

基于笔交互的电子白板系统的设计实现

蔡萍^{1,2}, 华庆一^{1,2}

(1. 西北大学信息学院计算机科学系, 西安 710069; 2. 中国科学院计算机科学国家重点实验室, 北京 100080)

摘要: 电子白板作为计算机支持的协同工作中一个重要的信息交流和捕捉工具, 虽然功能强大, 但是不符合人们自然的纸笔习惯, 因而迫切需要研究适用于笔交互方式的应用软件。该文设计并实现一个基于笔输入方式的电子白板系统原型, 并介绍了它的模块结构和实现方法。应用表明, 该原型系统体现以用户为中心的思想, 符合人们的日常生活、交流方式。

关键词: 电子白板; 笔式用户界面; 协同感知

Design and Implementation of Pen-based Electronic White Board

CAI Ping^{1,2}, HUA Qing-yi^{1,2}

(1. Department of Computer Science, Institute of Information Science, Northwest University, Xi'an 710069;
2. State Key Laboratory of Computer Science, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)

【Abstract】 Electronic whiteboard is an important tool for people to exchange information and capture the ideas. The existing whiteboard is powerful, but it is not according to the natural habit of using pen and papers. So it is urgent to research applications software for pen interaction. This paper designs and implements an electronic whiteboard system prototype. It describes the module structure and the method. Application indicates that the prototype system reflects the user-centered idea, and is in accordance with people's daily lives, modes of communication.

【Key words】 electronic whiteboard; pen-based user interface; cooperative awareness

1 概述

最深奥的技术是那些消失了的技术, 它们逐渐把自己编织到日常生活的纤维中, 直至不可区分为止^[1]。以上是计算机奠基人Mark Weiser的至理名言。它说明在今天的信息社会中, 计算机和相关设备应当成为像纸和笔一样易于使用的信息工具, 渗入社会的每个角落, 融入人们的日常生活。人们毋须关心如何使用它们, 并且在使用时, 它们不再引起人们的注意。

传统的WIMP(Window, Icon, Menu, Point Device)界面是目前占据统治地位的人机界面, 但是随着信息多样化和信息量的急剧膨胀, 这种界面范式的缺点也日益显示出来。例如: 用户输入的低效率和机器处理高效率之间的矛盾, 文本输入和操作分别是基于不同的输入设备造成人手在键盘和鼠标之间频繁地切换从而大大降低了用户输入的效率; 过多的界面构件无形中增加了用户的认知负荷, 阻碍了计算机应用的推广; 在这种背景下自然、高效、以用户为中心、降低用户认知负荷逐渐成为用户界面研究的方向^[2]。

随着“无处不在计算”的理论的提出, 笔式用户界面(Pen User Interface, PUI)逐渐成为用户界面研究的热点。笔交互技术与其他的交互方式相比最明显的优点是自然和易于控制。笔交互是基于纸笔的“隐喻”^[3], 而纸笔上千年来一直是人们用以进行信息捕捉和思想表达的主要途径, 人们已经形成了较成熟的纸笔认知负荷, 从而达到为用户提供自然、高效的交互方式的目的。

另一方面, 计算机和通信技术相融合所产生的计算机网络, 大大缩小了时间和空间对人类活动的限制, 更有效地促进人类社会群体间有目的交互和协作, 进一步扩大信息技术的应用领域。在这样一种社会和技术背景下, 计算机支持的

协同工作应运而生。电子白板作为计算机支持的协同工作中的一个重要的图形交互工具, 最初是指多媒体视频会议系统中, 与会者通过某个界面实时共享数据并协同工作的技术^[4]。任何与会者在电子白板上的操作, 包括简单的图形绘制操作、文字输入操作等, 都可以实时地与其他与会者共享。虽然现有的白板系统功能比较强大, 但其不够自然, 人们在进行文字图形交流的过程中, 要对键盘和鼠标不断地进行切换, 在操作过程中容易过多地转移用户的注意力, 打断用户的思路。不符合用户的纸笔习惯。

