

# 基于本体的分布式 CBR 设计系统

丁剑飞, 何玉林, 李成武

(重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

**摘要:** 提出了一种分布式基于案例推理设计系统框架。该框架通过本体服务器在分布式案例库之间建立共享本体, 每个案例库在共享本体的约束和指导下可以灵活地表示各自的领域知识。各案例库的知识表示都遵循共享本体约定, 实现了知识集成。系统采用 Web Service 技术构建, 能够实现分布式异构环境下的系统集成。该框架是一个开放的系统框架, 具有很强的可扩展性。

**关键词:** 本体; 分布式系统; 知识共享

## Distributed CBR Design System Based on Ontology

DING Jian-fei, HE Yu-lin, LI Cheng-wu

(School of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044)

**【Abstract】** This paper presents a distributed CBR design system framework, in which a share ontology is created in ontology server and domain knowledge can be represented flexibly in case bases under the constraint and guidance of the share ontology. Because every case base is created with ontological commitment to share ontology, knowledge integration can be achieved effectively. This system is constructed by using Web service technology and system integration in heterogeneous environment can be achieved. This framework is open and extensible.

**【Key words】** ontology; distributed system; knowledge share

基于案例推理(CBR)是人工智能领域中一种重要的基于知识的问题求解和学习方法。基于CBR的设计方法根据具体的设计问题求解经验及设计案例指导, 求解相似的设计问题, 在强调经验性设计问题的求解方面具有明显优势, 因此, 得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。但这些系统大都采用传统的C/S体系结构, 系统的开发和维护费用昂贵, 模块的可重用性和可扩展性差; 另一方面, 这些系统只能在局域网范围内使用, 无法实现跨部门、跨企业的知识共享和重用。

文献[2]采用分布式对象技术实现了分布式案例推理, 提高了系统的开发效率和系统模块的可重用性, 但这些系统仍然是基于单一案例库的推理。如今, 产品的设计越来越依赖多领域、多学科的知识协同, 单个案例库的设计知识往往不全面或仅是局部视图的设计知识, 因此, 研究分布式多案例库的 CBR 设计系统对于克服单一案例库设计知识的局限性、实现不同企业设计知识的共享和重用, 具有重要的理论和实际意义。

### 1 系统框架

图 1 为分布式 CBR 设计系统框架。系统包括多个分布在不同地域的案例推理服务器, 每个案例推理服务器都有一个独立的案例库用以保存各自的设计知识。网络客户能通过任一案例推理服务器对所有案例库中的相似案例进行检索。

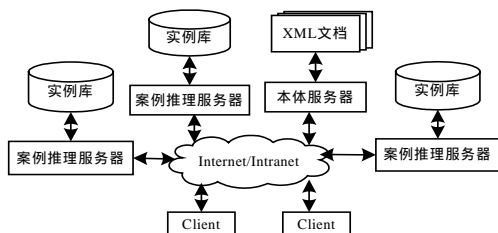


图 1 系统结构

本体服务器作为特殊的服务器用来管理本体知识, 以实现不同案例推理服务器之间的知识集成。

### 1.1 案例推理服务器的设计

案例推理服务器采用 Web Service 技术实现, 如图 2 所示。

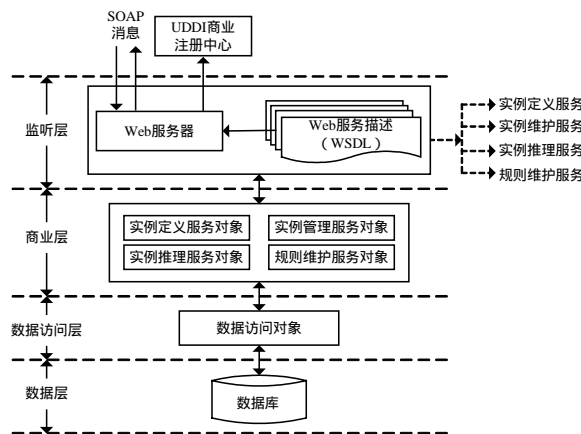


图 2 案例推理服务器体系结构

该结构分为监听层、商业层、数据访问层和数据层。作为监听层的 Web Service 服务器用于监听来自客户端的 SOAP 消息并进行解析, 然后转化为对服务对象的功能调用。Web 服务器中的 WSDL 文件用于描述服务的接口, 客户端通过 WSDL 文件了解服务接收和返回的消息格式。UDDI 商业注册中心用于发布案例推理服务器提供的服务, 使用户在需要的

