

基于统一语义表达的交通地理数据特征模型

丘健妮¹, 陈少沛²

(1. 广州地理研究所, 广东 广州 510070;
2. 广东财经大学 公共管理学院, 广东 广州 510320)

摘要:交通地理数据特征的有效表达是交通网络研究的基础理论问题之一。通过面向对象技术和 UML 语义扩展机制, 从分析交通地理实体及关系的基本特征和内涵出发, 提出交通地理数据多样性特征集成化架构, 进一步建立统一的语义表达基准, 提供丰富的交通语境和一致性语义定义与特征描述方法, 支持在不同拓扑条件下交通地理数据体现出来的不同性质特征的有效表达, 克服单纯地从地学或计算机表达的角度出发在交通地理数据特征表达的不足, 促进具有多样性特征的交通地理数据的协调可视化、交互分析和共享。

关键词:交通地理数据; 多样性特征; 面向对象; 数据模型

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)05-0248-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.05.061

Transport Geographic Data Characteristics Model Based on United Semantics Representations

QIU Jian-ni¹, CHEN Shao-pe²

(1. Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China;
2. School of Public Policy and Management, Guangdong University of Finance and Economics, Guangzhou 510320, China)

Abstract: To implement effective representation of transport geographic data characteristics is one of the basic theory issues of the transport network studies. Through object-oriented technologies and UML semantic extension mechanism, beginning from analysis of basic characteristics and meaning of geographic entities and their relationships, propose an integrated frame of transport geographic data multiple characteristics. Further build a uniform semantic representation benchmark to provide rich transport context and methods of consistent semantic definitions and characteristics depiction, supporting the effective representations of transport geographic data multiple characteristics derived from various topological conditions, and overcome the shortages of the representation of transport geographic data multiple characteristics simply based on geographical or computer's points of view. The outcome should promote the cooperated visualization, mutual-analysis share of transport geographic data with multiple characteristics.

Key words: transport geographic data; multiple characteristics; object oriented; data model

0 引言

交通地理数据描述了现实世界时间和空间中特定尺度上有关交通地理实体或现象的一组事实,并在不同拓扑条件下体现出不同的性质特征,如等级性、层次性和动态性。交通地理数据的多样性特征表达的优劣在很大程度上制约着整个交通领域其他方面的研究和发展,一直是交通研究领域的基础理论问题之一。目

前,国外针对交通时空数据建模中的数据特征表达研究成果很多,其中较具代表性的成果包括基于节点-弧段的交通数据特征表达模型^[1]、美国 NCHRP 20-27 (2) 线性参考系统模型^[2]、Dueker-Butler 模型^[3]和面向欧洲交通网络表达的空间数据标准^[4]。近些年来,随着对交通地理实体或现象的理解和认识的不断深入,交通地理数据特征表达研究中更为关注于多模式和多尺度语境下的时空交通数据及其关系特征的描述

收稿日期: 2013-07-05

修回日期: 2013-10-13

网络出版时间: 2014-02-11

基金项目: 2012 年广东省高校人文社科重大攻关项目(2012ZGXM_0009); 2010 年广州市科技计划项目(2010Y1-C041); 广东商学院校级科研项目(10BS41301)

作者简介: 丘健妮(1978-), 女, 广东梅州人, 工程师, 研究方向为 GIS 建模与空间分析。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140211.1450.010.html>

问题^[5]。相对于国外研究,我国的交通地理数据特征表达研究开展较晚,但经过近十年来的发展,取得了一些新的理论成果^[6-10]。

纵观国内外研究成果,针对交通领域的面向对象的可视化时空数据特征表达已经具备成熟的理论体系。然而,交通地理数据特征表达仍然缺乏一个统一的语义表达基准,使得数据模型对于多样性特征描述存在着协同性不高的问题。因此,有必要探索一种新的交通地理数据特征表达理论体系和技术架构,提供统一的语义表达基准,通过丰富交通语境和语义要素以及必要的语义规则,支持交通地理数据多样性特征一致性语义定义和性质描述。

