

应用共享工作机制的比较与应用

Research on Mechanism of Application Sharing in CSCW System

李 勤 (乐山师范学院 计科系 乐山 614004)

摘要:分析了 CSCW 系统中的 3 种应用共享技术,给出了集中式、复制式和混合式 3 种共享机制的结构图。利用复制式共享技术设计了一个基于 CSCW 的网络教室,并对系统的事件分发和并发控制策略作了深入分析。

关键词:CSCW 应用共享 并发控制

1 计算机支持的协同工作概述

计算机支持的协同工作(CSCW, Computer Supported Cooperative Work)是一个利用计算机技术、网络与通信技术、多媒体技术以及人机接口技术,将时间上分离、空间上分布而工作上又相互依赖的多个协作成员及其活动有机地组织起来,以共同完成某一项任务的你见即我见的协同工作环境^[1]。CSCW 研究内容基本上分成两个层次:支持群体协同工作(CW)的研究处于上层,它为系统提供指导性意义的系统理论方法,这一层次主要涉及社会学、管理学、心理学、人类行为学等领域的理论;有关计算机化的人与人交互的相关技术(CS)的研究则处于下层,它为系统提供底层支撑技术,这一层次仅涉及计算机和通信领域的纯技术问题(如计算机网络技术、多媒体技术、数据库技术等)。

在 CSCW 系统中支持同步协作的技术中,应用程序共享是其中的重要内容之一。应用共享技术是指由一个群体的各成员通过各自的机器共同控制在一台机器上执行的应用程序,使之可以由多个用户共同控制、实现协作。此外,并发控制策略也是其重要研究内容。

2 应用共享机制理论分析

应用共享机制的主要目标是使一组用户在对单用户程序不做或尽量少做修改的情况下,直接将已有的程序应用到 CSCW 环境中进行协同工作。按照时间特性对 CSCW 系统进行分类,交互合作方式分同步和异步(Synchronous 和 Asynchronous)。同步方式的协同操作表示合作者间的紧耦合关系,即某个合作者的操作可以立即被群组中其它成员所感知;异步方式表示

合作者间是松耦合关系,合作者的操作结果不是立即传送给群组中的其它成员,而是一段时间后才被其它成员感知。共享技术只在同步协作系统中涉及。根据应用共享机制实现方式的不同,同步协作系统可以分为集中式应用程序共享、复制式应用程序共享以及混合式应用程序共享。

2.1 集中式应用程序共享

集中式应用程序共享方式也称作共享显示法^[2],该方式下参加协同工作的不同计算机上的用户可以共同操作安装在某一台计算机上的应用软件,并且所有的用户都可以看到操作的结果,用户间传递的信息是应用程序的输出结果,输出结果由一个应用程序产生^[3]。集中式应用共享机制 CeAS (Centralized Application Sharing) 可用三元组形式表示如下:

$$\text{CeAS} = (N, \text{CS}, \text{OSD})$$

其中: N (Nodes) 为参加应用共享的节点集;

CS (Control Strategies) 为共享控制策略集;

OSD (Output Sharing Data) 为输出共享数据集;

图 1 给出的是集中式应用共享的实现结构。

从图中可以看出,在该方式下,共享策略根据用户在集中式应用共享中的角色情况(是共享服务器节点还是共享客户节点),协调控制结构中各模块的执行。对共享服务器节点来说,输入录制、共享结果显示、应用程序图像显示等模块不起作用;而对共享客户节点,共享结果捕获、输入回放、输入选择,应用程序等模块则不起作用。对于整个系统来说,用户可在多个节点输入,把所有输入消息发送到服务器节点以后,由服务器节点选择执行并产生本地图像输出,然后把该图像

分发到各共享节点并在本地显示,完成一个协同操作。

2.2 复制式应用程序共享

DAS (DuplicateApplicationSharing) 可用五元组形式表示如下:

$$DAS = (N, A, R, CS, ISD)$$

其中: N (Nodes) 为参加应用共享的节点集;

A (Applications) 为参加共享节点上的应用集;

R (Resources) 为参加共享节点上的资源集;

CS (ControlStrategies) 为共享控制策略集;

ISD (InputSharingData) 为输入共享数据集;

