

视觉化协同超媒体及其在合作学习中的应用*

王伟刚⁺

(曼彻斯特大学 信息学院,英国)

Cooperative Visual Hypermedia and Its Application in Cooperative Learning

WANG Wei-Gang⁺

(School of Informatics, University of Manchester, UK)

+ Corresponding author: Phn: +44-161-2003373, E-mail: weigang.wang@manchester.ac.uk, <http://www.manchester.ac.uk>

Received 2004-03-17; Accepted 2004-06-11

Wang WG. Cooperative visual hypermedia and its application in cooperative learning. *Journal of Software*, 2004,15(11):1720~1732.

<http://www.jos.org.cn/1000-9825/15/1720.htm>

Abstract: In a distributed cooperative learning setting, learners and tutors need a shared information space to interact with learning materials and to acquire awareness of their cooperators' presence and activities. Learners and tutors also require some coordination and communication means to harmonize their actions. For this purpose, a cooperative visual hypermedia technology is developed. It can provide a shared information space in which editable visual hypermedia objects can represent not only learning materials (i.e. the content) but also learning processes (i.e. the coordination and learning strategies). The cooperative hypermedia is integrated with process support, communication channels, and document handling. Therefore, it can coordinate learners' activities through specific learning processes and textual or audio communication tools. For wide availability, the cooperative hypermedia and its associated documents are made accessible from the Web. To show the strength and the weakness of the approach, a use case together with some user experience is also presented.

Key words: cooperative hypermedia; visual hypermedia; cooperative learning; Web-based e-learning; distributed team

摘要: 在分布式合作学习环境中,学生和老师需要一个共享的信息空间去与学习材料交互作用,并从中知晓合作者的存在及其活动.学生和老师还需要一些协同和通信手段去协调他们共同的活动.为此,提出了一种视觉化协同超媒体技术.它可以提供所需的共享信息空间.在此空间中,形象的超媒体对象既可以表示学习材料(学习内容),又可以表示学习过程(学习方法).这种协同超媒体集成了灵活的过程支持、通信渠道以及文件处理功能.因而,它可以支持学生(和老师)按一定的学习方法并通过文字或声音渠道去协调他们共同的学习活动.这种协同超媒体可以通过万维网(浏览器)访问.为了揭示这种技术的实用性,还给出了一个案例和一些用户体验.

关键词: 协同超媒体;视觉超媒体;合作学习;基于万维网的学习;分布团队

* Supported by the the EU IST Program under Grant No.IST-1999-10091 (欧盟 IST 项目基金)

作者简介: 王伟刚(1958—),男,安徽怀远人,博士,博士生导师,主要研究领域为协同超媒体,企业建模及合作环境,协同工作与合作学习系统及其应用.

中图法分类号: TP393

文献标识码: A

合作学习是一广泛的富于成果的教育理论、研究和实践的领域.合作学习可以改善学习过程的认知和社交的多个方面^[1],学习小组的成员可以在学习过程中互相帮助^[2].在教育界,合作学习的例子有小组讨论、小组作业和小组实习.在科研和工业界,合作学习的例子有专题研讨会、小组培训、团队建设活动和角色练习.由于在一个项目中,学习和工作经常相互交织,一个成功的项目团队应该不仅是工作团队而且是一个学习团队.在教育界,过去由于对学习的评估着重于个人的表现,学生们合作学习的主动性受到了一些限制.随着对合作与互动能力的重视,这种情形正在逐步改变.工业界所看重的是团队的工作结果,工作中的互助和合作学习一向受到鼓励.因为本文所阐述的技术源于一个有关虚拟企业的项目,虽然所研究的技术也可用于学生的远程合作学习,但是本文着重于探讨支持虚拟项目团队的合作学习.

在当今的全球经济中,组织机构变得日益分布,还出现了新的虚拟组织形式,其结果是项目团队也越来越分布于各地,进而产生了支持分布的(虚拟团队的)合作学习的需要.实时的分布合作学习可以看成是一种分布会议或虚拟会议,分布于不同的地点和组织机构的参加者相聚在一个虚拟的地方.在这种情况下,合作学习的计划、协调和通信变得更加重要.作为合作学习重要成分的合作学习过程应视为全面业务过程的一部分而获得支持.音像通信渠道应易于开通.合作学习的参加者应很容易地找到相聚的虚拟地点,参加他们所要参与的合作学习活动.在合作学习活动开始之前或进行当中,参加者可能需要将已有文件放入共同的信息空间,以便一道阅读和修改.作为一种帮助在共享信息空间中讨论的工具,丰富的文字、图形、可见超媒体对象以及它们灵活的空间和结构组织也很重要.

研究表明,高产团队愿意使用小组讨论空间来分享他们个人的信息^[3].对成功来说,重要的是,有焦点的深入交流,并形成交流和完成任务的常规.高产团队彼此同步,因而他们能以最流畅的方式来分担他们的任务.团队的领导指挥工作或学习的步调.用这种方式,团队可以建立一个共享的知识基础,进而协调地一道工作,以更有效地完成他们的共同任务^[3].

综上所述,在分布合作学习环境中,学习团队需要一个共享的信息空间去维持一个讨论问题的共同的焦点,去与学习材料相互作用,并从中知晓合作者的存在及其活动.合作者还需要一些协同和通信手段去协调他们共同的活动.为此,我们提出了一种视觉化协同超媒体技术.它可以提供一个共享的信息空间,其中:

- 用形象的超媒体对象来表示学习材料(学习内容)和学习过程(学习方法);
- 集成灵活的过程支持、通信渠道以及文件处理功能;
- 提供会议管理,以帮助学习团队相聚在一个共享的信息空间,开通和使用通信渠道;
- 使用万维网来扩大其实用性.

本文第 1 节详细地描述上面提到的视觉化协同超媒体技术.第 2 节描述一个视觉化协同超媒体系统的实现.第 3 节介绍一个应用案例和一些用户体验.第 4 节讨论相关的工作.第 5 节以一个小结和进一步工作的计划结束.

1 视觉化协同超媒体技术

在描述视觉化协同超媒体之前,先介绍超媒体的概念和领域.因为这项工作是在协同超媒体系统 XCHIPS(extensible cooperative hypermedia integrated with process support)上实现的,我们用 XCHIPS 给出视觉化超媒体的示例.