1 面向对象的交通地理数据概念模型

1.1 面向对象模型和 UML 元模型

随着面向对象技术的发展,不断涌现出新的面向对象建模概念和语言,其中包括统一建模语言(UML)^[11]。UML 的定义包括语义和表示法两个部分。UML 语义描述基于 UML 的精确元模型定义。用户可以通过元模型语义定义实现一致性描述自己的特征对象,并获取这些特征对象相互之间的关系,使模型能更自然地描述地理数据特征^[12]。UML 内置的语义扩展机制由构造型、标记值和约束三部分组成,其中的构造型把 UML 中已经定义元素的语义专有化,并且能够有效防止 UML 变得过于复杂。构造型扩展不是给模型元素增加新的属性和约束,而是在原有模型元素基础上增加新的语义或限制,并且允许用户定义新的 UML 概念,提供元模型级的继承。

目前,构造型语义扩展被广泛应用在 GIS 时空数据建模中,实现方法是通过集成面向可视化语言插件(Plugs Visual for Language, PVL)^[12-13]。PVL 可视化图件通过构造型扩展机制嵌入在 UML 模型中实现空间特征的描述,充分体现了可视化建模语言方案的独立性。

1.2 基于 UML 的交通地理实体及关系概念模型

文中通过对交通地理实体特征及其关系的分析,建立一种基于 UML 的交通地理实体及其关系概念模型(见图 1)。在概念模型中,交通地理实体被定义为一个元模型的实例,即“交通对象”。“交通对象”模型描述现实世界或逻辑性上的交通地理实体,并包含空间特征、几何特征、属性特征、时间特征等多样性特征。交通对象的空间特征根据其几何形状和表达尺度可以描述为不同维度的空间对象,包括点(0 维)、线(1 维)、面(2 维)或几何集(复合几何体)。线性几何特征是交通地理实体的主要存在方式,在逻辑上应用“节点(node)-链接(link)”描述。在概念模型中,时态特征用“时间对象”模型来描述,其时间特性用“期间”、“同时发生”、“交迭”和“跟随”四种模型定义。然而,交通地理实体的时空特性嵌入到参照系统中才具有意义。因此,概念模型引入由线性参照系统、时态参照系统和坐标系统构成的统一时空参照系统,为其空间特征、几何特征、时间状态及相互之间的多样性关系,包括几何关系、拓扑关系和时态关系提供统一的参照参数。现实中,在交通地理实体存在着比其他领域的地理要素更为严格的规则定义,文中将其描述为“面向交通规则定义的交通特征”。在交通规则或管制的约束下交通地理实体间所体现出来的关系则表述为“交通关系”,例如交叉路口转向限制而产生的路段间的非连通性。这是交通网络对比于一般图网络的显著特征之一。

概念模型的建立提供一个面向对象的交通地理数据多样性特征和关系描述的集成化框架,且支持“交通事件”概念的建立。交通事件描述了交通地理实体在交通网络中的活动。在一定空间尺度上,一系列基于同一时间序列的交通事件的集合反映了交通地理实体的持续活动过程,即“演化”过程。“演化”过程在一定程度上体现出整个交通网络系统的所有时空特性,包括网络等级层次性、关系多样性和拓扑结构动态性。