图 2 是复制式应用程序共享的实现结构。

从图 2 可以看出,在该方式下,整个系统运行的是应用程序的多个拷贝,协作的结果在本地产生,因而在这种机制中,要选择激活节点 (也就是当前获得操作令牌的用户) 的外界输入来作为所有用户节点应用程序的输入,该功能由共享策略和输入选择模块共同完成。对激活节点,输入回放模块不起作用,其本地的外界输入直接送往应用程序处理,同时还要把输入消息录制下来,发送到没有操作权的用户节点。而对没有操作权的用户节点,其外界输入被屏蔽掉,输入录制模块不起作用,应用程序不对本地输入响应,应用共享管理器把激活节点发送过来的消息通过输入回放模块送往应用程序生成输出结果。

复制式应用程序共享技术的主要特点是计算机间传递的只是用户操作应用软件的消息,网络数据流量较小;用户通过自己的计算机获得输出结果的,系统响应较快。

2.3 混合式应用程序共享

混合式应用程序共享是指在一个进行应用程序共享的协作群体内,集中和复制式应用程序共享机制并

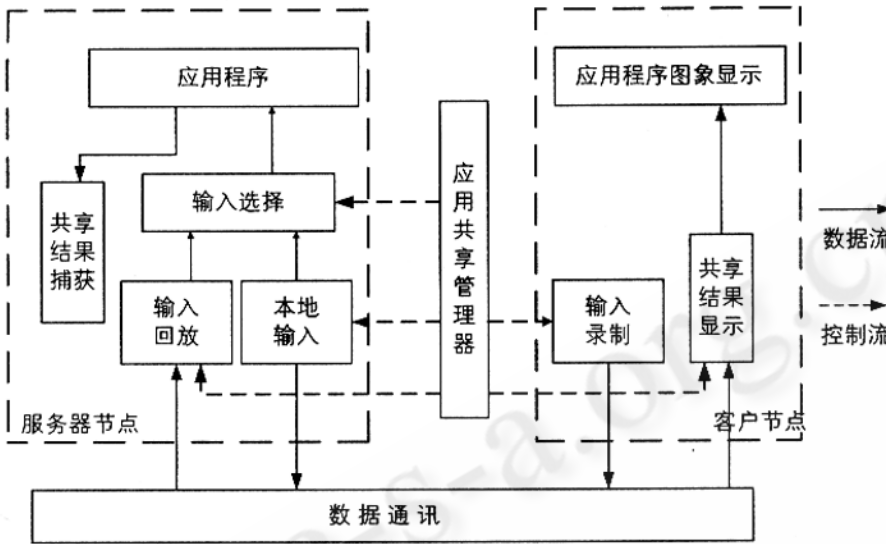


图 1 集中式应用共享的实现结构

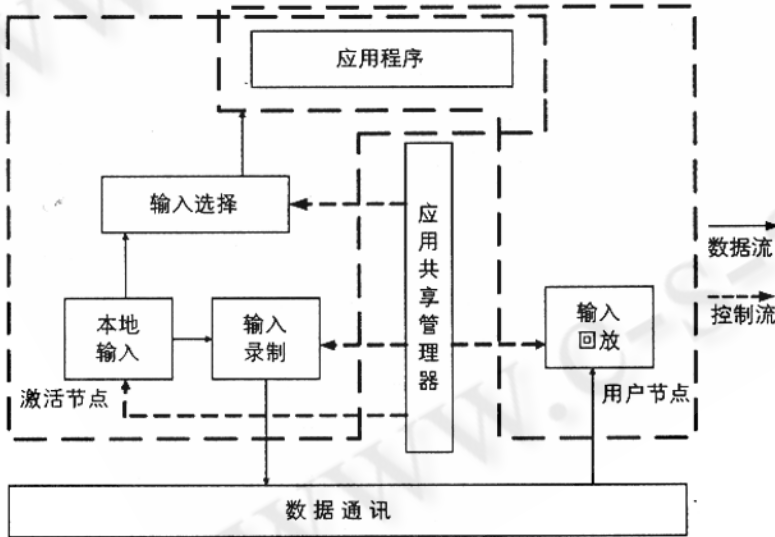


图 2 复制式应用程序共享的实现结构

复制式应用程序共享模式也称作事件分发法^[2], 该方式下参加协作的每个计算机上都运行有单用户应用软件的一个副本,用户对应用程序的操作(例如鼠标、键盘输入消息等),通过应用程序共享技术被复制到其他计算机上,在其他计算机上产生同样的输出结果,使协作中每个用户能够感觉到其他人的存在,达到单用户应用程序的网络化协作。复制式应用共享机制

