

文章编号:1001-9081(2010)11-2924-04

传染病应急案例共享本体模型研究

高珊¹, 王文俊¹, 杜磊^{1,2}, 张贤坤¹

(1. 天津大学 计算机科学与技术学院, 天津 300072; 2. 军事交通学院 基础部, 天津 300161)

(gaoshan800930@yahoo.com.cn)

摘要:世界范围爆发的大规模传染病事件使应急处置人员对规范的应急知识与信息需求急剧增加。为了解决传染病应急案例知识共享与语义冲突问题,对传染病应急案例本体模型(IDECOM)进行了分析与定义,提出了基于本体的传染病应急案例共享框架,并以北京应对SARS事件为例,描述基于本体的传染病应急案例部分知识片段。

关键词:传染病应急案例;本体;共享;语义冲突;知识表达

中图分类号: TP311.13 **文献标志码:** A

Research on shared ontology model for infectious disease emergency case

GAO Shan¹, WANG Wen-jun¹, DU Lei^{1,2}, ZHANG Xian-kun¹

(1. School of Computer Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Department of Basic Courses, Academy of Military Transportation, Tianjin 300161, China)

Abstract: When large-scale infectious disease outbreaks, the emergency response personnel need a large amount of emergency knowledge and information. In order to solve the knowledge sharing and semantic conflict of infectious diseases emergency cases, the paper defined the infectious disease emergency case ontology model, and proposed the infectious disease emergency case sharing framework based on ontology. As the result, taking the response to SARS in Beijing for example, the part knowledge fragment of infectious disease emergency case based on ontology was described.

Key words: infectious disease emergency case; ontology; sharing; semantic conflict; knowledge representation

0 引言

目前互联网上存在大量传染病事件案例,但普遍存在如下问题:1)与传染病事件无关的冗余信息过多;2)应急事件语义表达不一致,存在语义冲突;3)传染病事件表达不完整,缺乏对事件发生、发展及处置过程有用信息的描述。这严重影响了应急案例的知识管理与共享,降低了其在应急处置中的信息辅助作用。大规模传染病事件具有明显的空间跨越性、时间持续性。跨越国境交叉感染的病例,各国处置方法存在较大差异,严重降低了应急处置的效率。特别是在传染病爆发期,不同国家共享应急知识、对传染病事件具有相同的语义理解将有助于提高全球共同抗击传染病的效率。因此,构建对突发传染病事件的共同理解,解决语义冲突,并在共同理解的基础上建立传染病事件知识共享平台是应急领域的迫切需求。本体是共享概念模型的明确的形式化规范说明^[1],是共享知识表达的重要手段,为信息共享和互操作提供语义共同理解。借助本体技术,构建统一的传染病应急案例本体模型(Infectious Disease Emergency Case Ontology Model, IDECOM),提供对传染病事件应急处置全过程知识的语义共同理解,可以达到应急案例知识共享和互操作的目的。

1 相关工作

近年来,应急知识模型构建和规范化成为应急领域研究

热点。应急领域知识建模依据实际需求有所不同。文献[1]将应急事件仿真模型和知识模型的基本组成定义为事件内容、事件发展、事件处置3方面。文献[2]将应急事件划分为事件、过程和行动3个层次进行知识建模,为犯罪应急相应系统提供一致的知识表达和理解。文献[3]基于决策支持构建应急事件模型(Emergency Event Model based on Decision Support, DSE²M),通过总结事件发展各阶段的特征及关联表达应急事件发展过程,并把事件发展和决策支持相结合形成决策支持知识框架。上述模型针对应急事件处置建立知识模型,提取应急领域关键要素,定义应急领域相关概念和关系,为决策制定和应急行动提供交互和共享信息。但这些模型局限于应急事件处置过程,没有明确刻画事件内容、事件发展和事件处置之间的关联,没有从宏观上对整个应急案例知识体系进行建模。

文献[4]以应急网页案例信息为基础,构建应用层应急案例本体模型(Emergency Case Ontology Model, ECOM),概括应急案例核心要素,描述应急案例知识,并解决网页应急案例数据异构的问题。ECOM虽然具有通用性,但对于事件发展和处置过程只进行了概念扩展,没有明确定义具体知识。

传染病本体(Infectious Disease Ontology, IDO)^[5]是生物医学和临床医学领域描述传染病知识的重要本体模型,由若干子领域传染病本体组成,清晰表达传染病学相关概念及概念之间的关系。从2007年开始连续两年召开的IDO学术会议不断扩展传染病本体子领域的知识表达,对传染病学知识

