

# 基于 CSCW 的协同图形的存储技术的研究

张东 赵正德 金飞腾 卢志国

(上海大学计算机科学与工程学院, 上海 200072)

**摘要** 由于计算机支持的协同工作(CSCW)能提高人们的工作效率,而计算机支持的协同学习(CSCL)又是 CSCW 思想在教育领域的一个重要应用。为此,利用 JAVA 与 XML 相结合的技术,实现了对 CSCL 系统中由协同图形设计(CSGD)所产生的图形学习资源的存储与管理,以保证协同学习系统的实用性、真实性和连续性。

**关键词** 计算机支持的协同工作 计算机支持的协同学习 XML 协同图形设计

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2005)11-1436-05

## Research on CSCW-based Cooperative Graphics Storing Technology

ZHANG Dong, ZHAO Zheng-de, JIN Fei-teng, LU Zhi-guo

(School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200072)

**Abstract** The computer supported cooperative work (CSCW) can improve people's working efficiency, the Computer supported collaborative learning (CSCL) is an important application of CSCW in education. The thesis utilized the combining of JAVA and XML to realize the storing and management of graphics learning resources with the computer supported graphics design(CSGD) in CSCL system, ensuring the practicality, reality, continuity of CSCL.

**Keywords** CSCW, CSCL, XML, CSGD

## 1 引言

自 1984 年计算机支持的协同工作 (computer supported cooperative work, CSCW<sup>[1]</sup>) 这一概念诞生至今,已帮助全球工业、企业创造了巨大的经济效益和社会效益。计算机支持的协同学习 (computer supported cooperative learning, CSCL) 是 CSCW 思想在教育领域的重要应用,由于教育越来越依赖于信息技术提供的学习环境,使课程与教学的改革势在必行<sup>[2]</sup>。为此,笔者在探索新的学习方式时,把注意力聚集在了 CSCL 上。

作者在实现一个基于 CSCL 的协同学习系统的过程中发现,协同图形设计所产生的流程图的保存和管理问题是一个重点和难点,因此本文围绕这一难点,在相关领域做了深入的研究。

## 2 相关技术

### 2.1 计算机支持的协同工作

CSCW 是一种支持人们在共享环境下完成同一件工作的计算机系统。但由于传统的许多软件系统只支持用户和计算机系统之间的交互,因此 CSCW 的目的就是在计算机环境下提供一种对人们群体工作的支持。由于 CSCW 系统适应了人们群体性、交互性、分布性和协作性等实际工作特点,因此它已成为信息技术领域的研究热点之一。

### 2.2 计算机支持的协同学习

CSCL 的工作原理是利用网络上计算机支持的协同工作的设计思想应用于计算机辅助教学 (computer-aided instruction, CAI)<sup>[3]</sup>,这种学习活动中是分布在不同物理地点上的用户(包括教师和学生

收稿日期:2005-08-19; 改回日期:2005-09-09

第一作者简介:张东(1981~),男,2004年获山东建筑工程学院学士学位,现为上海大学硕士研究生。主要研究方向为 CSCW、多媒体及网络技术。E-mail: zhangd\_1981@163.com

生)利用计算机技术,通过共享环境来进行协作,以实现学习活动的过程<sup>[4]</sup>。

### 2.3 eXtensible Markup Language

XML(extensible markup language)是万维网联盟 W3C(world wide web consortium)于 1998 年 2 月发布的标准。在 W3C 的推动下,XML 正以其自身的方便性等优势,逐渐成为网络世界的“国际语言”。如果 XML 文档有相应的 DTD(document type defination),那么它还需满足其所规定的语义,才能成为有效的(validity)XML 文档<sup>[5]</sup>。

### 2.4 分布式对象技术

开发分布式应用系统的 3 种具有代表性的主流技术为 OMG 公司的 CORBA(common object request broker architecture)、Microsoft 公司的 DCOM(distributing component object model)、Sun 公司 J2EE 体系中的 EJB 组件技术(enterprise java bean),其中 J2EE 平台的平台无关性以及有实力公司的大力支持,使它成为企业级计算平台的强有力竞争者<sup>[6]</sup>。本系统的开发就是基于 J2EE 平台的。

