

异构 CAD 协同设计系统中的操作命令转换技术与实现

张小勇, 宋效东, 朱 俊, 窦万峰

(1 南京师范大学 计算机科学与技术学院, 南京 210097;

2 江苏省信息安全与保密技术工程研究中心, 南京师范大学, 南京 210097)

摘 要: 分析了异构 CAD 系统协同设计中的主要方法, 提出基于特征的操作命令转换方法. 通过分析了目前大多数异构 CAD 系统协同设计采用的中性命令建模机制, 提出了最小特征建模命令映射集合的构建方法. 设计了一个异构 CAD 协同设计的原型系统, 开发了基于 SolidWorks 2005 和 UG NX3.0 的插件, 实现二者之间的实时操作转换, 并通过一个简单零件协同设计过程验证了方法的可行性.

关键词: 同步协同设计; 最小特征映射集合; 操作命令转换

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)08-0149-04

Transformation of Operation Commands and its Implementation in Collaborative Design with Heterogeneous CAD Systems

ZHANG Xiao-yong, SONG Xiao-dong, ZHU Jun, DOU Wan-feng

(1 School of Computer Science & Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China;

2 Jiangsu Research Center on Information Security & Confidential Engineering,

Nanjing Normal University, Jiangsu 210097, China)

Abstract: This paper analyzes the methods in collaborative design with heterogeneous CAD systems, and proposes a new approach of operation transformation based on feature modeling. By analyzing the modeling mechanism of neutral command adopted in collaborative design system with heterogeneous CAD systems, a feature-based minimum mapping set is presented. Based on above approach, a prototype is developed to finish the operation transformation between SolidWorks 2005 and UG NX3.0 with a plug-in style. An example of collaborative design process of a simple product design is applied to verify the feasibility of the prototype.

Key words: synchronous collaborative design; feature-based minimum mapping set; transformation of operation command

1 引言

近年来,随着计算机技术的发展,CAD 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一,它推动了几乎一切领域的设计革命.在实际应用中,一个设计单位通常使用多个不同类型 CAD 软件进行产品设计.这些 CAD 软件各有特长,在提高工作效率的同时,也带来了一些问题,比如它们形成了各自的信息化孤岛,妨碍了数据共享和无缝集成^[1].实现 CAD 系统实时

协同的关键技术之一是对建模操作命令的协同,即协同多个独立且不同种类型的 CAD 系统中的特征操作进行转换,保证 CAD 系统的协同工作,这也是目前研究的一个重点.

文中提出一种新的方法用来建立特征建模命令映射集合,阐述了特征操作实时转换、特征语义等关键问题.介绍了一种通过采用各个系统特征命令的交集作为最小特征命令集的构建方法,并通过实验证明方法的可行性.

2 基于异构 CAD 系统的协同设计

2.1 中性命令的相关研究

目前, CAD 系统之间主要采用基于中性文件的方法实现模型信息转换. 文献[2-5]但是, 基于中性文件的方案存在诸多问题, 如几何信息容易丢失; 传统模型转换接口无法将特征信息转入到目标系统; 不能有效进行同步工作; 转换后的模型无法用参数化方式进一步修改, 从而丢失了模型的应用价值^[3].

2.2 基于特征的建模命令映射集合的研究

异构协同 CAD 系统平台中, 不同 CAD 系统之间特征建模命令的转换大致可分为以下几种: (1) 一对一: 操作命令的映射关系是单步操作对应单步操

作; (2) 一对多: 操作命令的映射关系是单步操作对应多步操作; (3) 多对多: 操作命令的映射关系是多步操作对应多步操作; (4) 多对一: 操作命令的映射关系是多步操作对应单步操作.

在不同的 CAD 系统中, 当采用各个 CAD 系统命令集的并作为中性命令集时, 中性建模命令 (Neutral Modeling Command, NMC) 需要转换到系统建模命令 (System Modeling Command, SMC) 命令, 需要一个多对多的转换. 图 1 实际上是一种多对多的操作转换, Pro/E 中执行了本地操作, 在其他的系统中需要转换成不同的本地操作命令, 由于其他 CAD 系统中有多操作命令与之对应, 因此, 需要从众多的命令中找出较优的一个命令.

