

基于 XML 的三维标准件库研究与开发

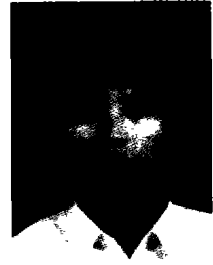
吴义忠 吴 斌 陈立平

华中科技大学国家 CAD 支撑软件工程技术研究中心, 武汉, 430074

摘要: 为了提高对各种异构 CAD 平台的适应性, 提出一种基于 XML 的三维参数化标准件库系统。对目前标准件库系统进行了分析, 指出了存在的问题, 提出了基于 XML 的标准件库系统的体系结构; 对三维 CAD 参数化特征造型系统中常用特征的 XML 描述进行了探讨, 提出了基于 XML 特征表达的三维标准件库建库方法; 通过在不同三维 CAD 系统下的 API 接口组件的开发, 实现了 Pro/Engineering、UG 和 InteSolid 等 CAD 系统下的三维参数化标准件库原型系统。

关键词: 标准件库; XML 描述; 特征造型; 参数化重构

中图分类号: TP391 **文章编号:** 1004-132X(2004)05-0423-04



吴义忠 副教授

Study and Development of XML-based 3D Standard Part Library

Wu Yizhong Wu Bin Chen Liping

Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430074

Abstract: In order to improve the adaptability to all kinds of heterogeneous CAD systems, a XML-based 3D parametric standard part library system was proposed. This paper analyzed current standard part library systems, and pointed out the existing problems. Then it presented systematic structure of the standard part library system based on XML. Furthermore, it discussed the XML description of features in common use in 3D CAD parametric feature modeling systems, and put forward established method of XML-based 3D standard part library. At a result, by means of appropriate API interface modules under different 3D CAD platforms being developed, the 3D parametric standard part library prototype system under some CAD systems which include Pro/Engineering, UG and InteSolid et al. is realized.

Key words: standard part library; XML description; feature modeling; parametric regenerating

0 引言

目前许多 CAD 软件都配有各自的标准件库, 如在 AutoCAD、Pro/Engineering、UGII、SolidEdge 等国外中高档 CAD 系统上都配备了标准件库^[1~3]; 一些国产 CAD 系统如 CADTool^[4]、InteCAD 等也配备了常用标准件库。然而, 这些标准件库系统的共同缺点是可移植性和软件复用性差, 标准件库系统都只能在特定的 CAD 平台下运行。

为了使标准件库在异构 CAD 系统中得到利用, 基于事物特性表和基于 ISO10303 (STEP) 和 ISO13584 (即 PLIB 标准)^[5,6] 的标准件建库方法被提出来, 并在一些 CAD 系统中进行了应用开发, 但是由于开发实现的复杂性、参数化和库扩展等问题的存在, 该方法的应用受到限制。为了满足产品三维参数化设计的需求, 提高对各种异构 CAD 平台的适应性, 本文研究一种基于 XML 的三维参数化标准件库系统。

收稿日期: 2003-05-19

基金项目: 国家 863 高技术研究发展计划资助项目 (2003AA001031)

1 三维标准件库系统结构

三维标准件库系统包括标准件库管理组件、标准件选择用户界面组件和专门 CAD 平台的接口二次开发 API 应用组件等模块组成。

标准件库服务器由两部分组成: 标准件的标准系列数据库和基于 XML 语言表达的特征模型库。标准件数据库包含了标准件的层次结构和各系列尺寸数据的组织, 模型库中的模型对应于相同系列 (一般对应一个标准) 的几何拓扑关系相同的一类标准件。

标准件库管理组件主要用于对现有的标准件库进行维护、管理和扩展, 包括标准件 (包括标准件类别) 的添加、修改和删除三个组件模块, 它们通过 ODBC 对服务器的标准件库进行更新操作。标准件管理系统提供了基于 Web 的浏览器和客户端两种界面形式。

标准件选择界面组件是一组统一的各个种类标准件选择 (包括类别和参数选取) 用户界面模块, 该组件通过 ODBC 访问服务器的标准件库, 获取并显示标准件库的相关数据和信息。

标准件库系统的 API 接口应用组件是各种 CAD 平台的接口二次开发应用程序集,该组件包括 XML 输入输出模块和模型参数化尺寸驱动模块。

2 三维标准件的 XML 特征描述

三维零件的特征模型主要包括零件的材料、管理信息、特征、变量(或参数)与关系约束。用 XML 对三维零件进行描述,最重要的是如何表达零件的特征。

对于形状比较规则的标准件,最重要的是要描述与造型相关的属性,如变量、约束、草图特征、实体特征及实体修饰特征。下面介绍部分属性的 XML 描述方法。

2.1 变量(或参数)的描述

用 XML 语言描述变量时,使用 Parameter 实体作标识,变量具有变量名(Name)和变量值(Value)两个属性。变量的描述示例:变量 PAR_L 的值被赋为 120.00

```
<Parameter>
<Name>PAR_L</Name>
<Value>120.00</Value>
</Parameter>
```

