

OntoSLA t: 本体支持的 SLA 建模及管理

金海, 武浩, 李运发, 陈汉华

(华中科技大学 计算机学院, 湖北 武汉 430074)

E-mail: haowu@hust.edu.cn

摘要: 服务等级协定 SLA (Service Level Agreements) 是目前多样化网络服务中服务质量保障的重要手段, 但 SLA 存在诸如缺乏统一信息模型、重用度低等问题, 而语义网中的本体论为解决目前 SLA 中存在的问题提供了有效的技术支持。本文采用本体来对 SLA 模板进行建模, 为 SLA 概念、参数和度量提供严格的、统一的和富含语义的定义。在此基础上, 对如何利用本体来组织和构建 SLA 模板知识库 (OntoSLA t) 进行阐述。基于 SLA 本体的匹配算法可依据服务需求描述对相应网络服务进行有效的匹配, 并给出基于 QoS 的选择; 而 SLA 模板生成算法用于从 SLA 知识库中重构生成新的模板, 以便有效地实现 SLA 重用。

关键词: 服务; SLA; QoS; 语义网; 本体

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-1220(2006)07-1362-07

OntoSLA t: Ontology-Enabled SLA Modeling and Management

JIN Hai, WU Hao, LI Yun-fa, CHEN Han-hua

(School of Computer Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Currently, Service Level Agreements (SLAs) become an important technology to guarantee Quality of Service (QoS) for various network services. On the one hand, customers can select the right service from numerous services according to the SLA provided by providers. On the other hand, providers can establish different contracts for different quality levels requirement. But there exist many issues on the SLA management, such as the absence of unified information model, low reusability of the SLA, lacking roboticized ability, etc. Ontology plays a key role in the Semantic Web, which provides a canonical and precise description of the shared concepts and supports the specific domain knowledge reuse-ability and the automatization. A new way is hereby offered to improve the SLA management. This paper adopts the ontology to model the SLA template and provides rigorous and unified definitions about the SLA concepts, SLA parameters and QoS metrics with rich semantics. How to organize and build the SLA template knowledge base (OntoSLA t) is also discussed. Using the matching algorithm based on the SLA ontology can match the corresponding network services according to the request profile and make a choice based on the QoS capability. Moreover, the algorithm creating the SLA used by agent builds a new optional SLA template for the client request description. Consequently, the old SLA template can be reused availablely.

Key words: services; SLA template; QoS; semantic Web; ontology

1 引言

传统的计算机网络采用尽力服务的原则, 这对于早期的简单应用尚足以应付, 但随 Internet 的迅速膨胀和人们需求的日益增加, 出现了各种各样的服务, 例如多媒体服务、电子商务、电子政务、分布式服务以及网格服务等。传统的网络能力和服务模式已经不能满足这些新兴的服务, 需要有新的设施和服务模式来保障高服务质量 (QoS, Quality of Service), 从而使它们能为不同的服务提供不同级别的服务质量; 同时, 顾客和服务提供者之间需要指定一些约定, 用以约束服务的运作, SLAs (Service Level Agreements)^[1] 正是这样的手段。

一个服务等级协定 (SLA) 就是在服务提供者之间, 或者

是提供者与消费者之间的一种电子合同, 通常用可量化的术语来说明, 服务提供者将提供什么质量的服务, 如果不能满足顾客的服务目标时如何补偿^[1]。SLA 有很多优越性。一方面, 消费者可以在众多服务提供者提供的服务中, 根据 SLA 来选择满足自己价格和质量等级需求的服务。另一方面, 服务提供者则可以通过制定种类丰富的 SLA 来满足顾客的不同需求, 达到吸引顾客, 增强市场竞争力的目的。然而在 SLA 中尚存在着一系列问题^[2,3], 如:

· SLA 的信息模型 (即 SLA 的内容、模板) 缺乏统一的定义, 必须通过定义 SLA 模板或者信息模型才能允许不同实体间进行协作和协商; SLA 内容的表示通常也不一致, 需要

收稿日期: 2005-03-04 基金项目: 国家“九七三”计划项目 (2003CB317003) 资助 作者简介: 金海, 男, 1966 年生, 教授, 博士生导师, CCF 高级会员, 主要研究方向为计算机体系结构、集群计算和网格计算、并行与分布式计算、并行 I/O 及磁盘阵列、性能评价与模拟、容错、网络安全等; 武浩, 男, 1979 年生, 博士研究生, 主要研究方向为语义网技术、Web 服务质量、并行与分布式计算等; 李运发, 男, 1969 年生, 博士研究生, 讲师, 主要研究方向为分布式软件可靠性测试、语义网等; 陈汉华, 男, 1978 年, 博士研究生, 主要研究方面为网格技术和 QoS 技术等。

