

# 共显群件: 技术特征、应用情景、开发策略与前景分析\*

张进宝<sup>1</sup> 贾振洋<sup>2</sup> 尹东梁<sup>3</sup> 郑兰琴<sup>1</sup> 沈欣忆<sup>1</sup> 张连刚<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学 教育学部, 北京 100875; 2. 北京奥鹏远程教育中心有限公司, 北京 100011;  
3. 北京数字政通科技股份有限公司, 北京 100082)

**【摘要】** 随着协作理念的深入和计算机技术的发展, 支持本地协同的共显群件技术及其应用研究都取得了较大进展。本文首先系统阐述了共显群件的技术特征, 然后分析了共显群件技术的教育应用情景, 再次对近些年共显群件教育应用研究进行了分析和总结, 并结合自身研究提出了解决共显群件技术常见问题的策略。最后, 文章对共显群件的应用前景进行了讨论。

**【关键词】** 计算机支持的协同工作; 共显群件; 教育应用

**【中图分类号】** G434

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1007-2179(2012)04-0018-08

成功的创新多数是协作的结果, 开展基于计算机的协作成为现代人实际工作中必不可少的一个环节。20世纪70年代发明个人电脑时的假设是单个用户坐在计算机面前, 使用一套输入输出设备, 这种基本的设计理念一直延续到今天。然而, 在实际工作中很多用户需要面对面开展基于计算机的交互, 传统的一套输入输出设备很不利于开展协作。基于共享屏幕开展协同交互, 属于共显群件技术(Single/Shared Display Groupware, 简称SDG)范畴。该技术的教育应用研究已经取得了长足进展, 同时也有很多需要克服的困难。然而, 教育技术界对共显群件技术所知甚少, 对其教育价值尚未形成基本认识, 更不用说如何利用此类低成本计算资源开发更有效的协作系统, 以促进师生协作、生生协作。在国家大力推进学校数字校园的背景下, 为学校提供更有效的教育解决方案尤为迫切和重要。利用共显群件技术开发智慧教室解决方案, 将成为未来重要的方向之一。本文系统地介绍了近三年来本研究团队对共显群件技术发展历程及相关研究成果的梳理, 其中也包括本团队近些年的研究成果。通过对相关研究的分析, 我们发现利用共显群件技术开发教育软件仍存在很多问题, 对此本文提出了解决共显群件开发常见问题的若干解决策略, 以供开发者参考。

## CSCW 视角下的群件技术

计算机支持的协同工作(CSCW)是地域分散的一个群体借助计算机及其网络技术, 共同协调和协作来完成一项任务。它包括协同工作系统的建设、群体工作方式研究和支撑群体工作的相关技术研究、应用系统的开发等环节。通过建立协同工作环境, 可改善人们信息交流的方式, 消除或减少

人们时空相互分隔的障碍, 节省工作人员的时间和精力, 提高群体工作质量和效率, 从而提高企业、机关、团体、乃至整个社会的整体效益和人们的生活质量。(史美林, 2000)

群件(Groupware)又称协作软件, 是以交流(Communication)、协调(Coordination)、合作(Collaboration)及信息共享(Information Sharing)为目标, 支持群体工作需要的应用软件。它是计算机支持的协同工作的基础。常见的邮件、日历、聊天、Wiki等这一类软件都可以被归结为群件。按群件产品主要功能来划分, 大致有: 以电子邮件为代表的支持信息传递类群件, 以工作流和电子表格为代表的支持流程自动化类群件, 以视频会议、共享和共同编辑文件数据库等类型的强调增进群体合作的软件, 以及包括工作流管理、信息传递和集成的数据库功能, 拥有集成的用户开发环境, 具备高度安全性, 代表了群件发展方向的综合性群件开发平台。(黄瑞等, 2009)

相比单人使用的软件, 群件是多人能共同使用的软件。所有使用者所观察和操作的都是共同的虚拟对象, 某个用户对特定对象做了变更, 其他使用者将会察觉到相同的改变。群件很大程度上解决了群体工作中各成员间协同工作时所面临的时空限制问题, 改善了人与人之间交流、协调、合作和信息共享的状况, 是协同计算的具体体现。

按时空进行分类, 计算机支持的协同工作系统的工作模式可分为下列四种: 面对面交互(同时、同地), 异步交互(不同时间、同一地点), 同步分布交互(同时、不同地点)和异步分布交互(不同时间、不同地点)。

虽然互联网使得人们实现了远程协作, 但在这种情形下, 依然是假设个体在某个时刻观看屏幕。因此, 计算机一

\* 基金项目: 本文系全国教育科学规划“十一五”课题“基于共享屏幕群组技术的中小学课堂互动教学模式及应用研究”(编号: ECA090444)成果之一。

直都被设计成为一个人的使用而配备了单一鼠标、键盘和显示器。如果很多人都要使用同一台计算机,或者是需要将自己计算机上的内容展示给他人观看,则只能是多人轮流使用一台计算机,或者轮番切换显示模式。当用户都在同一位置时,如何使其更加便利地开展协同工作,这是计算机领域中常见的计算机支持的协同工作的一种模式。而共显群件则属于“面对面交互”。

作为一种多人交互系统,共显群件是群件的一个分支,让同一地的使用者通过同一个显示设备作为输出,利用各自或多个输入设备在同一个虚拟空间中与虚拟对象互动的同时,也在实体共享空间以自然的沟通方式与真实的人进行互动(Stewart, 1998)。Stewart指出,通过共显群件,用户可以同时与软件系统互动,不再需要与其他人交换控制权,而共享的显示设备也让所有参与者都能得到信息,而不需要在多个计算机系统间切换,也能直接看到与计算机互动的回馈反应,真正达到多人同时互动的效果。