基于以上的分析, 本文结合纸笔的易用性和计算工具的易修改和易存储的特点, 设计实现了一个基于笔交互的电子白板系统。用户可用传统纸笔熟悉的手势进行勾画和编辑, 使用户之间的协同交流变得更加自然。

2 笔交互技术

以纸笔为“隐喻”的笔交互技术具有以下优点:

(1) 笔作为输入工具既可以完成指点、绘制的功能; 又可以进行文字输入和手势的输入; 融合了键盘和鼠标的输入功能, 减少了用户在2种输入方式之间的频繁切换。

(2) 由于笔操作(包括普通操作和手势操作)可以完成系统的大多数功能, 可以减少控件在界面上所占用的空间, 从而给用户尽量多的空间。

(3) 手势操作自然且符合社会的认知习惯, 降低了用户的

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2006AA01Z328); 中国科学院计算机科学国家重点实验室开放课题基金资助项目(SYSKF0704)

作者简介: 蔡萍(1980-), 女, 硕士研究生, 主研方向: 人机交互, CSCW; 华庆一, 教授、博士生导师

收稿日期: 2007-10-20 **E-mail:** huaqy@nwu.edu.cn

认知负荷。

一般而言基于笔交互的应用可以分为 3 个大的层次^[5]：

(1)输入层：是整个交互的最底层，主要功能是从外部设备获取数据，进行一定的预处理和数据封装，最后提供给上一层的应用。

(2)识别层：衔接了面向设备的输入层和面向用户的应用层，是人机交互中的核心。这一层的主要功能是对输入层封装的笔迹(Stroke)进行笔迹识别和意图识别并在此基础上提取交互原语为应用层提供操作指令。

(3)应用层：这一层直接面向用户和应用，其功能是根据识别层提供的操作原语建模或进行相关的操作，最终完成用户的交互任务。

在本文的电子白板系统中，支持自由勾画以及基于手势的操作方式，用户输入都为笔画信息。笔画按照功能不同可分为自由勾画的输入标识笔画和对自由勾画的笔画进行编辑的手势命令。针对电子白板模块和聊天模块的不同特点，设计了不同的手势。在白板交流中，人们迅速捕捉思想的火花进行自由勾画和修改。可以使用涂抹的方式删除勾画的内容，删除的笔迹和它周围的笔迹的关系被分析，引起笔迹的移动。给予这样一个简单的事实，如果用户在空白处涂抹，则不是一个删除的命令。在聊天模块中，因为文字编辑的过程中有时需要插入空格和回车换行的操作。设计如图 1 的手势可以插入空格。



图 1 插入空格手势

另外，可以使用如图 2 所示的手势使编辑的光标自动回到下一行，可以通过反向画直线删除光标前的一个文字。通过折线删除多个文字，用圈画手势选择文字等。



图 2 其他手势

3 CSCW 系统中的协同感知技术

协同感知是 CSCW 系统中人-人交互过程中的感知。在 CSCW 系统中，为了实现多用户成功协作，协作者不仅要“知己”，而且要“知彼”。用户只有在对系统全局环境的所有协作者、合作任务以及共享对象有了清楚全面的认识后，才能很好参与多用户协作。因此，在计算机支持的协同工作过程中，一个有效的群体感知机制必不可少^[6]。

在白板系统中，协作感知是多用户进行协同工作的基础，每个用户对共享对象的操作应立即被其他参与协同工作的用户所感知，这也是白板系统与传统并发系统的区别。为了协调多用户操作，必须使用户感知到当前是谁在操作以及操作类型，就是说一个用户的操作能被其他用户所了解。如果用户间缺乏足够的相互感知能力，一个用户的工作就可能被另一个用户忽视甚至破坏。而对于已经完成的部分，也要适当标记，使用户可以查找各个图形对象的输入人员。

