

文章编号:1007-6492(2001)03-0081-03

原型设计法在智能 CAD 中的应用研究

李春雨¹, 谭同德¹, 翟 震²

(1 郑州大学信息工程学院, 河南 郑州 450052; 2. 郑州大学材料工程学院, 河南 郑州 450002)

摘 要: 研究了基于原型的设计方法, 考虑到机械设计的复杂性, 提出了原型的五元组表达模型, 即原型样图、属性、联接元、转换规则、原型标志。在模型中引入了图形元素, 使原型的表达包含了丰富的信息; 提出了基于原型的设计流程, 即从简单的设计目标开始, 通过设计要求分解器, 将有关设计目标约束的信息输出到设计原型推理机 1, 原型推理机 1 从原型库选择合适的设计原型, 并翻译成原型样图, 送到原型推理机 2, 原型推理机 2 对精化的原型事例进行评价, 进行必要的完善、修改, 产生设计结果。这样逐层展开设计, 所传递的信息量越来越大, 解决了智能 CAD 技术中从概念设计到结构设计的难点, 对具体产品的实例化具有指导意义。

关键词: 人工智能; 计算机辅助设计; 原型; 设计法

中图分类号: TP 18; TG386

文献标识码: A

0 引言

ICAD(Intelligent Computer Aided Design)是智能计算机辅助设计的简称。它是人工智能 AI(Artificial Intelligence)和 CAD 技术结合的产物, 它将 AI 的理论和用于 CAD 中, 使 CAD 系统能够在一定程度上按照设计师的思维方法工作, 具有设计师的智能, 并且强化了集成功能, 可以对设计的全过程提供一体化的计算机支持。此过程中, 从概念设计到结构设计是一个难点, 而且在绝大多数情况下, 决定着设计的成败。

1 原型的五元组表示

原型是一种综合性表达知识的方法, 是面向对象的知识表达方法, 原型是对一类对象实例的归纳和抽象, 它拥有一类对象的完备的属性或特征^[1]。设计原型是面向对象的综合性表达设计知识的方法, 它为表达设计对象的各方面提供了一个框架; 它对设计对象实例进行归纳和抽象, 拥有设计对象的完备属性和特征, 例如, 设计对象的功能、效应、结构、变量、方法和知识等; 它拥有丰富的设计信息, 能够推进设计并引导设计。例如液压支架的设计, 当我们按照用户的要求建立设计目

标后, 设计人员马上会由设计目标联想到相应的液压支架的原型, 这个原型包含架型、支撑力、工作阻力、最高工作高度、总长度、支护面积等属性, 并进一步会联想到一副简单的支架图。在该液压支架的总体原型指引下, 设计人员会引入液压支架的主要部件的原型, 它包含部件的结构形式、构件的外形、构件的联接点、构件的装配方式等属性, 并联想到一幅简单的主要部件图。设计人员进一步在部件原型的引导下, 又会引入主要部件的分部件原型。这样, 在不同的层次上引用不同的原型, 逐层引入, 原型就能引导设计人员从很少的一点概念设计信息出发, 逐渐增加信息, 设计出一个解决方案, 完成液压支架的设计。

考虑到机械设计的复杂性, 机械设计的原型可以由五元组^[2]表达:

$$P = (S, A, L, C, ID);$$

式中: P 为设计原型(Prototype); S 为设计原型样图(Sample Graph); A 为设计原型的属性(Attribute)也即实例的共有属性; L 为设计原型的联接元(Link); C 为转换规则与方法(Conversion Rule and Method); ID 为设计原型标志(Identification)

为了参与 CAD 设计的需要, S 是参数化的原型典型实例图。参数化的样图由图形翻译器自动

收稿日期: 2001-04-05; 修订日期: 2001-05-27

基金项目: 河南省自然科学基金资助项目(2000520011)

