

# 一种自然灾害事件领域本体建模方法

马雷雷<sup>1,2</sup>,李宏伟<sup>1</sup>,连世伟<sup>1</sup>,梁汝鹏<sup>1</sup>,龚竞<sup>2</sup>

(1. 信息工程大学地理空间信息学院,河南 郑州 450052;2. 四川省应急测绘与防灾减灾工程技术研究中心,四川 成都 610041)

**摘要:**将本体概念引入自然灾害事件领域,有利于该领域知识的共享和重用。从领域概念、概念属性以及概念之间的相互关系 3 个方面详细分析了自然灾害事件领域知识,探讨了自然灾害事件领域本体的构建思路,设计了自然灾害事件领域本体模型,并对其逻辑结构和形式化表达方法进行了详细分析。最后对构建的事件本体进行了定性和定量评价。

**关键词:**本体;事件;自然灾害;事件本体;本体评价

**中图分类号:**P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-0504(2016)01-0012-06

## 0 引言

我国是一个自然灾害频发的国家,地震、泥石流、旱涝等自然灾害造成了巨大的人员伤亡和经济损失。当前互联网已逐渐成为一个海量异构、实时变化的泛在数据资源仓库,自然灾害信息也广泛存在于互联网中,且变化更新频率快。本体是对共享概念模型明确的形式化规范说明,其目标就是获取领域知识并提供对该领域内知识的共同理解。通过对互联网中的自然灾害事件信息进行抽取和整理,建立灾害本体知识库,可以解决语义异构问题,对测绘地理信息应急快速响应具有重要的意义。

传统的自然灾害本体模型主要有地质灾害空间本体应用模型<sup>[1]</sup>、自然灾害应急物流领域本体<sup>[2]</sup>、台风灾害领域本体模型<sup>[3]</sup>、海洋灾害本体模型<sup>[4]</sup>。这些本体模型可以描述该领域内的概念及其关系,但是没有将领域概念集中,导致突发事件的概念、时间、地点、动作状态和对象不是作为一个整体而存在,无法充分描述突发事件之间的语义关系。

事件本体是一种面向事件的知识表达方法,是一种特殊的领域本体。国外主要有 ABC 本体<sup>[5]</sup>、音乐本体 EO<sup>[6]</sup>、简单事件模型 SEM<sup>[7]</sup>、顶级事件本体 UpperEO<sup>[8]</sup>、F-事件上层本体模型 F-Event<sup>[9]</sup>、面向过程的事件本体模型 PoEM<sup>[10]</sup>。国内主要有刘宗田教授的面向事件的本体模型 LEO<sup>[11]</sup>、基于本体的新闻事件模型 NOEM<sup>[12]</sup>。针对突发事件领域,主要有基于本体的突发事件领域知识模型<sup>[13]</sup>、地质灾害突

发事件可视化模型<sup>[14]</sup>、顾及事件阶段和动态过程的洪涝灾害事件信息建模方法<sup>[15]</sup>、基于事件的大气污染突发事件本体模型<sup>[16]</sup>、基于 Geo-ontology 建模原语的地震应急决策知识模型<sup>[17]</sup>、突发公共事件共性本体模型<sup>[18]</sup>以及一种任务驱动的地理空间事件本体构建方法<sup>[19]</sup>。对事件本体的研究,虽然各领域对事件理解不一致,但是一致认定事件是知识的重要组成部分。由于自然灾害事件具有领域特殊性,一方面自然灾害事件具有多种类型,另一方面每种类型之间可能还具有一定的语义关系,使得构建自然灾害事件本体模型异常复杂。

为了能在语义层次上描述自然灾害事件领域知识,并体现事件要素的完备性,构建了一种面向事件的自然灾害事件领域本体模型。该模型充分考虑了自然灾害事件描述中的时空、动作、对象及其事件之间的语义关系;对该本体模型进行了定性和定量评价,结果表明该模型能够较好地表达自然灾害事件领域知识,具有一定的实用价值。

## 1 相关概念与术语定义

### 1.1 基本概念与术语定义

为了对自然灾害事件领域知识统一认识,对事件、突发公共事件、自然灾害事件和自然灾害事件本体进行了明确定义。

**定义 1** 事件(Event, E):指在某个时间和特定地点,由若干角色参与的,具有若干动作特征的一件事情,特指现实世界发生的事情<sup>[11]</sup>。

收稿日期:2015-09-24; 修回日期:2015-11-19

基金项目:国家自然科学基金项目(40871183、41140012、41271392、41401463、41571394);四川省应急测绘与防灾减灾工程技术研究中心开放基金项目(K2014B016、K2015B014)