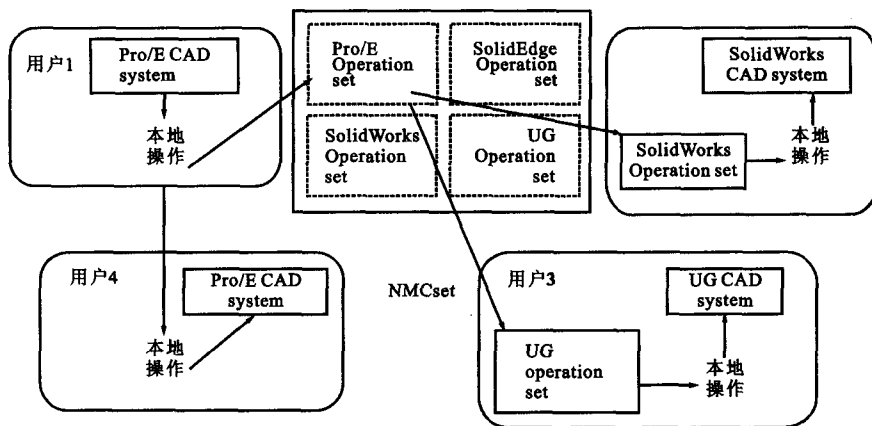


图 1 通过并集建立的操作映射关系

对于每条具体的建模命令来说, 其参数采用各 CAD 系统中对应操作的参数的并集, 表示拉伸特征的建模命令的参数采用 CAD 系统中拉伸特征参数的并集. 举例来说, 在 Pro/E 和 UG 系统中支持双向拉伸操作, 而 MDT 系统仅支持单向拉伸操作, 那么根据参数并集构建原则, 表示拉伸特征的中性建模命令的参数既支持双向拉伸的表示, 也支持单向拉伸的表示. 对此, 文中提出一种新的构建中性建模命令集的方法: 中性建模命令集是异构 CAD 系统建模命令的交集, 其参数是异构 CAD 系统中对应建模命令的并集. 对于不属于交集的特征命令, 建立一种一对一的特征建模命令映射集合. 该特征映射集合满足以下条件: (1) 以异构 CAD 系统中基于特征的操作命令的交集为核心进行构建; (2) 包含多个 CAD 系统之间两两建模命令的转换.

因为各 CAD 系统中的参数化特征建模命令比较多, 且不断的在更新, 导致异构协同平台的中性建

模命令集非常庞大. 采用并集的方式构建特征命令集合将导致存在大量的冗余命令, 不同的 CAD 之间通常都有相似或相同的建模操作命令. 为了有效地利用这些相似的操作命令, 文中提出利用操作命令转换的方式进行部分的建模操作直接转换, 而不借助中性命令的形式.

3 异构 CAD 系统协同设计原型系统设计

为有效利用集中式和复制式的优点, 按照协同设计系统要实现的功能, 文中采用混合式体系结构. 应用程序服务器负责管理、维护全局目标和全局对象及所有协作事件. 虽然这种方式并不能完全避免集中式结构的缺点, 但由于客户端与服务器的交互明显减少, 对服务器的依赖程度将比完全集中式的结构低.

与复制结构类似, 参与协作的各站点将各自维护目标对象的一个复本, 能够执行本地建模操作并

对历史数据进行保存.对于一些可能引起冲突的事件,才借助于集中式的主站点服务器进行统一的调度.由于此时各协作从站点与主站点的交互将明显减少,对主站点的依赖程度将比完全集中式的结构要低得多,主站点服务器的负载也得以降低,相应的响应速度也会相应地提高.从站点主要为用户的建模操作负责,又称用户站点;主站点主要为协同管理以及历史数据管理负责,具有用户站点的所有功能,即服务器.整个协同平台的系统结构如图2所示.