## 3 研究与设计

### 3.1 流程图的保存

因为需要存储的学习资源种类繁多,如果用关系数据库则不太容易描述清楚。比如对流程图而言,一个矩形图元和一条直线,其属性大不相同,这势必给数据库的设计和将来的输入、输出等操作带来麻烦,而 XML 文件则可以方便地处理这种情况,另外,XML 是跨平台的,其可移植性好,而且在需要的时候可以方便地存入数据库服务器中。

在使用 XML 之前,需要根据本实例,定义相应的 DTD,使之成为书写 XML 的规范。如图 1 所示,保存为 flowchart.dtd。

其中,figure 和 link 的 ID 是唯一的,这样系统就可根据 ID,唯一确定该图形元素。有了 DTD,就可以把将要保存的流程图中的每一个元素,利用 JAXP(java API for XML processing)和 DOM(document object model)提供的 API,按 DTD 的格式逐一的写入 XML 文件中。

XML 文件不仅满足了图形所有的特征的保留,而且还是比较节省存储空间的。

一简易实例的 XML 文件如图 2 所示。

```

<? xml version = "1.0" encoding = "GB2312"? >
<! ELEMENT flowct ( figure * ,link * ) >
<! ATTLIST flowct title CDATA #IMPLIED >
<! ATTLIST figure ID id #REQUIRED >
<! ATTLIST figure x0 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST figure y0 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST figure len CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST figure width CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST figure text CDATA #IMPLIED >
<! ATTLIST figure color CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST figure name CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST link ID id #REQUIRED >
<! ATTLIST link x0 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST link y0 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST link x1 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST link y1 CDATA #REQUIRED >
<! ATTLIST link color CDATA #REQUIRED >

```

图 1 编写的 DTD 文件

Fig.1 Compile DTD file

```

<? xml version = "1.0" encoding = "GB2312"? >
<! DOCTYPE flowct SYSTEM "flowchart.dtd" >
<flowct title = '递归' >
<figure ID = "1" name = "Rectangle" x0 = "600" y0 = "600"
len = "100" width = "60" text = "x = 1" color = "red"/>
<link ID = "0" x0 = "700" y0 = "630" x1 = "730" y1 = "630"
color = "blue"/>
...
</flowct >

```

图 2 XML 文件(fc1.xml)

Fig.2 XML file(fc1.xml)

### 3.2 文件的存取与管理

协同学习系统是一种通过小组团队的形式来组织学生进行学习的系统。在该系统中,由于一个小组的所有成员都能够对当前的流程图进行修改、添加和保存操作,因此,必然涉及到文件的存储方式和众多文件的管理问题。

文件的存放主要分为集中式和分布式两种。其中集中式存放是把小组成员所保存的文件都放在系统的服务器上;分布式存放就是小组中的不同成员将文件保存在本地数据库中,由于这种方式会使数据较为分散和凌乱,还涉及到多数据源的统一问题,较为复杂,因此并不提倡,在此不做过多讨论。

作者选择集中式存放,即在服务器上建立相应的文件库,对文件进行集中存放和管理。采用基于

Web 的 3 层 Browser/Server 结构 (如图 3 所示) 的原因如下: (1) 极大地简化了客户机的工作, 使客户机只需安装、配置少量的客户端软件即可; (2) 服务器将负担更多的工作, 一般对数据库的访问和应用程序的执行将在服务器上完成; (3) 结构更加灵活, 可扩展性更好。把分布式对象技术 (J2EE 体系中的 EJB 组件技术) 引入到 3 层结构中, 可把协同学习系统中存储模块分成几个小模块来实现, 如读取 XML 文件模块、存储 XML 文件模块、图形绘制模块、数据库存取模块等。在客户端, 则使用运行在浏览器中的 JavaApplet 来调用应用服务器上的 EJB 组件。

样就可实现数据库的 XML 数据存取, 并且将 XML 数据同应用程序进行集成, 使之同现有的业务规则相结合。将 XML 作为分布式存储结构的中介, 主要是考虑了以下两个方面的原因: 一方面是为了各种异构数据库的集成; 另一方面, XML 技术使人们可以将数据与业务逻辑的表示以及运算分离开来, 从而使数据可以有多种多样的表现形式。

