

异构 CAD 系统间中性语义特征数据交换

丁 博, 孙立镭

DING Bo, SUN Li-quan

哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150080

College of Computer Science & Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China

E-mail: dingbo@hrbust.edu.cn

DING Bo, SUN Li-quan. Neutral semantic feature data exchange upon heterogeneous CAD systems. *Computer Engineering and Applications*, 2009, 45(14): 70-72.

Abstract: This paper proposes a data exchange method between heterogeneous CAD systems based on neutral semantic feature transition, which adopts "neutral semantic feature converter", can transit information to the same formats, and neutral semantic feature library implements four mappings of operation commands. Besides, this paper implements single-part transmission between CAD systems. Finally, the preliminary applications in the collaborative design between HUSTCAIDS and UG are also introduced to prove the feasibility of the presented theories.

Key words: neutral semantic feature transition; neutral semantic feature converter; neutral semantic feature library; heterogeneous collaborative design

摘 要: 提出了一种基于中性语义特征转换的异构 CAD 系统间数据交换方法, 该方法采用“中性语义特征转换器”将不同系统间的造型信息转换为统一的数据信息格式, 并通过中性语义转换库实现了不同系统间操作命令的 4 种映射关系。此外, 还实现了异构 CAD 系统间零件的同步协同传输。最后, 将该文提到的思想初步应用在理工大学自主开发的 HUSTCAIDS 与 UG 间的异构协同设计中, 证明该理论的可行性。

关键词: 中性语义特征转换; 中性语义特征转换器; 中性语义转换库; 异构同步协同设计

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.14.020 文章编号: 1002-8331(2009)14-0070-03 文献标识码: A 中图分类号: TP391

1 引言

随着网络技术的应用和发展, 传统的单机单用户模式的 CAD 系统逐步扩展成为网络 CAD 系统。网络 CAD 系统的发展使得一个群体能在计算机技术支持的环境中, 协作地完成一项建模任务。从而可以缩短产品开发周期, 降低产品的开发成本。但对于网络 CAD 系统尤其是对异构 CAD 系统间的同步协同研究^[1-2]还处于初级阶段, 大部分异构 CAD 系统间的平台设计只能支持单个特征的数据传输, 并且难于在异构 CAD 之间传递语义信息及设计意图。这样不仅导致了产品开发周期的延长, 也使基于网络的 CAD 造型设计质量不高。

针对以上问题, 提出一种基于中性语义特征转换的数据交换方法。该方法以中性语义特征转换器作为中转站, 将不同系统的造型信息转换为统一的数据信息格式, 该数据信息采用细胞元表示的语义特征造型技术^[3-4]中的特征依赖图(FDG)^[5]来表示特征造型信息。特征依赖图是一种可声明的特征造型技术, 能够有效地克服传统造型技术中基于历史构建模型的缺点, 保留高层次的语义信息, 准确描述设计者的设计意图。

基于中性语义特征转换的数据转换方法采用中性语义特征转换库实现了异构 CAD 系统命令间的映射关系, 并以上述研究为

基础, 实现了单个零件的同步协同传输, 有效地支持了不同系统间视图的一致性, 达到了“你见即我见”的异构 CAD 系统间同步协同设计效果。

2 基于中性语义特征转换的数据交换方法

目前, 协同设计中的数据交换方法按照交换数据的类型来分主要有两种: 基于几何的数据交换和基于参数化特征的特征参数交换^[6]。

基于几何的数据交换是对协同设计中模型的边界表示或其面片表示进行直接的几何层次上的数据交换。但由于模型十分复杂, 整体模型的数据量一般都很庞大, 如果采取诸如协同编辑等 CSCW 系统直接传输对象模型的方式必然会严重降低传输的效率和系统响应速度, 所以这只能在异步协同设计系统中使用。

当前的设计系统大多都是基于特征的参数化设计, 所以在协同设计中就可以通过交换特征的相关构造参数来达到模型数据交换的目的。这比基于几何交换的传输量要小的多。不过因为各种商业因素, 现今设计系统在造型命令和特征内部结构表示并没有形成统一的标准, 这在基于异构系统上应用简单的特征参数交换造成了很大的障碍。

基金项目: 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60173055)。

作者简介: 丁博(1983-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为计算机图形学与 CAD; 孙立镭(1944-), 男, 教授。

