

文章编号: 1005-0523(2005)01-0142-03

# Pro/Engineer 中动态干涉检查的实现方法

张缓缓<sup>1</sup>, 周新建<sup>1</sup>, 赵 硕<sup>2</sup>

(1. 华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013; 2. 吉林大学 汽车工程学院, 吉林 长春 130025)

**摘要:** 首先介绍了几种干涉检测方法, 并结合 Pro/Engineer 环境分析了这几种方法的实用性, 最后提出了一种有效的在 pro/E 中实现动态干涉检测的方法, 结合实例进行了说明.

**关键词:** 装配仿真; 干涉检查; Skeleton; Program

**中图分类号:** O242.2

**文献标识码:** A

## 1 引言

现代产品设计的发展方向是基于并行工程的协同设计, 面向装配的设计(DFA)是并行设计的重要技术之一. DFA 一方面强调对产品开发过程进行改进, 从易于装配的角度出发提高产品的装配效率, 减少装配费用, 另一方面强调通过以可视化的方式在计算机上展示产品的装配过程, 实时检查产品的可装配性, 由此可见, DFA 研究中的一个关键技术就是装配仿真技术, 而干涉检查是装配过程仿真的重要组成部分. 由于 Pro/E 是优秀的三维造型软件, 很适应 DFA 设计的需求, 所以研究在 Pro/E 中采用什么样的干涉检查是很有必要的.

## 2 实现方法

### 2.1 干涉检查方法介绍

干涉检查的根本问题是求交和测试问题, 最常用的两种方法是“空间分解法”和“层次包围盒法”. 其中“空间分解法”是将整个虚拟空间分成相等体积的小的单元格, 只对占据了同一单元格或相邻单元格的几何对象进行相交测试, 比较典型的例子有

K-D 树、八叉树、BSP 树、四面体网盒规则网等; “层次包围盒法”的核心思想是利用体积略大而几何特性简单的包围盒来近似的描述复杂的几何对象, 从而只对包围盒重叠的对象进行近一步的相交测试, 可以通过构造树状层次结构越来越逼近对象的几何模型, 直至几乎完全获得对象的几何特性. 目前有两类技术被用于动态干涉检查, 即“单步检测”和“扫描实体”.

### 2.2 在 Pro/E 中动态干涉检查的实现

干涉检查分为静态干涉检查和动态干涉检查, 对于静态的干涉检查, Pro/E 中自带的有干涉检查模块, 在创建零件的装配模型的时候对零件在设计中出现的干涉可以做一个初步的检查, 调整零件的尺寸, 以适应零件的功能需求. 但是这一模块对装配的过程中出现的干涉则是束手无策.

动态的干涉检查是在装配过程仿真中必需的. 装配过程的仿真一般是这样实现的: 当确定好要装配零件的装配路径以后, 将路径离散为若干细化的关键点, 然后将零部件在各关键点处相对于前一关键点的空间位姿的变化转化为零部件在各关键点处的空间变换矩阵, 在每一个关键点处显示一副相应的画面, 然后按照关键点的顺序依次显示各点零部件的瞬时画面, 在视觉上就产生零部件连续运动

收稿日期: 2004-11-11

作者简介: 张缓缓(1979-), 女, 湖北随州人, 在读硕士研究生, 研究方向: CAD/CAM.

的效果,也即装配过程仿真.按照这样的要求,我们可以利用 Pro/E 的二次开发模块 Pro/Toolkit 中提供有用于零部件的动画显示(Animate)的函数,来实现装配的仿真.使用这类函数实现仿真的过程是:首先生成包含相应零部件的实体动画帧(Animation Object Frame),然后在实体动画帧中添加一系列动画帧(Animation Frame),增加动画帧时提供视图矩阵,即动画帧的空间变换矩阵,最后依次将这些动画帧播放出来,演示的效果相当于零部件在各关键点处画面的连续显示,也就相当于各零部件的装配过程的动态模拟过程,即装配过程仿真.但是由于动画帧演示的实质是电影动画演示,演示时零部件的空间位置在计算机内存中实际并没有改变,只是在原位置不显示,而在计算机窗口中仅显示包含零部件实体和空间变换矩阵的系列动画帧,所以我们得不到零部件在各个关键点的位姿,不管是“空间分解法”还是“层次包围盒法”都无法得到输入的参数,那就不可能运用这两种方法来进行干涉检查.笔者在对 Pro/E 中的仿真特性认真研究之后,得出一种在 SKELETON 和 PROGRAM 中实现动态干涉检查的方法.

SKELETON 也可称为骨架是允许使用者在加入零组件之前设计好每个零件在空间中的静止位置,或是运动时相对位置的结构图,设计好结构图后,可以利用此结构将零件装配上去,以避免不必要的限制冲突;同时他还可以减少零件间的父子关系. PROGRAM 模块是自动化零件与组合件设计的一项重要工具,用户可以以非常简单的应用程序编程来控制特征的出现与否、尺寸的大小、零件的出现与否、零件的简易显示或完全显示、零件的个数等.利用这两个模块的特性,方法如下.