1.1 超文本、超媒体的概念和领域

典型的超文本是基于有向图的航海型超文本^[4].它由信息成分(节点)以及信息成分间的联系(链接)所组成.使用链接可以构成顺序的或网状的结构.另外,还可以引入节点和链接的类型.这些类型可用于描述应用领域的语义.例如,可根据端节点类型来决定其所允许的链接类型.除了简单节点以外,很多超文本系统还引入了合成节点.合成节点可以包含其他节点和链接.合成节点可以用于形成聚集的超文本子网,进而得到分层的有向图或

网络.航海型超文本一般以包含嵌入链接的页面呈现给用户(如万维网页).航海型超文本还可以呈现为航行图,其中节点显示为标记了文字的图标,而链接显示为图标间的带箭头的线段.除了航海型超文本以外,还有多种不同的超文本领域.例如,基于集合的分类学超文本^[5]、基于版面编排的空间型超文本^[6]以及基于自动机的工作流超文本^[7,8].基于集合的超文本用包含关系来表示分类的层次.它一般呈现为缩排的文字层次结构或嵌套的图形结构.空间型超文本用版面编排的空间结构和其他视觉特征来表示信息间的关系.例如,相似的信息元素被赋予相同的颜色,并放在一起.工作流超文本是具有计算语义的超文本.例如,沿链接链路的自动浏览语义、控制流和数据流语义.超媒体通过允许多媒体信息表示节点及其内容从而扩展了超文本的概念.协同超媒体是一种群件超媒体或信息共享空间中的可供多人协同操作的超媒体.本文将超媒体和超文本作为同义词.

1.2 视觉化协同超媒体

视觉化协同超媒体是一种综合了上述各超媒体领域视觉特征和计算语义的协同超媒体(如图 1 所示).它既允许用外在的链接(带箭头的线段),也可以用包含关系以及各种空间和视觉特征来表示视觉元素间的关系.这些视觉特征包括人们在面向对象的制图系统中见到的视觉及版面特征,例如,颜色、图案、图像、文字标签、方向、位置、形状和 Z 向次序.在视觉化协同超媒体中,同类的超媒体对象具有相同的视觉特征.空间位置上的相近可以预示超媒体对象的相关性.不同于制图排版系统,视觉化协同超媒体中的视觉元素是超媒体对象.它们可以形成各种结构,可以重组为不同的集合或不同的嵌套结构,彼此链接或与外部文件相链接.视觉化协同超媒体的计算语义是通过超媒体对象的类型来定义、通过具体的超媒体对象来实现的.

这种视觉化协同超媒体可以用来创建和操纵学习过程(见第 2.3 节)以及学习内容.例如,具有工作流语义的外在的链接(带箭头的线段)可以表示任务间的先后依赖关系,而颜色可以表示任务的状态(如黄色表示就绪,绿色表示正在进行,棕色表示完成).图 1 显示的是一个学习如何做一件事情的学习过程.它的 3 个步骤表示为由先后依赖关系链接的 3 个学习任务.从它们的动态颜色编码可以看出,当前的状态是第 1 步已完成,第 2 步正在进行,而第 3 步尚未开始.这种学习过程的表示综合了空间超媒体、航海型超媒体(航行图)以及工作流型超媒体.图 2 是一个表示学习内容的例子,其内容来自关于一个研发项目的市场分析的合作学习案例.在图 2 中,一列饼状图表示市场片断.握手图形表示商务伙伴.板手腕图形表示竞争对手.因为它们之间具有某种联系,所以它们的图形有着相同的背景颜色并且它们被放置在一起.带文字标签外在的链接(带箭头的线段)用来表示商务伙伴及竞争对手与市场片断的关系.如同上一个例子,图 2 中空间超媒体和航海型超媒体(航行图)共存于一例.

1.3 视觉化协同超媒体浏览器

以 XCHIPS 浏览器为例(如图 2 所示),这种视觉化协同超媒体的用户界面与制图系统的界面很相似:它有左右两个视觉元素调色板,用以提供定制的视觉超媒体对象以及可以自定义的视觉超媒体对象.中间是共享信息面板.左面的调色板包含共享记录本、制图页面、嵌入共享对象链接、嵌入 Web 链接、嵌入可修改文件链接、目录合成节点以及自定义节点和自定义链接.它还包括铅笔和文字,供加注之用.自定义节点和自定义链接可任意选用图标和文字标签.作为调色板的扩充,任何已创立的元素都可用以复制同类元素.右面的调色板包含描述过程用的视觉元素:组织机构、角色、人员、技能、过程起始节点、过程终止节点、重要事件、任务(作业)和会议.定制的外在链接元素不在调色板上,它们可以通过端节点上的菜单操作来建立.在选定了端节点以后,依照定制元素类型间的语义系统会给出所允许的链接类型供用户选择.上方的工具条中有在线帮助、链接关系图例、打印、定位选择、剪贴、复制、搜索、XML 输入和输出.特别是,它还包括文字聊天工具以及声音影像应用共享工具,以供合作者保持联系、协调他们在共享空间中的活动.

图 1 中外部的窗口提供会议的管理和会议的共享信息空间(即虚拟会场).窗口上方显示了会议的参加者.窗口内是会议的共享信息空间,它包括会议中共同使用的群件(如上述视觉化协同超媒体浏览器和文字或语音通信工具)以及浏览器中的视觉化协同超媒体对象.

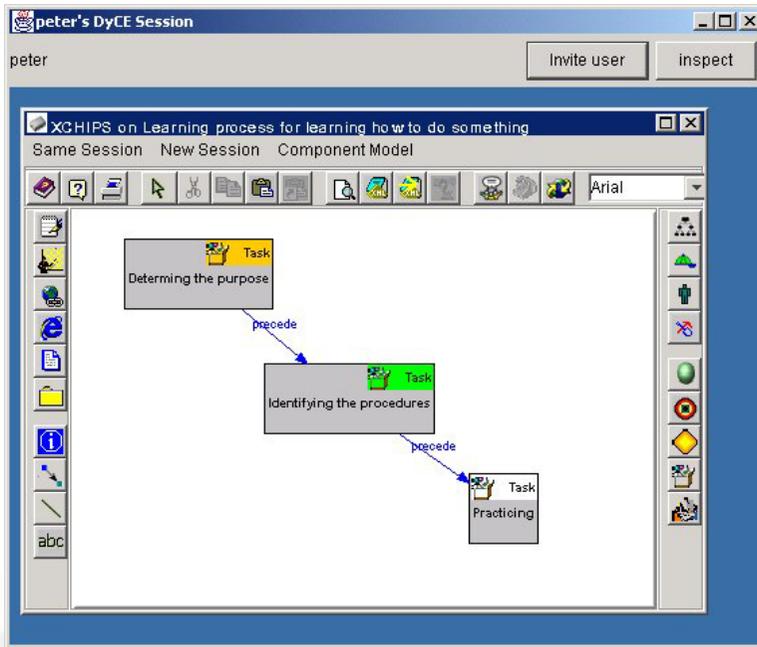


Fig.1 Process description on how to do something (i.e., learning method)
 图 1 关于学习如何做一件事情的学习过程(学习方法)