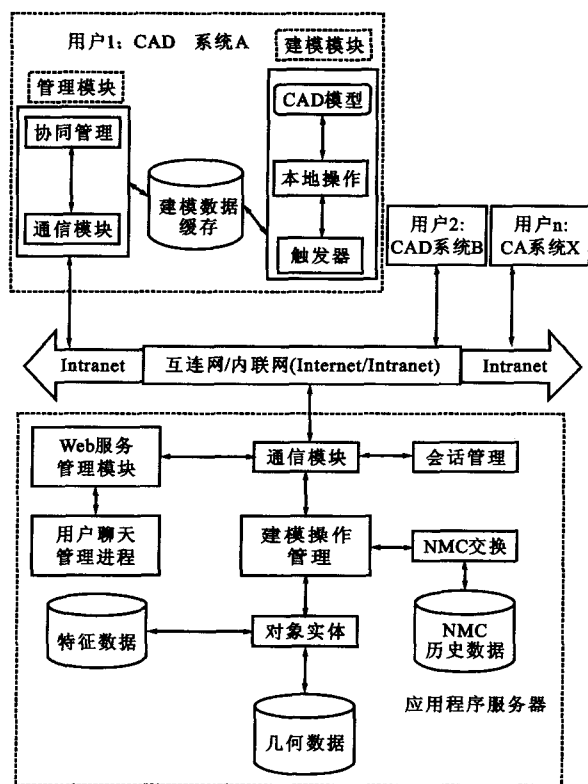


图2 原型系统框架

在图2所示结构中,各用户站点结构对等,各自维护着模型的一个副本,服务器同样维护一个操作模型的副本.服务器主要协调用户的帮发操作,当用户遇到无法处理的冲突或者是发现历史数据出现错误时将该类事件提交给服务器进行处理.

客户端主要负责建模操作和交互设计数据,主要包括两个功能模块:管理模块和建模模块.

- 管理模块:管理模块主要负责协同管理和通讯.管理模块提供给用户友好的协同界面,用户可以参加退出会话.通过会话,协同设计系统的用户通过该模块可以方便的实现实时的交流和共享产品设计信息.协同管理模块负责从缓存中取出触发器捕获的产品设计信息,并发送给其他的用户.

- 建模模块:包含本地建模功能和动态捕获建模操作.本地操作是指用户对本地模型进行修改,执行相应的建模或者修改操作.触发器负责从缓存中取出与其他用户执行交互建模的操作信息,包括参数化建模的语义和数据,并将消息解析转化为本地CAD系统所对应的操作信息.同时,一旦用户发生了新的建模操作,触发器还负责捕获建模操作,并将操作命令按照定义的格式封装成消息,存放到缓存中,等待管理模块定时地管理.

本系统原型采用客户/服务器模式.应用程序服务器为每个协同设计成员提供基本的通讯、协调和维护产品模型一致性和会话管理服务,将这些操作以WebService方式供各个客户端引用以及维护客户端之间的同步操作和并发控制.

- 通信模块:参与协作的各站点通过通信模块相互传递消息实现了数据传输(文本、多媒体数据)、消息通信和安全控制等功能.文中采用基于Winsock的通信机制实现节点之间的通信.因为不同功能小组处理的产品数据在内容和表示上可能略有不同,要实现数据的协同就需要建立相应得数据交换协议,满足各设计小组对产品信息内容和结构的需求.

- 会话模块:服务器端必须协调和同步各个客户端之间的建模操作,使得对实体造型操作不致引起冲突.这些任务由服务器端的会话管理者完成,会话管理者提供客户端创建、加入、离开、关闭会话等功能,负责客户端和造型系统之间的信息交换,使各客户端操作串行化,保证实体造型操作的完整性和有效性.

- 建模操作管理:主要负责管理中心模型的一致性,通过存储模型中的特征数据和几何数据来达到版本管理.版本管理主要是对协同设计过程中的数据进行管理,系统对设计过程中产生的版本信息、协作信息进行管理,可以有效地增加数据的安全性.同时,也对建模过程中所有异构CAD系统间交互信息的中性建模命令进行存储.

4 系统实现

4.1 关键技术

为验证系统的可行性,文中基于异构CAD系统间建模命令转换的方法,在SolidWorks和UG这两个商用CAD系统之间实现了一个同步协同设计平台原型系统.此原型系统采用的软件版本分别为SolidWorks 2005和Unigraphics NX 3.0.