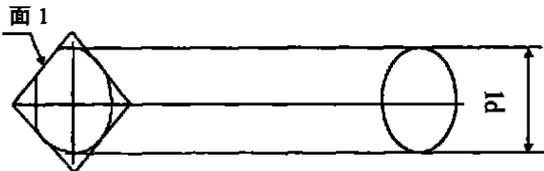


图1 零件1

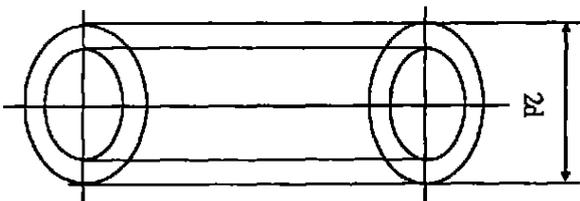


图2 零件2

如图1和图2中的零件1和零件2,现在要实现零件1与零件2的装配,首先在 SKELETON 下规划出装配的路径,对于上图,要求零件1装入零件2的孔中,并且要求零件1的左平面与零件2的左平面对齐.首先,在零件1的端点做一个 Datum 使之垂直于零件1,且把零件1的左平面 align 至 datum1,再把零件1和零件2的轴线做一个 align,然后我们在 PROGRAM 的 RELATION 中加入这样的语句:

```
IF L>=50
```

```
L=L-5
```

```
ENDIF
```

这样的话,Pro/E 每执行一次程序,零件1和零件2的距离就会缩短5,零件1就会沿着直线的方向靠近零件2,实现了零件的单步移动,虽然以上只是一个简单的沿直线运动的状态,但也可以设计出曲线、螺旋线等比较复杂的装配路线,绕开已经装配好的零件,避免干涉和碰撞.

这时我们就可以在 PROGRAM 中设定出现干涉的条件:

```
IF L<45 & L>10 & D1<D2
```

```
L=L-5
```

```
ENDIF
```

其中: $L<45$  是保证零件1已经进入零件2的孔中,因为零件1在进入零件2之前,无所谓干不干涉的;

$L>10$  限定了零件1的最终位置,也即是仿真结束的条件;

$D1<D2$  则保证了零件1和零件2不发生干涉,如果条件得不到满足的话,这个仿真就进行不下去,自动中止,只有当条件修改以后,仿真才可以继续进行下去.

同时还可以进行人机交互,如加入下面的语句:

```
IF D1>D2
```

```
D1 NUMBER
```

```
“D1 is too large, D1 should < D2”
```

```
ENDIF
```

当出现  $D1>D2$  时,就会出现以下语句: D1 is too large, D1 should < D2.

为了防止给定的条件不充分,或者是在装配的过程中与其他的零件进行干涉检查,可以直接利用 Pro/E 中的 ANALYSIS 模块来进行,同时,还可以用二次开发中的函数 pro\_compute\_interference() 和 pro\_compute\_global\_interference() 进行这个零件与装配

路径上的其他零件的干涉碰撞检查和全局的干涉检查.

### 2.3 应用实例

如图3所示,为两个零件的装配过程过程的界面:



点击“重生+自动”就可以一步一步进行装配,在装配的过程中,如果出现假设的条件不满足,装配会自动中止,还可以在每个停留点用 ANALYSIS 或二次开发模块的函数编程进行干涉检查.同时,利用二次开发的菜单开发技术,开发出新的菜单,

如图3中所示:点击“零件干涉”后,在消息栏中会出现干涉结果的信息,使操作更加方便.

### 3 结论

以上干涉检查的方法既利用了 Pro/E 自带的功能,又结合了二次开发的一些技术,在仿真的任何阶段发现干涉都可以对零件进行改进,达到设计的要求,在完成这些要求后,还可以用二次开发的动画制作模块把整个装配过程连续的播放出来,以供指导产品开发之用,同时,还可以结合族表功能,实现零件的替换装配,加快设计的速度!

### 参考文献:

- [1] 林清安. Pro/Engineer 零件高级基础篇(上下册)[M]. 北京:北京大学出版社,2000.
- [2] 黄圣洁,等. Pro/Engineer2001 高级开发实例[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 王军辉. 产品虚拟装配过程[D]. 南京:南京理工大学,2002;33~38.
- [4] 黄娟,等. 装配仿真中碰撞干涉检查研究的综述[J]. 江苏大学学报,2002,(3);17~21.
- [5] 曾理,等. 一个虚拟装配支持系统的实现[J]. 系统仿真学报,2002,(9);1149~1153.
- [6] 张林,等. CE 环境下装配仿真系统的实现及应用[J]. 计算机应用,2000,(8);195~197.

## A Dynamic Interference Detection Method in Pro/Engineer

ZHANG Huan-huan, ZHOU Xin-jian, ZHAO Shuo

(East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** In this paper, we first introduced several interference detection methods, and analyzed their practicability in Pro/Engineer. Then we proposed a new method of interference detection with the SKELETON and PROGRAM, and gave an example to explain it.

**Key words:** assembly simulation; interference detection; skeleton program