

基于 Ontology 的应急知识库的知识表示

金保华, 林青, 付中举

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:针对应急知识库的构建与知识表达中的结构化知识表示问题,采用 RDF/OWL 技术及 Protégé 本体编辑工具构建了应急知识库,设计了基于 Ontology 的应急知识库语义模型.结果表明该应用研究能够为应急知识库中知识的表达提供良好的技术支持,也可为后续的知识推理工作奠定基础.

关键词:应急知识库;Ontology 模型;知识表示;语义模型

中图分类号:TP18 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2012.05.022

Knowledge representation of emergency knowledge base based on Ontology

JIN Bao-hua, LIN Qing, FU Zhong-ju

(College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To solve the problem of establishment of emergency knowledge base and structural knowledge representation, the emergency knowledge base model based on Ontology was designed. RDF/OWL technology and Protégé ontology editor tool were used to establish emergency knowledge base, the semantic model of emergency knowledge base was designed based on Ontology. The result showed that the research provided great technical support to knowledge representation in emergency knowledge base. Moreover, it also laid the foundation to the following reasoning work.

Key words: emergency knowledge base; Ontology model; knowledge representation; semantic model

0 引言

随着各类突发事件的频繁发生,应急指挥过程中形成的策略和采取的措施的重要性日益突显.为了能够在海量的数据和应急信息面前,有效地实现应急决策,应急知识库的构建势在必行.应急知识库的知识表示是应急知识库的核心,也是构建应急知识库的基础.

知识表示是人工智能中的经典问题,是指对知识的一种描述或者约定,即将知识能够通过编码等方式转化为固定的数据结构表示出来.从国内外研究情况来看,现有的应急知识领域模型研究大都侧

重于某一领域突发事件(如洪水、地震等).在应急管理信息系统知识建模的过程中,较为典型的有:SAIDA 系统知识模型、基于情景的知识建模和基于 CommonKADS 方法的知识建模等.而在应急知识库的知识表示、推理方面,已经有一定数量的文献对此进行了相关的研究.刘征等^[1]将应急知识库的建立分解为若干个简单问题的求解,并通过推理机提供应急必要的知识与解决方案,侧重的是系统在多领域的求解.姚金国等^[2]以汉语自然语言文本为研究对象,采用词典驱动的规则匹配方法从应急领域文本中提取应急领域因果知识,侧重基于规则类的知识工程研究.本文拟引入 Ontology 模型,对

收稿日期:2012-06-09

作者简介:金保华(1966—),男,河南省郑州市人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为人工智能、计算机辅助决策系统.

Ontology建模中的基础性描述^[3]、对应急知识库中的知识表示进行研究,以期为更好地表达突发事件领域的应急知识提供新的思路。

1 基于 Ontology 的应急知识库的知识表示模型设计

应急知识库的涵盖面广,其应用范围包含了以应急决策支持系统为服务中心的各个层面. 应急知识库的描述包含以下要素:

- 1) 突发事件中有哪些事件以及这些事件的本质及其分类;
- 2) 说明什么情况下会出现该情况,即突发事件的触发机理;
- 3) 作为集体或个人如何预防;
- 4) 要解决如何应急处置;
- 5) 如何恢复突发事件造成的后果,特别是不利的后果.

以上要素的主要功能是进一步地为应急决策人员提供决策依据. 因此,应急知识库作为应急决策支持系统的核心构成部分,其重要的作用是在突发事件发生过程中连接应急决策系统各子系统,相互调用传输时提供共同的数据支持,并利用其内部处理机制反馈合理的专业知识给相应的子系统. 本文把 Ontology 建模引入应急知识库的构建,便于应急人员在处理突发事件时进行知识交流与知识共享. 本文设计的基于 Ontology 的应急知识库整体规划图如图 1 所示. 数据层的服务主要由系统所采用的数据库提供支持,业务逻辑层将由相应的 JAVA 开发软件在 B/S 模式上架构开发且与下层交互. 本文重点针对语义层领域的 Ontology 知识库构建、应急规则描述和基于规则的推理展开研究.