文件存取与管理时, 服务器端数据库首先建立几张基本表, 比如流程图表 (记录所有编写过的流程图)、内容表 (小组成员对各个流程图的保, 时间、成员名等)。

一项协同学习过程开始的时候, 根据提供的一些信息, 如流程图的名称, 就可使系统在数据库中的流程图表中加入一条记录, 记录下流程图的名称、创建时间等信息。当某一成员要保存当前数据时, 产生的 XML 文件就会传送到服务器端, 并将文件存放到内容表中, 同时记录下存放时间、成员名和关联的流程图表外键。这样, 小组成员的保存文件将都以记录的形式保存在数据库服务器的相关表项中, 这样就将集中存储, 数据库, XML 的优点都发挥了出来。

小组成员在下一登录本系统时, 可以通过新建一个项目来开始新的协同学习; 也可以通过查询数据库服务器, 从流程图表中选择自己感兴趣的一个流程图, 进而在对应的内容表中, 将选中的某一项的 XML 文件从数据库中读取出来, 传输到用户端, 并打开。

### 3.3 流程图的再现

DOM 是一个应用编程接口 (API), 用来定义一种标准方法。通过这种方法, 就能够处理 XML 结构树的元素。其对象模式控制着使用者如何同结构树交流, 并且把所有树的元素作为对象暴露出来。而 XML 则将数据组织为一颗树, DOM 就是对这棵树的一个对象描述。通俗地说, 就是通过解析 XML 文档, 为 XML 文档在逻辑上建立一个树模型, 树的节点就是一个对象。然后通过读取这些对象就能够读取 XML 文档的内容。

下面仍以图 2 为例来说明对 XML 文档的调用, 将 XML 文档中的内容输出的源程序如图 4 所示, 即首先建立一个解析器工厂来获得一个具体的解析器对象; 然后使用 factory 的静态方法 newDocumentBuilder() 来获得一个 DocumentBuilder 对象, 这个对象代表了具体的 DOM 解析器 (对 XML 文件进行解析), 得到 Document 对象后, 再使用

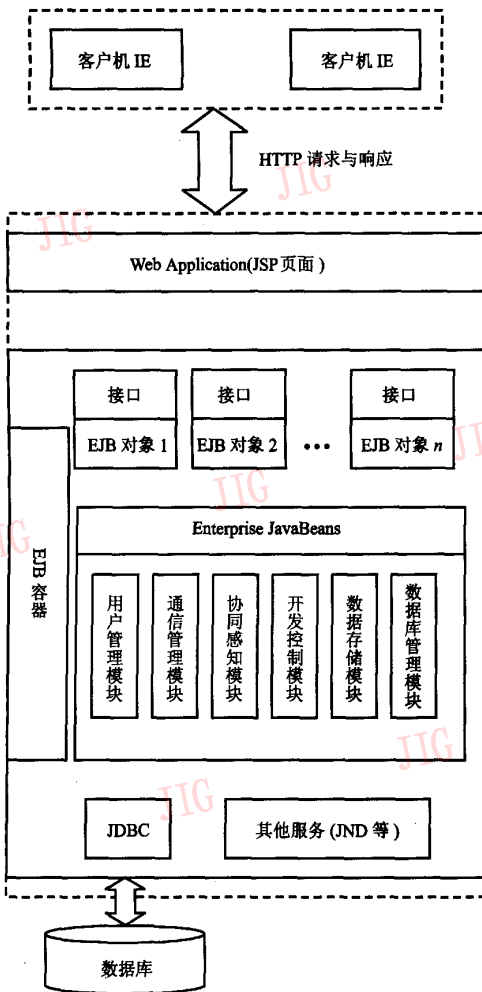


图 3 系统结构

Fig. 3 System Structure

选择 XML 和数据库相结合的技术。之所以使用数据库存储数据是因为它访问数据的高效性, 而使用 XML 则是因为它便于数据的交换和操作。这

getElementsByTagName() 方法来得到 NodeList 对象 (Node 对象的列表);接着使用 Node 对象的 getAttribute(String) 方法读出属性 String 的属性值;最后把恢复图形所要求的值一一读出传给画图函数就可以实现图形的再现。

```

import javax.xml.parsers.*;
import org.w3c.dom.*;
DocumentBuilderFactory factory = DocumentBuilderFactory.
newInstance();
DocumentBuilder builder = factory.newDocumentBuilder();
Document doc = builder.parse("d:\pro\fc1.xml");
doc.normalize();
NodeList links = doc.getElementsByTagName("link");
for (int i=0;i < links.getLength();i++ = {
Node link = links.item(i);
System.out.print("Content: ");
System.out.println(link.getAttribute("id")); ...}
.....

