

“MDZY 型” 冲压模方案设计 专家系统的设计与实现

贾志勇¹, 贾志强², 邱士均¹, 蔡剑怀¹

(1. 厦门大学机电工程系, 厦门 361005; 2. 厦门华联电子有限公司, 厦门 361006)

摘要: 作为一种先进的金属零件加工方法, 冲压生产在工业领域中已经得到了广泛的应用, 但其生产效率的进一步提高却由于冲压模具设计的复杂性和耗时性而受到了较大程度的限制。CAD技术的引入虽然简化了图形的绘制和处理工作, 但对冲模设计中普遍存在的推理、判断等非数值问题却无能为力。文中利用人工智能技术, 在 Visual C++ 5.0 环境下实现了一个冲压模方案设计专家系统, 用来帮助设计者在模具设计前期完成合理的方案设计。系统在执行设计任务时采用了实例匹配和归纳推理两种不同手段, 系统中的设计知识分别采用了数据库记录、链表以及集成了框架、规则和方法的对象等多种形式来表示, 各类知识的学习和修改采用了包括神经网络在内的多种机制。

关键词: 冲模设计; 专家系统; 知识表达

1 前言

冲压是建立在金属塑性变形基础上的一种先进的金属加工方法。它利用模具和冲压设备对板料施加压力, 使板料产生塑性变形或分离, 从而获得具有一定形状、尺寸和性能的零件。模具是冲压生产中的主要工艺装备, 其结构对冲压件的表面质量、尺寸精度、生产效率以及经济效益均有很大的影响。传统的冲模设计包括冲压零件工艺性分析、工艺方案及模具型式的确定、工艺计算、模具的总体设计、模具各主要零部件设计、以及各种图纸的绘制等多个步骤, 是一项十分费力的工作。此外, 在设计过程中还常常会由于局部的疏忽而导致设计方案的大幅度修改和图纸的反复绘制。虽然近些年来 CAD 技术的采用使设计人员在一定程度上摆脱了繁琐的绘图工作, 但由于模具设计的经验和方法往往表现为非数值问题, 即不是以数学公式为核心, 而是依靠推理、判断等手段来处理的, 这是现行的 CAD 系统所无法解决的。在设计的前期阶段, 即方案设计阶段, 这一问题表现得尤为突出。因此, 就有必要引入人工智能技术, 来帮助设计者在设计前期做出分析和推理。我们就是从这一思想出发与厦门建南集团合作开发了“MDZY 型冲模方案设计专家系统”, 用来帮助在冲模设计前期形成设计方案。

2 系统的功能模块组成及运行机理

2.1 系统的功能模块组成

从功能上进行划分, 系统的组成如图 1 所示。

总体上, 系统是由一个总控模块和各个分立的功能模块组成。总控模块负责全局的高度和控制, 外部环境接口模块负责人机交互以及整个系统的输入和输出。工艺性分析模块和工艺性分析知识库用来在设计前对待分析冲压零件进行工艺可行性分析。实例库和主知识库分别存放设计实例和各类设计知

收稿日期: 1999-06-11

作者简介: 贾志勇, 硕士研究生, 研究方向为计算机测控和人工智能。

识，它们的修改和更新受学习处理模块控制。两个推理模块和解释模块一起通过对系统黑板、实例库、主知识库的作用来完成设计任务并给出设计结果和相应的解释。

2.2 系统中各类知识的表达和组织

从功用上来划分，系统中用到的知识可以分为3类，即冲模设计实例、冲压件工艺性分析知识和归纳性的模具设计知识。

设计实例实际上就是已经完成的一个具体的设计方案，它可以在以后进行功能或结构上具有相似性的设计时作为参考。通过对已完成的设计方案进行分析，抽取其功能特征、结构特征及各种相关属性就能够得到一个设计实例。所有这类实例就构成了系统实例库。