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(50375161)

**作者简介:** 丁剑飞(1970 - ), 男, 博士研究生, 主研方向: 知识工程及计算机辅助设计; 何玉林, 教授、博士生导师; 李成武, 工程师、硕士

**收稿日期:** 2006-11-30 **E-mail:** ding.jf@163.com

时候能够发现和定位<sup>[3]</sup>。

案例推理服务器提供的服务包括：(1)案例定义服务：定义案例本体，并把它存储到本体服务器中，同时在本地案例库中创建新的案例类型，定义案例在数据库中的存储结构；(2)案例管理服务：用来浏览、修改、删除或新增案例，并可设置查询条件，从案例库中检索满足条件的案例清单；(3)案例推理服务：案例推理过程，采用某种相似度计算方法计算出与求解问题最相似的案例，并根据案例修改规则对相似案例进行调整以满足新问题；(4)规则维护服务：维护案例推理过程中案例修改用到的规则性知识。

## 1.2 本体服务器设计

不同部门、不同企业可能采用不同的知识表示方案，为了集成这些来自于不同数据源的设计案例，需要在案例库之间建立一套共同的概念化规范说明即共享本体。每个案例库中的案例都应该按照共享本体约定创建<sup>[4]</sup>。

本体服务器同样采用Web Service技术实现，本体采用OWL语言描述，本体数据保存在OWL文件中，服务器通过Jena实现对本体的操作<sup>[5]</sup>。通过本体服务器提供的服务，用户可以浏览、删除、添加或修改本体数据。

## 2 基于本体的案例表示

### 2.1 本体建模

本体建模是根据应用需求建立领域概念及其联系的过程。本体建模通常采用自上而下的方法，即先建立高度抽象的元本体，然后在元本体的约束下建立下一层本体。本文的本体建模是为存储在分布式案例库中不同类型的案例定义基本术语和元数据。把本体分为3个层次：基本本体，领域本体和本体目录。

**定义1** 基本本体是指与具体应用领域无关的概念。

**定义2** 领域本体是指在基本本体的约束和指导下定义的表达特定领域知识的本体。

**定义3** 本体目录是指定义领域本体位置信息的本体。

基本本体位于本体层次结构的上层，它为知识表示提供了全局约束和基本框架。采用OWL语言设计基本本体，首先定义基本类，如服务器组、服务器、案例、槽、数据槽、索引槽、问题槽、方案槽等，这些都是与具体应用领域无关的基本概念。然后定义基本类的属性(对象属性和数据属性)，建立基本类之间的关系，从而为知识表示定义全局约定。例如约定“一个案例由若干个槽组成，其中至少有一个索引槽；每个案例必须有一个问题槽和一个方案槽”。为了采用OWL建模原语表达这一约定，定义了对象类Case，Slot及对象属性hasSlot作为对象类Case对对象类Slot的引用。hasSlot定义中的rdfs:Domain元素表明该属性只能应用于Case类；而rdfs:range元素表明hasSlot只能采用Slot的实例作为它的值。Case定义中，Has\_Slot属性的minCardinality约束表明一个案例至少由一个槽组成。还定义了对象类IndexSlot, Problem, Solution作为Slot的子类，对象属性hasIndexSlot, hasProblem, hasSolution作为Case类对上述各对象类的引用，本体定义的部分代码如下：

```
<owl:Class rdf:ID="Slot">
  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    基本槽类
  </rdfs:comment>
</owl:Class>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Has_Slot">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Case"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Slot"/>
</owl:ObjectProperty>
...
<owl:Class rdf:ID="Case">
  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    案例基本类，它的实例都是具体的案例类型
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="Has_Slot"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:minCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
        >1</owl:minCardinality>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
  ...
</owl:Class>
```

