

Планирование архитектуры сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости

Л. К. Птицына¹, Н. Н. Эль Сабаяр Шевченко²
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Санкт-Петербург, Россия
¹ptitsina_lk@inbox.ru, ²nzs.vus@gmail.com

М. П. Белов
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)
Санкт-Петербург, Россия
milesa58@mail.ru

А. В. Птицын
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
Санкт-Петербург, Россия
pticin@inbox.ru

Аннотация. Представлена актуальность востребованности интеллектуальных сервис-ориентированных систем. Выделены перспективные направления развития мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем. Рассмотрены преимущества планирования архитектуры интеллектуальных сервис-ориентированных систем. Раскрыты особенности планирования архитектуры сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости. Сформирован базис моделей выбора планировщиков для интеллектуальных сервис-ориентированных систем с мягкой архитектурой. Описаны ключевые особенности выбора. Задействован нейросетевой аппарат для выбора планировщика архитектуры сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости. Сформированы правила выбора.

Ключевые слова: интеллектуальные технологии; архитектура; гибкость; сервис-ориентированная система; неопределённость; планирование; модель; формализация; выбор; нейронная сеть; регрессионная модель

I. АКТУАЛЬНОСТЬ

На современном этапе развития информационного общества и цифровой экономики обостряются проблемы непредсказуемости влияния различных факторов неопределённости в знаниях о состоянии окружающей среды социума не только на качество жизни, но и на безопасность жизнедеятельности. В критических ситуациях информационная инфраструктура становится одним из основных объектов, обеспечивающим выполнение, сопровождение и поддержание на необходимом уровне основных процессов жизнедеятельности.

При подобных обстоятельствах состоятельность результатов решения необходимых задач в средах информационных инфраструктур предопределяется их гибкостью и адекватностью по отношению к состоянию окружающей среды. Выделенные свойства являются основными для интеллектуальных сервис-ориентированных систем. В связи с этим резко возрастает актуальность развития научных основ жизненного цикла интеллектуальных сервис-ориентированных систем, обеспечивающих адекватное соответствие состоянию окружающей среды и различного рода требованиям со стороны субъектов социума и объектов экономических отношений для эффективного труда и безопасной жизнедеятельности.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Начиная с исследований, представленных в [1], стал формироваться методологический базис жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем.

Первоосновой любой архитектуры является концепция. Обширное множество опорных концепций мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем в дополнение к варианту, описанному в [1], предлагается в [2]. Вербальное описание каждого варианта из опорного множества сопровождается построением соответствующей концептуальной модели в информационной среде представления знаний SMARTTOOLS.

Следующий шаг по наполнению методологического базиса жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем ассоциируется с определением [3], систематизацией [4, 5,

6] и расширением формализаций, связанных с формированием их объектно-ориентированных моделей, разработкой и применением методов анализа построенных моделей [7, 8, 9, 10, 11].

При расширении формализаций, связанных с формированием их объектно-ориентированных моделей, разработкой и применением методов анализа построенных моделей различаются два поднаправления развития наукоёмких компонентов рассматриваемой методологии.

Первое поднаправление (первая ветвь) расширения формализаций распространяется на охват анализом различных вариаций в типовых конфигурациях интегрируемых сервисов. Результаты исследований этого направления представляются в работах [7, 8, 9, 10].

Среди анализируемых причин разнообразия в вариациях типовых конфигураций интегрируемых сервисов выделяются внутренние, обусловленные особенностями требуемых на практике функциональных спецификаций сервис-ориентированных систем, и внешние, вызванные происходящими изменениями во внешней среде.

При этом внутренние причины относятся к случаям пассивной среды, а внешние причины – к активным и агрессивным средам. Применительно к активным и агрессивным средам особое внимание уделяется формализациям, применимым к преодолению априорной неопределённости относительно знаний об их состоянии [7, 8, 9, 10].

Второе поднаправление (вторая ветвь) расширения формализаций ориентируется на учет различий в механизмах комплексирования параллельно выполняемых сервисов. В первую очередь это касается использования темпоральной логики комплексирования. Объектно-ориентированные модели этого механизма комплексирования и результаты аналитического определения динамических характеристик сервис-ориентированных систем освещаются в работе [11].

На основе знаний, накопленных при формировании расширенных объектно-ориентированных моделей сервис-ориентированных систем, и при разработке и применении методов анализа построенных моделей, осуществился переход к определению методологии генерации модельно-аналитического интеллекта сервис-ориентированных систем с гарантиями качества [12].

Одновременно с генерацией модельно-аналитического интеллекта сервис-ориентированных систем с гарантиями качества развивается самостоятельное направление расширения методологического базиса жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем, ориентированное на введение в архитектуру вычислительного интеллекта в виде планировщиков [13]. При этом рассматриваются альтернативы планировщиков, реализуемых в виде сервиса или группы сервисов.

