

异构环境下的 CSCW 模型研究与实现^{*}

Research and Implementation of CSCW Model in Heterogeneous Environment

李军怀^{1,2} 周明全¹ 耿国华¹(西北大学计算机系 西安710069)¹ (西安理工大学计算机系 西安710048)²

Abstract The recent proliferation of computing devices and the contexts in which they are used demand diversity in collaborative applications as well. A generic three-layer XML-based architecture of CSCW is presented, which includes user interface service layer, awareness service layer and application/database service layer, and support collaboration of heterogeneous applications. The conferees share the same data or a subset of that data, represented in XML, so they may adapt to their heterogeneous computing environments and see it displayed in different ways as needed or desired.

Keywords CSCW, XML, Awareness, Database

1 引言

计算机支持的协同工作(CSCW)是指一组用户在一个共享的工作环境中协作地完成一个任务。CSCW 系统允许多个用户对共同的对象(如协同文件、协作绘图系统中的像素等)同时进行操作,并且为多个用户协同工作完成一个共同的任务提供了计算机技术支持,尤其是为协作用户提供了虚拟的共享工作空间,使得地理上分布的用户进行协同工作成为可能。

传统的 CSCW 应用系统提供同步支持,即 WYSIWIS (What You See Is What I See)技术。WYSIWIS 允许一个用户指向或讨论屏幕上的一个对象,这个对象对所有协作者都是透明的。提供 WYSIWIS 功能对于过去的许多 CSCW 应用系统来说是一件比较困难的事情,但是由于他们一般都基于同样的平台,因此并不是不可能实现的。然而,开发异构环境下的协作应用系统代价昂贵而且非常困难。

目前,随着 anytime-anywhere 计算技术的发展,支持异种平台是不可避免的。例如在许多领域出现了涉及同步协作的移动应用程序(如商务、医疗保健、军事服务和交通运输等)。另外,用户应用多种多样,应用系统的资料源也是异质的。其中,资料的表现、组织形式也将是多种多样。例如,在远程协同教学中,教师将和学生一起讨论课程。政府机构,商业伙伴将在一个开放可信安全的文档空间讨论关心的税收、财产、工作、法规,包括任何涉及的人都可以进行资料的快照、实时传递。远程医疗、远程故障诊断、协作会议等应用都将成为一个共同的协作应用。

本文针对目前 CSCW 环境下,用户接口的多样性、后台资料源的异构性等特点,提出了一个基于 XML 的通用 CSCW 分层(包括客户层、感知服务器层、应用/数据库服务器层)体系结构。并着重讨论了系统所涉及的用户接口、工作空间感知和后台异构数据源集成等实现机制。

2 系统体系结构

2.1 相关背景

由上面的讨论我们可以看出,随着应用环境和支持平台的发展,CSCW 正向着开放性、集成性、智能化方向发展,人们的协作对 CSCW 系统提出了一些新的要求:

(1)开放性 主要体现在 CSCW 系统的各个结点可能运行在不同的硬件、网络平台以及协议上,还体现在 CSCW 系统内挂接的异质数据源之间的互操作乃至异种 CSCW 系统之间的合作。

(2)集成性 主要是指集成多种媒体、多种工具,允许不同的合作技术相结合,允许多种方法和风格共存,支持更加广泛的应用。

(3)支持用户接口或应用的多样性 CSCW 系统的协同接口应该提供表现级、视图级和对象级等不同耦合程度的视图共享,以满足不同用户或用户设备的协同需求。

(4)共享对象的协作机制和策略的分离 一般的 CSCW 系统为用户的协作规定了固定的模式,系统中的控制规则和机制是隐含在系统的实现中,用户只能遵循这些已定义好的模式进行工作。然而现实的协作活动具有很大的不确定性,让用户在某种模式下进行协作限制了用户的行为。因此,共享对象中不应包含任何与协作设置有关的语义,保证共享对象的协作机制与协作策略的分离是必要的^[1,2]。

2.2 XML 技术

目前,XML 技术的出现和发展,为解决这些问题提供了良好的契机。XML 是由 SGML (Standard Generalized Markup Language, 标准化通用标记语言)发展而来,是 SGML 的一个简化子集,目前正在迅速成为网络资料交换的标准。

