

# 自然灾害应急预案形式化表示技术<sup>①</sup>

吴建安<sup>1</sup>, 吴雪莲<sup>2</sup>, 孙丙宇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(民政部国家减灾中心, 北京 100124)

<sup>2</sup>(中国科学院合肥智能机械研究所, 合肥 230031)

**摘 要:** 自然灾害应急预案描述了应急响应事件处置的领域知识, 是高效应急反应的基础. 当前应急预案大多以非结构化文本形式存在, 不利于应急决策者快速准确地获取应急处置知识, 阻碍了信息技术在自然灾害应急管理中的应用. 针对这一现状, 对文本应急预案内容进行分析, 结合应急组织协调联动过程, 提出了一种基于本体的自然灾害应急预案形式化表示方法, 并通过系统实现来说明本方法的有效性.

**关键词:** 自然灾害; 应急预案; 本体; OWL; 形式化

## Formal Representation of Natural Disaster Emergency Plan

WU Jian-An<sup>1</sup>, WU Xue-Lian<sup>2</sup>, SUN Bing-Yu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>( National Disaster Reduction Center of China, Beijing 100124, China)

<sup>2</sup>(Institute of Intelligent Machine, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

**Abstract:** Natural disaster emergency plans describe the domain knowledge of natural disaster emergency and it is the basis of high-efficient emergency response. However, most of the current emergency plans exist in the form of unstructured text, which hinders decision makers from obtaining emergency knowledge quickly and accurately. For the above problem, based on the analysis of disaster emergency plans and organization coordination processes, this paper proposes an ontology-based knowledge representation method for natural disaster emergency plans. Finally, many efforts are made for the actualization of the emergency plan digital management system of natural disaster. The result shows that this method provides valuable reference to the formal representation of emergency plan.

**Key words:** natural disaster; emergency plan; ontology; OWL; formalization

目前我国应急预案已制定很多, 但应急预案知识大多是以非结构化的文本形式存在. 这些文本式的应急预案在描述格式、组织形式等方面都比较大都比较随意, 缺乏统一的标准, 计算机无法直接理解和自动处理这些非结构化文本形式的应急领域知识, 在其应用于应急处置决策时往往会存在对自动化决策的支持不够和对快速决策的支持不够等问题. 如何表示让计算机也能理解并可自动处理的应急预案成为应急决策的关键, 也是应急系统中重要的科研课题.

本体是描述语义模型的重要手段, 是“共享概念模型的明确的形式化规范说明”, 其目标是捕获相关的领域的知识, 提供对该领域知识的共同理解, 确定该领域内共同认可的词汇, 并从不同层次的形式化模

式上给出这些词汇(术语)和词汇之间相互关系的明确定义<sup>[1]</sup>. 本体已在应急预案领域得到了不同程度的应用, 给出了应急预案的不同表示, 如文献[2-4], 主要集中在应急预案内部组织结构的理论建模研究, 并没有结合实际的应急机构综合协调过程.

本文基于对自然灾害应急预案和应急机构综合协调联动过程的分析, 选择适合预案知识表示的本体方法, 用形式化的语言描述应急预案领域的概念以及概念之间的关系, 进而创建自然灾害应急预案知识本体, 为应急预案在应急信息系统中的应用做了有益探索.

### 1 基于本体的形式化方法OWL

OWL 是 W3C 的推荐标准, 具有与多种其他本体

① 基金项目:国家自然科学基金:重大自然灾害应急救助预案仿真与模拟技术研究(91024008)

收稿时间:2012-01-03;收到修改稿时间:2012-02-23

语言的兼容性和交互性, 底层语法符合 XML 标准格式, 能够被用于清晰地表达词汇表中的术语(Term)的含义以及这些词条之间的关系, 而这种对词条和它们之间的关系就称作为本体. 所以 OWL 在对网络资源的标引和本体构建方面具有广阔的应用前景.

OWL 本体包括类/子类的层次、类之间的关系、类属性的定义和指定约束的公理<sup>[5]</sup>. 文献[6]将本体的基本元素归纳为概念(或类)、关系、函数、公理和实例. OWL 通过对概念、概念属性及其相互间关系的描述, 构成概念的复杂关系网络. OWL 中的概念由类(Class)来表示, 可以是名字(如 URI)或表达式. OWL 提供大量的构造子来建立表达式. OWL 强大的表达能力正是由它所支持的概念构造子、性质构造子, 以及各种公理(Axioms)所决定的<sup>[7]</sup>.