Альтернативный ряд планировщиков сопровождается определением формализаций их выбора, включаемых в методологический базис жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем [2, 13]. Вслед за этим исследованием, предлагается последующее развитие интеллекта сервис-ориентированных систем путем интеллектуальной интеграции кластерных сегментов сервис-ориентированных систем на основе мультиагентных технологий [14].

При введении планировщиков в мягкую архитектуру интеллектуальных сервис-ориентированных систем появляется новая возможность повышения их качества функционирования за счёт оптимизации выбора конкретного алгоритма планирования.

В рамках рассматриваемого методологического базиса жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем предлагаются формализации для оптимизации выбора конкретного алгоритма планирования.

Ключевой особенностью оптимизации выбора конкретного алгоритма планирования является обширный спектр неопределённостей. К этому спектру относятся неопределённости относительно зависимостей показателей качества планирования от многочисленного множества факторов. Среди факторов выделяются:

- доступность необходимых ресурсов;
- допустимость выполнения определённых действий;
- знания о состоянии окружающей среды;
- знания о ситуациях востребованности соблюдения тех или иных требований к функциональным спецификациям интеллектуальных сервис-ориентированных систем;
- знания о ситуациях востребованности соблюдения тех или иных требований к профилям качества функционирования интеллектуальных сервис-ориентированных систем.

Согласно выявленным особенностям неопределённостей предлагается функциональность по оптимизации выбора конкретного алгоритма планирования передать экспертному сервису. К входной информации для экспертного сервиса относятся условия задачи выбора, критерии оптимальности, качество функционирования сервис-ориентированной системы по определённым планам, характеристики предметной области.

Среди условий задачи выбора оптимального алгоритма выделяются представления:

- начального состояния среды;
- конечного состояния среды;
- частичных знаний о доступности необходимых ресурсов;

- частичных знаний о допустимости выполнения определённых действий;
- частичных знаний о состоянии окружающей среды;
- частичных знаний о ситуациях востребованности соблюдения тех или иных требований к функциональным спецификациям интеллектуальных сервис-ориентированных систем;
- частичных знаний о ситуациях востребованности соблюдения тех или иных требований к профилям качества функционирования интеллектуальных сервис-ориентированных систем.

Согласно теории планирования при параметризации предметной области различаются следующие характеристики:

- O – множество сервисов предметной области;
- Q – множество условий предметной области;
- N_{op} – общее количество сервисов предметной области;
- N_{pre} – среднее количество предусловий одного сервиса;
- N_c – общее количество условий предметной области;
- N_{add} – среднее количество добавляемых условий для одного сервиса;
- N_{del} – среднее количество удаляемых условий для одного сервиса;
- n_+ – среднее количество сервисов, добавляющих условия;
- n_- – среднее количество сервисов, удаляющих условия;
- H_+ – количество высокочастотных добавляемых условий;
- H_- – количество высокочастотных удаляемых условий;
- h_+ – плотность высокочастотных добавляемых условий;
- h_- – плотность высокочастотных удаляемых условий.

Качество функционирования сервис-ориентированной системы, сконфигурированной по определённому плану, характеризуется плотностью распределения вероятностей времени её функционирования, математическим ожиданием и дисперсией времени решения поставленной задачи, а также риском срыва требуемого временного регламента.

При практической необходимости состав показателей, входящих в профиль качества функционирования сервис-ориентированной системы, может расширяться на основе

использования аналитически оцениваемых значений плотности распределения вероятностей времени.

Поставщиком информации о качестве функционирования сервис-ориентированной системы является сервис модельно-аналитического интеллекта.

Производимый алгоритмами планирования поиск решения является в общем случае недетерминированным, поэтому при выборе алгоритма планирования применяется вероятностный критерий ε -оптимизации.

При ε -оптимизации выбирается a^* алгоритм планирования исходя из критерия:

$$a^* = \arg \max_{\omega \in \Omega} P(\xi_{\omega} \leq \varepsilon), \quad ;$$

где Ω – базис алгоритмов планирования; ω – элемент базиса алгоритмов планирования; ε – задаваемая сколь угодно малая величина; ξ_{ω} – отклонение основного показателя качества планирования от его наилучшего значения.

Для оценки значения критерия выбора алгоритма планирования применяется нейросетевая модель $R_N(x)$ на базе сети прямого распространения с одним скрытым слоем и единственным выходным элементом, включающая:

1. Входной слой $\{P_k\}$, выполняющий препроцессинг исходных данных $\{I_k\}$. Количество узлов N_{in} равняется количеству входных параметров.
2. Скрытый слой, имеющий узлы с функцией активации $A(x)$

$$A(x) = \text{th}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}.$$

3. Выходной слой, осуществляющий постпроцессинг результатов. Размер выходного слоя $N_{out} = 1$.

В дополнение к представленному решению задачи выбора оптимального алгоритма планирования конфигурации интеллектуальной сервис-ориентированной системы в условиях неопределённости вводится решение задачи с использованием канонических регрессионных моделей.

