

Ontology 与 Agent 在服务选择中的应用研究*

王 刚¹, 殷凤霞²

(1. 安康学院 电子与信息工程系 ; 2. 安康学院 图书馆, 陕西 安康 725000)

摘要 :为了解决服务选择过程中由于缺少语义和有效的协商,使得用户难以获取满意服务这个问题,提出利用 Ontology 和 Agent 来进行服务选择的方法 SBOA(Service based ontology and agent),该方法包括本体相似度计算和 Agent 协商这两个主要过程。在本体相似度协商过程中,研究了一个改进的基于语义的相似度计算方法,在 Agent 协商策略的设计过程中,把寻找相似度值与服务成本的比值最大作为协商策略,设计了 Agent 之间基于效用最大的具体的协商算法。SBOA 既利用了 Ontology 的语义表示能力,也利用了 Agent 具有的自主协商能力,为它们的结合提供了一个途径,也为用户根据语义选择用户满意的服务提供了一个有效的方法。仿真实验表明了 SBOA 的过程和它的有效性。

关键词 :本体 ;相似度 ;服务 ;Agent

中图分类号 :TP182

文献标识码 :A

文章编号 :1672-6693(2010)05-0057-05

根据语义进行服务的发现与选择是用户获取满意服务的关键,用本体进行语义的描述与表示是研究的热点,当前很多相关研究把语义相似作为语义匹配的主要方法^[1]。如 ① 基于距离的语义相似度计算模型,该模型简单、直观,它依赖预先建立好的概念层次网络,网络的结构直接影响到语义相似度的计算,需要专家来精心安排概念所处的层次,以及安排层次中概念所处的具体位置,在实际应用中,面对大量概念与关系,这是很困难的事情,因为理论上两个相同的概念,无论位于什么层,什么位置,计算出的距离应该相同;② 基于内容的语义相似度计算模型,该模型充分利用了信息理论和概率统计理论的相关知识。这种方法不能更细致地区分层次网络中各个概念之间语义相似度的值,忽略了属性的语义扩展;③ 基于属性的语义相似度计算模型,该模型可以很好地模拟人们对现实世界中事物之间的认识和辨别,它要求对客观事物的每一个属性进行详细和全面的描述,而缺乏适当的语义扩展。

本文把相似性研究的成果引入到概念相似性度量,利用 Ontology 来表示语义和知识^[2]。提出了基于语义元支持度的概念相似性度量方法,该方法首先用语义元表示概念内涵,对特征进行语义扩展,以

求准确、全面及深入地表示它,引入支持度来表现不同语义元对概念内涵的支持度,综合考虑相似性、相关性、差异性、不同义元的支持度以及不对称性,通过比较语义元的相似性,实现概念相似性的度量。笔者引入了 Agent 理论,因为 Agent 具有属于其自身的计算资源和局部于自身的行为控制机制,能够在没有外界直接操纵的情况下,根据其内部状态和感知到的环境信息,决定和控制自身的行为;更由于 Agent 能够与其他 Agent(包括人),用 Agent 通信语言实施灵活多样的交互,能够有效地与其他 Agent 协同工作,因为有效的协商,使得根据语义选择服务更“名副其实”,用户可以获取满意的服务^[3]。

1 Ontology 和基于 Agent 的协商

目前,本体已经是知识工程和人工智能研究的核心问题之一,而且在知识管理、自然语言处理、电子商务、信息检索、数据库设计与集成及生物信息学等领域应用极为广泛^[4]。哲学上的本体被用来描述事物的本质,人工智能领域的本体,被用来获取、描述和表示相关领域的知识,并从不同层次的形式化模式上给出这些词汇和词汇间相互关系的明确定义,它可以描述为

* 收稿日期 2009-09-28 修回日期 2010-02-10

资助项目 陕西省教育厅资助项目(No. 09JK317),智能信息处理技术关键问题及应用研究(No. 2008akxy005);基于本体的服务研究(No. AYQDZR200916)

