

УДК 519.7

В.М. Левыкин, О.В. Чалая

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗНАНИЕ-ЕМКИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ С ЭКСТЕРНАЛИЗАЦИЕЙ НЕЯВНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

В статье рассмотрена общая проблематика интеллектуального анализа знание-емких бизнес-процессов. Показано, что при выполнении такого анализа возникают две проблемы: построения моделей ЗБП как гибких процессов; моделирования изменений знание - емкого бизнес-процесса во время его выполнения. Первая проблема состоит в том, что в результате использования существующих методов построения и визуализации модели процесса на основе анализа их логов формируются спагетти-подобные модели, практическое использование которых сопряжено со значительными трудностями. Вторая проблема связана с тем, что во время выполнения процесса в результате действий исполнителей реализуются новые операции, которые не были изначально включены в модель. Для решения данной проблемы необходимо выявить зависимости, определяющие такое изменение процесса. Предложен метод интеллектуального анализа знание - емких бизнес-процессов, который предполагает поэтапное построение модели представления знаний о контексте с учетом неявной составляющей, а затем формирование общей модели ЗБП как совокупности контекстно-зависимых подпроцессов.

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

Введение

Знание - емкий процесс (ЗБП) представляет собой бизнес-процесс, алгоритм действий которого изменяется под влиянием организационных знаний. Знания организации подразделяются на явные и неявные [1 – 3]. Явные знания обычно представлены в форме документов и непосредственно включаются в модель процесса в форме описания используемых объектов, бизнес-правил, ограничений и т.п.

Неявные знания непосредственно связаны с человеком, отражают его опыт и интуицию. Эти знания используются исполнителями при адаптации ЗБП к текущему состоянию предметной области. Преобразование таких знаний в явную форму и последующее их включение в модель процесса выполняется путем их экстернализации [4, 5]. Последняя представляет собой неформализованный процесс преобразования знаний и выполняется экспертом после наблюдения за действиями, выполняемыми исполнителями процесса.

Таким образом, при построении модели ЗБП необходимо учитывать влияние неявных знаний как во время построения модели процесса, так и при его реализации.

Традиционные подходы к моделированию ЗБП направлены на отображение неявных знаний в модели процесса в виде ссылки на соответствующих исполнителей [6, 7] и не уделяют достаточно внимания вопросам формализации таких знаний и последующего их включения в модель.

В то же время экстернализация неявных знаний позволяет повысить адекватность модели знание -

емкого процесса и устранить зависимость от построения, мотивации, уровня квалификации персонала.

Неявные знания в рамках рассматриваемой тематики представляют собой знания о действиях в определенном контексте, отражающие контекстно-зависимый опыт персонала.

Результаты применения таких знаний в виде последовательности событий зафиксированы в логах выполнившихся процессов. Такие логи содержат не только записи о темпоральной последовательности действий, но и информацию о среде этих действий, представленную атрибутами соответствующих событий.

Следовательно, в рамках технологии интеллектуального анализа процессов могут быть получены не только традиционные workflow – модели, но и выявлены зависимости, отражающие применение неявных знаний, опыта персонала при выполнении бизнес-процесса в определенном контексте т.е. формализована экстернализация неявных зависимостей, задающих поведение знание - емкого процесса.

Изложенное определяет актуальность проблемы интеллектуального анализа знание - емких бизнес-процессов с учетом явной и неявной составляющей знаний о процессе.

Целью данной статьи является детализация проблемы интеллектуального анализа знание - емких бизнес-процессов с учетом явной и неявной составляющей знаний о процессе и разработка обобщенного метода интеллектуального анализа знание - емкого процесса.

Проблема интеллектуального анализа знание - емких бизнес-процессов

Анализ характеристик ЗБП показывает, что при построении его модели необходимо учесть влияние неявных знаний как при формировании модели процесса, так и при его реализации.

Представленные в работах [6, 8] результаты позволяют сделать вывод о том, что требования к модели знание - емкого бизнес-процесса, а также к методам ее построения должны отражать как использование неявных знаний исполнителями, так и цикл преобразования этих знаний в явную форму.

Поэтому знаниевые требования к ЗБП непосредственно связаны как с отдельными элементами процесса, так и с его жизненным циклом, как показано в табл. 1.

