

高速公路交通突发事件案例的本体模型及应用

李文雄¹, 闫茂德², 王建伟¹

(1 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064; 2 长安大学 电子与控制工程学院, 陕西 西安 710064)

摘 要: 针对案例驱动的高速公路交通突发事件应急管理的需求, 基于本体技术建立了交通突发事件案例的本体模型. 该模型可以提供对高速公路交通突发事件的发展过程与应急处置全过程知识的语义一致性描述, 屏蔽高速公路不同路段、不同管理部门交通信息管理系统之间的异构性, 实现交通突发事件应急案例知识的充分共享和运用. 将本体模型应用于高速公路的联动应急救援领域, 建立了应急案例共享系统的框架, 并以典型的重特大交通事故应急处置为例给出了基于本体模型的应急案例语义描述.

关键词: 高速公路; 交通突发事件; 应急案例; 本体; 联动应急救援

中图分类号: U463. 23

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2013)03—0055—04

Ontology Model and Application of Emergency Cases for Freeway Traffic Incidents

LI Wen-xiong¹, YAN Mao-de², WANG Jian-wei¹

(1 School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2 School of Electronic and Control Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: Regarding to the requirements for effectively traffic incident management on freeway with the knowledge of previous emergency cases, an ontology based model of freeway traffic emergency cases is constructed. This model provides a unified semantic representation of the development stages of freeway traffic incident as well as the handling processes, among heterogeneous systems deployed in different areas or departments of freeway; and better facilitate the sharing and application of the knowledge of previous emergency cases. To illustrate the usage of this ontology based model, a freeway traffic emergency cases sharing system is sketched, and a typical traffic emergency case is formally described as an ontology instance for joint emergency rescue on freeway.

Key words: freeway; traffic incident; emergency case; ontology; joint emergency rescue

1 引言

交通突发事件指导致道路通行能力下降或交通需求异常增高的偶发性事件, 如车辆交通事故、恶劣天气、车辆抛锚、货物散落、道路建设维修等, 是影响我国高速公路安全运营的重要因素^[1]. 交通突发事件应急案例记录了已经发生交通突发事件的发展过程细节和应急处置细节, 是高速公路交通突发事件辅助应急决策所必备的经验性知识, 具有珍贵的应用价值^[2]. 但是, 目前国内对交通突发事件应急案例仍没

有统一的规范化描述, 导致众多应急案例数据在表达上往往相互异构, 无法实现案例共享和综合应用.

本体(Ontology)是一种描述领域知识的层次结构和语义模型的新方法, 具有明确性、规范性、标准性等优点, 是解决跨系统知识共享的理想手段^[3-4]. 近年来, 本体技术不断应用于交通信息化建设、应急事件管理等领域. 国际上, 美国国防高级设计研究组 DARPA 根据《2002 年 CIA 各国基本国情收集》等资料开发了一套交通领域本体; 欧洲标准化组织 CEN 开发了欧洲交通地理数据标准本体 GDF; J. Barrachina *et al* 从交通安

收稿日期: 2012-06-11; 修回日期: 2012-07-20

基金项目: 交通运输部应用基础研究项目(2011319812400); 陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2011JM8010)

全方面考虑,提出了车辆事故应急事件的本体模型^[5]. 在国内,黄珂萍等研究了城市交通的本体建模与知识推理问题^[6];翟军等为交通领域本体引入了模糊属性^[7];王文俊等建立了应急案例本体模型,可以对地震、海啸、流行病等应急事件进行规范化描述和一致性推理^[8]. 但是,目前仍未见面向高速公路交通突发事件应急管理的本体数据模型研究.

针对我国高速公路安全运营管理中大量积累的交通突发事件应急案例数据,本文借助本体技术构建了交通突发事件应急案例的本体模型,可以提供对高速公路交通突发事件发展过程和应急处置过程知识语义的一致性描述,达到交通突发事件应急案例知识的共享和互操作目的. 在此基础上,将本体模型应用于高速公路的联动应急救援领域,建立了高速公路交通应急事件案例的共享系统框架. 并以典型的重特大交通事故应急处置的语义描述为例,对本文应急案例模型的实际应用情况进行了总结.

