

文章编号:1007-6492(1999)04-0033-03

变电站计算机仿真培训通用专家系统的研究

杨宛辉¹, 王 勇¹, 刘 蔚¹, 陈希正², 张居团³

(1. 郑州工业大学电气信息工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省洛阳电业局, 河南 洛阳 471009; 3. 河南省南阳电业局, 河南 南阳 473013)

摘 要: 针对电力部门对变电站运行人员技术培训的实际需要, 研制了变电站仿真培训通用系统. 该系统利用多媒体技术, 实现了变电站电气主接线模拟盘及保护屏的全软仿真, 造价低, 易于扩充, 培训手段也更加灵活. 运行结果表明, 该系统具有较强的通用性与可维护性, 为推广变电站计算机仿真技术培训提供了良好的软件开发平台.

关键词: 变电站; 专家系统; 仿真培训; 通用性

中图分类号: TM 743 **文献标识码:** A

0 引言

电力工业是国家重要的能源部门, 随着我国国民经济的飞速发展和人民生活水平的不断提高, 对供电可靠性的要求越来越高. 而且, 为了提高电力系统本身的信誉和经济效益, 也必须对用户保证安全供电. 据统计, 在电力系统的各种事故中, 由于运行人员的误操作、误判断而造成贻误的事故约占 40%^[1]. 可见, 为保证电力系统的安全运行, 除可靠的设备、合理的电网结构、科学的管理机制外, 提高运行人员的运行素质是一项更艰巨的任务.

变电站是联系发电厂和用户的中间环节, 起着变换和分配电能的作用. 它在电网中为数众多, 变电站安全运行对保证电力系统的安全运行有重要的作用. 因此, 各地市电业局应重视变电站运行人员的技术培训工作, 以提高变电站运行人员的技术水平.

传统的培训方式, 是靠有经验的技术人员, 对运行人员进行定期考核培训. 这种培训方式对提高运行人员技术水平, 起着很重要的作用. 如何利用先进的计算机技术, 将高水平技术人员的培训经验即专家思想加以总结, 研制成变电站计算机仿真培训专家系统, 用于对运行人员平时的自我训练和定期的考核培训, 是研究的目标.

首先为周口电业局完成了第一套变电站计算机仿真培训专家系统, 经运行取得一定的经验. 由于在基本的运行规律下每个地区的变电站又有自己的特点, 变电站计算机仿真培训专家系统必须实现通用性, 才有推广普及和商品化的价值. 为此, 必须进一步研究变电站计算机仿真培训通用专家系统.

1 实现通用专家系统的研究思想

为实现系统的通用性和可维护性, 必须从专家系统的内部机制入手, 分析造成难以实现通用性和可维护性的原因, 并研究和提出解决方法.

专家系统是让计算机模拟人类专家的决策过程, 求解那些无法建立数学模型, 而必须依靠专家经验来解决的实际问题. 专家系统对问题的解决基于知识库和推理机, 知识库中存放了大量的某一领域的专家知识, 也称领域知识, 推理机利用这些知识模拟专家思维实现对问题的求解.

变电站计算机仿真培训专家系统的知识库中存放了有关变电站的一次和二次系统的运行知识, 系统的推理机根据具体任务, 从知识库提取相应的知识, 并根据相应规则进行推理, 以求得问题的解. 由于变电站之间有差异, 不同地区还有自己的管理模式和运行经验, 很难想象, 用于一个变电站的专家系统不加以修改就可以用于另一个变

收稿日期: 1999-07-24; 修订日期: 1999-09-13

作者简介: 杨宛辉(1943-), 女, 河北省保定市人, 郑州工业大学副教授, 主要从事电力系统监视与控制方面的研究.

站,为适应不同变电站的要求,开发人员不得不重新编制程序,使得开发周期加长,不利推广.而且,已经投入运行的专家系统,也不能适应随着变电站的发展而变化的要求,即其可维护性较差,这是它不利于推广的原因.