收稿日期:2010-05-06;修回日期:2010-07-18。

基金项目:天津市科技支撑计划重点项目(08ZCKFGX01600;09ZCKFSF00700);自治区科技支疆项目(200991111)。

作者简介:高珊(1980-),女,天津人,讲师,博士研究生,CCF会员,主要研究方向:语义搜索引擎、本体建模;王文俊(1970-),男,湖南双峰人,教授,博士生导师,博士,CCF会员,主要研究方向:基于确定-不确定知识的应急临机决策、基于语义网的应急垂直搜索引擎;杜磊(1978-),男,天津人,讲师,博士研究生,主要研究方向:知识表示、系统建模;张贤坤(1970-),男,安徽芜湖人,副教授,博士研究生,主要研究方向:复杂巨系统建模。

的理解和共享提供了概念模型支持。但传染病本体的研究仅是从医学的角度对传染病进行知识建模,与传染病事件应对关注的事件角度存在明显差异。因此结合应急案例本体和传染病本体的知识,从应急知识表达的角度对传染病应急案例进行知识建模,更符合应急领域的需要。

2 传染病应急案例本体模型

在传染病应急案例知识表达中,以 eABC 本体^[4]为上位本体,根据突发传染病应急案例知识表达的特点对 ECOM 本体^[4]进行扩展,形成传染病应急案例本体 IDECOM。

2.1 传染病应急案例本体构建

传染病应急案例描述传染病事件及其应急处置过程,按照文献[1]对应急事件知识模型的定义,并增加应急事件的处置主体和客体,将传染病应急案例的组成划分为5个子本体,如图1所示。

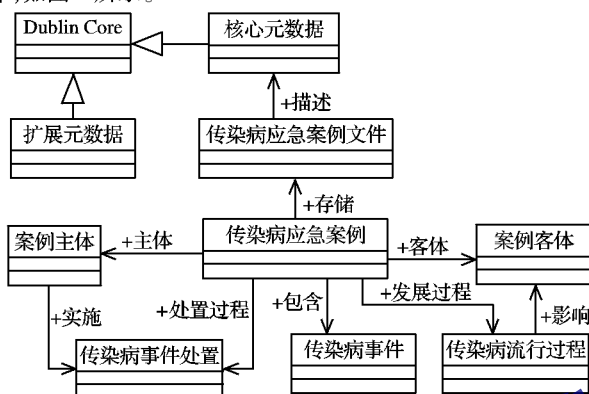


图1 传染病应急案例本体模型

案例主体 传染病事件应急处置动作的实施主体,由应急组织体系组成,描述应急机构的基本组成及职责,同时负责应急资源的管理、调度和分配。

案例客体 描述传染病应急事件发生地的环境和行政区域信息,由客体环境和客体区域组成。案例客体重点体现传染病事件的时间和区域特性,并受传染病流行过程的直接影响。

传染病事件 对传染病事件基本要素信息的描述,如传染病事件在不同时间段的事件状态变化。

传染病流行过程 以传染病事件发生、发展和终止过程为核心,对应急处置中关注的传染病事件流行过程核心要素进行定义,深度构建传染病流行过程知识。传染病流行过程受环境信息影响,同时也反作用于案例客体的环境和区域信息。

传染病事件处置 传染病事件应急处置过程的描述,是案例主体实施应急救援活动的过程性知识表示,定义事件处置的不同阶段和动作,是应急案例的核心知识表达。

2.2 传染病应急案例本体的定义

2.2.1 传染病应急案例本体的明确定义

在分析传染病应急案例本体结构的基础上,按照 Perez 等人^[6]提出的本体建模元语进行本体模型定义: $O = \{C, H, F, A, I\}$, C 表示概念的集合, H 表示概念之间关系的集合, F 是函数的集合, A 表示公理的集合, I 是实例集合。下面以模型中的子本体为例,介绍本体模型的 5 个要素。

2.2.2 传染病应急案例概念集合

传染病流行过程子本体对传染病事件发生发展过程知识进行建模。由于应急案例能够对应急决策推荐知识,因此对传染病流行过程知识进行描述,必须与医学、病毒学的研究侧重点相区别,更关注与传染病应急处置具有密切联系和亟须的要素,形成对应急处置提供辅助知识的概念模型。在传染病流行过程子本体中,根据应急处置不同阶段关注要素的不同,将流行过程相关概念划分为传染病发生、传染过程和流行终止 3 个概念组,如图 2 所示。