SolidWorks 和 UG 等软件提供了基于 COM 技术的二次开发接口, 用户可以利用它并通过任何支持 COM(Component Object Model, 组件对象模型) 的开发语言, 如 Visual Basic、C 或者 C++ 语言对其进行二次开发, 建立适合用户需要的功能模块. 通过利用 SolidWorks API 和 UG/Open API 制作相应的 CAD 系统插件用来实现相应的功能.

文中通过利用 CAD 系统的 API 函数开发出 Add-ins 的组件, 该类能够随着 CAD 系统的启动而自动加载. 为了能及时的响应用户的操作, 在这些插件中添加了模型的触发装置, 通过遍历模型的相关函数, 能够实现用户操作的动态捕捉. 触发器将捕捉到的信息暂时存放在建模数据缓存里面, 用户的管理模块定时地对缓存进行访问, 一旦发现新的操作则将新的建模信息传递给其他用户. 同时, 管理模块负责监听网络上传来的建模命令, 将这些命令存放在缓存中, 以供建模模块进行建模操作. 用户需要向服务器申请加入协同小组, 服务器批准后生效, 否则该用户为不合法用户. 服务器工作人员可以删除用户, 或者通知用户协同设计的细节问题. 在客户端方面, 同样设计了类似的应用程序.

4.2 同步协同设计实例

使用 UG 系统的用户通过首先创建一个长方形的草图, 然后通过拉伸操作创建一个长方体, 然后通过 Add-ins 功能按钮“TRIGGER”→“CO_DESIGN”→“ExportOperation”, 将创建的拉伸特征通过相应的 UG/OPEN API 函数捕获特征的具体参数, 通过网络将建模的参数化信息发送到其他站点, 如图 3 所示. 触发器将捕捉到的特征操作命令的具体参数以统一的字符串形式保存在缓存中, 该信息用 XML 表示.

通过文中开发的同步协同设计平台系统, 两个不同的 CAD 系统用户, 分别使用 UG 和 SolidWorks 在分布式环境下实现了协同设计的过程.

5 结束语

采用基于特征的操作命令转换的方法进行异构 CAD 系统的协同设计, 克服了 CAD 系统间协同设

计的异构性问题, 增强了协同设计的稳定性, 更加适合应用于同步协同设计过程中, 通过基于特征的参数化设计可以减少协同设计传递的设计信息, 减少了网络的负荷, 确保协同设计能够高效进行. 经过系统实现与分析, 证明应用该方法构建的异构 CAD 同步协同系统, 可以使产品设计人员在一个实时协同环境中对特征造型进行设计, 对提高产品质量、缩短产品设计周期具有重要意义.

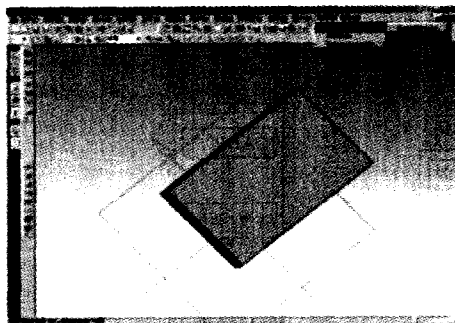


图 3 UG NX 3.0 系统创建拉伸特征的界面

参考文献:

- [1] 李楷, 陈明, 林焰, 等. 基于 XML 的船体结构 CAD 数据交换研究[J]. 中国造船, 2009, 50(4): 171-176.
- [2] Li M, Gao S M, Wang C L. Real-time collaborative design with heterogeneous CAD systems based on neutral modeling commands[J]. Journal of Computing and Information Science in Engineering, 2007, 7(2): 113-125.
- [3] 邵晓东, 陈锋, 刘焕玲, 等. 基于特征的异构 CAD 模型转换技术研究[J]. 中国机械工程, 2007, 18(1): 60-64.
- [4] 奚妍, 彭维, 张三元, 等. 基于特征数据交换的异构 CAD 协同设计[J]. 农机化研究, 2006(12): 188-191.
- [5] Yang J, Dou W F. Synchronized collaborative design with heterogeneous CAD systems based on macro semantics commands[C]// Proceedings of the 12th International Conference on Computer-Supported Collaborative Work in Design. China, Xi'an, 2008: 183-188.

作者简介:

张小勇 男, (1973-), 硕士, 实验师. 研究方向为协同系统、软件质量工程、信息系统建模等.