

# 面向三维装配工艺系统的 CATIA 模型信息提取与应用<sup>①</sup>

张 金<sup>1,2</sup>, 邱金江<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(华中科技大学 机械科学与工程学院, 武汉 430074)

<sup>2</sup>(武汉开目信息技术有限责任公司, 武汉 430223)

**摘 要:** 三维装配工艺系统是 CAPP 发展的一个热门趋势, 其基础数据主要来源于三维 CAD 系统模型信息. 针对汽车等行业常用的 CATIA 三维模型装配信息提取的关键技术与难点, 介绍如何深入应用 CAA 二次开发技术, 提取装配信息并应用于三维装配工艺系统, 编制装配工艺.

**关键词:** 三维装配; 工艺系统; CATIA 模型; 信息提取

## Extraction and Application of CATIA Model Information Oriented to Three-Dimensional Assembly Process System

ZHANG Jin<sup>1,2</sup>, QIU Jin-Jiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(School of Mechanical Science & Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

<sup>2</sup>(Kaimu Information Technology Ltd, Wuhan 430223, China)

**Abstract:** The tri-dimensional assembly process system is a hot trend in the development of CAPP, its primary source of basic data is information of three-dimensional CAD model. This paper focuses on the pivotal technic and difficulty of assembly information's extraction in CATIA which is commonly used in auto trade, describing how to apply CAA secondary development technology in depth, extract assembly information and use it to the three-dimensional assembly process system, and compile assembly process.

**Key words:** three-dimensional assembly; process system; CATIA model; information extraction

在传统二维装配工艺系统中, 很难单纯用表格、文字、平面图片清楚地表达复杂装配工艺. 随着企业三维 CAD(Computer Aided Design)软件的普及应用, 基于三维的装配工艺系统可以很好解决这个问题<sup>[1]</sup>. 在三维环境下动态地演练装配过程, 并进行实时干涉检查, 可以帮助工艺设计者直观地看到装配的可行性. 生成的装配仿真动画可以直观地指导工人进行装配活动.

三维装配工艺系统是 CAPP(Computer Aided Process Planning, 计算机辅助工艺规划)发展的一个热门趋势, 在学术界已有研究, 但尚无研发单位真正将其产品化并推广应用. CATIA (Computer Aided Tri-Di-

mensional Interface Application)是 Dassault Systems 公司开发的三维 CAD 软件, 多用于大型复杂的产品设计, 广泛应用于航空航天、汽车、船舶、电子等各种行业. 但其二次开发技术 CAA(Component Application Architecture, 组件应用架构)入门困难, 相关资料又较少<sup>[2]</sup>. CATIA 面向三维装配工艺系统集成时要用到的标注信息、约束信息等特殊装配信息的提取方法, 更是无相关参考资料可以借鉴. 本文结合武汉开目信息技术有限责任公司自主研发的开目三维装配工艺规划软件(KM3DCAPP-A, 被国家科技部认定为“国家重点新产品”), 分析三维装配工艺系统所需的 CATIA 三维模型装配信息, 介绍通过 CATIA 二次开发技术 CAA

① 基金项目:国家电子发展基金(工信部财[2009]453 号);武汉市软件产业发展专项资金(基于物联网的制造执行系统, 武信发[2011]21 号)

收稿时间:2012-04-24;收到修改稿时间:2012-05-26

提取 CATIA 模型装配信息的方法, 并将提取出来的 CATIA 模型装配信息应用于 KM3DCAPP-A 中, 生成“三维装配工艺文件”并提供现场装配指导。

### 1 三维装配工艺系统需要的模型信息

三维装配工艺规划系统的装配工艺规划过程包括有装配结构管理、装配过程规划、装配干涉检测等几项工作, 这些工作均需要 CATIA 模型提供相关的装配信息。

在装配模型结构管理中, 首先必须引入 CATIA 的产品设计模型, 展示其产品结构树, 然后根据产品装配的工艺性要求, 将设计产品结构(设计 BOM)调整为满足装配工艺要求的工艺产品结构(装配 BOM), 为规划装配工序、每一个装配工序的装配工步奠定基础, 因此在三维装配工艺规划系统的三维模型引入中需要引入 CATIA 模型的产品结构树——设计 BOM。

