

文章编号: 1000-5641(2019)04-0097-14

面向用户需求的云桌面推荐方法研究

高志强, 袁 敏, 张 杰

(南京师范大学 计算机科学与技术学院, 南京 210023)

摘要: 云桌面是为用户提供可定制、共享资源的新型云服务, 用户可以将云桌面作为一种可检索的数据资源, 根据自身需求选择合适的云桌面. 从资源提供者和消费者两端, 提出了一种基于本体的用户需求描述与匹配的云桌面推荐方法. 一方面对资源提供端的服务功能和非功能特性进行了分析, 将基于本体技术对用户需求和待选桌面镜像进行匹配, 为用户发现更可靠的云桌面; 另一方面对资源消费端的用户需求进行了分析, 利用协同过滤机制, 供用户选择合适的云桌面资源, 避免了用户资源请求的偏差. 实验结果表明, 本文方法提高了云桌面在资源发现和选择过程中的准确性, 能根据用户潜在的需求向用户推荐更合适的数据资源.

关键词: 用户需求; 云桌面; 语义本体; 非功能属性; 服务推荐

中图分类号: TP311 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1000-5641.2019.04.010

User requirements oriented service recommendation for a cloud desktop

GAO Zhi-qiang, YUAN Min, ZHANG Jie

(College of Computer Science and Technology, Nanjing Normal
University, Nanjing 210023, China)

Abstract: A cloud desktop is a new type of cloud service that can provide customizable and shared resources. As a searchable cloud service, it can be configured to satisfy individual demands. This paper presents a cloud desktop recommendation method based on ontology, a description of user requirements, and matching from both resource providers and consumers. In one case, the service functions and non-functional features of a resource provider are analyzed, and ontologies are used to match user requirements with a candidate desktop image to find a reliable cloud desktop. In another case, user requirements for resource consumers are analyzed, and we utilize collaborative filtering methods to allow the user to select an appropriate cloud desktop resource, avoiding potential deviations in

收稿日期: 2018-08-05

基金项目: 江苏省高校自然科学研究项目(16KJB520023); 江苏省研究生教育教学改革课题(JGLX17-045); 江苏省教育科学“十三五”规划重点课题(C-b/2016/01/24); 南京师范大学“信息安全素养与软件工程创新”教学团队; 南京师范大学教改研究重点课题(2018015); 南京师范大学高层次人才科研启动基金

第一作者: 高志强, 男, 硕士研究生, 主要研究方向为云计算与软件工程. E-mail: gzqnnu@gmail.com.

通信作者: 袁 敏, 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为服务计算、软件工程、形式化验证. E-mail: myuan@nynu.edu.cn.

user resource requests. Experimental results show that the proposed method improves the accuracy of the cloud desktop in the resource discovery and selection process; moreover, the proposed method can recommend more suitable data resources according to the potential needs of users.

Keywords: user requirements; cloud desktop; semantic ontology; non-functional property; service recommendation

0 绪 论

近年来,随着科学技术和经济的快速发展,云计算技术^[1-2]迅速地向各个领域发展,越来越多的应用都迁移到了云上,云服务变得更加丰富和多元化.一般情况下,数据中心交付给用户的云桌面都是从服务提供商的角度进行考虑的.因为对于不同的用户有着不同的需求,如办公或测试,所以用户对应用软件也有不同的需求.为了满足用户需求的多样性,服务提供者提供了大量功能相同或相似的云桌面服务,用户通过搜索引擎来检索满足自己需求的云桌面.但是搜索引擎的好坏直接影响着用户检索的结果.用户通过关键字来寻找满足自己需求的云服务变得更加困难,因为基于关键字的服务匹配^[3-4]准确率较低.

另外,云桌面作为一种云服务,它们的交付有时并不能使用户和云桌面提供者双方都满意.从用户方面看,部分用户可能对云桌面资源的认知比较匮乏,对桌面中基础设施部分的请求比较随意,若该请求偏少会导致应用软件性能出现问题;企业私有云的资源量是有限的,若请求过度会导致资源浪费的问题.从资源提供者方面来看,数据中心有大量的桌面镜像,被多次使用的资源会有数据冗余和软件异常发生.所以,云桌面提供者提供服务的质量也是本文关注的重点.

传统的数据检索是基于关键字等方式来进行匹配的,而对于目前广泛存在同质、多样化的桌面服务来说,关键字匹配的准确度往往较低.为此,本文提出了一种基于本体的用户需求描述与匹配的方法:针对云桌面涉及的服务、数据、非功能服务描述等概念、关系,建立语义网本体进行描述;基于本体语义匹配和协同过滤机制,分别从资源提供者和消费者这两个角度来提高云桌面在资源发现和选择过程中的准确性,根据用户潜在的需求向用户推荐更合适的数据资源.

1 相关工作介绍

1.1 云服务与本体

云服务减轻了客户端的负担,减少了人力维护的成本.除了计算能力以外,云的存储能力可以避免本地硬盘崩溃、数据和文件丢失的问题.云平台通过共享池的搭建,为个人和企业用户提供绝佳的服务体验.云服务的主要优势在于共享资源,通常的云服务的分类有基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS)、平台即服务 (Platform as a Service, PaaS) 和软件即服务 (Software as a Service, SaaS).

