

大气污染总量控制规划智能决策支持系统的开发与研究^{*}

陈文颖 方 栋 薛大知

侯 盾^{* *}

(清华大学核研院, 北京 100084) (建设部城市水资源中心, 北京 100007)

文 摘 对大气污染总量控制规划智能决策支持系统的开发步骤和总体结构做了介绍。并描述了该系统中的知识库系统、模型库系统、数据库系统和图形库系统的设计思想, 特别是对知识库的构造进行了较详细的叙述。还介绍了神经网络技术在该系统中的应用。指出大气污染总量控制规划智能决策支持系统将为大气污染总量控制提供更科学、更合理、更有效的规划方案。

关键词 总量控制规划, 智能决策支持系统, 知识库, 神经网络。

智能决策支持系统(IDSS)是在决策支持系统(DSS)的基础上集成人工智能中专家系统(ES)而形成的。IDSS充分发挥了专家系统以知识推理形式解决定性分析问题的特点, 充分做到定性分析和定量分析的有机组合, 使得解决问题的能力 and 范围得到一个大的发展⁽¹⁾。将专家系统技术和决策支持系统技术相结合应用于大气污染总量控制规划中, 不仅可以很好解决大气污染总量控制规划中确定性的、结构化的问题, 还可以解决不确定性的、非结构化的问题, 从而提供更科学、更合理、更有效的规划方案⁽²⁾。为此我们进行了大气污染总量控制规划智能决策支持系统(IDSSAPTECP)的开发研究。

1 IDSSAPTECP 的开发步骤

IDSSAPTECP 的主要开发步骤为:

- 1.1 系统分析: 需求分析和功能分析。
- 1.2 系统初步设计: 系统总体设计、总体流程设计、系统分解。
- 1.3 系统详细设计: 总体详细设计、数据设计、模型设计、知识设计、图形设计。数据设计包括数据文件设计和数据库设计; 模型设计包括模型库设计与模型算法设计; 知识设计包括推理机制设计和知识库设计; 图形设计包括图形分析和图形

库设计。

1.4 各部件编制程序以及系统集成: 建立数据库和数据库管理系统以及数据部件集成; 建立模型库、模型库管理系统、编制模型程序以及模型部件集成; 建立知识库、知识库管理系统、知识库解释系统以及知识部件集成; 建立图形库、图形库管理系统、图形程序开发以及图形部件集成。

1.5 将数据部件、模型部件、知识部件、图形部件集成为 IDSSAPTECP 系统: 包括解决部件接口问题、进行部件集成和形成 IDSSAPTECP 系统。

2 IDSSAPTECP 的总体结构

图 1 是 IDSSAPTECP 的系统结构图, 从图 1 中可以看出, IDSSAPTECP 中五个系统(知识库系统、模型库系统、数据库系统、图形库系统及总控系统)间的联系。总控系统控制着其它四个系统的连接与调用。知识库系统从数据库系统中取得事实进行推理, 从而决定从模型库中调用何种模型进行计算并确定模型中的一些参数。选定

收稿日期: 1996-05-27

^{*} 国家环保局科技发展项目

^{**} 本文第二作者

的模型从数据库中获得初始数据进行运算并将运算结果送回数据库。图形库系统可以从数据库中取得需要的数据绘制各种直观的图形。

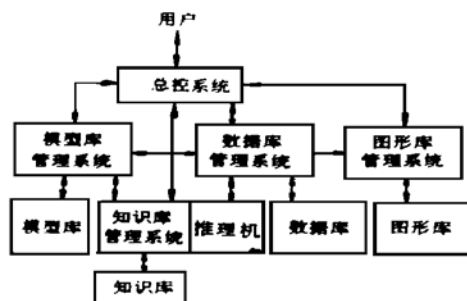


图1 IDSSAPTECP 系统结构

3 IDSSAPTECP 中知识库系统的设计思想

3.1 知识库的构造思想

知识表示是知识库系统中最基本的问题,知识表示的形式决定了推理机制。目前知识表示方法有产生式表示法、框架表示法、过程表示法、语义网络表示法和脚本表示法等⁽³⁾。在 IDSS-APTECP 中,针对大气污染总量控制规划涉及到的知识的特点,选用产生式表示法,也就是基于规则的表示方法。这种知识表示法具有模块性、灵活性、自然性、透明性的优点,并有利于控制说明性和过程性命题之间的互相作用⁽⁴⁾。

