

УДК 519.7

О.В. Чалая

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

МЕТОД АДАПТАЦИИ МНОГОВАРИАНТНЫХ ЗНАНИЕ – ЕМКИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ ЛОГОВ

В статье рассмотрена проблема снижения эффективности выполняющихся бизнес-процессов при реализации процессного управления и предложен метод ее решения путем адаптации модели процесса на основе анализа его логов. Указанное снижение эффективности связано с эволюцией требований пользователей, а также контекста выполнения бизнес-процесса. Для решения данной проблемы необходимо выполнить непрерывную адаптацию модели процесса к новым условиям его функционирования, и, таким образом, обеспечить непрерывное улучшение бизнес-процесса. При адаптации моделей средствами интеллектуального анализа обходимо учитывать многовариантность таких процессов. Многовариантность заключается в использовании альтернативных последовательностей действий для различных условий внешней среды. Предложенный метод адаптации многовариантных знание-емких бизнес-процессов использует экстернализацию неявных статических зависимостей между элементами контекста и действиями процесса. Полученные в результате применения метода зависимости могут быть представлены в форме бизнес-правил. В практическом плане разработанный метод позволяет построить обобщенную модель многовариантного бизнес-процесса и на этапе конфигурирования адаптировать ее в условиях конкретного контекста с помощью полученных бизнес-правил.

Ключевые слова: бизнес-процесс, контекст, явные знания, неявные знания, workflow.

Введение

В настоящее время широко применяются два базовых подхода к управлению предприятием: функциональный и процессный.

При функциональном подходе деятельность предприятия представляется в виде множества функциональных задач. Управление деятельностью предприятия состоит в управлении выполнением этих задач.

Процессный подход к управлению основан на описании деятельности предприятия в виде набора параллельно выполняющихся взаимодействующих бизнес-процессов (БП) [1]. Управление деятельностью организации осуществляется посредством управления совокупностью его бизнес-процессов. Поэтому для реализации процессного управления необходимо разработать модели всех бизнес-процессов организации. Модель БП представляет собой явное описание процесса в форме: набора возможных действий процесса; причинно-следственных связей между этими действиями; функциональных и нефункциональных ограничений на отдельные действия либо их последовательности (подпроцессы), выраженных в форме бизнес-правил.

Ключевая проблема процессного управления состоит в проявляющейся на практике тенденции к понижению эффективности выполняющихся бизнес-процессов, связанной с изменением требования пользователей, технологий, рыночных условий (конкурентной среды) [2]. Это приводит к необходимости непрерывного совершенствования БП.

Усовершенствование бизнес-процесса предполагает непрерывную адаптацию его модели с тем, чтобы она была адекватна текущему контексту его выполнения.

Адаптация бизнес-процессов основывается на использовании цикла улучшений Шухарта-Деминга PDCA [3, 4] направленного на непрерывное повышение качества продукции. После уточнения данного цикла в работах Нолана была разработана модель совершенствования процессов, обеспечивающая повышение качества продукции [5, 6]. Модель обозначала цели процесса, критерии и действия по совершенствованию. В работе Хаммера и Чампи [7] была предложена концепция реинжиниринга – построения моделей бизнес-процессов с «чистого листа» для радикального повышения эффективности деятельности организации.

В целом существующие подходы к повышению адекватности модели БП подразделяются на следующие группы: непрерывное совершенствование на уровне отдельных действий; реорганизация на уровне подпроцессов; реинжиниринг на уровне бизнес-процесса в целом.

Такие подходы успешно применяются к традиционным БП с жестко заданной структурой. Однако при их использовании для улучшения знание-емких процессов возникают существенные трудности, связанные с гибкостью последних. Знание-емкие (knowledge-intensive) бизнес-процессы (ЗБП) [8, 9] отличаются тем, что содержат уровень знаний (явных и неявных), определяющий поведение процесса в конкретном контексте [10, 11]. Такие процессы

являются многовариантными [12] и могут изменяться во время выполнения с учетом встроенных знаний [13, 14] о существующих зависимостях между действиями БП.

