

# 基于 Pro/E 的装配工装设计与管理系统

Pro/E-Based Assembly Tooling Design and Management System

北京理工大学机械制造自动化学院 王磊 段晓峰 吴宗莲

**[摘要]** 应用基于实例推理、参数化设计思想,将三维计算机辅助设计技术和数据库管理技术应用于装配工装的设计中,在 Pro/E 平台上实现了装配工装设计与管理系统,并介绍了该系统的结构和功能实现方法。

**关键词:** 基于实例设计 参数化设计 装配工装

**[ABSTRACT]** By using case-based reasoning and parametrization design idea, 3D CAD technology and database management technology are used in the assembly tooling design, the assembly tooling design and management system are realized based on Pro/E platform. The structure and the function implementation method of this system are introduced.

**Keywords:** Case-based design Parametrization design Assembly tooling

装配是产品实现预期功能的重要环节之一。为了保证产品的装配质量,在装配过程中要使用大量的工装。据资料显示,我国 70% 以上的装配工装设计都基于原有设计,真正的全新设计只有 30%,很多企业都保存有大量的工装设计图纸,这些图纸凝聚着设计人员的智慧。为了借鉴其他设计人员的思想,要查阅各种清单和设计图纸来进行一项设计的准备工作,这在很大程度上影响了设计效率。本项目运用基于实例的方法,将先进的三维计算机辅助设计技术和数据库管理技术应用于装配工装的设计中,旨在改变传统的工装设计与管理模式,缩短设计周期并简化管理,为企业赢得更大的经济效益和社会效益。

## 1 开发技术

Pro/E 软件是美国 PTC 公司在 1989 年推出的产品,是一个用于产品三维模型设计、加工、分析及绘图的 CAD/CAE/CAM 软件系统。该软件以使用方便、参数化特征造型和系统的全相关性而著称。PTC 的系列软件实现了工业设计和机械设计上的多项功能,包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等,提供了最全面、紧密的集成产品开发环境,已成为我国的一个主流 CAD/CAM 应用软件。

为了增加软件的开放性,Pro/E 提供了二次开发接口 Pro/TOOLKIT。Pro/TOOLKIT 是 PTC 公司为用户提供的函数库,通过函数库将按照自身情况开发的程序并以一种安全、可控的方式实现与 Pro/E 的无缝集成。本系统利用动态连接库实现在 Pro/E 中调用 MFC 对话框,如图 1 所示。



图 1 利用 Pro/TOOLKIT 在 Pro/E 中调用 MFC 对话框

Fig.1 Calling MFC conversation frame in Pro/E by using Pro/TOOLKIT

## 2 系统结构

本系统分为工装设计与工装信息管理两大模块,这两大模块既相互独立又相互联系。装配工装设计与管理系统通过人机操作界面,实现基于 Pro/E 环境下的图形设计和基于 Oracle 数据库的信息管理,并通过接口实现与其他系统的集成。系统的框架结构如图 2 所示。

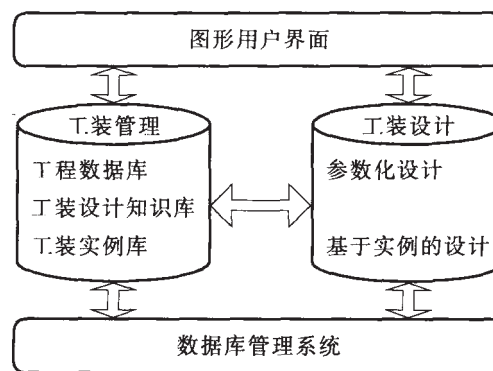


图 2 系统框架结构

Fig.2 System framework

### 2.1 工装信息管理模块

为了实现对工装信息的有效管理,需要对设计过程

中产生的信息进行合理组织,即对设计对象的信息进行分类和管理。设计产生的信息包括几何信息和技术信息 2 方面的内容。几何信息即零件的图形信息,包括几何形状、尺寸等;技术信息包括设计对象的名称、类型、编号、材料、毛坯类型和说明等多种信息。根据合作单位的实际情况,建立了工艺装备编码系统,对装配中用到的工装进行了分类编码。通过编码系统对每一个零(部)件、装配体进行编码,最终将该编码和其他信息存入数据库中,实现对工装信息的管理。

