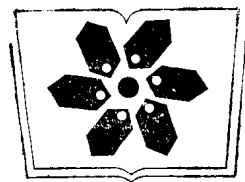


计算机用户界面 及其工具

董士海 著

科学出版社



中国科学院科学出版基金资助出版

计算机用户界面及其工具

董士海 著

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是一本全面、系统论述计算机用户界面及其工具的专著。全书共三篇。第一篇为交互系统,共四章,主要讨论交互系统的概貌、设备、技术及人的因素。第二篇为用户界面的设计,共四章,主要讨论用户界面设计的风格、原则及评价。第三篇为用户界面的设计工具,共六章,主要讨论用户界面管理系统、窗口系统、多媒体创作及超正文等工具。对于 Windows 3.0 (以上)、X 窗口系统及 OSF/Motif 等实用工具,书中还给出了详细实例。在写作方法上,注意理论与实例,方法与工具,先进性与实用性相结合。

本书可作高等院校计算机用户界面、人机接口专业课程的教材或参考书,也可作广大从事软件设计、开发、研究的科技人员的自学材料和培训教材。

计算机用户界面及其工具

董士海 著

责任编辑 刘晓融 唐正必

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1994年 7 月第一次印刷 印张:16 3/4 插页:2

印数:1—2 000 字数:385 000

ISBN 7-03-004145-3/TP·366

定价:18.90 元

谨 以 本 书

敬 献 给 我 的 母 亲

徐 素 琴 女 士

前 言

计算机用户界面是计算机和它的使用者之间的对话接口,是计算机系统的重要组成部分.用户界面的开发占整个系统开发工作量的比例很大,用户界面的好坏直接影响到计算机系统的可用性和效率.80年代的多窗口、图符、高分辨率图形显示及鼠标器等技术使计算机用户界面达到图形用户界面的新阶段.目前,自动生成用户界面的方法和工具正在开发和研制.新的学科分支——计算机人机交互(Human Computer Interaction, HCI, CHI)或人机通讯已经形成,它吸取系统工程中人类工程学(ergonomics)的成果,并将其扩展到计算机科学、心理学等领域,成为十分活跃的前沿学科.文字、声音、图形、图象的多媒体技术,智能接口技术及虚拟现实技术将使计算机服务于人类展示更加诱人的前景.

本书作者在完成这一领域的研究项目及教学工作中,深感迫切需要一本全面、系统论述计算机用户界面及其工具的专著.鉴于国内尚无这方面的书籍,国外的书籍也仅限于对一些原则的介绍,缺少对设计工具的讨论,作者虽水平及时间有限,但力图完成这一撰写任务,以满足用户界面开发及人才培养的需要.本书内容主要取自作者近年来在科研及教学中积累的素材,包括发表的论文、项目技术报告及相当数量的文献资料.在当前计算机迅速发展的重要历史时期,作者希望本书的出版能对计算机用户界面的研究、开发、教学起一定的作用.

本书的重点放在计算机用户界面的计算机软件方面.作者力图将设计方法、理论与实用工具、程序实例结合起来,并注意把国际上这一领域的最新成果与国内现有工作结合起来.涉及到的重要新领域或技术有:直接操作的图形用户界面,人类工程学,面向对象方法,事件模型,用户界面管理系统,窗口系统,多媒体技术,超正文技术,虚拟现实技术,三维输入设备(Polhemus, Data Glove)等.对一些常用的工具,如MS-Windows, X窗口系统, OSF/Motif等,书中均给出详细实例及一些使用方法,以供实用时参考.书中介绍的 QX 窗口系统、BD-UIMS、BD-Card 及 Seeheim 模型的一种改进等研究成果,是北京大学计算机科学系图形研究室师生共同劳动的结晶.被引用的国内研究成果只是部分杰出代表.在此谨向我校图形研究室师生及被引用资料的作者致谢.

本书的写作得到中国科学院计算技术研究所刘慎权研究员、北京航空航天大学周伯生教授等的热情鼓励.刘慎权研究员在百忙中认真审阅了书稿,根据他的意见及有关术语标准,书中统一采用“计算机用户界面”一词(虽然其他很多地方也有称“接口”的).作者衷心感谢他们的关心和支持.1992年1月本书被批准列为中国科学院科学出版基金资助项目,科学出版基金专家委员会对编著提纲提出了宝贵的意见,在此谨向以上专家表示深切的谢意.

由于作者水平有限、时间仓促,书中如有错误及不妥之处,热忱欢迎读者和计算机同行批评指正.