领域本体描述了特定领域案例的特征。基本本体中的概念类元素在领域本体中被实例化。每个服务器都可以在基本本体框架下灵活定义自己的案例结构。例如本文在2个不同的服务器上分别定义了发动机案例Engine1和Engine2。它们都是基本本体Case的实例，它们的槽Engine\_No, Engine\_Style, Max\_Power, Max\_Torsion, Engine\_Stroke, Stroke\_Num, Cooling\_Style都是基本本体Slot的实例，Engine\_Problem是基本本体Problem的实例，Engine\_Solution是基本本体Solution的实例。2个案例本体中的Engine\_Stroke和Stroke\_Num都表示发动机冲程，是不同企业对同一属性不同的术语，二者是同义概念，它们之间的同义关系由SameAs原语定义。

```
<Case rdf:ID="Engine1">
  <Has_Slot rdf:resource="#Engine_Style"/>
  <Has_Slot rdf:resource="#Engine_Stroke"/>
...
</Case>
<Slot rdf:ID="Engine_Stroke">
  <owl:sameAs>
    <DataSlot rdf:ID="Stroke_Num">
      <owl:sameAs rdf:resource="#Engine_Stroke"/>
    </DataSlot>
  </owl:sameAs>
</DataSlot>
<Case rdf:ID="Engine2">
  <Has_Slot rdf:resource="#Engine_Style"/>
  <Has_Slot rdf:resource="#Stroke_Num"/>
...
</Case>
```

案例除了按照它们的属性定义外，还应记录案例库的位置信息，以便在一个案例推理服务器访问其他服务器上的案例库时，能够准确定位。本文中，案例库位置信息的记录方法为：在服务器本体定义中包含了案例库的地址信息，同时记录该服务器中存储了哪些案例类型。存储有相同案例类型的服务器组成一个逻辑服务器组(ServerGroup)，例如上述发动机案例所在的服务器都属于发动机逻辑组Engine\_

ServerGroup。

## 2.2 案例表示

领域专家通过上述知识表示方案，按照作为案例元数据的案例定义来描述它们的领域特性。知识表示过程如下：

如果领域专家要在某个案例推理服务器上定义一个新的案例类型，首先要定义组成案例的槽，即根据领域案例属性建立 Slot, IndexSlot, Problem, Solution 等基本本体的实例。然后使用这些槽实例定义案例本体，同时把案例的本体信息提交到本体服务器。

如果另一个领域专家随后要在其他服务器上创建相同的案例类型，首先查询本体服务器中已经定义案例类型，会发现案例本体已经存在。如果该案例的定义满足他的知识表示要求，那么只须在该服务器中包含该案例本体，否则，根据案例表示需求定义特定的槽，建立新的案例本体。对于案例中相同属性的不同术语，需要定义同义关系。

## 3 分布式案例检索

案例检索过程包括以下 2 个步骤：(1)从分布式案例库中提取所有与当前设计问题相关的设计案例；(2)计算查询案例和从案例库中提取的案例之间的相似度。

用户从客户端提交案例检索请求到存储有该案例类型的某个案例推理服务器，服务器首先根据它的案例定义创建一个动态数据表存储所有的相似案例。随后从本地案例库中抽取所有的相似案例到动态数据表中。然后查询本体服务器的本体目录，检查在其他案例推理服务器上是否存在相似案例，如果有，根据该服务器关于这种案例类型的本体形成一个远程查询，按照本地案例定义转化查询结果，并存储到动态数据表中。案例推理服务器收集到所有的相似案例信息后，开

(上接第 180 页)

边缘增强的效果用对比度改善指数 CII(contrast improvement index)来衡量。CII 定义为

$$CII = C_{processed} / C_{original} \quad (14)$$

将图像分成 3×3 的小块图像， $c$  为所有 3×3 小块图像对比度的平均值，对比度定义为  $(\max - \min) / (\max + \min)$  ( $\max$  为该块图像灰度值的最大值， $\min$  为该块图像灰度值的最小值)。计算如图 4 所示范围内的对比度改善指数，结果如表 1 所示。从表 1 可以看出，在传统算法中，45°方向与水平边缘的对比度改善指数之间的差别很大，45°方向边缘的对比度改善指数为水平边缘的 1.88 倍。而在新算法中，45°方向与水平边缘的对比度改善指数之间的差别很小，因此，增强效果接近相同。