国外对本体的研究比较早,在 20 世纪 60 年代就将本体的概念引入到了计算机科学领域中,经过几十年的研究发展历程,本体技术逐渐成熟:从本体概念的提出到 1993 年 Grubei 给出本体是概念模型的明确规范说明^[5],再到 Borst 在 Grubei 的研究基础上提出本体是共享概念模型的形式化规范说明;Studer 对相关技术进行了总结并给出了共享的一个通用定义^[6],即共享概念模型的明确的形式化规范说明,该说明提出了 4 个重要特征^[7],具体说明如下.

(1) 概念化: 本体对现实世界的事物用抽象方法进行建模, 本体概念化只考虑研究对象的领域并不依赖语言、平台等环境.

(2) 明确: 概念以及概念之间的关系都采用明确的定义.

(3) 形式化: 本体采用形式化方式使得机器可以理解, 并被机器处理.

(4) 共享: 反映本体中对领域知识有相同认识的概念集.

本体获得领域共有的知识, 用以描述概念及概念间的关系, 在领域中有共同认知和无歧义定义.

1.2 云桌面

虽然目前针对云桌面的研究有很多, 但是基本上都是关于云桌面的部署^[8]和管理系统的设计^[9], 很少有对云桌面服务发现的研究. 本文参考了从 Web 服务的角度来研究云桌面服务发现的方法, 并且在研究的过程中考虑了云桌面的自身特征.

基于传统的搜索引擎的方式并不能很好地满足用户的需求, 所以有很多学者使用本体技术对云服务发现进行研究. Liu 等人提出了一个基于本体的云服务发现方法^[10], 这个模型提供丰富的语义用来逻辑匹配, 但研究范围只限于基础设施. Affy 等人提出了一个成熟的业务领域本体^[11], 该本体包括云分类、交付、部署和价格模型, 并对非功能方面进行了深入介绍. Karim 等人提出设计一个独立于云服务提供商的云供应工具^[12], 即云用户通过云供应工具进行语义推理. 唐守利提出了一种非常适合结构化信息的语义检索模型^[13], 即通过云服务的描述信息进行语义标注、提取, 然后使用一个向量空间模型计算索引, 每个云服务都是用一个向量表示且向量的每个维度对应于本体中的一个概念, 最后求得向量的余弦相似度即可. 上述工作大都从资源提供方或者资源消费端的单一角度, 给出云服务发现或选择的方法. 本文分别从资源提供者和消费者两个角度来提高云桌面在资源发现和选择过程中的准确性, 并能够根据用户潜在的需求推荐更合适的数据资源.

2 基于本体的功能属性匹配方法

2.1 本体构建

云桌面服务在功能方面是否满足用户的需求, 可以用云桌面服务领域本体树的概念匹配方法来实现. 在领域本体树中使用推理机依次对任意两个不同的概念关系进行推理, 然后求得综合概念或属性的相似度. 云桌面本体构建步骤如图 1 所示,

首先要确定云桌面本体领域范围, 这里按照模块化本体设计思想, 即构建独立、自包含组件的本体来构建本体. 本体中单个模块的更新不影响组成本体的其他模块的变化, 也不影响模块化本体整体的知识表示. 云桌面是一个特别的云服务, 面向的是云服务领域的子领域; 其次确定云桌面涉及的核心概念术语是关于基础设施和软件设施的; 再次建立概念间的层次结构, 如 OS 和 Windows 具有的层次结构是父类和子类的关系; 紧接着是定义概念属性和用 XML 形式化进行表示, 在构建本体用到的软件是 Protégé^[14]; 最后, 对云桌面本体进行检测. 按照上述步骤, 建立的两个子领域本体如图 2 和图 3 所示.

2.2 云桌面功能需求匹配研究

本文将云桌面在服务注册中心用多元组格式进行管理, 而且用户请求也是通过转换成多元组的方式来寻找云桌面的, 如只考虑资源匹配的情况下, 用户请求可以用一个二元组表示 $R=(Infrastructure, Software_Facility)$, 其中, Infrastructure (IF) 代表基础设施如内存、操

作系统、磁盘、处理器, Software_Facility (SF) 包括开发软件、测试软件、办公软件等.