在系统中，我们用数据库中的一条记录来表示一个设计实例，实例库就对应着一个数据库。

工艺性分析知识是用来帮助判断待分析冲压件是否满足工艺性要求。这类知识是以多对链表的形式组织起来的。例如，冲裁模零件工艺性分析知识库中关于形状尺寸方面的分析知识就组织在两个链表对象 BlankingSha Yes 和 BlankingSha No 中，前者包含满足工艺性要求的冲裁件所必须具有的形状尺寸方面的属性特征，后者则含有工艺性良好的冲裁件不应该具有的属性特征。我们分别称其为“**Yes**”类链表和“**No**”类链表。链表对象的结点具有3个域，以 Field1, Field2 和 Field3 表示。Field1 和 Field3 为字符串指针类型，Field2 有两种形式：字符串“IS”或是一个关系符号，如“>”，“<”等。举例来说，前述的 BlankingSha Yes 链中就有以下两个结点：“外形”“IS”“规则曲线”，“b”“>”“2δ”（b 表示宽度，δ 表示料厚）。

归纳性的模具设计知识是以框架、产生式规则和方法的形式集成在对象中的。主要的对象有两类：模具对象和规则知识对象。模具对象以模具的各个参数变量作为其数据成员（相当于框架中的各个成员变量槽），以各个求解成员变量值的方法作为成员函数。规则知识对象集成了包括启发式经验在内的各种用于进行设计的产生式规则。此外，模具对象能够以友元对象的形式访问规则知识对象中的各条规则，从而应用规则完成设计任务。需要注意的是，这里我们以平衡二叉树的形式组织规则对象中的各条规则。如图2所示，每一个结点表示一条规则， R_i 表示第 i 条规则，圆圈中的数字表示该规则可能被用到的概率。它具有如下特点：任何一个结点的概率值均大于其左子树中所有结点的概率值而小于或等于其右子树中所有结点的概率值。同时，其任一结点的左右子树深度之差不超过1。这样组织规则知识有两方面优点：首先，推理模块采用中根遍历法即可按照各规则被用到的概率大小依次遍历各结点，激活满足匹配条件的规则，直到达到设计要求；其次，它有效地控制了查找深度，并且结点的添加不必移动其它结点，只是插入一个叶子结点，修改删除结点规则也很方便，不会破坏树的平衡有序特性。另外，每条规则都具有 IF A THEN B 的形式，其中 A 与工艺性分析知识链表中的结点有着相同的形式，B 可以是对数据成员直接赋值，也可以是通过激活模具对象中的一个成员函数（方法）来对成员变量赋值（填充槽值）。

2.3 系统设计任务的执行过程

系统要执行设计任务时，首先经由外部环境接口模块输入冲压零件的各个相关参数，由总控模块调用工艺性分析模块来判断该零件的形状、尺寸及精度要求等方面是否符合冲压件工艺要求。也就是说，满足工艺性要求的零件的各个对数特性要能够符合相应“**Yes**”链表列出的所有

