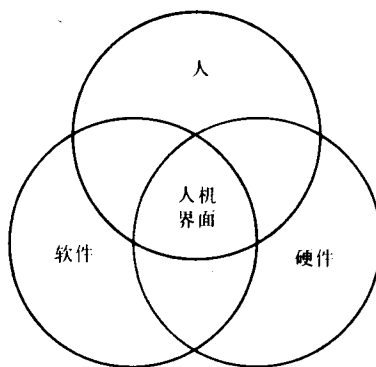


图 1.1 人-计算机系统的组成示意图

用户要么不需要专门提供的人机界面,要么能随意地适应厂商所提供的人机界面。计算机系统的设计人员往往注重于系统的性能和功能指标(例如运行速度、精度、存储容量、以及软件配置、功能等)。这时期的人机界面很简单,主要由硬件实现,也可以使用硬件和简单软件相结合的方式实现。例如,初期的用户通过操作控制台上的按钮开关发送启停或中断信号。

人与计算机之间早期的通信语言是机器语言。之后,用户可以使用汇编语言,乃至高级程序语言使用计算机,通过语言中的输入、输出功能,完成人机交互功能。但总的说来,这个时期用户对系统的运行,很少也不便于进行干预。系统设计中基本上不单独考虑人机界面的问题。这一阶段大约持续到1963年。

60年代中期出现了交互终端和分时系统,交互终端可以把各种输入、输出信息直接显示在终端屏幕上,分时系统使用户可以分时共享计算机系统资源。这时期的系统设计开始考虑到如何便于用户的使用,例如,可以构成问答式对话、文本菜单、或命令语言等方式来进行人机交互。这些交互式系统的出现受到用户的欢迎,它为人机界面的研究提供了重要的物质基础。

从60年代开始,特别是经过70、80年代,由于超大规模集成电路(VLSI)和电视(TV)技术的发展,基于位图映象显示的高分辨率图形显示设备以及鼠标定位设备的出现和应用,微机的普及,工作站的广泛使用;以及计算机图形学、软件工程、人工智能、窗口系统等软件技术的进步,都为人机界面技术发展提供了强有力的支持。这时的系统设计更多地考虑到用户对友好人机界面的需求,提出了以用户为中心的系统设计UCSD(User-Centered System Design)。图形用户界面、直接操纵、所见即所得(WYSIWYG即What You See Is What You Get)等交互原理和方式得到广泛应用。这时,在计算机系统中,人机界面功能更多的是依靠软件完成(当然必须结合使用硬件交互设备)。

从以上简述中,我们可以看到,计算机硬件的完善和软件的发展为人机界面的开发研究提供了物质基础。

(2) 其次,认知心理学、人机工程学等社会学科的发展,为分析用户特性、制定人机交互原则、协调人机工作提供了策略和依据。

人们在使用计算机系统完成某项既定领域的工作时,应该注意充分发挥并协调人与计算机各自的能力与特长。总的来说,计算机擅长于进行重复的、可程序化处理的任務,而且有高的计算精度,快的处理速度以及强大可靠的记忆能力。而人则更善于应付环境变化,处理不确定或不完全但有相互联系的知识的任务。另一方面,在使用计算机过程中,要协调好人机关系,把人的心理认知、行为等因素以及可能的变化考虑到人机系统的分析、开发、应用中。理想情况是应该建立人的认知模型,把人的认知、行为因素包含到系统设计中,使计算机系统能适应于人的习性和特点。80年代以前这一社会学科的丰硕的研究成果指导了人机界面的研究与实现。

(3) 最后,也是最重要的是,随着微机系统的普及、图形工作站的广泛使用、计算机用户的大众化,不同类别的用户为运用计算机并充分发挥计算机系统功能而对构造出简单、直观、友好、易学易用的人机界面的迫切要求是人机界面研究的动力。

随着计算机系统的普及,更多的非计算机专业人员成为计算机的用户,而且与计算机硬件成本的急剧下降相对照,各类软件的人工开发费用却在不断增长,这些都要求计算机系统应提供更友好、更灵活、更易学易用的人机界面,才能满足用户的使用要求。系统中人机界面的质量优劣直接关系到系统的使用性能和使用效率,影响到系统功能的发挥和人们对系统的

评价。现在,计算机系统的人机界面不仅是计算机系统或应用软件系统的外观和包装,而且是向用户提供良好开发、操作、使用环境的重要部件。设计人员可能花费约一半的开发工作量,以及整个系统约一半乃至更多的编程代码用来实现与人机界面有关的功能。可见这一工作是极为艰巨而费时的。

为了使计算机系统能为大众化的用户服务,目前在人机协同工作的计算机系统中其发展趋势是,让计算机变得更加聪明、更加勤劳、做更多的工作,而使用它的人可以缺少知识和经验也能借助于计算机完成他的工作任务。人工智能、自然语言理解、多媒体技术等的发展都为计算机具有智能及对人更友好的人机界面设计创造了条件。

在用户是上帝的商业原则下,计算机系统的研究机构、厂商、以及大学等都重视并开展人机界面的研究及产品开发,正在推出更受用户喜爱,更能吸引用户的系统和产品。

然而要开发一个性能完善的系统人机界面不是一件易事。人机界面的开发过程不仅需要计算机科学的理论和知识,而且需要认知心理学以及人机工程学、语言学等学科的知识。只有综合考虑人的认知及行为特性等人的因素,合理组织分配计算机系统所完成的工作任务,充分发挥计算机硬件、软件资源的潜力,才能开发出一个功能性和可使用性俱优的计算机应用系统。