由此可见,实现变电站计算机仿真培训通用专家系统的研究思想是要解决 2 个技术关键问题:首先是建立变电站知识库和推理机的通用结构模型,将知识的表示和知识的应用相分离.变电站之间较大的差异,但也有共同的特性.将变电站共同特性的知识,以结构化的形式固化到知识库中,形成通用结构模型,为系统的开发提供条件;其次,就是构造开放性的知识库.因为专家系统的通用性和可维护性必然涉及到知识的获取,而知识的获取是构造专家系统最艰巨的任务.以往,这项工作由开发人员完成,为构造通用系统,必须构造开放性的知识库,由系统为用户提供相应支持软件,让用户可以根据变电站的扩建、保护更新等知识的发展和更新的具体内容对知识库进行修改.

2 系统构成模式及主要功能

已研制成功的变电站计算机仿真培训通用专家系统系统构成模式为:采用计算机网络,网络由教员机和学员机组成,它们之间通过网卡联接,教员可以通过教员机对多台学员机上的学员进行考核,教员机和学员机也可单独运行.

系统由两个子系统组成:变电站操作票仿真培训系统和变电站事故仿真培训系统.

变电站操作票仿真培训子系统由图形编辑、系统管理、开操作票和仿真操作 4 个功能模块组成.它们分别可以完成电气一次接线图的绘制与修改、系统的维护,在主接线模拟图上利用图形驱动技术开出相应的操作票,在主接线模拟图上进行电气一次操作的考核培训,并根据学员操作情况给出考核成绩.

变电站事故仿真培训子系统由图形编辑、系统维护、自我训练和仿真培训 4 个功能模块组成.它们分别完成变电站二次屏的绘制与修改,事故条目的增加、减少、修改,学员的自我学习训练和教员对学员的事故考核与培训,系统可以给出考核成绩.由于采用了全软仿真技术,在自我训练和仿真培训 2 个功能模块中,可以生动地显现事故发生后主控制室内的各种现象,如光子牌信号、断路器指示灯闪光、保护信号继电器动作信号、控制

屏表计指示的变化等,仿真效果逼真,培训效果良好.

3 系统的主要技术特点

3.1 全软仿真系统的实现

仿真系统实现有 2 种手段,即实物仿真和全软仿真.实物仿真是指专门建一个仿真变电站,其中主要包括变电站主控制室的控制屏、保护屏等.它们与实际设备相差无几,不同之处仅在于所有现象是计算机通过仿真机模拟出,效果逼真,但是造价高、占地面积大、灵活性和通用性差.全软仿真是完全利用计算机,营造一种逼真的环境.与实物仿真相比,真实感差,但其显著特点是投资小,从而降低了对培训场所的要求.过去由于受到计算机技术发展和开发工具的限制,仿真效果和人机界面都不尽人意,全软仿真的发展受到制约.随着计算机技术的发展,多媒体技术的日臻完善,全软仿真已成为仿真培训系统的必然趋势.

本系统全面利用多媒体技术,实现了变电站电气主接线模拟盘和主控制室控制屏及保护屏的全软仿真.系统造价低、易于扩充、适用性强,培训手段也更加灵活.

3.2 可视化图形编辑系统^[2,3]

为实现变电站电气主接线模拟盘和主控制室控制屏及保护屏的全软仿真,开发了可视化图形编辑系统.本系统采用可视化图形编辑方法,将需要绘制的图形分解成图元,各种图元再以控件的方式置于工具箱内,制图时把相应图元拖至编辑窗口,整个绘图过程是可视的.由于图元是以控件方式存入工具箱内,因此它具有相应属性,如图元的名称、类型、坐标、尺寸、元件的状态、电压等级等,按拖拉图元的顺序,这些属性自动地记录于数据库中,而若要删除某图元,该图元在数据库中的记录也自动删除.对图元进行操作后,其相应的属性也会自动修改,显示图形的过程即为数据库的扫描过程.这种存储图形的方式不仅操作修改容易,而且能利用图形属性的变化,得出新的数据关系,如我们已派生出适用于生成操作票的操作逻辑函数.所以利用这种数据库绘制的图形,较容易实现基于多种规则的仿真操作.