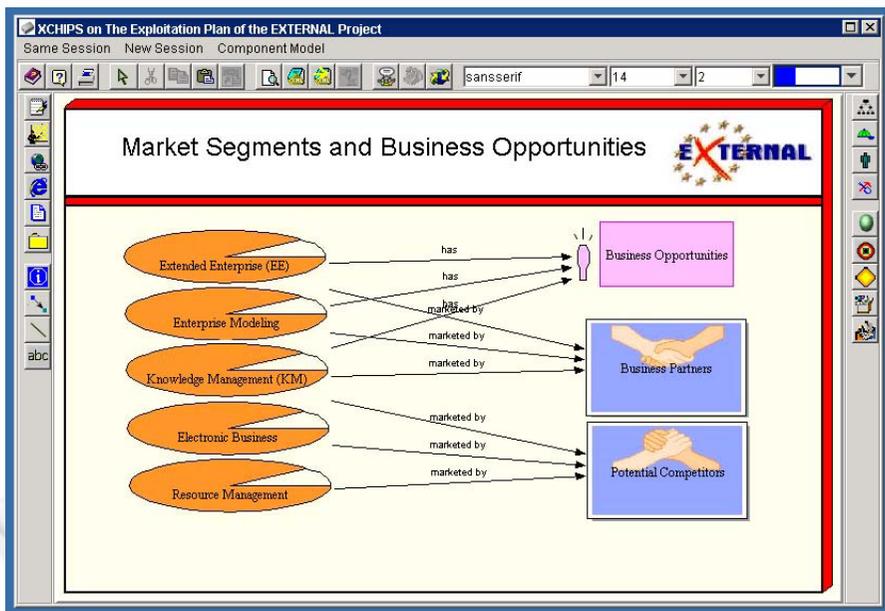


Fig.2 Learning material on market analysis (i.e., content to learning)
 图 2 关于市场分析的学习材料(学习内容)

1.4 合作学习的会议管理

分布的协同工作与合作学习通常以一系列虚拟会议的形式进行.一次会议可以分为数个会议片断或分组会议.这些会议片断或分组会可以顺序或并行进行.每一会议片断或分组会被安排在特定的时间和地点(会场).

为简化会议的管理,我们将会议片断或分组会议都视为一次会议.表示会议的共享对象由一组人员、群件、和视觉化协同超媒体对象组成.为提供一个虚拟的会场,会议对象呈现为如图 1 外部窗口所示的会议窗口.会议的组织者可以(用会议窗口右上方的 Invite user 按钮来)邀请会议的参加者加入一个会议(或者说进入虚拟会场).会议的参加者也可根据会议的组织者提供的 URL 或会议搜索工具,找到并加入会议.在会议窗口中,会议的参加者可以用视觉化协同超媒体浏览器一道浏览、修改和执行合作学习(或工作)的过程和内容.会议的参加者还可以从协同超媒体浏览器中打开其他群件供大家一道使用,或者将所要使用的群件打开,在一个新的会议窗口中供其个人或分组会议使用.会议的组织者还可以从 XCHIPS 浏览器中为会议的参加者方便地开通一个基于 NetMeeting 的声音对话和应用共享渠道.

当一个会议有多个会议片断或分组会议组成时,会议的组织者可以将该会议的议程描述为一个会议过程来管理.该会议过程的步骤表示会议片断或分组会议,而会议的进行(即会议过程的运行)由会议的组织者控制.

1.5 过程支持及文件处理

过程结构可用有向图来表示.图中的结点表示任务,结点间的有向线段表示任务间的先后依赖关系.这种过程结构有向图可以用视觉化协同超媒体的节点和外在链接来表示.在 XCHIPS 系统中,过程结构是由一组预定义的视觉化协同超媒体类型来表示的,其中:

- 任务节点.它可以包含任务描述和其他信息对象或任务节点.如果一个任务节点包含其他任务节点,该任务节点则成为合成任务节点.合成任务节点可以表示一个过程或子过程.这种过程表示的嵌套结构可以将一个过程分解成一些小的组成部分.任务节点具有与过程相关的属性,如状态、时间、触发方式(自动或手动执行).它还具有与过程相关的行为,如状态转换以及触发某种行动.XCHIPS 系统中任务类节点包括起始节点、任务节点、重要事件节点和终止节点.

- 过程链接.它表示任务之间的先后依赖关系.过程链接具有控制流和数据流的语义和行为.控制流在一定条件下触发目的任务节点的状态转换及指定行动.数据流在一定条件下传递参数和文件.

- 角色(或职位)节点.它指明在一个过程中或一个组织机构(如团队)中所需的一定职责.

- 人员节点.它表示具体的个人.

- 组织机构节点.它表示一个单位或一个团队.

- 委派链接.它将一个角色委派给一个任务.

- 填充链接.它将个人填充到一个职位(或角色).

- 其他类型的节点和链接以及其他媒体内容.它们可用来表示与工作或学习过程相关的附加信息,如过程的目的、背景信息和资源.例如,目录节点、Web 链接节点、文件节点以及文字、几何图形、手写文字或手画草图等.

文件处理的能力集成在 Web 链接节点和文件节点类型中(详见第 2.3 节和第 2.4 节).Web 链接节点和文件节点涉及外部的信息资源.它们可视为访问外部信息资源的嵌入式链接.文件节点可以放置在使用它的任务中.这样,文件被组织在过程之中,以便任务的参与者在需要它的时间和地点将其打开阅读或修改.

为了得到一个过程当前状态的概貌,其各项任务的状态反映在任务节点类型标签的颜色上(如图 1 所示).任务的手工执行可用任务节点上的菜单来触发.例如,在表示过程的合成任务节点上选择“使就绪”然后“激活”可以开始该过程的执行.当一个合成任务节点被“激活”时,它所包含的子过程的起始节点由“不活动”变为“就绪”.处于“就绪”状态的任务可以被“激活”,从而转变为“进行中”状态.处于“进行中”状态的任务可以用“完成”菜单操作来结束它(即将其转变为“完成了”的状态).当一个“不活动”任务的所有(过程链接的)起始端任务“完成”以后,它将转变为“就绪”.当一个过程中所有任务都被完成时,该过程结束.

根据不同的学习目的及其相应的学习方法,一个学习团队可用上述视觉化协同超媒体类型创建相应的合作学习过程:

- 学习过程或学习计划可以用一个合成任务节点来表示.该合成任务节点包含其他任务节点和过程链接来表示各项学习活动或学习步骤.

- 学习活动中所用到的文件可以在学习活动开始前放到表示该活动的任务节点中.学习任务节点中还可使用各种视觉化协同超媒体类型以及文字、几何图形、手写文字或手画草图.

- 合作学习(会议)中的角色,如组织者、参加者、报告人、记录员、计时员等可以用角色节点来表示.如果所要学习的是一个具体工作过程,团队成员可以担当该过程实际需要的角色来练习该过程的执行.

