

电磁继电器 CAD 专家系统的开发

修士新 西安交通大学(710049) 孟庆龙 河北工业大学(300130)

【摘要】 本文对电磁继电器 CAD 专家系统的结构、功能、建造方法及特点进行了论述。该系统具有继电器专家经验知识库,它能根据专家的经济知识进行判断和推理,模拟专家们的设计思想和解决问题的方法。专家系统技术在 CAD 技术中的应用,解决了传统 CAD 系统中的非数值问题,对于实现电器产品设计的智能化、自动化具有重要意义。

【关键词】 电磁继电器 CAD 专家系统

序言

传统的 CAD 系统已经更新和发展了好几代,其水平也得以不断提高,较好地解决了工程实际中的某些问题。但是,传统的 CAD 系统在工作方式上仍以人机对话的形式支持设计者,它只能完成一些可编程的设计工作,而设计者必须提出和选择设计方法。由于传统的 CAD 系统没有综合和选择的能力,这就要求系统的使用者具有较高水平的专业技术知识和一定的实践经验,才能很好地使用该系统。

传统的 CAD 系统存在以下不足:1)系统缺乏智能性;2)对使用者要求高;3)系统维护不方便。上述不足限制了它的应用范围。

专家系统技术是人工智能领域的三大分支之一,它是一组具有以不低于人类专家的水平解决该领域难题的能力的计算机程序系统,它主要由知识库和推理机组成。专家系统应用知识来解决问题,把专家系统技术和传统的 CAD 系统相结合,就能克服传统 CAD 系统的不足,提高其智能性,这是一件非常有意义的工作。

1 系统的设计思想及系统结构

目前,电磁继电器的设计主要依赖经验数据和公式,或参照已有继电器样品的结构参数和技术性能参数,进行一些验证性的理论计算,提出设计模型,进行产品试制,检验其性能。如果不能满足要求,则要修改设计,再检验,直到满足设计要求为止。为了得到一个好的产品需要经过好多次的重复,不仅效率低而且造成了浪费。另外,继电器产品的设计与人的因素关系很大,设计人员的素质、经验等对产品质量影响很大。

一些继电器的科研和生产单位已开发或应用了有关继电器设计的软件,但是它们不能完全解决继电器设计过程中的问题,而且使用不方便,这些软件没有使用继电器设计专家的经验知识,缺乏智能性。

电磁继电器是一个综合而统一的整体,产品设计要求设计者应具有多学科的专业知识丰富的经验,为了得到正确合理的设计需要分析、综合和判断。继电器产品的设计过程中,某些环节是难以用数学模型来表达的,即具有非数值性,这部分设计完全依靠设计人员的经验。

收稿日期:1995-11-21

《继电器》1996年第3期 39

继电器的设计专家们在长期的产品设计实践中积累了丰富的经验,而且这些经验又是设计继电器不可缺少的,同时也是传统的 CAD 软件中所缺少的。通过系统总结电磁继电器设计专家的经验,建立专家经验知识库,开发电磁继电器 CAD 专家系统,不但使设计专家的经验知识得到推广和应用,提高产品设计效率和质量,而且也能使一般的设计人员通过对此软件的操作设计出高质量的继电器产品。

本系统的设计思想就是充分利用设计专家的经验,模拟他们的设计思路和方法,并在系统开发过程中采用模块化程序设计技术。

系统主要由以下部分组成:主控程序及人机接口;电磁继电器的初始设计;优化设计;特性计算;绘制结构图;知识库和数据库。

系统的结构框图如图 1 所示。

2 各部分功能及开发

2.1 电磁继电器的初始设计

这部分要求用户输入技术要求项,而后系统经运行,对所设计的继电器进行选型,触点系统和电磁系统型式、材料及有关尺寸的确定,并对继电器进行初始设计,确定继电器的尺寸参数,同时进行验算,以确定某些参数、材料及结构的合理性。这部分需要应用继电器专家经验,因而我们建立了知识库。该部分程序编制使用 Turbo Prolog 语言。

2.1.1 Turbo Prolog 语言

Turbo Prolog 语言是一种基于编译的人工智能语言,具有很强的逻辑推理和字符处理能力,并有一定的计算能力,它支持多种适配器,并能处理多种文件形式。

Turbo Prolog 语言程序由 Domains(域)、Predicates(谓词)、Goal(目标)和 Clauses(子句)组成。

2.1.2 知识获取方法

在设计继电器过程中要用到两种类型的知识:一种是文献知识,包括计算公式、数据及图表等,这类知识可从有关书籍、期刊等文献中获得,且较容易。第二种知识是启发性知识,这类知识是继电器专家在设计实践中积累起来的经验知识,其中有些知识难以用文字表达。为了有效地获取这类知识,我们采取了下列步骤:明确目标→选择专家→确定与专家交流方式→与专家交流→获取知识→总结→验证→修改完善→总结并系统化。

