

文章编号:1000-582X(2004)01-0010-04

# 基于 AutoCAD 的实时协同设计系统\*

周伟<sup>1</sup>, 陈小安<sup>1</sup>, 林建德<sup>2</sup>, 李昌兵<sup>3</sup>

(1. 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400030; 2. 台湾高苑技术学院自动化工程系, 台湾省;  
3. 重庆邮电学院管理学院, 重庆 400065)

**摘要:** 由于 Internet 网络带宽限制等诸多方面的影响, 实时协同设计是较难实现的。本文以全分布式结构和集中分布式结构混合构造了一个实时设计系统, 在课题组前期研究的基础上对动态数据格式的具体应用形式进行改进和优化, 满足了协同设计原型系统对实时性的要求, 最大限度地减少网络数据传输量, 提高了系统的快速响应能力和稳定性。

**关键词:** 实时协同设计; 动态数据交换; AutoCAD

**中图分类号:** TP391.72

**文献标识码:** A

计算机支持的协同工作(CSCW)是20世纪80年代中期发展起来的一个新的研究领域。计算机支持的实时协同设计(CSRCD Computer Supported Real-time Cooperative Design)是CSCW的概念和技术在产品开发过程中的一项重要应用。CSRCD的重要性在于使不同地点的管理人员、设计人员、施工人员以及用户等都能同步地参与设计工作, 从而提高设计的质量和效率<sup>[1-2]</sup>。

随着设计要求的不断提高, CSRCD 技术的需求也日益迫切。目前, 实时协同设计主要在两个层次上展开: 一是基于共享信息及数据标准的实时协同设计, 但交互信息量大且过于集中、实时性差, 很难反映设计的过程信息; 另一个是以计算机会议系统和共享应用工具为代表的信息交互层次, 共享应用工具根据共享白板机制或动态显示抓屏机制等来传输共享界面, 但共享界面传输的是图像信息不是实体信息, 很难满足协同设计的要求<sup>[3]</sup>。本文以 AutoCAD 命令操作信息为主要交互内容, 使 AutoCAD 内部数据库的实体改动信息可以实时相互传递, 实现了一个基于 AutoCAD 的实时协同设计原型系统。

## 1 实时协同设计系统的关键技术

### 1.1 界面管理技术

本系统设计开发统一的人-人交互界面, 采用了

一种所见即所得策略使协作者不仅知道群体活动的结果也可以了解群体活动的整个过程。用户在界面中看到的是同一实体, 系统将设计命令作为公共的协作语言, 群体感知每一条完整的编辑命令, 协同设计用户间基于语义共享, 协作代理通过公共语言(设计命令语言)进行信息交换, 大大减少了网络信息的传输量。

### 1.2 共享对象管理技术

CSCW 系统以分布式系统为基础, 但又不同于传统的分布式系统。CSCW 系统是面向用户的, 追求非透明性, 即系统尽可能让所有用户感觉到彼此间的所有操作。CSCW 系统通常采用全分布式和集中分布式两种结构。但是两种结构都有各自的缺点:

全分布式结构无服务器, 它的缺点是由于多副本而使执行结果难以保持; 集中分布式结构有客户机和服务器之分, 但由于共享信息全置于服务器, 客户机对共享信息的访问将增加网络信息传输量, 较易造成数据瓶颈, 它对网络环境的要求较高。

本文以全分布式结构和集中分布式结构混合构造了一个实时设计系统, 系统的结构结合了二者的优点, 服务器只负责会务管理, 各协同设计点则维持一个共享对象的镜像。在协同中只传输改动了的实体数据信息, 以减少网络数据传输量, 并且提高对共享对象的可存取性、透明性。

\* 收稿日期: 2003-09-01

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(50175113, 59875087), 重庆市应用基础项目(6985)

作者简介: 周伟(1978-), 男, 重庆市人, 重庆大学硕士研究生, 主要从事计算机辅助设计、协同设计的研究。

### 1.3 过程控制技术

协同过程控制是整个系统的核心,本系统采用 Microsoft 公司提供的 NetMeeting 来进行过程控制。NetMeeting 允许多用户交换信息,进行项目协作。项目负责人的计算机(称为 NetMeeting 会议服务器)主持会议,主持会议时,会议主持者可以选择会议名、登录密码和与会者的权限。当项目小组的各成员(设计人员、分析人员、装配人员、维护人员、用户)在登录到 NetMeeting 会议服务器后,即可用本系统进行实时的设计交流,共同协作来完成项目任务。