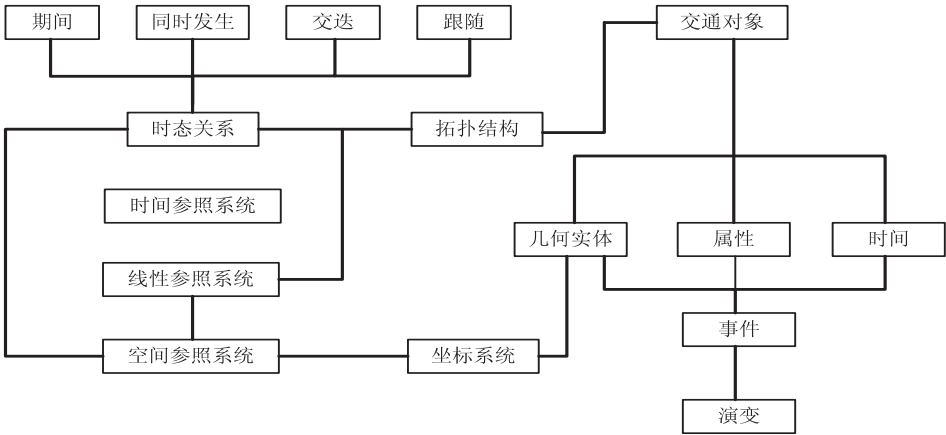


图 1 面向对象的交通地理实体及关系概念模型

2 交通地理数据多样性特征表达模型

2.1 交通对象多样性特征集成化架构

交通地理数据特征表达是一个庞大复杂的多样性问题,也是交通研究领域的基础理论问题。文中在概念模型提供的基础框架下,将 UML 和 PVL 相结合,进一步探讨交通对象多样性特征的集成化表达架构,并建立一种基于“三域”(“three fields”)时空模型的 UML 数据模型,将交通对象的属性特征、空间特征和时态特征作为独立的对象进行描述。属性域(“是什么”)存储在“交通特征对象”中,空间域(“在哪里”)定义为“空间对象”,而时态域(“什么时候”)则描述为一个“时间对象”。属性特征、空间特征和时态特征的独立描述有效地避免同类性质特征被重复定义,这在一定程度上消除了数据冗余。但是地理实体的不同性质特征被独立定义,不能够有效地表达特征间的关联关系,这对交通地理实体的动态特征表达显然不足,特别是对其演化过程的描述。针对上述问题,笔者提出一种基于 UML 的交通地理数据多样性特征集成化表达架构。集成化的交通地理数据特征表达架构将不同性质特征,包括属性特征、空间特征、时态特征和交通特征分别定义为不可分割的组件,不同的组件与相匹配的语义定义关联,并封装在交通对象模型中。这使得交通地理数据的多样性特征不仅具备一致性的地理含义,而且清晰地描述特征之间的关联关系,使得交通地理数据的描述更为自然、灵活和有效。

2.2 统一的语义表达基准的构建

交通地理数据多样性特征的集成化表达架构需要一致性的语义定义和性质描述方法的支持,以降低数据特征描述的复杂性和提升建模效率。文中遵循 UML 的相关理论和方法,构建一种新的、面向交通地理数据多样性特征集成化描述的统一的语义表达基准,既提供地理数据对象类型自定义和获取这些对象相互之间的关系等方法,也提供丰富的交通语境和一致性语义定义与性质描述方法。统一的语义表达基准是通过对不同空间尺度下交通地理数据所体现出来的特征的具体意义研究,应用 UML 和 PVL 的有机融合对语义表达进行完善和扩展而确立的。表 1 提供了面向交通地理实体空间线性和交通特征表达的 PVL 图件。

在概念模型中,交通对象的时态特征包含“期间”、“同时发生”、“交迭”和“跟随”四个基本特性。这些时态特性反映出交通地理实体或实体间在同一时间轴上进行测量时的状态和关系。下面通过实例对时态特性的语义定义进行说明。假设当有两个交通对象(以下表示为 a 和 b)在时间轴(T)上被认为是连续的,可以用 T_a 表示 a 的开始和结束时间点(即: T_a^S 和

表 1 面向空间线性特征和交通特征表达的 PVL 图件

图件	定义	表达对象
	两条实线分别具有一个实体箭头指向不同方向	描述为两条方向相反线段的交通链接(如公交线路)
	一条实线,同时具有一个实体箭头指明方向。参数“1, N”表明一条路线是由一系列相互连接的同向线段组成	描述为多线段组成的单向交通链接(如公交运行路径或车道)
	一条实线,同时具有一个实体箭头指明方向	描述为单线段的单向交通链接(如单向车道)
	一条实线,同时两个端点分别具有一个实体箭头指向相反方向,或者,两条实线分别具有一个实体箭头指向不同方向	具有双向特性交通链接,可描述为单线段或两条方向相反的线段(如不同表达尺度下的公交线路或路段)
	一条实线,同时两个端点分别具有一个实体箭头指向相反方向	描述为单条线段,但包含双向的交通链接
	一条实线,同时两个端点分别具有一个实体箭头指向相反方向,或者,一条实线,同时具有一个实体箭头指明方向	描述为单条线段,但包含单向的或双向的交通链接

