

Onegine: унифицированная платформа описания, анализа и исполнения блочно-структурированных бизнес-процессов

Н. В. Васильев¹, А. Ю. Дорогов², А. И. Яшин³, С. Н. Довжиков⁴

Факультет компьютерных технологий и информатики
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Санкт-Петербург, Россия

¹nvasilev@etu.ru, ²vaksa2006@yandex.ru, ³a_yashin@inbox.ru, ⁴sergei.dovzhikov@gmail.com

Аннотация. Ядром современных информационных систем управления предприятием (ERP) являются машины исполнения бизнес-процессов. Подавляющее большинство из них используют язык описания BPMN2 (например JBPM, Activiti, Camunda). Несмотря на принятие стандарта, поддержка BPMN редакторами платформоориентирована и обладает ограниченными возможностями по переносу описания. Для создания и поддержки BPMN описаний в актуальном состоянии бизнес-аналитик помимо редакторов использует целый набор вспомогательных инструментов, включающих средства верификации (например WoPeD) и анализа производительности (Bizagi, BIMP). Свои особенности вносит привлечение для выявления и актуализации бизнес-процессов методологии Process Mining, использующей свой набор инструментов (Disco, ProM), поддержка BPMN в которых ограничена. В работе описана реализованная авторами машина бизнес-процессов Onegine, интегрирующая в себя средства описания и анализа. Разработанная машина использует в качестве модели описания и исполнения предложенные ранее деревья процессов, которые являются более высокоуровневым чем BPMN представлением. Основное свойство деревьев процессов состоит в невозможности задания логически некорректной (с точки зрения потока управления) схемы. Деревья процессов являются также целевой моделью ряда эффективных алгоритмов Process Mining и позволяют получить аналитические выражения для некоторых показателей эффективности (время, стоимость). Всё это позволяет интегрировать в машину исполнения средства описания и анализа, сокращая необходимость использования внешних инструментов, что позволяет снизить нагрузку на бизнес-аналитиков и создает базис для создания более эффективных систем управления предприятием.

Ключевые слова: деревья процессов; машины исполнения бизнес-процессов; блочно-структурированные процессы; анализ бизнес-процессов

I. ВВЕДЕНИЕ

Современные корпоративные информационные системы (КИС) базируются на рекомендациях Коалиции по управлению потоками работ (WfMC) [1]. Ядром

предложенной WfMC архитектуры являются машины исполнения бизнес-процессов, среди наиболее известных примеров реализации которых можно назвать JBPM [2], Activiti [3], Camunda. Перечисленные машины базируются на языке описания BPMN. Создание BPMN описания процесса производится в специализированном редакторе, который не является частью машины. Логической основой для BPMN [4] является подкласс сетей Петри, носящих название WF-сетей. Как и в случае сетей Петри, BPMN не страхует от возможных ошибок: тупиков, активных блокировок и мертвых переходов.

Интуитивное свойство корректности процесса, выражается в том, что бизнес-процесс должен стартовать с одного маркера в начальном состоянии, заканчиваться одним маркером в последнем состоянии и не содержать неисполняемых элементов. Указанные свойства составляют суть концепции бездефектности [1].

Анализ бездефектности может осуществляться визуально или же с применением специальных пакетов, примером которого является WoPeD [5].

Для оценки параметров производительности бизнес-процессов в настоящее время используется имитационное моделирование. Наряду с точностью и возможностью оценки большого числа параметров (KPI) процессов, данный подход, реализуемый рядом инструментов (Bizagi, BIMP), требует значительных временных и ресурсных затрат.

В процессе разработки и актуализации бизнес-процесса аналитик вынужден выполнять значительный объем ручных операций, связанный с необходимостью корректировки моделей, используемых средствами описания, анализа и исполнения. Это связано с неполной реализацией спецификации BPMN (Activiti, JBPM, Camunda), необходимостью использования специфических языков (WoPeD), а также нестандартных расширений (Bizagi). Для решения указанных проблем авторами предлагается унифицированная платформа, реализующая полный жизненный цикл бизнес-процесса: создание, анализ и исполнение, что позволяет повысить эффективность труда бизнес-аналитика.

А. Деревья процессов

Проблема возможности внесения разработчиками логических ошибок разрешается при блочно-структурированном задании бизнес-процесса в виде дерева. Данный подход, рассмотренный в работе [6], позволяет создавать гарантированно бездефектное описание. Теоретические основы этого подхода следуют из доказанной теоремы [1] о том, что любой бездефектный процесс можно разбить на блоки, каждый из которых имеет на входе и выходе один маркер. Если каждый из таких блоков бездефектен, то их можно объединить при помощи операторов в процесс более высокого уровня. Формализм дополняет параллельный ($\wedge$) и условный ($\times$) операторы композиции блоков циклическим ($@$) и последовательным ($\rightarrow$) способами.