- 学习团队的成员可以用个人节点来表示.
- 角色可用委派链接委派给任务.
- 个人可用填充链接担当角色.

学习过程可以由合作学习的组织者预先创建,并可在学习会议中修改和执行.学习过程的执行可由合作学习的组织者控制.

2 系统实现

下面,我们以 XCHIPS 系统为例来描述的视觉化协同超媒体的系统实现.XCHIPS 是基于 Smalltalk 的 CHIPS 系统^[8-10]在 Java 环境下的重新实现和扩展.它的过程支持^[8]、基于角色的存取控制和过程执行权控制^[9]、用户自定义语义类型等技术分别发表在所引用的关于 CHIPS^[10]的文献中.这里集中描述其基于 Java 和 DyCE^[11]的协同超媒体体系的体系结构、视觉化超媒体的实现及其相关的文件处理、NetMeeting 集成技术与 WWW 的集成.DyCE 是一个基于 Java 的动态合作环境.它提供了一个建立可移动群件部件的框架,支持动态共享数据复制以及对存取操作的事务处理.

2.1 系统体系结构

XCHIPS 采用基于 WWW 的体系结构(如图 3 所示).在其服务器端包括共享对象管理模块、群件及文件管理模块.共享对象管理模块支持动态的共享数据复制以及对存取操作的事务处理,从而确保所有的客户保持动态的、持久的数据一致性.群件部件管理模块及 Web 服务器支持群件部件和任意文件的动态增减、存取以及在客户端的上载和下载.客户及服务器之间的通信和动态共享数据复制使用 http 隧道来取代直接的 TCP/IP 和 RMI(远程方法调用).服务器端的服务还包括共享对象的命名服务、查询服务、锁服务等.协同超媒体模型建立在普通的共享对象模型之上,因而享有所有的动态的共享数据复制以及对存取操作的事务处理功能.在 XCHIPS 系统中,群件是由一个群件部件和一个(合成)共享对象构成的.群件部件定义共享对象的显示和操作界面.可移动群件部件模型提供了一个构建群件的框架.它定义了共享对象的显示方法以及共享对象数据变化(事件发生)时相应的显示部分的变化.XCHIPS 视觉化协同超媒体浏览器本身也是一个群件部件.群件部件和共享对象之间的联系由一个“部件类-服务-数据模型类”三元组对象来定义.它们之间的捆绑是在运行时动态决定的.当用户从(XCHIPS 浏览器中的)一个超媒体节点上的菜单中选用一个服务时,系统将根据该超媒体节点的内容类型和用户选用的服务找到并打开相应的群件部件.在 XCHIPS 系统中,会议类和用户类对象也是作为共享对象来管理的.

2.2 视觉化协同超媒体模型

因为视觉化协同超媒体综合了多个超媒体领域的特色,所以 XCHIPS 系统的超媒体模型扩展了 CHIPS 系统的基于 Dexter model^[4]的超媒体模型,以综合这些超媒体领域的关系表示方法、显示方法和计算语义.具体地说,我们以基于部件的方式扩展了三层机构的 Dexter 超媒体参考模型.

2.2.1 显示层

在显示层,超媒体结构的视觉化包括节点、链接、多媒体内容的图形化显示以及它们的空间布局.节点视图选用小图标或实际尺寸的向量图.节点视图通常被视为结点类型的象征,也可以外加一个文字标签来说明节点的类型.同类节点实例的区分通常反应在不同节点的名子上或视图局部区域依属性值变化而产生的视觉变化上.外在链接通常显示为带箭头的线段.为指明链接的语义类型,可以在带箭头的线段上附加一个文字标签.如果一个节点是合成节点,它将具有(至少)两个图形视图:一个节点视图、另一个显示(将其打开时所见的)它所包含的内容.打开一个合成节点通常意味着调用一个处理该节点内容的群件.一个所含信息内容为另一节点的

地址或一个 WWW 资源地址(URL)的结点可视为一个嵌入式链接.打开这种节点等同于沿链接而行(link following).一个节点或链接可以有多个视图.在这种情况下,所有的视图将和它们所代表的节点或链接模型的数据变化保持一致.XCHIPS 超媒体模型的显示层是用 Java Swing 视觉化类包实现的.这些基于 Java Swing 超媒体视图对象的实例化发生在客户端,其视图的具体图形和文字是其所代表的共享对象的属性或内容的反映.

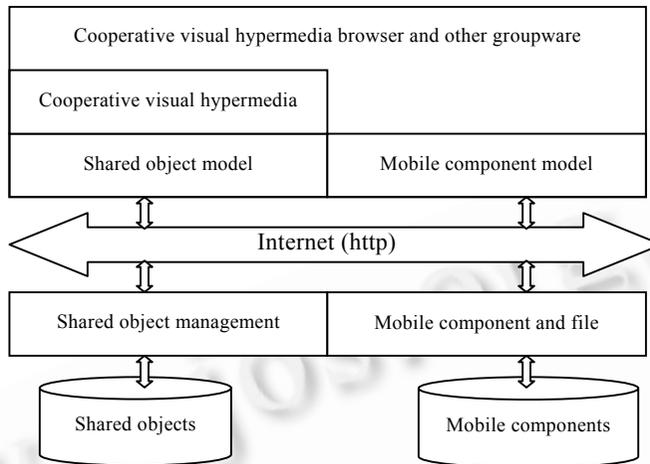


Fig.3 XCHIPS system architecture

图3 XCHIPS 系统体系结构

节点或链接的行为是在其数据模型类型中定义的.节点或链接的数据模型包含可供所有视图使用的属性(如类型名、实例名)和菜单(供用户使用的操作).节点或链接还可以有共享的视图模型,其中包含该共享视图所特有的属性(如位置、类型标签的颜色)和菜单.节点或链接视图上的菜单是其数据模型和视图模型所定义的菜单的汇总.

2.2.2 存储层

在存储层,超媒体模型的成分有共享的:

- 节点和节点视图模型:节点模型定义的节点的属性和行为.节点视图模型专门定义节点的视觉属性,如位置、尺寸等.合成节点类型还定义了其所允许的内容模型.
- 链接和链接视图模型:链接模型定义链接的端点地址以及链接的语义类型.链接视图模式定义有向线段的几何形状,如箭头和线段的几何形状.

与显示层视图类不同,共享超媒体视图模型的属性的变化将实时地反映在所有共享该超媒体对象的客户端的图形界面上,而不是仅反映在单个客户的图形界面上.XCHIPS 超媒体存储层实现在普通共享对象模型上,因而构成了一个共享的协同超媒体空间.

