

语义关联及其在组合服务选择中的应用

王海艳^{1,2}, 熊良¹

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;
2. 东南大学 计算机科学与工程学院, 江苏 南京 210096)

摘要: 现有的组合服务选择方案往往认为服务质量独立于服务间的关联关系,而在实际面向服务的应用中,被选服务的服务质量却常常受到其他参与组合过程的服务的影响。文中用语义关联即服务间的语义关系来表达服务关联,分析并定义了控制逻辑关联、接口依赖关联和业务流程关联三个粒度的语义关联关系,提出了关联服务集的概念及产生方式,并将服务间的语义关联性作为服务选择的重要指标,给出了支持语义关联服务选取的 QoS 模型;同时通过模块化关联服务、利用顺序结构的工作流方式,设计了一种支持语义关联服务组合的选择方法,使组合服务能够更有效地提高服务质量,更大程度地满足用户需求。仿真实验表明该方法是可行且有效的。

关键词: 原子服务;语义关联;服务质量;组合服务

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)06-0001-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.06.001

Semantic Correlation and Its Application in Composite Service Selection

WANG Hai-yan^{1,2}, XIONG Liang¹

(1. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;
2. College of Computer Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: It is generally accepted that quality of service (QoS) is independent of relationship between services in current composite service selection methods. However, in the real service-oriented applications, QoS of the selected service is usually affected by collaborative services participating in the service composition. To address this problem, semantic correlation is employed to describe service correlation, analyze and define the control logic correlation (CLC), interface dependent correlation (IDC) and business process correlation (BPC) on three particle size with the semantic correlation, followed with the concept and generation method of related service sets. A semantic-correlation aware QoS model for service selection is also presented taking semantic correlation between services as an important selection criterion in this paper. Furthermore, a semantic correlation aware composite service selection method is designed based on the modularization of related services and the utility of sequential workflow structure. Experimental results demonstrate that the proposed method is feasible and effective, which not only effectively improves the QoS of composite service but also meets the demands from the service requester well.

Key words: atom service; semantic correlation; quality of service; composite service

0 引言

随着 WEB 服务等分布式应用系统的迅速普及与推广,满足相同功能而具有不同非功能属性的服务数量呈爆炸性增长。如何在诸多候选服务中选择所需服务,并将其进行有效聚合,以形成虚拟的满足不同用户需求的增值的组合服务,已成为新的应用需求和研究热点^[1-3]。选择服务质量好、性能优,同时满足用户需

求的组合服务是服务选择的最终目标。目前已有的服务选择方法存在以下不足:

(1)未充分考虑组合服务间的语义关联性。多数服务选择算法以“服务间相互独立,单个服务的服务质量独立于其他服务”为前提,而在实际的面向服务应用中,可选服务的服务质量往往依赖于其他候选服务。当可选服务的服务质量之间存在关联关系时,其

收稿日期:2012-08-19

修回日期:2012-11-22

网络出版时间:2013-05-14

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(61201163);江苏高校优势学科建设工程资助项目(yx002001)

作者简介:王海艳(1974-),女,博士,教授,CCF 会员,研究方向为网络与信息安全、可信计算技术、服务计算技术;熊良(1985-),男,硕士研究生,研究方向为计算机软件与理论。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130514.1710.008.html>

宣称的 QoS 值与实际 QoS 值往往会产生偏离,从而导致组合服务的实际 QoS 值下降,不利于组合服务最大程度上满足服务消费者的需求。

(2) 未充分考虑用户的需求。多数服务选择算法关注 QoS 值的计算,通过某种方法计算多维属性的综合 QoS 值并对其进行排序以评定服务的优劣,QoS 值越大的服务越优秀,服务选择的结果过度依赖于 QoS 值的结果,但在实际应用中,用户需求的服务并不一定是 QoS 值最大的,与用户需求最接近的服务才可能是最优的服务。

针对以上问题,文中从用户的角度出发,将服务间的语义关联性作为服务选择的影响因素之一,设计了一种支持关联服务组合的选择方法,使组合服务不但能充分利用其固有特性,而且能够有效地提高组合服务质量,更大程度地满足用户的需求。

1 相关工作

服务间的语义关联是良好定义的、建立在服务交互和服务语义描述基础上的关联关系,描述服务之间的功能性和非功能性属性;是关于服务间接触、联络、关联和聚合等方面的关系数据,它们把一个服务与另一服务联系在一起,形成了基于服务关系的服务生态系统。组合服务并不是多个服务的简单组合,各个服务之间可能存在着诸如数据、条件、资源、业务等各种各样的关联关系,这些关联关系影响着组合服务的质量和执行过程。

