

移动环境下的服务描述和服务匹配研究

张英, 金蓓弘, 丛兰兰, 温元丰

(中国科学院软件研究所软件工程技术中心, 北京 100080)

摘要: 服务发现与资源定位是移动环境下进行信息共享、处理的前提, 服务描述和服务匹配策略是其中的关键问题, 服务的多样性、异构性以及移动环境的动态性使得这些问题更加复杂。该文提出一种支持服务多样性和异构性的服务描述模型, 针对此模型设计并实现了高效的存储结构和包括精确匹配、部分匹配的服务匹配策略, 实验结果表明该策略的服务匹配性能优于基于XML的XPath方式。

关键词: 服务发现; 服务描述模型; 匹配策略

Research on Service Description and Service Matching in Mobile Environment

ZHANG Ying, JIN Bei-hong, CONG Lan-lan, WEN Yuan-feng

(Technology Center of Software Engineering, Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

【Abstract】 Service discovery and resource location are prerequisites to information share and processing in mobile environment where service description and matching are the key issues which become more complex due to diversity and heterogeneity of services, as well as volatility of mobile environment. This paper presents a service description model for various and heterogeneous services, designs implements the efficient storage and service query for this model which includes accurate matching and partial matching. Experimental results show the service matching exceeds XPath for XML-fashion services in query performance.

【Key words】 service discovery; service description model; matching strategy

1 概述

无线网络的逐步成熟和移动设备的日益普及使得移动应用迅猛增长, 服务发现与资源定位是移动环境下进行信息共享、处理的前提。为了完成服务发现和资源定位, 服务提供者应该能精确地描述所提供的服务, 服务请求者应该能在网络中查询到所需的服务资源。由此可见, 服务描述和服务查询是其中的关键问题。在移动环境中, 服务资源通常具有多样性和异构性的特点, 体现在: (1) 服务资源种类繁多, 表现形式多样; (2) 服务资源的形态、调用方式及底层通信机制互不相同。因此, 建立一个支持多样性和异构性的服务描述模型、构建一个高效的服务匹配算法对于一个完备的服务发现系统很重要。

已有一些研究工作针对移动环境下的服务发现和资源定位问题。在Bluetooth SIG^[1]制定的SDP(service discovery protocol)中, 服务由若干服务属性组成的一个服务记录来描述, 每个服务属性包括2部分: 属性ID和属性值。属性被分为2类: 具有规定意义的常规服务属性和自定义服务属性。Bluetooth包括多种服务查询模式: (1) 根据服务发现服务器中的服务记录句柄直接访问相应的服务; (2) 通过特定属性的UUID来查找具有特定属性的服务; (3) 浏览所有的服务。SLP^[2](service location protocol)是IETF制定的适用于一定场所内的分布式、轻量级、可扩展的服务发现协议。它的服务描述需要符合文法: <service-description>:: =<life-time><URL-Entry><attr-list>, 其中, <life-time>表示服务描述信息的有效期; <URL-Entry>是遵循一定格式的服务地址描述; <attr-list>表示属性列表。SLP支持服务浏览和基于字符串的

服务属性查询, 用户可以通过布尔操作符(AND, OR)、比较操作符(=, <, <=, >, >=)以及子串匹配等查询操作符表达查询。SDS^[3](service discovery service)是加州大学Berkeley分校开发的一个安全服务发现服务系统。在SDS系统中, 服务提供者用XML文档描述自己提供的服务并在系统中注册, 注册信息包括地址、性能、有效期、JavaRMI地址等, 而客户也根据XML模板描述自己的服务需求。SDS使用XSet XML搜索引擎来搜索客户可访问的服务。INS^[4](intentional naming system)是麻省理工开发的一个资源发现和服务定位系统。它使用一种XML语言, 以层次结构的属性/值方式描述服务; 并且使用一种类似于DNS的名字解析机制对客户请求进行路由并解析, 返回服务的位置信息或者直接将客户的数据传递给服务。

以上研究均有其局限性以致无法支持服务的多样性和异构性。基于属性/值对的解决方案, 描述能力有限; 基于XML或类XML的解决方案, 描述能力丰富, 但文件中大量的标记使得处理服务描述的效率不高, 并且服务匹配的效率也有所下降。因此, 本文提出了一种支持服务多样性和异构性的服务描述模型(service description model supporting diversity and heterogeneity of services, SDMDH), 并针对此模型, 设计实现了包括精确匹配、部分匹配的高效的服务匹配策略。

基金项目: 国家“973”计划基金资助项目(2002CB312005)