2.2 约束的描述

约束定义其实是变量的扩展,也具有名称和值两个属性,所不同的是其值可以是变量的函数式。

约束的描述示例:

```
PAR_M = PAR_L + PAR_D<Relation>
<Name>PAR_M</Name>
<Value>PAR_L + PAR_D</Value>
</Relation>
```

2.3 实体特征的描述

实体特征分实体加特征(Unite)和实体减特征(Subtract)两种类型。标准件中的实体特征常见的有拉伸特征和旋转特征。

将草图特征进行拉伸,得到加特征,描述示例如下:

```
<Extrude>
<Name>Ext0003</Name>
<Type>Unite</Type>
<Profile>Skh0002</Profile>
<Taper_Angle>0</Taper_Angle>
<Height>20</Height>
</Extrude>
```

3 CAD 平台下二次开发接口组件的实现

3.1 XML 的处理

使用 XML 接口主要是通过微软提供的 MsXML.dll 实现的^[7],该动态连接库提供了对符合 XML2.0 标准的所有对象进行操作的方法。

(1)CAD 系统中输出 XML 描述文档 创建 XML 表述文档,首先读取 CAD 模型中一些全局信息,将这些信息添加到 XML 文档头部;然后读取模型的造型历史特征树,逐个增加 XML 节点,形成 XML 描述的树层次结构。

(2)CAD 系统中读入 XML 描述文档 与上述过程相反,读取 XML 文档,创建零件模型,添加全局信息和各个特征。

3.2 特征的引用

特征在 CAD 系统中以特征编码(称为“实特征码”)唯一标识,在 XML 描述中以唯一的名称(称为“原特征码”)来表达。通过在 CAD 系统中嵌入我们自己的特征编码系统以建立 XML 描述中原特征码与具体的 CAD 系统的实特征码之间的一一对应关系。

3.3 参数化重构

XML 描述只是建立某个标准件的模板模型,即对应一个标准号的拓扑和形状一定的标准件,不负责标准件的参数化重构。参数化重构是在模板模型的基础上,根据不同的系列尺寸,进行尺寸驱动,生成一定规格的标准件。这个过程是通过调用 CAD 系统下的重构功能来实现的。

图 1 是基于 XML 特征表达的标准件三维模型的生成过程。用户选择标准件的类型即国标系列,选择系列尺寸值,根据标准件类型自动搜索数据库中对应的用 XML 描述的标准件特征模型,调用 CAD 系统下的 XML 特征转换程序接口,在 CAD 系统下先生成由 XML 描述的样板模型,根据用户选择的具体系列尺寸值进行参数化重构,生成所需的标准件三维模型。

4 系统开发实例

按照本文提出的思路,首先根据国标零部件设计的要求,在数据库管理平台 SQL-Server 下建立国标零部件的数据库。标准件的主要属性字段包括标准件名称、中文名称、所属类别、示意图片、材料、标准、规格、系列数据表、XML 模型等。

然后在自行开发的三维特征造型系统 InteSolid 平台下手工建立了常用的国标零部件模板模型库,调用 InteSolid 的特征编码组件,通过 XML 输出接口的开发,自动将标准件的模板模型的 XML 描述(即 XML 模型库)存入数据库中。