Встроенные знания могут быть выделены на основе анализа записей о поведении таких процессов методами process mining [15, 16].

Изложенное определяет актуальность разработок подходов к усовершенствованию знание-емких бизнес-процессов на основе анализа их предшествующего поведения.

Целью данной статьи является разработка метода адаптации знание - емких бизнес-процессов к изменяющемуся контексту их выполнения на основе анализа логов процессов средствами process mining для обеспечения.

Метод адаптации многовариантных знание - емких бизнес-процессов

Управление бизнес-процессами заключается в использовании принципов, методов, технологий проектирования, конфигурирования, поддержки выполнения, а также администрирования и анализа бизнес-процессов для достижения целей этих процессов. Цель деятельности предприятия детализуется через цели выполняющихся бизнес-процессов. Для того, чтобы можно было выполнить бизнес-процесс в соответствии с полученной моделью, ее необходимо сконфигурировать в процессно-ориентированной информационной системе. При конфигурировании используются бизнес-правила. Такие правила обычно задают организационные (связанные с текущей структурой предприятия) и функциональные (связанные с особенностями текущего функционирования предприятия) ограничения.

Сконфигурированная модель исполняется под управлением процессно-ориентированной информационной системы, позволяя реализовать соответствующий бизнес-процесс.

Каждой модели соответствует несколько экземпляров бизнес-процесса. Экземпляр БП содержит только те действия, которые выполняются при однократной реализации процесса в конкретных условиях внешней среды.

После завершения процесса выполняется анализ и усовершенствование модели.

При усовершенствовании знание - емких бизнес-процессов необходимо учитывать их следующие особенности [8]:

- использование креативности, опыта и интуиции исполнителей, формирующих неявных знания, для выполнения и адаптации процесса;

- вариативность, основанная на применении явных и скрытых зависимостей, определяющих выбор текущей последовательности действий процесса;

- наличие частных случаев реализаций, которые обычно называют ad-hoc– процессы;

- возникновение непредвиденных исключительных ситуаций в ходе процесса.

Для интеграции указанных особенностей ЗБП целесообразно использовать многоаспектный подход к описанию бизнес-процессов, который позволяет сопоставить действия, ресурсы и результаты процесса [18].

Для достижения поставленной в работе цели предлагается рассматривать знание - емкий бизнес-процесс в разрезе трех аспектов:

- контекст, который можно рассматривать как виртуальную среду, в которой выполняется ЗБП;

- темпоральный или временной аспект, который задает последовательность действий БП во времени;

- аспект знаний, который содержит правила выполнения таких действий, которые обеспечили бы достижение цели процесса в текущем контексте.

Таким образом, при управлении и усовершенствовании БП выполняется интеграция знаний, определяющих текущие действия, информации о возможных последовательностях действий, а также текущих данных, отражающих состояние контекста, в котором выполняется процесс. Зависимости между состоянием контекста и действиями процесса могут быть представлены как в виде явных знаний в форме бизнес-правил, так и в виде неформализованных персональных знаний исполнителей процесса. Последние представляют собой неявные знания [10].

Каждый шаг выполнения процесса и, следовательно, результаты адаптации процесса исполнителями на основе их неявных знаний фиксируются информационной системой в форме логов. Это означает, что логи содержат встроенное неявное знание.

Тогда задача адаптации и усовершенствования знание - емких процессов сводится к задаче экстернализации такого встроенного неявного знания. Экстернализация заключается в преобразовании знания из неявной формы в явную [17].

Полученные зависимости могут быть либо непосредственно встроены в процесс, либо представлены в форме бизнес-правил. В первом случае полученные знания характеризуются следующими особенностями: задают недокументированные ранее причинно-следственные зависимости между действиями процесса в конкретном контексте; позволяют формализовать статические, долговременные зависимости между элементами контекста и действиями процесса. Такие знания могут быть использованы на этапе конфигурирования модели процесса в жизненном цикле ЗБП.