董士海

于北京大学计算机科学系

1993年2月

• i •

目 录

前言

第一篇 交互系统

第一章 交互系统引言	1
1.1 人机交互的发展历史	1
1.2 人机交互的主要元素和组成	4
第二章 交互设备	8
2.1 正文输入输出设备	8
2.2 图形、图象输入输出设备	13
2.3 新型三维输入设备	24
2.4 专用的及其他交互设备	29
第三章 交互技术	32
3.1 基本的图形输入功能	32
3.2 常用的交互技术	38
3.3 输入的计算机管理	47
第四章 人的因素	50
4.1 人的行为模型	50
4.2 人类工程学	54
4.3 计算机用户工程原理	62
4.4 软件心理学	65

第二篇 用户界面的设计

第五章 用户界面的风格	73
5.1 命令语言	74
5.2 菜单选项	86
5.3 直接操作	92
5.4 用户界面的标准化问题	97
第六章 用户界面设计中的重要问题	100
6.1 响应时间和显示速率	100
6.2 屏幕设计及信息提示	102
6.3 联机帮助、手册及指导教材	106
6.4 错误处理	108
第七章 界面设计方法	113

7.1	命令语言的设计	113
7.2	面向对象的设计方法	120
7.3	形式化描述方法	143
7.4	基于知识的设计方法	149
第八章	界面设计的评价	154
8.1	反复设计	154
8.2	测试与评价	157
8.3	用户界面发展的社会影响	161
 第三篇 用户界面的设计工具 		
第九章	对话独立性	165
9.1	对话独立性的有关概念	165
9.2	对话的结构模型	167
第十章	对话的表示技术	172
10.1	状态转换图	172
10.2	上下文无关文法	175
10.3	事件模型	176
10.4	其他表示技术	179
第十一章	用户界面管理系统	184
11.1	界面工具的需求	184
11.2	用户界面管理系统	187
11.3	用户界面管理系统的实例	192
第十二章	窗口系统	197
12.1	窗口系统概述	197
12.2	MS-Windows	201
12.3	X 窗口系统	213
12.4	OSF/Motif 及其他图形用户界面	221
12.5	其他窗口系统	232
第十三章	图形、多媒体及其他界面支持	236
13.1	界面的图形支持	236
13.2	多媒体支持	238
13.3	Hypertext 技术	244
13.4	界面的其他支持	247
第十四章	虚拟现实	249
14.1	虚拟现实的概念及其现状	249
14.2	虚拟现实的若干技术关键	253
14.3	虚拟现实技术的应用	254
参考文献		257

第一篇 交互系统

第一章 交互系统引言

自 1945 年世界上第一台数字计算机 ENIAC 诞生以来, 计算机技术取得了惊人的发展。计算机不仅作为一种普通的计算工具为人们所使用, 而且在新的产业革命中, 与通讯技术、新材料技术等结合在一起, 扮演着一个重要的角色。现代计算机已经应用在社会生活的各个领域, 它可以代替人做大量重复性的工作, 它这方面的能力, 有的已大大超过了人, 但计算机仍然是一种工具, 一种高级的工具, 它是人脑、人手、人眼等的扩展, 因此它仍然受到人的支配、控制、操纵和管理。在计算机所完成的任务中, 有大量是人与计算机相互配合共同完成的。在这种情况下, 人与计算机需要进行相互间的通讯, 即所谓的人机交互。实现人与计算机之间通讯的硬、软件系统即为交互系统。交互系统通常包括计算机经输出或显示设备给人提供大量信息及提示, 以及人经输入设备向计算机输入有关信息、问题回答等。在计算机发展的早期, 人们把注意力集中在提高计算机本身的处理、存储能力方面。随着计算机处理、存储能力的飞速提高和成本的降低, 人们已把注意力逐渐转移到改善人机交互的手段和界面方面, 交互系统不断受到重视, 因而得到很快的发展。本章将简要叙述人机交互的发展历史, 分析交互系统的主要组成。

1.1 人机交互的发展历史

计算机的发展历史, 不仅是计算机本身的处理速度、存储容量飞速提高的历史, 而且是不断改善计算机与用户之间交互界面的历史。由于计算机的用户界面直接关系到人们的使用效果, 因而这一领域的技术进展十分迅速。特别是随着硬件价格的不断降低、人的生产效率的提高, 用户界面已成为计算机十分关键的一个部分。一大批计算机专家在这一领域进行了大量卓有成效的工作, 并已取得明显的效果。下面分几个阶段来讨论人机交互的发展历史。

1.1.1 计算机发展的早期

世界上第一台数字计算机 ENIAC 在 1943—1946 年由美国宾州大学摩尔学院开发, 并于 1946 年正式被美国军方的炮兵部队用于计算弹道方程的积分。开始设计时, ENIAC 的程序采用连线的方法在小接线板上进行相互联接。后来改进为在小接线板上连线建立起标准的操作, 并用卡片阅读器送入标准宏操作的序列, 以提供计算程序。在计算机发展的早期, 计算机的程序和数据是采用穿孔卡片和穿孔纸带, 由专门的卡片输入机(阅读器)或纸带输入机(阅读器)进行输入。对计算机的管理和调试, 则通过计算机的控制面板, 由

开关和指示灯来控制。当时,计算机的输出通过控制面板显示寄存器的内容,通过打印机在纸上输出计算结果。后来,利用邮电通信中的电传机作为输入输出的控制台设备。卡片及纸带输入设备沿用了很长一段时间,其原因是卡片及纸带可以事先脱机进行准备,并容易保存。