2 应急知识库 Ontology 的构建与知识表示

2.1 Ontology 模型定义与描述语言

Ontology 的本质是对某领域静态概念模型的描述,用公认的术语集和这些术语之间的关系来反映该领域内的知识和知识结构,具有概念性、明确性、形式性和共享性 4 个特性. 钟秀琴等^[4]认为知识表示形式将直接影响到知识库系统的性能. 为了更好地描述 Ontology,已经出现了众多 Ontology 描述语言^[5-6],例如, XOL, SHOE, OML, OIL, RDF/RDFS 与 OWL 等. OWL 是建立在 RDFS 的基础之上,吸取了

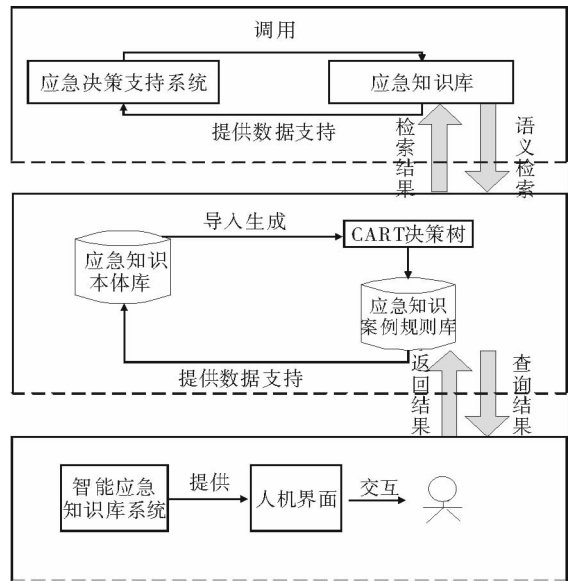


图 1 基于 Ontology 的应急知识库整体规划图

DAML + OIL 的优点而形成的 Ontology 语言,其最新版本在 2010 年 8 月由 W3C 组织正式发布并推荐使用^[7]. 相比其他的 Ontology 语义语言,OWL 语义机制的优势更为突出,因此,本文的研究实验以 RDF/RDFS 与 OWL 语言为主.

2.2 应急知识库 Ontology 的概念词、层次关系和属性

根据 Ontology 的定义可知,应急知识库 Ontology 应形式化地表示应急知识领域中知识的基本概念、内在关系、个体实例和推理规则. 因此,定义应急知识库本体模型为四元的应急本体模型,表示为 $Ontology ::= \langle Concepts, Relations, Individuals, Rules \rangle$.

在分析应急知识领域的知识记录的基础上,通过机器学习的方法从应急预案、应急管理规定以及大量的突发事件案例中抽取应急管理领域(涵盖应急预案、应急案例、应急组织以及应急资源等)相关的术语和定义、缩略语、标准行话、常用同义词等,构建一个应急知识领域词典. 其中,核心概念词应依据本体个体的最小单位(即知识记录),选定为事件定义、触发条件、预防措施、应急方案、事后恢复办法、知识来源.

在获取了领域以内的概念词之后,需要进行类的定义,并将这些概念词归类到不同的类下以构成良好清晰的可复用的架构关系. 根据国家突发事件知识层次分类标准,将突发事件知识分成自然灾害、事故灾难、公共卫生事件以及社会安全事件

4 类,并细分各子类. 在 OWL 中自定义得到的类都是 owl:Thing 的一个子类,整个本体的根节点由 owl:Thing 为起始. 例如,将自然灾害设定为应急知识的分类,然后将水旱灾害设定为自然灾害的子类,其核心代码为

```
<owl:Class rdf:ID = Emergency_Knowledge" / >
<owl:Class rdf:ID = " Nature_Calamity" / >
< rdfs: subClassOf rdf: resource = " # Emergency_Knowledge" / >
</owl:Class >
<owl:Class rdf:ID = " Floods_and_Droughts" / >
< rdfs: subClassOf rdf: resource = "# Nature_Calamity" / >
</owl:Class / >
```

根据 OWL 的语义表达规则,子类与父类之间是具有传承性的. 也就是说,以上代码已经包含了水旱灾害,是应急知识分类的一种. 但为了更精确地定义应急知识资源以及其之间的关系,引入定义属性^[8]. 一个属性是一个二元关系,它包括对象属性和数据属性. 2 种属性都是通过属性的域和属性的取值范围来对作用范围进行限制. 属性的域描述了该属性的主体可以是哪些类或类的实例,而属性的取值范围则描述了该属性的客体可以是哪些类或实例. 例如,为法律法规类建立一个名为《中华人民共和国防汛》的实例,并创建一个名为知识类别的属性,利用这一属性将《中华人民共和国防汛》归为水旱灾害类法律法规. 按照 OWL 的语法,核心代码为