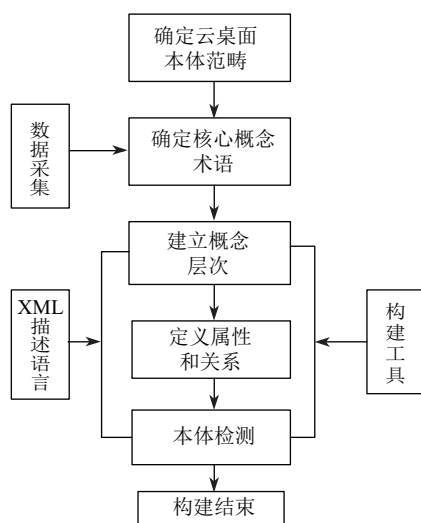


图1 云桌面本体构建流程图

Fig. 1 Cloud desktop ontology construction flow chart

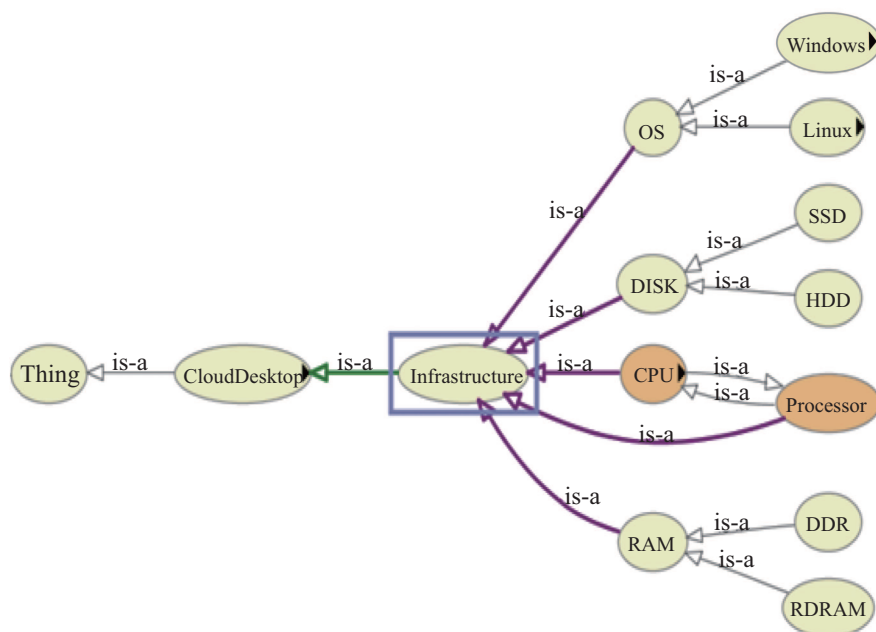


图2 基础设施子领域本体

Fig. 2 Infrastructure subdomain ontology

在基于本体的基础上, 通过推理机进行概念推理. 用户请求 R 与服务管理中心的云桌面服务 S 进行概念和属性相似度匹配, 最终返回满足用户功能需求的云桌面集合. 值得注意的是 IF 中的概念都是必选项, 而对于 SF 中的概念是按照用户使用特定需求动态进行组合, 所以用户的请求对 SF 中的参数数量随用户请求动态变化.

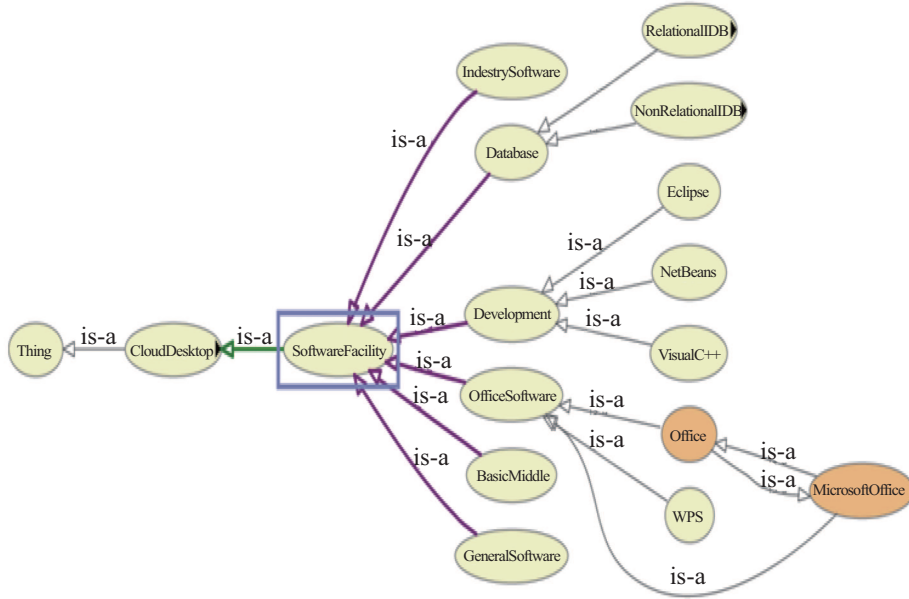


图3 软件设施子领域本体

Fig. 3 Software facility subdomain ontology

具体的云桌面资源匹配相似度相关计算公式如下, 公式中 α 、 β 、 λ 为加权因子, 同类参数之和为 1.

(1) 在本体模型中对具体两个概念进行推理并计算概念相似度^[15], 公式为

$$\text{Sim}_{\text{con}}(R_m, S_n) = \beta_1 \frac{|\text{super}(R) \cap \text{super}(S)|}{|\text{super}(R)|} + \beta_2 \frac{|\text{super}(R) \cap \text{super}(S)|}{|\text{super}(S)|}. \quad (1)$$

(2) 在本体模型中对 IF 的两个概念进行推理需要计算数据属性相似度, 计算公式为

$$\text{Sim}_{\text{data}}(d_1, d_2, c) = 1 - \frac{|d_1 - d_2|}{|c_{\text{max}} - c_{\text{min}}|}. \quad (2)$$

(3) 对于一个基础设施 IF, 分别要计算两个概念相似度和数据相似度. IF 的综合相似度计算公式为

$$\text{IF}_{\text{sim}}(R, S) = \alpha_1 \text{Sim}_{\text{con}}(R, S) + \alpha_2 \text{Sim}_{\text{data}}(R, S). \quad (3)$$