XML 是一种全新的与媒体无关的资料存储形式。XML 文件可以线性模型或树模型来组织资料。在树模型中,DOM (Document Object Model, 文件对象模型)是一个结构化文档编程接口(API),它定义了文档的逻辑结构以及访问和操纵文档的方法,XML 文档中的元素就是 DOM 树中的节点对象。使用 DOM 模型,程序员可以方便地创建文档、导航其结构,或增加、修改、删除、移动文档的任何成份。

XML 使用 DTD(文档类型定义)规定一套关于标记符号的语法、语义规则,比较准确地描述文本资料的内容、含义、结

^{*} 本论文受到863(编号:2001AA411310)和国家自然科学基金(编号:60072044)项目资助。李军怀 博士生,主要研究方向为分布式计算、CSCW。周明全 教授,博士生导师,主要研究方向为计算机视觉、虚拟现实。耿国华 教授,博士生导师,主要研究方向为分布式计算、CSCW。

构、特征和关系等信息(称为元资料),而把资料的外观表现形式交给样式表(如 CSS, XSL, DSSSL 等)处理,这样就把资料的内容和其表现形式合理地隔开,从而大大提高 XML 资料的可理解性、可交换性和重用性。另外,XML 的优势还在于它的简单性、灵活性和可扩展性。XML 文档是纯文本,独立于平台和应用。

2.3 系统结构

将 XML 与上述 CSCW 的功能需求相结合,我们提出了一个基于 XML 的分层 CSCW 系统模型(包括用户接口层、感知服务器层、应用/数据库服务器层),该模型在采用 DOM Tree 结构的共享对象基础上,通过分层的服务接口来增加其协作支持功能,以满足 CSCW 系统中的协同需求^[3]。

在此模型中,用户对共享对象的访问和操作不是直接作用于共享对象的,而是先通过中间感知服务层,在通过这些服务层的同时完成对共享对象的协作支持。其中,用户服务的提供通过统一的格式——XML,可以为不同类型或持有不同设备(如固定计算机,移动设备,PDA 等)用户提供服务,而来自不同或异质数据源的信息可以统一在一个相同的格式 XML。相应地,模型的基本结构如图1所示。下面将分别讨论模型中各层的基本服务功能。

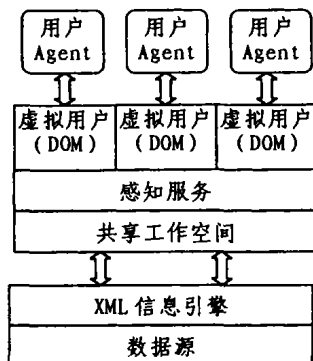


图1 CSCW 系统结构

3 系统各层服务

3.1 用户接口层

在 CSCW 环境下,用户的协作要求与所需信息必须通过 CSCW 的用户接口表示并传递到系统中,而协作的结果也只有通过 CSCW 接口才能反映给用户。因此,研究可支持协同工作的 CSCW 接口,是实现有效协作的重要环节。目前的用户接口模式有集中式、复制式和混合式结构三种。由于集中式结构难以支持不同级别的信息共享,共享操作的实时性难以保证,而复制式结构又难以实现信息的一致性和成员的动态加入与撤离。因此,这两种结构很难满足通用 CSCW 用户协作接口的需求^[4]。

在此,我们模仿 Model-View-Controller (MVC) 模型^[5],采用一种介于集中式结构和复制式结构之间的一种混杂结构(如图2所示):共享信息集中存放于由应用/数据库服务层提供给感知服务器层的共享对象集合中,维持一致性;而信息显示和人机交互的语义部分复制在分布的用户显示代理(agent)中。用户显示 agent 封装了用户接口管理的共享策略,实现协作感知的信息共享。此结构与感知服务器中的共享对象层一起可以支持表示级、视图级和对象级的三级信息共享。

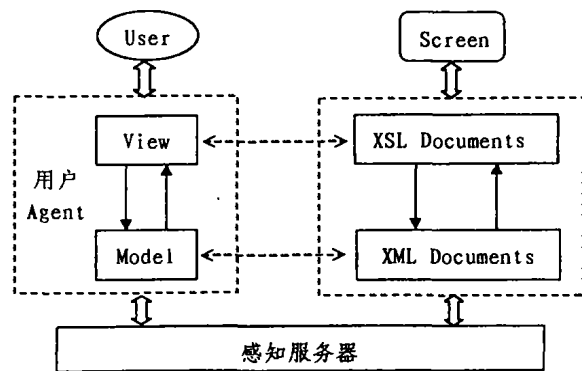


图2 用户接口服务示意图

如图2所示,由于 XML 文档是平台独立的,因而对应 Model;而 XSL(eXtensible Style-sheet Language)依赖于显示的形式,而对应 View。此结构分离了模型事件与视图事件,具有如下优点:

(1)通过 XML/XSL 文档在文档级进行 Model-View 分离,便于进行信息的多级共享;

(2)使用基于 ASCII XML 的标准消息格式,有助于简化协作用户间的通讯机制;

(3)具有一个单一的数据结构(Tree)和一组相关联的操作,这有助于通过虚拟用户 DOM 与系统共享工作空间的 DOM 之间的映射机制完成用户操作的感知^[5]。

3.2 CSCW 感知服务层

在协作应用体系中,灵活、方便而又自适应的工作空间感知是提高工作组协同效率和加快协作任务进程的重要手段。而对于任何同步 CSCW(同时异地)的框架必须包括两个基本要素:共享视图(what you see is what I see)和感知。因此,如图1所示,位于应用/数据库服务器之上的感知服务层可以划分为两个子层。首先是有个感知服务器,它必须跟踪用户的视图和操作,确定其在结构化工作空间的位置。另外一个子层是共享对象工作空间,我们把所有共享的对象置于一个全总集合中,视为广义的空间场所。

1. 感知服务器 感知涉及关于“谁以什么意图在什么地方正在动作”(“who is acting where with what intentions”)信息,以及相关的协作和通讯。感知在此意味着“工作空间感知”。即一个人需要了解在共享工作空间中与另一个小组成员有效交互时他的有关信息^[6]。

在 CSCW 环境中,感知服务层(中间层)完成来自于 DBMS 或其它资料源与客户显示资源的对象空间的连接。一般来讲,中间层必须形成一个感知服务器,其拥有一个可视化映像引擎和许多可感知的模块。本系统模型中,所采用 Rodden 的 focus/nimbus(个人关注空间/个人影响空间)空间模型^[7],focus/nimbus 模型最初由 Rodden 在 Lancaster 大学开发,是一个空间模型。Rodden 的空间感知模型包括人、信息和其它作为对象的 artifacts(可见的可操作的对象),但不考虑一个特别的对象管理。

其中,focus 是一组对象,即一个用户看到的,也可以称为 viewport。nimbus 是一个对象集,一个人活动的依据,即本地工作环境。

2. 共享对象工作空间 由应用/数据库服务器层产生的一个文件对象模型树(DOM Tree)来表示,节点是表达信息的单位,其中的信息可以是文本、图像、视频、动画,甚至还可

以是一段计算机程序,链是实现节点间联系的纽带。另外,这种树形结构对于具有嵌套关系的数据组织特别适合。在多线程的中间层,为每个参与用户建立一个客户代理,并维持关于此客户的对象子集映像到用户视图的有关信息,用户的任何操作,都要检查其所影响的所有视图。

每个用户总是指向一个对象以及所有它的包围对象,对应一个节点及其子树。当移动某个对象到新的位置时,在其它客户端都会引起一个重新显示。共享对象空间所采用的这种 DOM Tree 结构,可以简化协同感知中的并发控制策略。

3.3 应用/数据库服务器层

由于 CSCW 环境是支持多人共同分享工作环境来完成同一工作,因此在此环境中必定有许多用户由各地进入此工作环境。因此工作环境中的共享信息应当采用合适的结构才能适应 CSCW 要求。如图1所示,有关用户接口的处理交由客户端,而协同工作控制机制交由感知服务器层负责,如此可以提高处理的效率。而在资料的管理上我们则采用集中式的管理,也即所有有关资料的变化请求均需通过服务器端的协同控制机制来存取。采用这样的方法是针对 CSCW 应用的特性:在一个支持群体工作的环境下,无论是群体决策、会议系统、共同写作或共同设计的系统,较少会有处理大量资料的情形,因此,不需要在本地端另外维护一个数据库。

具体地讲,共享信息或对象由一个传统资料源和一个“外套”构成,它通过一个 XML 接口(引擎)作为低层 DBMS 或其它资料源的包装。在不改变服务器中原 DBMS 或其它资料源的前提下,只需用一种统一的可扩展语言 XML 为各种服务器做一件外观统一的“外套(wrapper)”,就可构成一个“虚拟应用/数据库服务器”,为系统提供共享工作空间^[8]。如图4所示。