T_a^E)的时间间隔; T_b 表示 b 的开始和结束时间点(即: T_b^S 和 T_b^E)的时间间隔。 T_a 和 T_b 的值既可以是一个时间段,也可以是一个时间点($T_a, T_b \in T$ ($T_a \leq T_b$ 或 $T_a \geq T_b$))。 T_a 和 T_b 间的时间关系包括“非连接时态关系”和“相交时态关系”。根据以上定义, a 和 b 间存在的状态和关系的语义定义应用时态 PVL 图件扩展,进一步构建面向交通地理数据时态特征描述的时态语义表达(见表 2)。为了规范和统一的时态特性语义表达,制定以下几个使用基本准则:应用一个 UML 对象模型

表 2 基于 PVL 的时态关系语义表达		
	时态拓扑关系	基于 PVL 的时态特征语义表达
非连接	T_a 发生在 T_b 前 (Before)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \emptyset$)
	T_a 发生在 T_b 后 (After)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \emptyset$)
	T_a 发生在 T_b 开始时间点上 (At End)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b^S = \odot$)
	T_a 发生在 T_b 结束时间点上 (At After)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b^E = \odot$)
	T_a 紧接 T_b 结束时发生 (Follows)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a^S \cap T_b^E \neq \emptyset$ 和 $T_a \cap T_b = \emptyset$)
相交	T_a 的后部分时间段与 T_b 的前部分时间段同时发生 (Overlap At Start)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$)
	T_a 的前部分时间段与 T_b 的后部分时间段同时发生 (Overlap At Start)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$)
	T_a 发生在 T_b 的时间内 (During)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$)
	T_a 发生在 T_b 的时间内,并从 T_b 的发生时间点开始 (During At Start)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$)
	T_a 发生在 T_b 的时间内,并从 T_b 的结束时间点结束 (During At End)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$)
	T_a 和 T_b 同时发生和结束 (Simultaneous)	 ($T_a = \odot, T_b = \odot, T_a \cap T_b = \odot$ or )

描述一种时态特性;PVL 时态语义放置在类名称的左边,表示该时态的特性;UML 模型拥有两个属性值,即 T_a 和 T_b ,PVL 图件可以直接放置在属性值的后面描述其特性;对象模型的方法包括“相交”和“非连接”,分别命名为“Intersect(条件)”和“Disjoint(条件)”(见图2)。

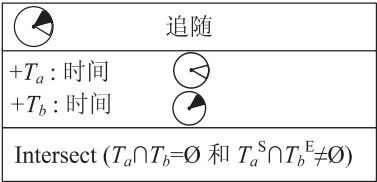


图2 基于UML和PVL集成的时态特征表达

2.3 应用实例

面向交通地理数据特征描述的统一的语义表达基准提供了在交通语境下多样性特征的一致性语义定义和性质描述方法与技术架构,有效提高了数据对复杂交通实体或现象的表达能力。一个复杂的多模式交通出行模式不仅包含城市道路、公交线路和地铁线路构成的等级层次交通网络,而且存在人、车与等级层次性交通网络互作用的多样性时空关系。在该出行模式