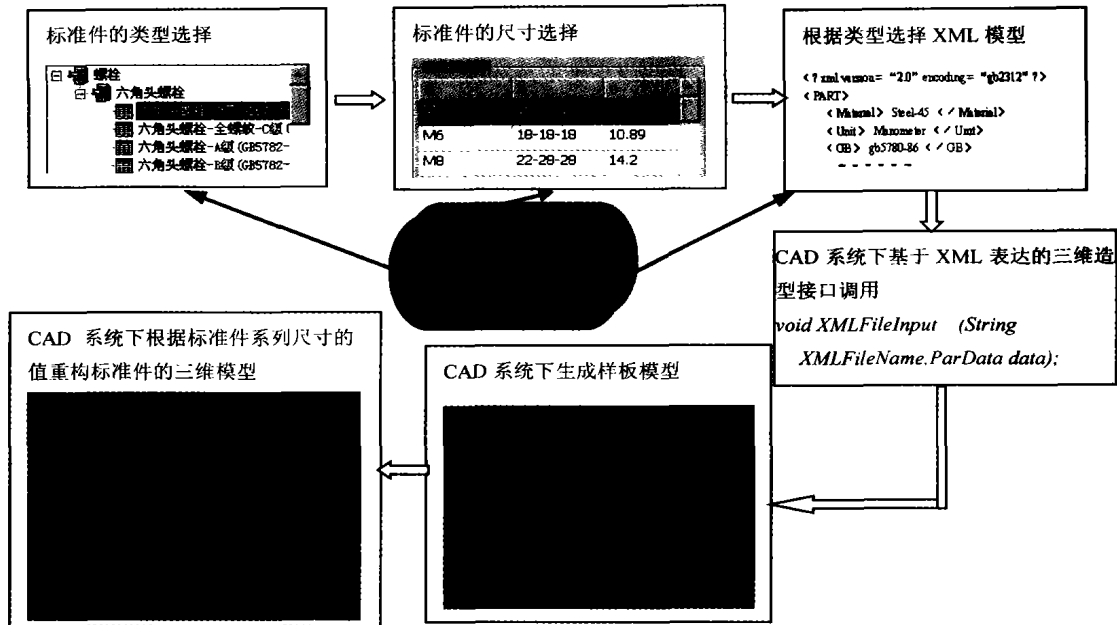


图 1 基于 XML 的标准件三维模型生成

最后,在其它 CAD 系统(本研究主要在 Pro/Engineering2001 和 Unigraphics18.0)下进行二次开发,开发任务包括标准件的选择组件、XML 输入组件、参数化驱动组件。标准件选择组件主要是根据数据库中标准件的分类为用户提供直观的选择界面,XML 输入组件复用 InteSolid 系统的特征编码组件,来对标准件库中的 XML 模型进行翻译,即将 XML 描述过程转化为 CAD 系统下的特征造型历史,从而得到标准件的模板模型,参数化驱动组件是根据数据库中得到的系列尺寸数据,驱动 CAD 下已经生成的标准件模板模型,生成用户选择的具体规格的标准件。

以六角头螺栓 GB5780-86 的 M10×40 为例,InteSolid 下输出 XML 描述文档的部分内容如下:

```
<? xml version="2.0" encoding="gb2312"? >
<PART>
  <Material> Steel-45 </Material>
  <Unit> Millimeter </Unit>
  <GB> GB5780-86 </GB>
  <Size> M10 X 40 </Size>
  <Parameters>
    <Parameter>
      <Name> PAR_L </Name>
      <Value> 120.00 </Value>
    </Parameter>
  </Parameters>
  <Relation>
    <Name> PAR_M </Name>
    <Value> PAR_L + PAR_D </Value>
  </Relation>
  <Sketch>
```

```
<Name> Skh0002 </Name>
<Line>
  <Name> L1 </ Name>
  <Start _ Point> (-10, 0, 0) < / Start _ Point>
  <End _ Point> (-5, 8.66, 0) < / End _ Point>
</Line>
...
<Constraint>
  < Coincident > L1, L2 < / Coincident >
  ...
  < EqualLength > L1, L2 < / EqualLength>
  ...
  <Parallel> L1, L4 < / Parallel >
  <Parallel> L3, L6 < / Parallel >
  <Horizontal> L2 < / Horizontal>
  < Horizontal> L5 < / Horizontal>
</ Constraint>
</Sketch>
<Extrude>
  <Name> Ext0003 </Name>
  <Type> Unite </Type>
  <Profile> Skh0002 < / Profile>
  <Taper _ Angle> 0 < / Taper _ Angle>
  <Height> 20 < / Height>
</Extrude>
< / PART>
```

在 UG18.0 下选择标准件,调用 XML 模型,并进行参数化重构得到代号为 GB5870 规格为 M10×40 的标准件见图 2。

5 讨论

本文介绍了基于 XML 描述的标准件库建库

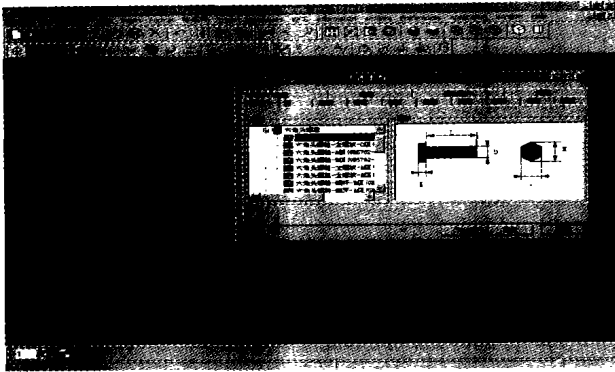


图 2 UG18.0 下基于 XML 的标准件库原型系统

方法,通过对标准件进行 XML 中性描述文档处理,可以将一个专用的 CAD 系统中制作的标准件库方便的移植到其他 CAD 系统中,从而大大减少了多 CAD 平台设计时标准件建库的工作量,提高了通用共享资源——标准件库对跨平台异构 CAD 系统的适应性。另外该方法可以进行扩展,用于一般零件的跨 CAD 平台调用,特别是随着基于网络的异地协同设计环境开发技术的日趋成熟,该方法会有更好的应用前景。然而,该方法具有一定的局限性,主要表现在对 CAD 系统的要求上,CAD 系统必须具有 Brep 表达和二次开发功能为前提,提供零件的实特征码或特征标识的获取函数,提供通用特征造型的函数调用。

