

基于某产品的三维装配工艺指导软件的开发与研究

Development and Research on Instructional Software of Three-Dimensional Assembly Process Based on Particular Product

合肥工业大学交通运输工程学院 姜康 贾坤 王婷
上海交通大学机械与动力工程学院 何其昌

[摘要] 根据实际项目需求,为提高装配效率,结合三维图形渲染引擎 OSG,设计开发了一个交互式的三维工艺装配作业指导软件,实现了现场装配工艺信息的三维化。详细描述了软件的组织架构和装配工艺数据的模型结构;应用 XML 技术定义了装配工艺数据在 XML 中的数据格式,解决了装配工艺数据在异构应用间的交换传输问题;最后对装配作业指导软件进行了展示。

关键词: OSG 装配工艺数据 XML

[ABSTRACT] Based on the actual project requirements, using OSG, a three-dimensional graphics rendering engine, an interactive software is designed and developed for three-dimensional assembly instrument. It makes the assembly information three-dimensional during the on-site assembly process and improves the assembly efficiency. Organizational structure of software and model structure of assembly data are described in detail. For solving the problem about assembly data exchanging between heterogeneous applications, XML technology is applied, and assembly data format is defined with XML. Finally, the software is displayed.

Keywords: OSG Assembly process data XML

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.16.075

装配是产品研制生产中一个非常重要的环节,并且对产品质量、性能、开发成本和周期的影响日益加重,在工业制造中的工作量比重已占 40%~60%。良好的装配设计和装配性能,对保证产品质量和可靠性,降低产品成本和提高竞争力具有十分重要的意义^[1]。

目前,现场装配过程中所使用的装配工艺文件大多以文字说明、CAD 图纸或装配实体照片等组成的工艺卡片来指导实际生产,卡片所包含的信息不仅内容繁复,而且不能直观地展示产品的各部分装配关系,必须依靠经验才能快速读懂,将严重影响产品的装配周期^[2]。近几年来,虚拟现实技术迅速发展,为替代传统的装配工艺指导方法提供了有效的解决途径。虚拟现

实技术具有交互性和沉浸性,基于该技术开发交互式的三维装配工艺指导系统软件,不仅可以使装配工艺信息更具有直观性,而且还保证了工艺信息传递的准确性和高效性。从项目实际出发,目前很多 3D 仿真引擎选择 OSG 作为系统 3D 开发平台。OSG 是一个基于工业标准 OpenGL 接口的跨平台、开源的高层 C++ 图形渲染引擎,采用一系列机制管理场景模型、状态和内存,实时渲染,运行效率高且开发成本低。综合考虑,基于某航天产品生产需求,决定采用三维图像渲染引擎 OSG 开发系统。

1 交互式三维装配工艺指导软件的结构设计

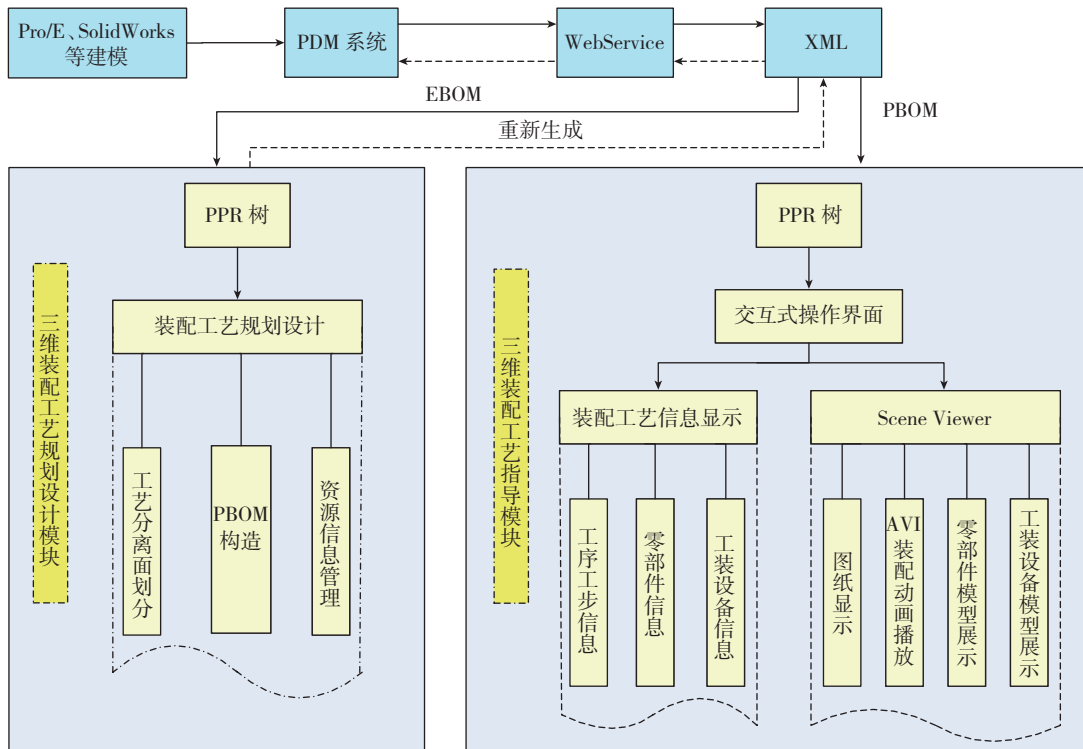
交互式三维装配工艺指导软件遵循面向对象的设计方法,呈现层次化、模块化特点,并达到结构合理化的要求。其结构如图 1 所示,分为 3 个模块:产品信息处理模块、三维装配工艺规划设计模块和三维装配工艺指导模块。