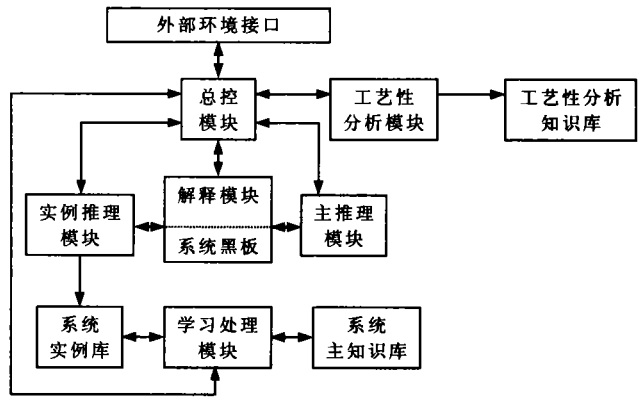


图1 系统功能模块图

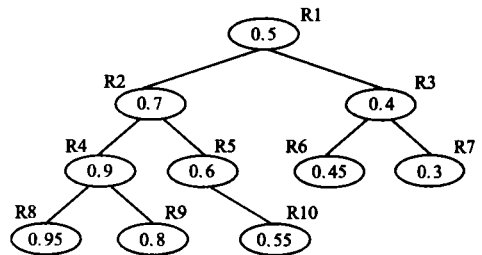


图2 以平衡二叉树形式组织的各条规则

条件, 并且不能够满足 “No” 链表中的任一条件。对于特殊零件中无法根据 “Yes” 和 “No” 链表中现有的结点条件进行匹配的参数属性, 可以通过人机交互的形式由用户加以判断。

工艺性分析结束后, 如果零件满足工艺要求, 系统给出工艺性良好的提示并转入正式设计。否则, 系统给出工艺性未达到要求的提示并根据分析过程中的记录告诉用户哪些具体的工艺参数不满足要求, 需要做多大程度的改进。进入正式设计后, 首先由总控模块调度实例推理模块根据用户输入的设计要求提取出目标实例在功能或结构上的特征数据, 并根据这些特征数据, 对实例库中现成的各个设计实例进行检索和匹配。之后, 将检索到的与实例特征数据最为相似的实例提取出来, 供用户参考和做进一步的修改, 以得到目标方案。如果检索失败, 即没有相似实例或得到的实例不满足要求时, 系统则转入由主推理模块负责的基于归纳性知识推理的设计过程中。首先利用已知参数形成一个模具对象, 再由此模具对象来遍历规则对象中的相应规则, 对得到匹配的规则执行其结论部分的操作, 不断地填充槽值, 直到满足要求或由于某些特殊原因不能继续分析为止。设计要求得到满足的模具对象实际上就是一个初步的设计方案, 用户对其作进一步的修改和完善后即可形成最终的目标方案。

2.4 系统学习处理模块的具体实现

学习处理模块用来完成对整个系统范围内知识的添加、删除以及修改。对于工艺性分析知识, 由于其数量较少, 结构也较简单, 由用户通过外部环境接口提供的处理界面直接进行处理。实例知识的学习和修改有两种方式: 一种是通过用户的直接干预进行交互处理; 另一种是在学习处理模块的控制下, 对经由实例推理和主推理得到的设计对象加以规范化, 形成新的实例后再存入实例库中。主知识库中的知识除了可以象上面两种知识一样进行交互学习和修改外, 其中的表示判断的产生式规则知识还可以由学习处理模块中的一个神经网络模块得到。该神经网络模块由冲裁模、弯曲模、拉深模和成型模 4 个子模块组成。每一个子模块又由多个 3 层 BP 神经网络模块组成。例如, 冲裁模子模块就由结构特征模块、卸料推件型式模块、导向型式模块等多个 BP 神经网络模块组成。各个 BP 神经网络的输入、输出和隐藏层的结点数控制在个位数。实际运行情况表明, 采用这种分层结构能够有效地减少连接权值数目和运算步数。经过一段时间的样本学习, 在神经网络趋于稳定后, 我们通过一个专门的处理模块将其权值矩阵先转换为等效逻辑函数的真值表, 再利用卡诺图对它进行化简, 就可以得到神经网络模块中隐性知识所对应的产生式规则。

2.5 解释模块与系统黑板的工作情况

解释机制是专家系统中不可缺少的一部分, 它用来对用户的特定问题作出回答和解释, 以帮助用户了解系统的设计过程和对目标方案作出评价。这里的解释工作也分为 3 部分: 一部分是通过记录工艺性分析过程中满足和不满足工艺要求的各个属性编号来对用户关于工艺性分析方面的问题作出解释, 并给出不满足要求时需要作出的改进工作; 另一部分是用来记录实例推理时所规范出的实例特征数据, 给出关于实例推理执行的说明; 还有一部分是记录主推理过程中用到的各个规则和方法编号, 对用户关于主推理方面的疑问作出解释。