针对支持服务关联的组合服务选取问题,Ye 等^[4]提出了一种支持服务关联关系的 QoS 描述模型,用于刻画可选服务的服务质量对其他可选服务的依赖关系。在大规模服务选择过程中,对同一属性的服务 QoS 值均需要一一存储及条件查找,组合服务的效率将急剧下降。Dai 等^[5]提出了一种支持组合服务选取的 QoS 模型,将服务的关联度作为衡量组合服务质量的指标,但该模型只考虑了数据逻辑关系对于服务可组合性的影响,没有考虑条件依赖关系对于组合服务的影响。Li 等^[6]提出了组合服务的语义关联模型,简单综合考虑服务间的数据逻辑关系以及条件依赖关系对于组合服务的影响,且忽略了用户对某一属性的特殊要求。

基于以上问题,在充分考虑用户需求的前提下,将服务间的语义关联性作为服务选择影响因素之一,实现基于语义关联的服务选择,提高服务选择的效率。

2 语义关联服务选取的 QoS 模型

2.1 基本服务的抽象描述

为了有效地研究关联服务间组合服务的选取问

题,文中给出了关联服务集的概念,用于刻画可选服务的服务质量对其他可选服务的依赖关系,同时也形式化地定义了服务关联及其接口参数。

定义 1: 服务关联 SC (Service Correlation)。

服务关联是指两个或多个原子服务间在服务运行时产生的一种上下文依赖关系或执行中产生的一类合作、竞争关系。将其形式化定义为: $SC = \langle S * S, SR \rangle$, S : 表示现实可用的服务或抽象服务,包含原子服务和模块化服务(即服务组件); SR : 表示服务间的关联关系且 $SR = \{CLC, IDC, BPC, others\}$, CLC : 基本服务间控制逻辑关联; IDC : 基本服务间接口依赖关联; BPC : 业务流程关联; $others$: 表示其他各种出现或将出现的服务关联。其中,当服务间产生关联关系时,服务关联对服务的质量与性能必将产生一定的影响。较大的带宽可以提供较短的执行时间,较高的通信可靠性和较强的参数匹配程度可以提供较好的执行成功率。亚马逊的弹性计算云 Elastic Computing Cloud 和存储服务 Simple Storage Service 就是一个典型的例子。

定义 2: 服务接口参数 SIP (Service Interface Parameter)。

服务接口参数可定义为一个五元组: $SIP = \langle SI, I, O, P, E \rangle$; 其中, SI (Service Index) 是上文原子服务中 AS 的索引,通过索引号进行相互间的映射;面向的用户不同,形成的索引列表也将不同,依据索引号形成一张虚拟的静态列表,以避免动态更新而产生的列表冗余问题; I 是接口输入参数的集合, $I = \langle i_1, i_2, \dots, i_n \rangle$; O 是接口输出参数的集合, $O = \langle o_1, o_2, \dots, o_n \rangle$; P 是服务前提条件的集合,描述了服务在执行前必须满足的条件, $P = \langle p_1, p_2, \dots, p_n \rangle$; E 是服务后置条件(服务效果)的集合,描述了服务执行后产生的效果及给当前状态带来的变化, $E = \langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle$ 。

2.2 组合服务的抽象描述

定义 3: 组合服务 CS (Composite Service)。

文中将组合服务形式化定义为: $CS = \langle \sum_{AS}, U_{CLC}, U_{IDC}, U_{BPC} \rangle$, 主要从三个层面来讨论组合服务在业务流程中所表现出来的关联关系。其中第一项是原子服务的集合,并且原子服务间具有控制逻辑关联 CLC 、接口依赖关联 IDC 和业务流程关联 BPC ;第二项是基本服务间控制逻辑关联的集合,其详细说明见定义 4;第三项是基本服务间接口依赖关联的集合,其详细说明见定义 5;第四项是基本服务间业务流程关联的集合,其详细说明见定义 6。