2.2.3 内容层

节点内容层包括节点及合成结点的内容模型.合成内容对象(即合成内容模型的实例)是一个包含其他对象的合成对象.它可以包含其他链接和节点(包括文字、画笔、直线和几何图形).合成结点引用另一合成一节点(其内容对象的)实例作为它的内容类型定义.该实例反映了它所允许的结点和链接类型及其所用的视图模型,还反映了节点之间所允许的链接类型.内容模型还包括交叉引用(其他节点的)内容模型、引用外部 Web 资源(URL)的内容模型.外部资源,如文件,其内容类型反映在文件的扩展名上或节点内容的 mime 类型上.

2.2.4 显示说明机制

显示层和存储层之间的显示说明是以选用超媒体对象(即节点和链接)的视图模型以及设置视图模型的属性值来定义的.合成节点内容的显示说明是以选用可显示该接点内容的群件部件来定义的.

2.2.5 链接锚定机制

存储层和内容层之间的链接锚定是以链接端节点的标识符来定义的.因为在这个超媒体模型中,(合成节点

内容层的)超媒体对象的粒度非常细,所以节点的标识符可指定链接端点的超媒体对象,而该端节点对象的视图则给出了该端点的图形化定位。

在这个模型中,除了将超媒体成分的属性分布在其数据模型和视图模型中以外,这些属性还可以被指定为语义类属性或个体属性。语义类属性值将为该类中所有个体所共享。

2.3 外部文件的处理

为了将外部文件的处理功能集成到共享的视觉化超媒体空间中,我们定义了 3 种作为嵌入式链接的结点类型:嵌入共享对象链接(xref)、嵌入 Web 链接(href)、嵌入可修改文件链接(Webdoc)。嵌入共享对象链接可指向另一共享对象的地址。当用户打开这种节点时,一个对应于其所指对象的群件将被打开。嵌入 Web 链接可指向一个 Web 地址(URL)。当它被打开时,相应于该 URL 的资源将呈现在 Web 浏览器中(或相应的插件中)。嵌入可修改文件链接也指向一个 Web 地址(URL)。当它被打开时,相应于该 URL 的资源将被加锁、下载,并打开与其相应的应用。例如,对打开指向一个 Microsoft Word 文件的 Webdoc 节点,该文件将呈现在 Word 中,并且使用该文件的用户名将作为一种工作空间知晓信息呈现在该节点的视图上。在文件修改完成以后,可用该节点上的存入操作将该文件上载到原 URL 所指的文件库中,并解锁。Href 和 Webdoc 节点类项是通过一个 Java-COM 桥实现的。文件的上载和下载是用 http put 和 get 实现的。这些嵌入式链接节点可组织在文件夹节点中或过程结构中的任务节点中。

2.4 单用户系统的群件界面

我们用微软的 NetMeeting 来提供音像和 Windows 应用共享。因为 NetMeeting 使用点对点连接,所以为多人开通一个 NetMeeting 会议不是很方便。会议组织者必须将其 IP 地址告诉所有参加者,并让他们分别用 NetMeeting 呼叫这个地址。为简化这个过程,我们实现了一个 NetMeeting 的群件界面,供会议组织者方便地为所有会议参加者开通 NetMeeting。会议组织者可以通过 XCHIPS 浏览器工具条上的 NetMeeting 按钮打开该群件,然后按下该群件中的“我将主持这次会议”以及“会议开始”。该群件将在会议参加者的计算机上用 NetMeeting 呼叫这个会议主持人(机器)的 IP 地址。这个群件也是使用 Java-COM 桥实现的。它所需要的会议参加者的 IP 地址是从共享会议对象(见第 1.4 节)处得到的。

用同样的方法,可以实现控制 Web 浏览器和微软 PowerPoint 的群件,以供合作学习会议参加者(在 NetMeeting 开通受阻时)用 Web 浏览器和 PowerPoint 一道浏览学习材料。

2.5 与WWW的集成

在第 2.1 节所示的基于 Web 的体系结构下,XCHIPS 系统与 WWW 的集成是这样实现的:

- 用 JavaWebStart 技术从(XCHIPS 服务器端的)Web 站点上自动(下载、更新和)启动 XCHIPS 客户应用程序;
- 实现了一个 http 隧道来取代直接的 TCP/IP 和 RMI 通信,从而避免了防火墙的问题;
- 实现了一个基于 URL 的超媒体对象命名服务以及一个基于 http 及 URL 参数的 XCHIPS 编程接口,从而可将超媒体对象嵌入到 Web 页面中,并用 XCHIPS 打开该超媒体对象所对应的超媒体文件;
- 实现了对超媒体的 XML 表示以及 XML 的输入、输出,从而可将超媒体对象以 XML 形式存储,并与其他共享此超媒体的系统交换数据;
- 将外部文件的处理功能集成到共享的视觉化超媒体空间中(见第 2.3 节)。

通过这种方式,XCHIPS 系统的过程支持和超媒体共享信息空间被扩展到广泛的 Web 信息资源上。

3 应用案例和用户体验

本节首先介绍一个分布合作学习和工作的应用案例,然后描述使用该系统的用户体验。

3.1 合作学习案例:学习如何组织一个国际会议

过程知识是一种可以明确描述的关于事务发生和发展的可传授知识。例如,经实践检验的做一件事情的过

程(或步骤)根据教育方法学的研究结果,学习做一件事情的学习过程(或学习方法)有 3 个步骤^[12]:(1) 确定学习目的;(2) 明确做这件事情所涉及的过程;(3) 依照过程反复练习.图 1 显示的是一个学习如何做一件事情的学习过程.图 4 显示的是组织一个国际会议过程(即做一件事情过程).从图 1 和图 4 可见,过程知识,包括学习如何做一件事情的学习过程以及做一件事情过程,可用视觉协同超媒体表示.图 1 中第 2 步的内容为 xref(交叉引用)嵌入链接.它指向图 4 所示的过程.图 1 中第 3 步的内容为包含如图 4 所示过程的合成任务节点(即它以如图 4 所示的过程为子任务).下面,我们介绍合作学习组织一个国际会议的案例,同时描述 XCHIPS 系统对它的支持.