## 2 实时协同设计系统的通信机制的建立

在实时协同设计系统中,我们用 AutoCAD2000 的最新二次开发工具 ObjectARX 2000 + 作为 API,通过其访问 AutoCAD 内部数据库的几何数据信息,以此来构建系统的数据处理模块。系统的网络通信模块是采用组件对象模型(COM)技术,访问 Microsoft 公司的网络会议软件 NetMeeting3.0 所提供的开发接口来构建<sup>[4]</sup>。数据处理模块与网络通信模块组成协同设计几何编辑模块,协同设计几何编辑模块与 CAD 子系统组成实时协同设计系统。实时协同设计系统的数据通讯机制如图 1 所示。数据处理模块通过动态链接库(DLL)技术与 CAD 子系统进行通信,同时它又通过 COM 接口技术与网络通信模块交换数据;异地系统间的通信模块通过 TCP/IP 套接字建立联接,然后进行网络数据传输。

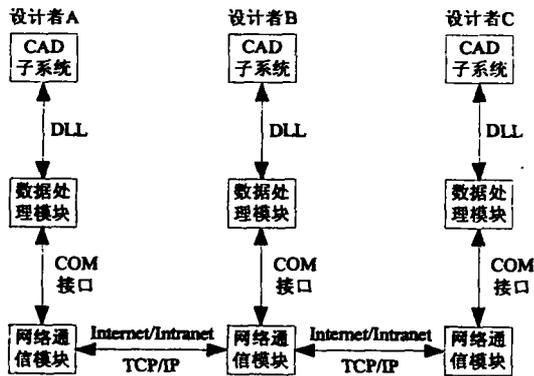


图1 实时协同设计系统通信机制

### 2.1 网络通信模块的设计开发

NetMeeting 是微软公司的一个功能强大的在线数据会议软件,它实现了在 Internet/Intranet 上的实时通信和协同工作,它提供基于标准的音频、视频、和多点数据会议支持。NetMeeting 的 SDK 开发工具给开发者提供了 COM 规范的 API 接口。用户可通过使用 COM 接口技术将 NetMeeting 的 COM 功能组件集成到自己

的应用程序中。基于 COM 的 NetMeeting 对象,定义了全面管理视频会议系统各部件的规范。它不仅提供了会议管理的功能,而且还提供了各种通道,使开发者可利用各种通道传输各种数据。实时协同设计系统的网络通信模块的数据是利用 NetMeeting 所提供的数据通道(InmChannelData)来进行传输的,数据的发送通过 InmChannelData::SendData 方法实现,数据的接收则通过 InmChannelData::DataReceived 方法实现。NetMeeting 进行数据通信时,在应用层采用的是 T.120 系列协议,它适用于点对点、点对多点的多媒体会议系统中的数据传输,提供了在两个或多个多媒体终端之间传输多种形式的数据的方法,确保一些基本功能的互操作性,如静态图像传输、二进制文件传输等。

### 2.2 数据处理模块的设计开发

在数据处理模块如果采用直接图形文件交换的数据交换方式,由于各方对图形文件的任何修改都会引起整个图形文件在各协同用户之间的网络上传输,而图形文件本身所包含的信息量较大,势必加大网络的负载,导致在协同工作中数据传输的时延加大,最终不能满足对实时性的要求。

在实时协同设计系统的开发中,采用了动态数据格式来作为数据交换的方式。动态数据格式,包含数据段和控制段,在每次交互时,系统只需传输改动的实体的数据。动态数据格式的数据段包含实体的全部数据库数据信息<sup>[5-6]</sup>。

为了便于 NetMeeting 的数据传输组件在网络上进行传输,系统动态数据的传送是通过二进制格式文件传送的。基于这样的标准,采用 AutoCAD 系统中的 DXF 图形交换文件格式作为动态数据格式的数据段实体信息的格式。

为了满足系统实时性的要求,系统在每次交互后只传输改变的实体的数据库信息,而不用传送整个 DXF 文件在实时协同设计系统的开发中,通过在 ARX 应用程序中建立数据库的反应器 AcdbDatabaseReactor,由 AcdbDatabaseReactor 来监视 AutoCAD 的图形数据库中所发生的事件,如:实体的添加、删除、修改、移动、镜像和复制等各种命令操作,以此来获取协同过程中的实体改变信息。由数据库反应器可得到所改变实体的对象 ID 号。通过实体的对象 ID 就可以获取实体对象的结果缓冲区(Result Buffer),再通过所获得实体的结果缓冲区就能获取实体信息。