定义 4: 基本服务间控制逻辑关联 CLC (Control Logical Correlation)。

基本服务间的控制逻辑关联是基本服务间的执行逻辑关系,主要体现在组合服务在组合业务流程所需

功能的过程中,服务间结构的关联关系。服务间存在的结构见图1。

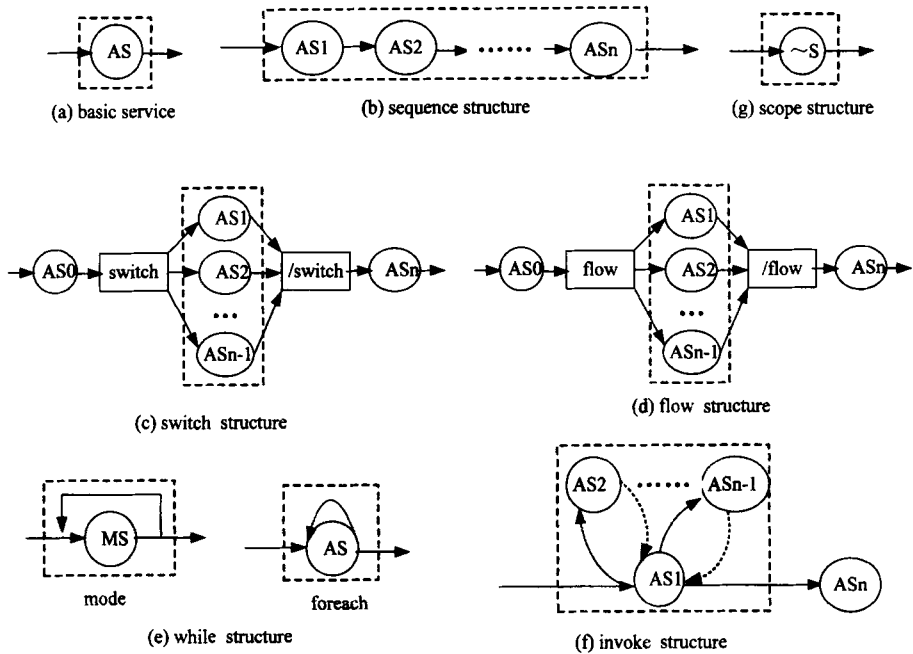


图1 服务间的结构分析图

对于组合服务,若其中任意两个基本服务 AS_i 和 AS_j 之间存在顺序、分支、并行、调用、循环(包括模块循环与自循环)、并行同步和领域知识等关系^[7],则称 AS_i 和 AS_j 之间存在控制逻辑关联。控制逻辑关系具体可表示为: $CLC(AS_i, AS_j, AS_i. E. e_k, AS_j. P. p_l)$, 其中, AS_j 的前置条件 p_l 是 AS_i 的后置条件 e_k 的全部或部分。在此分别对控制逻辑关系中的各种结构进行模块化,形成模块化服务(服务组件)为后序顺序结构工作流程方式下的服务组合奠定基础。

定义5:基本服务间接口依赖关联 IDC (Interface Dependent Correlation)。

基本服务间接口依赖关联是基本服务间接口交互的依赖关系,主要体现在服务接口参数对之间的关系,具体将其分为:等价、完全匹配、部分匹配、交集匹配、模糊匹配以及无关联不匹配^[8],如表1所示。

表1 服务间接口参数对关联匹配

类型 (Categories)	标识符号 (Symbol)	描述 (Description)
等 价	$=$	$PO = PI$
完全匹配	\subseteq	$PI \subseteq PO$
部分匹配	\supseteq	$PI \supseteq PO$
交集匹配	\cap	$PI \cap PO \neq \emptyset$
模糊匹配	\sim	$PI - PO$
无 关 联	\emptyset	$PI \cap PO = \emptyset$

对于组合服务,若其中任意两个基本服务 AS_i 和 AS_j 间符合表格中的匹配类型,则称 AS_i 和 AS_j 之间存在接口依赖关系。接口依赖关系具体可表示为:

$IDC(AS_i, AS_j, AS_i. O. o_k, AS_j. I. i_l)$, 其中,原子服务或

模块化服务均是通过服务提供的接口进行消息通信,

且服务的描述基本符合 BPEL-X 的语言描述规则。
定义6:基本服务间业务流程关联 BPC (Business Processes Correlation)。

基本服务间业务流程关联是基本服务在业务流程实施过程中形成的关系,主要体现在服务间交互和约束中的关系,具体可分为:竞争关系、协作关系和其他关系^[9],如表2所示。多个服务协作才能驱动后继服务操作的并行同步关系以及各类语义描述、模糊匹配等关联关系。

表2 服务间业务关系

类别 (Types)	类型 (Categories)	描述 (Description)
竞争关系 (Competitive Relation)	业务完全相同	$\forall S_i = \forall S_j$
	业务部分相交	$\exists S_i \cap \exists S_j \neq \emptyset$
	业务相似	$\exists S_i \approx \exists S_j$, 基于服务语义描述上相似,但又不属于上述2种情况
协作关系 (Collaborative Relation)	一对一映射调用	$\exists S_i \xrightarrow{\text{invoke}} \exists S_j$
	多对一同步映射调用	$\exists S_i \xrightarrow{\text{synchronizing_invoke}} \exists S_k$
	多对多同步并发映射调用	$\left. \begin{matrix} \exists S_i \\ \dots \\ \exists S_j \end{matrix} \right\} \xrightarrow{\text{synchronizing_invoke}} \left\{ \begin{matrix} \exists S_m \\ \dots \\ \exists S_n \end{matrix} \right.$
其他关系 (Other Relation)	联盟关联	业务运用层上的关系,如公司A和公司B之间是联盟关系
	属性影响程度关联	对服务的性能的影响程度,例如: $\{ \text{greater, less, or, not} \}$
	移动时间窗口关联	服务间在特定时间段产生的交互关系,利用时间窗口来控制关联时间