由于用户在同一房间共享同一显示设备,他们可以自由交流,因而能很好地促进协作。理想情况下,共显群件系统要为每个用户提供一个独立的输入设备,同时都能控制显示设备,而不是等着轮流操控。这种多人共享显示设备,使用多个输入设备进行交互的情形是大量存在的。例如,在会议室或学校计算机教室中,常常需要参与者围在一台计算机或共享的屏幕前,讨论有关内容,但不能出现每个人都计划操作计算机而争抢鼠标或描述不清楚的问题。对于协作环境的研究显示:共享物理工作环境,通过非言语(如肢体)能够提升交流效率,对于提高用户的活动意识和协调意识也有很大帮助。面向共享、公共屏幕的共显群件,因其支持团队工作中的协作任务,如小组的协调、交流和意识增强等,而备受关注。研究表明,如果学生能够用鼠标主动操控应用程序,他们就越喜欢使用计算机(Stewart et al., 1998)。有时候需要多人协作完成一项任务,例如在一个联合做图的共显群件中,某一个用户的工作是控制画笔的动作,而别的用户则是控制画笔的粗细、颜色等属性;或者一人控制输入点的位置,一人负责输入具体的内容。

当前的计算机系统中,每个鼠标、键盘并没有被认定为单独的输入通道。通常情况下,键盘的输入点大都是依靠鼠标来确定输入点的。因此,目前的计算机系统大多是单一输入通道的,即使是在计算机上插上再多的鼠标或键盘,计算机也均将这些设备看作是同一个输入通道。这些设备在某一个时刻只能有一个是活动的。这样一种情况不利于共显群件支持下的协作与交互。对于输出通道,传统的用户界面中很少使用声音(除了为视觉障碍人士设计),更多是采用视觉的反馈,因此当前的计算机系统的输出通道也可被认为属于单一输出模式。

为了能够让计算机支持多个输入设备,研究者开发了多种开发工具包,例如 Bier 和 Freeman(1991)提出的 MMM(Multi-Device, Multi-User, Multi-Editor), Tse 和 Greenberg

(2002)开发的 SDGToolkit,微软的 MultiPoint SDK 等。此外,还有 MDG、多输入设备(Multiple Input Devices,简称 MID)开发工具包,例如,由 Hourcade 等人研制目前已经成为开源软件的 MID 体系结构及其 Java 运行资源包,触摸屏输入开发工具包 DiamondTouch SDK 等。

Oh 和 Sturzlinger(2002)提出多人使用激光笔(Laser Pointers)作为输入设备,一台照相机正对着屏幕,用于检测激光所照区域信息,而后控制软件操作。研究者通过实验比较了激光笔与鼠标作为输入设备在可用性方面的差异。结果显示,激光笔在很大程度上能完成鼠标的操作(75%)。Bi 等人(2005)也开发了类似的激光笔系统,用于装备 Smart Spaces,该激光笔配有无线通讯模块,并有三个按钮分别实现发射激光、模拟鼠标左键、模拟鼠标右键的功能。当多个用户交互时,通过两步关联方法即可识别不同的激光笔,并支持多人操作。此外,激光频率也可以作为识别不同用户的选项。

随着研究者开始进一步关注如何利用桌面显示设备开展协同工作,目前出现了一些利用桌面触摸屏技术研发的共显群件。人们发现,虽然个人计算机或共显群件系统能够支持本地协作,但是很多时候人们通常更多是基于打印材料作为媒介进行交流,原因是这种方式更加灵活和自由,目前的桌面个人电脑(包括笔记本电脑)都不能提供这样一种体验。因而开发大屏幕、水平放置并能识别真实物理实物特征(增强现实)的桌面交互系统,成为当前研究者热衷的领域。例如,微软的 Surface 系统、uTablePlatform 系统(吴晨俊等, 2010)、Magic Desk(Bi et al., 2011)等。

多点触控(Multi-Touch)表面上是在没有鼠标、键盘等传统输入设备的情况下,能够同时接受来自触摸屏(屏幕、桌面、墙壁等)上多个点进行的人机交互操作。由于有微软、苹果等知名 IT 企业的推动,该技术已全面进入主流应用。这种输入界面让使用者能大大扩大可操纵的比例,引起大众对使用多点触控系统的兴趣。当前热销的触摸屏手机、触控一体机、触控桌面、增强虚拟现实等在本质上都是有共显群件的应用。

## 共显群件的基本特征

共显群件系统与一般的群件有着较大的差异。借助 MVC 模式(Model-View-Controller)可以很好地解释这一差异。MVC 模式是软件工程中的一种软件架构模式,它把软件系统分为三个基本部分:模型(Model)、视图(View)和控制器(Controller)。其中,控制器负责转发请求,对请求进行处理;视图是界面设计人员所进行的图形界面设计;模型是应用程序的主体部分,它表示业务数据和业务逻辑。

由于每个用户都拥有一台独立的计算机,传统的群组软件系统通常只是共享一个模型。因此具有单独的“视图-控制器”与共享模型进行通信。共显群件虽然也拥有单一共享模式,但还需要有共享的视图提供给所有用户相应的反馈信

息,以及共享的控制器以便让所有用户都能与计算机进行交互。如果软件需要复制每个用户界面要素,并为每个用户提供唯一的拷贝,共显群件也需要有多个控制器,然而在这种情况下,会占据大多数用户的界面空间,难以实现更多人的交互、规模化。归纳起来,共显群件有以下特点:

1) 共享屏幕空间。由于所有本地操作都发生在共享屏幕上,因而在设计用户界面时会面临如何平衡功能数量与屏幕空间之间的矛盾。要有效控制和管理每个用户,才能在余下的可用屏幕空间中显示数据。因此,共显群件通常是大大屏幕设计的。