针对所操作的实体对象和各编辑操作的不同特点,动态数据格式的数据段中所包含的实体信息也有所不同,这就涉及到协同过程中的实体标志问题。在

课题组前期研究的基础上,笔者对动态数据格式的具体应用形式进行改进和优化,使系统能够更好的实现各种编辑命令。

在一个主机的 AutoCAD 会话中,可以加载多个数据库,在会话中的每个对象都有一个句柄和对象 ID,在特定的数据库中,句柄可唯一地标识实体,而在同一主机上加载的所有数据库对象中,对象 ID 可以唯一地标识实体。但对象 ID 只在一个编辑会话中存在,而句柄则可随图形被保存到图形文件中。

对设计图中原来所包含的实体来说,采用其实体句柄即可唯一标志,这是因为在协同过程开始时,系统是采用复制式结构将设计图图形数据库复制到各协同设计点。所以在各协同设计点,由设计图中的原有实体所产生的对应实体的句柄是相同的。在对设计图中的原有实体操作时,完全可依据其实体句柄对设计图中的原有实体进行相应的操作。对于协同过程前的原有实体的动态数据格式如表 1 所示。

表 1 原有实体的动态数据格式

| 删除操作 |       | 其他编辑操作             |
|------|-------|--------------------|
| 控制段  | DEL   | 其他编辑命令             |
| 数据段  | 实体句柄值 | 实体句柄值加实体的数据库信息变动部分 |

而对于协同过程开始后所添加的实体,其标志比较复杂。由于其为各协同设计点的主机单独产生,其对象 ID 和句柄均由协同设计点的系统自主决定,它们均不能单独用作协同设计几何编辑操作的对象标识。本文所采用的方法是:对某个协同设计点所产生的实体,由系统分配一个实体序列号 SN,再加上系统自动读取的 userID,就可在多个协同设计点之间唯一的标识该实体。此时,实体的动态数据格式如表 2 所示。

表 2 新实体的动态数据格式

| 添加操作 |                                | 其他编辑操作                       |
|------|--------------------------------|------------------------------|
| 控制段  | APP                            | 其他编辑命令                       |
| 数据段  | UserID, 实体序列号 SN 和添加实体的数据库全部信息 | UserID, 实体序列号 SN 和实体数据库的变动信息 |

本文以添加功能为例,给出动态数据生成部分的添加功能子模块的程序流程图和接收数据处理的添加功能子模块的程序流程图,分别如图 2、图 3 所示。删除及修改功能的程序流程与添加功能类似,故不再给出其程序流程图。

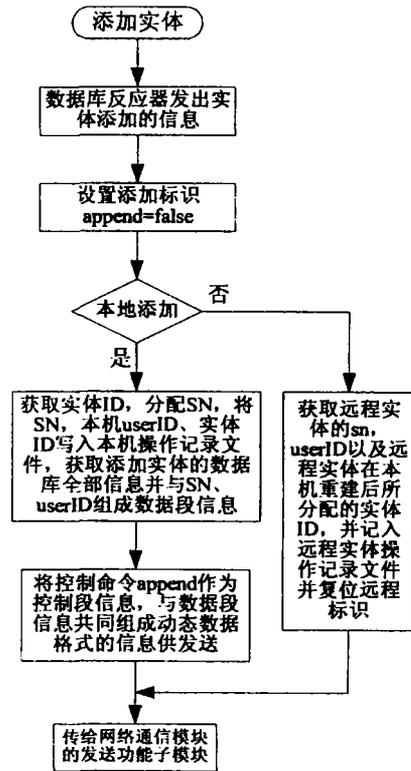


图 2 动态数据生成部分的添加功能子模块的程序流程图

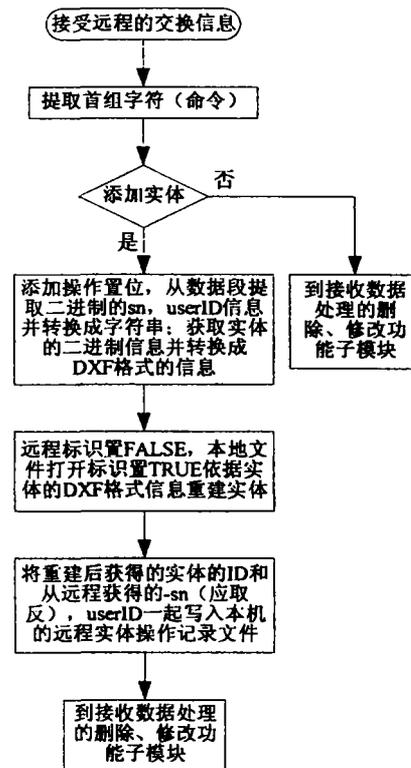


图 3 接收数据处理的添加功能子模块的程序流程图

### 3 实时协同设计系统的实现

开发的实时协同设计系统,是在传统的单用户CAD系统的基础上,通过添加软件代理扩展而成的实时协同设计系统,软件代理包括数据处理模块和网络通信模块。作者成功地在局域网上实现了实时协同设计系统。