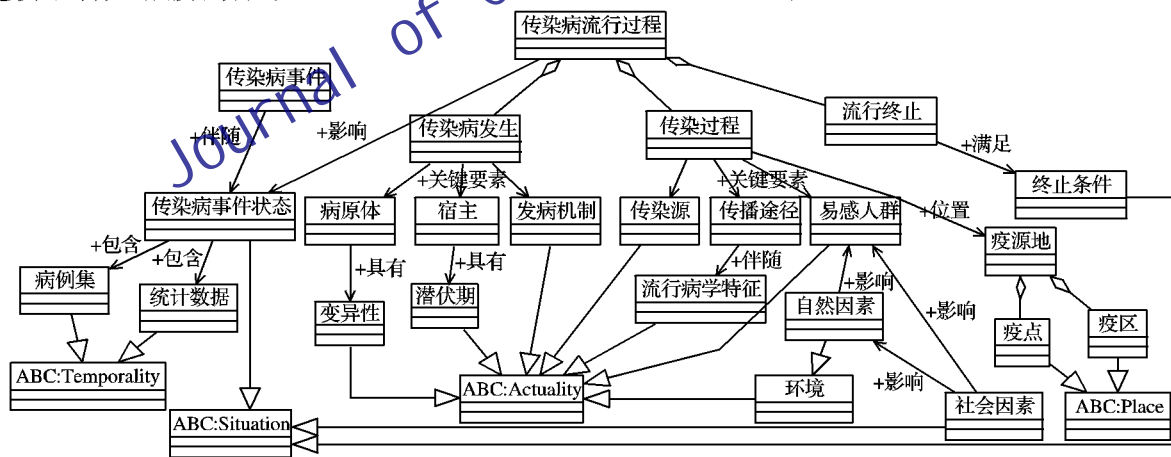


图2 传染病流行过程概念和关系描述

传染病发生 传染病流程过程中,与传染病出现/爆发相关的知识集合。相关概念包括病原体、宿主和发病机制。病原体具有变异性的特点,宿主具有潜伏期标志。这些概念是传染病事件发生初期最为关注的事件要素,对这些基本知识的掌握有利于决策者抓住应急处置的有利时机,从源头上解决传染病流行。

传染过程 即传染病流行过程,分阶段描述传染病流行过程关键要素,明确传染病事件处置各阶段要解决的关键问题。传染过程的不断变化影响应急处置和决策的执行,在传染过程中关注的核心概念包括:传染源、传播途径和易感人群,这是传染病流行必须的3个基本条件。传染源是应急处置需要密切观察和注意的病原体携带者;传播途径伴典型

的流行病学特征,能够通过监测和检查的方式判断;易感人群是传染病应急中的重点防御对象,本身受自然因素(如气候、环境)和社会因素的影响。这3个基本条件是传染病流行的必要条件,对于应急处置来说,只要及时有效打破传染过程的发展,必将抑制传染病的流行和传播。另外,疫源地(包括疫点、疫区)描述传染源向其周围传播病原体所能波及的范围,也是应急关注的核心概念之一。

流行终止 在传染病流行过程中,传染病流行终止是最终环节,其核心概念就是传染病流行的终止条件。当传染病流行满足一定的终止条件时,必然停止传染病的传播,这也是应急处置中亟须明确的知识。

传染病事件处置子本体对传染病事件应急处置过程进行

知识建模,描述传染病事件的应急处置流程。大规模传染病案例从个案到群体爆发是个逐步判定的过程,特别是对于从未出现过的新型传染性疾病,其认知过程将一直伴随传染病事件的应急处置过程。传染病事件的处置以预防为前提,逐步通过医学手段确诊医学病例的存在。根据传染病传播过程的特点,构建与之相对应的传染病应急处置模型,包含传染病的预防过程、诊断过程和治疗过程3个概念组,如图3所示。

预防过程 传染病事件与其他突发事件的本质区别是,传染病事件通常持续时间较长,且爆发初期发病病例分散。故传染病事件处置中预防过程是事件处置的重要环节之一。在预防过程中相关概念包括:疫情监测、防疫控制、疫情报告、管理传染源、切断传播途径、保护易感人群。疫情监测和防疫