```

图 4 读取 XML 文件  
Fig.4 Read XML file

## 4 实现方案

### 4.1 开发平台和运行环境

系统的运行环境为 Windows XP,并使用 Borland 公司的 Jbuilder 9 作为开发工具,选用 BEA 的 WebLogic7 作为 J2EE 和 Web 应用服务器,同时选择 SQLServer 2000 来建立系统的数据库。

### 4.2 协同学习系统实例

用户界面如图 5 所示。小组成员在输入正确的用户名和密码后,方可进入系统和小组的其他成员一起学习。而每个小组成员,则由系统分配一种颜色,以实现成员之间的感知。系统分为授课学习、个人学习和协同学习 3 种模式,以适应不同的需要。该截图正在为一矩形框添加属性信息。

本系统引入了 J2EE 体系中的 EJB 组件技术的基于 Web 的 3 层 Browser/Server 结构,使用自定义 DTD 的 XML 文件作为图形的存储中介,并将 XML 文件最终存放到服务器数据库中。

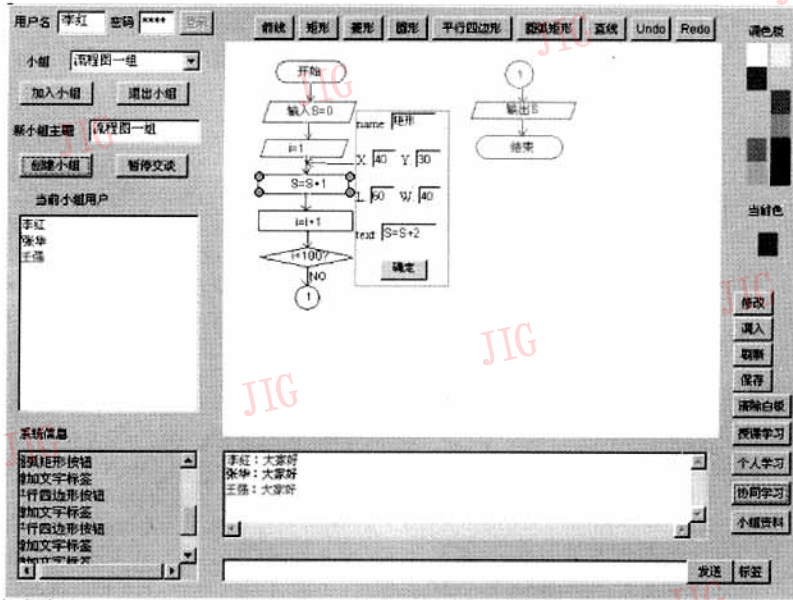


图 5 用户界面  
Fig.5 User Interface

该系统界面中的保存按钮先可以将当前的流程图转换成 XML 文件(如图 6 所示),并存储到数据库中(如表 1 所示);而调入按钮可以从数据库中读

取用户选定的任意 XML 文件,在客户端再现,以便继续小组成员的协同学习工作。

经过对系统难点的研究、设计和实实验证,结果

```
<? xml version = "1.0" encoding = "GB2312" ? >
<! DOCTYPE flowcet SYSTEM "flowchart.dtd" >
<flowcet title = '流程图一组' >
  <figure ID = "2" name = "CircularRec" x0 = "75" y0 = "20" len = "20" width = "50" text = "开始" color = "red" / >
  <figure ID = "4" name = "Parallelogram" x0 = "50" y0 = "60" len = "20" width = "100" text = "输入 S = 0" color =
"red" / >
  <figure ID = "4" name = "Parallelogram" x0 = "50" y0 = "100" len = "20" width = "100" text = "i = 1" color = "red" / >
  <figure ID = "1" name = "Rectangle" x0 = "50" y0 = "140" len = "20" width = "100" text = "S = S + 1" color = "blue" / >
  <figure ID = "1" name = "Rectangle" x0 = "50" y0 = "180" len = "20" width = "100" text = "i = i + 1" color = "blue" / >
  <figure ID = "3" name = "Diamond" x0 = "50" y0 = "220" len = "20" width = "100" text = "i < 100 ?" color = "blue" / >
  <figure ID = "3" name = "Circular" x0 = "90" y0 = "240" len = "20" width = "20" text = "1" color = "blue" / >
  <figure ID = "3" name = "Circular" x0 = "390" y0 = "20" len = "20" width = "20" text = "1" color = "pink" / >
  <figure ID = "4" name = "Parallelogram" x0 = "350" y0 = "60" len = "20" width = "100" text = "输出 S" color = "pink" / >
  <figure ID = "2" name = "CircularRec" x0 = "375" y0 = "100" len = "20" width = "50" text = "结束" color = "pink" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "40" x1 = "100" y1 = "60" color = "red" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "80" x1 = "100" y1 = "100" color = "red" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "120" x1 = "100" y1 = "140" color = "blue" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "160" x1 = "100" y1 = "180" color = "blue" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "200" x1 = "100" y1 = "220" color = "blue" / >