参考文献:

- [1] 《CAD 通用技术规范》编写组. CAD 通用技术规范. 北京:中国标准出版社,1995
- [2] 郑芳圃. 三维参数化标准件库的研究与实践. 计算机辅助设计与图形学学报, 1999, 11(3):18~22
- [3] 卜昆, 曾红, 王金凤. 基于 CATIA 的三维参数化图形库建库工具设计与开发. 机械科学与技术, 1999, 18(1): 170~172
- [4] 程进明, 朱林, 常明. CAD 系统中标准件参数化的研究与实现. 工程图学学报, 1998, 1(1): 25~28
- [5] 张燕, 谭建荣, 魏修亭, 等. 基于事物特性表的标准件库建立. 中国机械工程, 1999, 10(3): 326~329
- [6] 杨东, 张申生, 何援军. 基于 ISO13584 的 CAD 标准件库的建立. 中国机械工程, 2001, 12(增): 83~86
- [7] 孙一中. XML 理论与应用基础. 北京:北京邮电大学出版社, 2000

(编辑 马尧发)

作者简介:吴义忠,男,1970 年生。华中科技大学国家 CAD 支撑软件工程技术研究中心副教授、博士。研究方向为特征造型、协同设计、PLM 等。发表论文 20 余篇。吴斌,男,1971 年生。华中科技大学国家 CAD 支撑软件工程技术研究中心硕士研究生。陈立平,男,1964 年生。华中科技大学国家 CAD 支撑软件工程技术研究中心教授、博士研究生导师。

(上接第 422 页)

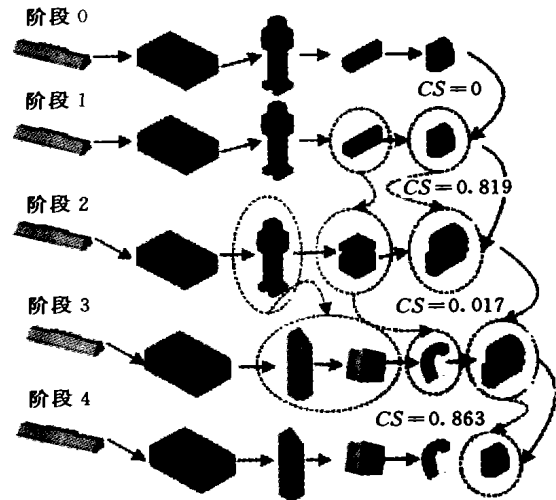


图 9 经过所有需求阶段的最优配置路径

径的方法。该方法既保证了对每个固定需求阶段所创建的机床配置,其冗余生产能力和/或功能最小,即经济性最好;又实现了在可重构机床整个寿命周期内,机床配置能够从一个需求阶段经济地转换到另一个阶段,即可重构性最好。本文的研究为实现可重构机床的成功应用创造了条件。

参考文献:

- [1] Landers R G, Min B K, Koren Y. Reconfigurable Machine Tools. Annals of the CIRP, 2001, 50(1): 269~274
- [2] Son S. - Y. Design Principles and Methodologies for Reconfigurable Machining Systems. [Thesis of the doctor degree]. Michigan: Michigan University, 2000
- [3] Moon Y M, Kota S. Generalized Kinematic Modeling of Reconfigurable Machine Tools. Journal of Mechanical Design, 2002, 124(3): 47~51
- [4] Lucas M R, Endley E W, Tilbury D M. Coordinated Logic Control for Reconfigurable Machine Tools. American Control Conference, San Diego, CA, 1999: 2107~2114
- [5] Shinno H, Ito Y. Computer Aided Concept Design for Structural Configuration of Machine Tools; Variant Design Using Directed Graph. Transactions of the ASME, 1987, 109(9): 372~376

(编辑 晓舟)

作者简介:许虹,女,1971 年生。浙江大学机械与能源工程学院现代制造工程研究所博士研究生。研究方向为可重构机床设计理论与方法。发表论文 6 篇。唐任仲,男,1961 年生。浙江大学机械与能源工程学院现代制造工程研究所教授、博士研究生导师。程耀东,男,1935 年生。浙江大学机械与能源工程学院现代制造工程研究所教授、博士研究生导师。