收稿日期: 2008-03-24 修回日期: 2008-05-27

基于第二种数据交换方法, 提出了基于中性语义特征转换的数据交换方法。该方法采用特征依赖图来表示统一的特征造型信息, 不仅能够支持单个特征的传输, 还能支持单个零件的传输, 实现了异构 CAD 系统间的同步协同设计。

2.1 中性语义特征转换器

采用基于细胞元表示的语义特征造型方法构建造型, 通过中性语义特征转换器实现了不同系统间的数据转换。

当一用户使用本地 CAD 系统执行了一条本地系统建模命令 LSMC, 这条命令被传输到中性语义特征转换器中, 在特征类库中找到与其匹配的特征类, 并生成一个中性语义特征转换对象。将转换完成的中性语义特征转换命令 NSFT 采用 FDG 来存储其特征造型信息。发送给主站点, 经主站点验证成功后, 发送接收成功消息给该从站点, 并将此条 NSFT 命令发送给其它从站点。其它从站点接收到此 NSFT 命令后, 便将它传送给中性语义特征转换器, 将其转换为本站点可识别的 LSMC 命令并执行。操作命令在中性语义特征转换器间的转换, 如图 1 所示。

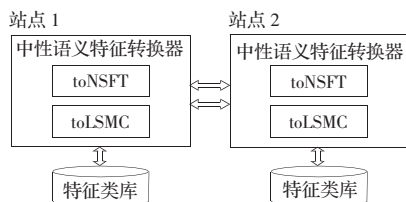


图1 不同站点间的数据转换流程

中性语义特征转换器主要由 toNSFT() 和 toLSMC() 两个函数组成。其中, 转换函数 toNSFT() 有两个主要功能: 一是特征操作, 就是获取本地操作的参数, 将其填充到中性语义特征转换对象的属性中去。二是模型约束操作, 确定新特征与原有特征间的约束关系。toNSFT() 函数将各 CAD 系统不同的数据结构转化为由特征依赖图存储的结构。而转换函数 toLSMC() 的实现过程可以简单地理解为是转换函数 toNSFT() 实现过程的逆过程。

2.2 中性语义转换库

由于目前对 CAD 软件的开发缺乏统一的标准, 不同 CAD 软件存在着从上层建模指令到底层数据结构的差异性, 造成了异构 CAD 系统间命令的映射存在多种情况。

采用中性语义转换库实现了不同系统指令间的多种映射。系统之间命令的映射可以分为 4 种情况: 单步操作对单步操作、单步操作对多步操作、多步操作对单步操作、 n 步操作对 m 步操作。操作映射表的结构, 如图 2 所示。

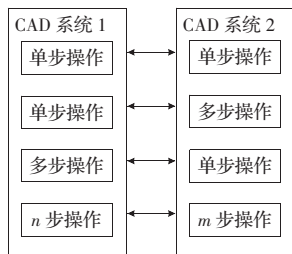


图2 操作映射表的结构

中性语义转换库应该有效的支持上述 4 种情况。对于单步操作对单步操作是一种简单的一对一映射关系, 在本系统中很容易实现。而单步操作对多步操作、多步操作对单步操作, 及 n 步操作对 m 步操作的映射具有一定的复杂性, 实现起来有一定的难度。以下将对这 3 种映射作详细介绍。

中性语义转换库将每一个 NSFT 命令进行编号, 每一个不同 NSFT 命令存在唯一的一个命令编号。命令编号方式与指令间的映射关系相对应, 共 4 种情况, 既单个编号对单个编号, 单个编号对一个编号组, 一个编号组对单个编号, 一个编号组对一个编号组。中性语义转换库中的数据结构如图 3 所示。

