

文章编号:1000-582X(2004)08-0015-05

# 网络协同设计下基于 STEP-OODB 动态数据交换\*

张彬, 陈小安, 罗天洪, 林利红, 先志宏

(重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400030)

**摘要:**提出了以面向对象数据库(Object-Oriented Database, OODB)作为网络协同设计动态数据交换系统的核心数据库,分析了网络协同设计动态数据交换中所涉及的数据转换、数据传输、数据操作。提出基于STEP-OODB的动态数据交换模式,OODB数据库为系统核心数据库,STEP为产品数据交换标准,各CAD系统用户可同时访问OODB数据库,实现信息共享和交互。实现了跨平台异类CAD系统之间动态数据交互和数据的实时一致性。

**关键词:**协同设计;动态数据交换;数据库;STEP

**中图分类号:**TP393.7

**文献标识码:**A

在网络协同设计中,产品数据交换的几个核心问题包括:

1) 产品数据和信息如何存储 网络协同设计环境下需要管理和访问大量的产品和零部件信息,而且这些信息是很重要的。在协同设计中,数据能与其他功能(如质量、存储状况)的数据相互连接,因此数据库管理系统被认为是很有必要的。在决定使用DBMS时,问题仍然停留在应该使用哪种类型的DBMS以及在选定的DBMS中产品和零部件信息如何存储。

2) 产品数据和信息如何传递给其他组内成员 由于在考虑产品开发的时候,最重要的信息来自产品数据,通常将产品信息数据结构分为专用结构和开放结构。专用数据结构是指CAD格式的文件如PRO/E或者是DXF格式的文件,这样的数据结构易于数据在同类组织中传递。但是它们有3点不足:①不论是数据提供者还是使用者,只访问同一CAD软件的情况是很少的。当访问多种CAD软件时就必须在各种数据格式之间进行多重转换,使之规范化,浪费很多时间和精力。②这些专用格式在实质上是CAD格式,它们通常不把制造加工方面给考虑进去使之成为一个完整的产品数据结构。③它们实质上是静态描述,不允许3D图形的交互和动画。

3) 产品数据和信息如何在各组员之间可视地描述 当所有参与者都在同一平台和访问同一CAD系统时,可视化描述相对简单。然而,当访问异类CAD系统时,就会出现一些问题,这时,通过WWW访问的信息在文本格式和静态2D图形中总是专有的,一般认为不能像交互式3D图形那样有效地描述零件和产品。因此问题仍旧是所使用的格式和怎样连接到数据库管理系统中以及被使用的数据格式。

4) 怎样组织系统允许组员访问相关产品数据和信息 访问数据必须使用开放标准和零件实时显示。

针对所提出的网络协同设计产品数据动态交换的问题,提出了网络环境下协同设计数据动态交换机制。

## 1 网络协同动态数据交换系统结构

总体结构体系如图1所示。系统使用多用户Client/Server模型来描述用户和服务器之间的通信情况,该模型允许用户在设计过程的不同阶段实时交互信息。网络协同设计动态交换数据可能是图形、文档、声音或者是图象,因此必须把适当的浏览器发布到用户地址。因为WWW是服务器和用户的集合,在Internet中支持HTTP协议,它是一个开放的标准,能够在各种不同的平台上执行,所以C/S模型使用WWW浏

\* 收稿日期:2004-04-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50175113,59875087)

作者简介:张彬(1975-),男,湖北黄冈人,重庆大学硕士研究生,主要从事网络化设计与制造方面的研究。

览器在协同设计中是一个很好的方案。

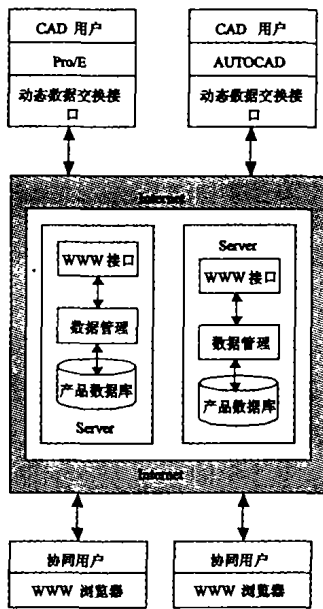


图1 动态数据交换系统结构

系统由网络服务器、数据交换接口、WWW浏览器和Internet组成。网络服务器是系统的核心,包括WWW接口、数据管理系统和产品数据库。在此模型中,以OODB为核心数据库管理系统。主要从多数据库管理、高层数据管理和数据交换接口三个方面来介绍数据管理系统的功能。