控制是预防过程的两个子过程,分别由相应的动作实现该过程的工作。疫情监测子过程的具体动作是疫情报告,对疫情的监测结果实现动态上报。防疫控制子过程通过分析流行病学特征,确定管理传染源、切断传播途径、保护易感人群作为防疫控制的基本动作。

诊断过程 诊断过程对传染病事件在医学救治过程中基本知识进行建模,为了体现应急处置的基本过程,诊断过程的核心概念只包含临床诊断、实验室检查。这两个子过程能够表达应急救援领域的基本知识。

治疗过程 应急案例中描述的治疗过程知识,并不包含医学救援的知识,而是从应急的角度描述救治过程中的核心知识概念,主要包括:隔离观察、医学观察、密切接触者等。

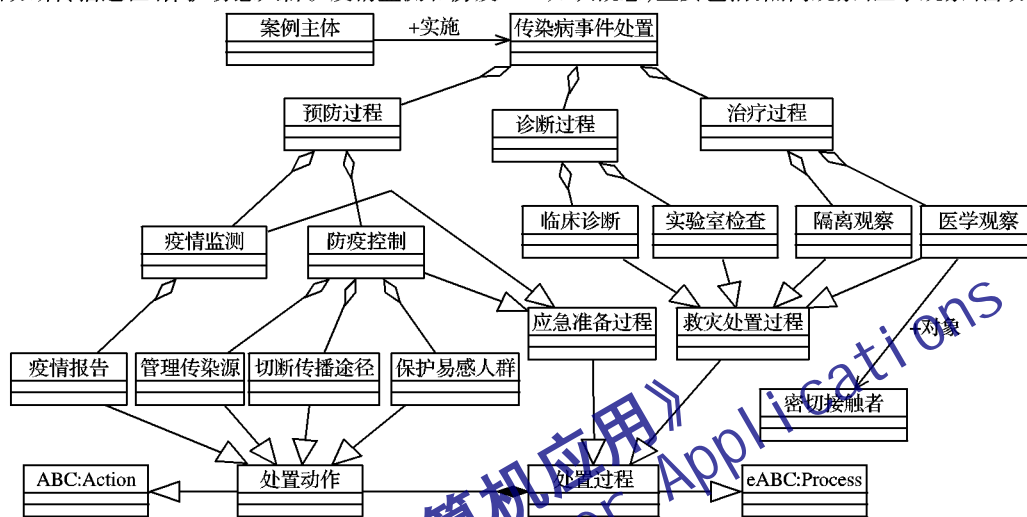


图3 传染病事件处置概念和关系描述

2.2.3 传染病应急案例关系集合

传染病应急案例知识描述中,概念之间的关系主要有3种:关联关系、继承关系、组成关系。关联关系表示概念之间具有某种联系,包含属性关联和语义关联;继承关系表示子类继承父类、或父类实现子类的关系;组成关系表示整体和部分的的关系。

在具体知识表达中,关联关系体现如图1~2所示,包括:1)案例主体—实施—传染病事件处置;2)病原体—具有一变异性;3)自然因素—影响—易感人群;4)传播途径—伴随—流行病学特征;5)流行终止—满足—终止条件。继承关系体现较广,如图3所示,临床诊断、实验室检查、隔离观察、医学观察都是救灾处置过程的子过程,它们之间就是子类 and 父类之间的继承与被继承关系。组合关系在传染病流行过程中表现明显,如图2所示,传染病流行过程由传染病发生、传染过程、流行终止3个子过程组成,它们与传染病流行过程就是部分与整体的组成关系。本体知识表达中还有很多其他复杂关系,这些复杂关系都能够由这3种基本关系组合形成,共同形成应急知识表达总的关系集合。

2.2.4 传染病应急案例函数集合

函数是一类特殊的关系,是在案例关系集合的基础上,明确表达关系的限定性约束,即第 n 个元素是由影响它的 $n-1$ 个元素唯一确定。在突发事件知识表达中,事件情境的不确定性导致事件处置方法的差异,明确表达应急案例函数集合,能够为突发事件知识推理不确定性知识提供基础。如:周边以及与我通航的国家和地区发生特大传染病疫情,并出现输入性病例,严重危及我国公共卫生安全的事件,为特别重大突发公共卫生事件。以上描述即为特定情境下的函数知识表达,通过限定特别重大突发公共卫生事件的某一情境,约束事