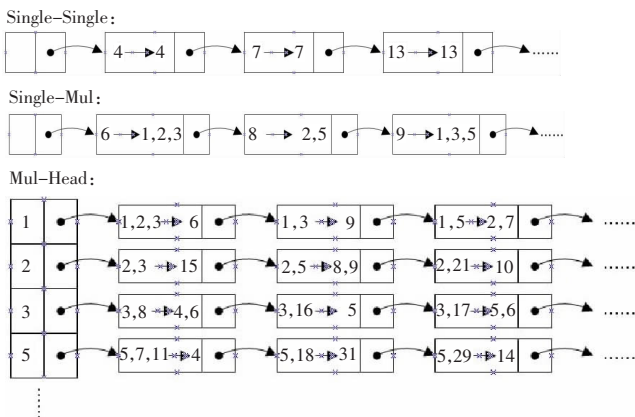


图3 中性语义转换库中的数据结构

如图 3 所示, 链表中存放的命令编号是按编号递增次序依次存储的。Single-Single 链表和 Single-Mul 链表中存放的命令编号分别对应的是单步操作对单步操作、单步操作对多步操作。当搜索 Single-Single 链表或 Single-Mul 链表时, 若待搜索的命令编号不存在, 则应到 Mul-Head 链表中去继续搜索。Mul-Head 链表存放的命令编号对应多步操作对单步操作和 n 步操作对 m 步操作两种操作。Mul-Head 链表中每个子链表也是按命令编号递增次序依次存储的, 可以按此规律依次搜索所需的操作映射。

当中性语义转换库捕获到一个命令编号后, 它将完成以下 3 步操作:

第一步: 将捕获的命令编号保存到映射结点中;

第二步又分为以下 5 步: (1) 首先到 Single-Single 链表中去搜索是否存在与捕获的命令编号相一致的命令编号, 若存在, 则停止搜索, 直接进入第三步; (2) 若 Single-Single 链表中不存在与其相一致的命令编号, 则到 Single-Mul 链表搜索, 若存在, 则停止搜索并进入第三步; (3) 若在 Single-Mul 链表中依然没有搜索到相一致的命令编号, 则到 Mul-Head 链表中搜索, 先搜索与其相一致的子链表, 进入步骤(4); (4) 等待对方 CAD 系统发送下一条 NSFT 命令, 获取其命令编号后则在已搜索到的子链表后搜索, 若搜索成功, 将映射结点更新, 重复(4), 否则, 将当前 NSFT 命令编号保存到待处理结点中, 并进入第三步, 将待处理结点中的命令编号复制给映射结点, 重复步骤(1);

第三步: 搜索成功, 释放保存在映射结点中的命令编号。

以一个多步操作对单步操作为例说明以上映射过程。使用 HUSTCAID 系统的设计人员想将一个圆形拉伸为一个圆柱, 第一步要进行建环操作, 此操作通过中性语义特征转换器转换后, 发送给使用 UG 系统的站点, 此命令编号为 2 被中性语义转换器捕获。在 Mul-Head 链表中, 首先搜索与编号为 2 相一致的子链表, 然后等待获取到下一条 NSFT 命令的编号, 即拉伸操作的命令编号 3, 获取此命令编号后在已搜索到的子链表 2 后的子链表中搜索, 若搜索成功, 则更新映射结点并继续获取到下一个命令编号, 若再次捕获此命令编号为 7, 搜索发现不存在 2, 3, 7 这三个命令编号组成的编号组, 则将 7 保存在待处理结点中, 将编号 2, 3 组成的编号组映射为与其向对应的编

号 15, 将编号 15 转化为中性语义转换命令, 并经中性语义特征转换器转换成本地系统建模命令, 即拉伸命令。

在一个异构协同系统中, 可能存在多个不同的 CAD 系统, 应根据本系统与其它系统的差异性, 为每一个系统配置多个中性语义转换库, 实现任意两系统间的数据映射及传输。