装配过程规划是装配工艺设计的核心。根据 CATIA 模型提供的结构信息, 采用几何推理和人工指导拆卸相结合的方法进行装配序列规划, 得到产品的最佳装配顺序。因此在三维模型引入中需要引入 CATIA 模型的结构信息。

在装配干涉检测中, 提供了干涉检查、装配尺寸链计算等装配过程检查功能。在装配或拆卸仿真的过程中, 需要检查被装配的零部件和其他零部件之间是否有干涉, 并出具干涉检查报告, 因此在三维模型引入中需要引入 CATIA 模型的结构信息、尺寸信息。装配尺寸链计算要求引入 CATIA 产品模型中相关的公差标注信息、约束信息。

## 2 CATIA模型装配信息的提取

### 2.1 CATIA 二次开发技术概述与选择

CATIA 提供了多种二次开发接口, 最主要的有两种方法, 一种是自动化对象编程 CATIA Automation 技术, 另一种是开放的基于构件的应用编程接口 CAA 技术。Automation 技术虽然容易理解, 入门容易, 但是功能限制相当大。CAA 是 CATIA 的一整套函数库, 该函数库在 CATIA 运行时加载。用户通过安装 RADE(Rapid Application Development Environment)模块, 可以编制程序与 CATIA 进行通信。

CAA 相对 Automation 而言入门困难, 除了对 CATIA 软件及其文档结构的全面了解之外, 还需要具

备 Visual Basic、Visual C++或 Java 等语言的开发能力, 同时还需具备连接端口等方面的知识<sup>[3]</sup>。但是 CAA 具有与 CATIA 系统紧密结合、RADE 可视化编程环境界面友好、功能灵活丰富等优点, 因此选择通过 CAA 技术进行 CATIA 二次开发研究。

### 2.2 CATIA 模型结构树的遍历与对象的获取

要从 CATIA 三维零件模型和装配模型中提取装配相关信息, 首先要遍历模型结构树, 获取零件模型指针和装配体模型指针, 再通过模型指针获得进一步的装配信息。

CATIA 模型结构树的获得方法如图 1 所示。通过 CATIA 文件名获得模型文档指针(CATIDocument), 再由模型文档指针取得模型指针(CATIPProduct), 调用 CATIPProduct 的函数 GetChildren()获得根目录节点(CATListValCATBaseUnknown\_var), 循环判断每个节点是否为零件模型(CATPART)。如果是则获得零件模型指针; 如果不是, 则该节点为装配体模型指针(CATPRODUCT), 递归调用 CATIPProduct 的函数 GetChildren()得到次级装配体根目录下的节点。重复此操作直到获得所有的零件模型指针。

按遍历根目录节点以及递归的先后顺序, 记录所有零件模型指针和装配体模型指针的父子关系, 整理并存入 XML(Extensible Markup Language)文件, 即获得设计 BOM。