2) 耦合导航。这是如何管理导航和数据的关键问题。不论用户何时要转到其他模式下,其他用户都将受到影响。如果是强耦合,则所有用户都将随着一人的模式转换而进行转换。如果是松耦合,在某人进行模式转换时会影响到其他人的视图。

3) 共享用户界面。即使是每个用户都有一个单独的输入设备,用户界面上的各个用于与计算机交互的要素(菜单、调板、按钮等)也必须能够处理多个同步用户。这种限制与MVC描述中的单个共享控制器有关,直接影响了共显群件的设计。通常情况下,多数界面要素是需要被锁定的,以便他们能够被单个用户在某个时刻所使用。而要想有更多的功能可以被使用,新的机制需要被引入和开发。

4) 共享反馈。用户界面上的相应要素(按钮、面板等)要能被所有用户都能使用,而相应的信息同时也要提供给所有人,由于是在一个共享视图下,因此相应的信息反馈必须要有可区别的方式,例如文字颜色、图标等。

5) 肩并肩的交互。在一起工作与远距离工作是不同的。人们之间细微的、有意或无意的非语言线索,都是普遍存在的。人们也都能很好地接受他们。通过支持人们一起肩并肩工作,共显群件系统可以借用这些最基本的人类品质。

## 共显群件教育应用情景分析

由于共显群件能够实现单台计算设备支持多人协作,因此受到了教育系统的青睐。此外,对于发展中国家来说,此项技术的出现似乎给实现1:1的道路带来了新的曙光。例如,微软开发的共显群件 MouseMischief、Windows Multipoint 操作系统,很好地解决了当下农村学校和落后地区面临的设备短缺、维护成本高、交互复杂等不足,扩大了软件的受益面(郑兰琴等 2009)。

现实中,在很多情形下用户间有使用共显群件系统的需求。在众多游戏软件中,大量存在多人协作情景,引入这类模式正是教育游戏的主要设计思路之一。此外,本文设想如下一些可能的情形。

1) 意见征求。例如,工作过程中某用户需要与另外一位同事就某些事情进行交流,希望获得同事的反馈。这时可以利用PDA等设备,使用远程协助等类似软件通过无线网络轻松实现与同事计算机的交互。用户在输入口令后,可以把

自己的演示显示在对方的显示器上。当发现同事利用他的鼠标在文档的某部分上选择或强调时,用户就会很清楚地知道疑问的所在。在这种情况下,双方可将更多的时间集中在问题的讨论上,而不必再重复传统模式的操作,例如,需要提前将即将讨论的文档发给对方;双方打开各自文档,面对各自的计算机进行交流;时不时还需要把自己的计算机屏幕转给对方看,或者凑到别人的计算机屏幕前观看和讨论。

2) 协同设计。在设计者的办公室中,你被邀请使用设计者未用的鼠标,为自己教学软件中的人物选择材质,和设计者一起合作完成课件人物的3D模型。最初你可能不是很熟悉设计者所使用的软件,但在设计者用自己的鼠标为你演示的过程中,通过尝试你发现,使用这个软件也并没有想象中的那么复杂,你和设计师非常愉快地合作着,顺利地完成了3D模型。

3) 协作学习。在学校里,某个学生在几何证明题上有困难,这时她向老师求救,但是老师此时正好没有空。另外一位学生来到这个学生身边,通过使用计算机上另外一个鼠标与她进行讨论,两人经过沟通和交流,最终解决了这个问题。或者是多个同学一起完成拼图、归类、填空等合作任务。

4) 随堂测试。这是课堂教学中师生经常开展的教学活动,教师利用共显群件可以随时给出需要学生回答的问题,通过共享屏幕展示给学生,每个学生可以通过自己的输入设备回答问题,共显群件可以轻易完成正误分析和判断,有利于教师及时掌握学习状况。

5) 操作引导。一位老师因为不太会使用某个程序,找来一个同学帮忙,这个同学不太好意思从老师的手中夺过鼠标,这时正好可以使用计算机上暂时没被使用的那个鼠标来操作软件,这样一来,这位老师很快就知道如何具体操作这个软件了。

6) 头脑风暴(协同编辑)。工作期间,你加入到了伙伴的头脑风暴会议中,发现大家正在为集思广益而绞尽脑汁。一会儿某个人使用电子笔在电子白板上写下自己的想法,一会儿又一个同事拿起另外一只电子笔写下自己的想法,由于是电子化的,所有的信息都被很好地记录了下来。

7) 信息分享。每个用户都利用自己的计算机完成各自的,但如何将所有人的结果呈现在一起进行讨论,则成为难点,这时候就需要借助多用户共享屏幕功能,在同一个屏幕上将各自屏幕内容进行集中展示、对比或定格等,以便开展探讨。

## 共显群件教育应用研究

关于共显群件教育研究已经有很长一段时间的历史了。早期研究主要集中在共显群件的软件、硬件解决方案对儿童的社会影响。对于传统的交互部件,如下拉菜单,儿童实际上反倒不太使用,而主观的操作界面却很受他们的欢迎。研究表明,一组儿童能很容易就受益于使用共显群件,他们经常是四个左右在一起聚到电脑旁(Strommen,1994; Berkovitz,

1994; Druin & Solomon, 1996)。儿童作为计算机使用的新手,传统的软件设计理念对他们来说实际上是很难理解的(Milligan & Murdock, 1996)。允许所有孩子都使用计算机,能增强孩子们完成任务的水平(Schneider, 1996)。

在学习领域中,有些研究者对共显群件技术如何影响学习环境开展了研究。Inkpen 等人(1997)的研究表明,给每个人单独一个输入设备能够显著影响学习,即使是每次只能使用一个设备,这些设备以轮流方式被使用。这项研究得出一个重要的结果,即在诸如协同编辑文档等工作中,即使是用户不期望同步工作,共显群件也能有很好的作用。