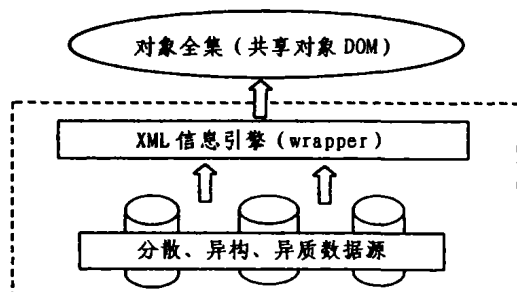


图4 应用/数据库服务器层

4 实现中的若干问题

4.1 用户 Agent 的实现

用户和共享对象工作空间之间的交互通过感知服务器进行,原则上每次有关对象的操作都要与感知服务器进行资料交互,即使资料的很小变化,都要导致整个资料从共享对象工作空间的重新提取和在整个网络上的重新传递,大大降低了系统效率。利用 XML 技术,同时结合在浏览器上为每次访问建立数据缓冲区,作为共享对象的代理。用户访问时先对缓冲区中的资料进行操作,有关资料的更新将被同步到共享对象工作空间中。这样可以部分解决用户和共享工作空间之间不必要的数据传输问题。

在客户端建立的资料代理,可以采用 Java 提供的编程接

口加以实现。同时 Microsoft 的 DOM 和资料岛技术同样提供这些功能。在这些软件模块的支持下,对于 XML 文件中(资料岛)资料的管理,无论 INSERT,DELETE,EDIT 等操作都很方便。

4.2 DOM 树的生成

下面的 Java 程序利用 DOM 型的 Parser 读入上例中的 XML 文件,生成 DOM 树型共享空间结构,并根据树型结构进行相应的操作和处理。

```
import com.ibm.xml.parser.*;
import org.w3c.dom.*;
import org.xml.sax.*;
import java.io.*;
public class XMLDataReader {
    public static void main(string args[]) {
        String xmlFile="product.xml";
        DOMParser parser=new DOMParser(); //DOM Parser 的生成
        try {
            Parser.parse(xmlFile); // 把 XML 文件传给 DOMParser
        } catch (SAXException se) {
            se.printStackTrace();
        } catch (IOException ioe) {
            ioe.printStackTrace();
        }
        Document doc=parser.getDocument(); //从 parser 取得树型结构的资料
        //从树型结构中取得名字为“文档”的所有节点的集合
        NodeList nl=doc.getElementsByTagName("文档");
        //显示出所有文档名
        for(int i=0;i<nl.getLength();i++){
            Node textNode=nl.item(i).getChildNodes().item(0);
            System.out.println(textNode.getNodeValue());
        }
    }
}
```

结论 本文讨论了 CSCW 中用户接口的多样性、底层数据源的异构性等特点,提出了一个基于 XML 的通用 CSCW 分层(包括客户层、感知服务器层、应用/数据库服务器层)模型。该模型使用分层的服务界面实现协作用户对共享工作空间的访问、协作感知等功能,具有简单性、开放性、异质等特点,并在我们所开发的远程医疗系统中得到了实现。我们将进一步深入研究基于 XML 的主动群体感知及协同成员间的语义通讯机制。

参考文献

- 1 谭郁松,王晓东,周兴铭. CSCW 研究中关键技术分析. 计算机科学, 1998, 25(3): 34~37
- 2 冯春华,徐捷,王鸿谷,等. CSCW 系统中共享对象的协作支持模型. 计算机研究与发展, 1999, 36(3): 304~308
- 3 Wegner L. NaviGate-A Navigational Space for Spontaneous CSCW. Available at: <http://www.db.informatik.uni-kassel.de/~wegner/publications.html>
- 4 郑庆华,李人厚. CSCW 协作多用户接口的设计与实现. 小型微型计算机系统, 1998, 19(1): 40~46
- 5 孙莹,许俊华,张毅,等. MVC 编程模型在 Web 程序中的应用及 Java 实现. 计算机工程与应用, 2001. 17
- 6 Dourish P, Bellotti V. Awareness and Coordination in Shared Workspaces. In: Proc. Int. Conf. on CSCW (Toronto, Canada), Oct. 1992. 107~114. J. Turner, R. E. Kraut (eds), ACM Press, 1992
- 7 Rodden T. Populating the Application: A Model of Awareness for Cooperative Applications. In: Proc. of the ACM 1996 Conf. on CSCW, Boston, Mass. 1996. 87~96
- 8 何新贵,杨良怀,唐世渭,等. 主动虚拟服务器和网上资料集成的新模式. 中国工程科学, 2001, 3(5): 55~60