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID = "hasKnowledgeType" / >
< rdfs: domain rdf: resource = "#Emergency_Event" / >
```

```
< rdfs: range rdf: resource = "#Emergency_Knowledge" / >
</owl:ObjectProperty / >
<owl:Class rdf:ID = "Law_And_Regulation" / >
<Law_And_Regulation rdf:ID = " Flood Control Regulations of the People's Republic of China" / >
< hasKnowledgeType rdf: resource = " # Flood _ And _ Drought" / >
</Law_And_Regulation / >
```

3 基于 Ontology 的应急知识库的实现

Protégé 软件是斯坦福大学基于 Java 语言开发的本体编辑和知识表示软件,属于开放源代码软件. 这个软件主要用于语义网中本体的构建,是语义网中本体构建的核心开发工具.

本实验是在 CPU 主频 2.50 GHz 的条件下完成,采用 Protégé 软件最新的 4.2 版本作为构建应急知识库本体的实现工具并使用 OWL 进行描述,具体的实体知识表示如图 2 所示. 法律法规颁布时间 hasPublishtime 设定为 hasLaws_and_Regulations 的子属性,设定其定义域为 Law_and_Regulation,值域设定为数量上只有 1 个的 Planpublishtime 数值型属性,在对应的数值属性定义窗口将其设定为 dateTimeStamp 类型.

基于 Ontology 的应急知识库在 Protégé 软件中呈现层次化的结构分布,很好地完成了知识表示工作. 以这种方式不仅能够便于用户在构建知识库中能够清晰地了解应急知识库的结构设定以及资源的相关属性,而且便于用户在相应接口编程中的维护工作.

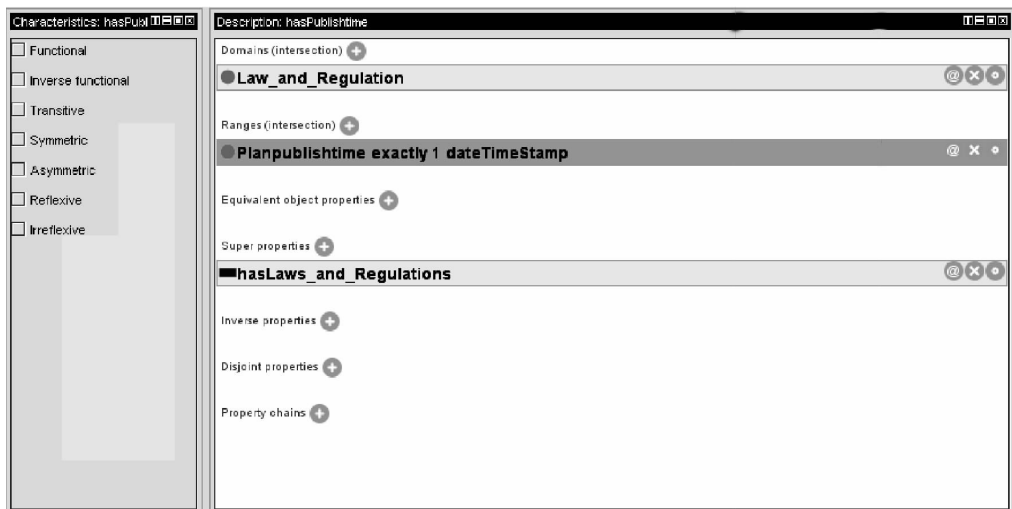


图 2 Law_and_Regulation 的实例与继承的匿名类

近无穷时,这里取 $k = 1\ 000$ 各点的振动状态如图 5 所示,说明了当观察时刻趋于无穷时,封闭空间各点的振动趋于稳定.为了观察更清晰,图 6 给出了 $k = 140$,即声波传播发生全反射后的仿真波形的侧视图,可以清楚地看到波形反射并叠加后的效果.

仿真结果表明,本文实现的二维封闭空间仿真

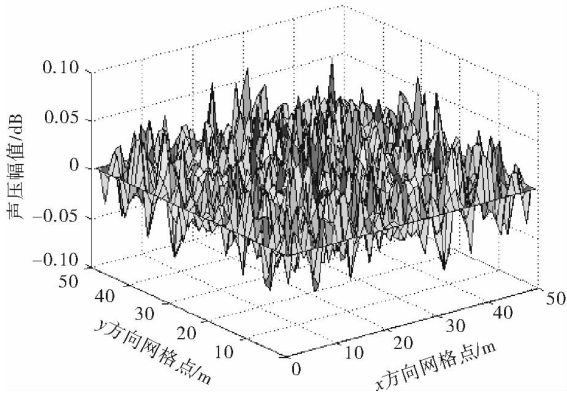


图 5 $k = 1\ 000$ 时仿真波形

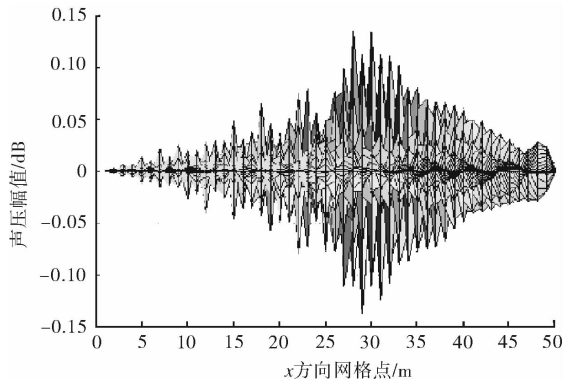


图 6 $k = 140$ 时的仿真波形侧视图

系统能够直观地显示声波在封闭空间传播情况,记录封闭空间声场内各点随时间的变化,便于实现对二维封闭空间声传播过程的观察和测量.

4 结语

本文通过分析声波在封闭空间中的传播特性,建立了基于麦克斯韦波动方程的二维封闭空间声波传播模型,并通过抽样实现了模型的离散化,在此基础上得到了二维封闭空间声传播的仿真算法.本文的研究表明,对于大多数的声波传播问题,可参照上述建模过程和算法进行计算机仿真模拟,得到实际问题空间点的振动状态,而且运行仿真速度较快.