При использовании существующих подходов для реализации приведенных в таблице требований к построению описания ЗБП возникают следующие ограничения на использование знаний [7, 8]:

- существует барьер передачи знаний, который связан с тем, что неявные знания непосредственно связаны с людьми - исполнителями ЗБП; такой барьер затрудняет тиражирование бизнес-процессов;

- компетенции человека исполнителя обычно основываются на знаниях из нескольких предметных областей;

- неявные знания человека не могут быть непосредственно смоделированы и потому в описании процесса представляются в виде ссылки на объект знаний;

- использование знаний зависит от контекста, в котором выполняется знание-емкий бизнес-процесс;

- необходимые знания могут быть затребованы или предоставлены как априорно, до запуска процесса (явные закономерности), так и при его выполнении (преимущественно неявные знания);

- знания могут быть преобразованы из явной формы в неявную, а также переданы между людьми в неявной форме.

Рассмотренные особенности знание - емкого процесса позволяют выделить следующие его свойства, существенные для решения задач process mining.

Во-первых, структура процесса (последовательность его действий) изменяется на основе явных знаний в зависимости от наличия ресурсов и текущего состояния внешней среды. Поэтому различные трассы одного и того же процесса могут иметь существенные отличия, что затрудняет построение практически применимой модели.

Таблица 1

Требования к ЗБП, учитывающие использование неявных знаний

Составляющие ЗБП	Влияние неявного знания
Жизненный цикл процесса	Требуется интеграция жизненного цикла бизнес-процесса и цикла управления знаниями.
Цикл управления знаниями	Необходимо включить цикл преобразования знаний между явной и неявной формами. Такой цикл содержит процессы экстернализации, социализации, интернализации и комбинации знаний.
Цели процесса	Цели процесса должны быть документированы и формализованы. При выявлении неявных целей необходимо перепроектировать процесс.
Последовательность действий (workflow)	Необходимо включить подпроцессы получения, передачи и преобразования знаний в общую последовательность действий процесса. Указанные подпроцессы должны отражать предоставление необходимых для выполнения процесса знаний до и после запуска процесса.
Действия процесса	Модель процесса должна содержать явное знание и отражать использование неявного знания в действиях процесса и причинно-следственных связях между действиями.
Организационная структура	Необходимо связать знания о процессе, влияющие на его действия, либо с подразделениями организации либо с отдельными исполнителями.
Исполнители	Уровень знаний и квалификации исполнителей должен соответствовать уровню требований, задаваемых в п.3,4 (workflow и отдельные действия процесса).
Аспекты процесса в целом	Модель процесса должна содержать не только традиционные аспекты – workflow и организационную структуру, но и аспект знаний

Во-вторых, модель процесса может быть изменена во время его выполнения [9] вследствие применения неявных знаний, опыта исполнителей.

Последние, как было показано выше, не могут быть включены в первоначальную модель до их экстернализации [5].

Это не позволяет провести априорную диагностику и выявить узкие места, задержки в обслуживании и т.п., которые могут возникнуть в результате применения неявных знаний.

Представленная общая проблематика интеллектуального анализа ЗБП включает в себя две составляющие, отражающие различные этапы жизненного цикла бизнес-процесса:

– проблема построения моделей ЗБП как гибких процессов;

– проблема моделирования изменений знание-емкого бизнес-процесса во время его выполнения;

Проблема построения моделей ЗБП как гибких адаптируемых процессов средствами интеллектуального анализа состоит в том, что существующие методы построения и визуализации модели БП на основе анализа их логов не позволяет строить адекватную модель такого процесса.

Большинство современных алгоритмов интеллектуального анализа процессов ориентированы на построение одноуровневых моделей с жестко заданной структурой причинно-следственных связей [10, 11].

Указанные алгоритмы не учитывают требование различной детализации по времени для отличающихся действий одного и того же процесса. Полученные с помощью существующих методов модели гибких знание-емких процессов содержат большое количество вершин (соответствующее количеству событий во всех трассах лога в предельном случае) и связывающих их дуг. Отображение дуг в графе процесса не зависит от уровня исполнителей действий процесса в иерархии организации. Такие графы получили название спагетти-подобных (spaghetti-like) моделей [12].

Анализ и практическое использование таких моделей крайне затруднено.

Поэтому решение первой из рассматриваемых проблем связано со структуризацией и детализацией по времени исходного лога с учетом зависимостей между элементами контекста, в котором выполняется знание-емкий бизнес-процесс.

Выделенные контекстно-зависимые фрагменты лога могут использоваться для экстернализации неизвестных ранее контекстных зависимостей, позволяющих разделить процесс по уровням детализации.

Экстернализация неявных зависимостей, отражающих влияние связей между элементами контекста на ход выполнения процесса дает возможность

выстроить иерархию подпроцессов гибкого ЗБП и, тем самым, рассматривать процесс с требуемой в конкретный момент точностью.