(4) SF 的相似度计算

因为软件设施 SF 在匹配过程中没有涉及概念属性的匹配, 所以只要计算概念相似度即可, 公式为

$$\text{SF}_{\text{sim}}(R, S) = \frac{\sum_{i=1}^m \max(\text{Sim}_{\text{con}}(R_i, S_n))}{m}. \quad (4)$$

(5) 通过相似度计算最终求得最终用户请求与云桌面服务的最终相似度值, 公式为

$$C_{\text{sim}} = \lambda_1 \text{IF}_{\text{sim}} + \lambda_2 \text{SF}_{\text{sim}}. \quad (5)$$

3 基于非功能属性评价的推荐方法

本文选择性能、可用性、稳定性、使用度这4个非功能属性来评价云桌面服务,它们具体描述了云桌面的特性,如图4所示.

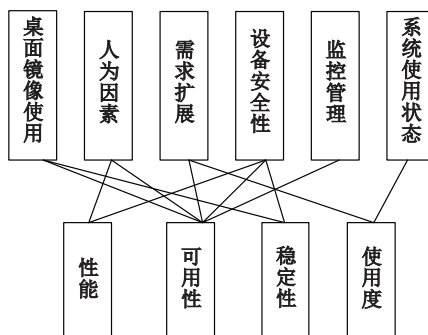


图4 云桌面的非功能属性

Fig. 4 Non-functional attributes of a cloud desktop

1. 性能 (Performance)

性能属性包含响应能力 (Response Ability) 和流畅度 (Fluency) 这两个度量属性或是子属性.

响应能力: 主要包括软件响应时间、任务完成时间能力的描述. 该性能指标是成本型指标, 响应时间越长, 性能越低.

流畅度: 该指标是用户的直接体验反馈, 一般用体验等级来表示, 如 excellent、good、general、poor、bad 等.

2. 可用性 (Availability)

可用性包括鲁棒性 (Robustness) 和 MTTF (Mean Time to Failure) 这两个度量指标.

鲁棒性: 该指标表示应用软件在执行中遭受异常仍能正常工作的能力.

MTTF: 该指标表示各应用软件在运行中平均无故障时间.

3. 稳定性 (Stability)

云桌面提供中心要保持长期的活跃性和稳健性.

4. 使用度 (Use Degree)

使用度即资源使用率, 为用户对云桌面资源的使用量与云桌面资源总量的比率, 其中, 资源包括存储、CPU 等.

由于用户对资源请求的偏差和云桌面本身服务质量的差异性, 只对用户的请求进行功能匹配并不能让用户得到一个合适的云桌面服务, 需要对目标用户和历史用户的功能需求进行匹配, 才能找到相似需求用户, 而且只有相似需求用户的非功能属性评价才具有参考意义. 所以, 要对非功能属性进行本体构建. 非功能本体构建流程与云服务资源本体构建流程相似.

3.1 本体构建

本体中的层次结构通过概念间的关系构建, 而关系的表示需要类、属性、实例以及公理来描述, 为了更好地体现非功能属性度量指标的层次关系, 本文通过本体构建软

件Protégé画出各概念间的关系, 如图5所示.

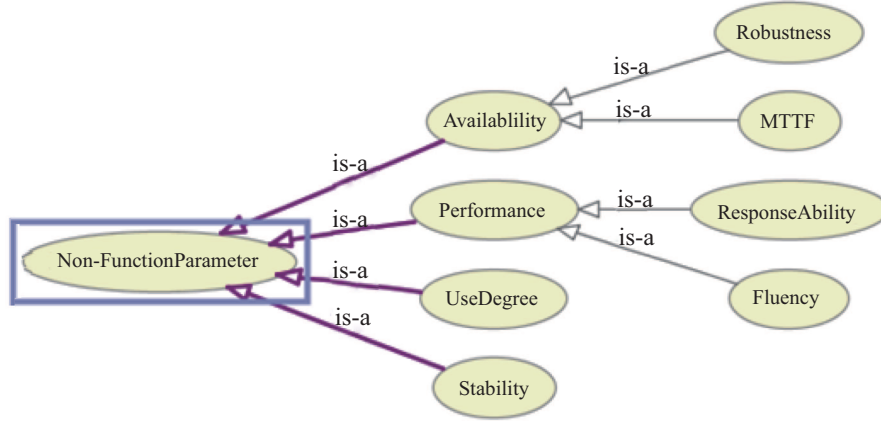


图5 非功能属性领域本体

Fig. 5 Non-functional attribute domain ontology

3.2 非功能语义匹配

非功能属性描述了一个服务或产品满足使用者功能需求以外的能力, 可以从很多方面来描述. 本文从性能 (Performance)、可用性 (Availability)、稳定性 (Stability) 以及使用度 (Use Degree) 这4个方面来描述关于云桌面容错的非功能属性.

(1) 不同质量属性的评价方式不同, 同一个属性的评价标准也是不一样的, 所以要对用户属性评价值进行量化和归一化^[16].

离散型数据是

$$q_{a,b} = 1 - \frac{\text{Index}_R}{t - 1}, \quad (6)$$

其中, a 、 b 分别表示数据集的 a 行 b 列.

