

УДК 004.65

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ ВЕБ-СЕРВИСОВ

А.А. Дергачев^а

^а Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия, dergachev.itmo@mail.ru

Представлено концептуальное расширение функционального описания веб-сервисов корпоративных информационно-вычислительных систем. Приведена трехуровневая модель представления запроса к веб-сервисам на пространстве имен пользователей информационно-вычислительных систем, пространстве имен формальных операций и пространстве имен реальных операций веб-сервисов. Работа направлена на развитие исследований в области формирования плана выполнения запросов реляционных систем управления базами данных, который применительно к веб-сервисам назван планом вызова веб-сервисов. Основными результатами работы являются концептуальное расширение функционального описания веб-сервисов и трехуровневая модель представления запросов к веб-сервисам.

Ключевые слова: веб-сервисы, реляционные СУБД, Интернет, среда выполнения.

CONCEPTUAL EXTENSION OF WEB SERVICES FUNCTIONAL DESCRIPTION

A.A. Dergachev^a

^a Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University), Saint Petersburg, Russia, dergachev.itmo@mail.ru

The paper deals with conceptual extension of Web services functional description in enterprise computer-based information systems. The following research is presented: three-level model of the request submission to Web services on a users' namespace of computer-based information systems, namespace of formal operations and namespace of real Web services operations. The scope of developing research is optimization of relational database query execution plan, which is named as Web services execution plan. The main results of the work are: conceptual extension of Web services functional description; three-level model of request submission to Web services.

Keywords: Web services, relational DBMS, Internet, execution environment.

Эпоха компьютеризации предоставила организациям широкие возможности по автоматизации труда своих сотрудников на уровне корпоративных информационных систем [1, 2]. Интернет расширил эти возможности, распространив автоматизацию на взаимодействие между организациями и предоставление ими электронных услуг в виде сервисов. В полупроводниковой индустрии примером может служить разработка и поставка «виртуальных» электронных компонентов в виде кода на языках описания аппаратных средств Verilog и VHDL либо готовой топологии в формате GDSII [3]. Такие компоненты получили название «ядра полупроводникового интеллектуального продукта» (Semiconductor Intellectual Property Core). Другим примером может служить издательская деятельность. Массово тиражируемые издания и отдельные тома многотомных коллекций (например, такие издательские проекты, как «Великие художники» или «Музеи мира») могут подготавливаться разными издательствами, а тираж одного и того же тома может быть отпечатан в нескольких типографиях, находящихся в разных странах. При этом потенциальных кандидатов на выполнение работ может быть много – от крупных издательств и типографий до небольших издательских фирм. Учитывая массовость тиража каждого тома и недельный интервал между их выпусками, а также загруженность издательств и типографий плановыми изданиями, задача организации оперативного поиска кандидатов, распределения и параллельного выполнения работ над масштабными издательскими проектами актуальна и может быть решена на уровне взаимодействия веб-сервисов. Для автоматизации такого взаимодействия необходима программная инфраструктура, по своим функциям аналогичная системам управления базами данных (СУБД).

В отличие от реляционных СУБД, где план выполнения запроса, будучи сформированным один раз, может использоваться многократно вплоть до очередного изменения структуры базы данных, формирование плана вызова веб-сервисов необходимо выполнять для каждого запроса к веб-сервисам заново. Это объясняется непостоянством функционального состава веб-сервисов, представленных в Интернет конкурирующими на рынке электронных услуг компаниями. Так, например, отдельные этапы разработки печатной платы – разработка принципиальной схемы, симуляция и моделирование схемы, трассировка печатной платы и подготовка производства печатной платы – могут быть выполнены как одним, так и разными исполнителями, причем кандидатов-исполнителей на каждом этапе может быть несколько. При этом каждый веб-сервис (кандидат-исполнитель) может иметь свою внутреннюю уникальную идентификацию этапов и номенклатуру проектно-производственных операций, не имеющую прямого эквивалента в пространстве имен пользователя. Возникает задача определения соответствия между терминологией работников инженерных компаний и номенклатурой операций сервисов-кандидатов на выполнение этапов проектно-производственной операции. Для решения этой задачи можно воспользоваться формальным представлением веб-сервисов [4] и установить это соответствие на пространстве имен формальных операций. С одной стороны, на пространство имен формальных операций можно отобразить запросы в терминологии предметной области, понятной пользователям инженерных компаний, с другой стороны – сопоставить с реальными операциями, выполняемыми конкретными веб-сервисами. Это промежуточное представление запроса к веб-сервисам в терминологии формальных операций и является концептуальным расширением функционального описания веб-сервисов, что в совокупности с представлением за-