作者简介 王刚,男,副教授,博士,研究方向为人工智能,通讯作者 殷凤霞, E-mail akteyfx@163.com

定义 1 本体包含 6 个元素 $\{C, A^C, R, A^R, H, X\}$ 其中 C 表示概念集; A^C 表示每个概念的属性集; R 表示关系集; A^R 表示每个关系的属性集; H 表示概念层次; X 表示公理集。

定义 2 概念属性集 $A^C(c_i)$, 概念集 C 中的每个概念 c_i 用来表示相同种类的一组对象, 并能用相同的属性集进行描述。

定义 3 关系 $r_i(c_p, c_q)$, 关系集中的每个关系 r_i 表示概念 c_p 和 c_q 之间的二元关系, 并且该关系的实例是一对概念对象 (c_p, c_q) 。

定义 4 关系属性集 $A^R(r_i)$, 用于表示关系 r_i 的属性。

定义 5 概念层次 H H 是概念集 C 的概念层次, 并是 C 中概念之间的一组父-子关系(或父类-子类关系), 例如, 如果 c_q 是 c_p 的子类或子概念, 则 $(c_p, c_q) \in H$ 。

定义 6 公理 X 中的每个公理是对概念的属性值和关系的属性值的约束, 或是对概念对象之间关系的约束。

在人工智能和计算机领域, Agent 可以看作是能够通过传感器感知其环境, 并借助于执行器作用于该环境的任何事物。Agent 具有属于其自身的计算资源和局部于自身的行为控制机制, 能够在没有外界直接操纵的情况下, 根据其内部状态和感知到的环境信息, 决定和控制自身的行为; Agent 能够与其他 Agent 用 Agent 通信语言实施灵活多样的交互, 能够有效地与其他 Agent 协同工作; Agent 能够感知所处的环境, 并对相关事件作出适时反应; Agent 能够遵循承诺采取主动行动, 表现出面向目标的行为。协商是 Agent 对问题达成一致的重要手段, Agent i 发起协商过程可按如下步骤进行^[5]。

1) 在协商开始前, Agent i 提出协商问题并向其他 Agent 发送有关消息。消息的发送既可以采用广播形式, 也可以采用 Agent-agent 方式;

2) 收到消息的某个 Agent j 回信表明其协商意愿, 如果 Agent i 在限定时间内没有收到有协商意愿的消息, 则可以选择再次发送消息或结束;

3) Agent i 与有协商意愿的 Agent 进入协商状态, 双方交换 Initial offer。Initial offer 的交换根据实际应用的需要, 可以是双方同时交换或者只是由其中一方向另一方提供 Initial offer;

4) 收到对方的 offer 后, Agent 需要做出应答。如果 Agent 以 accept 或 quit 作为应答, 则协商结束;

如果 Agent 希望变更(增加或减少)协商问题, 则以 change 作为应答; 如果 Agent 希望重新开始协商, 则以 reject 作为应答; Agent 也可以选择以协商问题的值作为应答。如果 Agent 选择以协商问题的值作为应答, 则交换 offer 的过程一直持续到协商过程结束。

在协商协议的约束下, Agent i 通过与其他 Agent 交换 offer 进行协商, Agent i 的协商结构可以用四元组 $\langle H, \Omega, P, Strategy-model \rangle$ 加以描述:

H : 协商历史集合, Ω : Agent 关于环境或其他 Agent 的知识, 如关于环境参数的知识; P : Agent 在每个协商决策点拥有的知识。定义在 Ω 上的主观概率分布 $P_h(\Omega)$ 用于表示 Agent i 在协商历史为 H 的协商决策点拥有的知识。Strategy-model: 协商策略模型, Agent i 的协商策略是指 Agent i 在协商过程中提供的 offer 序列, 从对手的角度观察就是 Agent i 的协商历史。协商策略模型的主要任务就是决定如何根据协商环境及协商对手制定 offer。实际应用中用户可以选择为 Agent 配置不同的协商策略模型。