但是产生式表示法的知识库系统中推理机的效率较低,尤其当规则数目较多时,在 IDSS-APTECP 中针对这一问题提出了相应的解决办法,即把大气污染总量控制规则中涉及到的繁多的知识根据不同的用途分类,不同类的知识构成一个子知识库,如大气稳定度子知识库、功能分区子知识库、扩散参数子知识库、大气扩散模式子知识库、污染控制措施子知识库等。这些子知识库中的知识构成了领域级知识。在 IDSS-APTECP 中还有一类知识即元知识,它使用元规则来表示。正是根据这些元知识,元推理机把任务分解成子任务,并选择当前要处理的子任务,确定与当前求解子任务相关的子知识库。

IDSSAPTECP 子知识库是由类文件、参量文件和规则文件构成。类文件中包括类的描述、

类中参量个数、存放参量的参量文件名称、类中规则个数、存放规则的规则文件名称、要推理的目标数目及目标名称、存放推理结果的文件名称以及存放推理路径的文件名称。参量文件中有参量名称、参量含义、对参量输入值的提示或说明、参量值的类型、参量的置信度、参量的询问特性、参量的计算特性、用于计算参量值的函数名称及函数中的参数名称。规则文件中包含规则前提项数、规则前提、规则结论项数、规则结论及规则置信度。

IDSSAPTECP 元知识库是由元规则组成。元规则包括元规则前提项数、元规则前提及元规则结论。

3.2 知识库系统中推理机制的设计

推理一般分为逆向推理和正向推理。逆向推理的基本思想是选定一个目标,然后去求证该目标是否成立。正向推理的基本思想是从已知的信息出发,选用合适的知识,逐步求解待解的问题。逆向推理的主要优点是不必使用与目标无关的知识,目的性很强;主要缺点是选择目标盲目,可能求解了许多假目标,尤其当解空间较大时,情况更为突出。正向推理的主要优点是允许用户主动提供有用的事实信息,而不必等到系统需要时才提供,而且可以求出全部解;主要缺点是推理目的性不强,可能会作些与求解目标无关的无用功。在 IDSSAPTECP 中采用正向推理和逆向推理相结合的混合推理以综合利用它们各自的优点,详见文献(5)。

3.3 知识库解释系统的设计

IDSSAPTECP 中的知识库解释系统能对推理过程中的“why”和“how”两类问题进行解释。“why”即为什么要询问一个参量的值,“how”即推理的结果是怎样得到的。

3.4 知识库管理系统的设计

知识库管理系统用于实现知识的增加、修改、删除或查询。在 IDSSAPTECP 中不仅可以对知识库中的文件直接进行操作(适合于熟悉该系统的人员),也可以对话框的形式对知识进行更新或查询(适合于一般用户)。

4 IDSSAPTECP 中模型库系统的设计思想

4.1 模型库的设计思想

4.1.1 模型字典库

IDSSAPTECP 中每一个模型都对应着四个文件: 模型源程序文件、模型执行程序文件、模型说明文件(对模型的文字说明)和模型的描述文件(对模型的输入和输出数据的说明)。IDSSAPTECP 中建立了字典库对模型文件进行索引, 这样可以便于对模型进行查询和修改(对模型算法、参数以及有关模型说明的修改)。字典库的组织结构有文本形式、菜单形式和数据库形式等, 在 IDSSAPTECP 中采用数据库的形式, 模型字典的内容按照关系数据库的组织形式存放。每一个字典库对应着一类模型, 每个模型是一个记录, 每个记录都包含模型的编号、名称、模型源程序文件名、模型执行程序文件名、模型说明文件名和模型的数据描述文件名等数据项。IDSSAPTECP 中有大气扩散模型字典库、大气环境质量指数评价字典库、大气环境质量功能评价字典库、总量控制模型字典库和优化模型字典库等。

4.1.2 模型文件库

IDSSAPTECP 中有四个模型文件库, 即模型源程序文件库、模型执行程序文件库、模型说明文件库和模型数据描述文件库。不同的模型文件分别存入不同的模型文件库中。模型文件库以文件存储的方式存储。