Для описания зависимости показателя эффективности, фигурирующего в критерии выбора, применяются линейная и квадратичная регрессии. Альтернативы регрессионных моделей предусматриваются в целях выявления наиболее точного описания.

В экспертном сервисе поддерживаются три правила приоритетного выбора:

- выбор того алгоритма, который определяют совпадающие результаты решения задачи с использованием нейросетевой модели и регрессионной модели;
- выбор того алгоритма, который определяют совпадающие результаты решения задачи с использованием нейросетевой модели;

- выбор того алгоритма, который определяют совпадающие результаты решения задачи с использованием регрессионной модели.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научная новизна предлагаемых расширений методологического базиса жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем заключается:

- в формализации решения задачи оптимального алгоритма планирования конфигурации интеллектуальной сервис-ориентированной системы в условиях неопределённости;
- в определении альтернатив при решении задачи оптимального алгоритма планирования конфигурации интеллектуальной сервис-ориентированной системы в условиях неопределённости;
- в преодолении на альтернативной основе априорной неопределённости относительно зависимости показателя эффективности планирования конфигурации интеллектуальной сервис-ориентированной системы от параметров, характеризующих условия выбора планировщика;
- в представлении правил выбора алгоритма планирования конфигурации интеллектуальной сервис-ориентированной системы в условиях неопределённости для экспертного сервиса;
- в обеспечении сквозной связности предложенных формализаций с наукоемкими компонентами развиваемого методологического базиса.

Практическая значимость предлагаемых расширений методологического базиса жизненного цикла мягких архитектур интеллектуальных сервис-ориентированных систем определяется обеспечением возможности создания инновационных распределённых информационных систем, функциональная спецификация и конфигурация которых становится адекватной реальной ситуации выполнения необходимой деятельности в контексте достижения поставленной цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Птицына Л.К., Кондратьев Д.А., Эльсабаяр Шевченко Н.Н. Интеллектуальные профили сервис-ориентированных архитектур // Труды учебных заведений связи 2016. Т.2, № 2. С. 72-77.

[2] Птицына Л.К., Кондратьев Д.А., Эльсабаяр Шевченко Н. Концептуальные модели интеллектуализации сервис-ориентированных архитектур // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 3 т.; Т.2 / под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич, Л.М. Минаков. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. С. 108-113.

[3] Птицына Л.К., Смирнов Н.Г. Разработка и анализ моделей интеграции сервис-ориентированных средств в гетерогенных сетях

// Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 6.1 (138). С. 71-81.

[4] Птицына Л.К., Смирнов Н.Г. Системно-аналитическая основа интеграции сервис-ориентированных средств // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 5. С. 31-36.

[5] Птицына Л.К., Савлиш А.В., Смирнова П.В. Аналитическое моделирование сервис-ориентированной системы с типовой конфигурацией средств // Труды учебных заведений связи. 2016. Т.2, № 3. С. 55-59.

[6] Кондратьев Д.А., Птицына Л.К., Эль Сабаяр Шевченко Н. Моделирование интеллектуальных сервис-ориентированных систем [Электронный ресурс] // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении: материалы I всерос. научно-практической. конф., Ялта, 23-24 мая 2016 г. М.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. С. 57-60. URL: <http://istmu2016.csrae.ru/ru/1/publications> (Дата обращения: 14.05.2016).

[7] Птицына Л.К., Веселов В.О. Анализ интеграции сервис-ориентированных средств в активных инфокоммуникационных средах // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. H&ES RESEARCH. М: ООО «Издательский Дом Медиа Паблшер». 2015. N 2. С. 42-47.

[8] Птицына Л.К., Птицын А.В. Интеллектуальное конфигурирование сервис-ориентированных систем // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении : сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (21-23 мая 2019 г.) / отв. редактор К.А. Маковейчук. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 48-51.

[9] Птицына Л.К., Эль Сабаяр Шевченко Н.Н., Белов М.П., Птицын А.В. Моделирование сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. С. 291-294.

[10] Птицына Л.К., Эль Сабаяр Шевченко Н.Н., Белов М.П., Птицын А.В. Формализации анализа влияния интеллектуальных агентов мониторинга на качество функционирования комплексных систем защиты информации // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. Т. 1. С. 208-212.

[11] Птицына Л.К., Смирнова П.В. Методика формирования модели сервис-ориентированных систем с темпоральной логикой синхронизации сервисов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С. В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2017. Т. 3. С. 355-360.

[12] Птицына Л. К. Методология генерации модельно-аналитического интеллекта сервис-ориентированных систем с гарантиями качества // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2017. Т. 3. С. 351-354.

[13] Птицына Л.К., Кондратьев Д.А., Эльсабаяр Шевченко Н. Выбор алгоритма планирования для интеллектуальных сервис-ориентированных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2017. Т. 3. С. 277-282.

[14] Птицына Л.К., Эль Сабаяр Шевченко Н. Интеллектуальная интеграция кластерных сегментов сервис-ориентированных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 2. С. 541-544.