

文章编号:1000-582X(2002)07-0005-04

基于 AP203 曲面模型的 STEP/IGES 转换工具的研究

陈小安, 谭宏, 李昌兵

(重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044)

摘要:符合 STEP 标准与 IGES 规范的输入和输出是大多数 CAD 系统的 2 个数据接口, 在目前情形下, 这些 CAD 系统是以“自动化孤岛”形式运作的, 实际上存在数据交换和共享的障碍。作者提出利用转换工具来克服这种障碍。文中详细讨论了基于 AP203 曲面模型的 STEP/IGES 转换工具的接口方案以及 STEP 集成资源的程序语言表达, 定义了 STEP 与 IGES 间的曲面结构映射和实体数据转换, 实现了基于 AP203 曲面模型的 STEP/IGES 转换工具开发, 最后给出了一个应用实例。

关键词:STEP; AP203; IGES; EXPRESS; 转换工具

中图分类号:TP391.72

文献标识码:A

随着 CAD 系统的推广和 CIM(计算机集成制造)研究的兴起, 产品定义数据在不同系统之间的交换及相同系统的不同子系统之间的信息流动, 由于系统间的不兼容性引起了数据交换的困难, 直接导致了各种数据交换技术标准的出现。IGES(初始图形交换规范)作为一种成熟的、被广泛接受的标准, 就是为了实现不同的 CAD/CAM 系统之间交换产品模型的定义数据而制定的美国标准。从 1981 年 IGES1.0 版本到 1991 年 IGES5.1 版本, IGES 逐渐成熟, 并日益丰富, 覆盖了越来越多的应用领域, 作为较早颁布的标准, IGES 被大多数 CAD 系统所接受。国际标准化组织 ISO 的国际标准 STEP(产品数据交换标准)从一开始就借鉴了许多 IGES 成功之处, STEP 的精髓是对整个产品而不是仅对其几何形状进行描述, 描述方法也是该标准内容的一部分, 由于基于标准的产品数据管理战略上的重要性已越来越广泛地为制造业所承认, STEP 被认为是保持企业竞争的重要工具^[1], 许多软件厂商纷纷宣布其产品支持 STEP 标准。

STEP 标准支持广泛的应用领域, 但具体的应用系统很难采用标准的全部内容, 一般只实现标准的一个子集。如果不同的应用系统所实现的子集不一致, 则在数据交换时会产生类似 IGES 的“风味”问题。为避免这种情况, STEP 制定了一系列应用协议, AP203 是最早成为 ISO 标准的应用协议之一。AP203 是针对有

配置管理的产品三维设计交换数据而指定的应用协议, 其范围限于产品生命期内的设计阶段, 适用于机械零件与部件。虽然 STEP 标准是数据交换标准发展的方向, 但是在今后较长时期内多种数据交换标准并存也是不争的事实。为减少开发 STEP 处理器所花费的人力和时间资源, 克服“自动化孤岛”形成的障碍, 可以考虑利用现有条件研制转换工具, 通过中性文件格式的转换, 使不同 CAD 系统可以进行产品数据交换, 实现产品信息的共享。

AP203 应用协议按形状表示子类型的要求定义了 6 个一致性级别^[2], 文中转换工具研究的文件转换是基于 AP203 应用协议一致性级别 2 的, 即转换工具处理的是曲面模型表示的产品定义数据。这主要是考虑到 IGES 兼容性的问题。虽然从 IGES4.0 开始有了 CSG 实体模型, 从 IGES5.0 开始有了流形实体的 Brep 模型, 但 CAD/CAM 系统的 IGES 前、后置处理器大多仍以曲面模型为主, 曲面模型由于缺少拓扑信息的组织与表示, 比 CSG 或 Brep 模型简单, 具有较实体模型更好的通用性, 可以被大多数系统接受^[3]。

1 转换工具的接口方案

转换工具完成 STEP 文件与 IGES 文件之间的转换工作。通过转换工具对中性文件格式的转换, 实现不同 CAD 系统之间的数据交换, 达到产品信息共享的目的。

• 收稿日期:2002-03-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59875087)

作者简介:陈小安(1956-), 男, 重庆人, 教授, 博士生导师。主要从事网络化协同设计与制造的研究工作。

的。转换工具的接口方案如图 1 所示:

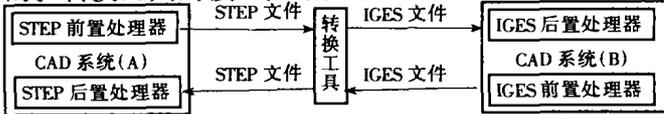


图 1 转换工具的接口方案

2 集成资源的程序语言表达

转换工具要通过输入的中性文件生成产品模型的内存表示,它必须具备描述信息模型的资源单元。STEP 标准的集成资源已经相当完备,它甚至具有 IGES 规范描述机械零部件的相同实体类型(尽管曲面结构、参数数据存在差异)。EXPRESS 是 IPO (IGES/PDES Organization) 专门开发的信息建模语言,具有强大的描述信息模型的能力,它为 STEP 标准的集成资源与应用协议提供规范化描述产品数据的机制,保证了产品数据的准确、完全和无二义性。转换工具采用 AP203 认定的集成资源子集以描述产品模型并用 C++ 作为转换工具的开发语言,C++ 具有数据抽象以及面向对象的能力,通过研究 EXPRESS 语言的 C++ 表达,从而进一步实现以 C++ 描述 STEP 标准中使用 EXPRESS 语言描述的集成资源^[4,5]。为此建立了 EXPRESS/C++ 映射对照表,如表 1 所示。