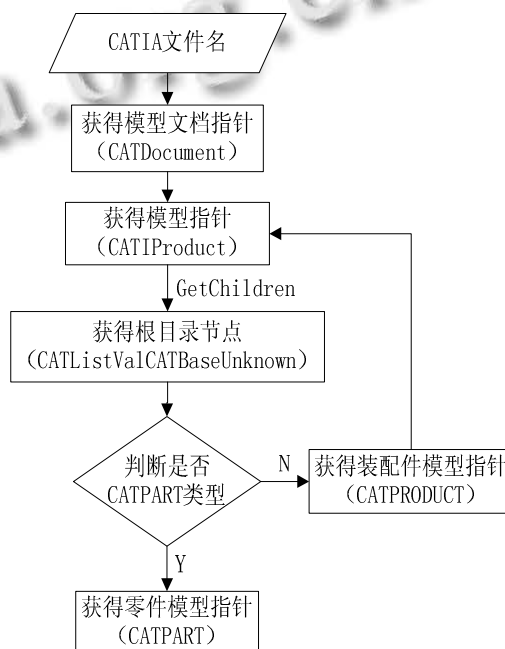


图 1 CATIA 模型结构树的获取流程

### 2.3 CATIA 模型对象的相关装配信息的获取

在 2.2 的工作中，已经获得零件模型指针 (CATIProduct)，据此获得零件模型的文档对象 (CATIDocument)。初始化零件节点，并调用函数 GetRootContainer("CATIPrtContainer") 可以获得零件节点的容器，再调用函数 GetPart() 获得零件节点对象 (CATIPrtPart)，取零件的所有子孙 (CATIDescendants)。获得子零件的特征 (CATISpecObject) 后，对所有特征进行遍历判断其是否还有子，如果有，则递归取次级零件。对次级零件再取其所有子孙并获得子孙零件的特征，再对所有子孙特征进行遍历判断其是否还有子。重复此操作直到所有的零件特征都被提取。

再对零件特征进一步的信息提取，访问相关的接口获得所需要的装配信息。如通过 CATAsmConstraintServices 获得模型的约束信息，通过 CATIDrwDimDimension 获得模型的尺寸信息。标注信息具有特殊性，三维标注的每个标注都是对应于三维空间的一个视图。在 CATIA 中，三维标注的坐标信息是通过三维坐标 (X,Y,Z) 进行定位，而 CATIA 的标注坐标相关接口却只提供了二维坐标 (X,Y)，而没有 Z 坐标的信息。因此，必须先找到标注所在的视图 (CATIView)，提取到视图的绝对坐标信息，再通过 CATIDrwAnnotation 获得标注与视图的相对坐标信息，从而换算出三维标注的坐标 (X,Y,Z)。

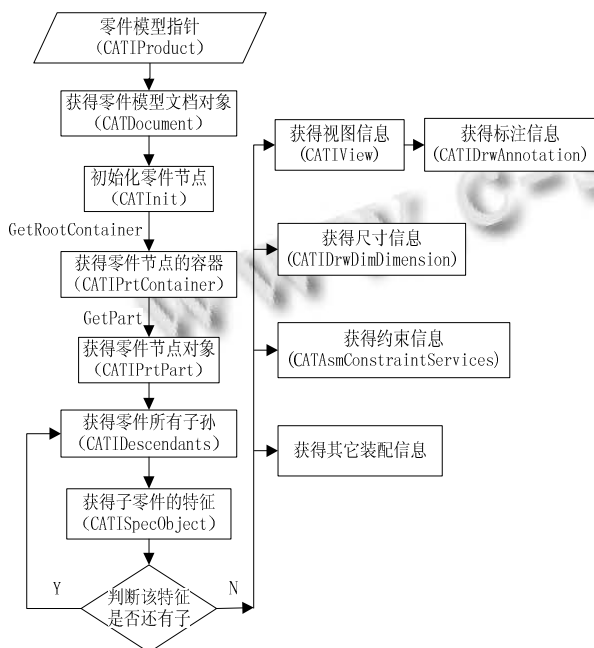


图 2 CATIA 零件对象的信息提取

### 3 CATIA模型装配信息在三维装配工艺系统中的应用

前面通过 CAA 二次开发技术，提取到三维装配工艺系统中需要的 CATIA 模型装配信息。进一步工作是将装配信息引入到装配工艺系统，并最终生成“三维装配工艺文件”。

