

本体和描述逻辑在景点查询中的应用研究

罗 军, 刘艺茹

(重庆大学 计算机学院, 重庆 400044)

摘 要: 旅游网站中的景点查询是针对单一选项的基于关键字的查询, 查询结果不能完全令用户满意。为了解决这一问题, 文中将本体和描述逻辑应用到景点查询中, 提出了一种新方法。该方法首先依据景点领域本体对景点进行语义标注, 然后将获取的用户查询请求预处理后提交给推理机, 推理机则将景点知识库转化为概念包含结构, 并将查询请求预处理后插入到该概念包含结构中。最后通过匹配算法, 将推理结果按满意度返回给用户。实验证明, 该方法能够提高查全率和查准率, 从而证明了该方法的可行性和有效性。

关键词: 本体; OWL DL; 描述逻辑; Racer 推理机; 匹配算法; 景点查询

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2012)06-0239-04

Research on Ontology and Description Logic Application to Scenery Spot Query

LUO Jun, LIU Yi-ru

(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: All kinds of tourism websites have already provided the function of scenery spot query. However, the current scenery spot queries are still queries based on keyword for single option. And queried results can not completely make users satisfied. It applies ontology and description logic to scenery spot queries to realize semantic retrieval of scenery spot. This strategy firstly finishes semantic annotation for scenery spot according to domain ontology. When query requirement is submitted to the reasoner, scenery spot knowledge base is transformed into concept inclusion structure by reasoner. Then the preprocessed query requirement is inserted into concept inclusion structure. Finally the query results are obtained and returned to users according to matching algorithm. Experiment verifies feasibility and validity of the strategy.

Key words: ontology; OWL DL; description logic; Racer reasoner; matching algorithm; scenery spot query

1 概 述

随着旅游业的迅速发展, 互联网上已经汇聚了大量的旅游网站, 这些网站基本上都提供了景点查询的功能。然而互联网上目前呈现给旅行者的景点查询仍然是基于关键字的, 由于信息表示的复杂多样, 用户在网上查询景点时往往难以查找到与其需求逻辑相关的景点信息。例如, 某用户想查询北京景点信息, 输入“北京景点”关键字, 则返回的信息都是包含“北京景点”关键字的信息, 而关于“圆明园一日游”的信息, 由于没有包含上述关键字没有被返回。另外, 用户在查询景点信息时, 也要考虑到景点类型、星级、花费、交通信息等, 显然, 传统的基于关键词的查询方式已经不能满足用户的需求, 这就需要查询系统应具有对用户需

求进行一定理解的能力。

为解决上述问题, 文中把本体和描述逻辑应用到景点查询系统中, 该系统首先通过 protégé 构建基于本体描述语言 OWL DL 的景点领域本体, 然后用 Jena 访问和处理本体、连接 Racer 推理机实现基于描述逻辑的推理过程, 最后通过匹配算法, 将推理结果按照匹配度返回给用户。最后通过一个实例验证了该方案的可行性和有效性。

2 本体、描述逻辑及推理机

2.1 本 体

本体是指一种形式化、对于共享概念体系的明确而又详细的说明^[1]。它提供一种共享词表, 也就是在特定领域之中那些存在着的对象类型或概念及其属性和相互关系, 是在特定领域之中概念及其相互之间关系的形式化表达。

本体中主要包括以下构成要素:

1) 类: 概念、对象类型或者事物的种类;

收稿日期: 2011-11-09; 修回日期: 2012-02-12

作者简介: 罗 军(1961-), 男, 副教授, 硕导, 硕士, 主要研究方向为数据库及其办公系统自动化、语义网与知识管理系统; 刘艺茹(1986-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为语义检索、知识管理。

- 2)属性:类(或对象)所可能具有的属性、特征、特性和参数;
- 3)关系:类之间彼此关联所可能具有的方式;
- 4)个体:底层的对象;
- 5)规则:用于描述可以依据特定形式的某项断言所能得出逻辑推论的声明^[2]。