表 1 EXPRESS/C++ 映射对照

EXPRESS 元素	C++ 元素
ENTITY	类
INVERSE	
ENTITY INSTANCE	指针
UNIQUE	
WHERE	
RULE	函数
: = ; (或: < > :)	
NUMBER	实数
BAG	
LIST	链表
SET	
SELECT	共用体
BOOLEAN	
LOGICAL	枚举
...	...

EXPRESS 中部分数据类型和操作符在 C++ 中是已有的,表 1 给出了部分 C++ 不具有的数据类型和操作符的映射关系。在此基础上,初步具备了 EXPRESS 语言的 C++ 实现的能力,对于 STEP 标准中使用 EXPRESS 语言描述的实体类型对应映射为转换工具中 C++ 描述的资源单元,为转换工具建立起相

应的集成资源,这是转换工具正确读取产品数据生成产品模型内存表示的基础。

3 实现原理

转换过程的实质是一个编译过程。转换工具生成的文件必须符合 STEP 标准或 IGES 规范的要求。转换工具的工作流程如下:

- 1) 读入 STEP(或 IGES)文件,生成产品模型的内存表示;
- 2) 进行 STEP/IGES 间曲面结构的映射和实体数据的转换;
- 3) IGES(或 STEP)格式输出。

其中,产品模型的内存表示与格式输出仅与 STEP 标准、IGES 规范的实现形式^[6,7]有关,关键在于 STEP/IGES 间曲面结构的映射和实体数据的转换。

3.1 曲面结构的映射

STEP 与 IGES 描述的曲面结构非常接近,比较图 2、图 3 可以发现,STEP 与 IGES 间曲面结构映射是可行的。

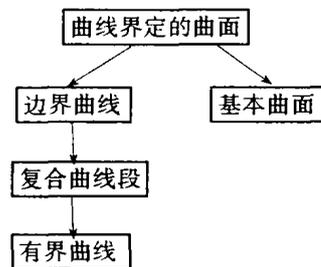


图 2 STEP 描述的曲面结构

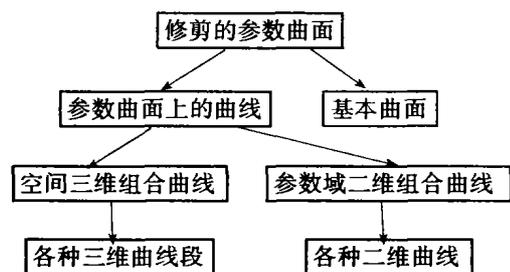


图 3 IGES 描述的曲面结构

据此建立的 STEP/IGES 实体映射对照表如表 2 所示。不是所有的实体都参加映射,一些实体需要在映射的过程中补充定义。如 IGES 曲面结构映射为 STEP 曲面结构时,参数域二维组合曲线与二维曲线不被使用,反之这部分实体则需要被补充定义。此外,曲面结构映射的过程中存在“一对多”的问题,如 IGES 的 NURBS 曲面既可以映射为 STEP 的 NURBS 曲面,又可以映射为平面。可以通过建立映射识别机制予以解决^[8]。

表 2 STEP/IGES 实体映射对照表

STEP 实体数据类型	IGES 实体类型
CIRCLE	100
COMPOSITE_CURVE	102
LINE	110
CYLINDRICAL_SURFACE	120
CONICAL_SURFACE	120
SPHERICAL_SURFACE	120
TOROIDAL_SURFACE	120
SURFACE_OF_REVOLUTION	120
SURFACE_OF_LINEAR_EXTRUSION	122
AXIS2_PLACEMENT_3D	124
B_SPLINE_CURVE_WITH_KNOTS	126
B_SPLINE_SURFACE_WITH_KNOTS	128
PLANE	128
BOUNDARY_CURVE	142
CURVE_BOUNDED_SURFACE	144
...	...