Myers 等人(1998)在水晶项目(Pebbles project)中调查了手持设备 PDA 作为便携输入设备在共显群件环境下的一些问题。早期的研究主要关注多个 PDA 能否与现有的软件在会议模式下一起很好的工作。由于缺少软件支持,只有单个用户可以在某一时间进行交互。但是由于每个人都有输入设备,因此通过之前定好的规则,每个人还是很轻易就能使用这些软件的。后期的工作主要探讨了要支持多个 PDA 的使用,软件的关键细节包括图形用户界面应用程序开发工具等如何支持共显群件。

Stewart 等人(1998)开展了一系列关于共显群件的卓有成效的研究。例如,他们选择传统单用户商业画板软件 Kid-Pix 和自主研发的类似于共显群件的软件进行对比。结果发现,不论是哪种类型的软件,对于学生经常出现的问题没有显著差异。此外,研究表明,如果采用已有的单用户技术,现场多人协作活动基本上是不可能发生的;如果共显群件只给一个用户以控制权,也同样与单用户技术没有任何明显差异。研究者又进行了更大规模的实验研究,结果表明,有 80% 的学生表示他们更愿意使用有两个用户可以同时操作的输入设备。通过对整个过程的分析,研究者发现这其中存在四种模式(独断、独立、指导、协作),不论是采用单一输入设备还是两个输入设备,最多的模式是独立和协作两种模式。而且这两种模式在两种实验情况下所发生的比例基本相似。这表明,输入设备的增加并不能将独立模式转向协作模式。两种实验模式的显著差异是:在单一输入设备情况下,很少出现指导模式;在两个输入设备模式下,很少出现独断模式。

Meredith 等人(2006)研发了一款名为 TeamTag 的本地桌上群组软件,支持用户在集中控制模式或独立控制模式下协同完成照片分类的工作。尽管研究者期望集中控制模式能更好地促进用户之间的协作,但调查结果显示,近八成的人喜欢独立控制模式,即每个人都可以单独对照片进程标注和分类。虽然协同对照片进行分类只是一个普通的工作,与学习还有一定的差异,但实际上它所反映出来的问题值得深思,研究的思路值得借鉴。

根据目前所知的研究结果,通过更加直接的视觉和言语方面的交流,共显群件在物理空间上共享工作空间有助于促进协作,如提升了协作与协调意识,提高了交流的效率。但

是共显群件也有很多不足,并面临着很多挑战。其中包括长时间与大屏触摸系统交互,很容易导致疲劳和身体上的不适;围坐在共享屏幕面前会面临诸如社会性不适应,此问题在不同文化和年龄上表现不一(Parker et al., 2006)。上述问题会影响团队协同工作的效率。

自从微软公司开始支持共显群件的研发,出现了一系列相关教学效果实验研究。早在 2006 年,微软印度研究院就研发出利用多鼠标支持学生在一台计算机前进行交互的系列软件。微软对多鼠标的研究情有独钟,从最早的 Multi-Mouse 到后来的 Mouse Mischief 等软件,通过在印度、中国等地开展相应的实验,确实给学生带来了很大的帮助(Pawar et al., 2007; Moraveji 2008, 2009)。

在微软(中国)有限公司技术支持下,本文作者承担的全中国教育科学规划“十一五”课题“基于共享屏幕群组技术的中小学课堂互动教学模式及应用研究”以“构建低成本课堂交互解决方案,促进学生间的协作活动”为基本目标,尝试利用共显群件系统 MouseMischief,以 PowerPoint 为基础,通过增添交互和反馈功能,支持电子点名、答题反馈(单选题、多选题、判断题、答题快慢)、简易评分、投票表决等功能,让教师和学生每个人都掌控一套鼠标和键盘,在共同的显示设备上交流经验、分享知识、体验合作,探索 MouseMischief 在中小学课堂教学中应用的教学模式、教学策略及效果研究。通过采用实验班和对照班的方法(实验班的课堂教学中采用 MouseMischief 平台进行教学,对照班采用传统的教学方法),研究者开展了一系列研究。为确保实验的有效性,研究者对无关变量进行控制,并保证其他变量相同(包括教室相同、任课教师相同、教学方法和内容相同等)。实验数据分析结果表明,MouseMischief 平台不仅能够创造积极的参与环境,提高学生的参与性,促进学生对知识的理解和能力的生成,而且能增进同伴或小组学习,并提供及时的反馈;实验班的数学、英语成绩较对照班有显著提升,学生的学习积极性也得到了显著提高(郑兰琴等, 2009; 沈欣忆等, 2012)。该研究进一步支持这样的研究结论——利用共显群件能在成本较低的情况下取得很好的教学效果。此外,研究者还开发了包括多人协作的“砸地鼠”多人单词测试游戏、“合伙连连看”英语背单词游戏、“小组物理工作台”虚拟物理实验室软件、基于浏览器的多用户互动英语学习软件等共显群件,并开展了实验研究。结果表明,相比单人操作,多人协作游戏模式的学习对促进学生投入更多学习时间、更好的学习动机等方面都有很好的效果。

虽然对于数字桌面的研究主要以解决软硬件技术性问题为主。然而,不同应用情景也对数字桌面的设计产生了重要的影响。因此,Wallace 等人(2008, 2009)提出了数字桌面设计过程中需要考虑的五方面的情景性要素,并对软件界面、物理模式和连通性方面的影响做了讨论。他们研究了单一共显群件(Single-display Groupware, 简称 SDG)和多显示群件(Multi-display Groupware, 简称 MDG)情况下个体任务和团