一个模型来处理各种类型的服务,如 Multimedia, ASP, Web 服务等

- SLA 含义不明确:不同的组织对 SLA 参数、QoS 度量定义不一致;即便同一个组织中,不同的 SLA 中元素的含义也可能不一样,这就导致人们对 SLA 覆盖或保证的内容产生误解,不利于交流和互操作

- SLA 模板重用问题:如何重用已有的模板定义,从而减少开发工作,削减 SLA 数据存储的规模

- SLA 的管理效率问题:如何让 SLA 管理变得灵活与自动化(例如自动化的 SLA 协商),提高管理效率

语义网技术的发展,尤其是本体^[4]技术的应用为解决这些问题提供了一种技术支持。在语义网中,本体扮演关键角色,它为机器提供了可读的词汇,以便应用程序理解共享的含义。本体本身并不是静态的模型,它具有映像和进化的功能。本体映射就是重用已存在的本体,通过一定的方法对它们进行展开和组合,集成不同领域的本体以实现一个更大的信息和知识池,从而支持新的交流和使用;而本体进化则是在获得新的信息和知识时适当地维护和扩充已有本体。本体可以提高信息管理建模能力,用本体来解决网络管理统一模型问题就是一个很好的启示^[5]。因此,本体的运用可以为 SLA 信息模型建立起规范统一的、共享的本体模型;对各领域内的 SLA 内容给出含义明确、词汇统一和概念关系表述清晰的定义。此外,借助本体的推理技术还可以实现模型管理的自动化和半自动化,如 SLA 的自动匹配选择,从父模板生成子模板的半自动处理

2 SLA 本体信息模型和模板库

2.1 一些 SLA 相关工作

目前,已经开展了若干 SLA 的相关研究工作^[6-11]。这些工作多集中在开发形式化的语言来描述 SLA,并提供相应的管理支持。QML^[6](QoS Modeling Language)和 WSOL^[7](Web Service Offering Language)都是提供针对 SLA 的类型系统,提供一个抽象的 SLA 模板,用专门的值来实例化。QML 需要用户自己定义维数类型,这使定义 SLA 的语言容易扩展,但其度量不是标准化的定义,而不同的团体之间交流需要通用的度量定义,因此这是一个很大的缺点。WSOL 支持重用机制,这包括模板实例化和定义重用。

WSML^[8](Web Service Management Language)在很多方面和 WSLA^[9](Web Service Level Agreement)很相似。WSLA 是 BM 公司开发 Web 服务 SLA 语言,WSLA 能够在已有度量基础上定义新的度量,这使其在需要多重 QoS 参数定义时能兼容已有的 SLA 定义。WSML 和 WSLA 一样,都以电子文档的形式定义 SLA,两者都提供对 SLA 结构组件的类型定义,而且两者都是基于 XML 的 Web 服务 SLA 语言。但 XML 无法解决一词多义、或者多词多义表达问题,这导致定义 SLA 概念、参数和度量时缺乏统一的和丰富的语义,因而以 XML 形式给出的本体并非严格意义上的本体。

2.2 SLA 模板

SLA 信息模型是指 SLA 软件结构中要包括哪些内容,

需要哪些组件,以及组件之间的关系,也即 SLA 模板。此处的 SLA 本体信息模型,就是指用本体来建模的 SLA 模板。SLA 模板的生产是服务开发的内在组成部分。SLA 模板同标准的产品/服务提供相关,并包含服务开发阶段说明的缺省值。一旦客户购买服务实例,模板就作为蓝本形成实际的 SLA,该 SLA 则作为消费者和提供商之间服务合同的一部分。此外,消费者同服务提供者之间也会进行某些协商,SLA 模板此时又作为协商的基线。因此,SLA 模板是服务商产品线中的重要一环。

建立统一的 SLA/SL S(Service Level Specification)信息模型,需要制定统一的 SLA 模板架构。目前,还没有可用的 SLA 模板规范架构出现,有些机构和厂商指定了关于 SLA 模板的规范,区分了 SLA 模板应该包括的组件。论文[2]中列举了一些规范机构和项目推荐的 SLA 模板定义和服务划分(包括 TMF, IETF, 3GPP, IST Tequila 项目, ETSI Trifon 项目等)。BM 的 WSLA 和 HP 的 WSML 都包含了详细的 SLA 内容说明;WSOL 和 QML 部分涵盖了 SLA 定义。

