

## МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ С СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Коваленко Т.Н., Тулла Е.Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр.Ленина, 14, каф. телекоммуникационных систем,  
тел. (057) 702-13-20, e-mail: [tanya.n.kov@gmail.com](mailto:tanya.n.kov@gmail.com)

In this work technique for productivity analysis of distributed systems with service-oriented architecture (SOA) is presented. The technique is based on a hierarchical model using timed coloured Petri nets mathematical tool. In contrast to existing approaches it allows to study performance of SOA systems on the basis of different developers' solutions paying a great attention to characteristics of telecommunication infrastructure which is used for information exchange and transmission.

В современных информационных и телекоммуникационных системах одной из актуальных проблем является проблема интеграции приложений. Сервис-ориентированная архитектура (Service-Oriented Architecture, SOA) является в настоящее время одним из наиболее эффективных и популярных подходов к решению данной проблемы. Основные принципы построения систем с сервис-ориентированной архитектурой рассмотрены в [1], [2]. SOA-системы являются сложными распределенными системами, в которых при предоставлении сервиса конечному потребителю зачастую необходимо обеспечить сетевое взаимодействие нескольких поставщиков. Производительность и другие характеристики таких систем, а также качество предоставляемых ими сервисов существенно зависят от характеристик телекоммуникационных систем и сетей (ТКС), обеспечивающих информационный обмен в распределенной системе SOA. В связи с этим к ТКС, очевидно, необходимо выдвигать специфические требования, однако для количественной оценки влияния характеристик базовой ТКС на характеристики SOA-системы требуются адекватные математические модели, учитывающие телекоммуникационную составляющую таких систем. Однако предлагаемые на сегодняшний день подходы к оценке производительности распределенных систем с сервис-ориентированной архитектурой основаны на применении специализированного программного обеспечения с целью тестирования конкретного аппаратно-программного решения того или иного производителя. В данной работе для решения этой задачи предлагается применение системы математических моделей на основе раскрашенных временных сетей Петри [3].

Архитектура SOA-систем и основные подходы к организации обмена данными в них рассмотрены в работах [1], [3]. Для организации взаимодействия сервисов, динамической маршрутизации запросов от прикладного компонента – потребителя сервиса и получения результатов от приложения – провайдера сервиса и решения других коммуникационных задач все большее распространение получает технология корпоративной сервисной шины (Enterprise Service Bus, ESB). ESB предоставляет единый механизм для передачи запросов и получения результатов сервисов, выполнения необходимых преобразований сообщений и транспортных протоколов и управления потоком обращений к сервисам (рис.1). Благодаря такому управлению выполняется необходимая последовательность вызовов сервиса для реализации бизнес-процесса.

Сети Петри (СП) представляют собой математический аппарат моделирования и анализа стохастических динамических систем и процессов [4], [5]. Иерархическая раскрашенная СП (CPN) представляет собой совокупность нескольких CPN модулей, объединенных в единую модель сложной системы с помощью специальных переходов и позиций. Существующие модули могут использоваться в модели несколько раз, кроме того, на их основе можно создавать новые модули. Иерархическая структура такой модели может быть сколь угодно сложной – каждый модуль может состоять из нескольких более мелких CPN модулей, модули разного уровня иерархии могут иметь общие элементы (позиции слияния).

При построении модели сетевого взаимодействия распределенных компонентов SOA-системы применяется подход «сверху вниз», который предполагает построение обобщенной модели системы с постепенной детализацией моделей процессов, требующих более тщательного анализа. В этом случае любой переход при необходимости может быть преобразован в замещающий, а детальное описание соответствующего данному переходу процесса представляется отдельным CPN модулем [3].