至少有以下几类人员参与了人机界面的分析、设计、使用和评估,他们是:

- 人文因素工程师:他们研究和提供在计算机系统设计和使用中涉及到的人文因素,如人的视听能力、记忆能力、智能、动机、思维、爱好等特性以及人的健忘、出错等弱点,制定出能适应于用户特性的人机交互准则。

- 计算机生产厂商:他们是计算机系统硬件和系统支撑软件的提供者,现在越来越多的厂商提供了性能优良的系统,这些产品,对用户而言提供了功能完善、使用方便、能运行多种软件工具和众多实用程序的集成运行环境;而对软件开发而言,则提供了强有力的方便易用的软件开发环境或软件工具。

- 应用领域专家:计算机系统总是作为解决某一特定应用领域问题的工具,该应用领域的专家按实际问题决定并提供计算机系统所完成的任务及其分解。

- 软件开发工程师:软件开发工程师是计算机专业工作人员,他是计算机系统的应用软件开发用户。其任务是,充分利用厂商提供的系统硬件、软件资源,和人文因素工程师、应用领域专家以及最终用户相结合,进行应用系统的分析、设计、评估,实际构成应用软件系统,所构成的应用软件系统不仅应满足应用领域的功能要求,而且必须满足最终用户的使用性能要求。软件开发工程师同时负责软件系统的维护。

- 最终用户:最终用户是应用软件系统的使用者,他通过人机界面使用系统,完成应用功能。最终用户不太关心计算机系统的工作原理及实现方法,更多的是关心与输入操作和输出显示等有关的信息。最终用户看不到也不需要了解系统内部的运行过程,他能看到和感知的系统功能、外观及使用方法是通过完成输入、输出功能的人机界面实现的。

总之,随着计算机理论和技术的深入全面的发展,以及计算机应用领域和用户队伍的迅速扩大,人机界面已愈来愈成为计算机系统和软件发展的重要组成部分。人机界面的优劣与系统的成败休戚与共,息息相关。经过 30 余年来的发展,人机界面学已经成为一门研究用户及其与计算机系统关系为特征的主流学科之一,引人注目,熠熠生辉,愈来愈显示出她的强大生命力。

1.2 人机界面学的起源

整个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一门多学科、综合性的科学。

1.2.1 面向人的学科

人机界面学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(ergonomics)等。除了人机工程学以外,上述学科都是在十八、十九或二十世纪初逐步形成和建立的。而建立于本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,即与工程与工业界紧密地联系在一起。在欧洲,人机工程学中关于人的问题的研究源于第一次世界大战期间的兵工厂。在二次大战中人们更加注意到,不仅要通过挑选和培养人才,使得他们能够很好地掌握和适应机器,而且要比以往任何时候更加重视机器自身的设计,使得机器的操作能适应大多数普通人的能力范围之内。这种机器适应人的策略引起了特定领域内的工程师和生物学界的科学家的广泛合作。起初,这种合作仅仅局限于军事问题,因为军人操作武器有时会达到各种极限状态。这种合作持续到战后,并促使英国人机工程学研究学会 ERS 在 1949 年的成立。

类似的发展也出现在其它地区。例如,美国一直将人机工程学称之为人文因素学(human factors),并在 1954 年成立了人文因素学会 HFS。在国际上,于 1959 年在牛津召开的 ERS 年会上首次酝酿成立了国际人机工程学协会 IEA,第一次 IEA 会议于 1961 年在斯德哥尔摩举行。

1.2.2 面向计算机的学科

面向计算机系统的知识和方法主要来源于物理学、电学和电子工程、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。

上述大部分学科与面向人的学科一样,都是在十八、十九和二十世纪初期建立和发展的,但是控制工程和信息论是在二次大战期间(1939—1945),随着伺服系统和通信系统研究工作的突破和推动下,建立起它们的现代形式。而现在称之为计算机或信息技术的应用科学起初来自十九世纪的 Babbage C 的差分和分析机。然而首先认识到现代电子计算机为模拟机和控制系统的潜在能力则始于二次大战之前和大战期间。按照英国人的说法,第一台现代计算机照理应该是英国在二次大战期间发展的 Colossus(1943 年),它专门用于编码分析和破译工作。但由于它的诞生保密了 20 余年,因此,世界公认的第一台现代计算机的桂冠落在了安装在美国费城的 ENIAC(1946),以及紧随其后的英国剑桥的 EDSAC(1947)。

最初,有关计算机学科的会议和讨论是在工程学会和组织中进行的,随着计算机大量地应用于商业数据处理中,在 50 年代英美等国迅速地建立了专门的计算机和信息处理学会。在国际范围内,1959 年 6 月于巴黎举行了第一届国际信息处理会议,随后在 1960 年 1 月正式成立了国际信息处理联合会(IFIP),它是以各国学会为成员的计算机和信息处理领域内最权威的 国际组织,至 1990 年为止,已有 45 个组织,分别代表 63 个国家。

1.3 人机界面学的发展

关于人机界面学的发展,首先必须归功于计算机技术的迅速发展,从而导致计算机应用领域的迅速膨胀,以到今天可以毫不夸张地说,计算机和信息技术的触角已经伸入到现代社会的每一个角落。相应地,计算机用户已经从少数计算机专家发展成为一支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地发展。

由图 1.2 可见,计算机和用户问题的发展史。在计算机最初问世的年代里,计算机的设计者和用户都必须计算机专家本人。随后极少数学科(例如数值计算)人员认识到利用计算机的潜在能力,尤其是计算机速度所带来的巨大价值,从而成为计算机的第一批用户。50 年代后期,计算机开始介入工业界和商业界,出现了第一批由计算机专家设计和由数据处理专业人员使用的商用机。从 60 年代中期起小型机以及远距离终端和共享主机以及分时操作系统的出现,使计算机开始向非计算机专业的门外汉开放,但是也同时认识到由此引起的非专业人员的困难和人机界面问题。