2.2 描述逻辑(Description Logic)

描述逻辑通过定义领域中相关概念表示该领域的知识,并使用这些概念指出该领域内对象和个体的性质^[3]。它包含了形式的、基于逻辑的语义,而且主要提供推理服务,即从知识库的外层知识获取内部知识。描述逻辑主要由概念和个体的分类构成:概念的分类确定了概念间父子概念的关系,而且允许以包含层级的方式构造术语,这种层级为不同概念间的联系提供有用联系,且能够服务于推理;个体的分类则确定了一个给定的个体是否属于一个概念的实例,提供了个体性质的有用信息。

描述语言主要由原子概念和原子角色组成,通过使用概念构造器,可以在原子概念和角色的基础上归纳性地构建出复杂的描述^[4]。ALC(Attributive Concept Description Language with Complements)是最基本的一种描述逻辑语言,包含合取(\cap)、析取(\cup)、非(\neg),以及量词约束:存在量词(\exists)、全称量词(\forall)^[5]。例如,在 ALC 的基础上添加数量限制(Q)、角色层次(H)、反向角色(I)和角色传递闭包(R+)等,便构成了推理机 Racer 的描述逻辑基础语言 ALCQHIR+(SHIQ)^[6]。

本体描述语言 OWL DL 和描述语言在语法上存在一定的对应关系,如表 1 所示。

表 1 OWL DL 的构造算子和描述逻辑语法表示的对照表

OWL 构造算子	描述逻辑语法
unionOf	$C \cup D$
intersectionOf	$C \cap D$
complementOf	$\neg A$
someValueFrom	$\exists R. C$
allValuesFrom	$\forall R. C$
maxCardinality	$\geq nR. C$
minCardinality	$\leq nR. C$
subclassOf	$C \subseteq D$
equivalentClass	$C \equiv D$
disjoinWith	$C \subseteq \neg D$
sameIndividualAs	$\{x\} \equiv \{y\}$
differentFrom	$\{x\} \equiv \neg \{y\}$
subPropertyOf	$P1 \subseteq P2$
equivalentProperty	$P1 \equiv P2$

2.3 基于描述逻辑的推理机 Racer

Racer(Renamed ABox and Concept Expression Reasoner)是一个基于描述逻辑 SHIQ(ALCQHIR+)的推理机,最初由德国汉堡工业大学(TUHH)的 Ralf Moller 和加拿大康考迪亚大学(Concordia University)的 Volker Haarslev 从 1999 年开始研发的^[7]。Racer 是基于 TCP/IP 的,可以通过三种接口使用它提供的基于描述逻辑的在线推理服务。文中使用本体解析工具 Jena 包并通过 DIG 接口获取 Racer 推理机,其中 DIG 接口使用 HTTP 协议完成对描述逻辑推理机的获取。

文中,Racer 的功能主要体现在两个方面:一是获取知识库的外层知识;二是对知识库的内部知识进行推理。Racer 推理机首先将本体描述语言描述的知识库解析成 DL 形式,然后再通过其自身包含的推理机制进行推理,且提供相应的 API 实现与其他应用程序的接口^[8]。

3 系统框架

现给出基于本体和描述逻辑的景点查询流程,如图 1,整个查询过程如下:

- 1)利用 protégé 构建景点领域本体,在语义标注模块对具体的景点进行语义标注,生成一个基于描述逻辑的景点知识库。
- 2)当用户需要查询景点时,系统将用户提交的查询条件预处理后提交给 Racer 推理机。
- 3)推理机匹配过程,Racer 将景点知识库转化为 DL 形式,并解析为概念断言集合 TBox 和实例断言集合 ABox,进行一致性检测,最终经 Racer 系统推理得到一个概念包含结构图^[9]。然后根据匹配算法,获取用户满意的结果。
- 4)获取用户满意的匹配结果,反馈给用户,实现景点的语义检索。

