数字地球中面向公共安全与应急联动的空间信息智能服务模型

◎ 北京建筑工程学院 李 敏

1 概述

伴随着城市化和城市信息化的快速发展，城市中人口集中、经济活动频繁、各类建筑密集带来的环境、能源、灾害和突发性事件影响的综合性和复杂性也愈加显著。城市公共安全与应急联动系统是保障城市公共安全的综合救援体系及集成技术平台，通过主体网格和通信系统将治安、消防卫生急救、交通、公共设施、自然灾害等突发事件的应急联动与综合服务、调度集成在一个管理平台中通过共享指挥平台和基础信息。

公共安全与应急联动的空间信息智能服务模型是城市应急联动与社会综合服务系统的主体部分。空间信息模型是包括空间位置、地理空间属性信息在内的多维时空模型。面向公共安全与应急联动的应用中，空间信息模型除了三维空间位置信息以外，还应有时间维（案情发生时间等）和属性维（案情），是随时间变化的动态模型，同时能附着各种知识资源。空间信息智能服务模型就是在空间信息模型的基础上继承了人工智能领域中的专家系统而形成的，能综合利用大量的知识（数据），组合众多的信息处理模型和方法以及知识的推理机制并引入到问题求解的过程中，向用户（决策者）提供合理的服务（决策）。

在本应用的空间信息智能服务模型的核心是知识库、模型库和规则库。

2 知识库

一个系统的运作，需要处理大量的真实数据，也就是事实知识（案例），如一次交通事故的情况等，它们是对领域本身客观准确的反映。知识的获取可有两种方式：

第一种直接从领域专家获取知识。这种方式并不适合所有的情况。因为许多知识与具体的领域密切相关有时甚至没有严格的逻辑和数学的推导而只是以经验、习惯判断的形式存在。另一方面，许多领域的专家只有与构造专家系统的专业人士之间紧密地配合和交流才能将领域知识转化为专家系统能够处理的形式。

第二种就是在一些规则难以获取的领域，通过把发生的案例存储在数据库中然后从案例中获取事件的一般处理规律。建立知识库就是对事实知识进行有效管理，采用面向对象的知识表示方法来描述和存储知识，然后把专家对某个领域的经验知识变成通用规则然后把这些规则变成推理机可以解释执行的程序。

3 模型库

仅仅进行单纯的联机事务处理，并不能适合对事实数据的复杂分析过程，不能体现出智能，因此，需要建立模型库进行面向决策的计算。

模型库中的数学模型可能包含多种：可以根据实际需求定义和开发多种，如：

（1）数学模型：包含对模型中变量约束关系的形式化定义（数学方程）和具体的求解算法，以及对算法的程序实现。

（2）数据处理模型：访问知识库中的数据，包含对具体数据处理过程的关系代数或关系演算定义，以及嵌入结构化查询语言的程序实现。

（3）智能处理模型：通过访问规则库和知识库中的数据，包含对知识进行推理和启发式搜索的问题描述和程序实现。智能处理模型的建立，在一定程度上减少了分析处理过程中的计算量，提高了系统决策的效率，也就是本应用主要采用的数学模型。

4 规则库

规则知识的获取，一种方法是系统最终用户在以往决策实践的基础上，对领域知识进行总结、归纳和抽象，然后由系统管理员从规则定义用户接口输入到规则库中。另一种办法就是机器学习，这是信息系统实现智能化的又一个重要标准。这里的机器学习，就是把人工智能中感知和学习的理论与技术引入到模型中，通过抽取隐含在事实知识内部的逻辑蕴含关系和隐含