计算机类型	年 代	主要用户类型	用户问题
研究机	50 年代	数学人员	机器可靠性;用户必须掌握全部的编程工作,即人要适应机器
主机	60 ~ 70 年代	熟悉计算机的数据处理专业人员	随着输出量的增长,用户对输出不通畅,费用高,缺少灵活等很不满意
小型机	70 年代	工程和其它非计算机专业人员	用户仍必须执行许多编程工作,可使用性成为问题
微机(加上应用软件包)	80 年代	几乎任何人	可使用性是主要问题,愈来愈要求机器适应人

图 1.2 计算机和用户问题的发展史

微机在 70 年代后期的出现,以及 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:经理、医生、律师、科学家、宇航员、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。用户主要不再是计算机专业人员,而是有主见的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苛求,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产品中愈来愈突出的重要问题。

人机界面学的发展,大致可以分为如下三个阶段(1950—1970;1970—1980;1980—1990)。若干重大事件列举在图 1.3 中。

1.3.1 HCI 的初创(1950—1970)

对于人文因素的可使用性的认识经历了漫长的时期。1959 年 Shackel B 提出的关于计算机控制台的人机工程学的论文被认为是人机界面学的第一篇文献。同时在 50 年代后期,在计算机系统的设计中,尤其是军事系统,已经开始涉及人机工程学。1960 年完成了商用机的人

日期	事件
1959	第一篇人机界面论文 (Shackel B 1959)
1960	Licklider JCR 提出“人—机共栖”的新概念
1969	第一次重要会议 (“International Symposium on Man Machine Systems”)
1969	第一份重要杂志 (International Journal of Man—Machine Studies) 创刊
1970	创立 Loughborough 大学 HUSAT 研究中心和 XEROX 公司 Palo Alto 研究中心 (PARC)
1970—1973	出版 4 本专著 (Sackman H; Weinberg GM; Winograd T; Martin J)
1976	由 NATO Advanced Study Institute 举行了第一次人机交互专业会议
1980—1984	出版 6 本专著 (Shneiderman B; Smith HT 和 Green TR; Cakir A 等; Damodaran L 等; Grandjean E 和 Vigliani A; Pearce BG)
1982	杂志 Behaviour and Information Technology 创刊
1982—1984	在美国和欧洲举行 7 次重要会议, 参加人数从 180—1000 以上不等, 平均每次会议接近 500 人
1983	欧洲 ESPRIT 和英国 ALVEY 计划开始
1984	关于 HCI 的第一届 IFIP INTERACT 国际会议举行
1985	杂志 Human—Computer Interaction 创刊
1985	ESPRIT HUFIT 计划 NO. 385 开始
1985	从 1985 年起, 美国 ACM 和英国 BCS 学会每年分别举行一次 CHI 和 HCI 年会
1986	英国在 ALVEY 的推动下建立三个 HCI 中心
1987	关于 HCI 的第二届 IFIP INTERACT 国际会议举行
1988	HCI 手册出版 (Helander M 编)
1989	IFIP 建立 HCI 技术委员会 (IFIP TC13)
1989	杂志 Interacting With Computers 创刊
1990	出席 ACM CHI 会议的代表达到 2300 人
1990	关于 HCI 的第三届 IFIP INTERACT 国际会议举行

图 1.3 人机界面学发展的大事记

机工程学设计工作。同年, Licklider JCR 首次提出了人机紧密共栖 (close - coupled symbiosis) 的新概念, 至今仍然有着重要的内涵。

在整个 60 年代, HCI 的工作是零星分散的, 多数(尤其是美国)与军事系统相联系, 并且主要集中在硬件、大系统和过程控制上, 很少涉及办公和商用系统。其中, 与过程控制系统有关的人机工程学的基础已经逐步形成, 随着 60 年代中期出现了小型机和分时、交互式、多通道系统 (MIT 的 MAC, RAND 的 JOSS), 首次向非计算机专业人员提供了直接“传送”的通道, 因而刺激了非专业人员提出的对人机工程学问题的研究。

1969 年是人机界面学发展史上的里程碑, 其主要标志是第一次国际会议的召开(人机系统国际会议, 英国剑桥)和第一份杂志(国际人机研究, IJMMS)的创刊。

1.3.2 HCI 的奠基(1970—1980)

70 年代初期的一些工作, 为人机工程学在以后甚至 80 年代的发展铺平了道路。其中一件工作是相继出版了四本人机工程学的专著, 总结和指出了应该着手研究的问题, 为 HCI 的发展指明了方向。Sackman H(1970) 对借助计算机求介的问题进行了广泛的经验研究。Wein-

berg GM(1971)阐述了为改进计算机编程的质量而应予以重视的心理学课题。Winograd T(1972)指出了在编程中对用户的自然语言进行应答时应予以重视的问题。Martin J(1973)从实际经验出发,归纳了23种人机交互方式,并对计算机系统的人机对话设计提供了大量的咨询建议。

