

# 开放式 UIMS 参考模型\*

方志刚

王坚

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 杭州 310027) (杭州大学电子工程系, 杭州 310028)

**摘要** 分析了人机交互技术的发展历程和趋势, 提出了开放式 UIMS 三维参考模型, 并试图以此回答目前 UIMS 发展过程中遇到的问题。

**关键词** 人机交互, UIMS, 三维参考模型

## 1 引言

在计算机诞生以前人们已经广泛研究一般人机关系<sup>[1]</sup>, 近年来兴起对狭义人—计算机界面, 特别是计算机软件用户界面的研究, 发展了丰富的人机对话技术。80年代微机和图形显示设备的成熟造就了广为流行的图形用户界面(GUI), 并且将人与计算机的对话限制在狭小的桌面空间(desktop), 人的手眼负荷很重而耳口等却得不到利用。近年来随着多媒体技术的成熟和三维空间交互技术, 多通道用户界面技术及虚拟现实技术的兴起, 目前的 UIMS 的理论研究工作显得无能为力。当前, 运用人机工程学和心理学的一般原理重新审视人机通信显得很迫切, 与此相应需要发展能适应新型人机交互技术的 UIMS 结构和模型。

## 2 用户界面技术的历史、现状和发展

### 2.1 用户界面技术的历史

计算机诞生初期, 很少考虑人的要求。当人们认识到用户界面系统的重要性之后, 用于实现的代码量不断上升, 其维护、移植和重用相当困难, 软件生产率低, 系统可靠性差。80年代初, 人们借鉴数据库管理系统(DBMS)的成功经验, 提出用户界面管理系统(UIMS)的概念, 随后出现了许多实验系统和一些商品化系统, 并发展了多种 UIMS 模型。

### 2.2 UIMS 的现状 & 面临的问题

UIMS 研究在 10 多年里取得了许多成果, 其中大部分工作集中在对话表示技术, 发展了状态网络转移图, 上下文无关法和事件模型等<sup>[2]</sup>。在取得这些理论成就的同时开发了许多 UIMS 系统。从目前 UIMS 的这种现状来说存在如下问题<sup>[3,4]</sup>: 通用性差与运用领域受限; 可移植性差; 要么模块化差, 要么语义能力弱; 可扩展性差; 自身界面差, 目标系统界面质量难以保证等等。

### 2.3 人机交互技术的新趋势

在图形用户界面成熟并成为主流的同时, 人机交互技术沿下列方向继续发展: 直接操纵用户界面<sup>[5]</sup>、自适应和智能用户界面<sup>[6]</sup>、三维图形用户界面<sup>[7]</sup>、多媒体用户界面、多通道用户界面<sup>[8]</sup>和虚拟现实技术等<sup>[9]</sup>。其中直接操纵思想在这些新型人机交互技术中都有重要体现, 它们相互依赖, 相互渗透, 成为未来人机交互技术的重要发展方向, 并将在科学计算可视化, 传统 CAD/CAM 等应用领域起重要作用。新的人机交互技术研究领域表现出的趋势是: 更关心用户因素、更注重探索新的人机交互范型和更注重开拓新的应用领域。

### 2.4 UMA: UIMS 三维参考模型

文献[10]探讨一种 UIMS 三维表示模型, 包括

\* 本文得到国家自然科学基金重点项目资助(No. 69433022)

收稿日期: 1997-05-12

表达层,生命周期阶段和多介质3个维度。我们通过全面考察人机交互技术适应性和发展,提出一个开放的UIMS参考模型,称为UMA模型,如图1。该模型包括3个维度:用户(User),涉及用户水平、知识、技能等因素;媒体(Media),包括字符用户界面(CUI),图形用户界面(GUI),多通道—多媒体用户界面(4MUI; MultiModal-MultiMedia User Interface)及虚拟现实技术等人机交互发展阶段和应用(Application),包括CAD/CAM,地理信息系统(GIS),管理信息系统(MIS),科学计算可视化(ViSC)等。

