

文章编号: 1000-5013(2011)02-0140-05

面向网络制造数据共享的分离映射法

吴豪, 顾立志, 洪琦

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 研究 ISO 标准 STEP-NC 的描述语言——EXPRESS 到 XML 的映射机制, 提出面向网络制造数据共享的分离映射法. 首先, 按照拟共享信息的功用和特点, 把 STEP-NC 物理文件离散成一般信息结构、特征结构和操作结构 3 个信息单元; 然后, 分别采用前期绑定和后期绑定实现优化式综合映射; 最后, 构建 STEP/XML 转换的系统模型. 以圆孔加工为例, 在 STEP-NC Machine 仿真平台上运行分离映射法与 STEP/XML 转换系统.

关键词: 分离映射法; 数据共享; 网络制造; STEP 文件; EXPRESS 语言; STEP/XML 转换系统

中图分类号: TP 391.73

文献标志码: A

基于 ISO 14649 标准的 STEP-NC 程序生成器, 是国际标准化组织所开发的, 用来为数控设备定义数据而扩充的 STEP 标准. 它可减少传统的 CAD/CAM 系统加工零件的时间, 消除在加工制造过程中所需的后处理器, 并且能够支持更快、更安全、更加智能的加工设备^[1]. 近年来, 国内一些高校和研究机构也对 STEP-NC 数控机床进行了研究, 但尚处于起步阶段, 跟国外的研究相比有一定的差距^[2]. 网络化制造环境下, 由于 STEP-NC 中性文件很难被产品数据组织之外的系统所理解, 在网络浏览器上也不能处理 EXPRESS 定义的数据. 另一方面, XML 作为一种优秀的网络语言得到了广泛的应用, 但它在产品信息建模方面能力不足. 因此, 结合 STEP-NC 与 XML 两者的优点, 将 STEP 中性文件转换成 XML 格式的文件, 在网上实现产品信息的处理, 成为了数控系统实现网络制造的关键^[3]. 文中提出并构建基于产品全生命周期和制造信息共享的网络化协同制造系统.

1 对 STEP 物理文件的分离映射

目前, 主要有前期绑定和后期绑定等 2 种 EXPRESS 数据模型到 XML 的映射方法. 前期绑定映射中, XML 的标记与 EXPRESS 数据模型中的数据类型及其属性直接对应, 即 XML 中的元素对应 EXPRESS 中的实体型, 元素属性对应实体型的属性. 前期绑定文档类型定义繁琐, 它要为每一个 EXPRESS 模型指定一套 XML 标签集(重写一个 Schema), 对于子/超类型的描述很麻烦其通用性较差, 但其输出文档结构简洁, 比较适合单一类型、特殊用途应用的定义. 后期绑定映射中, XML 标记与 EXPRESS 的元数据对象(包括实体、属性、数据类型)相对应. 由于 Schema 定义的 XML 标记与 EXPRESS 的元对象对应而不是与模型的数据类型对应, 可以允许所有的 EXPRESS 模型共用一套标签集(只需一个 Schema), 具有很好的通用性和可移植性, 比较适合通用格式应用的定义^[4].

映射方法的基本原理是在映射时, 把 STEP 物理文件按照具体内容(特征和操作)分离成如下 3 个信息单元: (1) 一般信息结构, 包括项目日期、项目所有者、工作计划详细等信息; (2) 特征结构, 包括工件所要加工的特征标识符、形状描述信息、位置信息、特征坐标系定义信息等特征信息及其支撑信息; (3) 操作结构, 包括制造特征信息、可执行对象实体信息(每一个工步的操作信息及其支撑信息), 从而

收稿日期: 2010-07-17

通信作者: 顾立志(1956-), 男, 教授, 主要从事制造自动化、先进金属切削技术和数字化制造技术的研究. E-mail: gurlizhi888@163.com.