Проблема моделирования изменений знание-емкого бизнес-процесса связана с тем, что во время его выполнения реализуются новые последовательности действий, которые не были изначально включены в модель. Данная проблема характеризуется следующими ключевыми особенностями:

Во-первых, логи процесса изменяются во время выполнения интеллектуального анализа [9].

Это означает, что уже после начала проведения интеллектуального анализа традиционными методами необходимо изменить множество исходных данных: отбросить старые трассы реализации ЗБП и использовать новые трассы, которые добавляются в лог.

Во-вторых, изменение ЗБП во время его выполнения может осуществляется только на основе знаний о причинно-следственных связях между действиями, как явных, так и неявных. Такие знания отражают влияние изменений окружения бизнес-процесса на алгоритм его действий. Поскольку явные знания включены в процесс априорно, то возможная адаптация процесса будет определена в модели до начала его запуска. Данная ситуация отражает первую из рассмотренных проблем – построения гибких ЗБП методами интеллектуального анализа процессов.

Следовательно, новые последовательности действий, которые появляются в ходе выполнения ЗБП, возникают в результате применения исполнителями неявных знаний в условиях изменившегося контекста. Такие последовательности действий фиксируются в виде событий лога. Также для каждого события обычно задаются дополнительные атрибуты, указывающие роль и исполнителя данного действия, продукт над которым выполнялось действие, наименование организации или ее подразделения, в котором выполнялось действие и т.п. Совокупность таких атрибутов действий отражают доступную из лога часть контекста выполнения бизнес-процесса.

Поэтому лог содержит информацию, в которой в скрытой форме зафиксированы зависимости, приведшие к появлению новых последовательностей действий процесса.

Сравнение последовательности действий одного и того же ЗБП в различном контексте – например, в различных подразделениях транснациональной компании, дает возможность выделить эти зависимости.

Отметим, что для получения полного контекста ЗБП необходима дополнительная априорная информация, например о целях процесса, характеристиках организации, свойствах окружающей среды.

Метод интеллектуального анализа знание – емких бизнес-процессов

Таким образом, решение рассмотренной проблематики интеллектуального анализа знание-емких бизнес-процессов связано с выделением на основе анализа лога процесса неявных зависимостей, отражающих как связи между элементами контекста, так и влияние этих элементов на допустимые последовательности действий процесса (рисунок).

В последующем эти экстернализованные знания включаются в модель процесса. Поэтому проблема изменения процесса во время выполнения сводится к проблеме априорного построения процесса с изменяющейся структурой.



Рис. 1. Проблематика интеллектуального анализа знание-емких бизнес-процессов и подход к ее решению

Метод построения модели ЗБП на основе анализа логов включает в себя следующие основные этапы:

Этап 1. Построение представления знаний о контексте выполнения ЗБП традиционными методами с использованием доступных явных знаний.

Этап 2. Выявление неявных зависимостей на основе анализа логов процессов.

1.1. Выявление неявных связей между объектами, составляющими контекст процесса, на основе сопоставления атрибутов событий лога.

1.2. Выявление зависимостей между объектами контекста ЗБП и действиями процесса на основе сопоставления атрибутов и временных меток событий отличающихся трасс лога.

1.3. Выявление зависимостей между взаимодействующими процессами на основе сопоставления временных меток событий логов этих процессов при условии, что сопоставляемые ЗБП работают в одном контексте (используют те же объекты).

Этап 3. Дополнение представления знаний о контексте выполнения ЗБП с использованием выявленных неявных зависимостей.

Этап 4. Выявление контекстно-зависимых фрагментов ЗБП на основе анализа логов с учетом темпорального аспекта процесса.

Этап 5. Построение моделей контекстно-зависимых подпроцессов традиционными методами process mining.

Этап 6. Построение обобщенной модели процесса, объединяющей выделенные на предыдущем шаге подпроцессы.

Выводы

В статье рассмотрена проблематика интеллектуального анализа знание-емких бизнес-процессов. Показано, что общая проблематика включает в себя две составляющие, отражающие различные этапы жизненного цикла бизнес-процесса: проблема построения моделей ЗБП как гибких процессов; проблема моделирования изменений знание-емкого бизнес-процесса во время его выполнения.

Проблема построения моделей ЗБП как гибких адаптируемых процессов средствами интеллектуального анализа определяется тем, что в результате использования существующих методов построения и визуализации модели БП на основе анализа их логов формируются спагетти-подобные модели, практическое использование которых сопряжено со значительными трудностями.

Для решения данной проблемы необходимо выделить контекстно-зависимые фрагменты ЗБП с использованием методов интеллектуального анализа процессов.