## 2.2 工装设计模块

### 2.2.1 基于实例设计

基于实例的推理 (Case-Based Reasoning, CBR) 的核心思想是在进行问题求解时,直接利用已有的实例,而不是直接利用设计经验的总结。其关键在于实例的表示、检索、修改及学习。利用基于实例的推理进行设计,是将当前设计和已有实例进行匹配比较,若有相同的实例则直接调用,相似的则对实例进行局部修改以获得当前设计。

根据实例推理的结果将装配工装设计分为新设计和变型设计 2 类。新设计需按工艺装配的要求制定全新的工艺装备;变型设计是在保持原有工装基本功能、基本原理和基本结构不变的前提下,对工装的某些局部功能和结构进行调整、变更以适应新的要求,或是通过对工装的结构形式和尺寸进行调整、变更以满足不同的要求。利用变型设计,用户可以调用原有工装设计图库中的零(部)件或新建零(部)件来替换工艺装配体中的某些零(部)件,从而使装配体满足新的设计要求。

### 2.2.2 参数化设计

参数化技术是采用参数预定义的方法建立图形的集合约束集,指定一组尺寸作为参数使其与几何约束集相关联,并将所有的关联式融入到应用程序中,然后通过对话框以人机交互方式修改参数尺寸,最终由程序根据这些参数及其变化顺序地执行表达式来实现设计的方法。在参数化设计过程中,参数与设计对象的控制尺寸有明显的对应关系,通过参数化尺寸驱动完成对设计结果的修改。参数化设计不同于传统的设计,它储存了设计的整个过程,能设计出一族而非单一的在形状和功能上具有相似性的产品模型。

## 3 系统功能实现

### 3.1 工装信息管理功能实现

对工装以“树”的方式进行分类管理。工装信息的

操作有增加、删除和修改。在产品树的合适位置选择要添加的根节点,将新的工装以子节点的方式添加到刚才选择的根节点上,并将工装的信息保存在数据库中;修改工装信息是在要修改的节点上双击,打开工装信息对话框修改工装信息后,点击“修改”按钮,将修改后的信息保存到数据库中并替换修改前的信息;若执行的是删除功能,则该条工装信息被删除。产品树将不再显示该工装,同时数据库中也不再保存该工装信息。

### 3.2 工装设计功能实现

工装设计是一个经验性很强的过程,为了利用以前积累的设计经验,提高工装的设计效率,系统采用基于实例的设计和参数化设计 2 种方法,同时为了给设计者提供便利,还提供了工装浏览和工装查找的辅助功能。

#### 3.2.1 基于实例设计算法

实例检索采用最近邻原则,用公式表示如下:

$$\text{Smilarity}(T, S) = \sum_{i=1}^n f(T_i, S_i) \times w_i$$

式中, T 表示目标实例; S 表示实例库中原有的实例; n 表示每一个实例中所含有的特征个数; i [1, n]; f 是实例 T 和实例 S 的特征的相似性函数;  $w_i$  表示的是特征 i

的重要性权值,  $w_i \in [0, 1]$ ,  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。计算得出的相似度越高,表示匹配程度越好。

#### 3.2.2 基于实例设计功能实现

要采用基于实例设计,必须有工装实例库。我们从以往设计的工装中选取实例,按照编码规则加以编码,然后将这些工装存入实例库中,从而建立工装实例库。

基于实例设计界面如图 3 所示。

(1) 实例检索。按照功能要求检索实例,在这个过

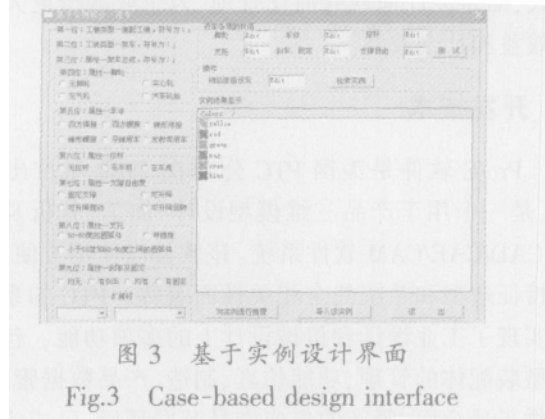


图 3 基于实例设计界面

Fig.3 Case-based design interface

(下转第 83 页)