连续性数据根据属性的不同可分为两种: 一种是成本型参数如价格, 价格是越低越好; 另一种是效益型参数如稳定性, 稳定性值是越高越好. 这两种参数的归一化分别可根据公式

$$q^- = \begin{cases} \frac{q^{\max} - q}{q^{\max} - q^{\min}}, & q^{\max} - q^{\min} \neq 0, \\ 1, & q^{\max} - q^{\min} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

$$q^+ = \begin{cases} \frac{q - q^{\min}}{q^{\max} - q^{\min}}, & q^{\max} - q^{\min} \neq 0, \\ 1, & q^{\max} - q^{\min} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

得到.

(2) 非功能指标的矩阵构造. 对于用户非功能请求 $\text{TF-QoS} = ((p_1, w_1), (p_2, w_2), \dots, (p_n, w_n))$, 其中符号 p 表示 property, w 表示 weight. 通过与相似用户曾经使用桌面服务的非功能属性进行语义匹配后得到满足条件的待选桌面集^[16].

用户请求与待选云桌面并不都有相同的参数, 所以在构造匹配矩阵时, 需要对待选云桌面服务的属性参数进行调整以满足用户请求的标准, 调整步骤如下.

第一, 根据用户请求的 n 个非功能属性参数, 分析用户请求的质量属性参数与候选云桌面中非功能属性参数的语义匹配相似度 MDS (Matching Degree of Similarity), 如果候选云桌面服务中重要的属性参数语义相似度匹配失败 (MDS=fail), 则表明该云桌面服务并不能满足用户的非功能需求, 将其在候选集中删除, 假设删除后的候选集桌面服务为 m .

第二, 将候选集中的云桌面服务属性参数 p 按照用户请求参数的顺序在矩阵中排列, 然后将矩阵中的参数值经过量化和归一化处理, 之后记作 q , 最终形成一个标准的数值匹配矩阵. 非功能属性参数匹配过程为

$$\begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} & \cdots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} & \cdots & q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ q_{m1} & q_{m2} & q_{m3} & \cdots & q_{mn} \end{pmatrix}.$$

该矩阵表示的是非父概念的属性 (度量指标) 排序, 其中 m 表示通过语义匹配后的云桌面服务个数, n 表示用户请求的非功能指标个数.

3.3 基于协同过滤的云桌面发现

当用户需要使用云桌面服务时, 可以通过用户接口输入用户功能需求, 由于本文引入了相似用户非功能属性评价的推荐方法, 所以在用户请求 R 中包含非功能需求. 将上述的二元组转变为三元组 $R=(IF, SF, TF-QoS)$, 具体的流程如图 6 所示.

云桌面发现大致流程步骤如下.

(1) 目标用户在接口界面中设置用户需求 R , 其中包括资源需求 IF、SF 和非功能需求 TF-QoS, 同时载入历史用户的历史记录、评价.

(2) 将用户请求 R 与历史用户功能需求信息的进行预处理.

(3) 利用推理机对用户请求 R 与历史用户需求信息在本体树中进行概念推理, 然后计算概念相似度. 如果存在需求相似的用户 (相似值大于阈值), 则执行 (5), 将相似历史用户放入相似需求用户集中, 然后利用协同思想归纳得到推荐桌面集; 如果与历史用户记录的匹配为 Null 则执行下一步.

(4) 如果没有功能需求相似用户的历史记录, 则目标用户直接与注册中心的桌面服务进行功能匹配, 检索成功将得到最终资源匹配集, 若没有相关匹配结果则检索失败.

(5) 相似需求用户集中都是目标用户关于功能匹配 (资源) 的相似用户, 由相似用户得到推荐桌面集, 再对推荐桌面集中的服务进行语义匹配, 满足匹配后得到待选桌面集.

(6) 对待选服务集中的云桌面非功能属性评价进行量化和归一化, 并按照用户权值要求对服务的非功能属性值进行加权计算, 得到最终桌面.

(7) 通过排序对最终桌面集中的云桌面服务按照综合评分进行排序, 得到最终输出.

3.4 云桌面推荐流程实例

依据协同过滤的思想, 根据相似用户的推荐, 目标用户可以得到一个推荐桌面集. 下面给出非功能属性匹配具体实例的计算过程.

(1) 用户请求 R 的 TF-QoS 部分: 用户相应的非功能请求 (权重) 如表 1 所示.

(2) 服务 S_i 的 QoS 部分: 服务 S_i 的非功能属性以及属性评价 (加权计算的结果), 具体如表 2 所示.

(3) 云桌面服务非功能属性语义匹配: 根据语义匹配, 得到用户请求 R_1 、 R_2 的匹配后的桌面列表, 如表 3 所示.