2.1.3 知识表示方法

获取到的知识经验验证后还要用适宜的知识表示方法表示出来才能通过计算机来使用。在本系统中,知识表示采用产生式规则,一条经验知识用一个产生式表示,即 $A \rightarrow B$ 或 $A \text{ THEN } B$ 的形式,A 称为规则的前项或条件,B 称为后项或结论。A 也可以是两项或多项条件的逻辑积。

产生式规则用 Turbo Prolog 语言的基本数据结构——表(LIST)来表示,如:

IF(1,(条件 1))

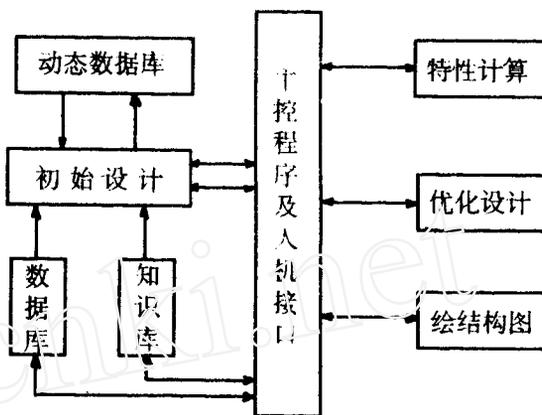


图 1 电磁继电器 CAD 专家系统结构框图

IF(2,〈条件 2〉)

.....

THEN(〈结论〉)

所收集到的知识中还有数据型知识,如材料性能参数等,其可以表示如下:

data(材料 1,〈性能参数〉)

data(材料 2,〈性能参数〉)

.....

实践证明采用“表”的数据结构是非常方便的。

2.1.4 知识库和数据库

所收集知识用计算机语言表示出来以后,还要进行有效的组织。在本系统中,采用对不同类别知识进行分别组织、分别建立知识库的方法。例如,系统中建有触点材料选择使用、结构尺寸设计知识库,线圈设计知识库等,这样结构清晰、调用方便,维护简便。

知识库的建立过程实际上就是对 LIST(表)的有效组织过程。根据知识使用频率的不同,来决定表的排列次序。

数据库用来存放系统运行过程中所要用到的数据,同样采用分类建库方式。如电磁线数据库,触点材料库等。

知识库和数据库的建造充分利用了 Turbo Prolog 语言的“表”的数据结构, Turbo Prolog 语言的内部合一和模式匹配功能与上述结构相适应,这将有利于知识的调用和推理机的实现。

在系统的建造过程中,使知识库和数据库与其他程序分开,这样有助于系统的维护,便于实现模块化结构。另外系统配有库维护功能,可实现对知识库、数据库内容的增加、删除和修改。

2.1.5 推理机

知识的有效利用在计算机上的实现形成推理机。推理机制的选择不仅与知识的表示方式有关,而且和所采用的程序设计语言有关。

Turbo Prolog 语言的搜索策略是匹配,而匹配又与逆向推理机制相似,因此我们采用逆向推理方式,这样处理不但充分利用了 Turbo Prolog 语言特有的性能,而且也与继电器的经验设计相适合。

为了使推理机有效推理,建立了动态数据库,用来存放推理过程中的中间结果。

继电器初始设计部分还有一定的计算任务,但比较简单,同样用 Turbo Prolog 语言编写。

2.2 优化设计

通过对继电器结构参数进行优化,使其获得最好的经济和技术指标。

1) 目标函数及约束条件 以继电器的有效体积、重量以及费用和功率消耗为目标函数。约束条件为:吸力约束;磁系统的最大磁密约束;温升约束;继电器结构尺寸约束等。

2) 磁路系统计算 用黄金分割法计算磁路,用四阶龙格—库塔法解磁路微分方程,用拉格朗日插值法处理磁化曲线。

3) 优化方法 选用单纯形加速法进行优化设计。由于继电器最优化问题是带有约束条件的,而单纯形加速法是用来解决无约束最优化问题的,所以我们采用 SWIFT 方法把有约束的优化问题转化成无约束的最优化问题。

该部分程序用 FORTRAN 77 语言编写。

2.3 特性计算及绘制结构图形

这部分的作用是对继电器的动态及静态特性进行计算,最后绘制出相应的曲线。

为了更清楚地表示出继电器的结构和相对尺寸关系,系统建立了绘制继电器结构简图的功能。

该部分程序用 FORTRAN 77 和 Quick BASIC 语言编写。

2.4 主控程序和人机界面

由于系统采用模块化程序设计技术,各部分功能程序可单独编制、调试,最后通过主控程序组合在一起。

主控程序的作用是控制各功能程序的运行及调用,接收用户输入的数据及各功能程序的输出数据,最后对要输出的数据进行处理提供给用户。

系统采用下拉式菜单结构,界面友善,操作简便。

该部分程序采用 Turbo Prolog 语言和 Windows 技术实现。

3 总结

本文论述了专家系统技术在电磁继电器 CAD 系统中的应用,并介绍了系统的开发过程和方法。系统具有知识库、推理机、人机接口、数据库、计算及绘图等部分,这些也都是一个 CAD 专家系统所应具有。