中,乘客及机动车辆通常被描述为出行路径上一个“动态对象”,他们的行为反映出与其交互的交通地理数据的所有特征。例如,当乘客使用公共交通方式出行时,他/她首先是步行到公交站点,搭乘所需要的公共汽车,实现从步行模式到公共汽车模式的转换,乘客与公共汽车具备了相同的动态拓扑特征,而转换连接反映出道路网络与公交网络的静态拓扑特征。到达目的站点(公共汽车站)后,乘客的出行行为又从公交模式转换为步行模式,通过步行方式到达地铁站,实现出行模式再一次转换(步行模式转换为地铁模式)。该换乘模式体现不同等级和层次网络间的拓扑关系。乘客到达目的站(地铁站)后,从地铁模式又转换为步行模式,最终通过步行到达目的地。

从以上例子可以看出,交通地理数据特征和拓扑关系以及二者之间的相关关系不是固定不变的,是随着时间不断地演变和调节。笔者通过交通地理数据多样性特征表达模型提供的统一的语义表达基准实现对复杂交通地理实体或现象的一致性、可视化描述(见图3)。

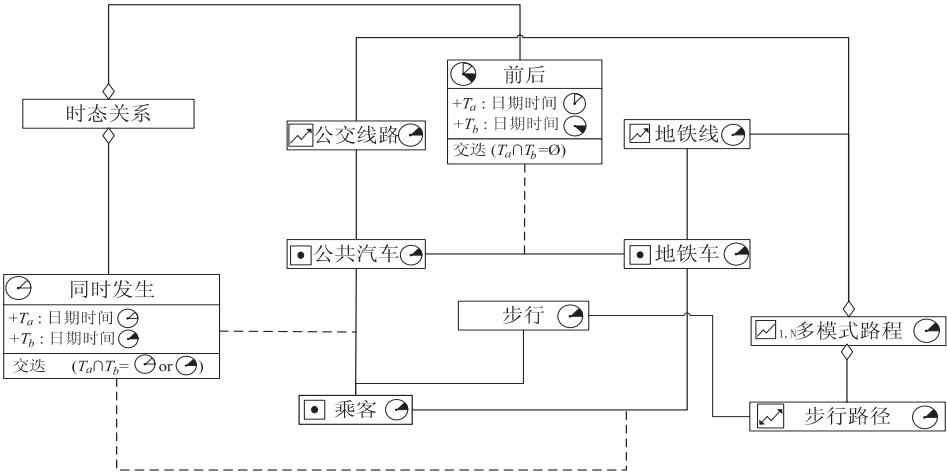


图3 基于统一语义表达基准的交通现象描述

3 结束语

交通地理数据特征表达的优劣在很大程度上制约着整个交通领域其他方面的研究和发展。文中以基于对象模型的交通地理数据概念构建为基础,建立一种交通地理数据多样性特征表达的集成化架构,进一步应用UML和PVL的语义集成,延伸与扩展,构建起交通地理数据多样性特征表达模型,并提出一种统一的、可视化的语义表达基准。统一的语义表达基准通过丰富的语义要素和必要的语义规则为交通地理数据多样性特征表达提供交通语境,以及一致性语义定义与性质描述方法,实现一个可以满足不同领域用户访问和理解的互协作表达框架。文中的研究有利于交通数据

的协同可视化、交互分析与共享,也对交通信息技术应用、交通信息服务和网络规划分析研究具有一定的促进作用。

参考文献:

[1] Gottsegen J, Goodchild M F, Church R L. A conceptual navigable database model for intelligent vehicle highway systems [C]//Proc of GIS/LIS. [s.l.]:[s.n.], 1994.

[2] Vonderohe A P, Chou C L, Sun F, et al. A generic data model for linear referencing systems[C]//Proc of NCHRP. Washington D. C., US: Transportation Research Board, National Research Council, 1997.