定义7:关联服务集 CoSS (Correlated Service Set)。

对于资源池中的可选服务,若其中的多个服务间符合准则1,2,3中的其中一条,则将此多个可选服务组成的集合定义为关联服务集。关联服务集中的三个粒度并不是相互独立的,而是一个有机整体,接口依赖关联是最细粒度的关联关系,也是控制逻辑关联和业务流程关联的基础与通信媒介,如图2所示。与此同时,在关联关系产生时,依据 BPEL-X 描述语言,记录对该服务属性的性能影响因子 (Pri) 和时间影响因子 (Tii)。时间影响因子主要依赖服务提供者发布或服

务双方协定的数据,表达了业务在组合和实现的过程中,时间窗口内对服务间交互时组合服务的影响。性能影响因子在有效的时间窗口范围内,则可通过服务提供者发布的数据及服务间的语义关联度综合评定,其表达式可表示为:

$$\begin{cases} \text{PrI}(S_i, S_j) = \beta * \text{Sup}(S_i, S_j) + (1 - \beta) * \text{Sim}(PO_i, PI_j) \\ \text{s.t. } L_{\text{TH}} \approx L_{\text{exp}} \end{cases} \quad (1)$$

β 为影响调节因子,初始时设定为 0.5。根据组合服务的定义及其内在的三个层面上的关联关系,提出了三个对应准则来确立服务间关联关系,进而构建关联服务集。

准则 1:若两个基本服务 AS_i 和 AS_j 之间存在控制逻辑关联 CLC,则规定 AS_i 和 AS_j 属于结构上的关联服务集 $\text{CoSS}, \langle AS_i, AS_j \rangle \subseteq \text{CoSS}$;

准则 2:若两个基本服务 AS_i 和 AS_j 之间存在接口依赖关联 IDC,则规定 AS_i 和 AS_j 属于接口参数对上的关联服务集 $\text{CoSS}, \langle AS_i, AS_j \rangle \subseteq \text{CoSS}$;

准则 3:若两个或多个基本服务之间存在业务应用上的合作、竞争关系 BPC,则规定此多个服务属于业务流程上的关联服务集 $\text{CoSS}, \langle AS_1, \dots, AS_i \rangle \subseteq \text{CoSS}$ 。

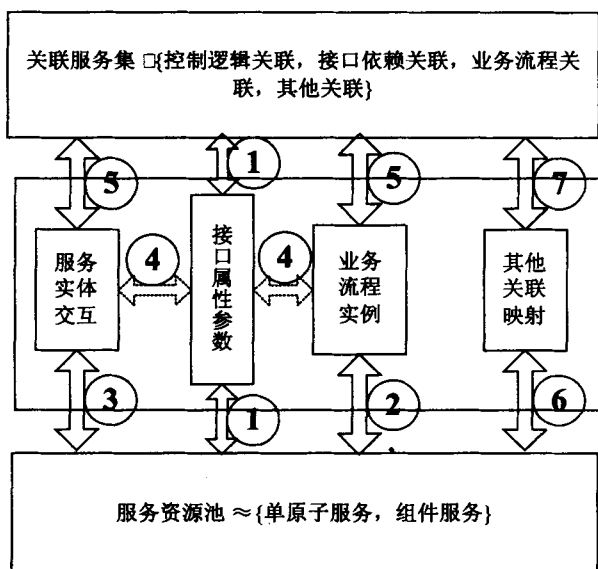


图2 关联服务集形成框架

2.3 组合服务质量度量

组合服务的特性是将组合服务作为一个有机整体向用户提供完整的功能,满足用户对组合服务整体质量与性能的要求,使得所包含的基本服务能够相互协作以完成组合目标。因此,如何联系各个基本服务间的关联性是文中研究的重点。文中着重从服务的使用费用、执行时间及服务的信誉度来研究组合服务的性能,其他属性可采用类似的方式进行计算。组合服务质量模型中基本服务的参数可按照如下方式获取:

服务费用(Price):表示用户调用该服务时所需支付的费用,由服务提供商发布的数据可知。

执行时间(Duration):表示一个服务请求从发送到执行结束所需的总时间,其实际值可通过用户使用后对服务的反馈加以修正。

信誉度(Reputation):即原子服务信誉的历史评价,可通过消费者的反馈与可信第三方机构 TTP 的综合评测来确定。

在现有的组合服务选择问题中,服务质量独立于服务间的关联关系,其质量或性能是固定不变的;而在实际面向服务的应用中,可选服务的服务质量往往依赖于其他可选服务的服务质量^[10]。文中基于服务关联的组合服务选择模型,给出该模型在顺序结构工作流方式下服务间关联关系的表示方法。