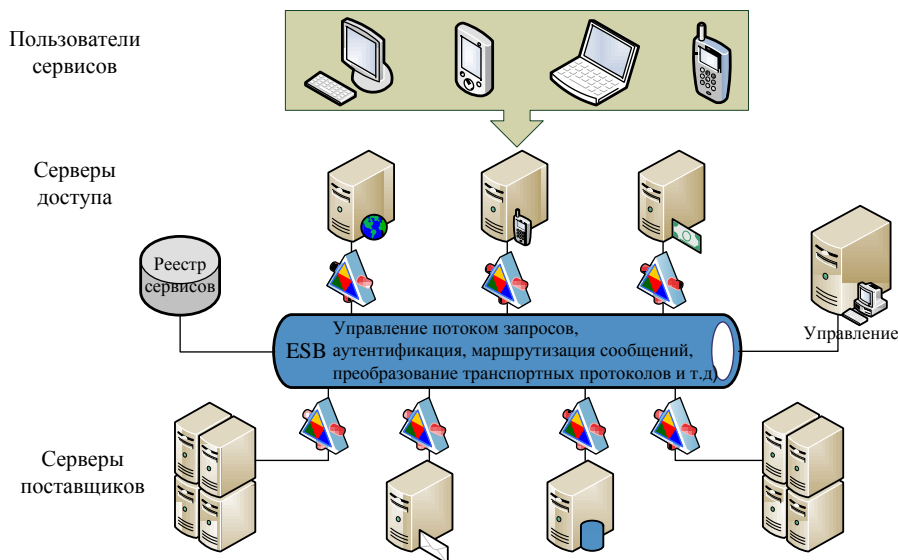


Рис. 1. Роль ESB в структуре SOA

Иерархическая структура предлагаемой модели приведена на рис.2. Верхний уровень модели представляет из себя CPN модуль, описывающий наиболее общие аспекты построения системы SOA, ее структуру и функциональные компоненты.

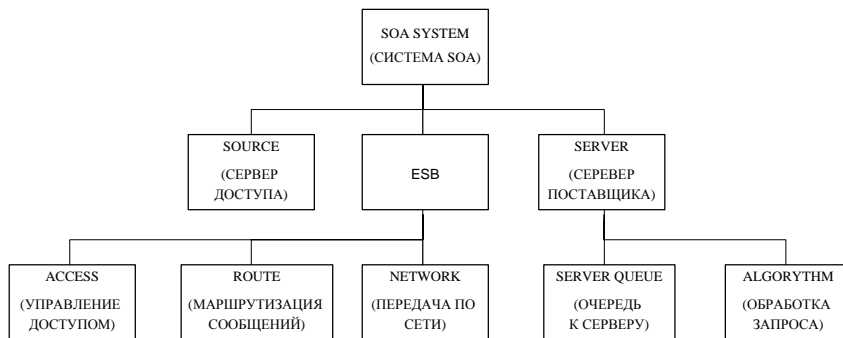


Рис. 2. Иерархическая структура модели взаимодействия компонентов SOA-системы

Обобщенная модель SOA-системы (SOA SYSTEM) соответствует структуре, приведенной на рис.1. Данный CPN модуль представлен на рис. 3,а. Основными компонентами модели являются замещающие переходы “Source” (сервер доступа пользователей к сервисам, предоставляемым системой), “ESB” и “Server” (сервер поставщика сервисов), каждый из которых представляет собой CPN модуль следующего более низкого уровня иерархии. Данные CPN модули были представлены ранее в работе [3]. CPN модуль сервера доступа к сервисам (SOURCE) описывает процесс формирования запросов к системе SOA. В данном модуле происходит моделирование входного трафика, задаются размер и

интенсивность передаваемых по сети блоков данных. Сбор статистической информации для ее дальнейшей обработки и анализа производительности моделируемой системы осуществляется с помощью позиций Amount и ServiceTime, на которых размещаются фишки успешно обработанных запросов на сервисы и времени обработки данных запросов соответственно.

CPN модуль корпоративной сервисной шины (ESB), состоит из трех основных модулей, реализующих функции ESB: управление входным потоком запросов к сервисной шине (ограничение потока, порядок обслуживания очереди запросов и т.д.) моделирует CPN модуль ACCESS (рис. 3,б); процедуры маршрутизации принятого к обслуживанию запроса к серверу поставщика моделирует CPN модуль ROUTE (рис. 3,в), который может реализовывать, например, процедуру оптимального выбора поставщика сервиса и распределения сетевых ресурсов при обслуживании потоков запросов на сервисы; процесс передачи сообщений-запросов и ответов на них по сети и возникающие при этом задержки моделирует CPN модуль NETWORK (рис.4).

