

基于 STEP 的产品数据表示和交换的研究*

赵致格 赵荣亮

(清华大学计算机科学与技术系 CAD 中心 北京 100084)

摘要 本文介绍了 STEP 标准的概念和原理,基于 STEP 标准对各种计算机辅助系统进行集成的策略,以及 STEP 模型描述语言 EXPRESS 的编译器的实现和 GHModeling4.0 的 STEP 中性文件前后处理器的实现.文中详细地讨论了 STEP 标准的实现原理、EXPRESS 编译器的作用、SDAI 数据字典结构、STEP 中性文件的前后处理过程和应用协议在产品数据交换中的作用.

关键词 STEP,EXPRESS,SDAI,CAD/CAM/CAPP,数据交换,数据库.

STEP (ISO 10303)是一个可用计算机实现的产品数据表示和交换的国际标准. STEP 制定了产品在整个生命周期中的产品数据模型,这个模型独立于任何特定的应用系统,能够确保各种应用系统实现的一致性.

STEP 使用一种形式化语言 EXPRESS 来描述产品数据模型.产品数据模型被表示为一组 EXPRESS 语言描述的集成资源(Integrated Resource)的集合.因为没有面向具体应用的约束和关系,集成资源不能被用于支持一个应用系统的产品信息要求,所以 STEP 定义了应用协议 AP(application protocol)来解释集成资源以满足具体应用的信息要求.解释的结果就是应用解释模型 AIM(application interpreted model),它是应用协议的一部分.

STEP 把产品数据的表示和实现方法区分开来.每种实现方法都是 EXPRESS 语言到该方法所使用形式语言的一个映射.映射的结果按形式文法来表示. STEP 标准已经提出了 3 种实现方法:

(1) 文件交换:通过读写 STEP 规定格式的文本文件(包括二进制编码)来交换应用协议中应用解释模型(AIM)定义的产品数据.

(2) 应用程序界面:定义了一组读写产品数据的程序界面,产品数据的模型是用 EXPRESS 语言描述的.

(3) 数据库实现:通过建立产品数据库进行产品数据的交换和共享.数据库的内部模式与应用解释模型中的模式是一致的,并且还要符合应用协议中包含的其它的实现要求.

1 基于 STEP 标准的系统集成策略

为了完成一个产品的设计、制造、使用、维护和作废需要把不同的计算机辅助系统集成

* 作者赵致格,女,1939年生,副教授,主要研究领域为计算机辅助设计,工程数据库.赵荣亮,1968年生,硕士,主要研究领域为计算机辅助设计,工程数据库.

本文通讯联系人:赵致格,北京 100084,清华大学计算机科学与技术系 CAD 中心

本文 1995-11-30 收到修改稿

到一起,这些计算机系统的硬件组织和软件系统可能有很大差别,所以,集成方案必须提供一种中性机制,这种机制可以被各种应用系统用来表示和交换产品数据.

根据 STEP 提供的实现方法,我们采用如下 2 种策略进行系统集成. ①利用 STEP 中性文件在应用系统之间进行产品数据交换;②应用系统通过称为 SDAI(standard data access interface)的程序界面来访问产品数据.

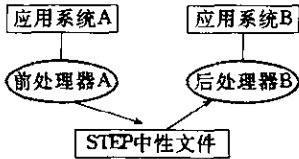


图1 利用STEP中性文件进行产品数据交换

1.1 利用 STEP 中性文件进行产品数据交换

STEP 定义了一种中性文件格式,存储用 EXPRESS 描述的产品模型的实体实例数据.对某个具体应用来说,产品数据模型是应用协议(AP)中的应用解释模型(AIM),应用系统使用的中性文件格式是从此 AIM 映射过来的,映射规则是标准化、形式化的.按照同一个 AIM,

不同的 CAD,CAM 和 CAPP 应用系统可以通过 STEP 中性文件交换集成为一体,如图 1 所示.使用这种方法,每个系统应有 2 个功能模块,一个是把系统专用的数据格式转换成 STEP 中性文件格式,另一个做相反的转变.这 2 个模块通常分别称为 STEP 中性文件的前处理器(Pre_Processor)和后处理器(Post_Processor).

1.2 使用 SDAI 访问产品数据

由于 STEP 中性文件是模型相关的文本文件,文件实现方法有以下缺点:

(1) 产品数据共享

一个 STEP 中性文件存储的数据表示了产品某一方面的全部信息,应用系统只有读到整个中性文件,才能得到产品数据,产品数据不能同步共享.

(2) 版本控制

版本控制只能做到文件级,不能实现实体的版本控制.

(3) 操纵和存储效率

STEP 中性文件的文本格式要求比较多的存储空间,并且在文本编码和二进制数据之间的转换也浪费时间.