计算机发展的早期,人机交互的主要特点是人去适应现在看来是十分笨拙的计算机,例如多数计算机是二进制机器,人们就使用二进制的机器语言编程序,人们用各种开关、指示灯、卡片上的孔来表示数据或指令进行人机交互。采用依赖于机器的方法来使用计算机是十分不方便的,但当时计算机尚未大批生产,只是在军事或研究部门单独研制使用,而且多数计算机的使用者往往就是设计者本人,或者在设计者的同一单位内使用。虽然使用不怎么方便,但长期使用也就熟能生巧了。

1.1.2 程序设计语言及作业控制语言

计算机的处理能力不断提高,使得用户描述计算问题及提交计算作业的慢速方法与之不相适应。由于符号汇编语言、子程序库及输入输出的控制程序相继出现,因而逐渐改善了人们使用计算机的效率。在 50 年代中后期,IBM 704 机开始配置许多目前属于操作系统范畴的服务程序及汇编程序,诸如输入/输出控制程序,从一个作业到另一作业的顺序控制程序,汇编程序,子程序库与目标码的装配程序。其中最重要的进展是一批不依赖于机器的高级程序设计语言的出现及控制计算机进行批处理服务的作业控制语言的运用。

最早的一批程序设计语言,如 FORTRAN, COBOL, ALGOL, LISP, APL, BASIC 等,为计算机的广泛应用提供了极为重要的工具,它为改善人与计算机之间的通讯提供了有力的支持。人们可以把各种计算问题以形式化的方法,成批地向计算机提供,它并不依赖于(或基本上不依赖于)计算机的硬件,因而极大地改善了人们的使用效率。值得一提的是 1964 年由 C. Shaw 在 Rand 公司实现的第一个交互式语言 JOSS (Johnniac Open-Shop System),以及由 J. Kemeny 和 T. Kurtz 在 Dartmouth 学院开发的 BASIC (Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code) 语言。它们在语言的设计及实现中,充分注意了人机交互方式的使用,以克服不少语言在程序的运行、调试时人们不能观察、介入的不足。

作业控制语言是为了适应自动处理多个计算任务的需要而采用的一种操作方法。早期的计算机,一次只能执行一个任务,直至该任务完成或出现错误为止。为了充分发挥计算机的处理能力及资源的利用效率,作业控制语言提供一个手段用以描述用户对计算系统的要求及发生问题时可能采取的措施(如打印、挂起或转向另一处理路径等)。这一操作方式比手工方式提高了机器效率,但对用户在时间上的开销增加了不少。为帮助用户用好作业控制语言,一些大型计算中心配备了专门人员进行咨询服务与协助工作。

人们在程序设计语言及作业控制语言的大量使用经验基础上,总结了编程风格的规律,这是计算机用户界面方面充分反映人的因素的一个典型例子。为简化作业控制语言的操作,逐渐发展了交互式命令语言及有关标准的研究。

1.1.3 分时系统与交互终端

1963 年由美国麻省理工学院在 IBM 709/7090 计算机上开发的 CTSS (Compatible

Time-Sharing System) 是第一个成功的分时系统, 它联结多个类似打字机的终端, 可同时进行计算机操作。用户在一个终端上工作时, 好像是整个计算机资源归他独用。在 CTSS 下, 一个最早的正文编辑程序为用户提供了新的正文输入工具, 它比以往的卡片、纸带及其他脱机输入工具更加方便、易于修改。在 CTSS 以后, 各种更强的分时操作系统和正文编辑程序竞相出现。

通常, 计算机终端分为批处理终端和交互终端。和批处理终端不同, 交互终端的用户并不是一次向计算机提交整个计算机作业, 而是每次向计算机送入一行请求、程序语句或数据。对于用户的输入, 计算机以足够快的速度予以接收, 对于一次请求的命令则予以响应。交互终端和分时系统一起工作时, 可以使多个用户同时分享计算机资源并使每个用户得到尽快的响应。早期的交互终端包括一个类似于打字机的键盘和一个印刷机构 (还包括若干开关)。它最早出现在 60 年代初, 沿用了通讯中的电传机, 它仅有 50 个字符键及每秒 10 个字符的印出速度。显示器虽然出现在 50 年代, 但开始只是作为输出监视设备。在分时系统及交互图形学发展后, 显示器连同键盘在内部缓冲寄存器的支持下, 构成了后来广泛使用的交互显示终端。由于它比打印机有更高的输出速度, 且输入部分具有局部缓冲器, 便于输入出错的修改, 因而得到极为广泛的应用。在字符型显示终端的基础上, 后来发展了图形显示终端及其他专用交互终端, 这些构成了当前计算机用户界面的主要硬件支持。