(1) 产品信息处理模块。

利用 PDM (Product data management) 系统对产品数据信息和工艺信息进行管理。作为信息管理的集成平台, PDM 系统管理了产品设计属性信息、三维模型、CAD 图纸信息、产品结构信息和工装设备资源等信息。这些信息经过整合处理,通过 WebService 接口,依托 WebService 技术可跨平台的稳定数据交互能力^[3],被提取转化,记录为 XML 数据并传递给三维装配工艺规划设计模块,作为装配工艺设计以及构成 PBOM 树的重要参考和信息基础。

(2) 三维装配工艺规划设计模块。

接收 PDM 系统传递的信息数据生成 EBOM,对三维产品模型进行部组件工艺分离面的划分,结合工艺要求确定装配工艺所需的装配组件和零件项目,重构产品装配单元,生成产品的 PBOM;接收工装设备信息,建立资源节点,对装配工艺过程中所用到的资源进行管理。以产品的 PBOM 为基础,设计者依据产品的工艺信息装配要求以及自身经验,对装配工艺进行编辑;增加工序及其下属工步,并为工序工步添加内容信息,包括名称、



编号、CAD 图纸信息、此过程所用零部件信息、资源信息(工装和设备信息)、AVI 装配动画等。随着装配工艺设计工作的完成确认,软件将自动读取数据并生成完整的 PPR 树,同时将 PPR 树结构信息转化为 XML 中间数据交换格式,利用 WebService 接口解析 XML 数据,转化为 PDM 内部数据格式,提交到 PDM 系统中进行统一的管理维护。

(3) 三维装配工艺指导模块。

三维装配工艺指导模块面向装配工人,其功能是对装配过程进行可视化的指导。该模块分为装配工艺信息显示和 Scene Viewer 两个部分。装配工艺信息显示部分显示的是工序及其下属工步、零部件属性和工装设备属性等文字描述类信息。Scene Viewer 是软件的交互式操作窗口,它不但可以显示 CAD 图纸和 AVI 装配动画,代替了不具直观性的纸质文件,允许操作者根据需求缩放图纸和播放视频动画,还能够显示零部件及工装、设备等三维模型,允许使用者对模型进行交互式操作,从而更加直观地了解装配工程,提高了工作效率。

2 装配工艺数据模型与装配工艺数据的交换传输

装配工艺数据是指在装配工艺设计过程中所使用和产生的数据。装配工艺数据是装配工艺信息的核心

部分,不但是装配工艺设计过程的信息基础,也是装配工艺指导过程所要展示的重要内容。

2.1 装配工艺数据模型

装配工艺数据在装配工艺中非常重要,良好的数据模型不仅应该能够准确表达装配工艺信息,而且应该有利于数据信息的提取。装配工艺数据应该体现以下两方面内容。

(1) 装配工艺数据应与产品属性相关联。数据应体现与产品的几何、材料、编号、性能、精度等相关的属性信息,并包含三维模型、图档等信息。工艺设计部门在装配过程中能发现装配产品的结构工艺性缺陷,及时反馈给产品设计部门并做出相应调整。