[3] Dueker K, Butler J A. GIS-T enterprise data model with suggested implementation choices[J]. URISA Journal, 1998, 10

- (1);12-36.
- [4] GDF. Geographic data files standard (version5.0)[S]. US: International Organization for Standardization (ISO),1999.
- [5] Booch J,Sistla P,Wolfson O,et al. A data model for trip planning in multimodal transportation systems[C]//Proc of EDBT 2009. Saint Petersburg, Russia:ACM,2009.
- [6] 陆 锋,周成虎,万 庆. 基于特征的城市交通网络非平面数据模型[J]. 测绘学报,2000,29(4):334-341.
- [7] 左小清,李清泉,谢智颖. 基于车道的道路数据模型[J]. 长安大学学报(自然科学版),2004,24(2):73-76.
- [8] 李 勇,陈少沛,谭建军,等. 事件驱动的城市公共交通时空数据模型研究[J]. 测绘学报,2007,36(2):203-209.
- [9] 熊丽音,陆 锋,陈传彬. 城市多模式交通网络特征连通关系表达模型[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2008,33(4):393-396.
- [10] Chen S P,Tan J J,Claramunt C,et al. Multi-scale and multimodal GIS-T data model[J]. Journal of Transport Geography, 2011,19(1):147-161.
- [11] OGM (Object Management Group). Unified Modeling Language (UML),version 2.0[M]. [s. l.]:OGM,2005.
- [12] Bédard Y. Visual modeling of spatial database:Towards spatial PVL and UML[J]. Journal of Geomatica,1999,53(2):169-185.
- [13] 刘 瑜,林报嘉,唐大仕. UML-G:针对地理信息应用的面对象建模语言[J]. 北京大学学报(自然科学版),2004,40(2):271-278.
- +++++

2014 年全国开放式分布与并行计算学术年会

<http://ctc.hbuas.edu.cn/dpcs2014/>

征 文 通 知

由中国计算机学会开放系统专业委员会主办、湖北文理学院承办的“2014 年全国开放式分布与并行计算学术年会(DPCS2014)”将于2014年9月27-28日在湖北襄阳召开。本次学术年会将与《计算机应用》、《计算机科学与探索》合作,会议录用论文将由上述刊物以正刊方式发表,并评选最佳论文奖,欢迎积极投稿。有关征文事宜通知如下:

1. 征文范围(包括但不限于):

- ◆开放式分布与并行计算模型、体系结构、编程环境、算法及应用;
- ◆开放式网络、数据通信、网络与信息安全、业务管理技术;
- ◆开放式分布环境下的大数据处理;
- ◆开放式网格计算、云计算、Web 服务、P2P 网络及中间件技术;
- ◆开放式无线网络、移动计算、传感器网络与自组网技术;
- ◆分布式智能处理与决策支持技术;
- ◆开放式虚拟现实技术与分布式仿真;
- ◆开放式多媒体技术与流媒体服务,媒体压缩、内容分送、缓存代理、服务发现与管理技术。

2. 论文必须是未正式发表的或者未正式被录用的研究成果。稿件格式应包括题目、作者、所属单位、摘要、关键词、正文和参考文献等,论文篇幅为5000~6000字。

3. 务必附上第一作者简历(姓名、性别、出生年月、出生地、职称、学位、研究方向等)、通信地址、邮政编码、联系电话和电子信箱。并注明论文所属领域。来稿一律不退,请自留底稿。

4. 论文投稿截止日期:2014年5月20日;论文录用通知日期:2014年6月25日。

5. 本次会议采用网上投稿方式,作者请通过<http://ctc.hbuas.edu.cn/dpcs2014/>上相关链接进行投稿。

6. 会议承办方联系人电话及 Email 信箱:湖北文理学院 王毅,电话:0710-3590078,电邮:dpcs2014@163.com

7. 专委会联系人电话及 Email 信箱:南京大学计算机科学与技术系 叶保留,电话:13913903510,电邮:yebl@

nju.edu.cn

中国计算机学会开放系统专业委员会

湖北文理学院

2014年4月

基于统一语义表达的交通地理数据特征模型


作者：

丘健妮，陈少沛，[QIU Jian-ni](#)，[CHEN Shao-pei](#)

作者单位：

[丘健妮, QIU Jian-ni \(广州地理研究所, 广东 广州, 510070\)](#)，[陈少沛, CHEN Shao-pei \(广东财经大学 公共管理学院, 广东 广州, 510320\)](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2014 (5)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201405062.aspx