1.1.4 交互图形学及多窗口系统

1963 年, 美国 I. Sutherland 的 Sketchpad 绘图系统开始了近代交互计算机图形学的新阶段, 他引入了存储图形符号的数据结构, 开发了使用键盘、光笔进行选择、绘制等一系列交互技术, 并提出了其他许多基本原理及图形技术。随着超大规模集成电路技术及电视技术的发展, 计算机图形学的成果不仅在军事及若干研究单位得到应用, 而且在 70 年代、80 年代迅速成为计算机技术中十分活跃的一个分支, 并广泛应用于 CAD、CAM、办公室自动化、电子印刷、绘图、艺术等领域。作为计算机图形学的一个十分重要的研究方向, 人机交互技术发展十分迅速, 图形的用户界面受到人们的普遍欢迎, 其中最突出的是图形化的多窗口系统产品的出现。

美国 Xerox 公司的 Alto 计算机首先使用 Smalltalk-80 (开始为 Smalltalk-76) 的多窗口程序设计环境, 它采用高分辨率的图形显示器及鼠标器输入设备, 应用了重叠型窗口、弹出型菜单、图符和剪贴等编辑功能。它的一系列用户界面技术成了以后多窗口系统的样板。美国苹果公司 1984 年推出的 Macintosh 微型计算机将操作系统和用户界面软件固化在只读存储器中, 因而响应时间快。作为一个通用的多窗口系统, 它所提供的对话框、滚动框、下拉式菜单及一些优秀的绘图软件, 对用户界面的设计起了重要的作用, 是当前广泛应用的优秀个人计算机。1986 年美国 Microsoft 公司在 IBMPC/DOS 环境下开发的 Windows 窗口环境, 经过不断改进, 1989 年的 3.0 版本已具有较好的性能, 是 DOS 环境下的一个重要窗口系统。1987 年 3 月美国 MIT 和 DEC 公司正式发布了 X 窗口系统的第 11 版本, 是当前工作站环境下事实上的用户接口工业标准, 它对于 UNIX 系统下的用户接口标准化有着巨大的影响。

1.1.5 用户界面管理系统 (UIMS)

在交互计算机系统中,界面设计占了系统设计及软件设计的相当工作量,因而许多计算机科学家在用户界面的生成工具方面进行了许多工作,其中主要是用户界面管理系统的研究与开发。第一个 UIMS 是 Newman 的“Reaction Handler”,它采用交互转换网络图编辑器来设计用户对话的语法。Wasserman 的用户软件工程 RAPID/USE 及 Kasik 的 TIGER 为用户界面的设计工具提供新的实验系统。Foley 提出了交互系统的设计方法论。Hartson 和 Hix 对 UIMS 的发展提出了五个阶段的分析:第一阶段为 UIMS 的外观、原型构造;第二阶段为带有限功能的 UIMS,它具有运行时支持;第三阶段为具有直接操作、图形界面对话、面向对象等功能的 UIMS,其灵活性更好,但离实用尚有距离,这也是当前的主要情况;第四阶段更重视实用性,以提供界面开发人员更多实用功能;第五阶段运用 AI 技术支持 UIMS 的各种功能,以便更方便界面的开发。

在 UIMS 发展中,法国 Seillac 举行的 GIIT 会议上的报告及提出的 Seeheim 用户界面模型具有重要意义,但 Seeheim 模型只是交互系统的一个执行时的模型,不能表示整个生存周期,它也不适应像直接操作这类交互风格。当前,这一领域的研究开发十分活跃。

1.1.6 智能用户界面及其他新技术

当前,第五代计算机的研究十分活跃,它的特点是试图找到一种非冯诺伊曼的系统结构,并将智能技术应用于系统的开发和人机界面。其中在人机界面方面,希望用自然语言、图象、语音、各种印刷体、手写体文字作为输入方式提供给计算机,这方面的研究成为第五代计算机研究的十分重要的方面。由于这一研究涉及模式识别、自然语言理解、图象处理、语音识别和合成、计算机视觉等新领域,因而将是 90 年代的最有可能突破的研究方向。

由于近代 VLSI 和 TV 技术的发展,计算机用户界面的技术支持有很大发展,其中多媒体技术就是一个重要方面。数字视象交互技术 (DVI) 将电视技术、录像技术与计算机结合起来,使计算机与社会生活密切相关,展现了诱人的应用前景。Hypertext 技术与光盘技术的结合为大型资料库,工程数据库和图象动画的存储、查询、浏览提供了有效的支持。在电子出版、办公室自动化等实用领域,计算机用户界面的改进是明显的,各种“所见即所得”交互排版系统已广泛进入市场。高质量的文字、图形、图象排版印刷系统在性能、价格方面均日益改善。各类计算机系统在可视化的人机交互界面方面,90 年代将是发展的时期,人们将在显示屏幕上看到三维动态计算结果,并可通过简单手段观察参数改变后的影响。

计算机用户界面的发展历史并不长,但其发展速度,以及对计算机应用的影响是惊人的。可以预计,计算机用户界面的发展将影响到人们的生活,以及经济建设的各个方面,对各个学科的发展也将产生巨大的促进作用。