队工作的完成情况。三种资源分配模式(共享访问资源、协商访问资源、固定访问资源),会对协作效果产生一定影响。例如,小组交流协作会受到显示配置和资源分配模式的影响。此外,会话分析显示,小组水平和个体水平的交互也存在一些差异。总体来看,在MDG模式下,小组会更有效地交流,个体会表现得更加积极;女性一般贡献率较少,但参与度会上升;多数人更喜欢MDG环境,因为当某个人的屏幕被共享时,他们也能关注于任务。共显群件环境为协作者提供了协商共享资源。

近期,基于大尺寸触摸屏探索课堂协作教学成为研究的热点。Yang和Lin(2010)开展了在交互式移动学习环境中使用共显群件的实验。该研究基于使用便携式小设备在更大规模人群中分享信息时所遇到的问题,把移动设备与共显群件结合在一起,设计了相应的移动学习环境。在这一环境中,学生被允许将个人的信息共享到公共空间中。每个学生在利用PDA完成自己任务的过程中,可以使用公共显示空间,这样更能促进信息分享和小组讨论。最后,每个小组都要求呈现他们所共享的信息。为评估学生的看法和学习的有效性,该研究采用了问卷调查和学习成绩测试两种经验性研究方法,参与实验的学生包括34名四年级学生。研究结果显示,参与者在每一项问卷调查中均得到了最高分;通过前后测量,学生在植物分类的知识上学习成绩有显著差异。

大尺寸显示技术方面的进步,激发了人们对支持本地小组任务的计算机系统效果的研究,关注点也进一步延伸到利用多屏显示技术支持协作方面。在支持工作任务方面,个体需要与群体需要较大的差异,利用多屏幕群件,可以很好地避免他人的行为对个体操作的影响。例如,杨成云(2010)利用用户实验的方法,比较研究了水平交互桌面阅读与传统PC阅读两种方式的异同,并测量了影响电子研讨会系统阅读有效性的4个环境变量(包括屏幕亮度、阅读窗口最佳大小、阅读窗口最佳位置、背景颜色等),提出了在大幅面交互式桌面上的阅读体验改进解决方案,涉及桌面数字对象的设计、页面布局显示、创新性阅读工具的开发等方面。Alagha等人(2010)研发了一种名为TablePortal的软件系统,教师可以跟踪、监控和引导每个正在利用大屏幕多点触摸桌面系统的小组,完成各自的任务,目的是帮助教师更好地实现对小组学习情况的监督和控制。随着一体机市场的进一步发展,多点触摸桌面系统必将加速进入教育系统,也将会有很多高水平研究出现。此外,Agostini等人(2011)还开展了如何利用大屏幕触摸屏在教室中开展协作学习实验的研究。

## 常见问题及解决策略

共显群件通常会遇到很多问题。例如,Stewart等人(1999)曾提到共显群件系统可能存在的问题包括:协同完成任务的时间会比单个人的时间要长;用户可能实际上很少协作;需要把众多功能压缩到有限的空间,相比类似软件,功能

要少很多;会比单用户软件运行速度慢;可能不便于携带,并只能存在于常见操作系统中。目前来看这些问题已不是太大的问题,核心问题主要集中在交互组件与交互模式方面。在计算机的界面窗口小部件(Widgets)和交互技术中,如菜单、调板、按钮条、滚动条等,大都是为单个用户开发的。但如果两个以上的用户与这些部件同时交互,传统的交互模式则会被打破。在交互模式上,传统的交互语义在多用户模式下可能不存在了。例如,在一个测试题中,多个用户对按钮的选择,与传统的单用户模式有着显著的差异,不可能再采用原来的即时反馈模式。在共显群件中,用户通常会很迷惑操作的规则是什么。根据前人研究成果,结合本研究团队的研究体会,我们提出如下一些解决策略:

1) 共显群件应对协作用户的交互点、操作等做出明确区分。在共显群件的交互中,用户通常需要先明确正在操作的用户与其他用户的关系,为区分不同用户,每个人的交互点或鼠标需要与其他人有所区别。当前大多数的共显群件技术都支持使用不同的图标或颜色来区分。但是多个用户选择同一个对象,此时需要程序来确定如何操作。通常要设计成某个用户的权限或级别比较高,或者由对象本身确定当多人操作时如何处理。

2) 共显群件应根据实际情况,灵活建立协作交互规则。例如,有人要滚动文本,而有人要选择文本,此时的操作则属于互斥性(或者称为“不应同时发生”)。有人选择某个菜单,但其他人要选择另外的,此时将如何处置?由此可见,不是所有交互界面都可以被很轻易地使用。很多部件明显只是为单个用户而设计的,如菜单、滚动条等。因此有必要评估所有的交互部件,哪些是适合共显群件的。一种解决方案是使用明确的锁定协议来管理多个用户的交互,以保证他们之间不会有相互的冲突。Myers等人(1998)研究了管理界面交互部件的两种不同的协议。一种是允许“每次一个”部件(one-at-a-time widgets),另外一种允许“多人使用”部件(anyone-mixed-together widgets)。在他提出的框架中,滚动条、菜单属于“每次一个”部件,任何人都可以初始化并与之交互,直到该交互完成,其他人才能使用。这意味着当某一用户点击下拉菜单时,所有的菜单就都不能被使用了,直到此人完成菜单操作。画板则是一个典型的“多人使用”部件,所有人都可以同时创作属于自己的图形对象。对于很多用户操作混乱的情况,许多共显软件采用一些社会化的解决方法来处理。例如,可以锁定某些鼠标、对象等来规范鼠标操作的过程,这样就使得整个操作过程显得更为条理。在传统的群件中也存在着议事规则的问题,而这种议事规则对协作的效率和质量具有影响。协作者需要知道同组其他用户的存在,能够及时了解其他成员的状态、行为,能够进行身份确认,选择协作伙伴。协同过程中必然会有冲突(例如,中途参加会议或退出、争夺会议发言权等),因此共显群件的功能设计上需要有必要的协调和控制,以便为协作过程的顺利进行提供可靠的系统环境。