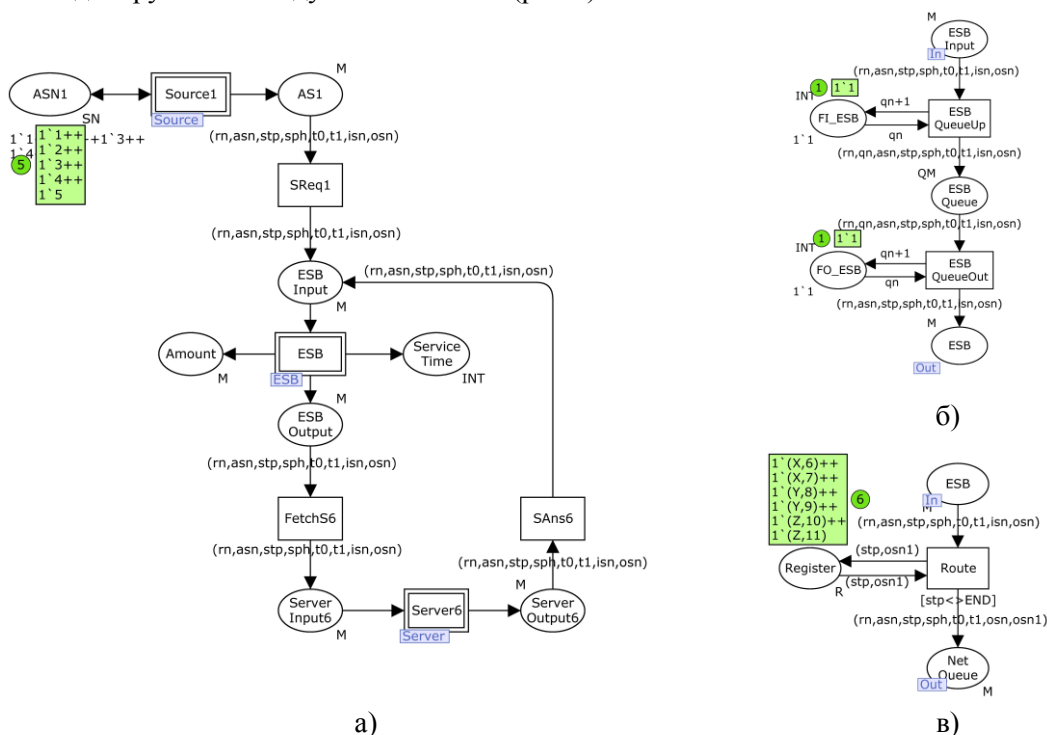


Рис. 3. Обобщенная модель SOA-системы (а), CPN модули управления доступом (б) и маршрутизации сообщений (в)

Модель сервера поставщика сервисов представлена в работе [3], она также включает два CPN модуля, описывающие процедуры обслуживания входной очереди запросов на каждом сервере (модуль SERVER QUEUE) и процесс обработки запросов на сервисы различного типа с учетом возникающих при этом задержек (модуль ALGORITHM).

Представленная модель процессов сетевого взаимодействия в распределенных системах SOA позволяет проводить анализ таких характеристик, как производительность моделируемой системы, время обслуживания запросов, размеры очередей и т.д. Результаты, полученные в ходе моделирования с использованием предложенного подхода, приведены на рис. 5. Здесь представлены гистограммы, показывающие зависимость производительности системы SOA и среднего времени обработки запроса на сервис при различной пропускной способности базовой ТКС, соединяющей сервера поставщиков. Для получения более наглядных и легко интерпретируемых результатов пропускные способности всех участков сети предполагались одинаковыми и равными от 100 до 500 Мбит/с.