2 SBOA 模型

2.1 SBOA 模型的思想

首先根据用户和资源的信息^[6], 建立 User ontology 和 Resource ontology, 它们是 User agent 和 Resource agent 的输入。由 Main agent 进行统筹管理, 它的输入来自于 User agent 和 Resource agent(图 1)。

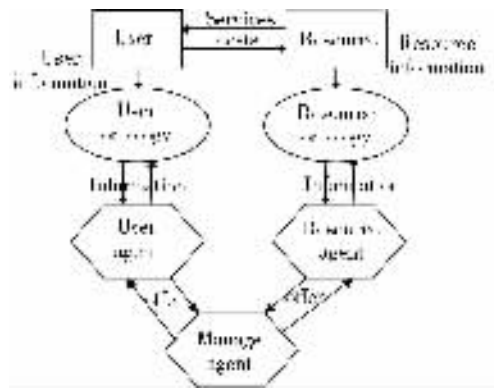


图 1 Ontology 和 Agent 在服务选择中的应用

每个用户包含很多信息 $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$, 这些信息组织为 User ontology, 资源包含的信息 $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ 组织为 Resource ontology。通常, $I \xrightarrow{U} A, I$ 对应信息的输入, A 对应获取的服务, U 对应效用。通常用户的行为表现为根据多种输入信息, 采取某一行动。资源本体信息要提供服务, 必然要与用户

本体信息进行交互。通常 Agent 采取的策略是 $I \cap A \xrightarrow{U'} A'$;在服务调度过程中,为了融入语义,借用本体来描述信息。所以对应的策略是 $similarity(U_0, R_0) \xrightarrow{U'} A'$,即通过相似度计算代替集合的交集。 U' 为选择 R_0 提供服务 A' 获得的效用。2.1—2.3 研究了确定效用函数的几种不同方法。对于 User ontology 和 Resource ontology ,如果其信息集合 I, R 发生了变化,反应出来的变化就是其获取服务 A 时,效用发生变化。

2.2 本体的相似度计算方法

不同的语义元,在表现概念内涵方面具有差异,本文用支持度来刻画它们的差异^[7]。

设 $C_1 : \{e_1 \alpha_1, e_2 \alpha_2, e_3 \alpha_3, \dots, e_m \alpha_m\} \rho \leq \alpha_i \leq 1$ $\rho_i \alpha_i$ 表示 e_i 的支持度为 α_i 。

可按如下规则进行语义扩展:

1) $R(A) \rightarrow e_k$ 表示对象 A 按规则 R 推理,得到的语义元 e_k ,其支持度为 1。

2) $R(e_i) \rightarrow e_k$ 表示语义元 e_i 按规则 R 推理,得到的语义元 e_k ,其支持度为 $e_i \alpha_i$ 。

3) $R(e_i \cap e_m \cap \dots \cap e_n) \rightarrow e_k$:对语义元的交集按规则 R 推理;得到的语义元 e_k ,其支持度为 $\text{Min}_{i=1}^n (e_i \alpha_i)$,即取最小的支持度。

4) $R(e_i \cup e_m \cup \dots \cup e_n) \rightarrow e_k$:对语义元的并集按规则 R 推理;得到的语义元 e_k ,其支持度为 $\text{Max}_{i=1}^n (e_i \alpha_i)$,即取最大的支持度。

算法1 计算概念的相似度

Begin

1) 假设有对象 A, B ,支持度集合分别为 sd_1, sd_2 。

2) 求 $A \cap B \quad I = A \cap B \quad \rho_x \in A \cap B \quad sd'_1 \in sd_1, sd'_2 \in sd_2 \quad K(A) = \{e_k\} \rho_k \in A \quad \rho_k \in I \quad m = |A \cap B|$ 。

$$3) r_1 = \frac{a}{a+b}; \text{其中 } a = \sum_{i=1}^M (e_i \rho_i + e'_i \beta'_i),$$

$$b = \sum_{i=1}^M (e_i \rho_i + e''_i \beta''_i) \quad \rho_i \beta'_i \geq \delta \quad \rho_i \beta''_i < \delta,$$