通常完备的 SLA 一般应该包含以下内容:目的、当事人、有效期、限定条件、服务等级目标、服务描述、义务、异常情况和等级指示器等^[8]。

- 目的(Purpose):描述创建 SLA 的目的
- 当事人(Parties):描述 SLA 相关的当事人以及各自承担的角色
- 有效期(Validity Period):定义 SLA 覆盖的周期,有起始时间和结束时间限定
- 范围(Scope):定义在协定中覆盖的服务
- 限定条件(Restrictions):定义为被请求的服务等级按次序执行的必要步骤
- 服务等级目标(Service-level objectives):是服务提供者和用户商定的服务等级对象,通常每个都包含一些的服务等级指示器,如可用性、性能和可靠性
- 服务等级指示器(Service-level indicators):通过服务等级指示器可以衡量具体的等级
- 处罚条款(Penalties):说明当服务提供者违约或者不能达到 SLA 目标时的应对措施
- 备选服务(Optional services):提供给用户的备用服务
- 例外(Exclusions):说明 SLA 不能覆盖的例外情形
- 管理(Administration):描述 SLA 中用于对付和测量对象的程序,并且定义负责这些程序的当事人的责任

2.3 SLA 本体信息模型

本文设计的 SLA 的本体信息模型,主要由 SLA t(SLA Template 缩写)Profile, SLA t Components 和 SLA Parameter Metrics(或者 QoS Metrics)三个部分组成。图 1 是 SLA 本体(OWL^[12]描述)框架的 UML 简单示意图。

SLA t Profile 描述模板的基本情况,用于说明诸如模板所属服务类型、对应的服务组件、模板适用的范围、应包含的模板组件内容以及模板采用的格式等。SLA t Profile 包含一个 QoS Capability 用于说明模板的服务等级和 QoS 语义约束

等内容 一个 SLA t 也可以有多个 QoS Capability 说明, 通常一个服务会提供好几个不同的服务级别 如果一个 SLA 没有

限制所涉及的异常情况的数量, 那么就无法真正保证高级别的服务质量, 因此在 SLA t Profile 中规定 SLA 可以涉及的最

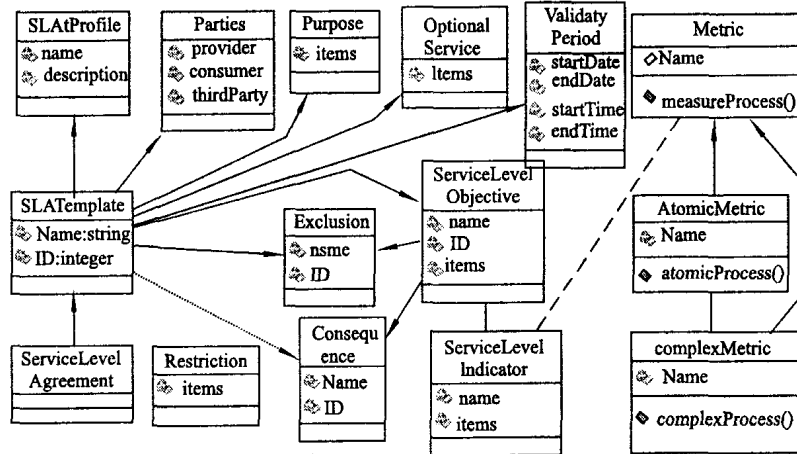


图1 用OWL建模SLA模板组件图

高异常情况数目, 可以通过设定属性ExclusionNumber的约束值来解决 SLA t Profile 是用于服务匹配的关键部分, 通过它做分阶段的服务匹配, 类似于OWL-S^[13]中的Service Profile的角色 (SLA t Profile 的具体内容可以参见后面的图4)

SLA t Components 部分包含不同 SLA t 组成部分 (构件) 的个体定义 通常 SLA 模板应该包括 2.1 节所列组成部分, 但是由于 SLA 应用的场合不同, 所以具体操作的时候可能 SLA 中包含的内容会有不同的变化 有些应用于网络底层服务, 如 IP, ATM 传输服务; 有些应用于应用层服务环境; 甚至更复杂的环境, 如 Web 服务和网格服务等; 用于描述不同服务的 SLA 所包含的组成部分有相当大区别 对于这些 SLA 的组成部分, 用本体来分别定义和描述其概念, 从而形成本体构件 应用于不同场合的 SLA 模板可以根据实际需要增删其组件

用本体为 SLA 信息模型建模可以统一 SLA 模板的抽象软件结构, 为定义组件的名称提供统一的参考词库 如果两个服务商分别为自己的服务建立 SLA 模板, 当其存在概念歧义时, 则可以通过本体映射的方式实现两者的互操作, 从而达到一致理解 多个服务商情形可以依次类推, 也可协商共通的映射规则 下面通过一个简单示例来说明此过程, 图2中 SLO ByteSpeed 和 SLO BitFlow 是两个本体内部分别关于服务等级目标“网络流量”的定义, 它们使用不同的度量单位, 分别是 byte 和 bit 中间的 UnitConvertor 则定义了两个本体对象属性 Count 和 Unit 之间的映像方式, 两者通过 UnitConvertor 达成相互理解, 达到共享概念的目的 (OWL 中有 equivalentClass, equivalentProperty 可用于本体间的直接映像, 但较为复杂的映像关系还须借助第三方本体, UnitConvertor 即是如此).

