

基于 CATIA 装配件位置信息提取与重构技术研究

韩志仁^{1,2}, 梁文馨², 刘春峰³, 汪建东³

(1. 沈阳航空航天大学航空制造工艺数字化国防重点学科实验室, 沈阳 110136;

2. 沈阳航空航天大学航空航天工程学部, 沈阳 110136;

3. 中航工业江西洪都航空工业集团有限责任公司, 南昌 330024)

[摘要] 工艺人员处理基于全三维信息模型大型装配件的全部信息比较困难, 需要将有用的零件信息和装配位置信息提取出来然后装配成小的装配体。结合 CAA/CATIA 二次开发平台, 提出了可以提取出零件信息和零件位置信息并帮助工艺人员准确重构装配体的方法, 保证了零件位置信息准确性和零件装配信息的准确性。该方法提高了装配工艺质量和效率, 在实际飞机制造过程中具有一定的使用价值。

关键词: 全三维信息模型; CATIA; CAA; 位置信息

Research on Assembly Part Location Information Extraction and Reconstruction Technology Based on CATIA

HAN Zhiren^{1,2}, LIANG Wenxin², LIU Chunfeng³, WANG Jiandong³

(1. Key Laboratory of Fundamental Science for National Defense of Aeronautical Digital Manufacturing Process, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110036, China;

2. College of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110036, China;

3. AVIC Jiangxi Hongdu Aviation Industry Group Corporation Ltd., Nanchang 330024, China)

[ABSTRACT] It is difficult for the technology staff to handle all information of large assembly parts based on the 3D information model, and they need to extract the useful parts information and assembly location information for reconstructing the small parts. Combining with the CAA/CATIA platform, the method of extracting assembly part information and location information is put forward, which will help the staff accurately reconstruct the parts and ensure the accuracy of the part location information and assembly information. The quality and efficiency of the assembly process are improved by the method and it has a certain value in the actual aircraft manufacturing process.

Keywords: 3D information model; CATIA; CAA; Location information

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.11.103

航空数字化制造依据的全三维信息模型包括三维实体模型以及三维公差标注、工艺信息、属性信息、管理信息等内容^[1]。全三维信息模型已成为产品制造过程中的唯一依据, 改变了传统以工程图纸为主、以三维实体模型为辅的制造方法^[2]。

在飞机数字化制造过程中, 工艺分析及装配 AO 的编制等工作经常需要对信息模型进行浏览和信息提取。在具体的工作中需要浏览零件及装配关系涉及某一部分内容, 这些零件和装配关系包括在一个大型的部件中。由于部件的装配模型中包括的零件数量多, 类型比较复杂^[3], 给工艺人员的浏览和阅读带来了困难, 需要将有用的零件和装配关系信息提取并重构成简单

的数模^[4], 以便减小工艺人员的阅读难度和工作量, 减少人为差错^[5-6]。

1 CATIA 装配环境下零件位置信息

在 CATIA 装配环境下零件的位置信息通过其位姿矩阵描述。位姿矩阵是指包含零部件在装配环境中的位置信息和姿态信息的矩阵。其中, 位置信息是指零部件在装配环境中相对于坐标系原点的位置坐标矩阵信息; 而姿态信息是指零部件相对于坐标系的旋转角度信息, 它反映了零部件相对于坐标系原点沿各个坐标轴旋转的角度信息。位姿矩阵是虚拟装配中对零部件进行平移和旋转的内部信息依据^[7]。

需要注意的是 CATIA/CAA 平台中的位姿矩阵和一般的三维图形的几何变换矩阵不同。三维图形的几何变换矩阵为

$$T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix},$$

$$T_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix},$$

$$T_2 = [a_{41} \quad a_{42} \quad a_{43}],$$

$$T_3 = \begin{bmatrix} a_{14} \\ a_{24} \\ a_{34} \end{bmatrix}, T_4 = [a_{44}], \quad (1)$$

其中, T_1 代表产生旋转等的几何变换; T_2 代表产生平移变换; T_3 代表产生投影变换; T_4 代表产生的是比例变换。

而 CAITA/CAA 平台的位姿矩阵用 3×4 列矩阵表达。

$$T_{WZ} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & T_x \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} & T_y \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & T_z \end{bmatrix} \quad (2)$$

CAITA/CAA 平台的位姿矩阵是用一维数组, 并且是根据先列后行的顺序来存储的, 所以其存储顺序是 $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{31}, a_{32}, a_{33}, T_x, T_y, T_z$ 。但是实质上, 位姿矩阵并没有改变几何图形变换矩阵的形式, 如果将位姿矩阵转置得到:

$$T_{WZ}^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \\ T_x & T_y & T_z \end{bmatrix} \quad (3)$$

上式与公式 (1) 对比可知, 位姿矩阵的转置和三维几何图形变换矩阵相比, 缺少了表示投影变换和比例变换的 T_3, T_4 , 但保留了装配过程中用到的旋转和平移变换。