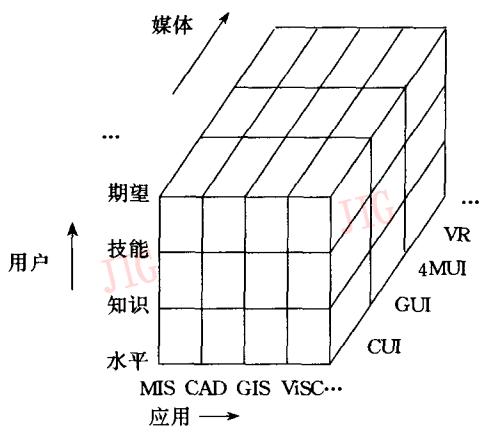


图1 UIMS的三维表示模型

### 3 UIMS对用户特性的适应

#### 3.1 用户模型

人机工程学和人机交互技术都已公认“机器适应人”的准则。当前人机交互技术领域,心理学重点研究人机接口中的人文因素;而计算机科学则重点研究用户界面系统的模型结构和实现。而且后者试图更多地运用前者的研究成果,以用户模型指导用户界面设计。虽然用户界面分析和设计可分别采用用户分析和任务分析方法,但前者要比后者困难得多。究其原因,心理学目前还不能给出定量的,甚至不能给出准确的用户心理规律;即使能给出,也很难系统地加以组织和利用。当前,用户模型在用户界面设计中的作用,更多地停留在“生手、熟练用户和专家”这样的基本划分,然而人的因素的复杂性,可变性,灵活性和深刻性还远未被人们掌握,因此,心理学,工效学等将继续与人机交互技术并行地发展,作出各自的努力。UIMS必须有能力逐步地采纳完整的用户模型,并有能力将心理学,工效

学的新成果补充到已有模型中。用户模型不断发展和变化是一个永远的和富有进取精神的维度。

#### 3.2 智能化人机交互技术

目前处于活跃研究领域的自适应用户界面和智能用户界面技术所围绕的核心是用户,人机接口的智能化正是为了适应用户的智能并以用户为中心。智能化用户界面的必要组成部分包括各类知识库,如用户知识,系统知识,应用知识等<sup>[6]</sup>,其核心为用户知识。用户知识是唯一多变的和不稳定的成份:一个系统需适应不同用户;在系统使用过程中,同一用户特点也会发生变化,如生手用户演变为专家用户。目前在用户模型中考虑的因素有:知识,包括背景知识,职业特点等;经验,包括应用领域的经验和使用计算机的经验;能力,包括认知能力,操作技能等;期望,包括使用系统的兴趣,情绪等。

#### 3.3 小结

对人文因素的考虑和对用户的适应是推动人机交互技术发展的第一原动力。随着用户模型的建立,扩充和完善,UIMS应当容纳新的知识,规则并增加相应的交互范型。

## 4 UIMS对交互设备和媒体的支持

人类使用非文字的视觉信息和非语音的听觉信息先于使用文字和语音,文字和语音两者在本质上都是概念符号,而计算机处理和理解概念符号却先于视听通道的信息。人机交互技术的发展历程表明了如下事实:人与计算机通讯所借助的手段首先是文字符号,然后才由视觉过渡到听觉,触觉等感觉通道,由静态媒体过渡到动态(时变)媒体。

#### 4.1 交互设备,交互技术,媒体和通道

媒体是指概念符号等信息的载体,如文本(符号),图形,图象,音频,视频等;通道(modality)是指人类感知,理解和反应的形式,如视觉,听觉甚至触觉等。媒体,通道,交互技术和交互设备之间关系可用图2予以说明。

计算机内部按信息的特征组织和输出,通过适当的交互技术驱动相应的交互设备输出,用户以适当的感知通道接受。相反的过程是,用户使用某一效应通道用相应的交互设备借助适当的交互技术向计算机输入特定形式的信息。例如,用户用手(效应