1.2 人机交互的主要元素和组成

一个交互的计算机系统,要能很好地实现计算机与用户之间的人机交互,通常必须考

考虑三个元素：人的因素，交互设备及实现人机对话的软件。不同的交互系统，虽使用的目的不同，但仍包含这三个元素，只是这些元素的具体内容不同而已。例如，一个飞机订票系统，它的用户是民航公司的订票服务人员，即是不熟悉计算机及程序的初级用户，它采用的交互设备是字符显示终端及键盘，它使用的软件是订票系统的查询、登记、注销、记帐等事务处理或数据库软件。而一个交互式程序设计环境或软件开发环境，它的用户是软件开发人员，是熟悉计算机软件的使用者，它采用的交互设备可能是带有鼠标器及高分辨率图形显示器的工程工作站，它的软件是包括编辑程序、编译程序、窗口系统及各种软件工具的软件开发环境。一个交互系统的示意图如图 1.1 所示。其中人的因素指的是用户操作模型，交互设备是交互计算机系统的物质基础，软件则是展示各种交互功能的核心。

下面说明一个交互系统的三个元素。

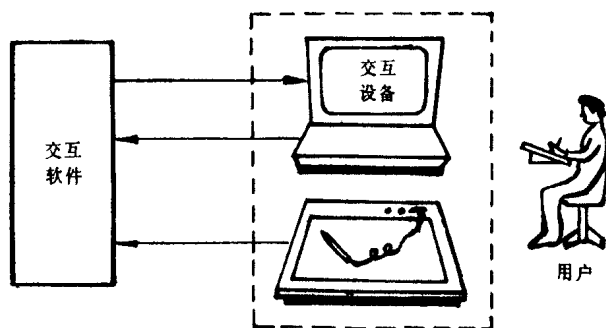


图 1.1 交互系统示意图

1.2.1 交互设备

交互计算机系统的应用十分广泛，从商用的各种管理信息系统、航空订票系统，到工程上的各类计算机辅助设计系统和计算机辅助制造系统；从各类专家系统、决策咨询系统，到计算机辅助教学系统；从交互式程序设计环境、文字处理系统、电子印刷系统，到办公室自动化系统、电子游戏，乃至计算机艺术创作系统。在这些系统中，人们通过各种交互设备向系统输入各种命令、数据，以至图形、图象、声音信息。交互设备又向用户输出处理结果及提示、出错信息等。交互设备构成了交互计算机系统进行人机对话的基础，没有这些设备就无法让计算机了解用户的意图。

人和计算机之间最自然的通讯方式应该与人们相互之间的通讯方式一样。对于输入来说，这意味着人和计算机之间最好通过说话，手写或绘图来向计算机输入。而对于输出来说，人最易理解的是人们之间通讯的自然语言形式，包括各种文字材料的阅读，语音及信号的收听，图形及图画的观看等。支持人机按自然方式通讯的智能交互设备多数还处于研究开发阶段。自从微处理器及微计算机技术发展后，上面提到的“智能交互设备”的功能越来越强，使许多原来机械的或机电的设备部件更加简化、更加通用。

交互的输入输出设备通常可分为多类，主要的有数字和字母输入输出设备，图形和图象输入输出设备，其他还有声音、触感及专用输入输出设备等。

数字和字母输入输出设备是当前主要采用的交互设备，其中带有键盘的字符显示终端用得十分普遍，还有带有打印机、键盘的控制台。各类打印机是数字和字母的主要永久

性输出设备,应用广泛。

图形和图象输入输出设备的研制发展很快,其中的主要配置是各类图形图象显示器与键盘、鼠标器,或与数字化台板构成的图形图象交互设备,其他的图形输入设备还有操纵杆、跟踪球、光笔、方向旋钮等,图象输入采用摄象机、扫描仪等。图象、图形的输出设备有绘图仪、硬拷贝机、高分辨率打印机等。随着图形、图象技术的迅速发展,各种性能更好的图形交互设备已经研制成功,并正在开发新的三维交互设备。数字和字母交互设备在高质量的要求下,已逐步和图形、图象交互设备的性能接近,例如显示器及打印机的输出往往不再区分正文或图形,而以其输出分辨率作为指标。

1.2.2 交互软件

交互软件是交互计算机系统的核心,它向用户提供各种交互功能,以满足系统预定的要求。交互是软件的一种使用方式,交互软件和所有软件一样可分为系统软件和应用软件,他们在用户和计算机通讯方式上都是采用人机对话方式。这种用户界面使用起来十分方便。