三维装配工艺规划系统的体系结构如图 3 所示，分为三维模型引入、装配工艺规划和工艺规划输出三大部分。以 CATIA 为例，在三维模型引入中，将提取到的模型装配信息和其他相关信息(包括设计 BOM 清单、模型尺寸信息、模型标注信息、模型约束信息等)导入装配工艺系统。在此基础上，工艺设计人员利用已提取的 CAITA 模型装配信息进行装配工艺规划设计，主要是进行装配结构管理、装配顺序规划、装配路径规划、装配干涉检查、装配尺寸链计算等。在此基础上，输出“三维装配工艺文件”，如装配路径文件、装配工艺卡片、干涉检验报告、装配过程动画、爆炸图等，通过这些“三维装配工艺文件”指导现场装配。

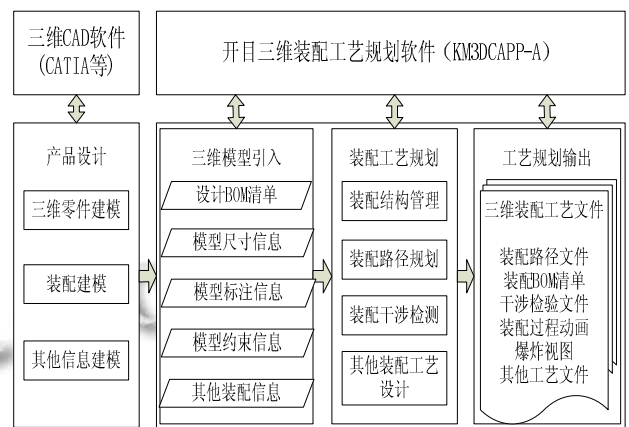


图 3 三维装配工艺规划系统的体系结构

### 4 应用实例

如图 4 所示为减速箱的 CATIA 模型。通过 CAA 二次开发提取其装配信息，将模型结构树信息储存于如图 5 所示的 XML 文件。将这些信息引入开目三维装配工艺规划软件中，工艺设计人员在 KM3DCAPP-A 进行装配工艺规划设计。图 6 所示为装配过程规划的某一步骤，在过程规划中随时可以查看该步骤的装配 BOM 表格，在过程规划结束后可导出装配 BOM 清单，即包含装配步骤与每个步骤所需要的装配零件。

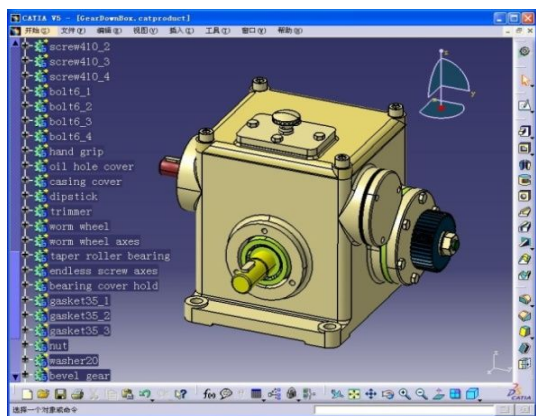


图 4 减速箱的 CAITA 模型

```

- <bomData>
+ <summary suffix="asm,prt,dw" version="0.1" type="CATIA">
+ <errorInfo />
- <part id="0" type="装配件" 名称="GearDownBox">
+ <relation type="文档关联">
+ <模型属性 质量="606.829185 kg" 体积="74404503.650863 mm^3" 平均密度="0.000008 kg/mm^3" 曲面面积="3256368.568299 mm^2" />
- <structure>
+ <childPart id="0" refid="2" 数量="1">
+ <childPart id="1" refid="4" 数量="1">
+ <childPart id="2" refid="6" 数量="1">
+ <childPart id="3" refid="8" 数量="1">
+ <childPart id="4" refid="10" 数量="1">
+ <childPart id="5" refid="12" 数量="1">
+ <childPart id="32" type="零件" 名称="oil hole cover">
+ <document id="33" type="模型文件" 文件名="d:\design\oil hole cover.catpart">
+ <part id="34" type="零件" 名称="casing cover">
+ <document id="35" type="模型文件" 文件名="d:\design\casing cover.catpart">
+ <part id="36" type="零件" 名称="dipstick">
+ <document id="37" type="模型文件" 文件名="d:\design\dipstick.catpart">
+ <part id="38" type="零件" 名称="trimmer">
+ <document id="39" type="模型文件" 文件名="d:\design\trimmer.catpart">
+ <part id="40" type="零件" 名称="worm wheel">
+ <document id="41" type="模型文件" 文件名="d:\design\worm wheel.catpart">