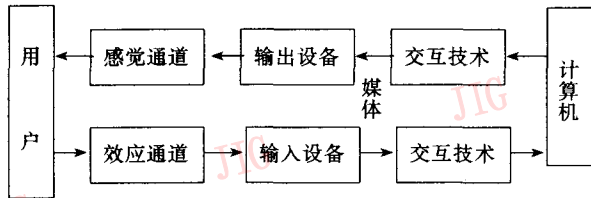


图2 完整的人机通信过程

通道)使用鼠标器(输入设备)借助菜单(交互技术)向计算机输入一命令(信息)。计算机执行命令后将结果(信息)组织为直方图(交互技术)以图形(媒体)形式通过 CRT 显示器(输出设备)显示出来,用户使用眼睛(感觉通道)接受。

通道和媒体的形式是有限的,而交互设备和交互技术的发展是无限的。这种发展和创新的动力之一是来自交互设备的发展,动力之二(也是原动力)来自用户的需求,两者相互促进。另一方面,在现有技术条件下,利用现有交互设备,人们为不同应用领域的计算机应用开发出不同的交互技术。例如,同样是 CRT 显示器,字符命令界面和图标界面是不可同日而语的两回事。

#### 4.2 多媒体—多通道用户界面

目前多媒体用户界面和多通道用户界面技术的发展很不平衡,前者已走向实用,而后者却处于摇篮之中。从人机关系看,计算机的信息输出和输入手段发展很不平衡,输出技术已将人的主要感觉通道的能力几乎发挥到了极限,而输入技术却还停留在键盘和鼠标器为主的水平上。语音识别和自然语言理解技术还存在许多问题,而身体位置,动作(手势)识别装置(如数据手套)也不够成熟,这些都限制了多通道用户界面技术的发展。

#### 4.3 虚拟现实技术

虽然 UIMS 正面临着一系列问题,但虚拟现实技术却异军突起,已经取得许多实践和理论成果,广泛应用于娱乐,军事,航天,航空,医疗,艺术,教育等诸多领域,并带动新型交互设备的出现和交互技术(特别是三维空间交互技术)的发展。以三维交互技术为核心的集多媒体和多通道技术之大的虚拟现实技术所追求的 3 个目标即交互(interaction),临境(immersion),构想(imagination)<sup>[9]</sup>反映了未来人机交互的发展方向。其中,交互特性体现人对系统的控制,这是基本前提;临境特性强调人机对话的真实感和自然性,降低用户认知负担,

提高人机对话效率;想象特性指明虚拟现实环境本质上仍是应用系统与用户之间的接口而不是别的什么东西,即仍是为了帮助用户利用计算机系统更好地完成任务。

#### 4.4 小结

如果说人文因素是推动人机交互技术发展的第一原动力,那么技术的进步是将人类梦想变为现实的前提和手段,新型交互设备和交互技术的出现促进在用户界面中集成更多的通道和媒体。UIMS 必须预见这种通道和媒体的集成趋势,要有能力扩充以支持不同类型的交互设备和交互技术。

### 5 UIMS 的广泛应用领域支持

#### 5.1 应用与界面的耦合程度

文献[3]指出存在两类极端应用:一类与用户界面紧密耦合,如 CAD, GIS 等;另一类可与用户界面很好分离,如命令语言系统。目前许多 UIMS 能在第二类应用中很好地支持对话独立思想的实现。从本质上看,前者是直接操纵的,需要及时的语义反馈,因而需要与应用紧密耦合。对话独立思想是针对用户界面可重用性和可维护性差而提出,然而应用与界面代码相分离又带来语义能力缺乏的问题。如何解决直接操纵式用户界面中预义能力与对话独立的矛盾是 UIMS 研究中一个重要的课题。

#### 5.2 传统应用领域

现有 UIMS 尚不能支持所有应用领域,特别不能支持一些复杂应用如 CAD, GIS 等。另一方面,办公自动化(OA),管理信息系统,娱乐(游戏)等传统应用特点大不相同,WIMP 界面是否适合所有应用领域需要?我们认为,不同应用需要不同交互风格,从而帮助用户更好地完成任务。例如工业过程控制中,表示温度的最佳表示形式应是“温度计”而不是文本数字,报警信号的最佳表现为声音而不是弹出对话框。