每个零件的位置不同, 则会有不同的位姿矩阵, 这是一一对应的关系, 所以零件的位姿矩阵包括了零件的位置信息。在 CAA 中, 位姿矩阵的获取主要通过 CATMath Transformation 类实现。此类主要用于装配环境下零件的三维空间变换, 包括获得零件的空间位置矩阵, 设置空间位置矩阵等。

2 零件位置信息和结构树信息的快速提取

为了保证提取的零件信息的有效性, 要求必须准确提取以下内容: 零件名称信息和零件的存储路径; 当前这些零件的装配位置关系。只有零件本身名称正确, 零件之间的位置关系正确, 才能使用这些零件信息进行装

配重构。如果提取的零件信息无法体现原有的装配位置关系, 那么重构的零件很可能无法在 CATIA 环境中清晰、正确地打开, 也就无法准确地描述装配关系。

本文开发的零件位置信息提取与装配重构功能, 是通过 CAA 进行 CATIA 二次开发, 通过简单的操作, 提取零件的名字路径信息和零件的位置信息, 并且能够利用这些信息重构零件装配体, 保证重构装配体的零件拥有原有零件的名称路径和位置。工艺人员直接在 CATIA 中拾取需要的零件, 可以得到结构树中显示的零件名称, 然后提取到零件的存储路径和位姿矩阵里的 12 个数值, 这 12 个数值称为坐标值, 是按照位姿矩阵先列后行的顺序排列, 代表零件的位置信息, 然后将以上信息分别保存到名称数组, 路径数组和一个包含 12 个数的一维数组里。最后将数组里的信息输出到用户自定义路径和名称的文档中, 文档保存有 3 项内容: 零件名称、零件路径和 12 个坐标值。工作流程图如图 1 所示。

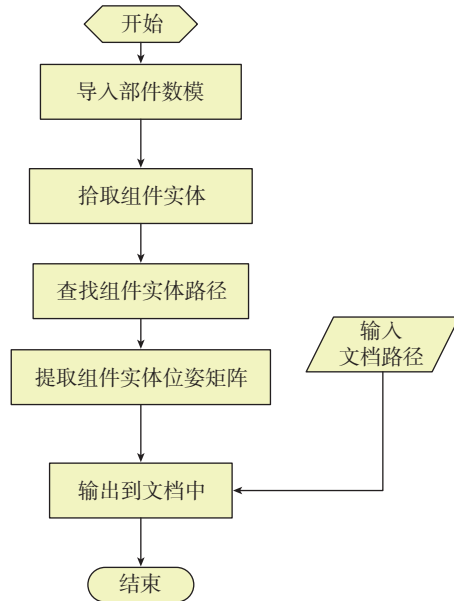


图1 信息提取流程图
Fig.1 Information extraction flowchart

3 零件的载入与重构技术

零件载入与装配体重构有两种方法实现。第一种方法是直接在现有装配件中拾取零件, 查找到结构树中的零件名称, 得到路径和位置信息, 将这些信息保存到数组中, 然后将数组信息载入到新的装配环境中, 完成装配体的重构。第二种方法是选取含有零件号、路径和位姿矩阵坐标的文档, 将文档信息载入, 完成文档内零件的装配重构过程。装配重构的零件的名称和路径会与文档信息一致, 则装配体重构后显示出原本零件的结构树信息。文档存储的 12 个坐标信息会重新组合成一个位姿矩阵, 当载入多个零件时, 这些零件保持各自

位姿矩阵代表的原零件位置,这意味着原零件的装配关系正确表示出来。具体流程如图2所示。

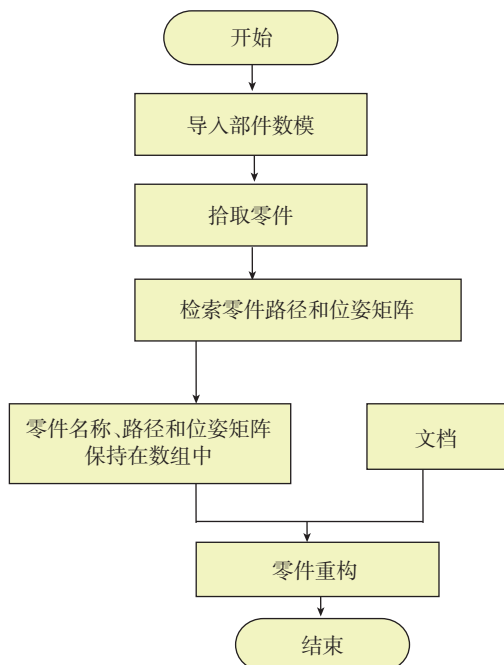


图2 装配重构流程图

Fig. 2 Assembly reconstruction flowchart

4 位置信息提取与重构功能实现

开发了零件信息和位置信息提取功能模块,以基于全三维信息模型的某型号飞机的机身数模为例,介绍零件位置信息提取与重构功能的实现,通过拾取组件实体,将组件名称信息(零件号)显示在拾取零部件的白色框图中,如图3所示。点击选择保存路径,用户自定义用来保存零件信息的文档名称和路径,将组件名称、存储路径和位姿矩阵的12个坐标值存放到工艺人员经常使用的Excel表格中,如图4所示。打开输出的Excel文件查看零件名称、路径和位姿矩阵的12个坐标信息。如图5所示。