(2) 装配工艺数据应与装配工艺过程相关联,应该包含装配工序信息、设备参数、工装参数、装配图纸及动画等工艺数据信息。这些信息是装配工艺数据信息的核心,是装配工艺过程的数据体现,将对装配操作者起直接的指导作用。

参考以上内容,并结合项目的实际要求,装配工艺数据应该包含以下内容:

- (1) 装配单元的准确划分;
- (2) 装配过程中的工序及下属工步内容,以及整体的装配顺序的描述;
- (3) 装配过程中所使用的设备、工装及其参数信息

的反映;

(4) 装配过程中所使用的零件、标准件等参数信息的描述;

(5) CAD 图纸以及装配动画示例。

装配工艺数据模型如图 2 所示。

2.2 装配工艺数据的交换传输

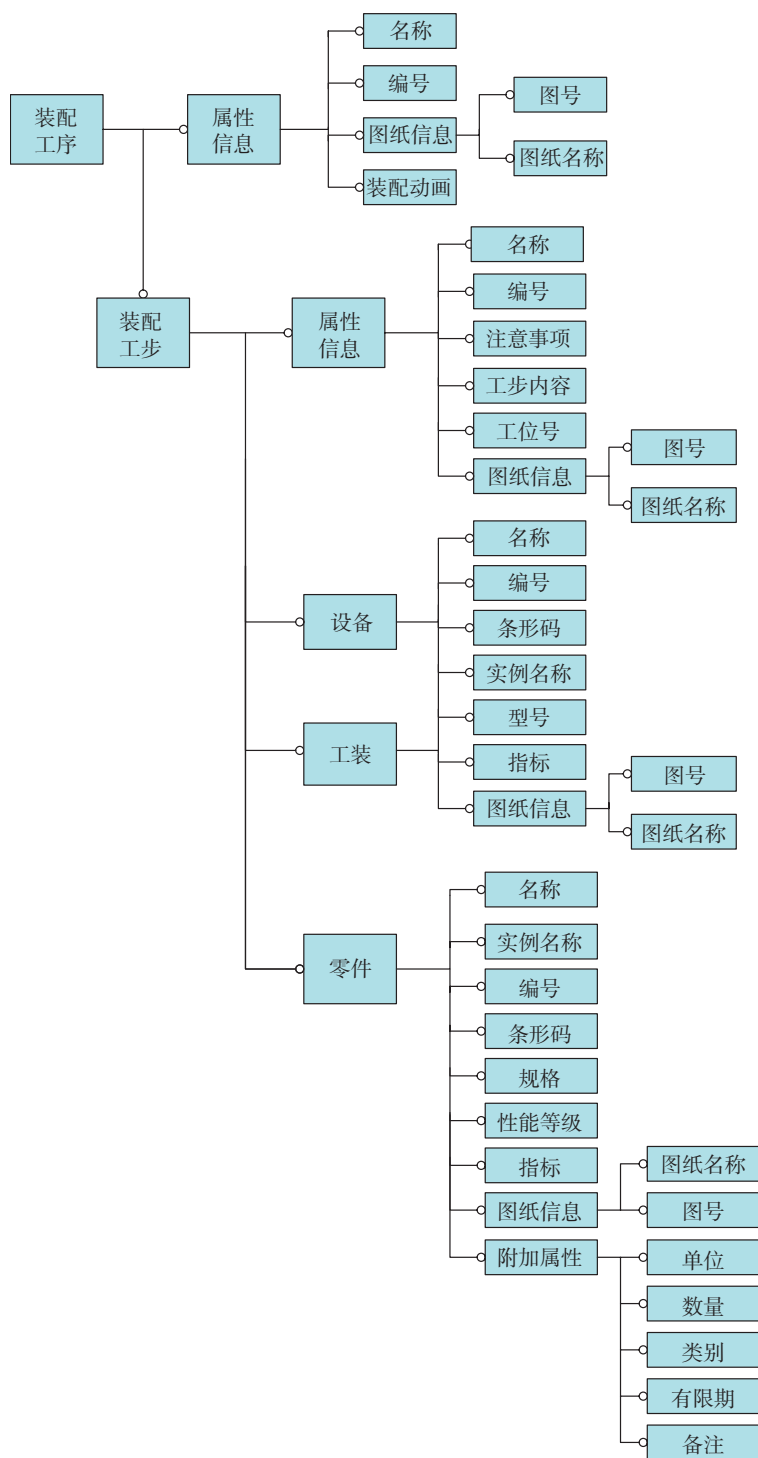


Fig.2 Model structure of assembly process data

目前存在的装配工艺设计指导软件有很多,但是不同软件系统所用的数据格式大多不同,若建立统一的中间数据库则实现起来比较复杂,数据信息可移植性比较差。因此,提供一个通用的中间数据格式来实现各个软件系统之间的信息集成,可以提高传递效率^[4]。