黑板是用来存储系统各部分在工作过程的各个阶段生成的中间结论、问题求解状态等内容。

3 结 语

本文针对冲压模具设计的实际情况, 综合运用人工智能技术、面向对象的分析和设计方法以及数据库实现技术等手段成功地完成了 “MDZY 型冲模方案设计专家系统” 的开发, 并在实际运行过程中取得了较好的设计效果。系统的主体程序是 C++ 语言编制并在 Visual C++ 5.0 环境下实现的, 充分利用了 C++ 语言和 MFC 的强大功能, 较好地实现了系统动作的关键部分, 即面向对象的知识表达与推理。系统的实例库是在 Visual FoxPro 5.0 环境下生成的数据库, 是由实例推理程序以 ODBC 方式驱动的。

参 考 文 献:

[1] Hewitt. Open systems semantics for distributed artificial intelligence [J]. Artificial Intelligence, 1991,47: 79-101.

- [2] 史忠植. 高级人工智能 [M]. 科学出版社, 1998.60-65.
[3] 周济, 查建中, 肖人彬. 智能设计 [M]. 高等教育出版社, 1998.202-220.
[4] 刘增良, 刘有才. 模糊逻辑与神经网络 [M]. 北京航空航天大学出版社, 1996.25-40.

A scheme design expert system of dies

JIA Zhi-yong¹, JIA Zhi-qiang², QIU Shi-jun¹, CAI Jian-huai¹

(1. Dept. Of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen Univ., Xiamen 361005;

2. Hualian Electronics Corporation, Xiamen 361006)

Abstract: As an advanced method of metalworking, pressing is widely used in the field of industry. But its production efficiency has been greatly limited by the complex and timeconsuming die design. Although the introduction of CAD technology has to a certain extent eased the work of drawing practice, it can not solve non-numerical problems such as reasoning and judging, which are very common in dies designin. In this article, by using the AI technology, we succeeded in developing a scheme design expert system of dies, which was used to help the user complete the scheme design during the early period of die design. Instance-based reasoning and inductive-knowledge-based reasoning were used in executing the design task. Knowledge bases were constructed in forms of databases, simple linked lists and objects integrated by frames, rules and methods. And different ways of learning and modifying the knowledge bases were also implemented.

Key words: die desing; expert system; knowledge representation

(上接第 3 页)

- [3] 朱廷劭, 高文. KDD: 数据库中的知识发现 [J]. 计算机科学, 1997,24 (6).
[4] 扈晓炜. CB 与构件系统 [J]. 计算机世界, 1999,24 (5).
[5] 梅宏, 常继传. 软件构件和软件构架技术 [J]. 计算机世界, 1999,15 (3).
[6] 杨芙清. 软件复用及其相关技术 [J]. 计算机世界, 1999,15 (3).
[7] 王千祥等. 软件构件实现规范及标准 [J]. 计算机世界, 1999,15 (3).
[8] 胡侃, 夏绍玮. 基于大型数据仓库的数据采掘: 研究综述 [J]. 软件学报, 1998,9 (1).
[9] 郑纬民, 黄刚. 数据挖掘纵览 [J]. 计算机世界, 1995,31 (5).
[10] Usama M Fayyad, et al. Advances in knowledge discovery and data mining [J]. California: AAAI/MIT Press, 1996.

Software component technology and knowledge discovery in database system

YING Biao¹, LOU Wei-jin²

(1. Institut of Machinery and Energy, Zhejiang University, 310013;

2. Artificial Intelligence, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract: The paper introduces the concept of component technology and knowledge discovery in database. It describes the feature of developing knowledge discovery system based on the component technology under the support of the software architecture. It implements the software reuse, cuts short the development cycle and reduces the maintenance cost. Furthermore, it supports the technology of 'plug and play'.

Key words: component; knowledge discovery in database; component architecture; database