2 交通突发事件案例的本体模型

从结构上看,本体由类、属性、实例等的集合组成. 其中,类(Class)是对有意义事物的形式化描述,属性(Property)是事物属性及关联的形式化描述,实例(Individual)则是类和属性在实际事物上的具体体现^[3]. 类集和属性集共同定义了本体数据的顶层语义结构,是本体建模工作中的核心要素.

2.1 模型构建

常用的本体建模过程包括如下步骤:确定本体的目标、领域和范围,明确认识对本体需求,列举领域中的重要类,建立本体框架,定义领域中类间关系,本体编码与形式化,检查和评估本体,对本体进行维护. 按照上述步骤,构建交通突发事件应急案例本体的总体模型如图 1 所示. 图 1 中,虚线框表示子本体,三格方块表示类,单向箭头表示属性.

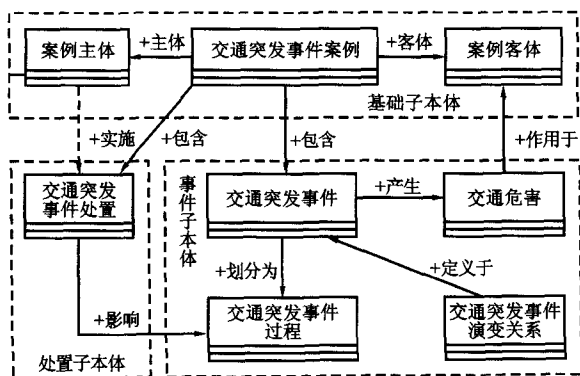


图 1 交通突发事件应急案例本体的总体模型

由图 1 可见,交通突发事件应急案例本体模型由基础子本体、事件子本体和处置子本体三个子本体组成. 基础子本体主要包括交通突发事件案例、案例主体和案例客体三个类:(1)交通突发事件案例是对交通突发事件及其处置过程的记录,是经发生事件处置的经验性知识;(2)案例主体是应急处置动作的实者体,如交通管理部门、公安消防部门、医疗急救部门等;(3)案例客体是高速公路交通系统中应急事件所产生危害的载体,如人员、财产、交通基础设施、运输工具、周边环境等.

此外,事件子本体以集合形式给出了应急案例包含的多个交通突发事件,事件间存在多样的演变关系. 处置子本体是案例主体实施应急处置活动的知识表示,定义了事件处置的不同过程与动作,对交通突发事件的发展过程产生影响. 下面,围绕这两个子本体给出本体模型的详细定义.

2.2 交通突发事件子本体定义

根据其内在机理,交通突发事件的生命周期可以划分为形成、扩散、演化、结束四个阶段^[9]. 由此,细化交通突发事件子本体的类与关系定义如图 2 所示. 图中三角箭头表示类继承关系、菱形箭头表示类组合关系.

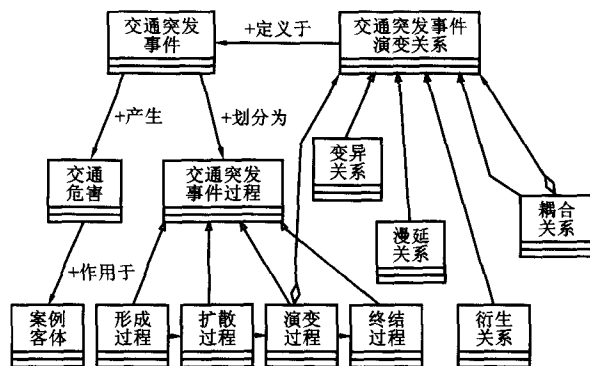


图 2 交通突发事件子本体

交通突发事件子本体所包含的关键类有:(1)交通突发事件包括由自然灾害、公路交通运输事故、公共卫生事件、社会安全事件等引发的交通系统自身正常运作出现异常或功能丧失的突发事件,包括交通突发事件过程和交通危害两部分内容;(2)交通突发事件过程是基于生命周期的交通突发事件阶段划分,细化为形成过程、扩散过程、演变过程和终结过程;(3)交通突发事件演变关系指在演化阶段的交通突发事件向次生事件的演化情况,如路面结冰导致交通中断、交通枢纽堵塞蔓延致使周边道路堵塞、处理罐车易燃物质泄漏操作不当导致罐车爆炸,等等;(4)交通危害指交通突发事件对交通载体所产生的直接或

