



УДК 004.891.3

© І. В. Левикін, к.т.н., доцент, Харківський національний
університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МЕТОД СИНТЕЗУ ТЕХНОЛОГІЇ PROCESS MINING І ЗАСОБІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Розроблено метод синтезу Process Mining і Enterprise Dynamics для отримання альтернативних варіантів поліпшеної моделі бізнес-процесів. Такий метод дозволяє описувати застосування технології Process Mining і засоби Enterprise Dynamics для моделювання, візуалізації, моніторингу бізнес-процесів в різних предметних областях поліграфії.

Ключові слова: перепроєктування; бізнес-процеси; імітаційне моделювання; подія; інформаційна система; життєвий цикл.

Постановка проблеми

Для проведення перепроєктування (реінжинірингу) бізнес-процесів (БП) з метою досягнення істотного поліпшення якості поліграфічного підприємства використовуються різні методи: експертні, нечіткої логіки, структурного аналізу та ін., які дозволяють в тій чи іншій мірі отримати більш адекватну (покращену) модель БП. Проте, вони не дозволяють провести: аналіз перебігу БП, визначення «вузьких місць» (місця зниження пропускної здатності) і причин їх виникнення, зміни поліграфічних процесів, моделювання сценаріїв їх поведінки.

У зв'язку з цим актуальним є завдання розробки моделей бізнес-процесів на основі аналізу даних, що відображають послідовність їх дій. Отримана таким чином модель може бути використана для вирішення питань:

візуального контролю та аналізу поліграфічних процесів, виявлення «вузьких місць» і пошуку способів їх удосконалення [1, 2].

Мета роботи

Розробка методу синтезу технології Process Mining (PM) та засобів імітаційного моделювання, які використовуються для перепроєктування різних бізнес-процесів з визначенням методів і моделей, що застосовуються для отримання варіантів покращеної моделі бізнес-процесів. Покращена модель бізнес-процесів формується за рахунок багаторазових моделювань бізнес-процесів для реалізації за отриманими метриками відхилень режимів їх реалізації, відсікання петель, дублювання, виявлення «вузьких місць» і причин їх виникнення.



Результати проведених досліджень

Процес перепроєктування БП пов'язаний із отриманням та обробкою структурованих, частково структурованих або неструктурованих даних, підготовлених і оброблених ІС (інформаційною системою) [3]. Однією з основних проблем є вилучення з множини даних про поліграфічні процеси, що містяться в інформаційному комплексі ІС, так званих корисних даних з використанням Process Mining (аналіз бізнес-процесів).

Чому ефективно застосування Process Mining? Існуючі ІС спрямовані на підтримку функцій кінцевих користувачів при формуванні варіантів рішень, звітів, рекомендацій на основі даних, що фіксуються в БД, додатках, журналах операційних систем і системах управління базами даних (СУБД) при вирішенні функціональних задач, визначених функціональністю ІС [4]. Проте, при цьому у користувачів немає комплекс-

ного уявлення, як про окремі, так і всі БП поліграфічного підприємства. Тому для вирішення цих проблем необхідно використовувати технологію Process Mining. При цьому особливість такого підходу в тому, що РМ дозволяє описувати реальні процеси без урахування суб'єктивних думок власників процесів з використанням журналу подій ІС. Виділяють наступні етапи його життєвого циклу.

Етап 1. Виявлення (Discovery) процесів, що означає розробку моделі БП по записам, які зберігаються в ІС про реальний його стан.

Використовуючи α , генетичні та евристичні алгоритми є можливість автоматичного отримання реальної моделі бізнес-процесів [5]. Така модель може бути представлена в нотації Enterprise Dynamics або мереж Петрі. Для простих моделей використовується α -алгоритм, для складних — евристичні та генетичні алгоритми.

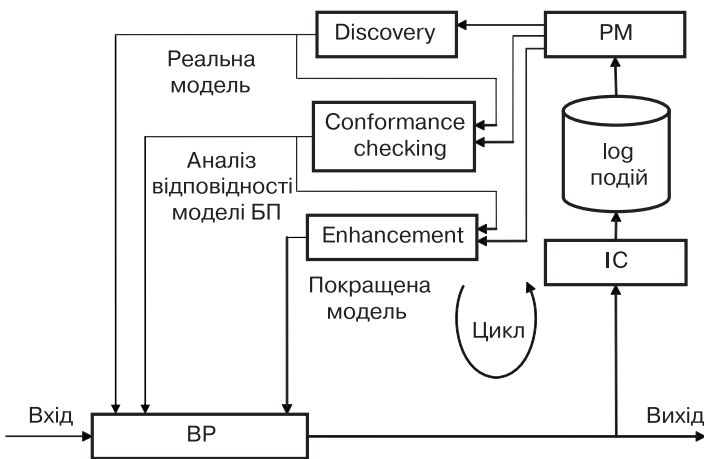


Рис. 1. Взаємозв'язок трьох етапів технології РМ



Етап 2. Встановлення відповідності (Conformance checking), що означає перевірку відповідності розроблених моделей конкретним бізнес-процесам, встановлення факту відхилення конкретного процесу від прогнозованого з визначенням причин відхилення і т.д.