3) 采用多屏技术或共享屏幕灵活分割是解决导航界面用户冲突的可行方法。在导航方面,多人共同使用一台计算机,常常会出现用户日程冲突。在耦合关系上,共显群件系统通常存在松耦合和强耦合两种类型。例如,两个用户共享一个文本编辑器,并编辑同一段文字,属于强耦合,此时如果一人发生导航的转向,另外一个人也会发生同样的转变。而一个电脑游戏上下被分为两个屏幕,每个人控制一辆赛车,这就属于松耦合,一个人的改变不影响另外的人,但是可能会受到另外一个人的影响。对于强耦合关系的共显群件系统,要求用户间协商确定是否发生导航变化,共享屏幕锁定机制可以阻止随意导航,或者为每个人提供动态、临时的非耦合视图,这些都是可以考虑的方式。

4) 为了能够使用那些“每人一次”的部件,需要对其进行改造。例如,Bederson等人(1996)提出的对下拉菜单实现“本地化”,即将菜单功能全部呈现在屏幕上,配以相应的数据信息与控制,目前看来已经非常方便和灵活了。例如,“将画笔的颜色改为某种颜色”这项功能,可以设计成将所有颜色均放置在屏幕上,用户通过点选来改变各自画笔的颜色,再在相应的画板上点击即可使用该颜色。这种方法的好处是可以将原来的每人一次部件改为“多人使用”部件,不利的方面是会导致屏幕上选项板的大量增加。为此,需要解决如何管理屏幕显示的选项板。可能的方案包括:通过分类或变换视图模式,满足所有用户在某一阶段要使用的功能。此外,还可以在使用之前做适当配置,确定屏幕出现的工具选项的具体内容。这实际上也是人类社会协商功能的具体体现,因为要切换到某种功能模式或配置某些功能,是需要所有协作者都同意才行的。

5) 用户操作重贴部分的透明处理也是一种很好的解决方案。针对共显群件操作中遇到的用户间相互干扰的问题,Zanella和Greenberg(2001)提出利用透明的方法来解决这一问题,即开发专门的交互部件以解决交互中的干扰问题。然而在实践中冲突是经常发生的,因此很多研究者提出了分割屏幕空间的方案(Tse et al. 2004)。

针对桌面式共显群件系统的设计,Scott等人(2003)做了系统的研究,并提出八个指导原则:支持自然的人际交流;支持活动间的流畅切换;支持个人和小组任务间的切换;支持桌面协作与其他工作的切换;支持实物的使用;可访问共享物理对象或数字对象;灵活的用户安排;同步用户交互。他们认为今后值得研究的方向包括:本地协作评估方法的标准化和现有协作系统影响的比较研究和协作任务分类研究。

Theophanis和Balakrishnan(2005)对四种常见的减少共显群件空间冲突的方法(共享对象控制权、空间分割显示、共享屏幕—用户数据全透明、共享屏幕—用户数据从边际间过渡透明)进行了评估。结果显示,利用合适的透明处理,减少用户之间的干扰,允许用户决定他们以何种方式区分空间,而不是预先区分,是一种最佳的方法。另外,研究发现,使用一定倾斜透明度的处理方法能有效平衡共享与分割的成本

和优势。

由于共显群件很容易在多用户参与操作的情况下,出现屏幕“耗尽”的问题,因此有研究者开始关注共显群件(Single Display Privacyware,简称SDP)的研究。例如,利用3D快门眼镜,实现两个用户观看同一影像时,有各自的显示效果,并各自控制自己的菜单和操作(Shoemaker & Inkpen 2001);为多用户触摸桌面式系统增加声音输出(耳机)和声音输入(麦克风),使得每个用户在操作中有独立的声音通道(Morris et al. 2004);针对传统窗口部件(Widget)对所有用户都一样的问题,探索构建具有个性化参数控制的窗口小部件(iDwidget),以此来个性化控制各窗口部件的功能、内容、外观以及输入等(Ryall et al. 2006)。

## 共显群件应用前景分析

当前的计算机系统很少鼓励多人协作,单用户系统为每个用户都提供了明确的输入通道。如果多个用户想在这样的系统上协作,必须开发一种能够利用该通道的支持机制。与此对应,共显群件继承了本地的概念,为每个用户提供了统一的输入通道,此种方式有利于增强协作,打破原有设计模式下产生的每个用户独霸计算机的现状,使得每个人都能拥有独立的输入通道。共显群件丰富了单用户计算机工作状态下的协作模式,允许多人在一台计算机下并行工作,工作更加有效率,降低了多人协作过程中的矛盾与冲突,从而进一步鼓励用户间的协同,强化了用户的交流技能。用户不再一直控制着输入设备、包办任务,与其他用户的交流将会越来越多。由此可见,利用共显群件能够有效地鼓励用户间的合作与交流,更好地实现教育的目标和愿望。

起源于16世纪的欧洲,兴起于17世纪乌克兰兄弟会学校的班级授课制,一直以来是学校教育的主要形式,虽然在漫长的发展中将逐步发生转变,但以面对面方式开展师生、生生互动将长期存在,因此为其开发最佳的本地协同教育软件具有持久的需求。以共显为核心特征的共显群件、共显私件、多输入设备等软件系统都将有着持久的生命力,特别是与学科教学相结合以后,共显群件技术将得到更多发展空间。