2.4 归类服务和建设SLA模板库

为了更有效地支持 SLA 重用, 同时方便管理, 需要建立起可重用的 SLA 模板库 这首先得对服务进行归类, 并针对不同的服务种类设计对应的 SLA 模板 服务类型的归类是建立 SLA 模板库的关键 “服务组件”是由单个或者多个网络资源或者是服务资源构成的, 同其它的服务组件一起提供一个完整的服务 依据服务组件功能的不同, 可以把服务归为若干大类 如 IP, X.25, FR 和 ATM 作为基础支撑性质的网络服务, 在网络中一般作为承载的角色, 为上层应用数据包提供路由和运输等服务, 此就可以归为 Bearer 服务类; 同样, 可以区分出物理连接、应用、内容、操作等服务大类^[1,10]. 在大类的内部可以做进一步的抽象和归类, 例如, 应用可分为, 一般网络类应用和分布式应用, 分布式应用则包括对象组件服务、Web 服务和网格服务等 这些区分的服务类和新抽象出的服务类也是新的服务组件

在构建模板库时, 一个服务组件对应一个 SLA 模板, 每个模板包含对该服务组件最基本功能的描述和相关的基

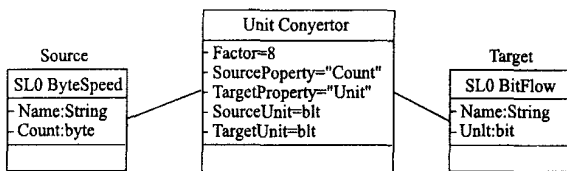


图2 在两个本体概念之间的映射

QoS Metrics 这部分专门用于描述 QoS 参数的度量概念和方式, 以便有效地实现 QoS Metric 的重用 QoS 度量可分为原子类型和复杂类型, 复杂类型用于度量聚合类型参数时使用, 可从原子类型组合而来 如单个服务的可靠性记 a_i , 则 n 个服务以非选择关系 (即几个服务以线性方式依次) 聚合的可靠性就表示为 $\prod_{i=1}^n a_i$. 如果存在标准的度量定义, 则可以通过本体的重用机制达到共享的目的 例如 W SLA 中关于 Web 服务 QoS 参数的度量定义, 可以对其进行稍许改变, 通过命名空间的方式引用到新的 SLA 模板中来

QoS 参数等 模板之间可以根据其从属关系组织成一个模板 库,图3是依据TM F网络服务分类构建的模板库示例 图中

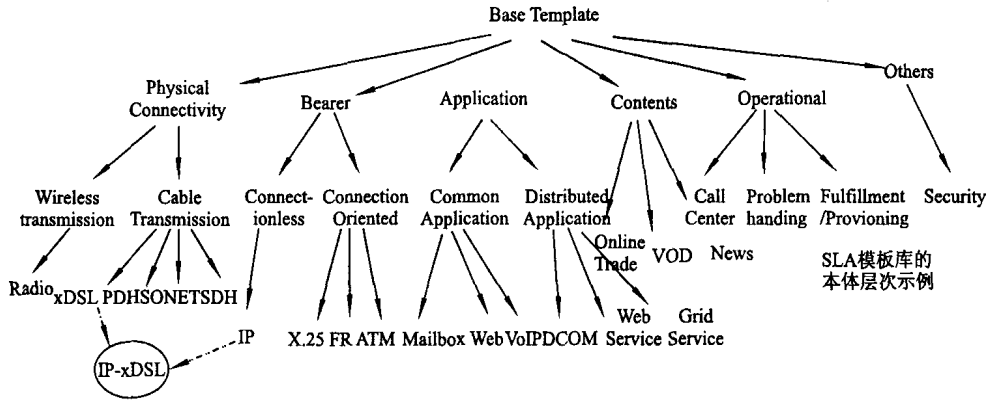
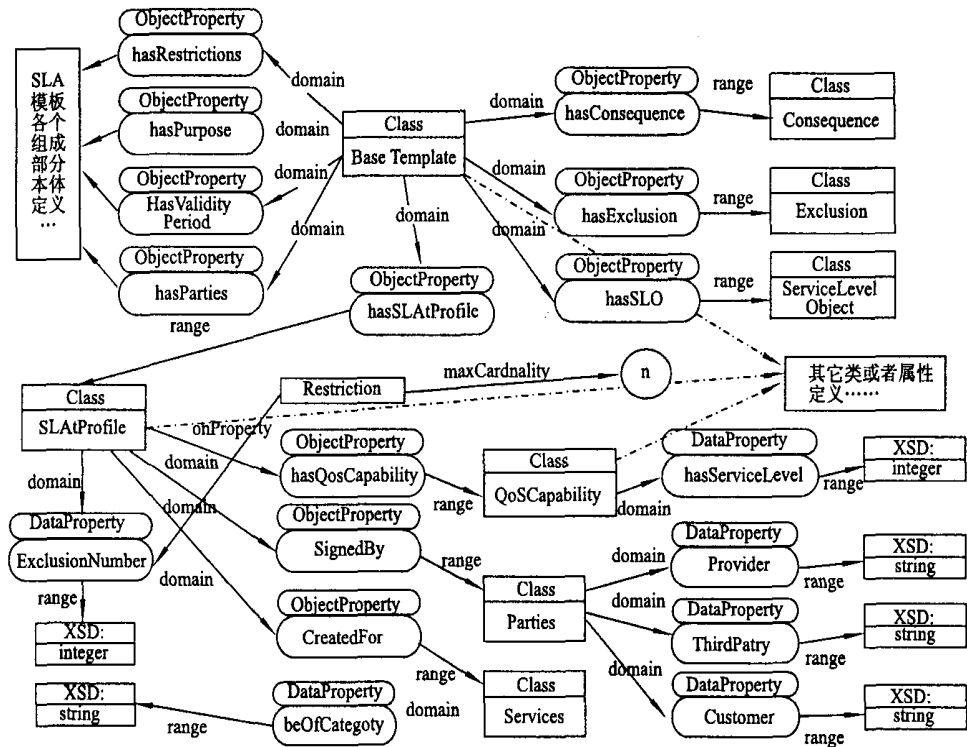