另一件重要工作是在1970年同时成立了两个HCI研究中心,它们为以后的HCI的发展作出了显著贡献和深远的影响。一个是英国Loughborough大学的HUSAT研究中心,他们致力于将人机工程学的特点、方法和知识用于计算机设计和使用的研究,他们的研究领域非常广泛,从键盘的人机工程学设计到研究开发组织变化的动力学。另一个是Xerox公司创立的著名的Palo Alto研究中心(PARC)。它的使命是为Xerox打入数字办公技术和系统的市场提供研究支持。PARC很快地确立以人文因素研究为中心,并且以斯坦福大学Englebart D的前期工作和他的“知识坛值车间”的概念为基础。人工智能也是PARC的工作重点之一。他们的研究成果体现在著名的Xerox产品设计,STAR工作站,以及后来与它相似的Apple, LISA和Macintosh计算机。除此之外,纷纷成立的众多研究小组也进行了许多卓有成效的工作,并体现在1976年举行的第一次专业工作会议,即NATO人机界面会议及其论文集中。

随着微机在70年代后期的出现,以及80年代的广泛传播,极大地促进了对人机工程学和可使用性的研究,并对办公和商用计算机的人文因素进行设计工作。例如,德国首先公布了一个人机工程学标准草案(德国DIN标准),它对先前由欧洲和瑞典开发的视屏显示终端的设计和使用进行了浓缩,并且增加了面向用户的研究结果,由于它规定键盘高度不应大于30mm,引起德国和欧洲其它国家突然间拒销美国终端,迫使美国计算机公司大量增加人文因素专业人员以平息这场标准风波。据美国15家大公司的部分统计,有关人员从1980年至1983年平均增加了3倍。

1.3.3 HCI的发展(1980—1990)

80年代初期,相继出版了六本专著,对最新的研究成果进行了总结。Shneiderman B(1980)总结了心理学对计算机技术的实际和潜在贡献。Smith HT & Green TR(1980)用大量篇幅总结了经验研究中出现的重要问题。Cakir A等(1980)和Damodaran L等(1980)发表了第一批同时向计算机设计人员和人文因素专家提供的HCI的人机工程学指南,作为教材至今仍然有使用价值。Grandjran E & Vigliani A(1980)包含了关于视屏显示终端的人机工程学的第一次会议的论文。由于使用视屏显示终端有可能危害身体健康,从而引起了广泛的关注,1980至1981年在英国举行了三次会议,专门探讨有关问题,其论文由Pearce BG编辑出版(1984)。

这一时期,可以从大量的会议、杂志、专著、学会以及文献中反映出HCI的飞跃发展。

- 会议:大型国际会议的数量急剧增加。1982年有两次大型会议,分别集中于事务系统和过程控制系统。一次是3月在美国Gaithersburg举行的“Human Factors in Computer Systems”(CHI'82),另一次是9月在Baden-Baden由IFAC举行的“Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine System”。除此之外,还有英国IEE组织的人机系统会议,法国语言人机工程学会(SELF)年会等。

1983年会议有增无减。其中主要有人文因素学会(HFS)组织的Special Workshop on Human Factors in Computer Systems(4月在Colorado),主要讨论视屏显示终端的International Conference on Ergonomics and Health Hazards in Modern Offices(11月在Turin),由ACM和HFS组织的CHI'83(12月在Boston),以及一些国内会议,例如:英国的IEE Symposium on Human Fac-

tors in Computer—Aided Design 等。目前，定期举行的大型人机界面的主要国际会议约有 6 至 7 个。

也是在 1983 年，欧洲共同体 COST 11 小型计划委员会举行了两次人文因素工作会议(6 月在布鲁塞尔，11 月在伦敦)。美国国际科学院 NAS/国家研究学会 NRC 举行了用户—信息系统交互工作会议。

由 IFIP 主持的国际人机交互会议 INTERACT 从 1984 年起每三年举行一次。(INTERACT'84 在伦敦，INTERACT'87 年在斯图加特，INTERACT'90 在英国剑桥，INTERACT'93 年) 另一个重要的国际人机交互会议 HCI International 从 1985 年起每两年举行一次。(HCI'85、HCI'87、HCI'89 在波斯顿，HCI'91 在斯图加特，HCI'93 在佛罗里达，HCI'95 将在东京。)

• 杂志：1970 年创刊的 International Journal of Man-Machine Studies 从 1981 年起扩大为每年 2 卷，新杂志 Behaviour and Information Technology, Human-Computer Interaction, 和 Interacting with Computers 分别创刊于 1982, 1985 和 1989 年。

• 专著和会议论文集：根据 1985 年的统计(见图 1.4)，从 1980 年起，大量增加。

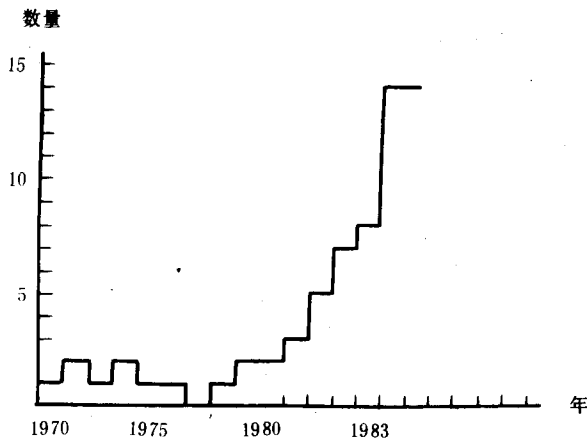


图 1.4 人机界面学专著和会议论文集统计(1969—1985)