作者简介: 李春雨(1965-), 男, 河南省郑州市人, 郑州大学讲师, 硕士, 主要从事 CAD 方面的研究。

生成,它存在于内存中,显示在屏幕上。

$$S = (CA, T, IN, CID),$$

式中:CA 为原型典型实例图(Case Graph);T 为原型模板(Temple);IN 为图形翻译器(Interpreter);CID 为原型典型实例图的 ID。

原型模板是翻译时的引导,它是在建立原型样图时自动生成的,它记录了参数化原型典型实例图、建立原型样图的过程、约束种类、解约束冲突的方法等信息。

机械设计的原型需要有样图,因为在机械设计中,设计原型表达的是机械产品这类对象。机械产品类对象可以是产品,也可以是产品的结构件、零件等。有些对象的形状相当复杂,只依靠属性无法清楚地表达它们,并且不易让人产生感性认识,它们的许多变换规则是针对形状的,光用文字、逻辑、数据等表达,不易描述清楚,所以要用图形表达原型,才能让人清楚地认识原型。机械制图是工程师的语言,原型五元组中的样图,就是用工程师的语言来表达机械设计原型。采用原型样图——参数化的典型实例图,而不直接使用典型实例图,是 CAD 的需要。因为,只有参数化的图形才符合计算机处理的特点,才能参与集成的 CAD 系统的设计过程。使用不包含原型样图的原型建立的 CAD 系统^[3],往往要针对某一产品专门建立图形处理模块,达不到 ICAD 的灵活性与通用性。例如,浙江大学的椅子智能 CAD 实验系统 AutoChair,就专门开发了实体造型图形绘制子系统。

原型的属性是对象类事物的共同属性,它是完备的。在机械设计中,不同层次的对象的属性是不一样的,属性名称和属性值也不一样。建立原型时,要从实例中进行抽象。例如,产品层的对象,它的属性应有产品的功能、产品的外观、产品的使用特征、产品的环境要求等与产品总体有关的属性。而组成产品部件的属性应是:部件的分功能、部件的性能、部件的力学特性、部件在总体中所占的位置、与其他部件的关系等属性。

变换规则与方法是一组设计准则与方法,利用它对原型进行赋值操作,可保证变换结果仍在原型所代表的范畴中,但与原型有一定的差异。如果变异超出了原型代表的范畴,有两种可能产生:①设计失败;②产生了新产品。我们需要对其评价、验证,才能确定是设计失败,还是设计出了新产品。

2 基于设计原型的设计方法体系结构

基于设计原型的设计方法体系结构见图 1。

(1) 设计要求分解器。它将设计要求分类整理,将标志类、功能类、效应类、结构类信息输出到设计原型推理机 1^[3],供设计原型推理机匹配、提取设计原型。将有关设计目标约束的信息输出到设计推理机 1 和系统工作区,作为设计原型选择和进一步设计的基础。

(2) 设计原型推理机 1。它包含设计原型匹配、提取推理和设计原型选择推理。它接受设计要求分解器输入的分类信息,完成从原型库中提取设计原型并选择合适的设计原型,将选定的设计原型输出到设计原型推理机 2 和系统工作区。

(3) 设计原型推理机 2。设计原型推理机 2 由原型操作器 1、原型操作器 2、约束冲突解决器和设计评价器组成。它接受选定的设计原型,对设计原型进行实例化和精化,约束冲突解决器和设计评价器支持操作器 1 对原型实例化和精化。原型操作器 2 对精化的原型实例进行比较、评价,必要时对它和它的原设计原型进行完善、修改。

(4) 图形翻译器。图形翻译器将原型的典型实例图翻译成原型样图,将原型样图输出到原型设计推理机 2,以便原型实例化操作器利用原型样图的参数和变量等信息进行设计。

(5) 工作区。为系统开辟数据存储区和应用程序运行区,存储设计要求、原型、原型实例、中间结果等数据。

3 结束语

本文研究了基于原型的设计方法,鉴于机械设计的特点,提出了原型的五元组(原型样图、属性、联接元、转换规则、原型标志)表达模型。在模型中引入了图形元素,使得原型更适应机械设计的特点与要求,更易于理解与使用。给出了基于原型的设计方法体系结构,对具体产品的实例化具有指导意义。