## 2 应急预案形式化表示

应急预案形式化的目标是采用统一的语义定义方式, 表示预案知识内容的结构和逻辑关系, 建立计算机可以理解的模型. 形式化后的预案知识模型首先应具有完整性, 能够表示文本预案的所有内容; 其次应具有严密性, 保证计算机能够处理; 最后, 模型尽可能简化, 从而方便计算机实现.

### 2.1 应急预案及其本体

应急预案是进行事件处置的知识表示, 包含了一些处置原则或处置经验, 对于自然灾害的应急反应具有一般性的指导作用. 预案主要包含以下几个方面的内容:

- ① 预案的适用范围: 启用本预案的条件;
- ② 组织结构: 定义事件处置的组织结构和人员, 如部门、人员、角色等;
- ③ 资源: 事件处置所涉及的对象集合, 对象的状态影响工作流的执行;
- ④ workflow 模板: 预案 workflow 完成某类事件处置的任务的流程;
- ⑤ 预案的其它内容: 如预案目标、预案原则等说明.

自然灾害应急预案核心概念包括总则、启动条件、组织指挥体系及职责任务、应急准备、预警预报与信息管理等. 一旦自然灾害发生后, 各个部门即可启动应急预案, 在民政部指挥中心的指挥协调下, 会同相关单位和部门积极开展有效应急处置工作.

在构建自然灾害应急预案本体中, 主要考虑应急预案中重要的概念以及概念之间的关系. 例如: 应急预案通过属性“包含总则”与“总则”相关联, 通过属性“包含启动条件”与“启动条件”相关联, 通过属性“包含应急组织体系”与“应急组织体系”相关联, 通过属性“包含应急准备”与“应急准备”相关联, 通过属性“包含处置流程”与“处置流程”相关联, 通过属性“包含附则”与“附则”相关联, 通过属性“包含应急预案管理过程”与“应急预案管理过程”相关联. “总则”通过属性“包含编制依据”与“编制依据”相关联, 再通过“编制依据”与“法律”、“法规”以及“国家文件”相关联. 以此类推, 实现自然灾害应急预案本体模型.

### 2.2 应急预案本体 UML 模型

在对各类自然灾害应急预案进行综合分析的基础上, 依据国务院颁布的《国家自然灾害救助应急预案》, 抽象归纳出自然灾害应急预案本体的 UML 图, 方便应急人员对预案模型的理解. 如图 1 所示, 自然灾害应急预案主要由总则、启动条件、组织体系、应急准备、处置流程和附则六部分组成, 其中总则包括编制目的、工作原则、适用范围等; 应急准备包括应急资源等; 处置流程包括预警预报、应急响应、恢复重建和信息管理等.