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2010J01295); 福建省泉州市科技计划基金资助项目(2007G9, 2008G5)

实现对整体数据信息的映射。

分离映射时,信息单元(1)的数据实体内容(EXPRESS 模型)相对固定,需要写入 XML 标签集个数相对较少。因此,对映射信息单元(1)采用前期绑定的方法,如有消息实体语句:

```
ENTITY message;
  its_id:identifier;(项目标识符,它在零件程序中应是唯一的)
  main_workplan:workplan;(模型中的顶层工作计划)
  its_workpiece:SET[0:?] OF workpiece;(要加工的工件)
  its_owner:OPTINONAL person_and_address;(可选择的项目所有者的信息)
  its_release:OPTINONAL date_and_time;(可选择的项目日期和时间基准)
  its_status:OPTINONAL approval;(可选择的属性,以指示项目的当前状态)
END_ENTITY;
```

根据分离映射法,在映射时采用前期绑定方式把 STEP-NC 物理文件中的工作计划、项目的日期和时间、项目所有者等相关信息映射成信息单元(1),并把该模型保存为“message_feature(1)_XML”,其对应 XML 的 Scheme 模型如下:

```
<message id="e1">
  <identifier></identifier>
  <workplan></workplan>
  <release></release>
  <owner></owner>
```

信息单元(2)全面描述工件实体等相关内容,内容变化相对较大。因此,在映射时,采用后期绑定,其 EXPRESS 模型如下:

```
ENTITY workpiece;
  its_id:identifier;
  its_material:OPTIONAL material;
  global_tolerance:OPTIONAL shape_tolerance;
  its_rawpiece:OPTIONAL workpiece;
  its_geometry:OPTIONAL advanced_brep_shape_representation;
  its_bounding_geomerty:OPTIONAL bounding_geomerty_select;
  clamping_positions:SET[0:?] OF cartesian_point;
END_ENTITY;
```

映射完成后,把此 XML 文件保存为“workpiece_feature(2)_XML”,生成的 XML 文档如下:

```
<entity id="e1" name="workpiece">
  <attribute name="its_id">
    <real_value>identifier </real_value>
  </attribute>
  <attribute name="global_tolerance">
    <real_value> shape_tolerance </real_value>
  </attribute>
  :
</entity>
```

最后,将制造特征实体、可执行对象实体等可执行对象采用后期绑定映射成信息单元(3),并保存为“Operation_feature(3)_XML”。

分离映射完成后,同一个 STEP 文件以相同的后缀结尾,便于客服端用户识别,并把相应信息单元按特征模型进行模块化数据存储。

通过对 STEP 物理文件的分离映射,把信息繁杂 STEP 信息按特征、操作等分离映射成较小的信息

单元,减少了后期数据解析器的压力.在上传和下载数据文件时,相对较小的数据文件(信息单元)可以在网络提高网络数据的传播速度,减少网络阻塞;而在数控加工过程中,则可以减少数控系统的数据处理量,提高工作效率.

2 分离映射法的 STEP/XML 转换系统

EXPRESS 到 XML 的分离映射是解决 STEP 文件向 XML 转换的基础.要实现 STEP 物理文件的数据内容在网络上的共享和传递,还需根据 EXPRESS 语言与 XML 语言模式匹配的关系.从面向对象的思想出发,分析 EXPRESS 向 XML 语言模式匹配过程中的关系,以实现物理文件的 XML 描述^[5],二者的基本对应关系如表 1 所示.

表 1 EXPRESS 语言和 XML 语言的对应关系
Tab.1 Relations on EXPRESS and XML language

| 面向对象方法 | EXPRESS 语言 | XML 语言 |
|------------------|------------------|------------------|
| Object | ENTITY | ELEMENT TYPE |
| Object | ENTITY Instance | ELEMENT |
| Object Attribute | ENTITY Attribute | ELEMENT, ATTLIST |
| Object Method | ENTITY Function | ELEMENT |

基于分离映射法的 STEP/XML 转换系统,如图 1 所示.根据 STEP Part28,STEP Part21,STEP Part203 规则,结合 EXPRESS 表示的产品信息模型,建立 XML 表示的产品信息模型;同时,对 STEP