• 学会和专业委员会：在 80 年代，许多国家建立了相应的专业委员会。例如，美国计算机学会人机交互专业委员会(ACM SIGCHI)，英国计算机学会人机交互专业委员会(BCSH-CISG)，德国信息学会软件人机工程专业委员会(GIFSE)，荷兰计算机学会和人机工程学会的联合人机交互专业委员会(NGI & NVVE MMI)，英国人机工程学会 IT 专业委员会(ESITSIG)，澳大利亚人机工程学会人机交互专业委员会(CHISIGOZ) 等。它们定期举行会议和出版论文集，其中 ACM HCI 和 BCS HCI 从 1985 年起已形成固定的年会。

• 文献：关于 80 年代 HCI 取得重大进展的最能令人信服的证据是，这个时期在会议和杂志上发表了大量论文(图 1.5)，例如 INTERACT'84,'87 和 '90 年会议收到论文分别为

年	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
数量	2	11	31	37	81	119	173
年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
数量	338	583	530	1638	2550	4561	6097

图 1.5 HILITES 数据库中存储的 HCI 文献数量统计

282,375,500 篇,录用论文 180, 231, 312 篇, 每次会议大约增加 30~35%。从 ALVEY 和 ES-PRIT HUFIT 计划资助的 HCI 文献库 HILITES 中存储的文献数量也能反映这一趋势。

1.4 人机界面学的研究内容

人机界面学主要是两大学科——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,是名符其实的跨学科、综合性的科学。它的研究覆盖很广的领域:从硬件界面、界面所处的环境、界面对人(个人或群体)的影响到软件界面,以及人机界面开发工具等。概括的分类,可分为背景、文法、设计经验与工具构成。它包括下列主要研究分支和内容。

1.4.1 认知心理学(又叫用户心理学)

它是从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、听觉等接受和理解来自周围环境的信息的感知过程,以及通过人脑进行记忆、思维、推理、学习和问题解决等人的心理活动的认识过程。其中人脑的认知模型——神经网络及其模拟已经成为新一代计算机、人工智能等领域中最热门的研究课题之一。对人的认知行为的研究、测量、分析和建模也称为认知人机工程学。

1.4.2 人机工程学/人文因素

它是从系统工程和应用心理学的观点,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创和奠基阶段的时候,人机工程学/人文因素是最活跃、最主要的分支,曾经对人机界面学的发展作出很大的贡献。当时的特点是: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。因此,往往把经典的人机工程学称为硬件人机工程学,体能人机工程学,以区别于研究软件和软件界面的软件人机工程学,以及研究人的认知行为的认知人机工程学。经典人机工程学/人文因素目前仍然十分活跃。当前的主要研究课题有:

- 包括视频显示终端、键盘等输出设备的硬件人机工程学及其标准;
- 包括机房设计、家具、照明、噪音、气候、采光、布局、建筑缺陷综合症等在内的机房、工作场所的环境研究;
- 包括辐射、重负荷、枯燥劳动等危害人体健康的研究等。

1.4.3 计算机语言学

人机界面的形式定义中使用了多种类型的语言,包括“自然语言”、命令语言、菜单语言、填表语言或图形语言等。计算机语言学就是专门研究这些语言,以及涉及它们的计算机语言学和形式语言理论等各个方面的内容。后者已成为整个计算机科学形式理论的重要组成部分。

1.4.4 软件人机工程学(人机界面软件工程学)

这里侧重于运用和扩充软件工程的理论和原理,对软件人机界面进行分析、描述、设计和评估等。

- 分析：它运用和扩充软件工程中的系统分析设计方法，对人机界面进行用户特性分析、用户工作分析(又称为任务分析)等，并与主系统分析相结合，以确定界面的描述方法和设计类型等。

- 描述：它运用软件工程中的现代形式理论，与人机界面学相结合，形成人机界面中的形式方法研究。包括对各种主要类型的人机界面进行形式描述的方法，考虑人机界面描述中的不确定性，交互式系统的原型模型化，通信控制的抽象设计等。

- 设计：它包括任务和工作设计、系统环境设计、界面类型设计、交互类型和属性设计等。目前常用的界面类型有菜单、命令语言、直接操纵、问答形式、填表、自然语言等 6 种形式。交互类型和属性设计有对话设计、屏幕设计、应用界面设计、数据输入界面设计、数据显示和检索界面设计、计算机控制界面设计等。

- 评估：评价人机界面的特性及系统对人的影响。

1.4.5 人机界面开发工具

从 60 年代起，软件工程已经从最初的不成熟的概念、方法和理论发展到今天的由方法、理论、环境、工具组成的完整体系。以 CASE 为代表的软件集成化开发环境和工具是当前软件工程的研究主流。同时，随着人们对人机界面重要性的理解和开发高质量的，具有新型人机交互技术的软件已成为当务之急，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，人们愈来愈重视人机界面开发工具的研制。当前研制的人机界面开发工具大致分为三类：

- 工具箱：它实际上是一个人机界面的零件组成的子程序库，例如菜单、命令、按钮、滚转条等。编程人员通过标准语言调用库过程使用工具箱。OSF Motif 和 MS-Windows 分别是目前工作站和微机上的佼佼者。工具箱的缺点是它们的子程序往往有几百个，欲熟练地掌握和使用它并非易事。此外，其人机界面部分的程序，与其它程序紧密交融在一起，不便于人机界面的单独修改和维护。