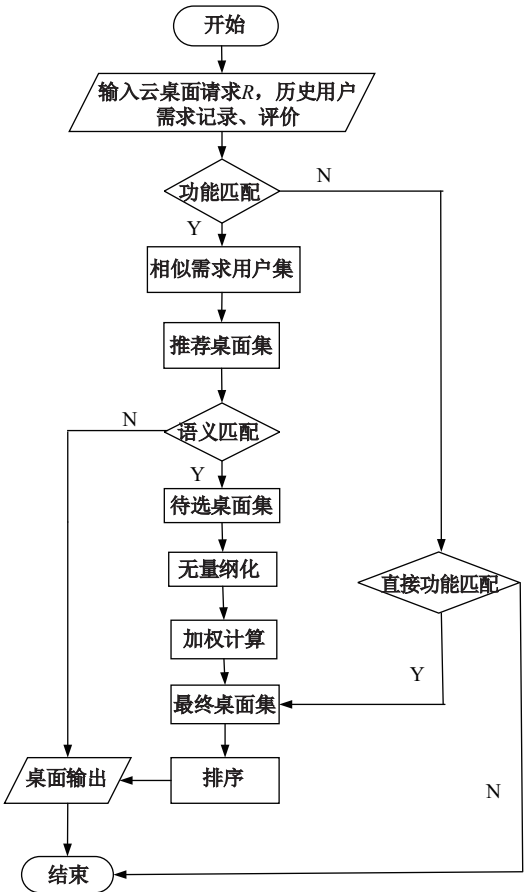


图 6 云桌面资源发现流程图
Fig. 6 Cloud desktop resource discovery flowchart

表 1 用户非功能属性权值请求表

Tab. 1 User non-functional attribute weight request table

请求	响应能力/权重	流畅度/权重	鲁棒性/权重	MTTF/权重	稳定性/权重	使用度/权重
R_1	0.2	0.3		0.1		0.4
R_2	0.2	0.2	0.1	0.1		0.4

表 2 桌面服务的非功能属性值表

Tab. 2 Non-functional attribute value table for cloud desktop services

服务	响应能力	流畅度	鲁棒性	MTTF	稳定性	使用度/%
S_1	good	4	0.9	0.9	excellent	50
S_2	excellent	5	0.85	0.75	good	40
S_3		3		0.6	general	74
S_4	poor	3	0.85	0.75	general	80
S_5	general	3	0.9		general	55
S_6	general	3	0.85	0.75	general	60

表 3 用户请求的语义匹配列表

Tab. 3 Semantic matching list of user requests						
	响应能力	流畅度	鲁棒性	MTTF	稳定性	使用度/%
S_1	good	4	0.9	0.9	excellent	50
S_2	excellent	5	0.85	0.75	good	40
S_4	poor	3	0.85	0.75	general	80
S_6	general	3	0.85	0.75	general	60

(4) 求 R_1 、 R_2 的非公功能属性值的无量化矩阵构造, 矩阵为

$$Q = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 0.9 & 0.9 & 5 & 0.5 \\ 5 & 5 & 0.85 & 0.75 & 4 & 0.4 \\ 2 & 3 & 0.85 & 0.75 & 3 & 0.8 \\ 3 & 3 & 0.85 & 0.75 & 3 & 0.6 \end{pmatrix}.$$

(5) 对相关属性值做归一化出, 最终得到的归一化矩阵, 为

$$Q = \begin{pmatrix} 0.75 & 0.75 & 0.9 & 0.9 & 1.0 & 0.5 \\ 1.0 & 1.0 & 0.85 & 0.75 & 0.75 & 0.4 \\ 0.25 & 0.5 & 0.85 & 0.75 & 0.75 & 0.4 \\ 0.5 & 0.5 & 0.85 & 0.75 & 0.5 & 0.6 \end{pmatrix}.$$

(6) 将 R_1 、 R_2 的权重分别带入归一化矩阵, 待选桌面对于 R_1 的综合得分计算, $S_2 > S_1 > S_4 > S_3$, 桌面服务 S_2 得分最高. 运算结果为

$$QoS_{R_1} = \begin{pmatrix} 0.584 \\ 0.735 \\ 0.435 \\ 0.565 \end{pmatrix}.$$

(7) 待选桌面对于 R_2 的综合得分, $S_2 > S_1 > S_4 > S_3$, 桌面服务 S_2 得分最高. 运算结果为

$$QoS_{R_2} = \begin{pmatrix} 0.68 \\ 0.72 \\ 0.42 \\ 0.60 \end{pmatrix}.$$

不同的服务评价和用户对非功能属性权重的要求对选择一个合适的服务很重要. 在表 2 中, 桌面服务 S_2 的评价相对较高, 所以用户 R_1 、 R_2 请求时检索出 S_2 的可能性很高.

4 实验评价与分析

本文在上述方法的基础上设计了一个云桌面检索原型系统, 并通过实验分析验证了该桌面推荐方法的有效性.

4.1 实验架构

图 7 给出了本文云桌面 (Cloud Desktop Retrieval, CDR) 检索系统的 IPO(Input, Process-

ing, Output) 图.

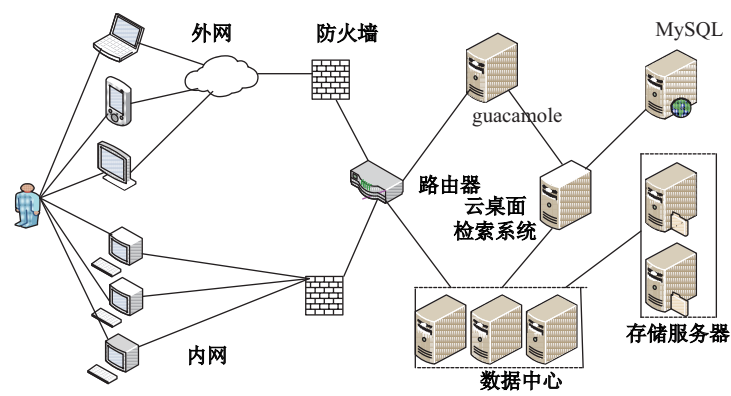


图 7 云桌面检索系统基础架构

Fig. 7 Cloud desktop retrieval system infrastructure

云桌面检索系统设计基于 B/S+VDI 架构模型, 一个注册用户需要使用云桌面服务时, 首先要通过 CDR 提供的用户接口输入用户的使用需求, 然后 CDR 系统处理用户请求并推荐相关符合需求的云桌面服务供用户选择, 最后用户选择最佳桌面服务使用并给出服务评价. 根据用户需求, 服务端接受请求, 做出相关处理后返回结果.