在系统软件方面,许多分时操作系统均采用命令语言的对话方式向用户提供操作界面,这类操作系统如 UNIX, VMS, DOS 等。一些高级语言的解释程序或编译程序(如 BASIC, LISP, PROLOG)也采用交互式解释执行,也有采用编辑、编译、调试等交互式集成程序设计环境的(如 Turbo Pascal)。这类语言工具十分便于用户编程和调试。在数据库管理系统中通常也用对话式数据库查询语言,有的用命令方式(SQL),也有的用填表方式(QBE)。在数量众多的软件工具中,已经广泛使用全屏幕正文编辑程序、调试程序、电子表格软件、多窗口系统等交互式软件工具。

需要着重说明的是,系统软件中有一批可用于辅助生成交互界面的软件工具或环境,应用系统的交互界面可在它的基础上开发,或用它进行辅助开发。多窗口系统、用户界面管理系统就是这样的工具。图形软件包也是这类支持软件之一。

在应用软件方面,交互人机界面已成为其主要部分之一,并成为衡量应用软件功能强弱的一个重要指标。目前多数应用系统往往根据自身的特点来开发人机界面,在交互应用系统中,这一部分占了相当大的工作量。一个重要的发展趋势是不断提高软件的可重用性,因而人机界面软件的模块化已广为关注。与此同时,各种自动生成或辅助生成人机界面的软件工具也正在开发研制。由于应用领域的广泛性,计算机用户界面的风格也迥然不同。

计算机的用户界面,最常用的是命令语言方式,即用户按规定的形式向系统送入一命令,系统接受并分析命令,执行相应动作及给以响应。在一些应用系统及数据库管理系统中,经常采用表格填充方式,即在某种表格中,根据表格项名称、可选的内容、当前光标的指示位置,由用户填入适当信息,当填完某信息后,系统给以是否接受的响应。菜单选项方式是当前流行的一种用户界面风格,由于它以明确的可选内容向用户提示,用户不必事先记忆,只需给以“指点”,即可完成向计算机的输入动作,因而较受普通用户的欢迎。这里的普通用户是指应用系统的最终用户,他们不一定熟悉计算机的许多繁杂命令或程序设计技巧,因而希望简便地操作应用系统。计算机界面的另一类风格为“直接操作”,有人把它解释为“所见即所得”(What you see is what you get.),全屏幕正文编辑器、电

子游戏及许多图形用户界面已采用这类风格。用户的输入动作是通过输入设备,直接在屏幕显示的输出内容上进行的。当系统接受输入信息后,屏幕显示的内容立即作出相应的变化。这类风格由于其直观性等优点而得到迅速的发展。

1.2.3 人的因素

交互计算机系统的最终目标是让用户可交互地进行操作,因此设计交互计算机系统时,必须把满足用户的使用要求作为重要依据,这就是交互计算机系统中的一个重要元素——人的因素(human factor)。

人的因素指的是用户操作模型,它与用户的各种特征有关。

首先,用户是人,人有许多弱点,例如操作时经常可能出错,有的是按错键或拼写错,也有因各种原因造成的健忘。因此,进行系统设计时要认真处理出错情况,并对各种操作给予提示帮助。

用户有不同的类型,有的是熟悉计算机软硬件的系统分析员或专家,有的是专门程序员,这类人员只占使用交互系统人员的少数;用户中有不少是数据库或信息系统的用户,他们具有较高的知识层次,但不一定熟悉计算机;使用者中有长期操作的录人员,也有偶然操作的普通用户。

用户的年龄、文化程度、工作经历及职务不同,因而对操作使用的要求也各不相同。大学生能看懂外文,小学生喜爱图画,老人希望字体大些,领导干部希望得到简明扼要的报告或图表,程序员或录人员要求系统响应时间快,编辑记者则经常要进行各种修改,军事及机要部门要求可靠安全,生产现场要求交互系统坚固、简便。对于有生理缺陷的残疾人员应充分考虑各种方便的对话措施。凡此种种,说明采用人机对话的交互计算机系统一定要考虑所服务对象的使用要求,以便设计好的用户界面。

在更深入分析人的因素时,要涉及用户的学习模型、认知心理学等内容。在计算机几十年的发展中,人们已从多个方面获取了考虑人的因素的经验与规律,这些应用经验包括程序设计方面,数据库的使用方面,正文编辑,分时终端的使用,图形用户界面的操作等。有人将人的知识分解为语义、语法、词法等元素,构造了用户的认知模型。这些方面的研究兴趣和成果,随着人机对话的重要性的不断增长而有明显进展。

第二章 交互设备

交互设备是交互计算机系统进行人机对话的基础,人们通过这些设备向系统送入各种信息,系统则接受输入的各种信息,进行分析及处理,再通过交互设备向使用者输出处理结果和各种提示回答信息。计算机系统的最显著进展是处理器速度和存储容量,而在输出/输入设备方面的改进则是有限的。虽然原来每秒 10 个字符输出的电传打字机已经为高速显示器所替代,但已经有一百年历史的键盘则仍是主要输入设备。为了便于人们的操作,键盘的布局、外形、机械结构均有不少改进。与此同时,一大批新型的输入/输出设备,诸如鼠标器、光笔、操纵杆、跟踪球、图形输入台板、触摸式屏幕、单色及彩色显示器、扫描输入仪及摄象机等逐渐得到推广应用。下面将分别讨论正文、图形、图象及其他专用的交互设备。由于设备类型、种类繁多,下面将着重讨论目前使用较多的那些交互设备。