参考文献:

- [1] THAM K W, LEE H S, GERO J S, et al. Building envelope design using design prototypes[J]. ASHRAE Trans, 1996(2): 508 - 520.
- [2] 谭同德.面向液压支架结构设计的智能 CAD 技术研究[D].北京:清华大学,1999.
- [3] 周 济,查建中,肖人彬.智能设计[M].北京:高等教育出版社,1998.

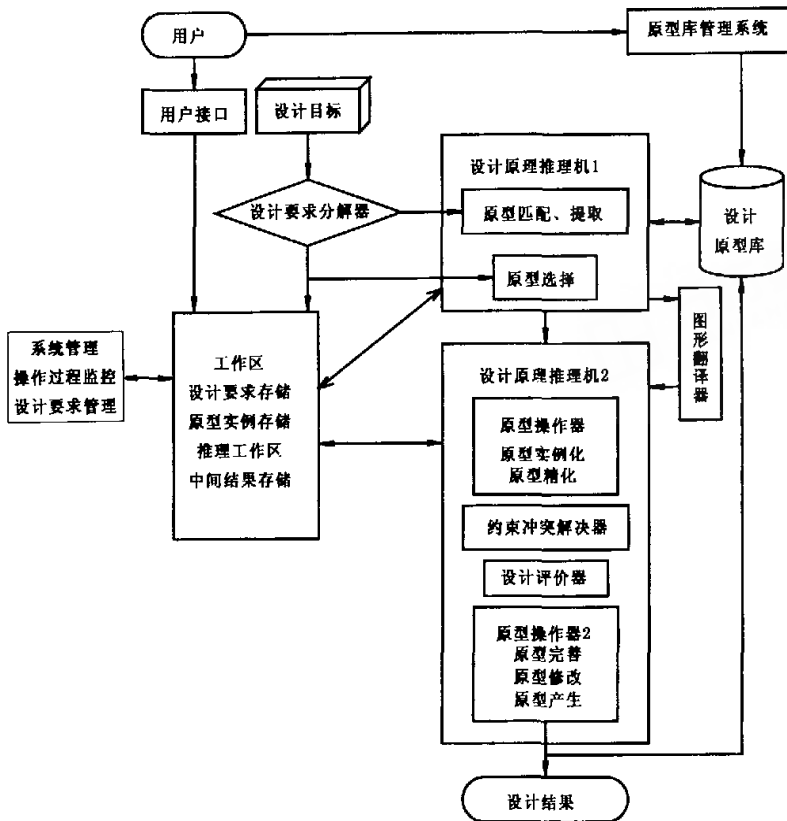


图1 基于设计原型的系统设计方法体系结构

Fig.1 The system of prototype - based design

Research of Usage of Prototype - based Design in Intelligence CAD

LI Chun - yu¹, TAN Tong - de¹, ZHAI Zhen²

(1. College of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China; 2. College of Material Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The method of prototype - based design is researched in this paper, and considering the complexity of mechanism design, a model with five elements to represent the prototype is provided, which are sample picture of prototype, property, coupling element, transforming rule, sign of prototype, the picture element is introduced in the model so that rich information is included in the prototype. The flow of prototype - based design is described as: start from a simple designing target, by the analyzing device of design requirement, send the information of target estrain to the reasoning machine 1, which can choose suitable prototype from prototype storage and send it to the reasoning machine 2, which can evaluate the instance of finished prototype, and then produce the designing results. So the design can proceed step by step, the information that is transformed between the steps becomes more and more ample, and then the bottleneck of lack information when mapping from concept design to structure design in Intelligence CAD(ICAD) can be overcome, which can guide the design of concrete product.

Key words: artificial intelligence; CAD; prototype; design method