作者简介:马雷雷(1987-),男,博士研究生,主要研究方向为地理本体与地理信息服务。E-mail:gisxiaomage@163.com

事件被定义为一个六元组结构  $E=(A,O,T,V,P,L)$ ,  $e$  中的事件要素  $A,O,T,V,P,L$  分别为动作、对象、时间、环境、断言、语言表现。

定义 2 突发公共事件(Public Emergency Event, PEE):2007 年颁布的《中华人民共和国突发事件应对法》对突发事件有了最全面最权威的定义:是指突然发生,造成或者可能造成严重社会危害,需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件。

定义 3 自然灾害事件(Natural Disaster Event, NDE):由地理事件衍生而来发生在地球上的自然灾害现象,包括发生事件、救援事件和恢复重建事件三部分。针对自然灾害事件的突发性、动态性及其特殊性,本文将其实定义为一个四元组  $NDE=(T,L,A,O)$ ,  $T$  表示事件发生的时间(时间点/时间段),  $L$  表示事件发生的地理空间位置(地名),  $A$  表示事件的动作(程度/触发词),  $O$  表示事件的对象(即参与事件的角色,包括主体和客体),其中  $T,L,A$  是必须的,  $O$  是可选的,在自然灾害事件发生时没有主客体的存在,但是当进入事件救援和灾后恢复重建时,救援事件和重建事件被触发,主体和客体是必须存在的。

定义 4 自然灾害事件领域本体(Natural Disaster Event domain Ontology, NDEO):从地理学和地理本体的角度定义自然灾害事件本体,是对自然灾害事件共享概念模型明确的形式化规范说明,明确灾害事件领域概念及其概念之间的关系,并能够进行语义推理。作为一种面向自然灾害事件的灾害知识表示方法,自然灾害事件本体符合现实世界的存在规律和人们对现实地理世界的认知规律。

## 1.2 本体构建方法

1.2.1 构建准则与工具 本体的构建是一个复杂的过程,目前还没有一个公认的设计原则,但是在学术界为了研究本体还是出现了一些本体构建准则,本文参照最为经典的由 Gruber 提出的 5 条规则进行自然灾害事件本体构建,主要概括如下:1)透明性:所构建的自然灾害事件本体能够显示说明自然灾害领域概念和术语的含义,所有定义用自然语言进行说明,并用形式化的方式表达逻辑公理;2)一致性:传统用自然语言描述的自然灾害领域文档和本体中定义的规则、公理必须保持严格一致;3)可扩展性:为了满足一些特定需求,能够支持在已有概念的基础上再定义新的术语,对于已有的领域概念则不必修改;4)最小编码偏好程度:对自然灾害领域概念

的描述采取不同的知识表达方法,不应该依赖某种特殊符号层的表示方法;5)承诺最小原则:能够满足自然灾害领域的知识共享需求即可,尽量不约束建模对象,便于共享并按需扩展本体。

常见的本体构建工具主要有 OntoSaurus、OilEd、WebODE、OntoEdit、Ontolingua、Protégé、KAON、Top-Braid Composer(TBC)。以上工具各有自己的特色和用户群体,Protégé 界面风格与 Windows 类似,以树形层次目录结构显示本体结构,用户可以基于 Protégé 构建本体概念类、属性、关系和实例,可扩展性强,并支持语义推理功能,故选取 Protégé 作为自然灾害事件本体的初步构建、编辑工具。

1.2.2 构建方法 常见的本体构建方法主要有骨架法、Tove 法、七步法、数据挖掘和领域专家相结合的半自动构建方法、KACTUS 法等。本文综合上面几种方法,提出了一种自然灾害事件本体的六步法,具体步骤描述如下:1)确定自然灾害事件本体的构建目的和范围,目的就是明确该领域内的概念、属性、关系,以满足语义层次的描述,存储灾害领域事件的先验知识,形成面向灾害主题的事件分类标准体系和语义关系,实现领域知识共享和重用。2)自然灾害事件本体分析,依据国家相关标准,参考领域专家意见,分析该领域的相关概念和关系。3)自然灾害事件本体的描述,通过概念模型表达该领域的概念和关系。4)自然灾害事件本体的检验,检验本体是否符合标准,若不复合则返回 2),直至满足要求。5)自然灾害事件本体的建立,使用 OWL 语言对 3)中构建的本体进行形式化表达。6)创建自然灾害事件本体实例,通过灾害数据库、文本数据源等进行实例库构建。