2.1 正文输入输出设备

正文输入输出设备也可叫作数字和字母输入输出设备,是当前应用广泛的交互设备。在这种设备中,键盘及字符显示终端组成了通用的正文输入输出设备。其他的正文输入输出设备还有带有键盘的控制台打字机,各类打印设备等。

2.1.1 键盘

输入数据的主要方式仍是采用键盘。现已有成千上万,甚至上亿的人使用键盘进行工作。初学者每秒可击键一次左右,办公室工作人员平均每秒可达 5 次,最快的一秒可击键 15 次,约为一分钟 150 个词(英文)。通常键盘只允许一次按一个键,在产生大写字母或专门功能时,有时要求一次按两个键(SHIFT 或 CTRL 加一个字母)。在使用键盘的过程中,输入数据的速度是一个重要的指标。为提高速度也有采用多键同时按下的弦式键盘(chord)和钢琴式键盘,这类键盘的进入速率每分钟可达 300 词,但其训练及学习过程需要较长时间。键盘的大小及形状会影响人们的使用,大键盘适合于专门的应用领域,但初学者不易掌握。在输入汉字时,大键盘适合于经过专门训练的操作员;小键盘虽击键次数增多,但适合于要经常携带其外出的记者、编辑使用。键盘的形状有一定的厚度和斜度,以便于用户观察和操作,甚至可轻易地放在膝盖上使用。

键盘设备最早用于一些脱机输入设备,如送数据到磁带和磁盘内,后来分时系统发展起来后,键盘用于直接输入命令或送入内存数据。为了检验键盘输入的正确性,可采用同一数据的双份输入。以前曾采用穿孔卡片或打印结果输出,以校核键盘输入,目前则用字符显示终端显示键盘输入的内容,以便及时校核修改。

键盘设备可分为四类:数字键盘、电话键盘、字母数字键盘及专用键盘。第一类数字键盘,早期主要用于脱机数据输入,它一共有 10 个数字键,其中 1—9 组成三行三列矩阵

状键盘，0 键放在上方或下方。这类键盘的布局与它的使用情况有关，在计算器或银行的帐户密码输入时，0 键通常在下方，而穿孔卡的机器输入键盘的 0 键在上方。第二类为电话键盘，它用于数字电话的拨号，也用于通过电话线向计算机输入数据。其中有一种触音式电话（touchtone phone）在按键后产生与该键相对应的音调。第三类是目前在计算机上广泛使用的字母数字键盘。不同厂家生产的计算机，其键盘布局也不完全相同，因而标准化问题十分重要。基于欧洲计算机厂商联合会（ECMA）的键盘标准 ECMA-23，国际标准化组织发布了键盘布局的国际标准 IS 2530，见图 2.1，它与 ISO 646 七位编码字符集的国际标准相一致。在第四类专用键盘中，一种是普通键盘，但赋予专门含义；另一种是在普通键盘上增加一些专门键，以用于专门用途。

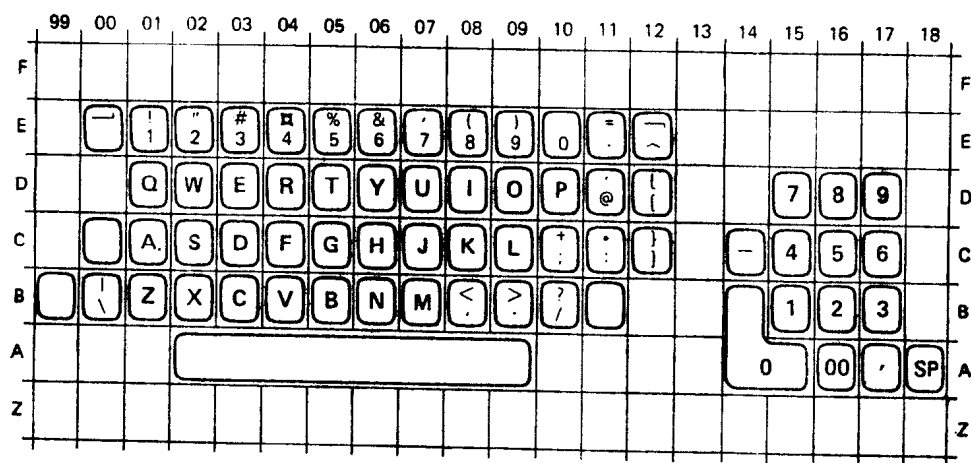


图 2.1 键盘布局的标准

计算机常用的键盘包括几部分：中间的字母数字键、右边的数字及光标移动键、左边或上边的功能键。

功能键的好处是可以减少击键的次数和错误，因而加速初学者的工作。功能键在执行某一功能时，通常不需要再按回车键（ENTER）。功能键的一个问题是它位于键盘的左侧（或上侧），因而熟练的录入人员需要将手指从正常位置移向功能键，减慢了速度。功能键的另一问题是它在不同应用中的含义不一致，因而给用户带来不便，例如 HELP 键可以是 F1，也可能是 F9。