人机交互技术(HCI)的发展方向和目标是让计算机系统更加适应人的需求。在这一努力目标下,如何让计算机更好地为面对面的沟通与交流提供支撑和便利,将是一个持续和长久的话题,也是一个很有发展前景的领域。伴随着多核CPU技术、大屏幕显示技术、触摸屏技术的飞速发展,人们对于在单一计算机设备上实现多人自然交互的需求越来越强。围绕同一系统或整合各种系统,人机系统为用户提供便利的交互体验是计算机科学持久发展的目标之一。

## 致谢

本研究获得了微软(中国)有限公司赞助,微软亚洲研究院为本研究提供了技术支持,在此表示衷心的感谢。

## 【参考文献】

- [1] Agostini, A. , & Di Biase , E. ( 2011) . Supporting cooperative learning in the classroom: Exploiting large multi-touch displays [C]. 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2011): 642-643.
- [2] Alagha , I. , Hatch , A. , Ma , L. , & Burd , L. ( 2010) . Towards a teacher-centric approach for multi-touch surfaces in classrooms [C]. ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS 2010) , ACM , New York , NY , USA: 187-196.
- [3] Bederson , B. B. , Hollan , J. D. , Druin , A. , Stewart , J. , Rogers , D. , & Proft , D. ( 1996) . Local tools: An alternative to Tool Palettes [C]. User Interface and Software Technology (UIST 1996): 169-170.
- [4] Berkovitz , J. ( 1994) . Graphical interfaces for young children in a software-based mathematics Curriculum [C]. Conference Companion of Human Factors in Computing Systems (CHI 1994): 247-248.
- [5] Bi , X. J. , Shi , Y. C. , Chen , X. J. , & Xiang , P. F. ( 2005) . Facilitating interaction with large displays in smart spaces [C]. Soc-EUSA105: 105-110.
- [6] Bi , X. J. , Grossman , T. , Matejka , J. , & Fitzmaurice , G. ( 2011) . Magic desk: Bringing multi-touch surfaces into desktop work [C]. Conference on Human Factors in Computing Systems 2011: 2511-2520.
- [7] Bier , E. & Freeman , S. ( 1991) . MMM: A userinterface architecture for shared editors on a single screen [C]. ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST1991): 79-86.
- [8] Druin , A. & Solomon , C. ( 1996) . Designing multimedia environments for children: Computers , creativity and kids [M]. New York: Wiley.
- [9] Huang Rui , & Yan Jun ( 2009) . Research on networked learning environment for e-learning based on groupware technology ( in Chinese) [J]. China Education Info ( 15) : 48-50.
- ( 黄瑞 , 严峻 ( 2009) . 基于群件技术的 e-Learning 网络化学习环境研究 [J]. 中国教育信息化 ( 15) : 48-50.)
- [10] Inkpen , K. M. , Booth , K. S. , Klawe , M. , & McGrenere , J. ( 1997) . The effect of turn-taking protocols on children's learning in mouse-driven collaborative environments [C]. Graphics Interface (GI1997): 138-145.
- [11] Meredith , R. M. , Andreas , P. , Terry W. , & Jeannie , A. S. ( 2006) . TeamTag: Exploring centralized versus replicated controls for co-located tabletop groupware [C]. Computer Human Interaction 2006: 1273-1282.
- [12] Milligan , C. , & Murdock , M. ( 1996) . Testing with kids teens at IOMEGA [J]. Interactions , 3(5) : 51-57.
- [13] Moraveji , N. , Inkpen , K. , Cutrell , E. & Balakrishnan , R. ( 2009) . A mischief of mice: Examining children's performance in single display groupware systems with 1 to 32 mice [C]. 27th international conference on Human factors in computing systems: 2157-2166.
- [14] Moraveji , N. , Kim , T. , Ge , J. , Pawar , U. , Inkpen K. , & Mulcahy , K. ( 2008) . Mischief: Supporting remote teaching in developing regions [C]. The 26th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2008): 353-362.
- [15] Morris , M. R. , Morris , D. , & Winograd , T. ( 2004) . Individual audio channels with single display groupware: Effects on communication and task strategy [C]. ACM conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2004): 242-251.
- [16] Myers , B. A. , McDaniel , R. G. , Miller , R. C. , Ferency , A. S. , Faulring , A. , Kyle , B. D. , Mickish , A. , Klimovitski , A. , & Doane , P. ( 1997) . The amulet environment: New models for effective user interface software development [J]. IEEE Transactions on Software Engineering , 23(6) : 347-365.
- [17] Myers , B. A. , Stiel , H. , & Gargiulo , R. ( 1998) . Collaboration using multiple PDAs connected to a PC [J]. Computer Supported Collaborative Work (CSCW 1998): 285-294.
- [18] Oh , J. Y. & Sturzlinger , W. ( 2002) . Laser pointers as collaborative pointing devices [C]. Graphics Interfaces: 141-149.
- [19] Parker , J. K. , Mandryk , R. L. , & Inkpen , K. M. ( 2006) . Integrating point and touch for interaction with digital tabletop displays [J]. Computer Graphics and Applications 26(5) : 28-35.
- [20] Pawar , U. S. , Pal , J. , Gupta , R. , & Toyama , K. ( 2007) . Multiple mice for retention tasks in disadvantaged schools [C]. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in Computing Systems (CHI 2007): 1581-1590.
- [21] Ryal , K. , Esenther , A. , Forlines , C. , Shen , C. , Shipman , S. , Morris , M. R. , Everitt , K. , & Vernier , F. D. ( 2006) . Identity-differentiating widgets for multiuser interactive surfaces [J]. IEEE Computer Graphics and Applications 26(5) : 56-64.
- [22] Schneider , K. G. ( 1996) . Children and information visualization Technologies [J]. Interactions , 3(5) : 68-73.
- [23] Scott , S. D. , Grant , K. D. , & Mandryk , R. L. ( 2003) . System guidelines for co-located , collaborative work on a tabletop display [C]. European Conference Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW 2003): 159-178.
- [24] Shen Xinyi , & Zhang Jinbao ( 2012) . Experimental research on the improvement of multiple-mouse system on interactive English teaching effect in primary schools ( in Chinese) [J]. E-education Research , (4) : 105-110 , 114.
- ( 沈欣忆 , 张进宝 ( 2012) . 多鼠标系统对促进小学英语课堂互动教学效果的实验研究 [J]. 电化教育研究 ( 4) : 105-110 , 114.)
- [25] Shi Meilin ( 2000) . Theory and practice on computer supported cooperative work ( in Chinese) [M]. Beijing: Publishing House of Electronic Industry.
- ( 史美林 ( 2000) . 计算机支持协同工作理论与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社.)
- [26] Shoemaker , G. , & Inkpen , K. ( 2001) . Single display privacyware: Augmenting public displays with private information [C]. Human Factors in Computing Systems (HCI 2001): 522-529.
- [27] Stewart , J. ( 1998) . Single display groupware [D]. Unpublished Doctoral Dissertation , University of New Mexico , Albuquerque , NM.
- [28] Stewart , J. , Raybourn , E. , Bederson , B. B. , & Druin A. ( 1998) . When two hands are better than one: Enhancing collaboration using single display groupware [C]. Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems (CHI 1998): 287-288.
- [29] Stewart , J. , Bederson , B. B. , & Druin , A. ( 1999) . Single display groupware: A model for co-present collaboration [C]. Human Factors in Computing Systems (CHI1999): 286-293.
- [30] Strommen , E. ( 1994) . Children's use of mouse-based interfaces to control virtual travel [C]. Human Factors in Computing Systems (CHI 1994): 405-410.
- [31] Theophanis , T. , & Balakrishnan , R. ( 2005) . An evaluation of techniques for reducing spatial interference in single display groupware [C]. 9th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work: 221-240.
- [32] Tse , E. , & Greenberg , S. ( 2002) . SDGToolkit: A toolkit for