## 2 自然灾害事件领域知识分析

### 2.1 自然灾害事件概念语义分类体系

概念反映事物特有属性,是知识的基本单元。从语义的角度讲,自然灾害事件概念必须是该领域内公认的核心概念,表达该领域的主题信息。概念的分类可以有不同的参考标准,相同领域有可能会存在多个分类体系,为了保证语义一致性和分类的说服力,依据国家相关标准构建自然灾害事件概念分类体系。依据国发[2005]11 号文件,具体自然灾害事件分类如图 1 所示。

本文进行的概念语义分类,能够有效避免语义异质。对于具体的灾害事件类型又有不同的分类体系,从分类体系中获取灾害事件的概念层次关系。

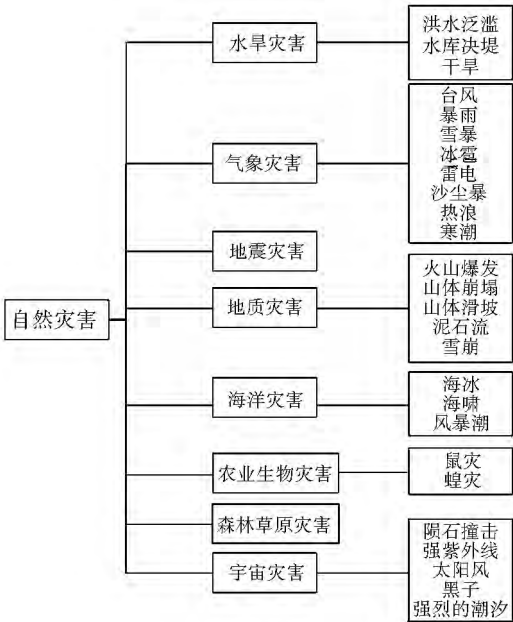


图 1 自然灾害事件概念语义分类体系  
Fig. 1 Natural disaster event concept semantic classification system

以地震灾害为例,从地震核心概念出发,依据地震震源深浅划分为浅源地震、中源地震和深源地震 3 种类型;依据震中距分为地方震、近震、远震 3 种类型;依据地震震级大小划分为极微震、微震、小地震、中等级地震、大地震和特大地震 6 种类型。依据中文文本语言描述的特点,选取地震震级大小的分类方法对地震进一步分类,确定地震类型的概念层次关系。

2.2 自然灾害事件属性分类体系

自然灾害事件属性信息是事件专题信息的重要内容,中文文本中自然灾害事件的属性信息分类没有特定的标准,由于灾害事件属性种类众多,不同事件的属性既有共性又有特性,难以界定属性分类。本文参照《突发公共事件应对法》、《国家自然灾害救助应急预案》和张春菊的属性分类标准<sup>[20]</sup>,针对后续自然灾害事件本体属性信息设置的需求,设计了自然灾害事件的属性分类体系(表 1)。其中共有属性属于所有自然灾害共同拥有的属性;特有属性是针对不同自然灾害类型所拥有的属性信息,如震源、震源深度、震级、震中、震中距、烈度等是描述地震灾害事件的特有属性,潮位、潮流速度、风速、风力等是描述风暴潮灾害事件的特有属性。

2.3 自然灾害事件中的语义关系分析

建立自然灾害事件的首要目的就是要明确该领域内概念的知识结构和概念间的语义关系,明确描述事件概念间存在的一对一、一对多和多对多关系。结合自然灾害事件信息的特点,将自然灾害事件概念间语义关系主要分为分类关系和非分类关系。

表 1 自然灾害事件属性分类体系  
Table 1 Natural disaster event attribute classification system