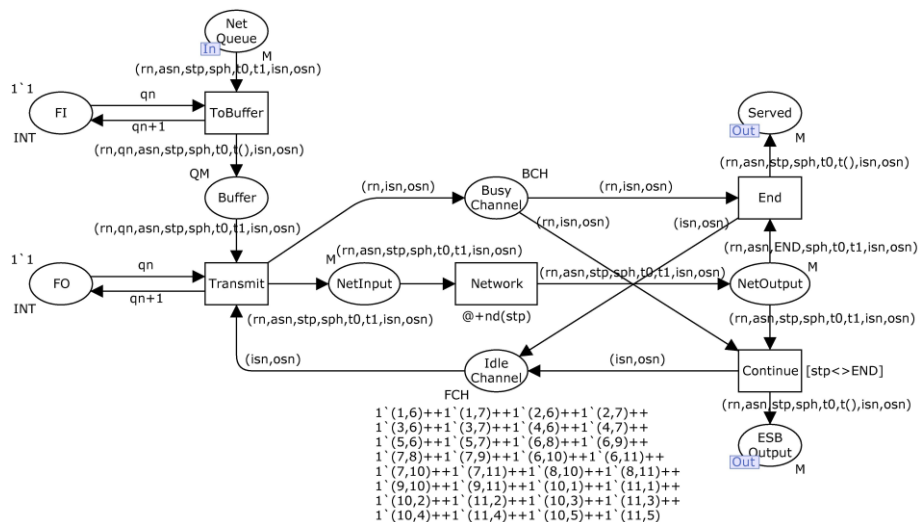


Рис. 4. Модель передачи сообщений по сети

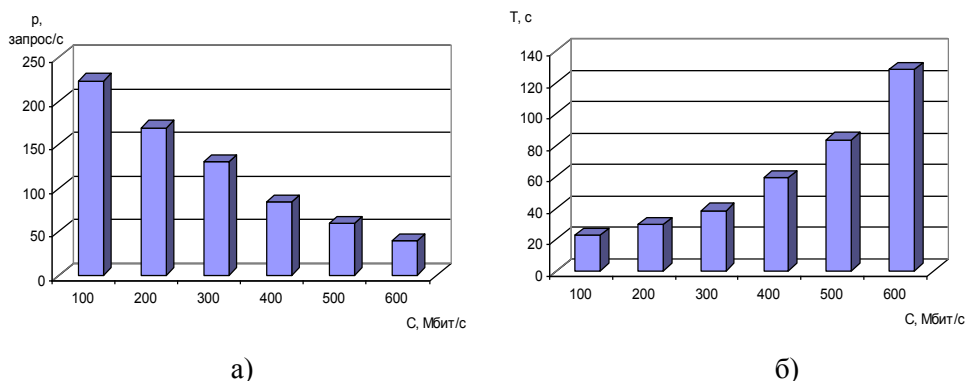


Рис.5. Зависимость производительности системы SOA (а) и среднего времени обработки запроса на сервис (б) от пропускной способности базовой ТКС

Таким образом, предлагаемая в работе методика позволяет проводить анализ производительности распределенных систем с сервис-ориентированной архитектурой. В основу методики положена иерархическая модель системы SOA в виде раскрашенной временной сети Петри, которая является достаточно гибкой и легко масштабируемой, что позволяет проводить исследование характеристик SOA-систем на основе аппаратно-программных решений различных производителей с учетом характеристик ТКС, на базе которых организовываются данные системы. Предложенный подход позволяет также проводить анализ эффективности различных технологических решений, разрабатываемых для распределенных систем SOA, с точки зрения из производительности и качества предоставляемых сервисов. К данным технологическим решениям можно, в частности, отнести методы управления входным потоком запросов к ESB, маршрутизации сообщений и т.п.

**Литература:** 1. Nicolai M. Josuttis. SOA in Practice: The Art of Distributed System Design (Theory in Practice). – O'Reilly Media, 2007. – 352 p. 2. Дубова Н. На пути к SOA // Директор ИС. – 2005. – №8. 3. Коваленко Т.Н. Оптимизация распределения сетевых ресурсов в системах с сервис-ориентированной архитектурой // Радиотехника: Всеукр. міжвед. науч.-техн. сб. – Харьков, 2009. – Вып.159. – С.7–13. 4. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем // В.В. Поповський, С.О. Сабурова, В.Ф. Олійник, Ю.І. Лосев, Д.В. Агеев та ін.: За загальною редакцією В.В. Поповського. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 564 с. 5. Jensen K. Coloured Petri nets: basic concepts, analysis methods and practical use. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1996.