表 1 对比度改善指数

对比度改善指数	水平边缘	45°方向边缘
传统算法	1.464 0	2.759 2
新算法	1.892 1	1.972 4

## 5 结束语

本文提出了一种新的基于小波变换的反锐化掩模图像增强算法，这种算法根据小波变换所提供的幅角，对小波系数进行自适应增强处理，解决了传统算法中存在的对比度相同

(上接第 182 页)

A Model-based Approach[C]//Proc. of Asia Conference on Computer Vision, Melbourne, Australian. 2002.

9 Huang P S. Recognition Humans by Gait via Parametric Canonical

始计算查询案例和收集到的相似案例之间的相似度。最后按照案例相似度高低进行排序，取相似度最高的案例作为备选方案，并激活案例修改规则对相似案例进行调整，把结果返回到客户端。

## 4 结束语

本文提出的分布式案例推理系统框架通过引入本体服务器，在分布式案例库之间建立了共享本体，各案例库在共享本体的约束和指导下可以灵活地表达各自的领域知识。由于各案例库的知识表示都遵循共享本体约定，因此能够有效实现知识集成。系统采用 Web Service 技术构建，能够实现分布式异构环境下的系统集成。该框架是一个开放的系统框架，具有很强的可扩展性。基于多案例库的分布式案例推理系统解决了单一案例库系统知识的局限性的问题，实现了企业之间知识的有效共享和重用。

### 参考文献

- 1 杨宁, 王玉, 周雄辉. 基于事例推理的注塑模加工时间定额的确定方法[J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(2): 275-279.
- 2 周凯波, 金斌, 冯珊. 一种分布式 CBR 工具研究与设计[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(9): 41-43.
- 3 Nagappan R. Java Web 服务开发[M]. 庞太刚, 陶程, 译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- 4 Chaudhury S, Singh T, Goswami P S. Distributed Fuzzy Case Based Reasoning[J]. Applied Computing, 2004, 36(4): 323-343.
- 5 Delgado M, Gomez-Romero J, Magana P J, et al. A Flexible Architecture for Distributed Knowledge Based Systems with Nomadic Access through Handheld Devices[J]. Expert Systems with Application, 2005, 29(4): 965-975.

而幅角不同的边缘增强效果之间差别较大的问题，使具有相同对比度而不同方向的边缘达到相同的增强效果。

### 参考文献

- 1 Gonzalez R C, Woods R E. Digital Image Processing[M]. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2002.
- 2 Brown T J. An Adaptive Strategy for Wavelet Based Image Enhancement[C]//Proceedings of Irish Machine Vision and Image Processing Conference, Belfast Northern Ireland. 2000.
- 3 陈武凡. 小波分析及其在图像处理中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- 4 Nakashizuka M, Aoki K, Nitta T. A Simple Edge-weighted Image Enhancement Filter Using Wavelet Scale Products[EB/OL]. (2005-8-10). [http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrcha\\_bstract.jsp?arnumber=1353983&isnumber=29746&punumber=9366&k2dockey=1353983@ieeecnfs&query=%28+a+simple+edge+weiht+ed+image+enhancement+filter+using+wavelet+scale+products%29+%3Cin%3E+freesrch&pos=0](http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrcha_bstract.jsp?arnumber=1353983&isnumber=29746&punumber=9366&k2dockey=1353983@ieeecnfs&query=%28+a+simple+edge+weiht+ed+image+enhancement+filter+using+wavelet+scale+products%29+%3Cin%3E+freesrch&pos=0).
- 5 Mallat S. 信号处理的小波引导[M]. 杨力华, 译. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- 6 周旋, 周树道, 黄峰, 等. 基于小波变换的图像增强新算法[J]. 计算机应用, 2005, 25(3): 606-608.

Space[J]. Artificial Intelligence in Engineering, 1999, 13(4): 359.

10 王亮, 吕科. 生物特征综合利用[R]. 中科院自动化所生物特征认证与测评中心, 2005-12.