- 用户界面管理系统 UIMS：与数据库管理系统 DBMS 中数据和程序分离的原理类似，它将用户界面(即人机界面)与其它程序分离。它既有物理上编程模块的分离，也有逻辑上的功能作用的分离。UIMS 一般包含有象窗口、菜单、图符、命令按钮、滚转条等工具箱所具有的全部人机交互技术，但进入 UIMS 是通过一种用户界面定义语言 UIDL 而不是程序库。如果 UIDL 语言设计合理，容易为用户掌握，则上述的分离特点，会给界面的修改、维护等带来巨大的好处。这也是 80 年代以来 UIMS 的研究方兴未艾，学术界和工业界均寄予厚望的主要原因。当前已有少数 UIMS 产品进入市场，例如 APOLLO 公司的 Open Dialogue 等。但它们往往不如工具箱那样成功。其原因可能是因为当前的 UIMS 构造限制了界面与应用程序之间的通信，使得不太适应具有高交互功能的程序。另一个原因是 UIMS 系统本身对用户不够友好，用户使用它需要较多的知识与训练。

- 交互设计工具：由于一般用户使用工具箱的库程序和 UIMS 的 UIDL 语言进行编程存在许多困难，因此交互设计工具应运而生，它帮助用户更为高效率地使用工具箱和 UIMS。其特点是用直接操纵代替库程序或 UIDL 语言来进行界面的设计和实现。

从广义定义看，上述三类均可视为 UIMS。有些专家预计，UIMS 将在 90 年代中期继操作系统、编译系统、数据库管理系统之后，逐步占领市场并成为主要的软件产品之一。有关 UIMS 的发展史请参看第十一章。

1.4.6 智能人机界面

随着人工智能技术的成熟和介入,智能人机界面的研究在近年来非常活跃,已成为各种人机界面会议的主要交流内容之一。其中包括:用户模型、智能人机界面模型、智能 UIMS 专家系统、智能对话、帮助和学习、智能前端系统、自适应界面、自然语言、多媒体界面等。

1.4.7 社会学/人类学

社会学主要涉及到人机系统对社会结构影响的研究,而人类学则涉及到人机系统中的群体交互活动的研究。

1.5 人机界面学与人工智能、心理学

人机界面学与人工智能、心理学三者之间存在着异曲同工的关系。不仿试举一例:如何克服生疏用户进入数据库时的障碍?

从人工智能的角度看,必定会试图建立一个能够理解用户,理解用户需求,理解自然语言通信的更好的数据库管理系统,即把所有负担加在计算机身上,使计算机更加聪明,足以对付生疏用户。

从应用心理学的角度看,将发展一个训练计划,使生疏用户能迅速有效地掌握和使用数据库,即把所有负担加在人身上,使他更加聪敏,足以对付计算机。

而人机界面学则把问题的解决放在人机界面之中,并设计一个通信程序包,它帮助用户适合于他的自然形式来形成他的请求,并且很容易转化为数据库所需的形式。这样尽可能地使人机两个方面卸去负担,余下的任务则由它们共同承担。

实际上,一个实用计算机系统的设计人员将从上述三个领域中尽量吸取可以吸取的地方,并统统收拢在一个系统中。该例言简意赅地阐述了这三个学科之间的异同。从图 1.6 中可以进一步看到有关学科之间的联系。

AI 和 HCI 对当前的计算机应用和软件工程均有很大的影响。AI 的影响是通过发展用于知识处理的符号语言, HCI 是通过发展对话工程。AI 也通过引入智能界面和自然语言处理直接影响 HCI,以及通过促进认知科学与计算机语言学的发展来间接影响 HCI。后两者是为 HCI 提供工具。它们也对 HCI 的基础—心理学与人机工程学产生影响。

作为循环,心理学又反过来影响 AI 的思维, AI 的目的是模拟人的智能,但不是建立完全的“人工”智能。

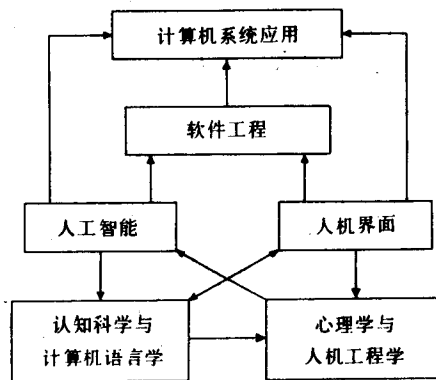


图 1.6 HCI 和其它学科的联系

1.6 人机界面学的今后发展

1.6.1 几项研究计划的推动

人机界面学在 80 年代获得的巨大进展离不开几项著名的计算机的信息技术发展计划的推动。其中主要有：

- 日本发展第五代机的计划(1981—1990)：日本在 1981 年公布了发展第五代机的 10 年计划，和在东京建立 ICOT 研究中心。它把人机界面和人工智能的研究作为两个突破口。它宣称：“智能将得到极大的改善，可以与人的行为比美，人机界面将更加接近人系统”。这种以人为中心的策略在全世界得到很好的反响。

- 英国 ALVEY 计划(1982—1986)：它主张：“信息技术帮助人们处理和使用信息，系统设计人员的目标是制造能够适应、补充和延拓人的能力的计算机。”它把人机界面与软件工程、人工智能、超大规模集成技术一起作为计算机科学的四大分支和 ALVEY 计划的主要研究内容之一，为此建立了三个 HCI 研究中心，并对 HCI 专题的各个方面投入大量资金和人力。在 ALVEY 计划完成后，又有两项研究计划与人机界面有关，一项是贸易和工业部实施的更加面向工业界的“信息工程高技术计划”，另一项是几家学会(ESRC、MRC & SERC)联合资助的“认知科学/人机交互计划”。