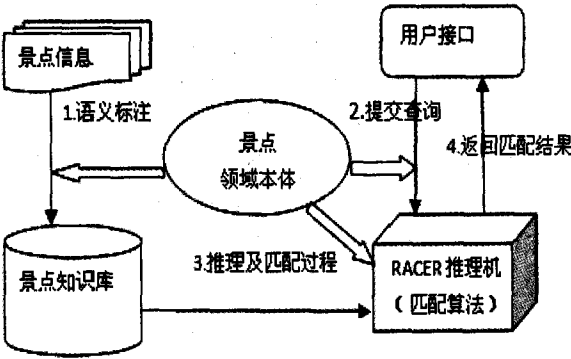


图 1 面向本体和描述逻辑的景点查询流程

3.1 构建景点领域本体

文中在创建本体时,主要考虑在景点查询这一应用中的核心概念和重要属性。根据调查,用户在选择

一个旅游景点时,主要考虑景点类型、景点星级、景点所在地、交通情况、价格、旅行社等几个方面。因此文中从上述几个方面构建了领域本体,其类关系如表 2。

对于核心类 Scenery,与其他几个类都建立了关系,以及本身的详细信息。在本体中分别通过对象属性和数据属性来表示。对象属性有:hasSceneryType、hasSceneryStar、hasSceneryRegion、hasTrafficCondition、hasTravelCost、hasTravelAgency 等。数据属性有:hasSceneryName、hasTel、hasDetail、hasComment 等。

表 2 本体类层次表

Thing (is-a)	Scenery	
	SceneryType (is-a)	NaturalScenery
		Humangeograph
	SceneryRegion (is-a)	EastNorth
		South
		WestSouth
		North
	SceneryStar (is-a)	3A
		4A
		5A
	TrafficCondition (is-a)	Convenient
		UnConvenient
	TravelCost (is-a)	HighCost
		LowCost
	TravelAgency	

3.2 语义标注

语义标注是使用从领域本体中抽取的元数据对信息资源进行语义化描述的过程,这是实现基于本体的语义检索的基础性步骤^[10]。本系统开发出专门的语义标注模块,主要完成为本体添加实例的功能。该模块通过 Protégé OWL API 完成 OWL 文件的加载、管理和存储。核心代码见图 2。

```
File file = new File("D:/workspace/Protege/owl/Scenery.owl");
OWLModel owlModel = ProtegeOWL.createJenaOWLModelFromURI(file.toURI().toString());
OWLNamedClass scenery0 = owlModel.getOWLNamedClass("Scenery");
OWLIndividual jzg0 = scenery0.createOWLIndividual("Jzg");
OWLDatatypeProperty telProperty = owlModel.getOWLDatatypeProperty("hasTel");
jzg0.setPropertyValue(telProperty, new String("023-23332333"));
OWLNamedClass naturalgeograph = owlModel.getOWLNamedClass("NaturalGeograph");
RDFIndividual mountain = naturalgeograph.createRDFIndividual("Mountain");
OWLObjectProperty scenerytype = owlModel.getOWLObjectProperty("hasSceneryType");
jzg0.setPropertyValue(scenerytype, mountain);
```

图 2 本体实例的添加

3.3 匹配算法

经 Racer 系统推理后得到一个概念包含结构图^[11]。当一个用户的查询请求被提交时,推理机首先分析该请求的信息组成概念,并按照包含关系,将该请求作为一个新概念插入到原有的概念包含结构中去,新概念的位置位于包含它的最特殊的概念和它包含的最一般的概念之间^[12],这样就知道了概念之间的包含关系。还需要考虑根据用户请求来返回匹配度最高的信息。这里给出匹配类型的定义:

给定概念 E 和 F , E 是请求资源, F 是提供的资源,则 E 和 F 可能的匹配情况有如下四种:

- 1 完全匹配:当 E 和 F 在语义上等价,即 $E = F$
- 2 包含匹配:当 E 是 F 在概念包含结构中的父类时,即 $E \supseteq F$
- 3 嵌入匹配:当 E 是 F 的子概念时,即 $E \subseteq F$
- 4 相交匹配:当 E 和 F 存在交集,即 $E \cap F \neq \emptyset$