用户可以自定义设置基础设施、软件设施等资源需求, 还可设置非功能需求. 云桌面检索系统的检索功能如图 8 所示.



图 8 用户需求提交界面

Fig. 8 User requirement submission page

4.2 实验环境

测试实验中的服务器和云桌面的软硬件环境如表 4、表 5 和表 6 所示.

表 4 服务器硬件环境

Tab. 4 Service hardware environment

类型	CPU	内存	本地磁盘	本地网卡
4 台 Dell 服务器 R730 型号	E5 2640V4	256/128 GB	4×600 GB+4×1.2 GB	2×NICs, 10 GB+2×NIC, 1 GB

表 5 服务器配置环境

Tab. 5 Service configuration environment

类型	名称	版本
应用服务器	Tomcat	9.0
访问入口	CDR	3.0.3000
数据库	MySQL Server	2008 R2 sp2
许可服务器	License Server	11.14

表 6 桌面应用环境

Tab. 6 Desktop application environment

应用软件	应用软件	应用软件
Office 2013	MySQL5.7	NetBeans
Photoshop c4	Npp	PDF
Gvim	Visual c++6.0	mathtype
Eclipse4.6	Endnote7	Visio
StarUML2	Note v8	mindManger

4.3 基于本体的功能属性匹配实验

(1) 实验目的

在功能需求方面,资源池中存在大量功能类似的桌面镜像,用基于本体技术对用户请求进行匹配,检索的结果较无本体的方法更为准确.

(2) 评价标准

评价标准是有无本体的评比方式.信息检索的评估方式一般是使用者准确率(Accuracy Rate)和查全率这两个标准:查准率是指检索出的有效信息占全部检索信息的百分比;查全率是指检索出的相关信息占系统所有相关信息的百分比.采用查准率来验证在有无本体的状况下检索云桌面服务的准确率,查准率 P 公式为

$$P = \frac{s}{S} \times 100\%, \quad (9)$$

其中, s 为检索出的符合用户需求的服务, S 为查找出的全部服务.

(3) 实验结果

实验结果如图9所示.

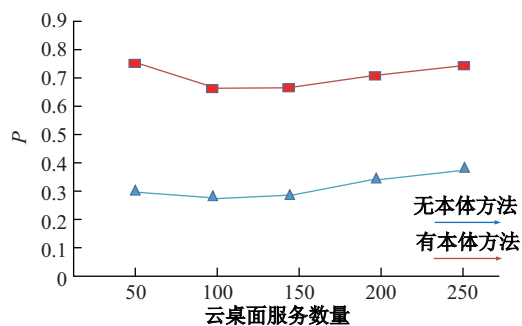


图9 云桌面服务查准率

Fig. 9 Cloud desktop service accuracy rate

图9实验结果表明,随着云桌面服务数量不断增加,采用有本体的匹配方法检索比无本体的匹配方法检索的查准率更高,因为采用本体可以在语义上进行推理,系统能提供更加智能化的匹配结果.

4.4 基于本体的非功能属性评价实验

(1) 实验目的

在资源消费端,用户对自己的应用需求表述具有不确定性.验证文中通过分析需求相似用户的使用评价向用户推荐合适的资源,能否避免用户资源请求的偏差.

(2) 实验方法

为了验证系统是否推荐了合适的桌面资源,实验采用用户访问调查的方法,对最终用户的满意度进行统计.在个性化服务选择机制中,为避免用户请求偏差与云桌面服务本身的质量问题,本次实验采用用户满意度体验测试的统计方式,来验证本文所使用的非功能属性评价方法的有效性.

本次实验采用了在线调查的方式进行统计,结合问卷自动校验方法,针对特定用户群体进行了网上调查.提供适当的激励措施以此吸引更多的用户参与调查,减少无效问卷和避免样本分布不均衡的影响.问卷内容如表7所示.

表7 问卷调查表

Tab. 7 Questionnaire

云桌面服务	非功能度量指标			得分
	性能	可用性	稳定性	
S_1	0.75	0.75	0.9	
S_2	1.0	0.75	0.85	
S_3	0.75	0.5	0.85	
S_4	0.25	0.5	0.9	
S_5	0.5	0.75	0.9	
S_6	0.75	0.5	0.85	

问卷调查表从用户自身关切的3个非功能属性进行统计,这3个指标代表着用户对服务的满意评价;然后,再根据各用户对指标权重的要求,进行加权平均.