4.2 模型库管理系统的设计思想

IDSSAPTECP 中模型库管理系统完成对模型字典库和模型文件库的管理。对于模型字典库的管理包括查询和维护(增加、插入、删除和修改)。查询一个模型时, 首先查询字典库(类似于数据库的查询), 然后按照模型文件的存取路径查到相应的模型文件(类似于操作系统文件的查询)。增加、插入、删除模型时, 首先要增加、插入、删除模型目录, 再沿存取路径去增加、插入、删除模型文件。对模型文件库的管理即对模型文件库中的模型文件进行处理(包括模型源程序的编辑和编译)。

5 IDSSAPTECP 中数据库系统的设计思想

IDSSAPTECP 中数据库是关系型数据库,

包括城市基本概况数据库、大气污染源数据库、气象条件数据库、污染状况数据库、污染综合整治数据库、大气环境标准数据库及计算结果数据库等。IDSSAPTECP 数据库管理系统实现了对数据库的查询、统计和维护(增加、删除、修改、插入)等功能。

6 IDSSAPTECP 中图形库系统的设计思想

IDSSAPTECP 中图形库包括各种统计图形(柱状图、饼状图、折线图等)、风玫瑰图和等浓度分布图等。在 IDSSAPTECP 中还将应用地理信息系统技术, 以直观地表示出城市中污染源分布状况及污染程度等。

7 神经网络技术在 IDSSAPTECP 中的应用

IDSSAPTECP 中应用了神经网络技术来实现知识的自动获取⁽⁶⁾。这种知识获取比传统专家系统中的知识获取(由知识工程师整理、总结、消化领域专家的知识)既具有更高的时间效率, 又能保证更高的质量。图 2 表示了 IDSSAPTECP 中应用神经网络技术实现知识自动获取的情况。

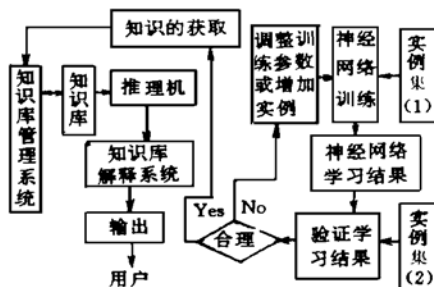


图 2 用神经网络实现知识自动获取的示意

8 结束语

大气污染总量控制规划智能决策支持系统综合应用了先进的决策支持系统技术、专家系统技术和神经网络技术, 不仅可以提供更科学、更合理、更有效的规划方案, 而且可以节省大量人力、物力, 并有助于使大气污染总量控制规划规范化。

参考文献

- 1 陈文伟. 决策支持系统及其开发. 北京: 清华大学出版社, 1994, 251

- 2 陈文颖, 方栋. 城市环境与城市生态, 1995, 8(3): 30~ 35
- 3 张全寿等. 专家系统建造原理及方法. 北京: 中国铁道出版社. 1992. 39~ 70
- 4 陈文颖, 方栋. 环境科学, 1996, 17(6): 74~ 76
- 5 赵瑞清等. 知识表示与推理. 北京: 气象出版社, 1991. 25
- 6 Chen Wenying, Fang Dong. An Expert System of Air Pollution Total Emission Control Planning. Proceedings of the Eighteenth Pacific Science Congress. 1995, 347

作者简介

陈文颖 女, 1969 年 4 月生. 博士生, 助研. 研究方向为大气环境规划与管理. 曾参加中国二氧化硫排污收费标准的制订与实施的研究、中国温室气体排放量估算、邯郸市大气污染总量控制规划、山东省沂南县供电局配电网计算软件开发、大气污染总量控制规划智能决策支持系统的开发与研究等工作. 公开发表论文 5 篇。

Study of the intelligent decision support system of air pollution total emissions control planning

Chen Wenying¹, Fang Dong¹, Xue Dazhi¹ and Hou Dun²

1. Institute of Nuclear Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 100084

2. Urban Water Resources Center, Construction Ministry, Beijing 100007

Abstract—In this paper, the development steps and overall structure of IDSSAPTECP(intelligent decision support system of air pollution total emissions control planning) are introduced. The basic design methods of the knowledge base system, model base system, data base system and graph base system are expounded. Especially, construction of the knowledge base is described in details. Moreover, the application of neural network in IDSSAPTECP is introduced. This paper concludes that IDSSAPTECP will give more resonable and effective planning schemes for air pollution total emissions control.

Key words: total emissions control planning, intelligent decision support system, knowledge base, neural network.