作者简介: 张英(1981-), 女, 硕士研究生, 主研方向: 网络分布计算和软件工程; 金蓓弘, 博士、副研究员; 丛兰兰, 硕士研究生; 温元丰, 本科生

收稿日期: 2006-12-15 **E-mail:** zhangying@otcaix.iscas.ac.cn

是通过层层递归来减少候选 Service-records。初始时将 S 置为所有可能的 Service-records 的集合；然后对于 ns 的每个 av-pair 子节点 p, 在 Service-tree T 中寻找对应的属性节点 Ta, 如果 Ta 不存在, 则将 S 置空, 程序返回; 否则, 验证二者的值节点是否相等, 若相等, 逐层递归直到到达叶子节点。这样, 算法结束时集合 S 即为匹配查询的服务的集合。支持部分匹配的匹配算法如下:

```

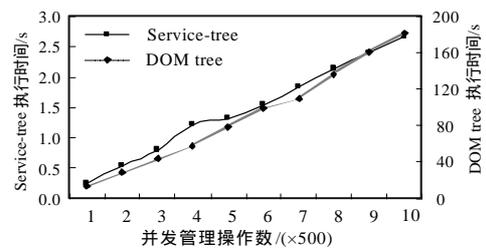
Lookup_Service (Service-Tree T, Service -Specifier ns)
    return Lookup(T's root, ns's root)
Lookup (ValueNode vNode, AV-Pair pNode)
    S <- the set of all possible Service-Records
    foreach AV-Pair p:= pNode's child(Na, Nv)
        Ta <- the child of vNode such that
            Ta's attribute = p's attribute
        if Ta = null
            S <- an empty Service-Record Set
            goto 19
        else if p's Value is wildcard
            S <- S intersect with the Service-Records of each Ta's child
        else
            foreach Tv which is a child of Ta
                if Match (p's Value, Tv) = TRUE{
                    if Tv is a leaf node or p is a leaf av-pair
                        S <- S intersect with the Service-Record of Tv
                }
            else
                S <- S intersect with Lookup(Tv, p)
        goto 19}
    S <- an empty Service-Record Set
    return S
Match (Value value, ValueNode vn)
    Get operator OperatorType from vn
    check if value matches vn under this OperatorType
    if match
        return TRUE
    else
        return FALSE

```

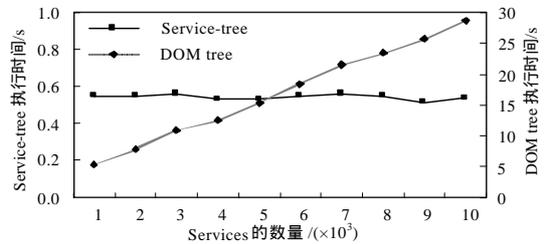
4 性能测试

本文将具有相同内容的服务分别用 SDMDH 和 XML 文档表示, 比较了服务管理操作的性能和查询操作的性能。对存储相同服务描述内容的 Service-tree 与 DOM tree, 分别执行相同数量的并发管理操作(包含添加、更新与删除操作), 比较操作的执行时间。比较结果如图 3 所示, 可以看出, 基于 Service-tree 的服务信息添加、更新、删除等管理操作的执行性能远远优于基于 DOM tree 的服务管理操作。当服务的规模一定时, 如图 3(a)所示, 基于 Service-tree 的管理操作执行时间随并发操作数量的增多线性增长。当并发管理操作的数量一定时, 如图 3(b)所示, 基于 Service-tree 的服务管理操作执行时间近似不变, 与服务的规模无关, 这是因为在每层节点的遍历搜索中均采用了 Hashtable 的方法, 使得一层节点的遍历匹配操作复杂度从线性搜索的 $O(n)$ 降为了 $O(1)$ 。

本文将第 3 节的部分匹配策略与基于 DOM tree 的 XPath 匹配策略进行了实验比较, 其比较结果见图 4, 可知基于 Service-tree 的服务匹配的性能远远优于 XPath。由图 4(a)可见, 随并发操作数量的增多, 2 种方式的操作执行时间均线性增加; 由图 4(b)可见, 基于 Service-tree 的部分匹配策略的执行时间与树的规模无关。

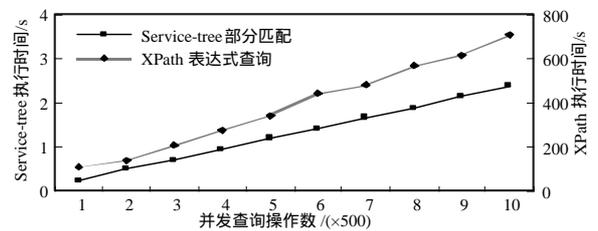


(a)固定服务规模为 10 000 Services 的情况

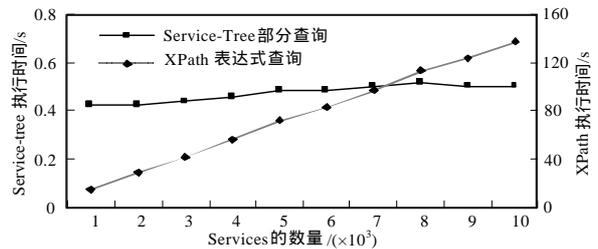


(b)固定并发管理操作数为 1 000 的情况

图 3 管理操作的性能比较



(a)固定服务规模为 10 000Services 的情况



(b)固定并发查询操作数为 1 000 的情况

图 4 SDMDH 查询与 XPath 查询性能比较

5 结束语

为了表达属性之间纷繁的层次性关系, 本文设计了一种支持服务多样性、屏蔽异构性的服务描述模型 SDMDH。针对此模型设计的精确匹配策略和部分匹配策略在很大程度上提高了服务发现的表达能力和匹配能力。但在一些问题上还需要进一步研究, 如提供设计完备的标签/属性语料库以支持语义匹配, 设计更符合实际、更有效的匹配度设定规则等, 这也是进一步研究的重点。

参考文献

- Bluetooth SIG. Bluetooth Specification (Version 1.0B) [EB/OL]. [2006-12]. https://www.bluetooth.org/foundry/specification/document/Bluetooth_Core_10_B.pdf.
- Guttman E. Service Location Protocol: Automatic Discovery of IP Network Services [J]. IEEE Internet Computing, 1999, 4(3): 71-80.
- Czerwinski S E, Zhao B Y, Hodes T D, et al. An Architecture for a Secure Service Discovery Service [C] // Proc. of the 15th Annual International Conference on Mobile Computing and Networks. 1999.
- Adjie-Winoto W, Schwartz E, Balakrishnan H, et al. The Design and Implementation of an Intentional Naming System [C] // Proc. of the 17th ACM Symposium on Operating System Principles. 1999.