Проблема моделювання зміненого знання - емкого бизнес-процесу пов'язана з тим, що во время його виконання в результаті дій виконавців реалізуються нові послідовності дій, які не були вперше включені в модель. Для рішення даної проблеми необхідно виявити залежності, визначають таке зміненого процесу.

Представлено метод інтелектуального аналізу знання-емких бизнес-процесів, який передбачає поетапне побудову моделі представлення знань у контексті з урахуванням неявної складової, а потім формування моделі ЗБП як сукупності контекстно-залежних підпроцесів.

Метод дозволяє перейти від рішення проблеми зміненого процесу во время виконання до рішення проблеми побудову гнучких процесів, а потім побудувати модель адаптованого процесу з урахуванням впливу контексту на хід його реалізації.

Список літератури

1. Polanyi M. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*/ M. Polanyi.- University of Chicago Press, 1958.-493 p.
2. 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.
3. Gronau N. *Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice* / N. Gronau -Taschenbuch . - 519 p.

4. Polanyi M. *The Tacit Dimension* / M. Polanyi.- University of Chicago Press, 1966.-104 p.

5. Нонака И. *Компания - создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах* / И. Нонака, Х. Такеучи - М., 2003. - 384 с.

6. 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.

7. Gronau N. *Modeling of knowledge intensive business processes with the declaration language KMDL* / N. Gronau, U. Palmer, K. Schulte, T. Winkler // *Professional knowledge management - Experiences and visions/- Bonn, 2003. - pp.315-322.*

8. Snowden D. *The ASHEN Model an enabler of action in Knowledge Management*// *April 2000. - №3(7). - P.14-17.*

9. Bose R. P. J. C. *Handling Concept Drift in Process Mining*/ R. P. J. C. Bose, W. M. P. van der Aalst, I. Zliobaite, M. Pechenizkiy//*Advanced Information Systems Engineering (23rd International Conference, CAiSE 2011, London, UK, June 20-24, 2011/ Ed. H. Mouratidis, C. Rolland. - Berlin: Springer, 2011. - pp. 391-405.*

10. Remus U. *Process oriented knowledge management. Concepts and modeling*// *PhD thesis. - University of Regensburg. - Germany, Regensburg. - 2002.*

11. Scheer A.-W. *ARIS From business process to the application system*// *Berlin Heidelberg. - 3rd edition. - 1998. - 215 p.*

12. W. M. P. van der Aalst *Workow Mining: Discovering Process Models from Event Logs*/ W. M. P. Van der Aalst, A. J. M. M. Weijters L. Maruster// *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 16(9), 2004.- pp.1128-1142.*

Надійшло до редколегії 26.01.2015

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

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗНАННЯ-ЕМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ІЗ ЕКСТЕРНАЛІЗАЦІЄЮ НЕЯВНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

В.М. Левикін, О.В. Чала

У статті розглянута загальна проблематика інтелектуального аналізу знання - емних бизнес-процесів. Показано, що при виконанні такого аналізу виникають дві проблеми: побудову моделей бизнес-процесів як гнучких процесів; моделювання змін знання - емного бизнес-процесу під час його виконання. Перша проблема полягає в тому, що в результаті використання існуючих методів побудову і візуалізації моделей процесів на основі аналізу їх логів формуються спагетті - подібні моделі, практичне використання яких пов'язане зі значними труднощами. Друга проблема пов'язана з тим, що під час виконання процесу в результаті дій виконавців реалізуються нові послідовності операцій, які не були спочатку включені в модель. Запропоновано метод інтелектуального аналізу знання - емних бизнес-процесів, який передбачає поетапну побудову моделі подання знань про контекст з урахуванням неявної складової, а потім формування загальної моделі ЗБП як сукупності контекстно-залежних підпроцесів.

Ключові слова: бизнес-процес, контекст, об'єкт, неявні знання, workflow.

MINING OF KNOWLEDGE INTENSIVE BUSINESS PROCESSES USING AN EXTERNALIZATION OF TACIT KNOWLEDGE

V.M. Levykin, O.V. Chala

The article deals with general issues of mining knowledge - intensive business processes. It is shown that there are two problems in this field: the development of models of business processes as flexible processes and process drift - changing business process during its execution. The first problem is that existing mining methods generate spaghetti - like models. The second problem is that during the process execution performers can add new activities that were not initially included in the model. The method of mining knowledge - intensive business processes is proposed. The method in particular comprises the following steps: development of knowledge representation of context that includes implicit component; creating a common model of knowledge - intensive business processes as a set of context-dependent subprocesses.

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