XML (Extensible Markup Language) 是一种基于文本的可扩展标记语言,可进行不同数据格式之间的交互操作。类似于超文本标记语言 HTML, XML 也是由标准通用语言 SGML 发展而来。但是, XML 关注的是数据的内容,被设计用来传输和储存数据^[5]。XML 作为数据传输的格式,有以下优点。

(1) 独立性。它主要注重描述数据而不是显示数据,完全独立于操作系统、平台、编程语言等。

(2) 可移植性。XML 的数据是以纯文本格式存储的,任何有能力处理纯文本的系统和软件都可以处理 XML 的数据。XML 出色的可移植性可以真正让数据格式做到跨平台以及跨系统的交换传输。

(3) 数据的自描述性。XML 文档自身的标记可以描述文档本身的结构,体现数据元素之间的关联关系,更具层次性,有利于特定数据的精确提取和处理。

(4) 可扩展性。XML 只提供基础的字符,根据实际需求,开发者可以利用这些字符开发自己的数据标签和结构,这样可以使数据的描述更为容易。

基于以上众多优点,XML 非常适合作为描述和传输装配工艺信息的中间数据格式。本文结合实际项目需求,按照装配工艺系统的 PPR 结构树,构造了一个基于 XML 的装配工艺信息的描述结构,包括工序信息、产品信息和资源信息 3 个重要部分,每个部分又包含附属信息,具体如图 3 所示。根据装配工艺信息的描述结构,定义了装配工艺数据信息在 XML 文档中的描述格式,直观地反映了装配工艺数据信息的层次性,如图 4 所示。

3 交互式装配作业指导软件的展示

依照上述三维装配工艺指导软件的结构设计,针对用户需要,设计了两个界面:装配工艺设计界面和装配工艺作业指导界面。

(1) 装配工艺设计界面。

接收 PDM 系统传递的信息数据生成

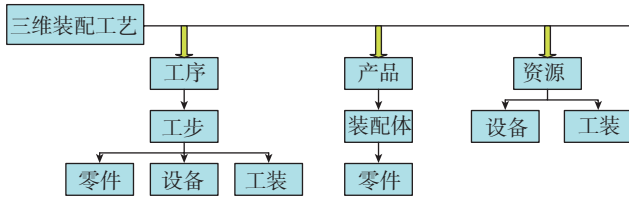


图3 基于XML的装配工艺信息的描述结构

Fig.3 Description structure of assembly process information based on XML

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<三维装配工艺>
  <工序 工序名称="" 工序编号="" 二维图号="" 二维图名称="" BOM图号="" BOM图名称="" PWC图号="" PWC图名称="" 工序装配动画="">
    <工步 工步名称="" 工步编号="" 工步内容="" 注意事项="" 工步号="" 二维图号="" 二维图名称="" BOM图号="" BOM图名称="" PWC图号="" PWC图名称="">
      <设备 设备名称="" 编号="" />
      <工装 工装名称="" 编号="" />
      <零件 零件名称="" 编号="" 规格="" 性能等级="" />
    </工步>
  </工序>
  <产品 装配体名称="" 编号="" 条形码="" 二维图号="" 二维图名称="" BOM图号="" BOM图名称="" PWC图号="" PWC图名称="">
    <零件 零件名称="" 零件实例名称="" 编号="" 规格="" 性能等级="" 条形码="" 二维图号="" 二维图名称="" PWC图号="" PWC图名称="">
      <零件 增加属性 单位="" 数量="" 类别="" 工步号="" 数量属性="" 备注="" />
    </零件>
  </产品>
  <资源 工装 工装名称="" 编号="" 条形码="" 实例名称="" 型号="" 规格="" 二维图号="" 二维图名称="" PWC图号="" PWC图名称="" />
  <设备 设备名称="" 编号="" 条形码="" 实例名称="" 型号="" 规格="" 二维图号="" 二维图名称="" PWC图号="" PWC图名称="" />
</三维装配工艺>
    