rapidly prototyping single display groupware [C]. ACM CSCW 2002 Conference on Computer Supported Cooperative Work.

[33] Tse, E., Histon, J., Scott, S. D., & Greenberg, S. (2004). Avoiding interference: How people use spatial separation and partitioning in SDG workspaces [C]. Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2004): 252-261.

[34] Wallace, J. R., & Scott, S. D. (2008). Contextual Design Considerations for Co-located, Collaborative Tables [C]. IEEE Workshop on Tabletop and Interactive Surfaces 2008: 57-64.

[35] Wallace, J. R., Scott, S. D., Stutz, T., Enns, T., & Inkpen, K. (2009). Investigating teamwork and taskwork in single- and multi-display groupware systems [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 13: 569-581.

[36] Wu Chenjun, Shi Yuanchun, & Suo Yue (2010). UI management system on multi-user tabletop (in Chinese) [J]. Journal of Software 21(zk): 33-38.

(吴晨俊, 史元春, 索岳 (2010). 面向多用户交互桌面的界面管理系统 [J]. 软件学报 21(zk): 33-38.)

[37] Yang Chengyun (2010). Interaction design and reading experience study for large-scale tabletop system (in Chinese) [D]. Tsinghua University.

(杨成云 (2010). 大幅面桌面系统交互设计及阅读体验研究 [D]. 清华大学.)

[38] Yang, J. C., & Lin, Y. L. (2010). Development and evaluation of an interactive mobile learning environment with shared display groupware [J]. Educational Technology & Society, 13 (1): 195-207.

[39] Zanella, A., & Greenberg, S. (2001). Reducing interference in single display groupware through transparency [C]. The Seventh European Conference on Computer Supported Cooperative Work: 339-358.

[40] Zheng Lanqin, Zhang Jjinbao, Chen Peng, Zhang Lu, & Yin Dongliang (2009). Application research on multipoint-based mouseMischief: A classroom interaction teaching platform (in Chinese) [J]. China Educational Technology, (10): 93-98.

(郑兰琴, 张进宝, 陈鹏, 张璐, 尹东梁 (2009). 基于 Multipoint 技术支持的课堂互动教学平台 MouseMischief 的应用研究 [J]. 中国电化教育, (10): 93-98.)

(编辑: 魏志慧)

【收稿日期】 2012-06-19

【修回日期】 2012-06-22

【作者简介】 张进宝, 博士, 北京师范大学教育学部讲师 (zhangjb@bnu.edu.cn); 贾振洋, 硕士, 北京奥鹏远程教育中心有限公司; 尹东梁, 硕士, 北京数字政通科技股份有限公司; 郑兰琴, 博士, 北京师范大学教育学部教师; 沈欣忆、张连刚, 均为北京师范大学教育学部在读硕士。

## Shared Display Groupware: Technology Features, Scenarios, Development Strategy and Prospects in Education

ZHANG Jinbao<sup>1</sup>, JIA Zhenyang<sup>2</sup>, YIN Dongliang<sup>3</sup>, ZHENG Lanqin<sup>1</sup>,  
SHEN Xinyi<sup>1</sup> & ZHANG Liangang<sup>1</sup>

(1. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Beijing Open Distance Education Center Limited Co., Beijing 100011, China;

3. Beijing Digital Political Communication Technology Limited Co., Beijing 100082, China)

**Abstract:** Accompanied by the idea of collaboration and the development of computer technology, the technology of shared display groupware (SDG) and its application supporting local cooperation have made large progress. This article analyzes the basic characteristics and education application scenarios about SDG, reviews the studies in recent years, and brings forwards the solution on the technical Frequently Asked Questions (FAQ) in the development of SDG. Finally, the article discusses the potential of SDG application in the near future.

**Key words:** computer supported cooperative work (CSCW); shared display groupware (SDG); education application