从概念匹配度上分析:它们的匹配度依次降低,即完全匹配>嵌入匹配>包含匹配>相交匹配。

根据匹配度分析,本系统把匹配度分为两类:一类是用户要求全部满足的匹配,包括完全匹配和嵌入匹配,对应匹配数组 FullMatch;另一类是用户要求部分满足的匹配,包括包含匹配和相交匹配,对应匹配数组 PartMatch。两类匹配的结果按照用户满意度的不同分别反馈给用户。

文中给出以下匹配算法:

Step1 读取用户提交的查询条件 Requested,并将其匹配数组 FullMatch 和 PartMatch 置空,分别用来存放不同满意度的类;

Step2 将 Requested 插入已经推理好的概念树中,形成新的概念包含树;

Step3 如果找到精确匹配 S1,则将 S1 插入匹配数组 FullMatch 中;否则,直接跳至 Step4;

Step4 递归查找 Requested 的所有子类,并全部插入到 FullMatch 中;如果 Requested 没有子类,则直接跳至 Step5,

Step5 查找 Requested 的直接父类,并将其插入 PartMatch 中;如果没有直接父类,则直接跳至 Step7;

Step6 查找 Requested 直接父类的直接子类,并检查该类是否与 Requested 相容,若相容,则将其插入 PartMatch 中;

Step7 按照用户满意度,将不同的匹配结果返回给用户。

4 实验及结果分析

本系统采用表单式的查询,用户输入对景点各项的要求,系统便可返回不同程度上满足用户要求的查

询结果。

下面给出一个实例来验证推理和匹配过程, 给出一个潜在旅行者的需求: Jack 想去西南地区低花费的自然风光类型的景点游玩。

可供选择的景点如下:

Scenery1: 华北地区、人文地理、5A 级景区

Scenery2: 西南地区、自然风光

Scenery3: 东北地区、人文地理、交通便利

Scenery4: 西南地区、自然风光、高花费

Scenery5: 西南地区、自然风光、低花费

Scenery6: 西南地区、自然风光、5A 级景区、交通便利

Scenery7: 西南地区、自然风光、5A 级景区、低花费
用户的查询请求被转化为描述逻辑的形式:

$Requested = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. westSouth) \cap (\exists hasTravelCost. LowCost)$

同时可供选择的景点也被转化为描述逻辑的形式:

$Scenery1 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. HumanGeograph) \cap (\exists hasSceneryRegion. North) \cap (\exists hasSceneryStar. 5A)$

$Scenery2 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. WestSouth)$

$Scenery3 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. HumanGeograph) \cap (\exists hasSceneryRegion. EastNorth)$

$Scenery4 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. WestSouth) \cap (\exists hasTravelCost. HighCost)$

$Scenery5 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. WestSouth) \cap (\exists hasTravelCost. LowCost)$

$Scenery6 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. WestSouth) \cap (\exists hasSceneryStar. 5A) \cap (\exists hasTrafficConditon. Convenient)$

$Scenery7 = Scenery \cap (\exists hasSceneryType. NaturalScenery) \cap (\exists hasSceneryRegion. WestSouth) \cap (\exists hasSceneryStar. 5A) \cap (\exists hasTravelCost. LowCost)$

通过推理机推理以后可以得到概念包含结构, 见图 3。

根据匹配算法, 首先查找最精确的匹配, 即 Scenery5, 将其插入到 FullMatch 数组中, 然后递归查找其子类, 得到 Scenery7, 插入到 FullMatch 数组中。接下来查找其父类, 得到 Scenery2, 将其插入 PartMatch 数组中, 然后查找 Scenery5 直接父类的直接子类, 得到 Scenery4 和 Scenery6。其中, Scenery4 属于高花费, 与用户要求不符, 不返回给用户, 而 Scenery6 没有关于花费的描述, 其他都符合用户要求, 因此将其插入 PartMatch 数组中。