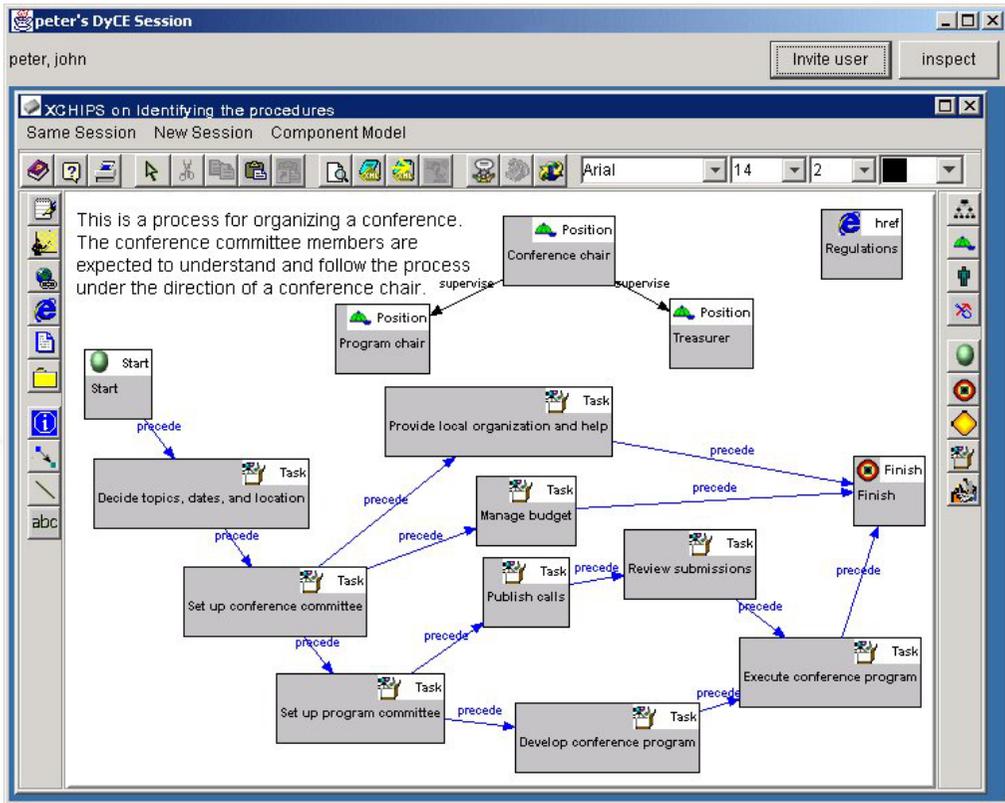


Fig.4 Process description on how to organize an international conference

图 4 国际会议的组织过程

彼得是一位杰出的科学家.他应邀担任他所研究领域的下一届国际会议的主席.这是他第一次担任国际会议的组织工作.他想要学习如何组织国际会议.彼得的住在另一个国家的朋友约翰曾经组织过该项会议.因而,彼得给约翰发了个电子邮件向他请教会议的组织过程.碰巧,约翰已将学习组织会议的过程(如图 1 所示)和该会议的组织过程(如图 4 所示)用 XCHIPS 系统的视觉化协同超媒体记载了下来.故而,他简单地将该学习过程的内容用 E-mail 寄给了彼得.彼得将此 URL 输入 Web 浏览器.XCHIPS 浏览器自动下载并运行.在 XCHIPS 的内容窗格里出现了学习组织会议的过程(如图 1 所示).彼得依此过程逐步地学习了会议的组织过程.

明确学习目的可以激励我们的学习热情.XCHIPS 系统支持以文字形式表述目的.该表述还可作为过程结构的注释.

彼得首先执行学习组织会议的过程的第 1 步.他打开“明确学习目的”任务节点.其内容为“这是一个组织会议的过程.为使会议组织成功,希望会议组委会的成员在会议主席的领导下理解并遵从此会议组织过程”.彼得很高兴,这正是他想要学习的内容和他所要达到的学习目的.

明确做一件事情所涉及的过程可以帮助我们按部就班地完成这件事情.XCHIPS 系统支持以有向图的形式表述过程(如图 1 和图 4 所示).它还支持将与此过程相关的信息,如文件、Web 页、文字和图形等,链接到过程中

的任务上或包含在相应的任务中.XCHIPS 还支持过程的动画式的模拟执行以及合作者控制下的对过程结构的同步浏览.

彼得接着执行学习组织会议的过程的第 2 步.他打开此任务,并打开其所含的嵌入链接.一个图形化的组织国际会议的过程出现在 XCHIPS 浏览器中(如图 4 所示).彼得扫视了一眼这个图形化的过程描述.他很快对会议的组织工作有了一个概括的认识.他逐步打开过程中的任务及合成任务(子过程),以查看每一步骤的细节.他还打开了一些任务中的嵌入链接,阅读了与此过程相关的一些信息(Web 页面).然后,他返回该过程的根结点,并在其上用菜单触发了过程的动画式模拟执行.该根节点先变成淡黄色(就绪),然后变成绿色(执行),接着该根节点自动打开,其中的任务节点依次改变颜色,直至所有任务节点都变成褐色(完成).这个动画模拟让彼得感到会议的组织工作正在按部就班地进行.

彼得对会议组织的一些步骤还有一些疑问.他邀请约翰加入了他的 XCHIPS 同步浏览会议(session).约翰领着彼得逐步浏览了该组织会议的过程.通过 NetMeeting 的声音渠道,约翰向彼得详细地解释了每一步的要点,并回答了彼得所提出的问题.

通过对该过程的浏览、动画模拟、协同浏览、对话、问答和演示,彼得对组织会议的过程有了一个明确的认识.

依照过程反复练习直至掌握.成功地学会做一件事情的关键是身体力行、反复练习.XCHIPS 支持(依角色划分任务及)过程的执行.通过扮演角色协同地执行一个过程.角色扮演者们(即任务的担当者们)可以在一个模拟的环境中练习所要掌握的过程.

彼得复制了一个组织会议的过程.然后,彼得将这个过程和 XCHIPS 系统介绍给了他所挑选的程序委员会主席、会议所在地组委会主席、会议出纳员和 Web 站点管理员.彼得安排了数次虚拟学习会议,以帮助组委会成员熟悉会议的组织过程及其所担当的任务.他们还一道修改了过程中的一些细节.在彼得的(手工)控制下,他们一道按各自所担当的角色模拟了会议的组织 and 执行过程.这种过程化的角色练习不仅帮助他们熟悉了各自的角色和任务,而且帮助他们对会议组织的全貌、对角色及任务间的协调有了一个身临其境的认识.

有了这个学习过程,彼得感到对会议的组织胸有成竹.他按过程中既定的时间正式开始了会议组织过程的执行.这时,合作学习变成了合作工作.对组委会中的新手来说,过程的执行是一个综合的合作工作和学习过程.

3.2 用户体验

XCHIPS 是我们在欧共体的 EXTERNAL(IST-1999-10091)项目^[13]中开发的系统.它的第 1 个改进版(XCHIPS v1.5)被用于 EXTERNAL 项目中的 3 个分布团队案例中.我们的项目合作伙伴正在评估使用 XCHIPS 系统的效果.初步的结果显示,XCHIPS 所支持的视觉化协同超媒体可以在一定程度上满足分布式合作学习及合作工作的需求:

- 表示:视觉化协同超媒体可以表示团队、个人、过程、信息资源以及它们之间丰富的关系.
- 计划:参加者合作创建视觉化超媒体应用领域模型(包括学习或工作过程及其相关信息资源)得到了很好的支持.
- 执行:合作者可以灵活地定义和修改基于角色的手工及计算机控制的过程执行.
- 协调和通信:视觉化协同超媒体可以定义应用领域的视觉化语言.这种语言以及使用这种语言来共同描述学习(和工作)过程及内容的合作有助于建立合作者间的共同理解.共享的视觉化协同超媒体所表示的过程、内容以及文字和语音通信工具使得合作者之间的协调和通信得到了较好的支持.