光标移动键通常有上、下、左、右四个键，它们的位置最好是自然位置。在正文编辑、表格填充、菜单选择等应用中，光标移动键的作用越来越重要，使用的频度越来越高。在有的系统里，光标移动的速度是可以控制的。

使用者对键盘的要求，除布局、大小、形状等外，最重要的是触觉和听觉的反馈。让人们经常使用手感不好的键盘或用塑料薄膜罩住键盘，其使用效果是不可想像的。手感好的键盘在于设计时充分考虑了按键的力学特性，即按键作用力与位移的关系。通常按键要求 40—125g 作用力，位移为 3—5mm。

用一定力按下键盘的某一键后，将送出一信号，当键释放时，则发出一响声。按下键时所送出的信号是键盘的内部编码，它尚需转换成规定的 ASCII 代码。如果更精确地分析键盘从按下到释放的全部过程，则有两个信号产生，一是键由原来的“开”状态，经力

的作用转换成“闭”状态,此时发出一信号;另一是当键释放时,由“闭”状态转换成“开”状态又发出一信号。一般只取后一时刻(释放时)的信号,来向主机发送一键盘代码。目前,一些要求精确的多窗口(如X窗口)系统中,键盘设备按键的事件驱动程序,需要获取上述两种按键信号。

键盘已为人们使用了一百多年,由于广泛应用于人的各种信息处理工作,因而从人的因素出发,键盘也有了改进,诸如键的布局,键盘的大小,抬起的角度以至键的机械特性等。

汉字键盘是汉字输入的主要设备,目前除采用文字识别及语音识别这些尚不成熟的技术外,汉字主要靠键盘输入。按照操作方式,汉字可分为直接汉字输入方式、间接输入方式及人机对话输入方式三种。直接输入方式是在键盘上直接选择汉字键,如汉字整字键盘(大键盘)和各种笔触式字盘。间接输入方式是利用汉字编码输入汉字,标准字母数字键盘及字根式汉字键盘属于这种方式,对话方式则利用终端设备的提示、反馈及处理功能输入汉字。直接输入的大键盘具有直观、操作简便的优点,适用于输入量大的报刊排版部门,其缺点是设备大且价格较贵。国内提出的汉字输入编码方案绝大多数都使用标准字母数字键盘。采用这种键盘的最大优点在于它的通用性,即不必采用专用汉字输入键盘,只要利用计算机本身配置的标准键盘就可输入汉字,因而便于普及推广。采用这种键盘的编码方案很多,其中拼音编码是重要的一类。人机对话汉字输入有很多种方法,包括常用字、基本字分类选取方案,联想词组输入方法等。这种人机对话方法的主要特点是输入某一编码后,系统并不是一次选中汉字,而是要借助显示器提供一组可选汉字或词组,再由人进行输入和校对。这种方法的优点是减少人的记忆要求,适合普通用户使用。

通常,键盘内部有一键盘控制器,以检测键盘矩阵中被按下的键,并输出该键所对应的编码。同时,键盘控制器还产生相应的选通脉冲,向主机发送外设中断,启动相应的中断处理程序。键盘控制器一般选用 LSI 芯片,图 2.2 是一种 MOS 电路的 KR2376 键盘扫描控制芯片原理图,它具有 40 针双列直插结构。其内部的八位循环计数器依次对八根 x 方向扫描线发信号,当 x 与 y 扫描线之间的某一按键闭合时,在相应的 y 线上便有输出,加到 11 位比较器输入端,与 y 方向 11 位扫描计数器比较,当两者符合时,即确定了 8×11 按键矩阵中的某一闭合点,此时产生选通信号,并经 ROM 编码器产生八位键盘编码信号。这种芯片适用 88 键的键盘,如果再加上 SHIFT 等便可输出 256 种代码。与其类似的还有 Intel 公司的 8279 芯片。

2.1.2 字符显示终端

一个字符显示终端通常包括一个阴极射线管(CRT)显示器,一个键盘,一种生成字符的机制,一种显示刷新的机制及与主机通讯的设备。

键盘在上一小节已经讨论过。用于和显示器相连的键盘,均包括了光标移动键、字符编辑功能键(插入与删除等),以及设置屏幕参数的控制键等。

显示器中目前应用最多的是阴极射线管显示器,它具有许多突出的优点,因而是主要的交互显示设备。CRT 显示器的优点包括快速的字符显示速度,合适的显示灰度、分辨率及字符大小,高可靠性,低成本,不浪费纸张等。早期的 CRT 显示器主要是随机扫描的画线显示器及不用刷新、廉价的存储管显示器。由于电视技术的发展,光栅扫描的 CRT 显示