3.2 实体数据的转换

实体数据转换有 3 种情况^[8]：

1) 实体内部的数据转换。部分实体的数据转换发生在实体内部。这是由于 STEP 与 IGES 在描述同一对象时使用了不同的一组属性，二者对该对象的描述都是完整而正确的，这是实体内部数据转换的依据。

如直线在 STEP 标准中使用一个点和一个矢量两个属性描述，在 IGES 规范中，则是使用两个点描述的，将一个点和一个矢量转换成两个点显然是可行的。其它实体内部的数据转换类似。

2) 实体外部的数据转换。当通过实体自身的属性无法完成数据转换时，这时需要借助与该实体联系紧密的其它实体予以建立。基本曲面的数据转换往往采用这种方式。

如平面在 STEP 标准中使用一个三维空间轴二定位实体进行定位，该平面就是定义空间中的 X_T 、 Y_T 面，它是无界的。而在 IGES 文件中，平面被描述成 NURBS 曲面二者在数学表达上的差异是很大的，且此时的“平面”是有界的。数据转换过程如下：

- a. 确定平面的外边界曲线；
- b. 通过平面的三维空间轴二定位和外边界曲线建立平面的二维包围盒；
- c. 扩展包围盒，以包围盒的 4 个角点作为控制点，4 个权因子置为 1；
- d. 将局部坐标系下的参数变换到全局坐标系下，完成 NURBS 曲面参数的建立。

3) 补充定义实体的数据生成。补充定义的实体，其数据生成通过目标曲面结构中相关实体予以建立。

如在 IGES 文件结构中组合曲线直接引用几何曲线，而在 STEP 文件结构中边界曲线通过复合曲线段间接引用几何曲线。当进行 IGES 文件到 STEP 文件的转换时，复合曲线段是需要补充定义的实体，其数据生成过程如下：

- a. 取被引用几何曲线的节点指针；
- b. 判断边界曲线引用该几何曲线的方向；
- c. 完成复合曲线段的数据建立；
- d. 将复合曲线段的节点指针传递给边界曲线。

4 应用实例

在此研究基础上开发出了一个 STEP/IGES 转换工具，下面给出一个具体应用实例。图 4 为 Pro/E20 上建立的一个产品模型，IGES 文件 sg.igs 通过转换左具生成 STEP 文件 sg.stp(由于篇幅所限具体文件省略)，图 5 为该 STEP 文件在 I-DEAS6.0 中的应用。



图 4 Pro/E20 上建立的产品模型



图 5 文件 sg.stp 在 I-DEAS6.0 上的应用

5 结束语

产品数据交换标准 STEP 近几年的发展非常迅速,目前已由原理研究阶段向实现应用阶段发展,研究 STEP 标准的应用工具对于推动 STEP 标准的发展,解决各应用领域的产品数据交换与共享具有重要的现实意义。当前多种数据交换标准共存是客观的事实,本文提出建立基于 AP203 的 STEP/IGES 转换工具,通过中箭文件格式之间的转换,实现产品数据交换与共享的目的,主要讨论了转换工具的接口方案以及 STEP 集成资源的程序语言表达,针对 STEP 与 IGES 间的曲面结构映射和实体数据转换进行了深入研究,在此基础上开发了 STEP/IGES 转换工具。

经过实践和多种测试方法的验证,STEP/IGES 转换工具生成的 STEP、IGES 文件是完全符合 STEP 标准和 IGES 规范的。文件交换作为 STEP 标准的实现方法之一是必不可少的,它的最大优点是标准化,采用沃思表示法(WSN)消除了数据描述的二义性,保证了产品数据传输的准确性和完整性。转换工具为文件交换提供了新的思路。

参考文献:

- [1] CAD 通用技术规范[M].北京:中国标准出版社,1995.
- [2] 中国标准化与信息分类编码研究所 .GB/T16656.203 - 1997. 配置控制设计[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [3] 刘德智,董金祥,何志均,等.基于曲面模型的 IGES 前后置处理器的设计[J].计算机辅助设计计算机图形学报,1999,11(2):100 - 103.
- [4] 机械工业部北京机械工业自动化研究所 .GB/T16656.11 - 1996. EXPRESS 语言参考手册[S].北京:中国标准出版社,1997.
- [5] 李小林,易红,吴锡英 .EXPRESS 数据模式在关系数据库上的实现[J].计算机集成制造系统,1999,5(1):64 - 68.
- [6] 机械工业部北京机械工业自动化研究所 .GB/T14213 - 93. 初始图形规范[S].北京:中国标准出版社,1994.
- [7] 中国标准化与信息分类编码研究所 .GB/T16656.21 - 1997. 交换文件纯正文编码[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [8] 谭宏.基于曲面模型的中性文件格式之间的数据交换:[硕士学位论文][D].重庆:重庆大学,2000.

Research on Step/Iges Conversion Tool of Surface Model AP203 - Based

CHEN Xiao - an, TAN Hong, LI Chang - bin

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Most CAD systems conform to STEP standard and IGES specification as their input/output interfaces. In this paper, the STEP/IGES conversion tool of surface model based on AP203 is presented. The interface architecture of conversion tool and program language representation of STEP integrated resource construct are discussed in detail, and the mapping of surface structure and the conversion of entity data between STEP and IGES are established. Finally, an applied example is given.

Key words: STEP; AP203; IGES; express; conversion tool

(责任编辑 成孝义)