Во втором случае полученные знания характеризуются следующими особенностями: задают при-

чинно-следственные зависимости между изменениями контекста и действиями процесса; позволяют формализовать правила изменения процесса в зависимости от изменения среды, в которой он выполняется; в общем случае контекст выполнения определяется влиянием как клиентов и исполнителей данного БП, так и влиянием других выполняющихся процессов. Такие знания могут быть использованы на этапе построения либо адаптации модели процесса.

Для выявления встроенных в лог знаний целесообразно использовать адаптированные методы интеллектуального анализа процессов. При решении задачи анализа логов возникают следующие две проблемы:

проблема построения моделей ЗБП как гибких многовариантных процессов;

проблема моделирования изменений ЗБП во время его выполнения.

Первая проблема связана с наличием неформализованных статических контекстных связей, определяющих различные варианты реализации БП. Иными словами, из многовариантной модели ЗБП необходимо сформировать конкретный экземпляр процесса, который содержал бы последовательность действий, обеспечивающую достижение цели в известном конкретном контексте. Для того, чтобы выявить все используемые на практике последовательности действий, необходимо:

проанализировать все входящие в состав лога трассы процесса с учетом атрибутов событий;

выявить зависимости между атрибутами, определяющими текущий контекст, и выбранными действиями процесса;

сравнить полученные зависимости с уже известными; включить в модель ранее неизвестные зависимости, отражающие используемые на практике варианты реализации процесса.

Вторая проблема связана с наличием неформализованных динамических связей, определяющих изменение процесса вследствие изменения контекста.

В отличие от предлагаемого подхода к выявлению статических связей, в данном случае модель изменений не может быть получена на основе анализа только известных заранее трасс лога. Причина такого ограничения состоит в том, что искомые изменения присущи только выполняющемуся экземпляру процесса. Поэтому в данном случае для экстернализации знаний необходимо сравнивать трассу текущего выполняющегося экземпляра и существующие трассы лога с учетом атрибутов их событий.

Текущая статья посвящена разработке общего метода адаптации знание-емкого бизнес-процесса в рамках решения первой проблемы.

Предлагаемый метод включает в себя следующие этапы.

Этап 1. Отбор подмножеств атрибутов A событий, а также таких множеств их значений $V = \{v(a_j)\}, a_j \in A$, которые характеризуют требуемый контекст. Данный этап предполагает выбор атрибутов и значений экспертами, поскольку связь между записанными в логе атрибутами и требуемыми элементами контекста определяется предметной областью. В качестве альтернативы может быть использован наиболее распространенный набор атрибутов, который включает наименование и состояние действия, имя пользователя, а также наименование организации и страны, в которой выполнен процесс. Выбор требуемых множеств значений атрибутов в альтернативном случае также осуществляется экспертами либо исполнителями знание-емких бизнес-процессов.

Этап 2. Отбора подмножества трасс процесса T , с заданными значениями атрибутов событий $a_j \in A$. При отборе выполняется проверка условия:

$$t_k \in T | \forall a_j \in A, V(a_j) \in V \exists e_i \in t_k, \quad (1)$$

где t_k – k -трасса процесса из отобранного подмножества T ; e_i – i – событие трассы t_k ; a_j – атрибут события e_i из множества допустимых A .

Таким образом, условие (1) позволяет выбрать только те трассы, набор событий которых обладает всеми атрибутами из отобранного множества A , а атрибуты обладают искомым множеством значений.

Этап 3. Построение workflow – модели методами process mining с использованием в качестве входных данных отобранных трасс лога. В данном случае может быть применен эвристический алгоритм майнинга. Результатом данного этапа является модель поведения процесса в заданном атрибутами $a_j \in A$ и их значениями $v(a_j)$ контексте.