代码	属性类型	备注
10000	灾害成因	
20000	灾情信息	
20001	人员受伤	
20002	人员死亡	
20003	人员失踪	
20004	经济损失	
20005	房屋损坏	
20006	农作物损失	
20007	生命线工程信息	
30000	应急救援	
30001	救援机构	红十字会/管理部门/医院
30002	救援方案	
30003	资金保障	
30004	物质保障	
30005	人力资源	
30006	电力保障	
30007	通信保障	
40000	善后处置	
40001	慰问安抚	
40002	赔偿情况	
50000	灾后恢复重建	
50001	重建机构	
50002	重建规划	人员搬迁/灾后修复
50003	重建力度	政府/企业/其他投入力度
50004	重建保护	
60000	特有属性	具体自然灾害事件所特有的属性信息

分类关系(axonomic)是最基本的语义关系,具有明显的层级特征,主要是同义关系、上下位关系。同义关系(synonymny)表达自然灾害事件概念之间是相等的关系;上下位关系(hyponym/hypernymy)表达具有共同属性的不同自然灾害事件概念之间的分类关系,类似于“具体与抽象”、“个体与集体”和“子类与父类”等概念,定义了自然灾害事件概念在语义上的包含关系,形成概念分类层次,例如,地震灾害事件和自然灾害事件属于典型的上下位关系,“地震灾害事件”is-a“自然灾害事件”。

非分类关系(non-taxonomic)是自然灾害事件特有的关系,主要包括因果/引发关系、顺序关系、跟随关系、并发关系、互斥关系、空间关系等。1)因果/引发关系(induce/inducedBy):表示某一自然灾害事件的发生导致了另一种自然灾害事件的发生,二者之间具有因果关系,前者是因,后者是果,如地震引发(诱发)海啸,暴雨引发滑坡、泥石流等次生灾害。2)顺序关系(sequence):表示自然灾害事件发生后,相应事件依据常识按顺序发生,如灾害恢复重建总在应急救援之后。3)跟随关系(follow):表示一定时间内,某一事件发生后另一事件跟着发生,如地震事件与灾害恢复重建属于跟随关系。4)并发关系(su-pervene):一定时间段内,两种自然灾害事件同时或



先后发生,如雷电事件与暴雨事件属于并发关系。

5) 互斥关系(mutex):两种自然灾害事件不可能同时存在,一种事件发生隐含了另一种事件不可能发生,如暴雨事件和干旱事件就是互斥关系。6) 空间关系

(spatial relation):空间关系主要在地名本体中<sup>[21]</sup>表达,反映的是自然灾害事件发生的空间位置间的关系,中文文本中的空间关系主要以自然语言体现,需要建立自然语言空间关系到地名本体空间关系的映射机制,从而实现地名本体中空间关系的实例化,最终用于中文文本空间关系处理。

### 3 面向事件的自然灾害领域本体建模

#### 3.1 自然灾害事件本体模型(NDEOM)

自然灾害事件本体建模旨在定义和描述与自然灾害有关的概念、动作、属性和关系。目前事件本体建模主要有两个难点,一是概念和关系的定义,二是统一的事件本体模型构建与表达问题。通过对自然灾害事件领域知识分析,可以给出自然灾害事件本体模型 NDEOM 如图 2 所示。

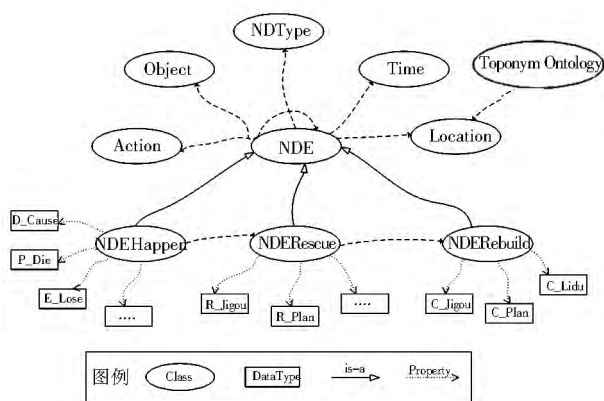


图 2 自然灾害事件本体模型(NDEOM)  
Fig. 2 Natural disaster event ontology model

需要特别指出的是,自然灾害事件的核心要素之一就是空间概念,它反映了事件发生的地理空间位置 Location。本文将地名本体<sup>[21]</sup>作为一种地名知识的表达手段单独列出来关联 Location,地名本体包含丰富的空间信息(地名+空间关系),由此可见自然灾害事件本体与地名本体之间是相互依存的关系。