文中将服务的输出、输入属性集的集合分别表示为: $PO_i = \{p_{s_{i1}}, p_{s_{i2}}, \dots, p_{s_{in}}\}$, $PI_j = \{p_{s_{j1}}, p_{s_{j2}}, \dots, p_{s_{jm}}\}$;其中 $p_{s_{ik}}$ 是服务 S_{ik} 的属性集合, $p_{s_{jl}}$ 是服务 S_{jl} 的属性集合。则服务集中属性集的相似度可表示为:

$$\text{Sim}(p_{s_{ik}}, p_{s_{jl}}) = \frac{N_p(p_{s_{ik}}) \cap N_p(p_{s_{jl}})}{N_p(p_{s_{ik}}) \cup N_p(p_{s_{jl}})} \quad (2)$$

其中 $N_p(*)$ 表示服务集中属性集的数目。由此输入输出的语义相似度可表示为:

$$\text{Sim}(PO_i, PI_j) = \begin{cases} 1, & PO_i \equiv PI_j \text{ or } PO_i \supset PI_j \\ n / \sum_{k=1}^n \frac{1}{\max_k \text{Sim}(p_{s_{ik}}, p_{s_{jl}})}, & PO_i \subset PI_j \\ u / \sum_{k=1}^n \frac{v}{\max_k \text{Sim}(p_{s_{ik}}, p_{s_{jl}})}, & PO_i \cap PI_j \neq \emptyset \\ 0, & PO_i \cap PI_j = \emptyset \end{cases} \quad (3)$$

其中:

$$v = \begin{cases} 1, & \max_k \text{Sim}(p_{s_{ik}}, p_{s_{jl}}) \geq \gamma \\ 0, & \max_k \text{Sim}(p_{s_{ik}}, p_{s_{jl}}) < \gamma \end{cases} \quad (4)$$

其中: $\gamma \in (0, 1)$, $u = \sum_{k=1}^n v_k$ 。

如果两个原子服务 AS_i 和 AS_j 之间存在关联关系,则它们间关联度的计算及其与之相对应的服务属性影响因子可表示为:

$$\langle \text{SCR}(AS_i, AS_j), \text{PrI}_{\text{pri}}, \text{PrI}_{\text{dur}}, \text{PrI}_{\text{rep}} \rangle = \begin{cases} (0, 1, 1, 1), & AS_i, AS_j \notin \text{CoSS} \\ (\prod_{k=1}^n \text{Sim}(PO_i, PI_j), \text{PrI}_{\text{pri}}, \text{PrI}_{\text{dur}}, \text{PrI}_{\text{rep}}), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

其中, $\text{SCR}(AS_i, AS_j)$ 表示服务间的关联度, PrI 表

示服务间的关联性对组合服务各属性的影响程度,且其影响程度也是通过 PrI 值的高低体现出来的。

为了更加详细准确地评价组合服务的质量与性能,文中着重研究了组合服务的使用费用、执行时间及服务的信誉度,并将服务关联的组合服务质量模型形式化定义为: $Q(CS) = \langle Q_{pri}(CS), Q_{dur}(CS), Rep(CS) \rangle$, 其中, $Q(CS)$ 表示组合服务的质量及性能。根据上文顺序结构下的 workflow 方式,可对组合服务质量模型中的三个重要参数按照如下公式得出。

服务使用费用:

$$Q_{pri}(CS) = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n PrI_{pri} \right) * Q_{pri}(AS_i), PrI(AS_1, AS_2, \dots, AS_n) \quad (6)$$

执行时间:

$$Q_{dur}(CS) = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n PrI \right) * Q_{dur}(AS_i), PrI(AS_1, AS_2, \dots, AS_n) \quad (7)$$

服务的信誉度:

$$Rep(CS) = \sum_{i=1}^n \frac{Rep(AS_i)}{\prod_{j=1}^n PrI_{rep}} / n, PrI(AS_1, AS_2, \dots, AS_n) \quad (8)$$

3 语义关联的组合服务选择方法

3.1 组合服务的选择策略

组合服务的特征是将基本服务有机地组合在一起,使得服务间能够彼此适应、正确的执行;其最终目标是在满足用户偏好的约束条件下,为每个基本服务选择一个物理服务使得最终的组合服务质量性能达到最佳状态。由于多维服务属性有不同类型的取值范围,文中采用最小最大规范化方法^[11]来规范化评价数据,将所有服务属性的值域调整到统一的区间。