专家系统的开发过程是一个收集知识并在计算机上有效利用的过程,需要处理大量的数据以及专家经验知识,工作量是非常大的。本系统是针对通讯及电子设备用小型电磁继电器而建立的。通过自己有样品进行验证,本系统提供的数据基本满足要求。

为了使一个系统实用化,那么必须把它投入到实践中,不断使用和不断改进,才能达到系统的设计目的。但愿作者的工作能为电器产品设计的智能化、自动化做出贡献。

参考文献

- 1 孟庆龙等. 电器的计算机辅助分析与设计. 机械电子工程师进修大学, 1989 年
- 2 陈光乾等. Turbo Prolog 程序设计技术. 南京大学出版社, 1990 年
- 3 傅京孙等. 人工智能及其应用. 清华大学出版社, 1987 年

《继电器》启事

《继电器》从发刊到目前已走过了二十五年的历程,在广大读者的热心支持和帮助下,经过编辑部全体同仁的共同努力,本刊的读者群不断扩大,来稿也越来越多,但作为季刊,论文发表的时效性受到较大影响,众多读者纷纷来信希望本刊能够增加刊期,为满足广大读者的需要,经新闻出版署批准,本刊将于 1997 年改为双月刊出版,邮发代号不变,请广大读者注意邮局的 1997 年报刊征订目录。本刊改期后,将继续遵循一切为读者服务的宗旨,以更丰富活泼的版面,更充实的内容,更优质的编辑印刷质量奉献给广大读者,不负大家的厚望。欢迎来稿,欢迎订阅,欢迎刊登广告。

《继电器》编辑部

This paper simply describes the mathematic model for computer setting calculation of bus differential protection, consideration of operation mode, protection setting principle, and setting calculation program of the bus differential protection written basing on the above method. The program has been applied in a real electric network and can meet the requirement of engineering calculation.

Key words, bus differential protection, computer calculation

Research The Algorithm of Extracting The Square Root in Electric Transducer Zhou Damin(30)

It will take a lot of time to extract the square root in the microprocessor-based electric transducer realized on electrotechnical laws. This paper firstly analyzes the shortcomings of the two algorithms of extracting square root, Newton iteration and fast table look-up, and improve them to yield two adaptive combined algorithms of extracting the square root. Thus the speed of extracting the square root increases greatly.

Key words, electric transducer, algorithm of extracting the square root

NEW PRODUCT DEVELOPMENT

General-Used High Accuracy Optic-Fibre Sensing System Zhang Peiming, et al(35)

This paper introduces a general-used high accuracy optic-fibre sensing system which is suitable for on-line measuring current.

Key words, general-used, optic-fibre sensing system, on-line detection

Developmet of Electromagnetic Relay CAD Expert System Xiu Shixin, et al(39)

The architecture, function, building method and feature of the electromagnetic relay CAD expert system are described. The system is equipped with an experience knowledge base of relay expert, which can form judgement and inference upon the expert experience knowledge and simulate the design thinking and solving way of the experts. Application of the expert system technique in CAD solves the non-numerical questions in conventional CAD system and has important significance in realizing intellectualization and automation of electric product.

Key words, electromagnetic relay, CAD, expert system

Application of Integration Development Technology in Upgrade of relaying panel CAD system Xu Tao, et al(43)

Research on KGD3 Control Power Supply of Electromagnetic Brake Xie Shuangquan, et al(48)

SERVICE EXPERIENCE

Discussion on Preventing DC Parasitic Circuit And One-Point-Earthing Zou Shenyuan(52)

Some accident examples of parasitic circuits occurring in relay device are listed. The improving method is presented by analyzing these examples and how to use the special-used terminals in The Keyoints of Anti-accident Measure in Relay and Safety Automation Device' is described. This paper also analyzes the relationship between the capacitance of dc postive and negative poles to earth and the voltage of both coil ends and the measures to be taken when the positive terminal of output auxiliary relay coil earthes.

Key words, parasitic circuit, one-point-earthing

Discussion on The Relay Protection And Secondary Circuit in Main Electric Connections of $1 \frac{1}{2}$ Circuit Breaker Used for 220kV Substation Zhang Huaqing(58)

Discussion on Selectable Recording of Fault Recorder in Guangyinge Substation Wang Bing(64)

Application Problem of Economizer Signal Lamp in Control Signal Circuit and Its Solution Chen Yuanpeng(65)

Application of ZRJ-03 Intelligent Thermotechnic Meter Calibration System Wang Dean(67)

STRUCTURE AND TECHNOLOGY

Discussion on Several Questions of CAPP Xia Chuenhou, et al(71)

Significance of Application and Dissemination of SMT Yin Xuebo, et al(74)

This paper explains the significance of application and dissemination of SMT and analyzes the process of SMT and THT. It also describes the feasibility of SMT.

Key words, SMT, SMD, SMC, SMB

Technology and Quality Control During The Trial-Production of Relay Protection Product Prototype Wang Jie(77)

Technology and quality control is closely related with the quality of prototype trial-prduction of relay protection product. In view of the speciality of prototype trial-production and the site management of trial-production, the action of technology and quality control during the trial-production of relay prototype is described.

Key words, prototype trial-production, technology, quality