- 欧洲共同体 ESPRIT 计划 I (1983—1987)和 II(1988—1992)：其中多项研究项目包含了人文因素，并且增加了它们的研究开发基金。

1.6.2 90 年代的预测

根据 Shackel B 等人的预测，如下研究方向将可能是 90 年代人机界面学的热门话题：

- 超文本和多媒体的研究；
- 将从过去的对单个人的研究转移到对群体的研究，这从 ALVEY 的后继计划和 ESPRIT I 计划中可以看出这种趋势；
- 神经网络的研究，这是受人工智能和专家系统研究的启示，同时它们并不象如所预计的那样富有成效；
- 随着家用信息技术的繁荣，HCI 的可使用性将更为重要；
- 灵巧卡(Smartcard)，这是帮助人机交互的新技术之一；
- 防病毒，无风险系统等安全性的研究，著名的切尔诺贝利核电站操作引起的大灾难加强了人们对系统安全性的研究，提出了建立无风险系统的概念；
- 虚拟实体系统即仿真技术的研究；
- 随着计算机进入千家万户，它对人们健康的危害，例如幅射对孕妇的影响，长期键盘操作引起的疲劳损伤等研究将方兴未艾。

从总体的发展趋势看，人机界面学在 90 年代将从研究走向应用，从点点滴滴的进步逐渐走向全面的成功。

第一篇

用户认知心理学和人机工程学

第二章 用户认知心理学

了解并遵循用户认知心理学的原理是进行人机界面设计的基础。为了提高人机界面设计的水平,增强用户与计算机之间的友好程度,必须对用户,即使用计算机的人,有一个较为清晰的认识,也就是说对人的心理基础要有所了解。既要了解人的感觉器官(视觉、听觉)是如何接受信息的,也要了解人脑的结构与功能,知道它是怎样理解处理信息的,以及学习记忆有哪些过程,人又是如何进行推理的,等等。由此,尽量使自己的设计适应于人的自然特性,以使设计的系统满足用户的要求。

本章在 2.1 节中首先介绍人脑的结构和功能,然后在 2.2 节和 2.3 节中分别介绍人的视觉和听觉功能。在 2.4 节中介绍人的记忆过程,在 2.5 节中介绍人的思维 and 解决问题的过程。最后,在 2.6 节中介绍人脑信息处理的若干特征。

2.1 作为用户的人

现代科学研究表明:心理现象是脑的一种机能,是脑对客观现实的反映,因此,我们要了解人的心理,首先必须知道人脑的结构和功能。

2.1.1 人脑的结构

人脑是由大量的神经细胞构成的,估计约有 150 亿个。神经细胞是脑的结构单位,也是功能单位。因此,神经细胞又称为神经元。

神经细胞是由胞体和胞突构成的。胞体的结构与一般细胞相似,里面充满着胞质,中间有圆形的细胞核。胞突是胞体中伸出来的突起,短的突起呈树枝状叫做树突。另一种细长的突起叫做轴突,它的末端有分枝,叫做神经末梢。一个神经元一般只有一个轴突,延长的轴突就是神经纤维。图 2.1 为运动神经元的基本结构模式图。

神经元具有传递信息的机能。当它受到刺激时,就会产生兴奋,这种兴奋很快转变为电位的形式,并能沿神经细胞进行传播,或者传递给下一个神经元或者其它组织等。这种神经细胞兴奋时产生的传播性电位活动叫做神经“冲动”,也叫做“神经信息”。

神经冲动沿神经元传导时,必须通过细胞之间的间隙才能传递给下一个神经元。这个间隙非常小($2\sim 5\mu\text{m}$),电压也很小,这意味着冲动不能跳过此间隙。细胞间的传递是通过化学

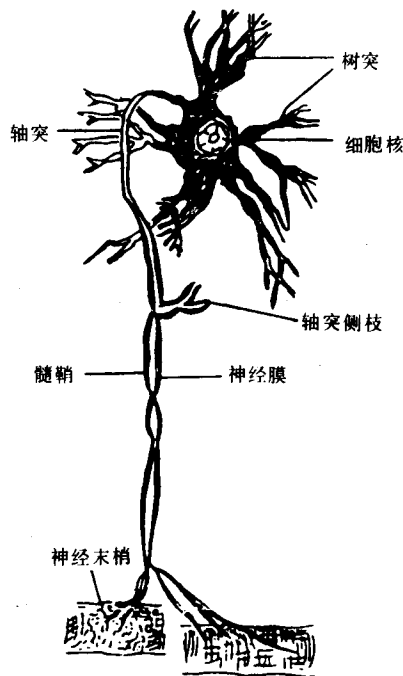


图 2.1 运动神经元的基本结构模式图

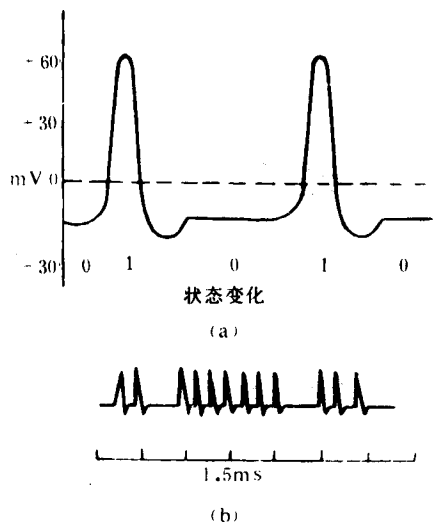


图 2.2 神经元激励时记录下来的神经冲动图

电势从静息电平 -10mV 增加到约 60mV ,然后再回到静息电平前过调了 -5mV ,整个过程(一次神经冲动)形成一个010状态变化的基础。(a)神经元的电变化。(b)一个神经元的典型记录,它显示了一组冲动,神经冲动的频率可编码为模拟信号。第二个记录显示了 1.5ms 时间内的一组神经冲动。