与会人员在各自 AutoCAD 系统中加载实时协同设计系统应用程序,加载程序后系统的人—人交互界面及协同设计过程如图4所示。图4(a)为分布式项目组共享设计图,图4(b)为设计成员实时修改设计图,图4(c)为项目组成员实时观察设计图被修改过程。在实现协同设计系统的过程中,AutoCAD 的添加、删除和修改以及在此基本功能上衍生的实体复制、移动、镜像、旋转、阵列等功能都得以实时实现。实践表明,该系统能够满足实时协同设计的需要,系统图的快速响应性能和稳定性较好。达到了系统开发的各项目标。

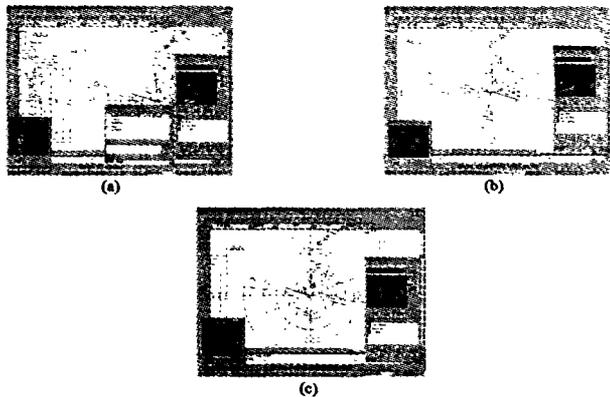


图4 基于AutoCAD的实时协同设计系统的人人交互界面及协同设计过程

### 4 结论

网络支持的协同设计是工程设计领域中的先进设计技术。它符合信息时代人们工作模式的群体性、分布性和动态性等特点。已成为当前设计领域的研究热点之一。本文在传统的单用户CAD系统上可以通过添加软件代理,构建了支持多用户协同设计的应用系统。系统通过 ObjectARX 的反应器类把图形数据库的实体变化信息及时发送,大大减少了网络通讯量,改变了以往整张图纸刷新的低效方法。整个系统实用性强,易于使用,特别适合国内广大中小型设计和生产部门。

#### 参考文献:

- [1] 史美林,向勇,杨光信. 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] 储备,罗满良,蔡青. 基于 AutoCAD 的工程 CAD 实时协同研究[J]. 机械科学与技术,2001,20(1):158-160.
- [3] 储备,杨海波,蔡青. 工程 CAD 产品远程设计的类实时交互技术[J]. 计算机学报,2002,25(1):36-43.
- [4] 周咏翎,毛志红. 一种基于 Java 的 AutoCAD 实时协同设计方法[J]. 机械与电子,2002,(5):64-66.
- [5] CHEN XIAOAN, SU DAIZHONG, LI ZHIQIANG. Network - Supported Collaborative Design Based on Dynamic Data Exchange[A]. Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Computer - Aided Industrial Design and Conceptual Design[C]. Jinan: International Academic Publishers, 2001.
- [6] 陈小安,李志强,李昌兵,等. 动态数据交换的协同设计[J]. 机械设计,2001,18(专集):57-59.

## Realtime Collaborative Design System Based on AutoCAD

ZHOU Wei<sup>1</sup>, CHEN Xiao-an<sup>1</sup>, LIN Jian-de<sup>2</sup>, LI Chang-bing<sup>3</sup>

(1. The State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Department of Automation Engineering, Kao Yuan Institute of Technology, Taiwan, China;

3. Management College, Chongqing University of Post and Telecom, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** It is hard to realize the Realtime Collaborative Design due to the limitation of network bandwidth and some other reasons over Internet. A Realtime Collaborative Design System is constructed with complete distribution construction and concentrated distribution construction. Based on the research of outcome of the research group, the dynamic data format is modified and optimized, it reduces the load of network in collaborative design to meet the requirement of real-time and enhances the capacity of rapid response and stability of the system.

**Key words:** real-time collaborative design; dynamic data exchange; AutoCAD

(编辑 张小强)