在实际应用中,用户需求的服务并不一定是 QoS 值最大的,与用户需求最接近的服务才可能是最优的服务。一个属性 QoS 值最大化时,必然会引起其它属性 QoS 值的下降,只有整体 QoS 值与用户偏好属性 QoS 值之比达到最大时,才是服务选择的最终目标。为便于描述,用数字 1、2、3 分别表示服务的使用费用、执行时间和信誉度,服务选择代理可根据用户的偏好设定属性的权重,则组合服务选取的数学模型可定义为:

$$\begin{cases} \text{MAX} \sum_{i=1}^n (w_k \times Q_k(CS)) / Q_k(CS)^\lambda \\ \text{s. t. } Q_k(CS) \approx Q_{exp} \end{cases} \quad (9)$$

其中, $n = 3$, w_k 为用户赋予第 k 个属性的权重, $\sum w_k = 1$, Q_k 为第 k 个属性组合服务质量,当服务属性值越大服务质量或性能越好时, $\lambda = -1$; 反之, $\lambda = 1$ 。

文中采用迭代回溯法中的剪枝函数来搜寻并优化组合服务系列,产生一组满足约束条件的最优解,最后通过目标函数及用户自身的偏好选择最满意的解。其算法描述如下:

```
//base on CoSS for CS selection (CSCoSS)
INPUT: service description of service candidate and
correlated service index
OUTPUT: composite service ( CS )
// CS = { AS1, AS2, ..., ASn }
1: for each functional abstractatom service
2: for atom service candidate with one function
3: if Sij is not a selected functional service in CS but
Sij belongs to CoSS then select Sij and put it in CS set,
then n --
4: go to 2// Into the next layer with depth-first
5: else if Sij is not a selected functional service in CS
, then go to resource pool to search, and then
//back to the upper layer
6: if Sij meet Show constraints and implicit constraints
of composite service Series then select Sij and put it in CS
set, then n --
7: end
8: if n = 0 selection of composition information service
is completed
//has finished composite information service Series
9: end
10: choose the optimal composite service ( CS ) ac-
cording to the needs of users and the implicit constraints
then
11: return CS
```

3.2 算法分析

假设在组合服务中共有 n 个抽象的基本服务,从服务的起点到服务的终点共有 p 条路径,每条路径有 q 个抽象服务,每个抽象的服务有 m 个物理服务且其中有 r 个包含在关联服务集中 ($r < m$),组成的关联映射对为 s 对,每个物理服务的属性的个数为 k 。

在利用 Ye 的启发式组合服务选择方法时,其时间复杂度为 $O(m^2 \times n^2 \times k^2)$;在利用 Dai 的路径剪枝算法时,通过剪枝过程来选取所需的服务,选取所需功能的抽象服务的时间复杂度为 $O(m \times n)$,进行 p 个组合服务选取的时间复杂度为 $O(p \times m^q)$,总的时间复杂度为 $O(m \times n + p \times m^q)$ 。

文中在利用剪枝函数搜索组合服务系列时,选取

所需功能的抽象服务的时间复杂度为: $O(s \times n + (m - r) \times n)$, 其中多数服务在关联服务集中已搜索到, 大幅度地缩小了服务的搜索时间, 利用剪枝函数的迭代回溯法搜索组合服务的时间复杂度为:

$$\begin{cases} p_1 \times s_1 \times s_2 \cdots \times s_q = p_1 \times s^q \\ p_2 \times (m - r_1) \times (m - r_2) \times \cdots \times (m - r_q) = \\ p_2 \times (m - r)^q \end{cases} \quad (10)$$

s. t. $p = p_1 + p_2$

则总的时间复杂度为 $O(s \times n + (m - r) \times n + p_1 \times s^q + p_2 \times (m - r)^q)$ 。

从以上时间复杂度分析可以看出, 基于剪枝函数的迭代回溯法的服务选取, 无需对复杂路径的组合服务进行化简和合并, 与其他方法相比具有更高的时效性, 尤其是在关联服务数 r 较大的情况下具有很好的时间效率。

4 实例与分析

4.1 实验背景

文中使用 C++ 语言编写的实体类对文中提出的支持语义关联服务组合的选择方法进行了仿真实验。PC 机的配置为: CPU P7350 2GHz, 内存 2GB, 操作系统是 Windows XP, 本地安装 XAMPP 控制服务器。

文中所使用的数据集来源于德国萨尔布吕肯县人工智能研究中心 OWLS-TC4 所创建的相关数据集, 采用 OWLS-TC4 中的 5 个领域的 745 个语义 Web 服务及 31 个服务请求, 分别为: 食品: 34 个服务, 1 个请求; 旅游: 197 个服务, 6 个请求; 通讯: 59 个服务, 2 个请求; 经济: 395 个服务, 12 个请求; 地理: 60 个服务, 10 个请求。实验测试过程中着重考虑使用费用、执行时间和信誉度 3 个服务属性。