图 3 SLA 模板库本体层次示例图

每个节点是一个本体类,用 owl:Class 表示,它们通过 owl: subclassof 关系构成层次结构 基模板 (BaseTemplate) 是为

了结构统一而建立的,类似于C++ /JAVA 中的抽象基类,其中可以无任何参数,也可包含与通用的技术/服务无关的



注: (1) 矩形代表本体类 (2) 椭圆代表类属性 (3) 实线代表类和属性的关系 (4) 虚线指向省略的本体类或者属性定义

图 4 基模板本体部分图

QoS 参数(此类参数通常与服务分类独立,包括可用性、响应时间、负载、可靠性以及安全性等)。

基模板本体部分结构如图 4 所示,它包含了 SLA 各个组成部分的本体定义,还具有一个对象属性 SLAtProfile 用于描述模板的基本情况(参看 2.2 节,后面的 3.2 节将阐述其如何用于 SLA 匹配)。基模板很适合扩展,服务提供商可以参考

或者直接从基模板继承定义自己的领域模板,然后归类自己提供的服务,组织和构建局部范围的模板库,当然这有赖于服务提供商对其服务分类的有效性。基模板架构可以适用在包括 Web 服务等各种服务类型的 SLA 上

用本体来建模 SLA 信息模型并组织成模板库,可以为用户和服务提供者提供共享的规范参考模板,以及 SLA 重用的

基础组件模板,新的SLA模板可以从模板库中直接继承,或者重构生成;而且由于本体具有强大知识表达能力,因此这种形式组织和构建成的SLA模板库可以更好地表达模板之间复杂的关系此外,OWL用XML语言进行知识和信息的组织编码,使得模板库的信息可以很容易的存储、交流和传播,方便了模板库的管理

3 SLA模板库的使用

3.1 库的使用

构建模板库其主要是为了满足用户以下需要:

- 依据服务分类查询对应的模板内容
- 查询一个模板的直接关联的上下级模板
- 查询一个具体模板组件属性内容
- 增加和删除出一个模板
- 重用已有的模板,组合新的模板

采用查询工具可以满足查询需要 OWL-QL^[14]是基于问答式的本体查询语言,可提供精确的OWL知识库的查询对于消费者使用代理同服务提供者自动交互时,则需要基于语义的SLA匹配

3.2 SLA Matchmaking

Matchmaking 定义为一个处理过程,该过程需要一个查询或者广告作为输入,并且返回数据库中所有潜在在满足查询和广告条件要求的SLA^[15]。通常一个服务提供商可能提供多

种服务,而每一种服务又具备多个不同的服务等级,即具备多个等级的SLA模板,matchmaking 主要是做基于语义的匹配,选取可用的SLA模板,作为客户和服务提供商签署合同的基础

这里的matchmaking分为两部分,一是基于SLA t Profile服务内容(或者过程)的matchmaking,这部分根据SLA t Profile描述的情况,同查询条件做语义的比较,然后给出一个比较结果;另外一部分,是基于能力描述的matchmaking,主要是根据QoS服务能力描述所作的matchmaking 一般作SLA选择时,先根据SLA t Profile内容做第一遍的选择,然后再根据QoS Capability做第二次满足QoS查询要求的选择 这样通过有效的分类选择,增加匹配算法的运算效率

一般情况下,人们认为一个内容和条款丰富的合同是一个较好的合同,同时异常情况的数量要受到限制 因此,在matchmaking的时候,给定一个可选的条款集合,假设C1和C2为两个SLA且两者服务等级相同,若C1的条款多于C2,那么可以认为C1是一个更值得选择的合同