件结果的级别和性质。如果情境发生改变,不满足此函数,那么事件的级别和性质将由其他函数确定。

2.2.5 传染病应急案例公理集合

知识模型中的公理表达概念及概念之间关系的非限定性约束,是摒弃不确定情境的概念和关系约束的集合。在整个突发公共卫生事件中,有关传染病的知识描述有很多,《中华人民共和国传染病防治法》中明确规定的传染病分类与具体类型划分均属于传染病案例公理的范畴。

2.2.6 传染病应急案例实例集合

通过对传染病应急案例概念、关系以及情境的实例化,形成应急案例实例集合。如SARS案例、H1N1流感案例、禽流感案例都是传染病应急案例集合中的一个实例。

3 基于本体的传染病应急案例共享框架

传染病应急案例本体模型为传染病应急案例的文本分析、数据抽取与整合提供基本概念与关系,为传染病应急案例的共享提供语义理解,是应急案例共享的基础。图4展示了传染病应急案例共享系统的基本架构。

传染病应急案例本体模型在案例共享框架中的作用:

1)为传染病应急案例网页数据过滤提供核心概念和关系,指导应急案例相关概念的语言学分析,为传染病应急案例分层次、按粒度抽取提供依据。

2)为结构化传染病应急案例事件信息抽取提供指导,依据传染病应急案例中定义的概念层次关系,按事件层、过程层、动作层分别抽取案例中的基本核心信息。

3)为传染病应急案例整合与共享提供关系基础,以传染病应急案例本体中的事件发展、事件处置中的前后关系为依据,整合传染病案例,形成规范的传染病应急案例展示与共享信息,为应急专家进行案例查询与共享提供语义一致的案例

信息。

图 5 以北京应对 SARS 事件为例,以基于本体的传染病应急案例共享框架为基础,为传染病应急案例建立一个知识结构体系,描述应急案例中的相关概念,为案例知识共享提供依据。依据 IDECOM 在共享框架中的作用,抽取出应急事件

处置的基本信息并进行整合,展示其中的部分知识片段供应急专家参考与使用。图 5 中,椭圆形表示传染病应急案例知识模型的基本概念,下方文字表示概念的实例。如,IDEP 表示传染病流行过程,是传染病案例的核心概念之一,SARS 流行过程就是对应这个概念的实例之一。