实验通过多组不同关联比例的可选服务, 考察其对组合服务各个属性的影响。

4.2 实验结果及分析

为了更加深入地阐明服务之间的关联性对组合服务选取的作用与意义, 实验分别讨论了随着可选服务数量的增加, 考虑服务间的关联性与否对组合服务 QoS 的影响, 及同类方法间在组合服务的使用费用、执行时间和整体 QoS 上影响的对比。

(1) 同等条件下, 与采用服务间不具备关联关系的组合服务选择方法^[12]相比, 文中提出的基于关联服务集的组合服务的选择方法, 可以获得更高的组合服务 QoS, 并随着可选服务数量的增加, 在优化组合服务 QoS 的程度上将更加迅速。但当基本服务间的关联比例较小或无关联时, 文中的方法将会出现退化现象, 不利于高效地进行组合服务选取, 如图 3 所示。

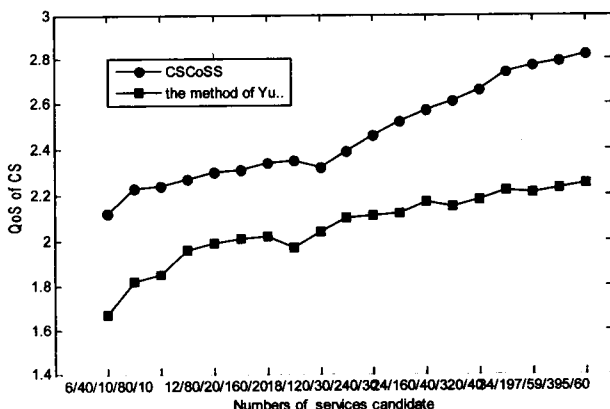


图 3 服务间有关联与无关联间的对比

(2) 文中提出的支持服务关联的组合服务选择模型, 不仅考虑了服务间的控制逻辑关联和接口依赖关联, 而且考虑了组合服务的业务流程关联, 从整体度量组合服务的质量, 得到的组合服务 QoS 可更加客观体现组合服务的真实质量, 如图 4 所示。

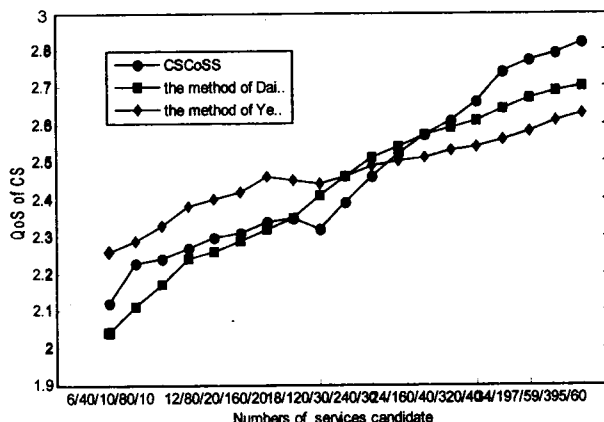


图 4 三种方法组合服务 QoS 的比较

5 结束语

文中从用户的角度出发, 并将基本服务间的语义关联性作为服务选择的重要指标, 设计了一种支持关联服务组合的选择方法, 使组合服务不但能充分利用其固有的特性, 而且能够有效提高组合服务质量, 更大程度地满足用户的需求。文中采用迭代回溯法中的剪枝函数来搜寻并优化组合服务系列, 产生一组满足约束条件的最优解, 最后通过目标函数及用户自身的偏好选择最满意的解, 实例表明该方法是可行且有效的。下一步的工作, 完善组合服务的语义关联模型, 探索基本服务间关联关系发现方法与策略, 并对选取算法的性能与效率进行更加深入的分析 and 改进。

参考文献:

- [1] 范小芹, 蒋昌俊, 方贤文, 等. 基于离散微粒群算法的动态 Web 服务选择[J]. 计算机研究与发展, 2010, 47(1): 147-156.

(下转第 11 页)

```
OSTimeDly(5); }
```

通过这个程序建立了两个任务,任务1是将8个LED中的第1、3、5、7共计4个灯同时点亮,任务2是将8个LED中的第2、4、6、8共计4个灯同时点亮,这两个任务交替运行,可以看到LED的交替闪烁,这就说明移植是正确的。

5 结束语

在 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的移植和应用程序的设计开发过程中,会因为不同的CPU有不同的体系结构,这个开发过程会有不同的开发需要注意的细节问题。在嵌入式系统中应注意以下几点:

(1)堆栈的理解与保护,任务的切换过程实际上就是利用堆栈指针的改变和软中断来实现任务的跳转。堆栈的大小适时地取大一点,任务中程序跑飞大多是由于堆栈的溢出造成的。

(2)在利用CCS3.3编译器进行编译时,TMS320F28335的内部自带RAM较大,编译和链接不会有问题,但是如果在此基础上进行算法的移植时,必须考虑内部RAM的存放空间。