```

图4 装配工艺数据信息的XML描述格式

Fig.4 Description format of assembly process data information based on XML

EBOM,包括工序、产品和资源。工序为空时,设计者可以根据实际的装配方法对工序进行添加和修改,为工序添加零件、设备、工装、图纸、动画等,设计界面如图5所示。

(2) 装配工艺作业指导界面。

设计工作完成之后,将生成完整的PBOM,见图6界面左侧生成的三维工艺树。操作者可以根据需要点击相应的工序、零件或资源查看所需要的信息,并且可

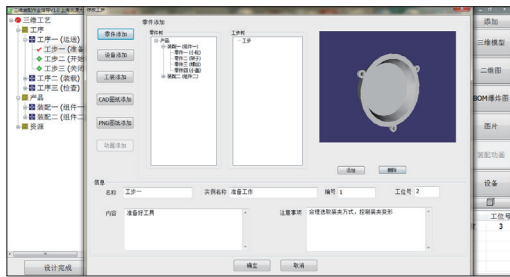


图5 装配工艺设计界面

Fig.5 Interface of assembly process design

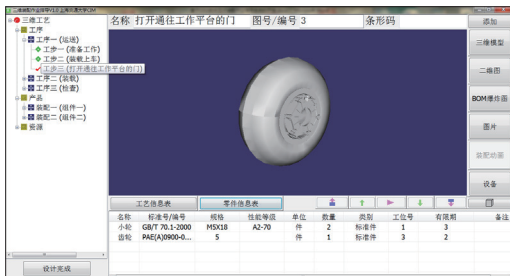


图6 装配工艺作业指导界面

Fig.6 Interface of assembly process guidance

以点击查看 CAD 图纸信息,观看多媒体的装配动画,在指导下完成装配工作。

4 结论

文中介绍了一个交互式三维工艺装配作业指导软件,展示了软件的3个模块:产品信息处理模块、三维装配工艺规划设计模块和三维装配工艺指导模块,并描述了工作流程。主要介绍了装配工艺数据模型信息,以及中间交换传输格式XML的应用,并描述了基于XML的装配工艺数据的组织。本软件是根据项目实际需求开发的,针对特定产品的装配生产,在应用方面尚需要进一步的完善。

总体来说,交互式三维装配作业指导软件能够代替装配中使用的二维图样和纸质工艺资料,可以比较直观有效地在现场指导工人进行装配操作,对提高装配效率有重要的意义。

参考文献

- [1] 梅泽高,俞涛,王栋,等. 虚拟装配仿真系统相关技术的研究. 计算机仿真,2007,24(11):231-234,261.
- [2] 王海波. 交互式三维装配工艺发布系统的研究[D]. 武汉:华中科技大学,2011.
- [3] 张伟. 基于PBOM的工艺管理研究与实施. CAD/CAM与制造业信息化,2012(9):21-23.
- [4] 程铮. 基于PBOM的飞机工艺信息管理研究与应用[D]. 西安:西北工业大学,2007.
- [5] 杜路路. 基于OSG的虚拟设施布局系统的研究与设计[D]. 济南:山东大学,2011.

(责编 谷雨)

(上接第74页)

参考文献

- [1] 无人驾驶直升机特点简介. 北京航空航天大学学报,1996,22(3):336.
- [2] 宋子善,沈为群. 无人直升机综合飞行控制系统设计. 北京航空航天大学学报,1999,25(3):280-283.
- [3] Srikanth S, Gaurav S S. Landing on a moving target using an autonomous helicopter. Field and Service Robotics,2006(24):277-286.
- [4] 王立文,郑宇. 飞行模拟机高度保持仿真系统构建. 电光与控制,2009,16(10):66-69.
- [5] 陈慧,杨新,周江华. 高空飞艇高度保持控制器设计. 航天控制,2009,27(2):56-61.
- [6] 蔡开泉,张军,张学军. 高空空域飞机高度保持性能分析. 航空学报,2009,30(4):726-731.
- [7] 李祥臣. 通用模拟电路. 北京:中国计量出版社,2001.
- [8] 王昆玉. 直升机飞行控制系统. 北京:航空工业出版社,1991.
- [9] 杨一栋. 直升机飞行控制. 北京:国防工业出版社,2007.
- [10] 吴森堂,费玉华. 飞行控制系统. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.

(责编 叶枫)