Соответствие указанных операторов и BPMN-блоков приведено на рис. 1.

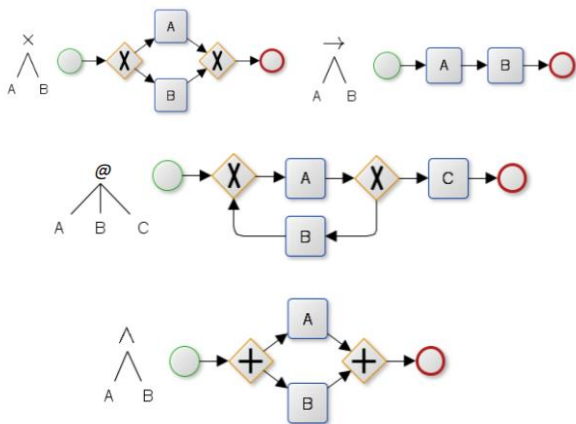


Рис. 1. Соответствие исключаящего, последовательного, циклического и параллельного операторов с блоками BPMN

Как было сказано, помимо логической корректности, описываемой понятием бездефектности, бизнес-процесс должен характеризоваться определенными параметрами производительности. Наиболее важные из них – время и стоимость. Они могут быть приблизительно оценены без привлечения ресурсоемкого имитационного моделирования [7]. Идея заключается в последовательной декомпозиции бизнес-процесса на рекурсивно вложенные блоки с последующей оценкой их параметров. Например, для последовательного исполнения задач, очевидно, время будет суммироваться, в то время как для параллельного исполнения задач следует взять максимум. Очевидно, что и в этом случае мы оперируем представлением процесса в виде дерева.

Формально, время выполнения CT бизнес-процесса может быть рекурсивно вычислено на основании времен исполнения поддеревьев T_i следующим образом:

- Последовательное исполнение:

$$CT = \sum_{i=1}^n T_i. \quad (1)$$

- Параллельное исполнение:

$$CT = \text{Max}(T_1, T_2, \dots, T_n). \quad (2)$$

- Условный выбор между поддеревьями с вероятностями $p_1, p_2, \dots, p_n$:

$$CT = \sum_{i=1}^n p_i T_i. \quad (3)$$

- Циклическое исполнение с вероятностью необходимости доработки результата r :

$$CT = \frac{T}{1-r}. \quad (4)$$

Аналогичная методика [7] может быть использована для оценки стоимости.

Таким образом, блочно-структурированное описание бизнес-процессов является наиболее естественной и удобной формой как с точки зрения возможности задания самой схемы процесса, так и оценки времени и стоимости выполнения процесса при планировании выполняемых задач. Однако программной реализации данного подхода авторами обнаружено не было.

Интересно также мнение [8], что такое направление как Process Mining, призванное повысить эффективность труда бизнес-аналитиков, не приведя к формированию рынка специализированных инструментов, может найти приложение в смежных инструментах, в основе которых лежат машины исполнения бизнес-процессов. Деревья процессов являются основной моделью, используемой рядом алгоритмов *Process Mining*, в частности *Inductive Miner* [6]. Это может служить косвенным признаком для продолжения исследований в указанном направлении.

Оставшаяся часть работы структурирована следующим образом. В Разделе II описывается логика функционирования и модель данных для описания блочных процессов. В Разделе III обсуждается программная реализация. Раздел IV посвящен обсуждению результатов натурного моделирования, полученные при исследовании разработанного прототипа. В Разделе V приводится заключение.

II. МОДЕЛЬ МАШИНЫ И МОДЕЛЬ ДАННЫХ

В основе предлагаемой машины лежит модель исполнения бизнес процесса, описываемая в терминах перемещения маркера по дереву в зависимости от типа узла.

Заметим, что исходя из теоремы о бездефектности блочно-структурированных процессов [1], между родительским и дочерним узлом всегда будет передаваться только один маркер. То есть любой узел как формальное представление блока получает от родительского узла единственный маркер. После выполнения собственных

дочерних узлов, маркер передается обратно в родительский узел. Перемещение маркера по поддеревьям в зависимости от типа узла показано на рис. 2.