$e_i \in K(A) \quad \rho_i \in K(B) \quad \rho_i \in K(A) \quad \rho_i \in K(B) \quad \rho_i = e'_i, e''_i = e''_i, r_1$ 为支持度大于 δ 数量占总数量的比重 a 为交集中支持度大于等于 δ 的支持度之和 b 为交集中支持度小于 δ 的支持度之和,交集中,同一个元素,属于 A 和 B ,但是它们的支持度可能不同。

$$4) r_2 = \frac{x}{x+y}; \text{其中 } x = \sum_{i=1}^M e_i \rho_i \quad y = \sum_{i=1}^M e'_i \beta'_i,$$

$e'_i \in K(A) \quad \rho'_i < \delta$,以 A 为参照对象 r_2 为交集中属于 A 的语义元支持度大于 δ 的语义元支持度数量占的比重。

$$5) r_3 = \frac{|A'|}{m} \quad \rho_i \in A' \quad \rho_i \rho_i \geq \delta \quad \rho_i \in I \quad r_3 \text{ 为交集中属于集合 } A \text{ 的语义元支持度大于 } \delta \text{ 的个数占的比重。}$$

$$6) r_4 = \frac{|W_i| + |W_j|}{2m} \quad \rho_i \rho_i \geq \delta \quad \rho_j \rho_j \geq \delta, w_i \in K(A) \quad w_j \in K(B) \quad r_4 \text{ 为交集中,分别属于 } A, B \text{ 的支持度大于 } \delta \text{ 的元素个数占的比例。}$$

$$7) \mu(A, B) = \frac{1}{e^{|r_1-r_2|}} \times \frac{1}{e^{|r_3-r_4|}}, \text{表示交集中主要}$$

特征支持度差别越小,相似度越大,交集中主要特征个数差越小,相似度越大。

$$8) \mu(A, B) = \frac{\mu(A \cap B)}{\mu(A \cup B) + \alpha \times \mu(A - B) + \beta \times \mu(B - A)}$$

α 和 β 为系数。

$$9) S\text{-concept}(A, B) = \mu(A, B) \times q(A, B).$$

10) $S\text{-concept}(A, B)$ 就是概念 A, B 的相似度。

End

在步骤7)中,之所以选择函数 $\mu(A, B) = \frac{1}{e^{|r_1-r_2|}} \times$

$\frac{1}{e^{|r_3-r_4|}}$ 是因为 $\frac{1}{e^{|r_1-r_2|}} \in (0, 1]$ 而且 $\frac{1}{e^{|r_1-r_2|}}$ 是一个递减函数

即主要特征支持度差别越小,相似度越大。 $\frac{1}{e^{|r_3-r_4|}} \in$

$(0, 1]$ $\frac{1}{e^{|r_3-r_4|}}$ 也是一个递减函数,即主要特征个数差别

越小,相似度越大。 $\mu(A, B) \in (0, 1]$

本体由概念和关系组成,本体的相似性度量包括概念和关系的相似性度量。本文采用加权平均的方法,先度量本体概念的相似度,然后度量关系的相似度,最后求得本体的相似度。利用前面的算法得到

$$S\text{-concept}(O_1, O_2) = \frac{1}{n_1 \times n_2} \times$$

$$\sum_{\substack{i=n_1 \\ j=n_2 \\ i=1 \\ j=1}}^M \sum c_i \rho_j$$

其中 n_1, n_2 为 O_1, O_2 中概念的个数 $\rho_i \in O_1, \rho_j \in O_2$ 。

关系由概念和关系核组成。例如最基本的关系 $R_1 = \{c_1, \rho_2, r_1\} \quad R_2 = \{c_3, \rho_4, r_2\}$ 表示关系 R_1 包含概念 c_1, ρ_2 ,关系核为 r_1 ,关系 R_2 包含概念 c_3, ρ_4 和关系核 r_2 。按如下公式计算关系 R_i, R_j 的相似度。