```

图 5 模型结构树信息储存于 XML

### 5 结语

本文分析了三维 CAD 模型如何向三维装配工艺

系统提供装配信息,重点解决了 CATIA 模型的装配信息提取的若干关键技术及难点,以及如何应用于三维装配工艺系统的集成解决方案.该技术已经在开目三维装配工艺规划软件中得到实际应用,实现了三维 CAPP 与三维 CAD 的紧密集成.

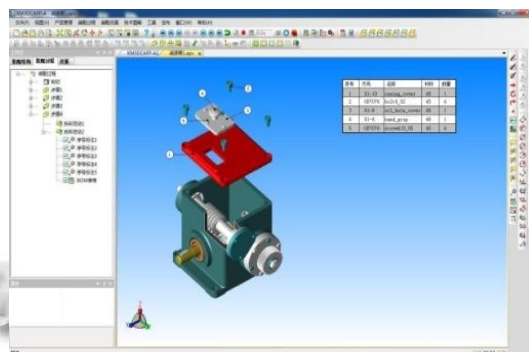


图 6 KM3DCAPP-A 中装配过程规划的一个步骤与 BOM 表格

### 参考文献

- 1 黄娟,王丽.三维装配 CAPP 的技术和产品浅析.CAD/CAM 与制造业信息化,2011,9:11-14.
- 2 周仙娥,鲁墨武,赵海星.基于 CAA 的 CATIA 二次开发技术的研究.科技信息,2008,36:73-75.
- 3 周桂生,陆文龙.CAITA 二次开发技术研究与应用.机械设计与制造,2010,1:81-83.
- 4 CAA V5 For CATIA Foundations. DASSAULT SYSTEMS, March,2001.

(上接第 32 页)

### 5 小结

本文在 TMS320DM642 平台上实现了能够实时处理分辨率为 1024×768, 60Hz 视频图像的 H.264 基本档次的视频编码器.文章首先分析了对于 1024×768 这种大分辨率的视频图像, DM642 处理的瓶颈,并针对性的设计了一套能够实现主动降帧的视频采集驱动,大大降低了 EDMA 的使用率.在这个基础上,充分结合 DM642 的结构特点,提出了基于 Cache 存储器优化的编码器优化解决方案.实验结果证明,这些优化方案可以大大提高 H.264 基本档次视频编码器的编码速度,完全满足实时编码的要求.

### 参考文献

- 1 沈兰荪,卓立.小波编码与网络视频传输.北京:科学出版社,

- 2005.
- 2 李方慧,王飞,何佩琨.TMS320C6000 系列 DSPs 原理与应用.第 2 版.北京:电子工业出版社,2002.
- 3 Huang YW, Hsieh BY, Wang TC, Chen SY, Ma SY, Shen CF, Chen LG. Analysis and reduction of reference frames for motion estimation in MPEG4 AVC/JVT/H.264.ICME'03, Hong Kong, April 2003,2:809-812.
- 4 Tu YK, Yang JF, Shen YN, Sun MT. Fast variable-size block motion estimation using merging procedure with an adaptive threshold. ICME'03, Hong Kong, July 2003,2:789-792.
- 5 Texas Instruments, TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor, Texas: Texas Instruments Incorporated, sprs 200J, August 2005.