开发部分装配件导入平台,通过选取保存有零件信

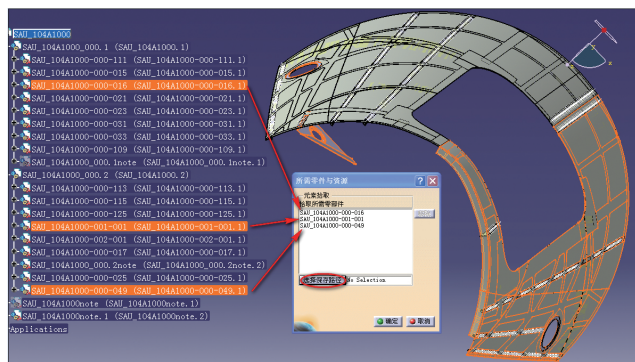


图3 拾取零部件

Fig. 3 Picking up parts

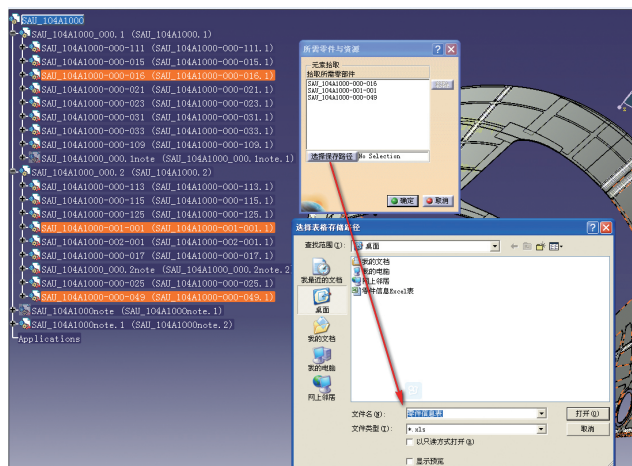


图4 保存Excel文件

Fig. 4 Saving the excel file

零件名称	零件路径	坐标1	坐标2	坐标3	坐标4	坐标5
SAU_104A1000-000-016 (SAU_104A1000-000-016.1)	D:\lib\lib\JSH_Ceshi\SAU_104A1000-000-016.CATPart	0	0	0	0	0
SAU_104A1000-000-049 (SAU_104A1000-000-049.1)	D:\lib\lib\JSH_Ceshi\SAU_104A1000-000-049.CATPart	0	0	0	0	0
SAU_104A1000-000-025 (SAU_104A1000-000-025.1)	D:\lib\lib\JSH_Ceshi\SAU_104A1000-000-025.CATPart	0	0	0	0	0

图5 零件信息Excel表格

Fig. 5 Excel table of part information

息的Excel文件来重构装配体。点击Excel文件,进入Excel文件导入功能,点击选取文件路径,搜索Excel文件保存的路径,将图5保存的Excel表格导入,点击新窗口打开,表格里3个零件的零件号、路径和位置坐标的信息就导入装配件中。可以发现重构零件的结构树信息和图3中拾取到零件的结构树信息一样,即零件名称和存储路径一致,而且重构装配体中零件和原来拾取零件的位置一样,表示它们的位置信息没有变化,如图6所示。

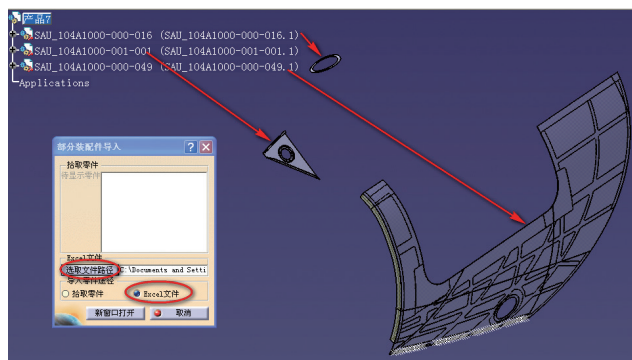


图6 装配重构图

Fig. 6 Assembly reconstruction graph

5 结论

本文在发展数字化背景下,通过研究三维数模装配信息系统,提出装配件零件位置信息的提取和装配体重构技术。它可以提取装配件中零件信息,确保零件位置信息的有效正确,减少工艺人员不必要的劳动负担,提

(下转第109页)