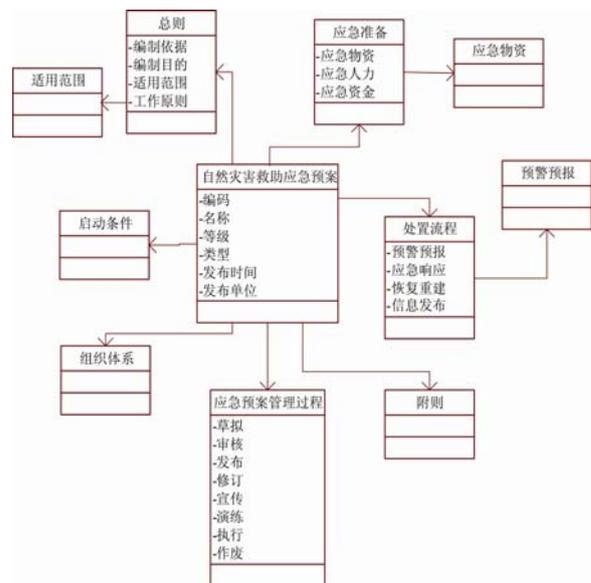


图 1 应急预案本体 UML 图

### 2.3 应急预案本体 OWL 实现

在上述可视化的应急预案 UML 本体模型的基础

上,采用 UML 的扩展技术制定 OWL 的 UML Profile 将其映射成 OWL 编码,并进行修正,最后生成用 OWL 本体语言描述的应急预案本体模型,实现应急预案的形式化表示.基于 OWL 的应急预案本体可以通过 RDF 解析器接口被不同的应用系统所采用.

```

<owl:Class rdf:ID="&vin;自然灾害应急预案"/>
<owl:Class rdf:ID="&vin;总则:">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vin; 自然灾害应
急预案"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="&vin;启动条件:">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vin; 自然灾害应
急预案"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="&vin;组织体系:">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vin; 自然灾害应
急预案"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="&vin;应急准备:">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vin; 自然灾害应
急预案"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="&vin;处置流程:">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vin; 自然灾害应
急预案"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="&vin;自然灾害应急预案">
  <rdf:type
rdf:resource="&owl;TransitiveProperty" />
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="&vin;总则">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&vin; 自然灾害
应急预案"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="&vin;适用范围">
  <rdfs:domain rdf:resource="&vin; 总则"/>
</owl:DatatypeProperty>

```

### 3 应用

自然灾害应急预案中规定应急组织体系的职责是全面负责国内发生的各类自然灾害的减灾、预备、应对和恢复工作,对突发的自然灾害进行全方位和全过程的管理.各级应急组织体系在自己管辖范围协调资

源应对自然灾害,在灾害程度太严重,超出了本级应急组织体系的管理能力时,向上级应急组织体系申请支援,及时反应,有效控制灾害的扩散.

根据上述应急预案本体实现过程,并结合启动应急方案的组织协调方式,首先生成可视化的组织机构应急联动 UML 本体模型,在此基础上生成 OWL 本体语言描述,最后展示在自然灾害救助应急数字预案管理系统.

#### 3.1 组织机构本体 UML 模型

根据组织指挥体系中的机构协调联动关系,抽象出自然灾害应急预案中组织机构应急联动 UML 图.图 2 截取了其中一部分,联动单位分为国家级、省级和县级.国家级联动单位包括民政部、水利部、气象局、财政部等国家级减灾委成员,其中民政部是协调中心.

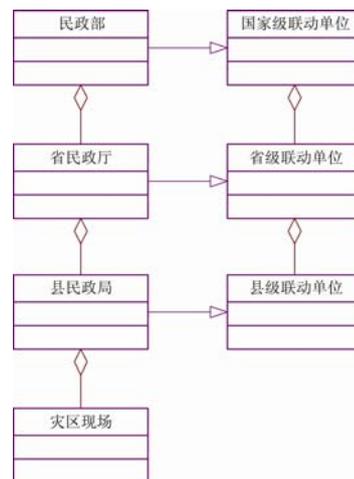


图 2 组织机构应急联动 UML 模型

#### 3.2 组织机构应急联动知识本体模型的 OWL 实现

根据上述 UML 模型,采用 UML 的扩展技术指导 OWL 的 UML Profile 将其映射成 OWL 编码,并进行修正,最终实现 OWL.以下截取部分 OWL 代码:

```

<?xml version="1.0" encoding="GB2312"?>
<rdf:RDF
  xmlns      ="http://gis.pku.edu.cn/组织机构应急联
动过程#"
  xmlns:组  织 机 构 应 急 联 动 ="http://www.
example.org/组织机构应急联动#"
  xmlns:owl
="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf

```

```

="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd
="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema#"
  <owl:Ontology rdf:about=" http://gis.pku.edu.cn/组织机构
  应急联动">
    <rdfs:comment> 自然灾害组织机构应急联动
  Ontology</rdfs:comment>
    <owl:versionInfo>
      $Id: test.html,v 1.0 2011/11/20 22:22:00 Lxp $
    </owl:versionInfo>
  </owl:Ontology>
  <owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;国家级联动单
  位" />
  <owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;民政部:">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&组织机构应急联
  动;国家级联动单位"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;省级联动单位
  "/>
  <owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;省民政厅:" >
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&组织机构应急联
  动;省级联动单位"/>
  </owl:Class>
  动单位" />
  <owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;县民政局:" >
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&组织机构应急联
  动;县级联动单位"/>