(3) 实验结果

参与本次问卷调查的用户分为理工科组和文科组两类,由理工科和文科专业本科生各年级随机选择30人共240人组成,分别做两组不同的实验,包括不含推荐方法的体验测试和使用本文推荐方法的体验测试.每个人通过检索系统选择云桌面服务并体验,使用完成后给出自己的满意度评价,可以对应到非功能度量指标.由此,可以得到两组测试在各个指标的满意度对比情况,具体如图10所示.

(4) 实验分析

以上两组分别使用有推荐方式和无推荐方式进行云桌面体验测试.用户连接到按自己需求选择的云桌面上,进行相应软件的操作;用户对使用的每一个云桌面都有一个满意度评价.在云桌面测试数量的递增过程中进行数据统计,通过非功能评价推荐方法,可以发现选择推荐云桌面的比无推荐情况下的用户满意度更高.

5 总 结

云桌面是基于云计算的虚拟化、分布式和集约化技术的新型互联网应用.目前互联网中广泛存在同质、多样化的桌面服务.针对用户需求的个性化,云桌面推荐是一项重要的应用需求.服务质量不稳定以及用户对桌面资源预估不足会导致系统异常的发生或云资源的浪费.本文提出了一种面向用户需求的云桌面推荐方法,将用户对资源的需求从基础设施和软件设施两个方面,统一刻画出桌面资源功能和非功能需求的领域本体;在资源提供端,提出了通过表示和评估

云桌面相关的非功能属性, 向用户提供可靠桌面应用的方法; 在资源消费端, 提出了通过分析相似用户需求的使用评价, 向用户提供合适的资源, 避免了用户资源请求偏差的产生. 但本文构建的需求领域本体仍停留在实验阶段, 将来应结合实际应用场景增加领域本体的实用性; 原型系统的设计仍比较简单, 未充分考虑与实际云桌面平台的接口, 以后可以整合实际云桌面产品功能, 与系统进行接口开发, 选择门户集成的方式进行整合.

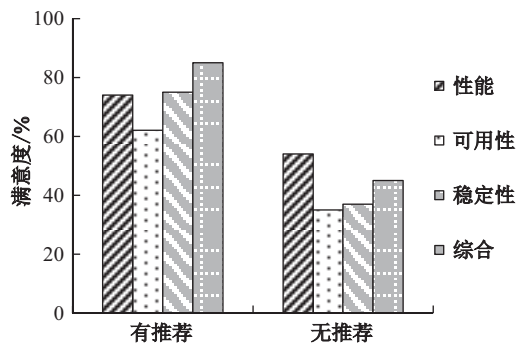


图10 用户满意度对比

Fig. 10 User satisfaction comparison

[参 考 文 献]

- [1] SHEU P C Y, WANG S, WANG Q, et al. Semantic computing, cloud computing, and semantic search engine [C]//2009 IEEE International Conference on Semantic Computing. 2009: 654-657.
- [2] 林闯, 苏文博, 孟坤, 等. 云计算安全: 架构、机制与模型评价 [J]. 计算机学报, 2013, 36(9): 1765-1784.
- [3] BOUVEYRON C, BRUNET-SAUMARD C. Model-based clustering of high-dimensional data: A review [J]. Computational Statistics and Data Analysis, 2014, 71: 52-78.
- [4] BHALOTIA G, HULGERI A, NAKHEY C, et al. Keyword searching and browsing in databases using BANKS [C]// Proceedings of the 18th International Conference on Data Engineering (ICDE'02). IEEE, 2002: 431-440.
- [5] GRUBER T R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing [J]. International Journal of Human Computer Studies, 1995, 43(5/6): 907-928.
- [6] STUDER R, BENJAMINS V R, FENSEL D. Knowledge Engineering, Principles and Methods [J]. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(1/2): 161-197.
- [7] FENSEL D. The semantic Web and its languages [J]. IEEE Intelligent Systems, 2000, 15(6): 67-73.
- [8] 王鑫. 基于虚拟桌面技术的高校多媒体教室的设计 [J]. 电脑与信息技术, 2014, 22(1): 28-31.
- [9] 金洁. 虚拟桌面管理系统的设计与分析 [D]. 南京: 南京理工大学, 2013.
- [10] LIU L, YAO X F, QIN L J, et al. Ontology-based service matching in cloud computing [C]//IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2014: 2544-2550.
- [11] AFIFY Y M, BADR N L, MOAWAD I F, et al. A comprehensive business domain ontology for cloud services [C]//8th International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS). 2017: 134-143.
- [12] KARIM B, TAN Q, VILLAR J R, et al. Resource brokerage ontology for vendor-independent cloud service management [C]//IEEE 2nd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA). 2017: 466-472.
- [13] 唐守利. 基于本体的云服务语义检索模型研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [14] PROTÉGÉ. The Protégé Ontology Editor and Knowledge-Base Framework [CP/OL]. [2018-06-21]. <http://protege.stanford.edu/>.
- [15] ANDREASEN T, BULSKOV H, KNAPPE R. From ontology over similarity to query evaluation [C]//2nd International Conference on Ontologies, Databases, and Applications of Semantics for Large Scale Information Systems (ODBASE). 2003: 35-39.
- [16] 郭广军, 胡玉平, 陈志刚, 等. 一种带QoS约束的语义Web服务选择方法 [J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2010, 44(3): 386-391.

(责任编辑: 李 艺)