Этап 4. Построение ассоциативных зависимостей с использованием алгоритма Argot1. Результатом данного этапа является набор ассоциативных правил.

Этап 5. Экспертное оценивание и отбор полученных ассоциативных правил их последующее использование в качестве бизнес-правил

Этап 6. Конфигурирование полученного на этапе 3 экземпляра знание-емкого бизнес-процесса в заданном контексте с использованием полученных на этапе 5 бизнес-правил.

В практическом плане предлагаемый метод позволяет реализовать представленный на рисунке цикл адаптации и реализации многовариантного знание-емкого бизнес-процесса с использованием средств process mining.



Рис. 1. Цикл адаптації – виконання многовариантного знание-емкого бизнес-процесса

Как видно из рисунка, при использовании предлагаемого метода перед каждой конфигурацией бизнес-процесса выполняется поиск зависимостей, определяющих алгоритм действий в заданном контексте. Контекст извлекается из лога на основе атрибутов событий.

Успешный результат поиска состоит в получении набора правил, задающих выбор экземпляра процесса в зависимости от контекста.

Выводы

В статье рассмотрена проблема снижения эффективности выполняющихся бизнес-процессов при реализации процессного управления. Указанное понижение эффективности является следствием изменения требований пользователей, рыночной ситуации, появления новых технологий.

Для решения данной проблемы необходимо выполнить непрерывную адаптацию модели процесса к новым условиям его функционирования для того, чтобы обеспечить непрерывное улучшение бизнес-процесса.

Показано, что адаптация ЗБП подразделяется на априорную и динамическую. Для решения задачи априорной адаптации модели БП целесообразно использовать методы интеллектуального анализа записей об известном поведении процесса.

Такое поведение отражено в логах процесса, которые формирует процессная информационная система.

При адаптации модели ЗБП средствами интеллектуального анализа обходимо учитывать как многовариантность таких процессов, так и возможность их изменения во время выполнения.

Предложен метод адаптации многовариантных знание-емких бизнес-процессов, который обеспечивает априорную адаптацию таких процессов к различным состояниям контекста на основе анализа их логов.

Метод реализует экстернализацию неявных статических зависимостей между элементами контекста и действиями процесса. В дальнейшем используемые зависимости представляются в форме бизнес-правил, обеспечивающих конфигурирование конкретного экземпляра процесса с учетом состояния контекста.

В практическом плане разработанный метод позволяет построить обобщенную модель многовариантного бизнес-процесса и адаптировать ее под условия конкретного контекста на этапе конфигурирования с помощью полученных бизнес-правил.

Пример применения предложенного метода – разработка типового процесса сервисного обслуживания для транснациональной компании и конфигурирование экземпляров процесса для подразделений с учетом специфики отдельной страны.