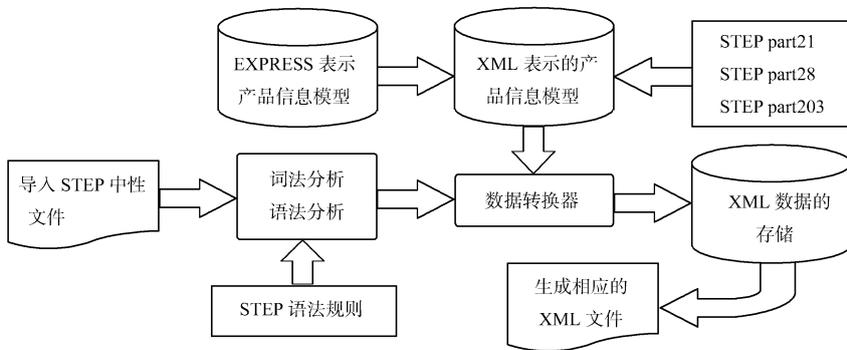


图 1 STEP/XML 转换系统

Fig.1 STEP/XML conversion system

文件的结构、格式、语法及语义进行分析,建立 STEP 语法规则.当有具体的 STEP 文件导入该系统时,应用编译原理中定义范式的 BNF 技术对导入的 STEP 文件进行词法分析、语法分析及语义分析,并采用分离映射法把 STEP 物理文件映射成不同的信息单元;然后,将结果传递到数据转换器.数据转换器会首先查找该文件的 Express 模式文件,再查找 Express 模式文件对应的 XML 模式文件,提取出相应的数据,调用 XML 模式文件生成相对应的 XML 文档,并存储相应的数据信息^[6-7].

3 应用实例

以在一个平面加工圆孔为例说明分离映射法.孔的直径为 25 mm,孔深度为 50,孔内表面粗糙度为 3.2,孔中心到 X-Y 面的距离为 50 mm,如图 2 所示.加工孔的部分 STEP-NC 代码如下:

```

HEADER;
FILE_DESCRIPTION("Round Hole Sample File",
    "2;1");
FILE_NAME("EXAMPLE1", "2010-06-29T13:10:30-04:00", ("seal"), ("HUAQIAO
UNIVERSITY"), "ST-DEVELOPER v12", "Round Hole",);

```

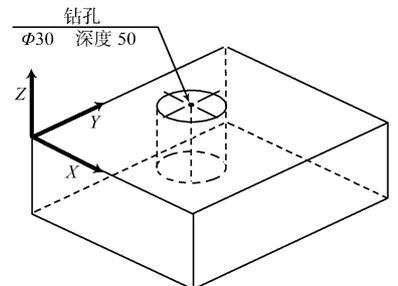


图 2 圆孔加工实例

Fig.2 An example for running the hole

```

FILE_SCHEMA ( ("INTEGRATED_CNC_SCHEMA"));
ENDSEC;
DATA;
:
# 16=SHAPE_DEFINING_RELATIONSHIP("hole depth","path feature component
usage", # 14, # 18);
# 17=SHAPE_ASPECT(", "diameter occurrence", # 46, . F.);
:
# 197=PRODUCT("unspecified part","AP238 CC1", $ ,( # 213));
# 198=MACHINING_FEATURE_RELATIONSHIP(", ", # 203, # 192);
# 199=MACHINING_PROCESS_SEQUENCE_RELATIONSHIP(", ", # 206, # 203, 1.);
:
ENDSEC

```

经过基于分离映射法的 STEP/XML 转换系统, 分离映射成如下 3 个信息单元.

(a) 信息单元(1): MESSAGE_RoundHole (1)_XML.

```

<iso_10303_28_terse xmlns="urn:oid:1.0.10303.238.1.0.1" xmlns:exp="urn:oid:
1.0.10303.28.2.1.1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
schema="integrated_cnc_schema">
<exp:header>
<exp:name> EXAMPLE1</exp:name>
<exp:time_stamp>2010-06-29T13:10:30-04:00</exp:time_stamp>
<exp:author>seal</exp:author>
<exp:organization>HUAQIAO UNIVERSITY</exp:organization>
<exp:preprocessor_version>ST-DEVELOPER v12</exp:preprocessor_version>
<exp:originating_system>Round Hole </exp:originating_system>
</exp:header>