间接危害性后果,如人员财产损失、交通基础设施损坏、交通拥堵、生态环境破坏、社会经济损失等。

2.3 交通突发事件处置子本体定义

交通突发事件处置子本体的定义如图3所示,围绕处置过程和处置动作描述了案例主体对交通突发事件的处置细节。所包含的关键类有:(1)交通突发事件处置是案例主体实施应急处置活动的过程性知识表示,定义了事件处置的不同阶段和动作,对交通突发事件的发生过程产生影响;(2)处置过程是突发事件处置过程在时间维度上的描述,包括应急准备、应急预案、应急处置与救灾救援、事后恢复与评估等,每个过程由一系列具体动作组成,同样可能包含子过程;(3)处置动作指使突发事件状态发生变化的处置行为,由应急主体实施,如事故报警、消防队灭火、事故清障、交警指挥交通、公安抓逃、急救中心人员救护等。

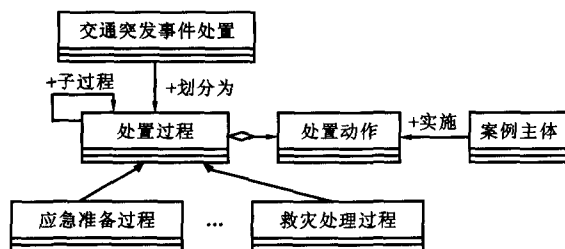


图3 交通突发事件处置子本体

3 交通突发事件本体模型的应用

联动应急救援是高速公路安全运营管理的一项重要内容,充分共享和运用应急案例知识则是成功实施联动应急救援的前提^[10]。根据我国高速公路的路网、路段两级管理模式,图4给出了高速公路交通突发事件应急案例共享系统的框架。其中,交通突发事件案例数据管理与共享中心部署于路网一级予以统一管理,为各路段的联动应急救援主体提供案例

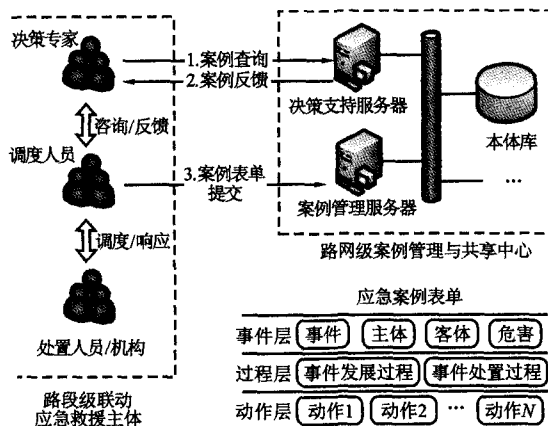


图4 高速公路交通应急事件案例共享系统框架

共享、案例查询等功能,同时接收路段一级的新案例提交。

高速公路交通突发事件应急案例本体是上述系统的核心,提供了对应急案例数据的语义一致化描述,供应急主体(如应急决策专家、应急调度人员、应急处置人员等)参考使用。以北京市东五环某特大交通事故为例,该事件发生于北京市朝阳区东五环内环18.1公里处,半挂大货车司机刘某刹车过程中向左打方向,致使大货车越过中心隔离带后与三辆小客车相撞,造成7人死亡、1人受伤,并导致五方桥堵塞与周边拥堵。图5给出了该案例关键内容的本体描述,其中椭圆表示类,椭圆下方文字表示类实例。例如,EE表示交通突发事件,如4车连撞、五方桥堵塞、东五环拥堵等;EER表示交通事故突发事件演变关系,如四车连撞事件经过变异产生了五方桥堵塞事件,后者进一步蔓延导致了东五环拥堵事件;HA表示交通突发事件的应急处理动作,如市区领导及时调度、交警开辟绿色救援通道、医疗人员现场救治伤者、户外大屏幕通告和交通广播通报救援信息等。