服务器维护用户访问的产品信息,把数据按要求转换成指定的数据格式。在系统中,数据协同用户是指那些使用CAD系统用户和通过WWW浏览器访问产品数据的用户,在从服务器传递给用户之前,CAD用户能够把CAD系统的数据转换成产品数据标准规定的格式,通信在Internet上进行。设计人员能够在本地地址使用自己的CAD系统进行产品设计,CAD数据首先转换成一个标准的格式存储在产品数据库中,其他不同CAD/CAM的设计人员和工艺规划人员能够通过WWW访问这些数据<sup>[1]</sup>。

系统采用紧耦合结构,对设计过程中各个阶段的设计信息实施集中统筹管理,为设计人员提供有效、合理、可靠的设计环境。OODB数据库作为主数据库存储全局数据,CAD用户的数据库作为子数据库存储局部数据,它们通常针对某个设计阶段,其数据组织和管理保持相对稳定性和独立性,相互之间基于一定的转换策略集成。这种紧耦合方式,既可以使用户对数据的访问通过OODB统一实现,又保证了主数据库与子数据库之间的实时交互。同时,OODB的转换策略保证了工具之间的相互可操作性,在不涉及子系统的实现细节的情况下对数据进行操作,达到数据统一管理的目的。高层数据管理包括版本控制和配置管理,分

布式访问与并发控制,数据安全性保证等。版本管理基于层次网络模型实现,能有效地满足用户保存和读取所需要的历史信息的要求;配置管理提供复杂对象的存储管理,保存设计状态,便于设计和回溯,以及管理者优化调度;分布式访问与并发控制保证了数据的一致性<sup>[2]</sup>。

数据交换接口提供与协同设计环境内核的接口,提供系统实现内核功能,系统自动将设计数据模型结构转换成内部数据结构,供各子系统调用,另外提供超文本浏览器,直接反映数据库的内部结构,用户可以在数据库中快速移动和查询,及时了解设计状态的变化,用户还可直接对数据库内容进行编辑并及时反馈结果。这样用户在复杂网络环境下,系统之间的数据交换变得透明、简便、可靠、安全,从而极大地简化了用户进行系统整合的过程、缩短了系统整合的周期,同时还降低了系统运行维护的复杂度。

WWW用户使用WWW浏览器,如NSCA Mosaic,微软Explorer, Netscape Navigator等工具来浏览和访问这些数据。浏览器帮助用户提出请求,发送请求到服务器,再把服务器产生的结果传送给用户。服务器接收请求,验证请求的合理性,重新得到数据,再把数据传递给发出请求的用户。WWW浏览器通常综合了传统网络服务及多媒体文件浏览于一体,用户通过其直观的图形操作界面就可轻易取得各式服务。

该系统的特点:

- 1) 能适应复杂网络环境和多种网络协议、通讯方式,具有多种用户接口,跨接多种CAD系统和操作系统;
- 2) 网络结构具有动态伸缩性,而且网络结构的变化不会对交换系统产生任何影响;
- 3) 数据交换与应用处理相互独立,数据传输与数据的内容和形式无关;
- 4) 中间件产品保证了数据传输的安全性、可靠性、与网络环境的无关性;
- 5) 与应用系统保持良好的接口机制,为应用系统提供封装适度的API接口。

## 2 STEP-OODB模式

采取STEP与OODB相结合的方式建立网络协同设计动态交换数据组织模型,以分布式C/S计算机系统为支持平台,如图2所示。该组织模式基于分布式C/S结构,其中OODB作为中心数据库位于Server上,用于管理数据库间的相互依赖关系、系统信息等全局信息以及常用的公用数据。中心数据库通过信息传递