Список літератури

1. Елиферов В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 319 с.
2. Mathias Weske: *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures* 2nd ed. 2012, XV, 403 p.
3. Deming, W.E. *The New Economics*. MIT Press. Cambridge, MA. -1993. – 135 p.
4. Shewhart, W.A., Deming, W.E., (ed) *Statistical Method from The Viewpoint of Quality Control*. Dover Publications: New York.-(1939/1986) – 155p.
5. Moen, R. D., Nolan, T. W., *Process improvement.- Quality Progress, ASQC. -September, 1987.- pp. 62-68.*
6. Langley, G. J., Moen, R. D., Nolan, K. M., Nolan, T. W., Norman, C. L., Provost, L. P., *The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance.*-2009. – 512 p.
7. М. Хаммер, Д. Чампи: *Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе*. Пер. с англ. — СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1997. — 332 с.
8. Gronau N. *KMDL-Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes* / N. Gronau, C. Müller, R. Korf // *Journal of Universal Computer Science.* - 2005. – №11(4). – pp. 452- 472.
9. Gronau N. *Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice* / N. Gronau –*Taschenbuch* . – 519 p.
10. Polanyi M. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*/ M. Polanyi. – University of Chicago Press, 1958. – 493 p.
11. Polanyi M. *The Tacit Dimension* / M. Polanyi. – University of Chicago Press, 1966. – 104 p.
12. Gronau N. *A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes* / N. Gronau, C. Thim, A.Ullrich, G. Vladova, E. Weber // *BMSD* 2016. 20-22 June, Rhodes, Greece. Volume 16.
13. Blackler, F.H.M. *Knowledge, knowledge work and organizations: an overview and interpretation* 1995 In: *Organization Studies.* - №16(6).- p. 1021-1046. 26 p.
14. Leonard-Barton, D. *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*/ D. Leonard-Barton. Boston, MA:Harvard Business School Press, 1995. – 334 p.
15. W.M.P. van der Aalst. *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes* [Text] / W.M.P. van der Aalst. Springer-Verlag, Berlin, 2011.–352 p.
16. W.M.P. van der Aalst. *Process Mining in the Large: A Tutorial.* [Text] / In E. Zimnyi, editor, *Business Intelligence (eBISS 2013)*, volume 172 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, Springer-Verlag, Berlin, 2014. – P. 33-76.
17. Нонака И. *Компания - создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах* / И. Нонака, Х. Такеучи - М., 2003. – 384 с.
18. La Rosa M. *Configurable multi-perspective business process models* // M. La Rosa, M. Dumas, Arthur H.M. ter Hofstede, J. Mendling // *Information Systems.* - 2011. – Vol.36, Issue 2. – pp. 313-340.

Надійшла до редколегії 27.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Філатов, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

МЕТОД АДАПТАЦІЇ БАГАТОВАРІАНТНИХ ЗНАННЯ-ЄМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ЛОГІВ

О.В. Чала

У статті розглянута проблема зниження ефективності виконуються бізнес-процесів при реалізації процесного управління і запропонований метод її вирішення шляхом адаптації моделі процесу на основі аналізу його логів. Для вирішення даної проблеми необхідно виконати безперервну адаптацію моделі процесу до нових умов його функціонування, і, таким чином, забезпечити неухильне поліпшення бізнес-процесу. При адаптації моделей засобами інтелектуального аналізу необхідно враховувати багатоваріантність таких процесів. Багатоваріантність полягає в використанні альтернативних послідовностей дій для різних умов зовнішнього середовища. Запропонований метод адаптації різноманітних знання-ємних бізнес-процесів використовує екстерналізацію неявних статичних залежностей між елементами контексту і діями процесу. Отримані в результаті застосування методу залежності можуть бути представлені у формі бізнес-правил. У практичному плані розроблений метод дозволяє побудувати узагальнену модель багатоваріантного бізнес-процесу і на етапі конфігурації адаптувати її в умовах конкретного контексту за допомогою отриманих бізнес-правил.

Ключові слова: бізнес-процес, контекст, явні знання, неявні знання, workflow.

METHOD OF ADAPTATION OF KNOWLEDGE- INTENSIVE BUSINESS PROCESS

O.V. Chala

The article considers the problem of reduction of the effectiveness of business processes in the process management. Method of adaptation of knowledge - intensive business process to solve this problem is proposed. This reduction in efficiency is due to the evolution of the user requirements, as well as the execution context of the business process. To solve this problem, one must perform a continuous process of adaptation of the model to the new environmental conditions. Process mining approach to adapt such multi-variant process is considered. Multi-variant process use alternative workflows for a variety of environmental conditions. The proposed method of adaptation of multiple knowledge-intensive business processes use externalization of implicit static dependencies between elements of context and process actions. The resulting dependence can be presented as business rules. In practical terms, the developed method allows us to construct a generalized model of multivariate business process and to adapt it in a specific context using the received business rules.

Keywords: business process, context, explicit knowledge, tacit knowledge, workflow.