存,并且该协作群体内不同共享机制的用户间可以进行互操作。即混合式应用共享方式是由集中式和复制式应用共享方式相结合而成。混合式应用共享机制 CoAS (CompositeApplicationSharing) 可用七元组形式表示如下:

$$\text{CoAS} = \{ N, A, R, \text{ASCS}, \text{CS}, \text{ISD}, \text{OSD} \}$$

其中: N (Nodes) 为参加应用共享的节点集;

A (Applications) 为参加共享节点的应用集;

R (Resources) 为参加共享节点的资源集;

CSAS (CooperativeStrategiesofApplicationSharing)

为应用共享机制协调策略集;

CS (ControlStrategies) 为共享控制策略集;

ISD (InputSharingData) 为共享输入数据集;

OSD (OutputSharingData) 为共享输出数据集;

在混合式应用共享下,参加应用共享的节点在应用共享协调策略的控制下,根据各自的特点组成两种基本共享机制的子节点集合。混合式应用共享机制中,我们把同时运行两种机制的节点并对共享过程具有绝对控制权称为主席节点,这样在混合式应用共享的群体中,就有一个用户同时运行了两种机制的应用共享,在两种共享机制间起着共享数据转换的作用;把当前拥有实际操作权的用户节点,称为焦点节点;把焦点节点采用的应用共享机制称为活动共享机制 (active sharing mechanism), 而把其它应用共享机制称为非活动共享机制 (inactivate sharing mechanism), 由于焦点节点是动态变化的,所以活动共享机制和非活动共享机制都是相对的概念^{[3][4]}。在混合式的应用共享过程中,焦点节点把活动共享机制的共享数据传送到采用该共享机制的所有节点;主席节点把活动共享机制的共享数据转换成非活动共享机制的共享数据,然后把非活动共享机制的共享数据传送到采用该共享机制的所有节点,这样就实现了混合机制方式下的应用共享。

2.4 三种共享机制的比较

集中式应用共享的优点在于集中式服务器可以简化事件的调度,在保证各种数据对象及用户视图一致性方面不需要做复杂的控制处理,整个协同工作系统中只有一个应用程序拷贝运行,同步机制简单,程序容易开发维护,并且协作中用户的动态加入和撤离容易实现;其缺点在于集中式结构可靠性较差,因网络需要分发大量的图形化应用程序显示结果,因此网络流程

大,客户端响应速度较慢,没有弹性的控制机制,协作结果不能重放。从功能的角度来看,这种系统实现的是“透明协作” (Transparent Collaboration) 方式,即 WYSIWIS (What You See Is What I See)。

复制式应用程序共享技术的主要特点是计算机间传递的只是用户操作应用软件的消息,网络数据流量较小;用户通过自己的计算机获得输出结果的,系统响应较快。与集中式共享相比,复制式共享最大的特点就是分发的永远是事件,该事件代表的是系统中对象状态的改变,各个节点的本地应用程序可以通过这些事件修改本地界面,实现协同工作的效果。

混合式应用共享方式是由集中式和复制式应用共享方式相结合而成,具有更强的网络环境适应能力,适合异构操作系统。

3 复制式应用共享的一个实例实现

由于复制式应用程序共享网络资源占用低,系统响应快,易于被用户接受,本文选择了这种共享机制设计网络教室系统。对集中式应用程序共享方式来说,对应用程序并没有具体要求,我们只需在启动网络教室软件后,利用 Microsoft Net Meeting 的桌面共享功能就可以实现网络教室中的集中共享,如电子白板模块。当网络教室具备了复制式应用程序共享功能,再结合 Net Meeting 即可实现混合式应用程序共享。

与集中式共享相比,复制式共享最大的特点是事件的分发,该事件代表的是系统中对象状态的改变,各个节点的本地应用程序可以通过这些事件修改本地界面,实现协同工作的效果。分发事件的选取以及各个节点之间的并发控制策略是复制式应用程序共享实现的重点内容。