проса в терминологии предметной области и представлением на уровне реальных операций конкретного веб-сервиса составляет трехуровневую модель представления запроса к веб-сервисам. Для реализации концептуального расширения функционального описания веб-сервисов необходимо определить форму представления операций для каждого уровня представления запроса к веб-сервисам и правила их взаимного отображения [5].

Первый уровень представления запроса к веб-сервисам опирается на пространство имен предметной области, терминологически и ассоциативно понятное пользователям корпоративной информационной системы. Синтаксис запросов к веб-сервисам уровня предметной области должен включать в себя набор отношений (R), позволяющих пользователям формулировать запросы (Q) в декларативной форме безотносительно к специфике реализации операций конкретными веб-сервисами. Общая форма представления запроса к веб-сервисам в терминах отношений предметной области может быть записана в следующем виде:

$$Q(A) \rightarrow (\bigwedge_i R_i(A_i)) \wedge (\bigwedge_k U_k),$$

где R_i – отношение уровня предметной области; A_i – набор атрибутов; U_k – условие вида $U_k = a_i \theta u$, где a_i – атрибут отношения R_i , u является константой, а $\theta \in \{=, \neq, <, >, \leq, \geq\}$.

Второй уровень представления запроса к веб-сервисам опирается на пространство имен формальных операций, которые могут быть выполнены веб-сервисами как по частям, так и полностью. Одной операции пространства имен предметной области может соответствовать несколько вариантов наборов из нескольких формальных операций. Формально отображение отношения уровня предметной области на множество формальных операций можно записать в следующем виде:

$$R_i(a_1, \dots, a_n) \rightarrow (\bigwedge_j f_j(v_{j1}, \dots, v_{jm})) \wedge (\bigwedge_k U_k),$$

где a_i – атрибут отношения R_i ; v_j – входные/выходные параметры формальной операции f_j ; U_k – условие вида $U_k = a_i \theta u$, где u является константой, а $\theta \in \{=, \neq, <, >, \leq, \geq\}$. Это означает, что для получения отношений R_i необходимо вызвать веб-сервисы, которые выполняют конкретные операции, соответствующие операции f_j . Так, например, отношение *Cars* для запроса аренды автомобиля может быть определено на двух формальных операциях – получении страхового полиса *InsurancePolicy*, зависящего от региона, и бронировании автомобиля у конкретного провайдера региона по указанной в запросе минимальной суточной стоимости аренды:

$$\begin{aligned} &Cars(\text{Zipcode}, \text{CarType}, \text{CarRentPrice}, \text{InsurancePolicy}) \rightarrow \\ &\quad \text{InsurancePolicy}(\text{Area}, \text{InsurancePrice}), \\ &\quad \text{PrepareCars}(\text{CarProvider}, \text{CarType}, \text{CarRentPrice}), \\ &\quad \text{Zipcode} \in \text{Area}, \text{CarProvider} \in \text{Area}, \min(\text{CarRentPrice}) \end{aligned}$$

Порядок выполнения формальных операций задается промежуточным планом вызова потенциальных веб-сервисов-исполнителей. Конкретные исполнители из числа конкурирующих веб-сервисов определяются каждый раз заново для каждого запроса к веб-сервисам в процессе формирования плана вызова веб-сервисов.