#### 5.3 新兴应用领域

当前科学计算可视化,计算机辅助协同工作(CSCW),机器人控制,医药开发等新兴应用给用户界面带来许多新问题。如计算机辅助协同工作要求用户界面提供对网络的大力支持,并要求用户界面具有异步,广播机制等能力。又如科学计算可视

化技术所要求的人与数据的交互作用,可能涉及模式识别和机器视觉等问题,即计算机图象输入和理解决能力,而这是与语音识别技术相似的难以解决的问题。目前这些领域的用户界面的构造需借助专门手段和工具,开发成本高,可维护性差。

#### 5.4 小结

应用需要是推动人机交互技术发展的第二原动力。虽然一致的用户界面可减少学习过程,但很难找到一种对所有应用领域普遍适用的最佳交互风格。UIMS 应当有能力在遵循概念模型一致的前提下,为不同应用领域甚至同一应用领域生成不同交互风格的用户界面,以求对任务的最佳配合。

### 6 结束语

面对人机交互技术日新月异的发展,研究者需要一种统一的理论模型来划分和分析各类用户界面技术,并研究可适应未来发展的新的 UIMS 理论模型和结构。本文提出的 UMA 参考模型试图包容用户界面发展的几个维度,力图回答目前 UIMS 所遇到的各种问题。然而 UMA 只是一种约束模型,它

只表明 UIMS“应当”是怎样的,而不是一种关于如何构造 UIMS 的实现模型。我们提出 UMA 模型的目的正是指导今后的 UIMS 研究,说明应考虑的各种因素,以避免研究工作的散乱状态。

#### 参考文献

- 1 奥博尼 D J 著. 人类工效学及其应用. 岳从风, 孙仁佳译. 北京: 科学普及出版社, 1988.
- 2 王裕国. 图形用户接口的自动生成与管理. 计算机辅助设计与图形学学报, 1989. 2.
- 3 Novatchev D D. 未来的接口管理系统——现代 UIMS 的后继?. 计算机科学, 1987. 4.
- 4 毛其晶. 计算机软件的用户界面及其开发环境. 计算机科学, 1991. 6.
- 5 Shneiderman B. Direct Manipulation: a Step Beyond Programming Languages. IEEE Computer, 1983, 16(8).
- 6 倪亦泉, 程景云. 向着智能化发展的人机交互技术. 计算机工程, 1996. 1.
- 7 方志刚. 三维空间控制器及其在三维交互技术中的应用. 计算机辅助设计与图形学学报, 1998. 2.
- 8 刘茂贞, 戴国忠, 董士海. 多通道用户界面模型与关键技术. 计算机科学, 1997. 1.
- 9 汪成为. 灵境技术与人机和谐仿真环境. 计算机研究与发展, 1997. 1.
- 10 程景云等. UIMS 的表示方法研究. 计算机工程, 1993. 5.



**方志刚** 1966 年生, 1988 年毕业于清华大学电子工程系, 1991 年于杭州大学电子工程系获硕士学位, 后留校任教, 现为讲师。自 1995 年始, 在杭州大学心理学系攻读博士学位。目前研究方向为人机交互、软件工程等。



**王坚** 1962 年出生。杭州大学心理学系主任、教授, 杭州大学工业心理学国家专业实验室主任, 博士生导师, 工学博士。从事视觉追踪技术应用及人机交互技术研究。

### Open Reference Model of UIMS

Fang Zhigang

Wang Jian

(State Key Laboratory of CAD&CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027)(Hangzhou University, Hangzhou 310028)

**Abstract** The course of human computer interaction technology and its tendency is analyzed in this paper. An open three dimensional reference model of UIMS is presented so as to solve the problems arising in the process of development of UIMS.

**Keywords** Human computer interaction, UIMS, Three-Dimensional Reference Model