3.1 分发事件的选取

任何一个计算机软件都存在着底层事件与高层事件,底层事件指的是所有的鼠标和键盘等事件,高层事件指的是软件中对象状态的改变。考虑到底层事件发生的过于频繁,本文认为协同工作中分发的应该是高层事件。

在网络教室中高层事件由“直接事件”和“后置事件”组成,其中直接事件对应用户操作,而后置事件则是网络教室在用户操作进行后,系统内部触发而造成对象改变的事件。从理论上来说,只需要通过直接事

件就可以还原出用户的所有操作,因此,只要分发高层事件中的直接事件即可,但考虑到参与协同工作的不同计算机的运行速度不一致,单分发用户操作产生的直接事件可能会造成参与协同工作的不同计算机的界面不一致,给用户带来不便,因此,有必要将所有的高层事件都进行分发,这需要根据网络教室的实际构建情况而定。本系统的目标是保证参与协同工作的不同计算机之间界面的一致性。

3.2 并发控制策略

由于不同用户可以在参与协同工作的不同计算机上同时操作,因此,哪些操作有效,哪些操作无效的选择就变得非常重要,这就是协同工作的并发控制问题。当前,主要存在着两种不同的并发控制策略即:串行化方法和加锁法。

对于串行化方法来说,协同工作系统将用户的每一操作均当成分布式系统中的一个事件,系统按照某种方式定义一种全局序,然后按照此全局序在各站点处执行各操作。这样一来在所有的站点处,所有的操作都按统一顺序执行,保证了各个站点之间的同步。加锁法实际上是通过修改共享对象的访问权,在某一段时间内授予某唯一的访问者,以使对共享对象的访问得以串行化,从而保证数据的一致性。

考虑到教师和学生角色的不对等性,网络教室中的并发控制设计采用了加锁法。系统对教师和学生授予不同的使用权限。在教学过程中,教师有绝对的控制权,由教师决定各种权力的分配,教师也可强行收回权力,学生在进行大多数操作之前,都必须得到教师的批准。如教师有权使用屏幕监控、屏幕广播、黑屏、远程消息发送等功能,学生只能被动接受;教师对白板有普遍的使用权,学生则受限使用。学生举手等操作需要得到教师的允许。对于解锁的方法,一是手动解锁,另一种是自动解锁。手动解锁需要在用户执行完自己的操作以后手动释放被自己锁定的对象,显然此种方式对用户来说比较复杂,而且会降低整个系统的效率,

因此,本文采用自动解锁的方式,由计算机来判断用户何时操作完毕,并自动释放被锁定的对象。

4 系统实现

本文用上述思路开发了一个支持协同工作的网络教室,实现了教师指导和学生协同学习两种使用模式。系统采用 C/S(客户机/服务器)结构,服务器用于所有消息的中转。系统设计了联机讨论,消息发送,屏幕广播,屏幕监控,黑屏、电子白板等模块,并实现了部份功能。在程序设计上,系统选用微软 Direct9.0 中的 Direct Play 组件,该组件设计的最初目的是为了简化网络游戏开发中的并发问题,这和网络教室中的并发是相同的。在代码中采用 Direct Play 中的 Server 类作为服务器对象,Client 类作为客户节点;采用 Server 类和 Client 类中的 SendTo 方法进行消息发送,并通过参数设定消息发送对象;当相应节点接收到消息后,用 Server 类和 Client 类中的 OnDataReceive 事件进行处理,处理完毕后再用 SendTo 方法返回消息,完成整个流程。

参考文献

- 1 史美林、向勇,计算机支持的协同工作理论与应用[M],北京:电子工业出版社,2000.
- 2 许玲,CSCW 系统中的应用共享技术研究[J],广州大学学报(自然科学版),2003,2(3):548-551.
- 3 张鹏程、李人厚等,计算机支持协同工作中混合式应用程序共享模型分析[J],西安交通大学学报,2002,6(36).
- 4 Jin H. Jung Hyun S. Yang. Window capturing - based application sharing under heterogeneous window system[J]. Comput & Graphics, 1998, 22(2-3):243-254.