Третий уровень представления сервисного запроса опирается на пространство имен реальных операций конкретных веб-сервисов, где полное имя включает в себя имя конкретного веб-сервиса (префикс), внутреннее имя (идентификатор) операции конкретного веб-сервиса и внутреннее имя (идентификатор) связанной с ней реальной операции данного конкретного веб-сервиса (суффикс). В отличие от определения отношений предметной области в терминах формальных операций, соответствие между формальными операциями и их исполнителями (реальными операциями) должно устанавливаться полностью автоматизированным способом, опираясь на методы учета показателей качества обслуживания веб-сервисов и разработанные на их основе алгоритмы формирования плана вызова веб-сервисов [6].

Концептуальное расширение функционального описания веб-сервисов позволяет единожды формализовать план выполнения веб-сервисов в терминах формальных операций для каждой типовой операции, реализуемой веб-сервисами. Прозрачность выбора среди отвечающих функциональным требованиям сервисов и построение оптимальной композиции для выполнения комплекса взаимосвязанных работ могут быть обеспечены методами оптимизации поиска и построением плана вызова веб-сервисов [7, 8]. Необходима также среда выполнения, реализующая соответствующие алгоритмы планирования и формирования плана вызова веб-сервисов [9]. Возможным решением могла бы стать централизованная система организации доступа к веб-сервисам, способная автоматизировать поиск, выбор и взаимодействие веб-сервисов, обеспечив тем самым адаптивность их интеграции [10].

1. Burakov P.V., Kurochkin D.E. Zadachi razvitiya IT-infrastructure predpriyatiya [Development problems of the enterprise IT-infrastructure]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2012, no. 2 (78), pp. 74–77.
2. Alekseev S.A. Formirovanie obshchego informatsionnogo resursa v korporativnoi seti sotsial'noi organizatsionno-tekhnicheskoi sistemy [Creation of a common informational resource of corporate network in social organizational-technical system]. *Izv. vuzov. Priborostroenie*, 2009, vol. 52, no 12, pp. 8–11.

3. Paltashev T., Iglikov A., Alekseev M. Razvitie industrii poluprovodnikovyykh virtual'nykh komponentov [Development of industry of semiconductor virtual components]. *Komponenty i tekhnologii*, 2012, vol. 5, no. 130, pp. 172–178.
4. Dergachev A.M. Problemy effektivnogo ispol'zovaniya setevykh servisov [Problems of efficient use of network services]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2011, no. 1 (71), pp. 83–87.
5. Ouzzani M., Bouguettaya A. *Semantic Web Services for Web Databases*. Springer, 2011, 150 p.
6. Yu T., Zhang Y., Lin K.-J. Efficient algorithms for Web services selection with end-to-end QoS constraints. *ACM Transactions on the Web*, 2007, vol. 1, no. 1, art. no. 6. doi: 10.1145/1232722.1232728
7. Dover D., Dafforn E. *Search Engine Optimization Secrets*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2011, 456 p.
8. Bessmertny I.A., Bulygin K.A. Mnogoagentnyi podhod k resheniyu zadach neinformirovannogo poiska [Multi-agent approach to the uninformed search task solution]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2011, no. 4 (74), pp. 98–101.
9. Maryin S.V., Kovalchuk S.V. Servisno-orientirovannaya platform ispolneniya kompozitnykh prolozhenii v raspredelennoi srede [Service-oriented platform for execution of composite applications in distributed environment]. *Izv. vuzov. Priborostroenie*, 2011, vol. 54, no. 10, pp. 21–29.
10. Semerkhanov I.A., Mouromtsev D.I. Integratsiya informatsionnykh system na osnove tekhnologii svyazannykh dannykh [Information systems integration on the base of linked data technology]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2013, no. 5 (87), pp. 123–127.

Дергачев Александр Андреевич

– аспирант, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия, dergachev.itmo@mail.ru

Alexander A. Dergachev

– postgraduate, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia (ITMO University), dergachev.itmo@mail.ru

Принято к печати 10.02.14

Accepted 10.02.14