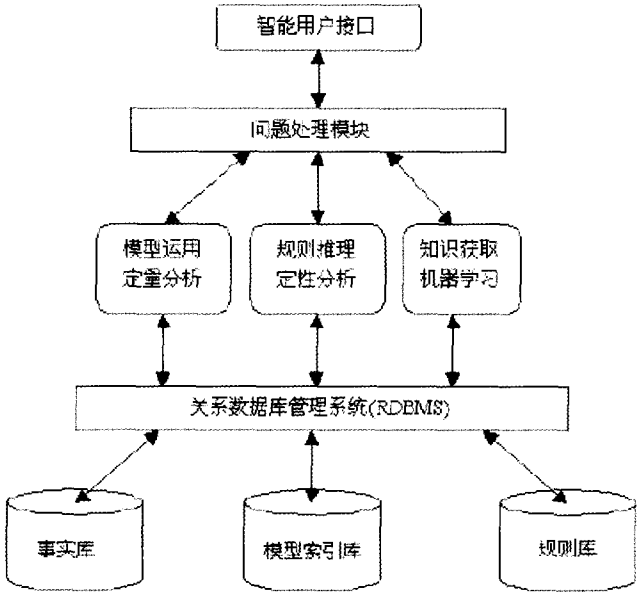


图 1 空间信息智能模型工作流程

在用户应用程序之间的数据操作的因果联系等，来形成描述实体关系的语义知识和语义网，并将这种联系表示成规则送入规则库，给问题求解模块提供推理的依据。常用的机器学习方法包括聚类，神经网络，遗传算法等。机器学习给模型中规则知识的获取和完善提供了新的重要途径，进一步提高决策支持系统的智能化水平。

控制推理的过程是推理机的基本任务。在知识库构造完毕后一部分推理过程已可以确定下来。在推理执行过程中，可以通过向推理机发送消息来实现各对象根据当前的状态对推理过程做动态的改变。推理的过程还可能根据人机交互和推理机内部状态而产生变化。在本应用中，可给每个对象中加入不同的方法，来针对不同的推理阶段作相应的处理。

规则库的构建，要便于规则的提取以及利用规则集对问题进行求解推理。目前在问题求解上已经有一些比较成熟的算法，如归结反演与深度优先搜索相结合等。可以根据实际决策的需要选择适当的算法开发智能决策模型。

5 空间信息智能模型处理过程

定义了知识库、模型库和规则库后，空间数据智能服务模型的工作流程就可以如下定义（如图）：

智能用户接口将接受的用户问题求解请求组织为系统的内部表示形式，然后提交给问题处理模块进行处理；当系统做出决策以后，再通过智能用户接口，将决策结果的内部形式转化输出。对于这个模块来说，根本的任务就是要提供一种系统内外之间高效便捷的问题形式转换策略和直观友好的用户界面。从“智能”方面来说，则必须利用模式识别、计算机视觉、语音信号数字处理和自然语言理解等技术，来识别图形、图像、文字、超文本和语音等多媒体的用户界面，以便向用户提供准确生动的解释和答案。

问题处理模块针对具体的决策问题，通过 RDBMS 搜索模型库和规则库，匹配问题的核心关键字，从而决定问题求解的策略。模型库中的数据处理模型，往往都是针对特定的局部问题需求而设计开发的，因此某个问题的求解过程，很可能要依靠多个模型的组合调用才能完成。例如某个数据处理模型的结果输出又要作为另一个数据处理模型的输入，模型之间在调用过程中的顺序，选择、循环等多种流程结构的设计，在数据处理的过程中又调用各种数学模型等等。在运用模型进行定量计算的同时，也可以运用有关的规则作定性分析，如利用专家系统中常用的归结反演策略构造反演树或者修改证明树，或者利用产生式系统的知识表示方式对问题空间进行启发式搜索等等。

关系数据库管理系统（RDBMS）负责对知识库，模型库和规则库的管理与访问控制。当空间数据智能处理模型需要访问数据库中的事实数据时，可以直接把查询语句（通常为SQL，结构化查询语言）提交给 RDBMS 去处理，由RDBMS自动优化查询语句并执行，返回处理结果或数据集。

在面向公共安全与应急联动应用中，空间信息智能服务模型的具体处理过程如下：将输入的重大事件根据其情况查询知识库（预案库），如果有相应解决预案则把预案以书面或者电子版面形式上报给主管领导。在没有预案的情况下，根据综合运用专家系统中的多种处理模型库进行定量计算，同时结合规则库中的规则进行规则推理的定性分析，最后对报案者提出的问题做出模拟解决方案，并能够提供详细的智能处理过程和有关数据作为推理的依据，并且将新的处理规则添加到规则库中。

6 总结

本文设计了数字地球中面向公共安全与应急联动的空间信息智能服务模型将案例推理与规则推理两种人工智能技术相结合，实现了快速预案生成系统。它能在紧急情况发生的时候为应急部门提供快速的辅助预案支持，为科学决策打下良好基础。