(3)在多任务系统下,仔细分析各个任务的时间关联性与事件关联性,可以使用信号量或者消息邮箱进行同步。

随着嵌入式系统的不断发展进步,嵌入式系统已经渗透到日常生活的方方面面。文中所论述的嵌入式系统硬件平台以TI公司的TMS320F28335为核心,移植嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 后具有强大的外设功能、丰富的通信接口及强大的多任务实时操控性,可以


运用于各种工业控制环境。

参考文献:

- [1] TEXAS INSTRUMENTS Corporation. TMS320x2833x, 2823x System Control and Interrupts Reference Guide[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS Corporation, 2010.
- [2] TEXAS INSTRUMENTS Corporation. TMS320C28x Floating Point Unit and Instruction Set Reference Guide[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS Corporation, 2008.
- [3] TEXAS INSTRUMENTS Corporation. TMS320C28x CPU and Instruction Set Reference Guide[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS Corporation, 2009.
- [4] TEXAS INSTRUMENTS Corporation. TMS320C28x Optimizing C/C++ Compiler v6.0 User's Guided[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS Corporation, 2011.
- [5] TEXAS INSTRUMENTS Corporation. TMS320C28x Assembly Language Tools v6.0 User's Guide[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS Corporation, 2011.
- [6] 朱兵,潘宏侠.基于TMS320F28335的通用故障诊断平台[J].电子测试,2010(3):47-52.
- [7] 陈立强,吴祖堂.嵌入式系统在无人值守地面传感器系统中的应用[J].声学技术,2012(8):443-446.
- [8] 季志均,马文丽,陈虎,等.四种嵌入式实时操作系统关键技术分析[J].计算机应用研究,2005(9):4-8.
- [9] Labrosse J J. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ [M]. 第2版. 邵贝贝,译.北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [10] 涂刚,张波,阳富民.嵌入式操作系统移植技术研究[J].计算机应用研究,2007(2):83-85.
- [11] 黄林生,林岩.基于DSP的嵌入式TCP/IP协议栈在 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 上的实现[J].计算机技术与发展,2008,18(6):195-198.
- [12] 刘书雷,刘云翔,张帆,等.一种服务聚合中QoS全局最优服务动态选择算法[J].软件学报,2007,18(3):646-656.
- [13] 胡建强,李涓子,廖桂平.一种基于多维服务质量的局部最优服务选择模型[J].计算机学报,2010,33(3):526-534.
- [14] 叶世阳,魏峻,李磊,等.支持服务关联的组合服务选择方法研究[J].计算机学报,2008,31(8):1383-1397.
- [15] 代钰,杨雷,张斌,等.支持组合服务选取的QoS模型及优化求解[J].计算机学报,2006,29:1167-1178.
- [16] 李树华.一种QoS与语义关联驱动的服务选取方法[J].计算机工程与应用,2009,45(29):237-240.
- [17] Li Bixin, Su Ziyong. Evaluating the Reliability of Web Services Based on BPEL Code Structure Analysis and Run-time Information Capture[C]//Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC). [s.l.]:[s.n.], 2010:206-215.
- [18] Klusch M, Kaufer F. WSMO-MX: A Hybrid Semantic Web Service Matchmaker[J]. Web Intelligence and Agent Systems, 2008(1):23-42.
- [19] Chen Shizhan, Feng Zhiyong. Service Relations and Its Application in Services Oriented Computing[J]. Chinese Journal of Computers, 2010, 33(11):2067-2083.
- [20] Tao F, Zhao D M, Hu Y F, et al. Correlation-aware resource service composition and optimal-selection in manufacturing grid[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 2(1):129-143.
- [21] Hu Jianqian, Li Juanzi, Liao Guiping. A Multi-QoS Based Local Optimal Model of Service Selection[J]. Chinese Journal of Computers, 2010, 33(3):526-534.
- [22] Yu T, Zhang Y, Lin K J. Efficient algorithms for Web services selection with end-to-end QoS constraints[J]. ACM Transactions on Web, 2007, 1(1):6-32.

(上接第6页)

语义关联及其在组合服务选择中的应用

作者：[王海艳](#)，[熊良](#)，[WANG Hai-yan](#)，[XIONG Liang](#)
作者单位：[王海艳, WANG Hai-yan\(南京邮电大学计算机学院, 江苏南京210003; 东南大学计算机科学与工程学院, 江苏南京210096\)](#)，[熊良, XIONG Liang\(南京邮电大学计算机学院, 江苏南京, 210003\)](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2013, 23(6)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201306001.aspx