定义 $S\text{-relation}(R_i, R_j) = S\text{-concept}(c_i^1, r_j^1) \times S\text{-concept}(c_i^2, r_j^2) \times S\text{-concept}(r_i, r_j)$,

对于上述关系 R_1, R_2 , 它们的相似度计算包括概念的相似度与关系名的相似度计算 $\mathcal{S}(R_1, R_3) = \mathcal{S}(c_1, r_3) \times \mathcal{S}(c_2, r_4) \times \mathcal{S}(r_1, r_3)$ 。

本体中关系相似度

$$S\text{-relation}(O_1, O_2) = \frac{1}{m \times n} \sum_{\substack{i=1 \\ j=1}}^{\substack{i=m \\ j=n}} S\text{-relation}(R_i, R_j)$$

其中 m, n 为 O_1, O_2 中关系的数目。 $R_i \in O_1, R_j \in O_2$ 。由此可以得出本体的相似度 $S\text{-ontology}(O_x, O_y) = \frac{S\text{-concept}(O_x, O_y) + S\text{-relation}(O_x, O_y)}{2}$

3.3 效用最大协商法

协商策略是 Agent 进行协商的重要组成部分, 用户如果选择语义值最接近的资源, 同时其成本也比较小, 这样用户获取的收益可能最大, 不是单方面追求相似性, 也不是单方面追求成本小。

算法2 效用最大协商法

Begin

1) User agent 向 Manage agent 发送 offer1。

2) Manage agent 向 Resource agent 发送 offer2。

3) Resource agent 向 Manage agent 发送 offer3。

4) Manage agent 计算相似度, 计算 S/C 。

5) Manage agent 计算每个序列的 $\sum_i^n S_i$, 计算 t ,

$$\text{计算 } x_i = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{t}。$$

6) Manage agent 寻找 x_i 最大值对应的二元组序列 $\langle u_i, r_j \rangle$, 得到对应的服务方案 $u_i \rightarrow r_j$ 。

7) Manage agent 发 message 给 User agent 和 Resource agent。

8) Manage agent 收到 User agent 和 Resource agent 的“accept”结束, 或协商达到一定次数结束。

9) 否则转 1)。

End

3 实验

有 m 个用户, n 个资源, 每个用户根据各自的要求, 需要使用这些资源, 每个用户使用某个资源可以获取自己的收益, 同时由于获取了服务, 就要付出一定的代价, 用户获取不同的资源, 其付出的代价可能

不同, 满意度也不一样, 另外, 一个资源在为某个用户提供服务的时候, 不允许另外一个用户获取该资源, 称为“独占”。现在需要寻找到一个较好的方案, 如何在让用户获取的收益和服务的满意度最大的同时, 整个系统的收益与满意度也达到最大。例如, 推荐商店任务, 有 5 个顾客要购物, 有 5 个商店可选, 每个商店的购物成本不一样, 称为代价, 每个顾客对某个商店的满意度也不一样(用语义相似度来刻画), 如表 1 和表 2 所示, 寻找一个方案, 让 5 个顾客花费较少, 满意度较高, 要求在某个时间段内, 每个人只能去 1 个商店, 每个商店也只允许一个顾客(为了简化进行的假设)。为了验证本文的方法, 本文假设 $m = n$, 其值分别为 5, 具体的取值如表 1, 表 2, 该取值是通过调查得到的。通过编程, 得到的服务方案为: 顾客 1 去商店 5; 顾客 2 去商店 2; 顾客 3 去商店 1; 顾客 4 去商店 3; 顾客 5 去商店 4。