与各子数据库进行协调、联系。

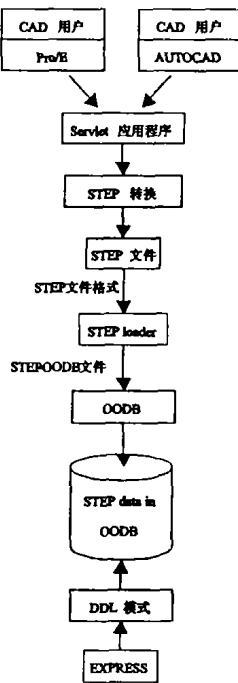


图 2 STEP-OODB 模式

以 OODB 为中心,多个 CAD 系统的数据库作为子系统置于 OODB 管理之下,建立起分离式紧耦合结构,实现数据实时交互。OODB 系统数据库核心系统包括主控程序、语言解释器、对象关系模型转换器和数据字典。OODB 引入了面向对象的数据模型和方法,增加了管理数据内在动态联系的能力,对复杂数据对象的表达能力更强,能够支持多种非常规数据库的应用,而且建模能力和运行性能都显示出比关系数据库更大的优越性和潜力。OODB 是一个相对较新的工程应用程序。在这个区域的数据高度的内部关联,因此关系数据库在许多应用程序中起着重要的作用。数据关系类型包括广义性、分类、集合和联合。广义性和类别关系由 OODB 系统支持的类继承层次来描述。集合对象在许多工程领域是很流行的。

STEP 采用统一的产品数据模型以及统一的数据管理软件来管理产品数据,各系统之间可直接进行信息交换,它是新一代面向产品数据定义的数据交换和表达标准。STEP 的特点是:能完整地表示产品数据并支持广泛的应用领域,包括产品生命周期的各个环节;是一种中性机制,独立于任何 CAX(计算机辅助技术)系统;具有多种实现形式,即不仅适用于中性文件,还支持应用模式内的产品数据交换,同时也是实现和共享产品数据库的基础。STEP 标准提供了不同的产品数据交换实现形式,用于产品数据的可供选择的实现形式有:交换文件、数据库、数据存取、知识库。交换文件实现形式定义了一套清晰的文本编码,可用于不同

系统间交换全套或部分产品数据表达。文件交换方式利用显式正文二进制编码(目前定义的交换结构实现为显式正文编码文件结构)提供对应用协议中产品数据描述的读和写,即交换文件交换方式。交换结构由一无二义性的、上下文无关的,又便于软件解释的语法来描述,这种语法用 WSN(Wirth Syntax Notation)来表达,用交换结构描述的产品数据形式是通过 EXPRESS 语言变换而来,可以独立于专门的应用。交换结构实现方式包括三部分内容:用 WSN 描述的交换结构语法、EXPRESS 语言结构到交换结构的映射规划、交换结构实现方式的数据交换模型。STEP 采用 EXPRESS 语言描述产品信息模型,EXPRESS 是一种形式化的信息建模语言,它吸取了许多模式描述语言和程序设计语言的功能和特点,它是人机可读语言,它提高了设计人员的理解力并生成了计算机解释应用程序<sup>[3]</sup>。

Servlet 是一个与协议无关、跨平台的服务构件,如同 Applet 集成到 WWW 浏览器一样,被集成到服务器中,可以实现网络上远程动态加载,能集成到实现 Java 服务器 API 的任何服务器上。Servlet 运行于服务器端,它接受客户端的请求,将处理结果返回客户端。在许多大型应用中可以作为 Internet 技术和 Java 的中间桥梁。Servlet 采用用户服务、业务服务、数据服务三层结构。用户服务,可以是任意支持 Java 的浏览器,复杂用户界面的处理

工作由 Java Applet 完成,简单任务可以交给标准 HTML 页完成;业务服务,即 Java 服务器,由多个 Servlet 构成,是用户服务和数据服务之间的桥梁;数据服务,由数据仓库组成,定义、维护、访问和更新数据,并管理和满足业务对数据的请求。Servlet 使用 Java 语言开发,所以具有 Java 语言的所有优点,同时与 CGI(公共网关接口)相比,具有效率高、执行性能好、可扩展性好和简单易用等优点。