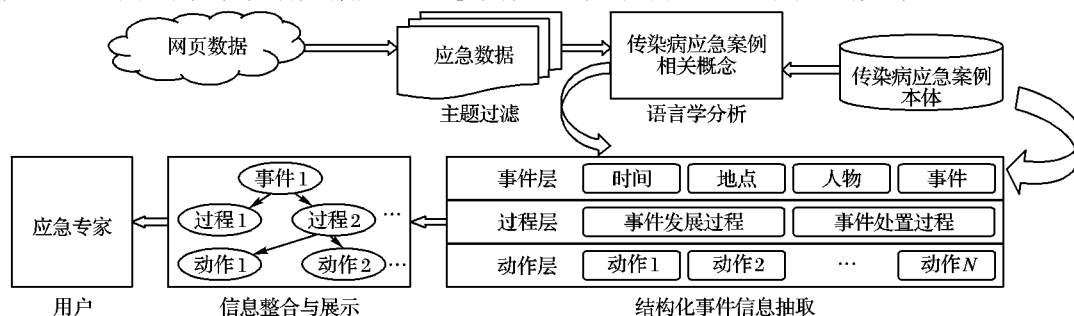


图 4 基于本体的传染病应急案例共享框架

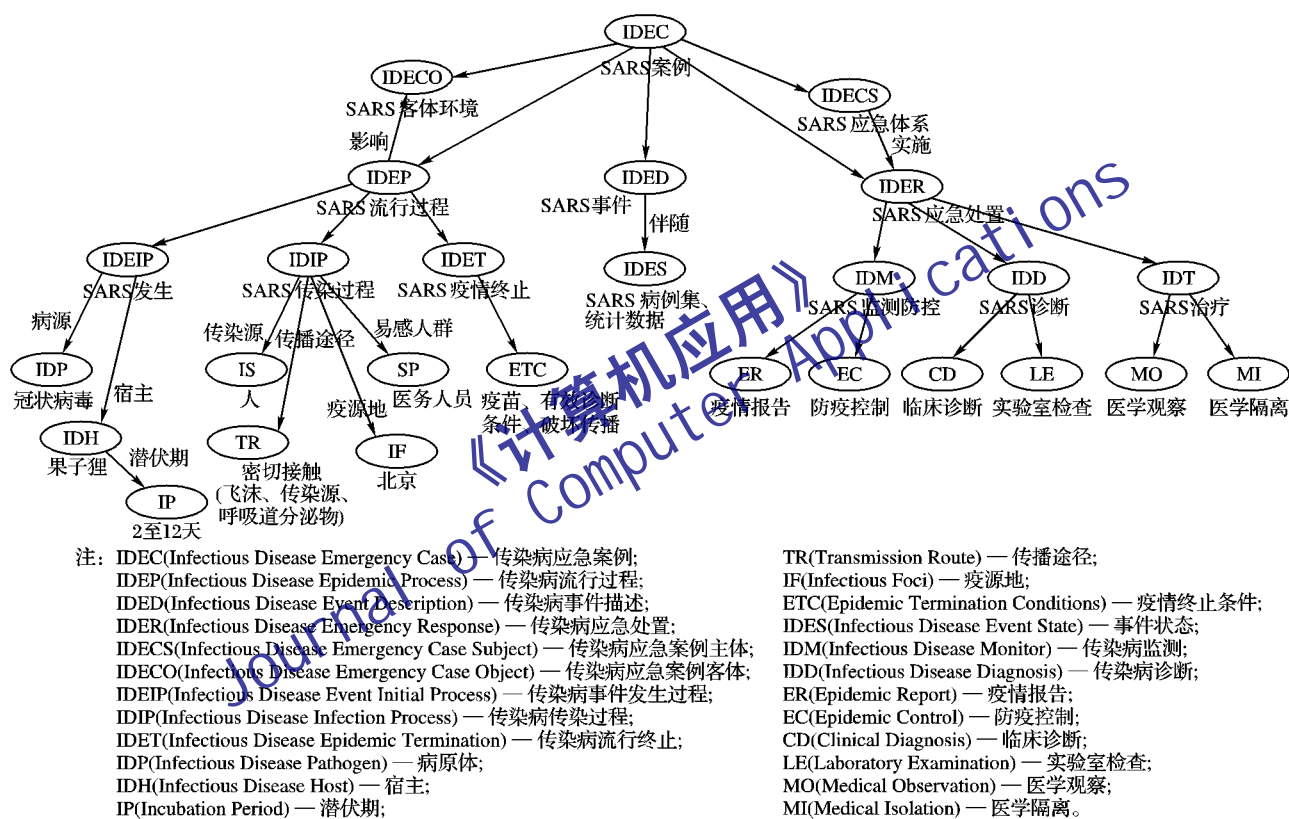


图 5 北京 SARS 应急案例部分信息展示

4 结语

本文在网页案例本体模型的基础上,根据传染病应急案例的特点,对传染病应急案例的知识进行本体建模,并扩展了传染病流行过程、传染病应急处置两个核心要素,形成了传染病应急案例知识的规范化表达,实现了基于本体的传染病应急案例知识共享和集成。

本文后续将在传染病应急案例共享框架的基础上,不断细化传染病事件信息的抽取粒度,形成更加完善的传染病应急案例共享系统,为应急决策制定服务。

参考文献:

- [1] HERNANDEZ J Z, SERRANO J M. Knowledge-based models for emergency management systems [J]. Expert Systems with Applications, 2001, 20(14): 173 - 186.
- [2] WANG WENJUN, GUO WEI, LUO YINGWEI, et al. The study and application of crime emergency ontology event model [C]// KES

2005: Proceedings of 9th International Conference on Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems. Washington, DC: IEEE, 2005: 806 - 812.

- [3] WU LIWEN, WEN LI, QIU JIANGNAN, et al. The study of ontology for emergency event model based on decision support [C]// WiCOM 2008: Proceedings of 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. Washington, DC: IEEE, 2008: 1 - 4.
- [4] 王文俊, 杨鹏, 董存祥. 应急案例本体模型的研究及应用 [J]. 计算机应用, 2009, 29(5): 1437 - 1445.
- [5] Infectious disease ontology consortium, infectious disease ontology [EB/OL]. [2010 - 07 - 11]. <http://www.infectiousdiseaseontology.org/Home.html>.
- [6] PEREZ A G, BENJAMINS V R. Overview of knowledge sharing and reuse components: ontologies and problem-solving methods [C]// KRIS 1999: Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods. New York: ACM Press, 1999: 1 - 15.