用户们喜欢可见的过程实例表示以及色彩化表示过程中任务的执行状况.因为这可以让他们看到过程执行的概貌,即哪些任务已经完成,哪些正在进行,哪些尚未开始.这还使得他们可以修改正在执行的过程.他们还喜欢建立在共享的超媒体空间上的同步和异步合作的融合.这使得合作者可以在同步合作前做预先浏览和修改,还使得因故未能参加同步实时合作的团队成员可以用浏览器查看已完成的过程结构,以了解事情发生的经过.另外,在超媒体空间中的文字及手写手画形式的注释和评注也被认为很有用处.

用户们也遇到了很多问题.比如,集成在 XCHIPS 系统中的语音及应用共享工具 NetMeeting 需要用户端开

通一定的网络端口(port),以供建立在 TCP/IP 上的通信之用,不少用户或因无法得到所需端口或因防火墙的问题而得不到语音及应用共享的支持.这要求我们选用或开发新的不受防火墙限制的语音及应用共享工具.另外,当同一会议(synchronous session)中人数多于 15 人时,XCHIPS 系统的实时响应能力明显降低.这要求我们把同步实时合作的支持范围限制在合作小组上,或者进一步改善系统的同步实时支持的规模.

4 相关工作

e-learning 因其广泛的应用前景,目前已经受到了广泛的重视.使用 e-learning 系统的单位和个人也越来越多.在分布合作学习环境中,学习者和指导者需要一些协同和通信手段去协调他们共同的活动,指导者还需要灵活的过程支持来描述学习材料和学习活动的大致顺序^[14,15].实时的交互和反馈有助于学习者及时发现和改正错误^[16].但现有的 e-learning 系统对交互、合作,特别是协调的支持还很不够.WebCT^[17]和 Blackboard^[18]是当前使用最为广泛的基于万维网的 e-learning 系统.它们都支持学习材料的共享与管理,并提供小组讨论和电子白板等通用实时交互的工具.但它们都未提供协调合作学习的学习过程或学习方法的描述与执行的手段.在现有的 e-learning 科研原型系统中,有的支持以规则或步骤的形式描述合作学习的方法(或策略),用以指导学习者按既定的合作学习过程学习(如 CSILE^[19]和 Web-SMILE^[20]).有的系统允许用户自己定义学习活动的步骤,但没有提供对所定义的步骤在执行上的支持(如 McBAGEL^[19]).文献[1,21]所描述的系统提供了作为学习协议的脚本化的支持.这些脚本可以实现为可自动或按需执行的程序.文献[15]将学习过程作为工作流来执行.与这些系统相比,XCHIPS 的基于视觉化超媒体的学习过程在描述上更为直观,在执行上更为灵活.它既允许人为控制的手动执行,又允许在计算机控制下自动执行.它支持用户自定义过程,并且允许合作者在学习过程的执行过程中对其进行修改.

学习团队需要一个共享的信息空间去维持一个学习和讨论的焦点.大多数 e-learning 系统提供了一个共享的电子白板和共享的信息(文件)空间.与 XCHIPS 相比,电子白板缺乏丰富的视觉超媒体元素和丰富的超媒体信息结构.大多数共享信息系统(如文献[22])缺乏对过程和实时虚拟会议的支持.与传统的电化会议系统相比,XCHIPS 增加了对会议过程的描述和执行上的支持.

就超媒体技术而言,本文所描述的视觉超媒体与空间超媒体(ViKi^[6])最为接近.像空间超媒体一样,视觉超媒体可用空间布局和颜色去表示对象间的关系.它还包含空间超媒体所没有的外在链接,以增强对明确语义关系的表述能力.除了空间超媒体以外,视觉化协同超媒体还综合了协同超媒体、 workflow 超媒体、航海超媒体以及电子白板的视觉和行为特征.因而,本文所描述的协同化视觉超媒体是对传统的航海超媒体以及新兴的空间超媒体的扩充.

5 结论

为支持基于万维网的分布合作学习(和工作),本文提出了一种视觉超媒体技术.这种技术提供了一个共享的超媒体空间,其中:

- 合作学习者可用丰富的、形象的超媒体来构思,以表示学习材料(学习内容)和学习过程(学习方法);
- 合作学习者享有灵活的对学习方法和彼此协调所需的过程支持、通信渠道以及文件处理功能;
- 合作学习的组织者可使用会议管理功能,以帮助学习团队相聚在一个共享的信息空间(同步协作),方便地开通和使用通信渠道,并且与异步的(建立在共享信息空间上)合作相融合;
- 合作学习者可以通过万维网浏览器,自动(下载、更新和)启动具有会议管理功能的视觉化超媒体浏览器(来浏览和修改视觉超媒体).

协同视觉超媒体综合了多个超媒体领域的视觉及行为特征.对 XCHIPS 所支持的超媒体特征而言,我们的经验表明,可以扩展 Dexter 模型,以支持这些综合的视觉超媒体特征.简言之,这个模型用合成节点来表示集合及集合成员的排版和视觉关系,用一般节点来表示内容或外部文件(或应用),用外在的链接表示明确的关系并支持人工或计算机控制下的航行.合成节点中的超媒体的结构、语义及行为约束可由合成节点的类型及其内容

类型(schema)来定义.协同超媒体模型建立在基于 Java 的共享对象模型上,因而享有所有动态的共享数据复制以及对存取操作的事务处理功能.

作为协同视觉超媒体的具体实现和应用,我们介绍了 XCHIPS 系统及其在合作学习(及其相关的合作工作)领域的应用.XCHIPS 系统在欧共体的 EXTERNAL(IST-1999-10091)项目中的应用显示,XCHIPS 所支持的视觉化协同超媒体可以在一定程度上满足分布式合作学习及合作工作的需求.使用这种视觉化语言来共同描述学习的过程及内容,有助于建立合作者间的共同理解.共享的视觉化协同超媒体所表示的过程、内容以及文字和语音通信工具使合作者之间的协调和通信得到了较好的支持.在今后的工作中,我们将进一步探讨如何以更灵活的方式将学习过程(教学法)的描述以及所要学习的内容的描述结合在一起.另外,我们还将进一步研究合作学习与合作工作的紧密结合,以及这种结合所需要的系统支持.

致谢 感谢 Martin Wessner,Joerg Haake,Jessica Rubart 和 Daniel Tietze 对本文初稿所提出的建议.感谢 EXTERNAL(IST1999-10091)项目伙伴对 XCHIPS 系统应用所提供的反馈信息.