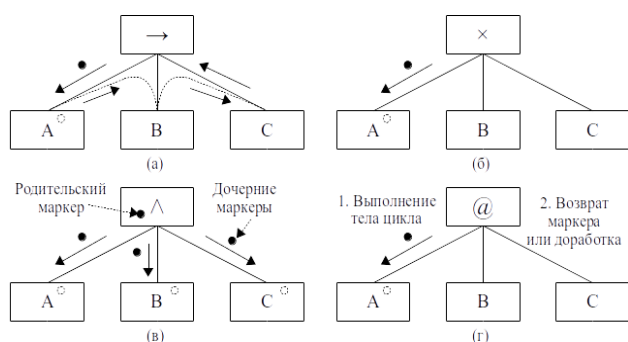


Рис. 2. Обход маркерами поддеревьев последовательного (→), условного (x), параллельного (Λ) и циклического (@) узлов

В случае последовательного узла (→) единственный маркер поочередно передается в поддеревья, соответствующие дочерним узлам. Такое исполнение соответствует обходу в глубину. В условном узле (x) единственный маркер передается в выбранное дочернее поддерево. При входе маркера в узел параллельного выполнения (Λ) происходит создание дочерних маркеров, каждый из которых передается в соответствующее поддерево. Исходный (родительский) маркер ожидает момента возврата маркеров от дочерних поддеревьев. После получения маркеров от всех дочерних поддеревьев происходит их уничтожение, а родительский маркер передается узлу-предку. Узел циклического выполнения (@) содержит тело цикла A, возможный вариант доработки конечного результата B и выход из цикла C. При обходе единственный маркер передается в первое по порядку поддерево. После его завершения поведение, фактически, аналогично исключающему узлу с поддеревьями C и B. В случае доработки маркер передается в соответствующее поддерево. По его возвращению, маркер снова передается в первое поддерево. После чего снова производится исключающий выбор между завершением или доработкой.

A. Модель данных для описания процессов

Описание бизнес-процесса [7] может быть представлено как набор из четырех перспектив: «управление потоком», «данные», «ресурсы», «операции». «Управление потоком» соответствует схеме дерева бизнес-процесса. «Данные» представляют собой набор переменных-атрибутов процесса. «Ресурсы» соответствует набору ролей и исполнителей, которые могут выполнять действия в листовых узлах дерева рабочего процесса. «Операциям» соответствуют действия, совершаемые акторами в листовых узлах. Указанные четыре проекции должны присутствовать в любой модели исполняемого бизнес-процесса.

Для описания блочно-структурированных процессов на основе был разработан более легковесный и простой json-формат. Корневая сущность каждого определения процесса состоит из общих параметров: имени, описания, перечня атрибутов (переменных процесса),

последовательности выполняемых (на верхнем уровне) блоков и узлов, а также обработчиков событий входа и выхода маркера из узла.

Основными элементами описания структуры выступают узлы дерева, определяющие отдельные действия бизнес-процесса, логику его исполнения, данные и исполнителей.

В языке, для описания перспективы «управление потоком» поддерживаются следующие узлы: начало процесса (start), окончание процесса (end), пустое действие (nil), активное задание (activity), уведомление (notification), контролируемое задание (control), подпроцесс (process). Кроме этого, в языке введены следующие узлы контроля логики выполнения: узел условного ветвления, узел последовательного исполнения, узел параллельного исполнения, узел циклического исполнения.

III. РЕАЛИЗАЦИЯ

Описанная машина была реализована по классической трехуровневой схеме (уровень доступа к данным, уровень бизнес-логики, уровень представления). Уровень данных представлен базой данных, предназначенной для хранения описаний и экземпляров процессов. Уровень бизнес-логики представлен набором сервисов, рассматриваемых далее. Уровень отображения реализует взаимодействие с пользователем и включает компоненты описания схем процессов, работы с запущенными экземплярами и заданиями, а также компоненты контроля состояния и журнализации. Работа пользователя с узлами реализована в виде форм, содержащих гиперссылки на формы дочерних блоков. При этом для удобства пользователя производится отображение текущего блока в виде BPMN.

На уровне бизнес-логики были реализованы следующие сервисы:

- Описание бизнес-процессов. Используется для пошагового создания определений бизнес-процессов, трансляции в хранилище JSON-определений процессов, оценки времени и стоимости выполнения экземпляра процесса, а также анализа журналов событий.
- Исполнение процессов. Служит для создания новых и выполнение существующих экземпляров процессов, маршрутизации экземпляров процессов на основании интерпретации определения дерева процесса, управления атрибутами экземпляра процесса. Также данным сервисом реализуется предоставление заданий исполнителям, управление обработкой событий входа и выхода из узлов, запуск прикладных программ в ходе исполнения действий, занесение данных в журнал истории функционирования платформы, предоставление сводок об исполнении бизнес-процессов, мониторинг целостности.
- Журнализация. Предназначен для хранения служебных сообщений в процессе функционирования других сервисов, а также для отладки.