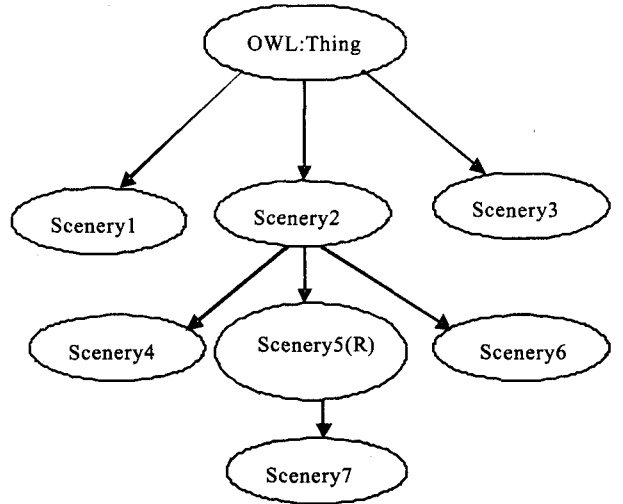


图 3 概念包含结构图

最后按照用户满意程度返回给用户的信息是:

FullMatch = { Scenery5, Scenery7 };

PartMatch = { Scenery2, Scenery6 };

查询结果见图 4。

5 结束语

针对用户难以在旅游网站上查询到与自己要求逻辑

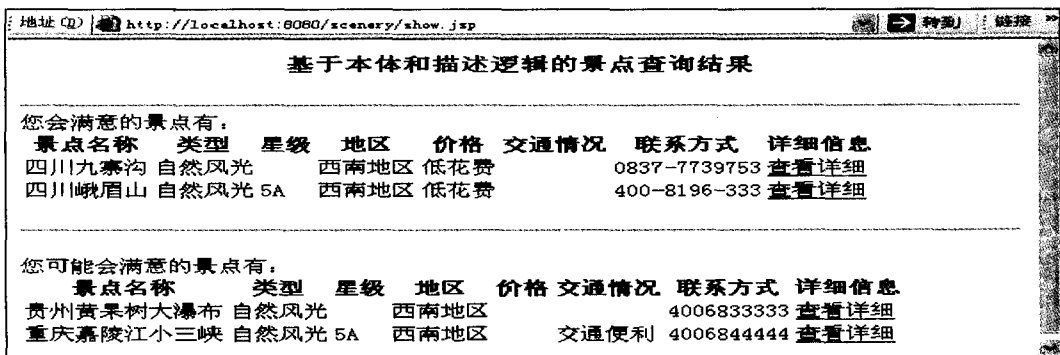


图 4 基于本体和描述逻辑的景点检索结果

3 结束语

文中通过对 3D 场景中摄像机的研究,主要解决了以下几个问题:

1) 场景中物体位置的计算:场景中每个物体都有一变换矩阵 T ,其实就是世界坐标系到物体局部坐标系的变换矩阵,所以物体局部坐标系到世界坐标系的变换矩阵为 T 的逆矩阵 T^{-1} ,由于物体在其自身局部坐标系中的坐标为 $(0,0,0,1)$,所以物体在世界坐标系中坐标 $(x,y,z,1) = (0,0,0,1)T^{-1}$ 。

2) 客户端网页上操纵摄像机平移的偏移量 dx, dy 与 3D 场景中摄像机偏移量 DX, DY 之间的关系由(6)式和(9)式求得。

3) 摄像机平移后旋转,其新的目标点的计算由(10)式求得。

4) 摄像机的参数 focal(焦距), aperture(光圈大小)的调节以及对 DX, DY 的影响,由(5)式和(8)式求得。

参考文献:

- [1] 李娜,李向瑞,李少勇. 3dsMax2010 完全自学手册[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [2] Jr F S H. 计算机图形学[M]. 胡事民,刘利刚,刘永进,等译. OpenGL 版. 北京:清华大学出版社,2010:173-206;295-334.