References:

- [1] Mancini BM, Hall RH, Hall MA, Stewart B. The individual in the dyad: A qualitative analysis of scripted cooperative learning. *Journal of Classroom Interaction*, 1998,33(1):14~22.
- [2] Johnson DW, Johnson RT, Smith KA. *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Edina: Interaction Book Company, 1991.
- [3] Desanctis G, Wright M, Jiang L. Building a global learning community. *ACM Communications*, 2001,44(12):80~82.
- [4] Halasz F, Schwartz M. The dexter hypertext reference model. *Communications of the ACM*, 1994,37(2):30~39.
- [5] Van Dyke Parunak H. Don't link me in: Set based hypermedia for taxonomic reasoning. In: *Proc. of the 3rd Annual ACM Conf. on Hypertext*. New York: ACM Press, 1991. 233~242.
- [6] Catherine M, Frank S. Spatial hypertext and the practice of information triage. In: Bernstein M, Østerbye K, Carr L, eds. *Proc. of the 8th ACM Conf. on Hypertext*. New York: ACM Press, 1997. 124~133.
- [7] Furuta R, Stotts D. Interpreted collaboration protocols and their use in groupware prototyping. In: *Proc. of ACM CSCW'94*. 1994. 121~131.
- [8] Haake JM, Wang WG. Flexible support for business processes: Extending cooperative hypermedia with process support. *Information and Software Technology*, 1999,41(6):355~366.
- [9] Wang WG. Team-and-Role-Based organizational context and access control for cooperative hypermedia environments. In: *Proc. of the 10th ACM Conf. on Hypertext and Hypermedia*. 1999. 37~46.
- [10] Wang WG, Haake JM. Tailoring groupware: The cooperative hypermedia approach. *The Journal of Collaborative Computing*, 2000, 9(1):123~146.
- [11] Tietze DA, Steinmetz R. Ein framework zur entwicklung komponentenbasierter groupware. In: *Proc. der Fachtagung D-CSCW 2000*. 2000. 49~62.
- [12] Hind D. *Transferable Personal Skills: A Student Guide*. Sunderland: Business Education Publishers Ltd, 1989.
- [13] Wang WG, Haake JM, Rubart J. Supporting virtual meetings in the overall business context. *Int'l Journal of Computer Applications in Technology*, 2004,19(3-4):1~14.
- [14] Ardito C, de Marsico M, Lanzilotti R, Levialdi S, Roselli T, Rossano V, Tersigni M. Usability of E-learning tools. In: Catarci T, Costabile MF, Levialdi, S, Santucci G, eds. *Proc. of the Working Conf. on Advanced Visual Interfaces*. New York: ACM Press, 2004.
- [15] Cesarini M, Monga M, Tedesco R. Carrying on the e-learning process with a workflow management engine. In: *Proc. of the 2004 ACM Symp. on Applied Computing*. New York: ACM Press, 2004. 940~945.
- [16] Amponsah K. Patterns of communication and the implications for learning among two distributed-education student teams. In: *Proc. of the 21st Annual Int'l Conf. on Documentation*. New York: ACM Press, 2003. 20~27.
- [17] WebCT. 2004. <http://www.webct.com>
- [18] Blackboard Learning System. 2004. <http://www.blackboard.com>

- [19] Scardamalia M, Bereiter C. Computer support for knowledge-building communities. In: Koschmann T, ed. CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm. Mahwah: Erlbaum, 1996. 249~268.
- [20] Guzdial M, Hmelo C, Huebscher R, Nagel K, Newstetter W, Puntembakar S, Shabo A, Turns J, Kolodner JL. Integrating and guiding collaboration: Lessons learned in computer-supported collaboration learning research at Georgia Tech. In: Hall R, Miyake N, Enyedy N, eds. Proc. of Computer-Supported Collaborative Learning. Lawrence Erlbaum Associates, 1997. 91~100.
- [21] Pfister HR, Mühlpfordt M. Supporting discourse in a synchronous learning environment: The learning protocol approach. In: Stahl G, ed. Proc. of Computer-Supported Collaborative Learning. Lawrence Erlbaum Associates, 2002. 581~589.
- [22] Bentley R, Horstmann T, Sikkil K, Trevor J. Supporting collaborative information sharing with the World Wide Web: The BSCW shared workspace system. In: Proc. of the 4th Int'l WWW Conf., Issue 1. O'Reilly, 1995. 63~74.

敬告作者

《软件学报》创刊以来,蒙国内外学术界厚爱,收到许多高质量的稿件,其中不少在发表后读者反映良好,认为本刊保持了较高的学术水平.但也有一些稿件因不符合本刊的要求而未能通过审稿.为了帮助广大作者尽快地把他们的优秀研究成果发表在我刊上,特此列举一些审稿过程中经常遇到的问题,请作者投稿时尽量予以避免,以利大作的发表.

1. 读书偶有所得,即匆忙成文,未曾注意该领域或该研究课题国内外近年来的发展情况,不引用和不比较最近文献中的同类结果,有的甚至完全不列参考文献.

2. 做了一个软件系统,详尽描述该系统的各个方面,如像工作报告,但采用的基本上是成熟技术,未与国内外同类系统比较,没有指出该系统在技术上哪几点比别人先进,为什么先进.一般来说,技术上没有创新的软件系统是没有发表价值的.

3. 提出一个新的算法,认为该算法优越,但既未从数学上证明比现有的其他算法好(例如降低复杂性),也没有用实验数据来进行对比,难以令人信服.

4. 提出一个大型软件系统的总体设想,但很粗糙,而且还没有(哪怕是部分的)实现,很难证明该设想是现实的、可行的、先进的.

5. 介绍一个现有的软件开发方法,或一个现有软件产品的结构(非作者本人开发,往往是引进的,或公司产品),甚至某一软件的使用方法.本刊不登载高级科普文章,不支持在论文中引进广告色彩.

6. 提出对软件开发或软件产业的某种观点,泛泛而论,技术含量少.本刊目前暂不开办软件论坛,只发表学术文章,但也欢迎材料丰富,反映现代软件理论或技术发展,并含有作者精辟见解的某一领域的综述文章.

7. 介绍作者做的把软件技术应用于某个领域的工作,但其中软件技术含量太少,甚至微不足道,大部分内容是其他专业领域的技术细节,这类文章宜改投其他专业刊物.

8. 其主要内容已经在其他正式学术刊物上或在正式出版物中发表过的文章,一稿多投的文章,经退稿后未作本质修改换名重投的文章.

本刊热情欢迎国内外科技界对《软件学报》踊跃投稿.为了和大家一起办好本刊,特提出以上各点敬告作者.并且欢迎广大作者和读者对本刊的各个方面,尤其是对论文的质量多多提出批评建议.