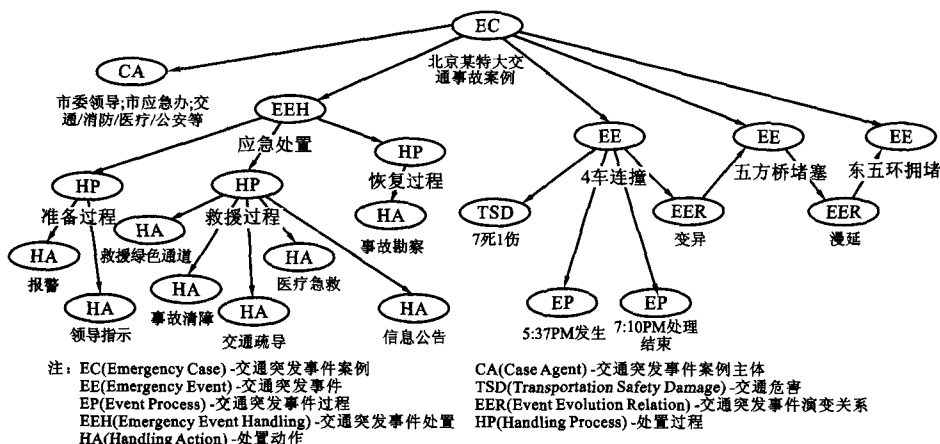


图5 某特大交通事故应急案例的本体描述

通过高速公路交通突发事件应急案例的本体化描述,可以形成不同高速公路路段、不同管理部门之间对交通突发事件发展过程与应急处置全过程知识的语义共同理解,利于应急案例知识的充分共享与综合应用.在此基础上,高速公路交通突发事件应急案例共享系统通过对交通突发事件案例数据进行统一管理,为高速公路联动应急救援主体提供了应急案例共享、查询及新案例提交等功能,有利于联动应急救援主体准确判断交通突发事件的演化趋势,制定行之有效的应急处置方案,从而提高我国高速公路系统的联动应急救援能力.

4 结束语

借助本体技术搭建了高速公路交通突发事件应急案例的本体模型,可以提供对高速公路交通突发事件发展过程与应急处置全过程知识的语义一致性描述,从而达到应急案例知识共享和互操作的目的.将本体模型应用于高速公路的联动应急救援领域,建立了高速公路交通应急事件案例的共享系统框架.并以典型的重特大交通事故应急处置的本体化语义描述为例,总结了本体模型的实际应用情况.

参考文献:

- [1] Farradyne P B. Traffic incident management handbook [M]. Washington D. C.: Federal Highway Administration, 2000.
- [2] 中华人民共和国交通运输部. 公路交通突发事件应急预案[R]. 北京: 中华人民共和国交通运输部, 2009.
- [3] Studer R, Benjamins V R, Fensel D. Knowledge engineering, principles and methods[J]. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(12): 161-197.
- [4] 李增扬, 李兵, 何克清, 等. 本体中的复杂网络特性研究[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(9): 23-25.
- [5] Barrachina J, Garrido P, Fogue M, et al. VEACON: A vehicular accident ontology designed to improve safety on the roads[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2012, 35(6): 1891-1900.
- [6] 黄珂萍, 蒋昌俊. 基于本体的城市交通的知识分析和推理[J]. 计算机科学, 2007, 34(3): 192-196.
- [7] 翟军, 陈燕, 沈立新. 基于模糊本体的智能交通系统知识建模[J]. 大连海事大学学报, 2008, 34(2): 91-94.
- [8] 王文俊, 杨鹏, 董存祥. 应急预案体系本体模型(EP-SOnto)及应用[J]. 计算机应用, 2011, 46(10): 235-238.
- [9] 丛浩哲, 王俊骅, 方守恩, 等. 交通事件持续时间分布拟合及其加速消散模型[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2011, 39(10): 1468-1472.
- [10] 柴干, 濮居一, 万水. 省域高速公路交通应急救援联动机制探讨[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(5): 68-73.

作者简介:

李文雄 男, (1978-), 博士研究生. 研究方向为交通信息集成、交通突发事件与应急管理.

闫茂德 男, (1974-), 博士, 教授. 研究方向为复杂系统建模与控制、交通信息集成.

王建伟 男, (1965-), 博士, 教授. 研究方向为运输产业经济、交通运输规划与管理.