表 1 相似度表

| | 商店 1 | 商店 2 | 商店 3 | 商店 4 | 商店 5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 顾客 1 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 顾客 2 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.6 | 0.4 |
| 顾客 3 | 0.7 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.5 |
| 顾客 4 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 顾客 5 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.7 |

表 2 所需时间表

| | 商店 1 | 商店 2 | 商店 3 | 商店 4 | 商店 5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 顾客 1 | 0.2 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 顾客 2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.5 |
| 顾客 3 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| 顾客 4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| 顾客 5 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |

传统的先来先服务法, 随机选择法, 由于任务的随机性, 用户难以选择到满意的方案及获取满意的服务, 相关很多文献已经有研究^[8]。而实际情况是, 满意度大, 并不意味着用户的收益大, 用户的收益是综合考虑多种因素的结果, SBOA 通过把满意度与效用的比值作为效用函数, 既符合消费心理学中认为的大多数人希望品质好, 成本低这个习惯, 也符合人们在服务选择不单独考虑某个指标这个事实, 本实验既演示了 Ontology 与 Agent 相结合的过程, 也验证了 SBOA 的可行性和有效性。

4 结束语

在研究本体相似度与语义相似的基础上, 本研

究提供了一个 Ontology 和 Agent 相结合进行服务选择的模型,该模型涉及语义元的确定,语义元、关系、本体相似度的计算和协商的策略等,为根据语义进行服务的选择提供了一种有效的方法。接下来的重要工作包括语义元相似度计算的优化,关系和本体相似度的优化,以及结合实际问题,充分利用 Ontology 和 Agent 的优点,研究更有效的协商算法等。

参考文献:

- [1] Hong S D. Ontology based resource matching in the grid—the grid meets the semantic web[C]. In Proceedings of The Second International Semantic Web Conference ,Sanibel-Captiva Islands ,Florida ,USA 2003.
- [2] Weinstein P ,Birmingham W. Comparing concepts in differentiated ontologies[C]. In Proc of KAW-99 ,1999.

- [3] Paolucci M. Semantic matching of web service capabilities [C]. In Proceedings of the First International Semantic Web Conference (ISWC) ,Sardinia (Italy) 2002.
- [4] Wache H ,Vogele T ,Visser U ,et al. Ontology based integration of information——A survey of existing approaches [C]. In Proc of the IJCAI-01 Workshop :Ontologies and Information Sharing ,Seattle ,WA 2001 :108-117.
- [5] 王立春,陈世福. 多 Agent 多问题协商模型[J]. 软件学报 2008(8) :1637-1642.
- [6] 王刚,邱玉辉. 一个基于本体的服务模型[J]. 西南大学学报(自然科学版) 2007 29(10) :129-133.
- [7] 王刚,邱玉辉. 一个基于语义元的相似度计算方法[J]. 计算机应用研究 2008 29(11) 3253-3255.
- [8] 官荷卿. 一种应用敏感的 Web 服务请求调度策略[J]. 计算机学报 2006 29(7) :1189-1198.

Study on Service Selections Based on Ontology and Agent

WANG Gang¹ , YIN Feng-xia²

(1. Dept. of Electronic & Information Engineering ;

2. Library of Ankang University , Ankang University , Ankang Shaanxi 725000 , China)

Abstract : Lacking of the semantic and negotiation between user and resource , we can 't find and select the service satisfied , a method SBOA(Service Based Ontology and Agent) to select the service is proposed , which includes the processing of similarity measurement and negotiation , we research and advance a method to measure the similarity of ontology based on semantic units. A negotiation strategy (NBUM) is designed based on maximum of similarity and service cost. By using of semantic ability of ontology and the negotiation of agent , SBOA provide a way to use ontology and agent , and also provide a method to select service user satisfied. Experiments show that our method is efficiency.

Key words : ontology ; similarity ; service ; Agent

(责任编辑 游中胜)