NDEOM 能够实现自然灾害事件概念、时空特征、动作、对象、属性、关系的有效表达,为语义描述和推理奠定基础,是进行中文文本自然灾害事件信息抽取的关键。作为一种面向自然灾害事件的灾害知识表示方法,自然灾害事件本体基本符合现实世界的存在规律和人们对自然灾害领域知识的认知规律。

#### 3.2 自然灾害事件本体逻辑结构

自然灾害事件本体的逻辑结构可以表示为: $NDEO = \{NDEs, ND\_Property, ND\_Relations, ND\_Axioms, ND\_Instances\}$ 。NDEs 表示自然灾害事件类集合,ND\_Property 表示属性集合,ND\_Relations 表示关系集合,ND\_Axioms 表示公理集合,ND\_Instances 表示实例集合。

(1)NDEs。NDEs 主要包括自然灾害事件基类(NDE)、自然灾害类型类(NDType)、自然灾害发生类(NDEHappen)、应急救援类(NDERescue)、灾后恢复与重建类(NDERebuild)、动作类(Action)、对象类(Object)、时间(Time)、空间位置(Location)等。

NDE 是所有事件的基类,可以理解为一个原子事件,由 Time、Location、Action 和 Object 组成,表示事件发生的时间(瞬时时间或者时间段)、地点(地名)、动作(触发词汇)和对象(主体和客体);NDEHappen、NDERescue 和 NDERebuild 3 个子事件继承 NDE;NDType 依据 2.1 节的分类体系进行灾害类型划分。

(2)ND\_Property。ND\_Property 主要是自然灾害事件相关的数据属性和对象属性,属性就有逆反、传递、对称、函数式等特性,具体的属性限制和特征将在 3.3 节介绍。数据属性(DatatypeProperty)是自然灾害事件概念特征数值属性,例如人口死亡数(P\_Die)、重建机构(C\_Jigou)、地震事件中的震源(E\_Magnitude)等;对象属性(ObjectProperty)起到关联作用,连接两个类,例如 NDE 通过 has\_Location 与 Location 关联,说明某一自然灾害事件发生的空间位置。

(3)ND\_Relations。ND\_Relations 主要包括分类关系和非分类关系。分类关系主要包括 Synonymy、hyponym/hypernymy,在本体中 Synonymy 以 sameAs 表示,hyponym/hypernymy 以 SubClassOf 表示。非分类关系主要包括 induce/induce-By、sequence、follow、supervene、mutex、spatial relation,这些关系在本体中以 ObjectProperty 表示,通过 ObjectProperty 的 domain 和 range 串联两个自然灾害事件概念类。

非分类关系反映的是同一事件或者不同事件之间的关联关系,有些关系能够反映事件的动态特性,例如“地震事件发生 follow 地震事件救援”,表示地震事件发生后跟随的是地震事件救援,能够反映事件发生后的应急行动过程;“暴雨事件 induce 泥石流事件”表示暴雨事件引发泥石流事件,能够反映灾

害事件的演变过程。

(4) *ND\_Axioms*。 *ND\_Axioms* 主要包括与自然灾害事件相关的公理 *Axiom*, 用来断言自然灾害事件类、事件属性的相等、事件类不相交、实例的相等与不等, 从而约束本体信息。

(5) *ND\_Instances*。 *ND\_Instances* 主要包括灾害事件类的实例、对象或者个体, 参考来源主要是灾害数据库和文本数据集。

### 3.3 自然灾害事件本体语义 OWL 表达

为了实现计算机对自然灾害事件本体模型的可读, 还需实现对模型进行形式化语义描述。OWL 具有较强的语义表达和逻辑推理功能, 可提供大量的建模原语, 可作为上述本体表达模型的描述语言。

使用 Protégé 构建自然灾害事件本体后会生成一个 OWL 格式的文件, 对事件类、关系、属性和实例都有清晰的描述, 用户可根据应用需要通过扩充进行事件的查询和推理。本文截取以下代码简要说明自然灾害事件本体的 OWL 语义描述与表达。

```
<SubClassOf>
  <Class IRI="# NDEHappen"/> //声明 NDE-
Happen 类,它是 NDE 的子类
  <Class IRI="# NDE"/>
</SubClassOf>
<ObjectSomeValuesFrom>
  <ObjectProperty IRI="# at_Time"/> // 定义对
象属性 at_Time
  <Class IRI="# NDE"/>
</ObjectSomeValuesFrom>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="# induce"/> //定义事件
之间的因果关系 induce
  <ObjectSomeValuesFrom>
    <ObjectProperty IRI="# induce"/>
    <Class IRI="# NDE"/> induce 的作用域是
NDE
  </ObjectSomeValuesFrom>
</ObjectPropertyDomain>
<InverseObjectProperties>
  <ObjectProperty IRI="# induce"/> //induce 与
induceBy 是逆反关系
  <ObjectProperty IRI="# induceBy"/>
</InverseObjectProperties>
```