基于SLA t本体的matchmaking算法采用基于描述逻辑的匹配算法 下面观察一个简单示例,A dvertisement是关于Mail的服务广告,其中异常数目少于5,其QoS等级为4;Query是请求Mail服务的描述,要求QoS等级大于3,则用描述逻辑SHIQ(D)的语法方法^[16,17]描述如下(其中表述所用词汇参看图4中SLA tProfile定义):

$$\begin{aligned}
 &SLA\ tProfile \subseteq T \\
 &A\ dvertisement \subseteq SLA\ tProfile \\
 &Query \subseteq SLA\ tProfile \\
 &A\ dvertisement \ ((SLA\ tProfile \\
 &\quad \forall SignedBy. (Parties \ \forall p\ provider. A\ SPN\ ane) \\
 &\quad \forall CreatedFor. (Service \ \forall bOfCategory. Mail) \\
 &\quad 5ExclusionNumber), \\
 &\quad (QoSCapability \\
 &\quad = 4hasServiceLevel)) \\
 &Query \ ((SLA\ tProfile \\
 &\quad \forall CreatedFor. (Service \ \forall bOfCategory. Mail)), \\
 &\quad (QoSCapability \\
 &\quad 3hasServiceLevel))
 \end{aligned}$$

/* 服务 Profile 语义描述 */
 /* 签署 SLA 的服务提供商 */
 /* SLAs 是为满足 Mail 类服务定制 */
 /* 异常数目被限制小于 5 */
 /* QoS 语义描述 */
 /* 规定服务质量等级为 4 */
 /* 同 A dvertisement */
 /* 请求 Mail 类服务 */
 /* 同 A dvertisement */
 /* 要求 Mail 服务质量等级不小于 3 */

设s为一个服务公告的集合,则一个请求R的matchmaking可表示为: matches(R) = {A | compatible(A, R)}; 而其中A和R的兼容定义为两者交集不为空 即 compatible(A, R) ⇔ (A ∩ R ≠ ∅). 对于示例 A dvertisement matches(Query), 因此 A dvertisement 和 Query 是相容的 对于算法匹配度的定义, 论文[15]中主要给出了四种, 可进一步区分为:

- Exact A 和 R 概念等价, 即 A = R
- PlugIn 概念上 R 是 A 的子概念, 即 R ⊆ A
- Subsume 概念上 R 包含 A, 即 A ⊆ R
- Intersection A 和 R 在概念上部分相交, 即 (A ∩ R ≠ ∅)
- Disjoint A 和 R 概念上没有交集, 即 A ∩ R = ∅

我们认为可以分为两种,即A available 和 U navailable, 其中 A available Exact PlugIn, U navailable Subsume In-

tersection Disjoint 对于要满足自动化处理的系统来说,需要简单和严格的规则定义,匹配的结果只有可用和不可用两种选择 Exact 和 PlugIn 均可完全满足请求R的要求;而Subsume 表明提供商不能完全满足请求的约束要求,对于基于代理的严格系统此匹配度也是不可用的, Intersection 和 Disjoint 基本上应用价值不大

借助SLA模板本体库可以实现两个方面的自动化处理,其一可以借助自动化工具,如代理(agent)来实现对服务的自动选择;其二是借助本体的知识重用机制和逻辑推理能力来解决SLA模板重用和自动重构问题 这里给出一个SLA生成算法,描述如何重用模板设计新的模板 该算法可以被服务提供商的代理采用,根据用户请求描述(Request Profile),生成新的备选模板

3.3 SLA Template 生成算法

一个新模板至少由一个已有的模板来重构, 假设拟采用的模板集合为 S , 其中 n 为需重用的模板数量; Q 为一个队列, 用于暂存模板 ($owl:Class$); T 为新的空模板, 则其生成算法描述如下:

```

初始化 S, 根据用户偏好选定要重用的模板, 然后依次加入
到模板集合 S;
while(S 非空) { /* 判断 S 是否为空 */
    选取 S 中的一个元素 S(i), 将 S(i) 从 S 中标记删除, 向
    下执行;
    if(存在直接上级模板)
        将 S(i) 直接上级模板 (即与其有 rdfs:subClassOf 关
        系的模板 owl:Class), 放入队列 Q 中;
    将 S(i) 模板组件属性参数提取, 并导入 T 中;
    while(Q 非空) /* 判断 Q 是否为空 */
    {
        GetHeader(Q); /* 取 Q 首元素 Q1 */
        if(Q1 未被访问过) {
            if(存在直接上级模板) 将 Q1 直接上级模板放入
            队列 Q 中;
            将 Q1 组件属性参数提取, 导入 T 中, 并标示 Q1
            元素已访问;
        } else do nothing; /* 忽略 */
    }
}