  <link ID = "0" x0 = "100" y0 = "240" x1 = "100" y1 = "260" color = "blue" / >
  <link ID = "0" x0 = "400" y0 = "40" x1 = "400" y1 = "60" color = "pink" / >
  <link ID = "0" x0 = "400" y0 = "80" x1 = "400" y1 = "100" color = "pink" / >
</flowcet
```

图 6 XML 文件(fc.xml)

Fig.6 XML file(fc.xml)

表 1 数据库表

Tab.1 DataBase Table

pk	fk	user	filename	data	time
1	1	李红	fc.xml	<?xml version="	2005-08-08 13:55:09
2	1	张华	fc1.xml	<?xml version="	2005-08-12 14:04:34
3	1	王强	fc2.xml	<?xml version="	2005-08-13 14:05:43
4	2	王强	fc3.xml	<?xml version="	2005-08-13 14:20:54
5	2	张华	fc4.xml	<?xml version="	2005-08-09 14:21:27
6	2	李红	fc5.xml	<?xml version="	2005-08-13 14:22:04

表明,本系统运行稳定,达到预期目标,有效地解决了协同图形设计所产生的流程图的保存和管理问题。

## 5 结 论

本文分析了协同学习系统相关技术背景,并根据在实现协同存储技术中遇到的难点问题,同时经过研究,给出了 XML DTD、读写文件与协同存储策略、WEB 技术和分布式对象技术解决方案,应用结果表明,达到了预期的效果。

该系统还存在一些不足,有待进一步完善,其中对数据库存储版本的管理、传输的安全性将是作者下一步的研究工作。

## 参考文献 (References)

- LIU Li-qi. TIAN Hua. XU Wei-sheng, et al. Research theory and application of CSCW [J]. Information and Control, 1998, 27(3): 191 ~ 196. [刘立骐, 田华, 许维胜等. CSCW 研究理论及应用[J]. 信息与控制, 1998, 27(3): 191 ~ 196.]
- YANG Guo-cai. WANG Jian-feng. Design and realization of WEB-based self-studying distance Learning system [J]. Computer Applications, 2000, 20(4): 61 ~ 63. [杨国才, 王建峰. 基于 Web 的远程自学型教学系统的设计与实现[J]. 计算机应用, 2000, 20(4): 61 ~ 63.]
- CHEN Qing-zhang. Design and realization of WEB based cooperative learning system[J]. Computer Engineering, 2000, 26(9): 73 ~ 75. [陈庆章. WEB 环境下的合作学习系统的设计与实现[J]. 计算机工程, 2000, 26(9): 73 ~ 75.]
- Lampson B W. Distributed systems architecture and implementation [EB/OL]. http://www.sun.com. 2003-05-14.
- Natanya Pitts, et al. XML Black Book(2nd Edition)[M]. Beijing: Machine Press, 2002: 78 ~ 102. [(美) Natanya Pitts 等著. 徐晓梅, 龚志翔, 王晓云译. XML 技术内幕[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 78 ~ 102.]
- Justin Couch, et al. Java 2 Enterprise Edition Bible[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2002. [(美) Justin Couch 等著. 马琳, 杨旭, 郑谦译. J2EE 宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.]