模糊神经网络有自学习能力,通过学习可以拓宽航空维修中的偶然故障、疑难故障的解决思路,通过隶属度的限制可以降低虚警率。自学习机的运用还可以完成故障监测和预测,以利于目前的“以可靠性为中心”的维修思想。其自学习过程如下:(1)确定一组学习样本;(2)在[-1,1]之间由计算机随机或者专家确定权值(隶属度)和阈值;(3)输入事实数据,通过计算机得到实际输出;(4)通过误差公式计算误差;(5)判断:如果误差小于某一事先设定值,则学习结束,将阈值、权值写入静态数据库,学习或将规则知识写入知识库;否则修改权值和阈值继续迭代。

#### 4 结束语

本文提出了基于模糊神经网络和模糊规则的航空装备故障诊断专家系统框架,它结合了人工智能和专家系统的优点,能广泛吸收一线工作者和专家的经验 and 理论分析,能增加系统的自学习能力,通过模糊推理、结论合并来提高故障定位、识别、诊断能力。并且根据航空装备故障诊断特点设计了专家系统和模糊神经网络相结合的2种推理方式,在此基础上阐述了模糊神经网络的2种生成方法:神经网络模糊化和模糊规则构造模糊神经网络。

我们应当看到航空装备技术先进、结构复杂,是一个复杂的系统,在航空维修实践中还有许多的课题亟待解决,比如本文提出的分阶段分模块诊断技术在实际诊断设计中诊断阶段的划分及层次数的确定,故障诊断过程中如何共享智能检测装置提供的监测数据,如何实现故障的远程诊断、多媒体诊断,如何实现故障诊断后的监测和预防,如何开展故障诊断后的故障原因挖掘等等。

#### 参 考 文 献

- 1 杨廷勇,施冲.基于经验和逻辑思维的故障诊断专家系统.电力自动化设备,2002,22(10):24~26
- 2 史天运,王信义.神经网络与模糊故障诊断专家系统结合的应用研究.北京理工大学学报,1998,18(1):81~86
- 3 潘茂庆,惠克翔.基于神经网络的机载航炮故障诊断专家系统.光电与控制,2002,9(4):59~62
- 4 方晓斌,何勇.基于模糊神经网络的汽油机发动机故障诊断专家系统的研究.上海交通大学学报,2001,19(2):105~111
- 5 王永庆.人工智能原理与方法.西安:西安交通大学出版社,2001

(责编 咏智)

(上接第78页)

程中要设定各功能的权值,并设定相似度值。大于相似度值的实例将被检索出来并在实例结果中显示。

(2)实例推理。选择一个实例,系统将按照事先设定的知识项进行推理,并给出建议。

(3)实例修改。如接受步骤(2)给出的建议,就将实例导入当前窗口进行修改;如不接受给出的建议就开启全新设计。

(4)实例入库。如果修改后的工装满足实例要求,就将其作为新的实例保存到实例库中,从而使实例库不断得到扩充。

#### 3.2.3 参数化功能实现

根据合作单位实际,选取(零)部件建立了参数化库,利用参数化技术来实现快速设计。在对模型进行分析的基础上设置控制模型的尺寸参数。控制模型的尺寸参数分为两种:一种是与其他参数无关的独立参数;另一种是与其他参数相关的非独立参数。前者主要用来控制三维模型的几何尺寸和拓扑关系,后者可用以独立参数为自变量的关系式来表达。

#### 3.2.4 辅助功能

在设计过程中有时希望快速找到以往设计的工装,我们提供了工装浏览和工装查找的功能。通过人机交互找到需要的工装,可以察看该工装的详细信息,打开工装模型进行修改或者将其导入装配环境进行装配。

#### 4 结束语

将基于实例推理技术和参数化技术应用到工装设计中,以Pro/E三维设计软件为平台,开发了工装设计与管理系统的。该系统能有效利用以往成功的设计实例,借助前人的设计经验快速设计生产中所需要的工装。该系统具有自学习功能,随着实例库的扩充,系统的设计能力不断得到增强。该系统的参数化功能也为工装的快速设计提供了实现的可能,同时该系统的管理功能也为设计人员提供了很大的便利。利用该系统可以显著提高工装设计的效率,从而为企业赢得更大的效益。

#### 参 考 文 献

- 1 钱晓明.支持快速变形设计的产品模型研究.机械科学与技术,2003(7):670~674
- 2 殷国富,陈永化.计算机辅助设计技术与应用.北京:科学出版社,2000
- 3 齐从谦.基于参数化技术的设计方法研究.机械设计与研究,2002(10):13~15

(责编 宇迪 凌川)