```

将 T 中属于相同类型的参数归类, 整理合并由 $owl:equivalentProperty$ 等描述的相同语义的参数, 删除不需要的参数及其信息;

为 T 中添加新的 QoS 参数及其信息;
导出 T 成需要的文档格式;

生成算法主要是在 SLA 模板库本体层次图(参看图 3 标注)上, 遍历生成一个分别从选定的模板 $owl:Class$ 节点到 $BaseTemplate$ 的一个图, 生成的新模板所具有的参数是该图中所有节点 $owl:Class$ 属性的 $Union$ 。下面以 IP-xDSL (参看 [11] 分类定义) 模板的建立为例子说明生成算法的使用

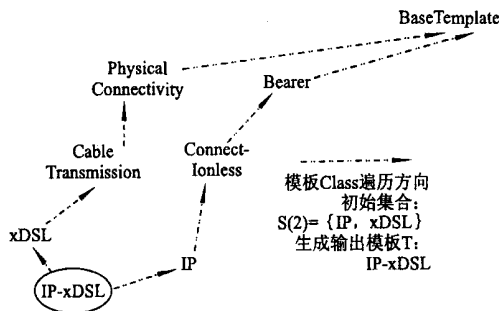


图 5 生成算法例子

首先, 初始集合 $S(2) = \{IP, xDSL\}$, 从节点 IP 开始一次遍历到 $BaseTemplate$, 生成一条路径 $IP \rightarrow Connectionless \rightarrow Bearer \rightarrow BaseTemplate$;

然后, 从 $xDSL$ 开始遍历到 $BaseTemplate$, 生成一条路径 $xDSL \rightarrow CableTransmission \rightarrow PhysicalConnectivity \rightarrow BaseTemplate$; 两条路径构成了需要用到的 SLA 模板的关系拓扑图

最后, 归并所有的图节点(即服务组件)的参数, 经过整理, 删除不需要的参数, 增加新的参数, 输出 IP-xDSL 的 SLA 模板

3.4 应用及讨论

目前, SLA 广泛的应用在服务质量管理中, 尤其是 Web 服务领域, 还有机构推出 SLA 模板用于商业目的。本文的方法主要应用在网格和 Web 服务平台的 SLA 模板管理之中, 通过使用机器学习的归类方法, 对拥有的服务进行归类, 并总结出一个有效的服务分类法, 然后结合前述方法进行服务模板库的创建以支持 SLA 管理

我们在 2.1 节中列举了一些已有的类似工作, 同这些工作相比, 本文主要采用语义网技术来解决 SLA 信息模型中存在的问题, 侧重于用本体来建模 SLA, 为 SLA 提供一种新的基于 web 本体语言的形式化描述方法, 并建立关于 SLA 模板的知识库 (SLA 模板本体加上 SLA 实例)。通过建立统一的 SLA 本体, 可以消除如 WSO2, WSM2 和 WSLA 等使用 XML Schema 语言带来的歧义问题, 为不同的使用者提供共享一致的词汇; 而且 XML 描述的信息, 用本体语言 OWL 都可以完成, 并具有丰富的语义。基于本体的推理能力还可以实现处理过程的自动化。例如 WSLA 中基于 SLA 做服务选择时, 是基于文本和文档结构的处理; 而在本文模型中是借助 SLA 本体推理能力作语义匹配。表 1 描述了本文方法同几种典型工作的简要对比

此外, 我们提供如何利用本体来组织和构建 SLA 模板知识库的方法。通过对网络服务进行分类, 抽象分类关系, 再由

表 1 同相关工作的简要对比

	QML	WSOF	WSLA	WSML	OntoSLA t
应用侧重	QoS 类型描述	SLA 类型描述	SLA 描述	SLA 描述	SLA 建模及描述; 模板库管理
描述语言	自定义语言	XML	XML	XML	本体语言 OWL
重用机制	模板实例化	模板实例化; 继承重用	模板实例化; QoS 度量重用	模板实例化	模板实例化; 本体重用; QoS 度量重用;
匹配机制	无	XML 文档结构匹配	XML 文档结构匹配	无	基于本体描述语义匹配

SLA 本体为服务定义相应的模板, 对组织关系进行描述, 从而建立 SLA 模板库, 为 SLA 重用提供了基础组件。设计的 SLA 模板生成算法则根据请求描述从 SLA 知识库中为客户生成新的备选模板, 从而有效地实现 SLA 重用

4 总结

SLA 是目前多样化网络服务中服务质量保障的重要手段,但 SLA 存在诸如缺乏统一信息模型、重用度低等问题,而语义网中的本体论为解决目前 SLA 中存在的问题提供了有效的技术支持。本文采用本体论来对 SLA 模板进行建模,为 SLA 概念、参数和度量提供严格、统一和富含语义的定义。在此基础上,对如何利用本体论来组织和构建 SLA 模板知识库 (OntoSLA t) 进行了阐述。我们还提出了一种基于本体的 SLA 分段匹配算法,这种算法能够依据服务需求描述进行相应服务的匹配,并做基于 QoS 的选择;而 SLA 模板生成算法则根据请求描述从 SLA 知识库中为客户生成新的备选模板,从而有效地实现 SLA 重用。我们也将自己的方法同其它的研究方法做了一个对比讨论。