Вычисление основных показателей эффективности бизнес-процессов (для тестовой реализации время и стоимость) было реализовано в виде шаблона проектирования «Посетитель» [9], оптимального для вычисления на древовидной структуре дерева процесса. Это позволяет при необходимости расширить перечень вычисляемых показателей.

С целью привлечения *Process Mining* для корректировки схем процессов, в машине исполнения было введено два типа создаваемых экземпляров:

- Экземпляр на основе схемы. Формируется по предварительно заданной схеме бизнес-процесса.
- Атомарный экземпляр. Создается путем выбора одного из узлов действий уже созданных и загруженных процессов. Данный тип экземпляров служит для моделирования ручного исполнения бизнес-процессов и играет главную роль при формировании журнала для корректировки схемы уже существующего процесса.

После «ручной» обработки нескольких однотипных объектов, журнал становится «полным», что позволяет реконструировать предполагаемый процесс обработки или внести корректировки в существующий процесс.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ

Описанные идеи были реализованы в прототипе машины исполнения бизнес процессов Onegine. Апробация была осуществлена в составе системы электронного документооборота «Цера» [10]. В сравнении с существующей до этого реализацией, основанной на машине jBPM v.2.5 удалось избавиться от настольного BPMN редактора и сделать средства описания процессов полностью интегрированными в среду WEB-приложения документооборота.

Реализованная возможность оценки времени и стоимости выполнения экземпляра процесса «на лету» позволила реализовать в системе документооборота прототип модуля планирования задач разработки документов исполнителями.

Реализация также показала недостаточную практическую эффективность алгоритма Inductive Miner [6] для решения задач анализа и коррекции реальных журналов СЭД вследствие необходимости учета критериев полноты и степени зашумленности журнала.

Оценка временной эффективности была произведена на тестовых процессах «Согласование и утверждение документа» и «Рассмотрение документа». Разработанное решение показало уменьшение времени внесения трех изменений в маршрут следования документа (процесс «Рассмотрение») с 0,5 часов на имеющемся решении (необходимость тестовых запусков) до 10 минут. При изменении числа сторон согласования («Согласование и утверждение») время внесения изменений также было существенно меньше (20–30 минут против 1,5 часов). Время отклика исследуемых решений производилась при помощи

инструментария JMeter. В первом и втором случае время было соизмеримым. jBPM - решение (max 4 с, min 0.6 с, med 0.9 с.), Onegine-решение (max 6 с, min 0.7 с, med 1 с.).

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе апробации реализованного прототипа были получены следующие выводы и результаты:

- *Разработанная платформа позволяет интегрировать средства описания, анализа и исполнения бизнес-процессов.* Рассмотренный подход действительно обладает возможностью описания процесса без сложного графического редактора при соизмеримом времени отклика машины. Использование платформы позволяет минимизировать использование сложных средств проверки корректности описания и повысить (до 2–3 раз) скорость внесения изменений в действующие бизнес-процессы.
- *Упрощение и ускорение анализа времени и стоимости выполнения бизнес-процессов.* За счет встроенных в платформу исполнения средств анализ производительности может быть произведен на уровне синтаксиса описания.
- *Возможность создания распределенной среды обмена бизнес-процессами* за счет описания деревьев процессов в более легковесном нежели BPMN JSON-формате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] W. van der Aalst and K. van Hee, *Workflow Management: Models, Methods, and Systems*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2004.
- [2] M. Salatino, *JBPM Developer Guide*. Packt Publishing, 2010.
- [3] T. Rademakers, *Activiti in Action: Executable Business Processes in BPMN 2.0*. USA: Manning Publications Co., 2012.
- [4] W.M. Aalst, “Business process management as the killer app for petri nets,” *Softw. Syst. Model.*, vol. 14, no. 2, pp. 685–691, May 2015.
- [5] A. Eckleder and T. Freytag, “Woped a tool for teaching, analyzing and visualizing workflow nets,” *Petri Net Newsletter*, vol. 75, pp. 3–8, 01 2008.
- [6] S. J. J. Leemans, D. Fahland, and W. M. P. van der Aalst, “Discovering block-structured process models from incomplete event logs,” in *Application and Theory of Petri Nets and Concurrency*, G. Ciardo and E. Kindler, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp.91–110.
- [7] M. Dumas, M. L. Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2013.
- [8] M. McGregor, “The death of process mining?” [Online]. Available: <https://www.bptrends.com/the-death-of-process-mining/>
- [9] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1995
- [10] Свидетельство 2017663083 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Подсистема защищенного электронного документооборота «Цера» / Васильев Н.В., Компанец А.Н., Сопин Д.С.; Правообладатель ПАО «Интелтех» (RU). — No2017663083; заявл. 06.10.17; опубл. 24.11.17, Реестр программ для ЭВМ. 1 с.