## 4 评价与分析

本体评价 (Ontology Evaluation) 是知识表达领域研究的热点问题, 用来评价一个本体在特定应用环境中的实用性和性能。本文遵循整体性、科学性、导向性、通用性、开放性和可行性原则, 采用多策略的方法, 从定性和定量两个角度进行评价。

首先对构建的 NDEOM 的描述和应用能力进行评估, 将 NDEOM 描述事件的能力从事件表示方法、结构类型、动作描述情况、时间、空间、事件关系和应用领域 7 个维度, 与当前国内外几种典型的事件模型描述能力进行对比分析 (表 2)。从表 2 中可以看出, NDEOM 以事件类的层次结构和概念层次结构相结合的方式为主线, 简化了对事件关系的描述, 明确了事件之间的非分类关系, 有效克服了网球问题; NDEOM 与 UpperEO、LEO 描述能力相当, 包含的类和关系更加合理, 结构相对紧凑, 但是主要面向自然灾害领域, 并且具有一定的逻辑推理能力。

表 2 NDEOM 与不同事件本体表示模型的比较  
Table 2 Comparison between NDEOM and different event expression models

事件本 体模型	事件表 示方法	结构 类型	动作 描述	时 间	空 间	关系	应用 领域
ABC	事件类	概念层结构	有	有	有	有	数字图书馆
EO	事件类	事件层结构	无	有	有	没有	音乐
SEM	事件类/个体	概念层结构	无	有	有	没有	通用/实例
F-Event	Perdurant/ Occurent	概念层/事 件关系结构	有	有	有	有	通用
UpperEO	事件类	事件关系结构	有	有	有	有	自然/ 人工事件
PoEM	事件类	概念层结构	有	有	有	无	通用
LEO	事件六元组	事件关系结构	有	有	有	有	通用
NOEM	事件类	概念层结构	有	有	有	有	新闻领域
NDEOM	事件四元组	概念层/事件 关系结构	有	有	有	有	自然灾 害事件

选取模糊层次综合评价法 FAHP 进行本体评价<sup>[22]</sup>, 采用五级评分制, 设定评语集  $V = \{\text{好, 较好, 一般, 较差, 差}\}$ , 采用 1~10 的打分方法对评价指标进行打分。发放调查问卷, 用民意测验方法对自然灾害事件本体进行调查并实施评价, 邀请的调查对象是领域本体专家、本体工程师、知识工程师和使用过该本体的相关人员, 本次调查共发放问卷 50 份, 收回 48 份, 有效率为 96%。

根据文献<sup>[21]</sup>的模糊综合评价法, 可得本体的综合评价向量  $B = (0.154, 0.332, 0.245, 0.205, 0.064)$ , 从  $B$  中可以得出, 好、较好、一般、较差和差的比例分别为 15.4%、33.2%、24.5%、20.5% 和 0.64%。为了将模糊评语  $B$  转化为总评分, 给各级评语设定集合向量  $F = [100, 85, 70, 55, 40]^T$ , 得到本体的评价指数为:  $Z = 74.605$ , 故可得结论: 构建的自然灾害事件本体的总体评价介于一般和较好之间, 还需不断更新和完善。

## 5 结语

通过构建自然灾害事件领域本体模型, 存储该领域先验知识, 形成了面向灾害主题的事件分类标

准体系和事件时空与属性信息描述元数据结构,能够揭示灾害事件类型之间的语义关系。采用多策略方法,通过定性与定量两种方式对该模型的评价表明,该模型总体评价良好,概念关系逻辑严密,支持逻辑推理,且具有一定的可扩展性,可用于中文文本自然灾害事件时空和专题信息智能识别和提取。下一步将利用本体学习技术完善本体模型,最终实现本体的自动构建。