在本文中的原型系统中，每个手绘图形由笔画组成，每一笔画由组成它的各个点组成，组成图形的每个笔画存储在 StrokeList 链表中，组成笔画各个点 Point 存储在笔画 Stroke 里，每一笔笔画的状态又分为产生、活动、完成 3 个阶段，用参数 m_state 表示。把这些参数定义在一个数据包 DataPack 中。一次完整的基本笔画书写要经过笔按下、笔移动和笔抬

起的过程。因为系统需要在电子笔书写过程中实时传输，所以在笔按下时开始传输这一笔的起始点。然后在笔移动时不断将相关数据由 SendInfo 函数传输过去。直到笔抬起，这一笔画的传输结束。考虑到协同工作的需要，白板除了传输用户的处理参数，传输笔画组成的位置点、笔画的宽度、颜色等特性参数，同时在传输数据包 DataPack 中也必然附有操作者的指示标识。在设计中把每个操作者在笔落下和抬起之间形成的笔画作为一个基本元素，在笔画结束的位置附加用户名。如果远程用户认为这种显示方式影响自己的观察效果，可以选择不显示这些标记。这种方式以比较简单的方法实现了协作感知功能，又不额外增加传输数据包的数据量，没有额外的网络带宽要求，还可以保持自然地协同工作。

4 系统的总体设计和功能

本系统采用基于 TCP/IP 协议之上的 C/S 结构，包括服务器端和客户端。分别由以下 4 层组成：第 1 层(OS)支持网络功能的操作系统是系统的运行平台，如 Win2000, WinXP 等；第 2 层(TCP/IP) TCP/IP 协议作为现在网络的通用标准，是系统通信的支撑协议；第 3 层(Socket Layer)利用 Socket 方式建立客户/服务器之间的连接；第 4 层(Interface)提供面向用户的人机交互界面。客户端负责与用户的交互，通过 TCP 传输协议与服务器建立连接。响应用户的操作(比如用户在客户端的白板上画一条线)，并能将用户的操作消息的形式发送给服务器；同时，客户端还要接收和处理接服务器发送的消息，并将处理结果显示给用户。客户端在其本地保存了共享对象的一个副本，对共享对象的操作先在本地实施，然后再发送给服务器。服务器监听客户端的连接请求，并对每一个讨论组启动一个“组”服务线程，由“组”服务线程负责管理组用户，维护共享数据，接收并转发客户数据，控制并发请求以及消解冲突。

通过对电子白板系统特点的分析与设计，本系统所完成的主要功能是由主持人发起建立一个组，用户可以根据自己兴趣，选择加入不同的组，通过白板和聊天模块进行交流。因为白板具有文本和几何图形自由输入的特点，所以在白板交流中主要是用户进行自由手绘，系统不对笔画进行识别，仅进行简单笔画的美化并显示。为了补充白板交流的不足，在聊天模块中，用户可以通过公聊和私聊的方式对感兴趣的话题进行交流，在此模块中，用笔输入文字并利用汉王库对文字进行识别，这样不但满足了交互的自然性，而且方便了一些对输入法不熟悉的用户，更好地体现了以用户为中心的思想。图 3 为原型系统客户端的界面。

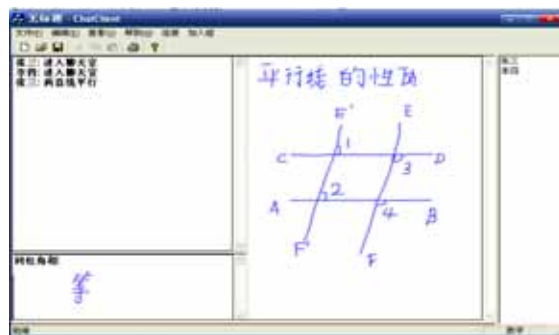


图 3 某一客户端实际传输实例

5 结束语

本文采用中科院软件所的笔输入开发平台 PIBG Toolkit (下转第 250 页)