参考文献:

- [1] 谭同德,史晓菲,赵新灿,等.基于声线跟踪法的室外声场仿真[J].计算机工程与应用,2010,46(14):241.
- [2] 卢晓亭,张林.水声传播建模研究现状综述[J].海洋技术,2010,29(4):48.
- [3] 王彬星,郑四发,周林,等.驾驶室声场响应面仿真模型的构建及应用[J].噪声与振动控制,2011(6):60.
- [4] 樊振军,张吉堂.三维超声波声场建模仿真在无损检测中的应用[J].煤矿机械,2011,32(7):257.
- [5] Rabenstein R,Zayati A. Sound field simulation by computational acoustics(Part I): Simulation algorithm[J]. Int J of Adaptive Control and Signal Proc,2000(14):663.
- [6] Berezovski A,Engelbrecht J,Maugin G A. Numerical simulation of two-dimensional wave propagation in functionally graded materials[J]. European J of Mechanics A/Solids,2003,22:257.

(上接第 94 页)

4 结论

本文通过对 Ontology 模型及其描述语言 RDF/OWL 进行深入研究,给出了基于 Ontology 的应急知识库的知识表示,并应用 Protégé 编辑工具对其进行了仿真实验.结果表明,应急知识库本体的构建能够很好地满足应急知识库中知识表达的需求,而且扩展性佳、易于维护,能够实现知识实体间关系属性的科学完备的知识表示.

参考文献:

- [1] 刘征,鲁娜.基于问题方案共进模型的设计知识获取方法[J].中国机械工程,2011,22(10):1207.
- [2] 姚金国,代志龙.基于文本分析的知识获取系统设计

与实现[J].计算机工程,2011,37(2):157.

- [3] 肖甜,宋磊,余曙光,等.基于本体的高速公路应急预案知识库系统构建[J].产业与科技论坛,2011,10(5):71.
- [4] 钟秀琴,符红光,余莉,等.基于本体的几何学知识获取及知识表示[J].计算机学报,2009,33(1):167.
- [5] Uschold M,Grüniger M. Ontologies: principles, methods and application[J]. The Knowledge Eng Review,1996,11(2):93.
- [6] 钟秀琴,刘忠,丁盘苹.基于混合推理的知识库的构建及其应用研究[J].计算机学报,2012,35(4):761.
- [7] Zhou X,Wu Z,Yin A,et al. Ontology development for unified traditional Chinese medical language system[J]. Artificial Intelligence in Medicine,2004,32(1):15.
- [8] He Q,Ling T W. An ontology based approach to the integration of entity-relationship schemas[J]. Data & Knowledge Eng,2006,58(3):299.