```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;灾区现场"/>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="&组织机构应急联动;包含
  协调中心">
  <rdf:type
  rdf:resource="&owl:FunctionalProperty" />
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="&组织机构应急联动;包含
  单位">
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="&组织机构应急联动;包含
  省级联动单位">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&组织机构应急联
  动;包含单位">
  <rdfs:domain rdf:resource="&组织机构应急联动;
  国家级联动单位" />
  <rdfs:range rdf:resource="&组织机构应急联动;省级联
  动单位" />
</owl:ObjectProperty>
...
</rdf:RDF>
<owl:Class rdf:ID="&组织机构应急联动;县级联

```

### 3.3 系统实现

运用上述方法，并结合自然灾害应急预案中的业务需求，采用通用的 J2EE 三层结构，构建了自然灾害救助应急数字预案管理系统。图 3 为基于本体的自然灾害应急组织体系框架图。



图 3 组织机构应急联动知识超图

(下转第 26 页)

郑雪松分别对定量规划模块整体架构,定性规划整体设计,为角色添加动作,给物体添加变形等方面所做的工作,邵猛对整个系统控制部分的开发维护工作,张杨、邱雄对场景空间、模型的标注工作。

### 参考文献

- 1 陆汝钤,张松懋.从故事到动画片——全过程计算机辅助动画自动生成.自动化学报,2002,28(15):321-348.
- 2 裴艳霞.面向手机 3D 动画自动生成的中文命名实体识别的研究[硕士学位论文].北京:北京工业大学,2011.
- 3 Freddy F. Towards Semantics-based Instantiation of Services. 2011 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, Aug. 2011: 396.
- 4 Staab S. Ontologiesp KISSES in standardization. IEEE Intelligent Systems, Mar/ Apr 2002:70-79.
- 5 彭杨.基于本体的动画素材图像语义标注研究[硕士学位论文].长沙:湖南师范大学,2009.
- 6 黄树林,周斌斌,宗原,刘婷婷,朱斌,刘一松.基于语义虚拟环境的虚拟人动画研究与实现.计算机应用研究,2011,28(8): 3030.
- 7 南云治嘉.东方配色 1 和式配色.北京:中国青年出版社, 2007.12-135.
- 8 Stanford University, protégé. <http://protege.stanford.edu/>.
- 9 Feng HF, Lesot MJ, Detyniecki M. Using Association Rules to Discover Color-Emotion Relationships Based on Social Tagging. Springer, 2010,545-547.
- 10 色彩研究所.给设计师的专业配色图典.北京:人民邮电出版社,2010.39-177.
- 11 Wikipedia. HSL and HSV [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV).
- 12 W3C, OWL. <http://www.w3.org/TR/o-wl-features/>.

(上接第 136 页)

## 4 结语

本文在分析自然灾害应急预案文本结构的基础上,采用基于本体论的知识表示方法,提出了一种自然灾害应急预案知识表示方法,并应用于自然灾害应急组织指挥体系的应急联动过程.该方法将文本形式的自然灾害应急预案知识内容转换成计算机能够理解的形式,从而方便计算机在自然灾害应急处置过程中发挥自动、高速、准确的优势.最后,结合实际应用说明了本文方法的有效性.

### 参考文献

- 1 安峰,谢强,丁秋林.基于 Ontology 的专家系统研究.计算机工程,2010,36(13),167-172.
- 2 王文俊,孟凡阔,王月龙,罗英伟,徐卓群.基于本体的应急预案研究.计算机工程,2006,32(19):170-172.
- 3 董存祥,王文俊,杨鹏.应急预案体系本体模型(EPSSOnto)及应用.计算机工程与应用,2010,46(10):235-238.
- 4 杜冬霞,谢红薇,刘畅.基于关系数据库的应急预案领域本体构建研究.微计算机应用,2010,31(1):8-14.
- 5 Auer S. A Web Based Platform for Collaborative Ontology Management. Proc. of the International Semantic Web Conference. 2004.
- 6 Perez AG, Benjamins VR. Overview of knowledge sharing and reuse components:ontologies and problem solving methods. Proc. of the IJCAI299 Workshop on Ontologies and Problem Solving Methods (KRRS). August 24, 1999, Stockholm, Sweden, 1999. 1-15.
- 7 谢红薇,袁占花,张晓波,等.基于本体论的应急系统知识库建模的研究.计算机工程与应用,2005,13:41-43.