```

(b) 信息单元(2): WORKPIECE_RoundHole (2)_XML.

```

:
<Shape_defining_relationship id="id16" Name="hole depth" Description="path
feature component usage" Relating_shape_aspect="id14" Related_shape_aspect=
"id18"/>
<Shape_aspect id="id17" Name=" " Description="diameter occurrence" Of_shape="id46"
Product_definitional="false"/>
:

```

(c) 信息单元(3): OPERATION_RoundHole (3)_XML.

```

:
<Product id="id197" Id="unspecified part" Name="AP238 CC1" Frame_of_reference=
"id213"/>
<Machining_feature_relationship id="id198" Name=" " Description=" " Relating_method=
"id203" Related_method="id192"/>
<Machining_process_sequence_relationship id="id199" Name=" " Description=" " Relating_
method="id206" Related_method="id203" Sequence_position="1"/>
:

```

将映射后的信息单元以树形结构保存在网络数据库中, 加工该零件时由网络服务器传输相应的文件并由解析器解析; 然后, 加入相应的刀具信息、工部工艺信息, 生成 AP238 文件, 并在 STEP_NC ma-

chine 上进行仿真加工,如图 3 所示.

仿真结果验证,分离映射法在数控加工上是可行的,并且在一定程度上提高了数控加工的效率.

4 结束语

在分析网络制造与数据共享技术的基础上,构建了基于优化数据传输与共享的网络体系,研究了 EXPRESS 到 XML 的映射机制,提出新的映射方法——分离映射法. 仿真实例表明,分离映射法与 STEP/XML 转换系统是可行而高效的.

参考文献:

- [1] 任翀,王鹏飞,王涛. 基于 STEP-NC 的数控加工技术研究[J]. 机械设计与制造,2007(5):105-107.
- [2] 杜娟. 基于 STEP-NC 的 CNC 系统及其关键技术研究[D]. 西安:西北工业大学,2006.
- [3] 贾虹,卢炎麟,周晓,等. 协同设计中基于 XML 语言和 STEP 标准的产品数据交换技术[J]. 轻工机械,2008,26(3):115-117.
- [4] 张勤,顾立志. 基于 STEP-NC 和 XML 的数控编程及网络传输[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2010,31(1):12-15.
- [5] 机械工业部北京机械自动化研究所. GB/T 16656. 11—1996 工业自动化系统与集成 产品数据表达和交换:第 11 部分:描述方法:EXPRESS 语言参考手册[M]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [6] 中国标准化研究院. GB/T 16656. 21—2008 工业自动化系统与集成 产品数据表达和交换:第 21 部分:实现方法:交换文件结构的纯正文编码[M]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [7] 蔡长韬. 基于 STEP/XML 的集成化工艺信息描述方法研究[J]. 计算机集成制造系统,2008,14(5):912-917.

Separate-Mapping Method in Data Share Orientating the Network Manufacturing

WU Hao, GU Li-zhi, HONG Qi

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Stress is on the mapping mechanism from the standard description language of STEP-NC-EXPRESS to XML, presenting the separate-mapping method being transmitted in and date shared orientating the network. First, divide the physical file of STEP-NC into three structure elements, namely the general information structure, the feature information structure and the operating information structure, according to the function and feature of the information to be shared. Then, realize the optimally comprehensive mapping with the early binding and the late binding. Finally, build up STEP/XML conversion system. An example is given for component with a hole in running the separate mapping method on the STEP-NC machine simulation platform.

Keywords: separate mapping method; date sharing; network manufacturing; STEP file; EXPRESS language; STEP/XML conversion system

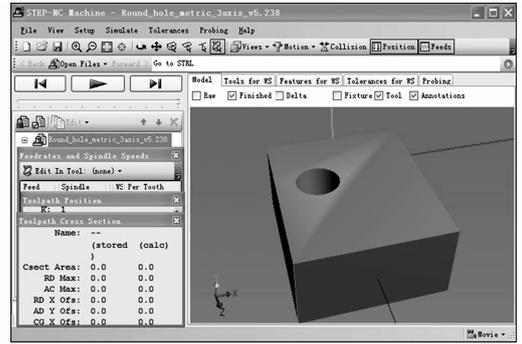


图 3 仿真实验平台

Fig. 3 Simulation experiment platform

(责任编辑:黄晓楠 英文审校:崔长彩)