(4) 前后处理器的开发

STEP 中性文件对信息模型的依赖性使得前后处理器也依赖于某个特定的信息模型.这样,当某个应用需要处理多个模型时,它必须有多个孤立的前后处理器,尽管这些处理器有很多相同的地方.而且,当信息模型发生变化时,必须对前后处理器做相应的改变.因此,前后处理器的开发工作量比较大.

(5) 归档

由于 STEP 文件中的实例数据没有按内容建立索引,随着 STEP 文件数目的增加,归档会变得越来越困难.

由于 SDAI 的实现不限定存储系统,和模型无关,使用 SDAI 实现方法,上述问题都可以得到解决.在 SDAI 实现方法中,用 EXPRESS 语言描述的产品信息模型经 EXPRESS 编译器处理产生 SDAI 数据字典,SDAI 数据字典为 SDAI 函数提供模式.应用程序通过 SDAI 规定的程序访问界面函数存取产品数据.应用程序不需要知道产品数据是如何存储和组织的,因此,某些合适的数据库系统可以用于支持 SDAI 实现.这种实现方法可以按客户/服务

器结构实现.在这种结构中,应用系统作为客户,而SDAI存储管理系统作为服务器,图2是这种系统结构的说明.

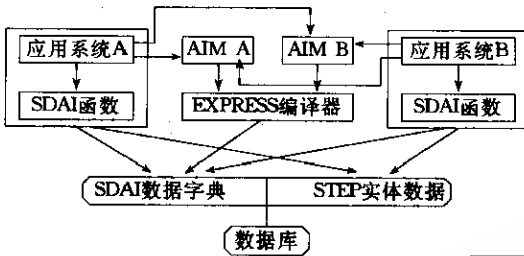


图2 使用SDAI访问产品数据

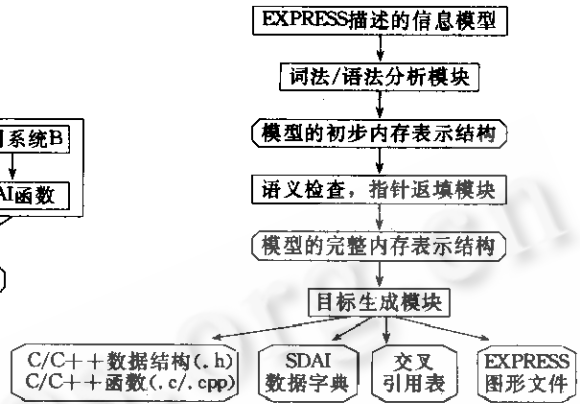


图3 EXPRESS编译器的结构

2 EXPRESS 语言编译器

STEP用EXPRESS语言描述集成资源、应用解释模型和其它形式化的内容.这种描述是文本文件格式,必须由计算机转换为便于计算机查询和操纵的格式,完成这个转换工作的程序称为EXPRESS语言编译器.

2.1 在STEP中EXPRESS编译器所起的作用

EXPRESS编译器的作用体现在3个方面:(1)在STEP中性文件实现中,EXPRESS编译器用于产生前后处理器的中性文件读写模块;(2)在SDAI实现中,EXPRESS编译器用于产生SDAI数据字典;(3)在编写和模型相关的应用系统时,EXPRESS编译器可用于产生应用程序需要的数据结构、函数或过程.

对超类和子类继承关系的处理放在实体操作时进行.在产生实体对象时,每个实体对象都要继承它的所有超类的属性、约束和规则.对多重继承按后来优先原则处理.

2.2 EXPRESS编译器的实现结构

EXPRESS编译器由3部分组成:词法/语法分析、模式检查和目标生成.如图3所示.

2.2.1 内部表示

内部表示指模型在内存中的存储形式,它的数据结构是根据EXPRESS语言的WSN表示定义的.例如,实体(Entity)的内部表示为:

```

struct {
    // 1. Entity name      实体名
    // 2. Supertypes      超类表
    // 3. Subtypes        子类表
    // 4. Attributes list 属性表
    // 5. Unique rules list 唯一性规则表
    // 6. Where rules list 值域规则表
}entity_definition;
    
```

2.2.2 指针回填

在编译过程中,对于当前引用的尚未定义的实体,无法建立引用关系,为此,需要建立尚未定义实体的回填指针表,回填表的结构如下:

```

struct{
// 1. address of the pointer to be filled back 要返填的地址
// 2. the name unresolved 未定义的实体名
// 3. pointer to the next fill-back_node 下一个结点
}fill_back_node;

```

第 1 遍处理 EXPRESS 时填好上述返填表,当处理完 EXPRESS 时,检查返填表并进行返填,同时进行语义检查,完成模式的内存表示结构。

2.2.3 SDAI 数据字典

SDAI 数据字典文件包括头段和表段 2 部分.表段由多个表组成,这些表是存储模式、实体定义、类型定义和其他 EXPRESS 对象信息的记录表.头段记录着每个表的信息,如表名、该表在字典文件中的偏移量、每个表中记录的大小和记录的数目。