#### 参考文献:

- [1] 王艳妮,刘刚.地质灾害领域本体的研究与应用[J].地理与地理信息科学,2011,27(6):36—40.
- [2] 杨选辉,邓硕,刘春年.基于本体的自然灾害应急物流领域知识表示[J].图书馆学研究,2012,22:60—66.
- [3] 黄风华,晏路明.基于 Jena 的台风灾害领域本体模型推理[J].计算机应用,2013,33(3):771—775.
- [4] 朱国琴,石少华,许啸春,等.海洋灾害领域本体研究及应用[J].海洋信息,2009(2):5—8.
- [5] LAGOZE C, HUNTER J. The ABC ontology and model[A]. Proc of Int'l Conf. on Dublin Core and Metadata Applications 2001[C]. 2001. 1—18.
- [6] RAIMOND Y, ABDALLAH S A, SANDLER M B, et al. The Music Ontology[C]. ISMIR, 2007. 417—422.
- [7] VAN HAGE W R, MALAISE V, SEGERS R, et al. Design and use of the Simple Event Model (SEM)[J]. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 2011, 9(2): 128—136.
- [8] KANEIWA K, IWAZUME M, FUKUDA K. An Upper Ontology for Event Classifications and Relations[M]. AI 2007: Advances in Artificial Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, 2007. 394—403.
- [9] SCHERP A, FRANZ T, SAATHOFF C, et al. A core ontology on events for representing occurrences in the real world[J]. Multimedia Tools and Applications, 2012, 58(2): 293—331.
- [10] HENGLEIN F, LARSEN K F, SIMONSEN J G, et al. POETS: Process-oriented event-driven transaction systems[J]. The Journal of Logic and Algebraic Programming, 2009, 78(5): 381—401.
- [11] 刘宗田,黄美丽,周文,等.面向事件的本体研究[J].计算机科学,2009,36(11):189—192.
- [12] 王伟,赵东岩.中文新闻事件本体建模与自动扩充[J].计算机工程与科学,2012,34(4):171—176.
- [13] 杨月华,杜军平,梁美玉.基于本体的突发事件领域知识建模[A]. 2011 年中国智能自动化学术会议论文集(第一分册)[C]. 2011.
- [14] XIAN G L, HONG Q C, LU H, et al. A visualization model of geological disaster emergency scheme based on ontology[J]. Open Cybernetics & Systemics Journal, 2014, 8: 393—398.
- [15] 陈泽强,陈能成,杜文英,等.一种洪涝灾害事件信息建模方法[J].地球信息科学学报,2015,17(6):644—652.
- [16] 刘菲京,刘伟,王旭,等.一种基于事件的大气污染突发事件本体模型[J].计算机技术与发展,2015(6):29—34.
- [17] XU J, NYERGES T L, NIE G. Modeling and representation for earthquake emergency response knowledge: Perspective for working with geo-ontology[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2014, 28(1): 185—205.
- [18] 王涛,王延章.基于突发公共事件本体的元事件过程构建[J].情报杂志,2011,30(2):130—134.
- [19] 刘纪平,栗斌,石丽红,等.一种本体驱动的地理空间事件相关信息自动检索方法[J].测绘学报,2011,40(4):502—508.
- [20] 张春菊.中文文本中事件时空与属性信息解析方法研究[D].南京:南京师范大学,2013. 44—45.
- [21] 马雷雷,李宏伟,梁汝鹏,等.基于地名本体的地名知识表达方法[J].测绘科学技术学报,2015,32(3):305—309.
- [22] 邵晓青,邹家炜.基于分层模糊评价法的本体评价[J].计算机与现代化,2011(6):175—180.

### A Method of Modeling Natural Disaster Event Domain Ontology

MA Lei-lei<sup>1,2</sup>, LI Hong-wei<sup>1</sup>, LIAN Shi-wei<sup>1</sup>, LIANG Ru-peng<sup>1</sup>, GONG Jing<sup>2</sup>

(1. Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 450052;

2. Sichuan Engineering Research Center for Emergency Mapping & Disaster Reduction, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** This paper applies the ontology concept into the field of natural disaster events for facilitating the sharing and reusing of the knowledge with respect to this field. The natural disaster domain knowledge is in detail analyzed from the perspectives of domain concept, concept knowledge and the relationships between concepts. In specific, this paper investigates the idea of constructing an ontology for natural disaster event, designs the framework, and analyzes the logical structure and formalized expression for this ontology. The constructed ontology is evaluated in both qualitative and quantitative ways.

**Key words:** ontology; event; natural disaster; event ontology; ontology evaluation