CAD 用户的子数据库位于 Client 上,具有所属域内的数据表示及管理的能力。一般是沿用用户已有的 DBMS,数据的组织和管理保持相对的独立性,与设计过程中的某些设计阶段密切相关。协同环境中的 CAD 用户,各自有自己的数据格式。为了在不同的系统间进行准确无误的数据交换,需要建立一个统一的信息结构标准来对不同系统的数据进行表示,这种标准就是产品数据交换标准(STEP)。CAD 系统对 STEP 交换文件的方式为:STEP 前处理器把某一 CAD 系统(A)内的数据转换成符合 STEP 交换结构语法的文件(交换文件),STEP 后处理器读入 STEP 文件,把交换结构描述的数据转换成接收系统(另一 CAD 系统 B)

内的数据<sup>[4]</sup>。

任何 STEP 的物理文件都可以被转换并存储到 OODB 中,STEP - OODB 的内容是 3D 产品设计数据,这些数据可以是来自不同 CAD 系统,如 CATIA、I - DEAS、AutoCAD 或者 Pro/E 等。这些商业 CAD 系统提供接口模块把它们的数据输出到 STEP 物理文件,STEP 物理文件的结构在 STEP 的 Part21 中有详细的定义。为了把这些数据装载到 OODB 中,开发了一个 STEP Loader,STEP Loader 阅读 STEP-OODB 文件生产新的几何模型。在 OODB 中作为结果的 STEP 文件能够通过 WWW 进行浏览和阅读。

### 3 动态数据交换的实现

在执行本系统之前,应作如下的一些定义。

定义 1: 动态数据操作 (transaction) 包括 Insert, Delete, Update 3 类。

定义 2: 交换的数据类型是指 CATIA、I - DEAS、AutoCAD、Pro/Engineer 等 CAD 用户的 3D 几何图形、图像、文档、计算参数等。

定义 3: 操作平台可以是 Windows、Unix 等异类平台。

定义 4: 交换的对象为数据操作所引起改变的数据部分而不是所有的数据。

在网络协同设计领域中,所涉及的数据通常是指那些基于计算机辅助的产品生命周期的某些工程过程,如 CAD、CAPP、CAE、CAQ、CAM 等(统称为 CAX),所产生和应用的所有数据。动态数据实际上是产品数据的一个子集。动态数据交换是 CAX 数据应用中需要解决的中心环节,这种动态数据交换不仅发生在不同的 CAX 之间,也发生在同一 CAX 的不同版本或不同产品型号之间,甚至是产品的装配与零部件之间等。因此,数据交换在网络协同设计中占有特别重要的地位,是实现数据集成、数据交换共享、实时交换性和一致性的关键<sup>[5-6]</sup>。

应用文中所提出的网络协同设计动态数据交换机制和数据动态交换模式可成功实现网络协同设计数据的实时共享和交互,其过程如下。

1) CAD 系统用户对需要交换的数据(可以是共享信息,图形,文档等)通过数据交换接口向服务器提出请求。

2) 服务器收到请求后,通过多级安全认证和数据校验机制,验证请求的合理性,不合理就拒绝请求,合理就执行下一步操作。

3) 对用户提出的合理的数据交换请求,服务器通

过 Servlet 把交换数据通过 STEP 标准转换成统一的数据格式。

4) 数据库管理系统把 STEP 数据存储到 OODB 中;

5) 其它需要这些数据的用户就可以从 OODB 中提取相应的 STEP data。把这些数据根据数据处理指示信息(应用数据类型标识)或根据自身的处理逻辑作相应的处理,就可以把这些数据还原为实体。这样一个数据交换过程就完成了。

以如图 3 所示模型为例:把图 3 所示的实体模型转换到 I-DEAS 下,如图 4,图 5 所示。转换过程为:

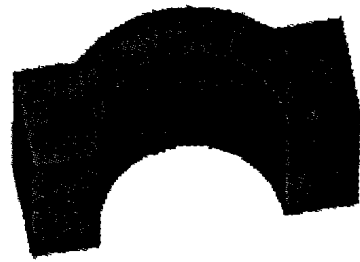


图 3 Auto CAD 下实体模型

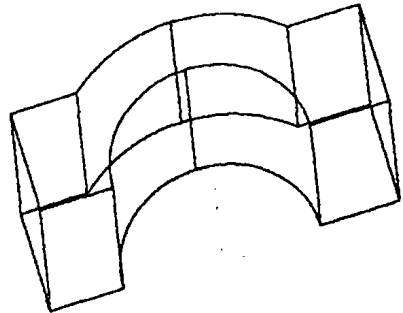


图 4 I-DEAS 下线框模型

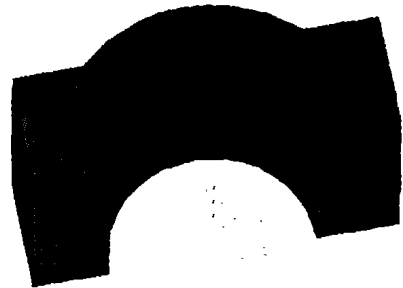


图 5 I-DEAS 下实体模型

```
switch (shape_definition_model)
{
case faceted_brep_model:
shell = faceted_brep_model outer();
while (shell next()) {
face_surface = shell cfs_face();
while (face_surface next())
convert_IndexedFaceSet_from_plane();
}
```

```

case face_based_surface_model:
.....
}

```

## 4 结 论

动态数据交换是实现网络协同设计的关键技术。根据网络协同设计的特点,提出基于跨平台多种 CAD 用户的数据动态交换结构和模式,以 OODB 数据库为核心的多数据库系统,各 CAD 系统用户可以同时访问 OODB 数据库,能够实现用户与服务器、用户与用户之间的图形、数据的实时交互。数据交换只对改变的数据对象进行操作,减小了网络传输的负担,提高了数据交互效率。

### 参考文献:

- [1] SUK-HO KANG, NAMKUG KIM, CHEOL-YOUNG KIM. Collaborative design using the world wide web. [Http://www.iil.ecn.uiowa.edu/internetlab/ArchiveTechrep/tr9702.pdf](http://www.iil.ecn.uiowa.edu/internetlab/ArchiveTechrep/tr9702.pdf)

- [2] 陈旭灿,彭宇行,李思昆. 基于 C/S 的 CAD 协同设计环境的产品数据管理技术[J]. 计算机工程与设计. 1998, 19(5):3-8.
- [3] MOORTHY, SHREEKANTH. Integrating the CAD model with dynamic simulation: simulation data exchange [J]. Winter Simulation Conference Proceedings, 1999, 1: 276-280.
- [4] LIANG ZHONGMING. Dynamic data exchange between CAD and spreadsheet for mechanism design[J]. ASEE Annual Conference Proceedings, Investing in the Future, 1995, 2: 1 762-1 766.
- [5] YEH S C, YOU C F. Combining EXPRESS and UML to Implement a STEP-based system[J]. International Journal of Computer Applications in Technology, 2002, 15(1-3): 98-108.
- [6] HAN SOONHUNG, CHOI YOUNG. Collaborative engineering design based on an intelligent STEP database[J]. Concurrent Engineering Research and Applications, 2002, 10(3): 239-250.

## Dynamic data exchange based on STEP-OODB for network-supported collaborative design

ZHANG Bin, CHEN Xiao-an, LUO Tian-hong, LIN Li-hong, XIAN Zhi-hong

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing, 400030, China)

**Abstract:** This paper analyzes the features of data for network-supported collaborative design, researches the data transformation, the data transmission and the data transaction of collaborative design. The system configuration and organization mode of dynamic data exchange for network-supported collaborative design are developed, in which, STEP serves as the product data exchange standard, what's more, Object-Oriented Database (OODB) is the kernel database of the system, so that each of the CAD systems can synchronously access the OODB, share and exchange the design information. The STEP-OODB serves as the organizing mode of dynamic data exchange for the network-supported collaborative design based on Internet, which realizes the real-time exchange and consistency of the dynamic data among the cross-platforms and CAD systems.

**Key words:** collaborative design; dynamic data exchange; database; STEP

(编辑 成孝义)