2.2.4 C/C++ 函数

EXPRESS 编译器可以根据 AIM 产生读写中性文件、操纵实体实例和检查约束规则的各种函数以及对应 AIM 实体说明的数据结构。

EXPRESS 支持函数、过程和规则,函数用于表示实体属性之间的相互关系,在 EXPRESS 编译过程中同样要对这些函数和过程的词法和语法进行合法性和正确性检查,并生成相应的函数、过程和规则对应的(C 或 C++)函数说明和函数体源代码文本;在 SDAI 方式下要生成对应的中间代码文本配合内部解释器使用,保证约束条件的实施。

3 STEP 中性文件前后处理器

STEP 在中性文件实现方式方面包括 3 部分内容:(1) WSN 表示的中性文件结构;(2) 从 EXPRESS 到中性文件的映射规则;(3) 头部模式和数据传输模式。

产品数据模型是 AIM,应用协议中说明了 AIM 对应的中性文件格式.用户定义的实体实例数据允许插入到 STEP 中性文件中,在后处理器中可以忽略它们。

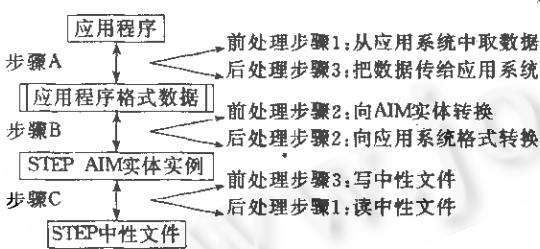


图4 前后处理过程

3.1 前后处理过程

前后处理器处理过程如图 4。

3.2 前后处理器的实现

由图 4 可以看到,前后处理器的实现都包含 3 部分工作.对步骤 C 的程序设计,某些源码可由 EXPRESS 编译器自动产生.在前处理器的实现中,EXPRESS

编译器可用于产生与 AIM 对应的数据结构定义,并根据 EXPRESS 到中性文件的映射规则产生写数据到 STEP 中性文件的相应函数。

在后处理器的实现中,STEP 中性文件语法分析器,可以利用 Lex/Yacc 工具根据用 WSN 表示的中性文件结构自动生成.词法分析的结果可以使用 EXPRESS 编译器产生的相应函数放到 EXPRESS 编译器产生的数据结构中。

至此,我们可以看到 EXPRESS 编译器对前后处理器的实现必须产生 3 种类型的对象:(1)AIM 对应的数据结构(.h 文件);(2)把数据写到中性文件的函数;(3)把词法分析结果放到数据结构中的函数。

4 小 结

我们已经实现了 STEP 中性文件前后处理器,使 GHModeling4.0 三维几何造型系统可与 STEP 文件交换几何、拓扑数据。我们还开发了 EXPRESS 编译器,可以产生 SDAI 数据字典。在这篇文章中,我们没有结合应用系统讨论 STEP,这并不意味着应用系统不需遵守 STEP。

如果应用系统的数据模型与 AIM 差别较大,前后处理器的转换工作包括大量复杂的计算。例如,在 AP204 中,对有边界曲面仅提供了 B-样条曲面表示,但应用系统中对有边界曲面可能采取某些其他的表示,如参数表示。在参数表示和 B-样条表示之间的转换以及其他类似的工作将使得交换工作非常困难。

另一个问题是,应用程序通常为方便起见定义某些冗余的结构,这些结构没有相应的 AIM 实体定义。我们插入这些实体到 STEP 中性文件中作为用户定义的实体实例,这些实例可以被后处理器所忽略。

我们建议,当设计一个新的应用系统时,必须考虑 STEP 标准。仅凭前后处理器来实现 STEP 中的实体是不合情理的。

参考文献

- 1 ISO CD 10303-1. Overview and Fundamental Principles. 1992.
- 2 ISO IS 10303-11. The EXPRESS Language Reference Manual. 1994.
- 3 ISO CD 10303-21. Clear Text Encoding of the Exchange Structure. 1991.
- 4 ISO WD 10303-22. Standard Data Access Interface Specification. 1992.
- 5 ISO WD 10303-204. Application Protocol; Mechanical Design Using Boundary Representation. 1992.
- 6 STEP Utilities Reference Manual. STEP Tools Inc., 1992~1993.

RESEARCH ON THE PRODUCT DATA REPRESENTATION AND EXCHANGE USING STEP

Zhao Zhige Zhao Rongliang

(CAD Centre Department of Computer Science and Technology Tsinghua University Beijing 100084)

Abstract This paper introduces two solutions using STEP to integrate various CAD /CAPP/CAM application systems and presents the implementation methods of the EXPRESS compiler and the STEP exchange file pre/post processor as components of GHModeling4.0 System. Some essential techniques and strategies such as SDAI data dictionary structure, schema manipulations, the STEP exchange file accessing and the application protocol conformance are discussed in detail.

Key words STEP, EXPRESS, SDAI, CAD/CAM/CAPP, data exchange, database.