此外,用本体语言 OWL 来描述 SLA,则为 SLA 提供了一种新的形式化描述方法,从某种程度上也可以说是一种新的 SLA 描述语言,而且这种语言可以方便地同代理 (agent) 等自动化技术结合,实现 SLA 的诸如基于代理协商等管理方面的自动化。目前在 OWL 基础之上的规则语言如 SWRL (Semantic Web Rule Language) 已经提出并开始应用,这有助于提升基于本体的推理能力,SLA 之中很多条件公式和量化陈述都可以用 SWRL 来描述,这将为 agent 技术在未来 SLA 管理中的应用提供更强支持。

当前工作尚存在许多不足,如本体定义不完善、服务分类缺乏系统方法等。如何建立完善的通用 SLA 模板架构,增加支持 SLA 生命周期管理的机制以及更好地解决 SLA 管理中存在的问题将是下一步所要研究的重点。

References

- [1] TeleManagementForum. SLA management book[Z]. Public Evaluation/Version 1.5, June 2001.
- [2] Marilly E, Martinot O, Betge-Brezetz S, et al. Requiements for service level agreement management[C]. IEEE Workshop on IP Operations and Management, 2002: 57-62.
- [3] Gaurav J, Deepali S, Shekhar V. Service level agreements in IP networks[J]. Information Management and Computer Security, 2002, 10(4): 171-177.
- [4] Deng SH, Tang SW etc. Ontology research review [J]. Journal of Beijing University, 2002, 38(5): 730-738.
- [5] Lopez J E, Vergara de, Villagra V A, A sensio J I, Berrocal J. Ontologies: giving semantics to network management models [J]. IEEE Network, 2003, 17(3): 15-21.
- [6] Frolund S, Koistinen J. Quality-of-Service specification in distributed object systems [J]. Distributed System Engineering

- Journal, 1998, 5(4): 179-202.
- [7] Tosic V, Pagurek B, Patel K. W SOL-A language for the formal specification of classes of service for Web services research report OCIECE Feb. 2003 [EB/OL]. Online at: <http://www.sce.carleton.ca/netmanage/papers/TosicEtAlResRep03-03.pdf>
- [8] Sahai A, Durante A, Machiraju V. Towards automated SLA management for web services [R]. Tech Rep: HPL-2001-310 (R. 1), 2002.
- [9] Keller A, Ludwig H. The W SLA framework: specifying and monitoring service level agreements for Web services [J]. Journal of Network and System Management, 2003, 11(1): 57-81.
- [10] Luo T, Meng L M. SLA foundation template library: reusable-component repository for SLA [C]. In: Proceedings of ICCT 2003, 1739-1743.
- [11] Zhao D K, Wang J, Zhang Z etc. IP QoS architecture and SLA guarantee research [J]. Data Communication, 2004, 1: 5-8.
- [12] McGuinness D L, van Hamelen F eds. OWL Web Ontology Language Overview. World wide Web consortium (W3C) recommendation [EB/OL]. 15 DEC. 2003; www.w3.org/TR/owl-features
- [13] Zhou C, Chia L T, Lee B S. DAML-QoS ontology for Web services [C]. In the Int. Conf. on Web Services (ICWS04), 2004, 472-479.
- [14] Fikes R, Hayes P, Horrocks I eds. OWL-QL: a language for deductive query answering on the semantic web [R]. Tech Rep: 03-14, Knowledge Systems Laboratory, Stanford Univ., 2003.
- [15] Stojanovic N, Studer R, Stojanovic L. An approach for the ranking of query results in the semantic web [C]. In: Proceedings of the Second International Semantic Web Conference (ISWC), volume 2870 of LNCS, Springer-Verlag, 2003, 500-516.
- [16] Li L, Horrocks I. A software framework for matchmaking based on semantic web technology [C]. In: Proceeding of the International World Wide Web Conference (WWW 2003), 2003.
- [17] Horrocks I, Sattler U. Ontology reasoning in the SHIQ(D) description logic [C]. In: B. Nebel, editor, Proc of the 17th Int Joint Conf on Artificial Intelligence (IJCAI 2001). Morgan Kaufmann, 2001, 199-204.

附中文参考文献

- [4] 邓志鸿, 唐世渭等. Ontology 研究综述 [J]. 北京大学学报, 2002, 38(5): 730-738.
- [11] 赵德宽, 王京, 张震, 刘红旗. IP QoS 结构与 SLA 保证研究 [J]. 数据通信, 2004, 0(1): 5-8.