3 单个零件的中性语义特征转换

单个零件是指由设计人员自主创建的由多个基本特征组成的复体。单个零件通过约束关系将多个基本特征组合在一起。单个零件类的 UML 图如图 4 所示。

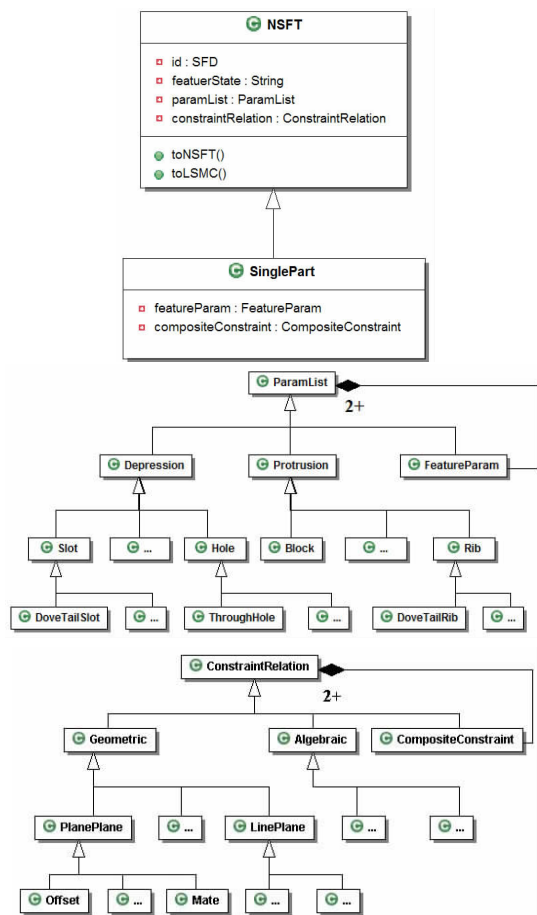


图 4 单个零件的 UML 类图

对于单个零件, 首先, 与其它特征操作的处理一样, 通过中性语义特征转换器, 提取单个零件本身的所有参数。然后, 将单个零件分解成若干个基本特征, 再把这些基本特征依次转换为相应的中性语义特征转换对象。最后, 将中性语义特征转换对象按优先次序排成队列, 依次传送给其它站点。其它站点接收到此中性语义特征转换命令组后, 根据分解出来的基本特征命令依次将其转换为本地系统建模命令来执行。

4 系统实现

提出的中性语义特征转换方法已经初步应用在 HUSTCAID 和 UG 系统间的同步协同设计中。图 5, 图 6 为 HUSTCAID 和 UG 协同设计一个 CAD 机械造型的界面, 图 7 为服务器运行界面。系统通过在广域网的 3 台机器上分别配置主服务器端, HUSTCAID 站点和 UG 站点, 客户端用户可以只关注于自己本地 CAD 系统的设计工作, 服务器端实时的对客户请求进行响

应, 实现了异构 CAD 协同设计任务。

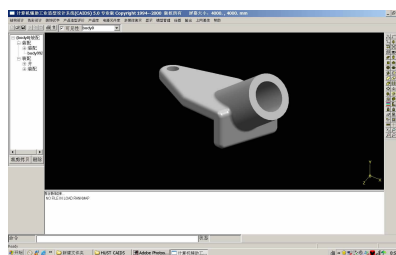


图 5 HUSTCAID 系统界面

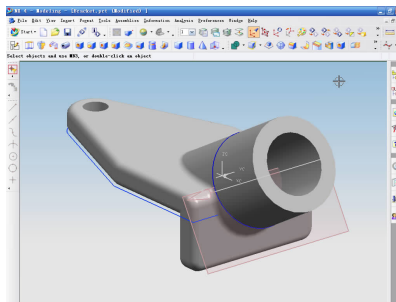


图 6 UG 系统界面



图 7 协同服务器运行界面

5 结论

采用基于细胞元表示的语义特征造型技术构建模型, 克服了造型过程中语义描述不完整, 继承性不强, 基于历史历程等缺点, 更加适合应用于同步协同设计过程中, 并通过特征依赖图传递中性语义信息, 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, 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。

参考文献:

- [1] Artman H, Ramberg R, Sundholm H.A case study on collaborative design learning[J]. Computer Supported Collaborative Learning, 2005: 603-638.
- [2] Chen Xiang, Li Min, Gao Shu-ming. A Web services based platform for exchange of procedural CAD models[C]//The 9th International Conference on CSCW in Design, 2005: 605-610.
- [3] Bidarra R, Neels W J, Bronsvort W F. Boundary evaluation for a cellular model[C]//Computers and Information in Engineering Conference, Chicago, USA, 2003(1): 255-265.
- [4] Bidarra R, Bronsvort W F. Semantic feature modeling[J]. Computer Aided Design, 2000, 32(3): 201-225.
- [5] 高雪瑶, 孙立镛. 语义特征造型中特征修改优先准则的研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(29): 36-39.
- [6] 胡玉兵, 侯晓林. 支持异构 CAD 协同设计平台技术的研究[D]. 济南: 山东大学, 2006.