物质来实现的。当一个冲动传到神经末梢时,它就会引发一种能够扩散并越过间隙的化学递质,这种化学递质接着引发下一个神经元的电冲动。这种电化学反应使得神经信息的传导速度比计算机中的电信号的速度慢。从神经元传来的电信号是一系列尖峰信号,每一个激发是一组010的暂态,如图2.2所示。

神经元间的信息编码和电路的编码不一样,因为神经冲动是暂态的,并且对接收神经元有影响,该影响表现为使接收神经元的活动被增强或减弱。因此神经元链锁可以是抑制性的,即阻止接收神经元的活动;或是兴奋性的,即激发接收神经元的活动。

神经元之间的相互影响不仅取决于它们从别的神经元处收到冲动的数量,而且也取决于它们的灵敏度。一些神经元需要很多冲动刺激才足以产生兴奋,而另外一些则只需很少,所以这种组合影响是很复杂的。

2.1.2 人脑的功能

尽管由于大脑内的神经元联系是非常复杂的,以致人们至今仍未搞清大脑内的连线图,我们还是知道了它的某些高层组织的情况。

大脑的主要机能,概括地说,是一个接受、分析、综合、储藏、发布各种信息的装置。机体的、一切感官都把信息传到大脑,经过加工、整理,然后发出信息,控制各个器官和系统的活动。大脑两半球是左右对称的。信息加工由左右半脑分别进行。一般认为右脑负责较多的创造性和艺术性的机能,而左脑有较多的逻辑推理机能。视觉、听觉、触觉和其它感觉以及记忆都有相应区域,还有专门协调肌肉活动的区域。图2.3表示了这些区域的解剖图。

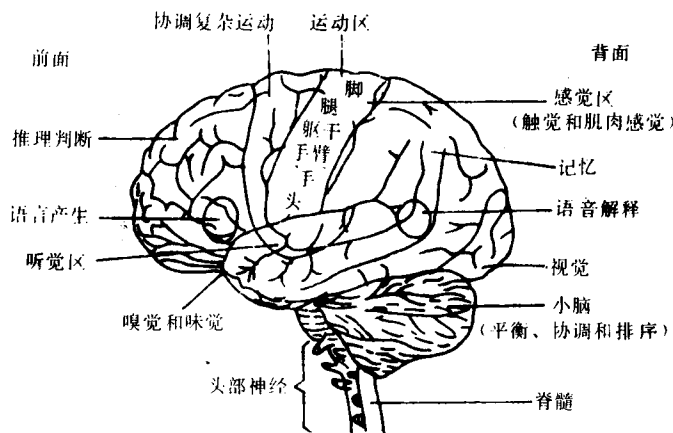


图 2.3 大脑机能的相应区域

大脑是中枢神经系统的最高级部分,又是人类思维的器官,是人类在长期进化过程中发展起来的。脑的结构及机能是非常复杂的。目前对它的认识还很肤浅,许多秘密还有待于进一步探索。

近二、三十年来,随着认知心理学的发展,一些学者运用模拟计算机处理过程的方法设计了认识模型。这些模型虽不能精确地描述人体机能是如何工作的,但它们却能说明人体机能的优点和局限。在界面设计中我们必须考虑这些性质。

在以下各节,我们将利用一些信息处理模型对知觉和认知进行探讨。

2.2 视觉

在与计算机进行交互时,视觉是人们使用的主要知觉。因此,我们首先来看一下视觉系统及其特性。

2.2.1 视觉系统

视觉的器官是眼球(见图 2.4)。按其功能可分为折光系统和感光系统两部分。折光系统包括角膜、水晶体、玻璃体等,它的功能是将外界物体所反射的散光聚集在视网膜上形成一个清晰的视象。

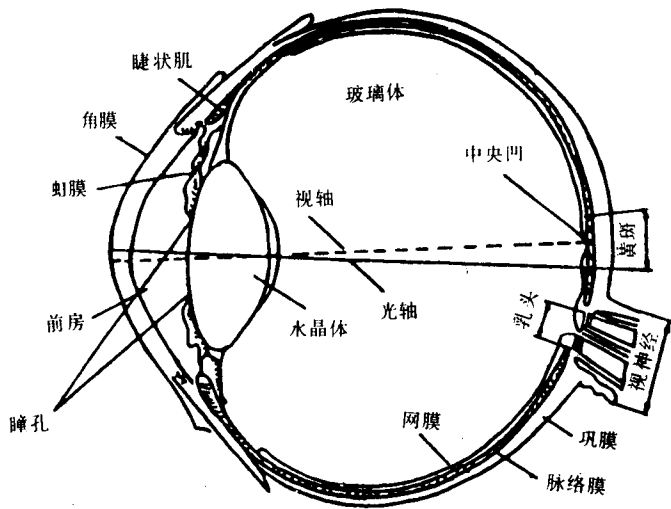


图 2.4 人眼结构示意图

眼球的感光系统是视网膜,它的最外层为视细胞层。视细胞是直接感受光刺激并将其转换成神经冲动的光感受器。视细胞的外段含有视色素,是它的感光物质。当光刺激视细胞时,视色素就会分解,这种光化学反应达到一定的程度,就会引起整个视细胞兴奋并发出神经冲动,即将光能转化为生物电能。

在视细胞的里层是双极细胞,它负责将视细胞所发出的神经冲动传递给神经节细胞。神经节细胞的轴突汇集为一束,于网膜上一个叫做盲点的地方穿入脑节,形成视神经。盲点处没有视细胞,因此没有视觉功能。

现代电生物学研究表明:一个特定的神经细胞(如皮层细胞、神经节细胞),只接受视网膜