3.3 图形驱动技术开列操作票

由于可视化图形编辑系统的图元均为控件,所以对相应图元的鼠标事件作简单编程处理,就能将菜单直接建立在图元上实现利用图形驱动技术开列操作票,使系统使用更加方便.

3.4 关系表格知识的表示方法^[4,5]

专家系统在电力系统中的应用越来越广泛和深入,其知识的表示大都采用产生式的知识表示方法,虽然产生式规则对知识的表示准确、灵活,符合人的思维方法,但表示方法较为简单,透明度低,无法有效地描述复杂对象。本系统采用关系表格知识的表示方法,能有效地克服上述缺点,是一种较理想的知识的表示方法。可以把它看成是一种抽象的数据结构,是数据结构和所赋予操作的组合,是数据抽象和功能抽象的统一体。关系表格知识中的选择查询功能,使对知识的利用非常方便,能对知识库中的知识在深度和广度上方便搜索,增加了知识库的通用性、灵活性、可扩充性,并可实现对知识库的统一管理。

3.5 基于操作逻辑函数的推理机制

电力系统的仿真操作是一组基于规则的操作,这些操作规则含有电力系统的基本知识,还含有当地实际操作经验和习惯,难以用数学模型描述,这给仿真操作软件的编制带来困难。采用关系表格知识表示方法,将变电站常见的防误操作规则转化成新的知识结构,并建立了与之相对应的数学模型,即操作逻辑函数。操作逻辑函数能够反映设备之间的相互制约、相互关联的关系,因此利用操作逻辑函数描述变电站一次设备操作规则非常方便。同时,基于操作逻辑函数的推理机能够独立于知识的表示,为实现系统的通用性和可维护性创造了条件。

利用操作逻辑函数,还可以对计算机形成的操作票进行验证,判断其正确性。采用这种方法,只要计算与相关设备状态有关的操作逻辑函数的值,而不需进行规则的搜索与匹配,推理速度明显提高。

4 结束语

变电站计算机仿真培训通用专家系统的研究成功,为推广变电站计算机仿真培训专家系统提供了良好的软件开发平台。利用该系统,已为洛阳电业局开发了2个220 kV变电站的仿真培训系统,为南阳电业局开发的两个系统也即将完成,系统的通用性和可维护性得到很大提高,达到了预期目标,并得到用户的认可。

参考文献:

- [1] 杨宛辉,许 张,谢 琦.变电站计算机仿真培训专家系统开发与应用[J].继电器,1999,27(2):32-34.
- [2] 杨宛辉,谢 琦,姚道德.一种电气接线图的存储与可视化编辑方法[J].计算机应用与研究,1998,15(1):268-270.
- [3] 刘 蔚,孔 斌,杨宛辉,等.变电站计算机仿真培训专家系统的图形管理系统[J].继电器,1999,27(4):45-47.
- [4] 姚道德,杨宛辉,谢 琦.使用一种关系数据表格实现知识表示的研究[J].继电器,1998,26(4):21-23.
- [5] 贾岩泽,杨宛辉.关系型数据库在变电站仿真培训专家系统中的应用[J].郑州工业大学学报,1997,18(4):36-39.

Research on All-purpose Computer Simulation and Training Expert System Used in Substation

YANG Wan-hui¹, WANG Yong¹, LIU Wei¹, CHEN Xi-zheng², ZHANG Ju-tuan³

(1. College of Electrical & Information Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Luoyang Electric Power Bureau, Luoyang 471009, China; 3. Henan Nanyang Electric Power Bureau, Nanyang 473013, China)

Abstract: According to the practical demand of training for operator in substation, the computer simulation and training general expert system is developed. The idea, structural mode, function and main technique feature of the system are introduced in the paper. The system fulfills the simulation of main electric wiring and protection screen by means of multimedia technology. Its cost is low and it is easy to be expanded. The results show that the system is of powerful generalization and maintainability, which can provide a good further development platform for extending computer simulation technology used in substation.

Key words: substation; expert system; generality