(上接第 242 页)

辑相关的景点,文中则将本体和描述逻辑应用到景点查询中。通过 protégé 构建景点本体,并对具体的景点进行语义标注,生成景点知识库;利用 Jena 通过 DIG 接口连接 Racer 推理机,对景点信息知识库进行推理,生成概念包含结构;Racer 推理机则将用户查询插入到概念包含结构中,根据匹配算法获取用户满意的匹配的结果。最后通过实例证明了该方案的有效性和可行性。

文中暂时没有考虑到系统的性能问题,在以后的研究中,将通过加大景点信息量来测试系统的性能。

参考文献:

- [1] 王金环,李宝敏. 基于本体 DL 的语义推理研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(11):94-100.
- [2] 浓国海,穆斌,胡学钢. 语义 web 本体及本体库系统设计发展[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展),2004,14(7):78-81.
- [3] 石莲,孙吉贵. 描述逻辑综述[J]. 计算机科学,2006,33(1):194-197.
- [4] 袁方,王涛. 基于本体的推理机研究[J]. 计算机工程

- [3] Hearn D, Baker M P. 计算机图形学[M]. 蔡士杰,宋继强,蔡敏,译. 第 3 版. 北京:电子工业出版社,2011:188-234.
- [4] 张曜煌,杜俊俐. 计算机图形学[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2006:107-117.
- [5] NVIDIA ARC GmbH. Basic surface shaders[EB/OL]. 2011. http://www.metasl.org/book/basic_surface_shaders.html.
- [6] Rendon-Mancha J M. Robot positioning using camera-space manipulation with a linear camera model[J]. IEEE Transactions on Robotics,2010,26(4):726-733.
- [7] Hachet M, Declé F, Knodet S, et al. Navidget for 3D interaction: camera positioning and further uses[J]. Int. J. Human & Computer Studies,2008,67(3):225-236.
- [8] 李盛,万敏,吴向东. 基于 OpenGL 视点坐标系的三维场景旋转算法[J]. 计算机过程与应用,2006,42(16):83-85.
- [9] 富民,赵宁,张杰. 基于 OpenGL 的三维窗口裁剪、拾取算法研究[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2005,33(4):23-29.
- [10] 何援军. 透视和透视投影变换-论图形变换和投影的若干问题之三[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2005,17(4):734-739.
- [11] 李乃华,王金敏,初楠. 仿射坐标系的平行投影[J]. 天津大学学报,2004,37(6):493-496.
- [12] 杨卫东,刘玉树. 一种不同坐标系之间的变换矩阵的转换方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2000,12(1):53-56.

- 与应用,2006,42(9):158-160.
- [5] 李文斌,刘椿年,陈焱瑛. 对 OWL 及其逻辑基础的研究[J]. 计算机应用,2004,24:146-148.
- [6] 李信本,陈仲委. 基于 Racer 和 nRQL 的本体查询与推理[J]. 计算机系统应用,2007(5):33-36.
- [7] Studer R, Benjamins V R, Fensel D. Knowledge Engineering, Principles and Methods[J]. Data and Knowledge Engineering,1998,25(1):161-197.
- [8] 梅靖,林作铨. 从 ALC 到 SHOQ(D): DL 及其 Tableau 算法[J]. 计算机科学,2005,32(3):1-10.
- [9] Donni F M, Lenzerini M, Nardi D, et al. Reasoning in description logics[C]//Studies in Logic, Language and Information. [s. l.]: CLSI Publication,1996:194-238.
- [10] 刘琼,李保敏. 一种领域本体库的构建方法[J]. 计算机技术与发展,2009,19(1):197-203.
- [11] Baader F, McGuinness D, Nardi D. The description logic handbook: theory, implementation and application[M]. Cambridge: Cambridge University Press,2002.
- [12] 张明宝,王涛,施秀丽,等. 描述逻辑在智能化信息检索中的应用[J]. 情报学报,2011,28(3):253-260.