Етап 3. Поліпшення (Enhancement) моделі з метою підвищення її адекватності для вибору раціонального управління бізнес-процесами.

Взаємозв'язок цих етапів при розробці та покращенні моделей бізнес-процесів представлено на рис. 1.

Для отримання моделі БП, а потім його покращеної моделі, в рамках реалізації Process Mining, необхідно мати актуальні дані про бізнес-процеси поліграфічного підприємства, які фіксуються в базах даних ІС у вигляді протоколів її роботи [6]. Ці дані визначаються повнотою опису подій і вимогами щодо застосування методу Process Mining. До таких вимог належать:

1) події, записані в протоколі, повинні бути повною мірою ідентифіковані по відношенню до конкретного процесу;

2) події повинні бути впорядковані за часом їх виконання;

3) події повинні відрізнятися за певними ознаками.

Тому під певну предметну область необхідно розробити шаблон (pattern) формату лога подій, за яким можна було б формувати відповідні бази даних.

Його формат представимо матрицею подій, в якій події як сутності повинні мати відповідні атрибути.

Модель Event log представимо у вигляді такого виразу:

$$M_L = \langle E, C \rangle, \quad (1)$$

де E — події, C — дії (Case).

У той же час модель події має вигляд:

$$M_E = \langle I_d, A, T_{s, f}, D \rangle, \quad (2)$$

де I_d — ідентифікатор події, A — робота, яку виконує співробітник у рамках даної події, $T_{s, f}$ — тимчасова мітка (Timestamp) початку (start) і закінчення (finish) дії, D — дані про час роботи, просте і т.д.

Графічний формат лога подій представимо у вигляді схеми (рис. 2).

Для вирішення завдання візуального аналізу отриманих результатів пропонується виконати імітаційне моделювання процесів реалізації моделей бізнес-процесів поліграфічного підприємства.

Застосування інструментальних засобів моделювання дає безліч переваг користувачам порівняно з виконанням експериментів над реальною системою, що не завжди можливо здійснити. Таким засобом є Enterprise Dynamics, який надає користувачам можливість імітаційного моделювання процесів, візуалізації і моніторингу динамічних бізнес-процесів при реалізації кожного етапу інтелектуального аналізу процесів. Застосування Enterprise Dynamics в етапах Process Mining дозволяє моделювати бізнес-процеси до їх реального виконання на поліграфічному виробництві, що дає можливість провести аналіз якісних і кількісних



параметрів протікання процесів, оцінити і внести відповідні зміни в модель бізнес-процесу.

На етапі розпізнавання в нотатції Enterprise Dynamics за рахунок візуалізації процесу та потоків даних, розробляється реальна модель бізнес-процесу поліграфічного підприємства. При цьому залежно від складності модельованого бізнес-процесу, для отримання моделі використовуються методи видобутку даних (генетичні, α , евристичні алгоритми). Багаторазове моделювання процесу дозволяє за допомогою моделі виявити вузькі місця процесу, причини їх появи, варіанти їх усунення без додаткових реальних даних про стан процесу. Якщо моделюються процеси, які вимагають обов'язкового використання даних про реальні події, то Enterprise Dynamics дозволяє візуально проаналізувати отримані результати, швидко провести зміну в реальній

моделі «as-is», заново використати модель на основі нових даних до того, як тестована ситуація не встигла змінитися (не змінилися значення її параметрів). Таким чином, застосування Enterprise Dynamics на всіх етапах Process Mining забезпечує багаторазове оновлення значень параметрів моделей бізнес-процесу, взятих з реальних подій, що дозволяє скоротити час розробки моделі, що відповідає протікаючому реальному поліграфічному процесу, без втрати ефективності такого процесу. Схема покращення моделі бізнес-процесу представлена на рис. 3.

Основною проблемою управління бізнес-процесів є складність системного осмислення неправильності їх протікання. Тому при розробці моделі поточного бізнес-процесу (as-is) необхідно на формальному рівні у вигляді тексту, таблиць, графіків встановити стан процесу у

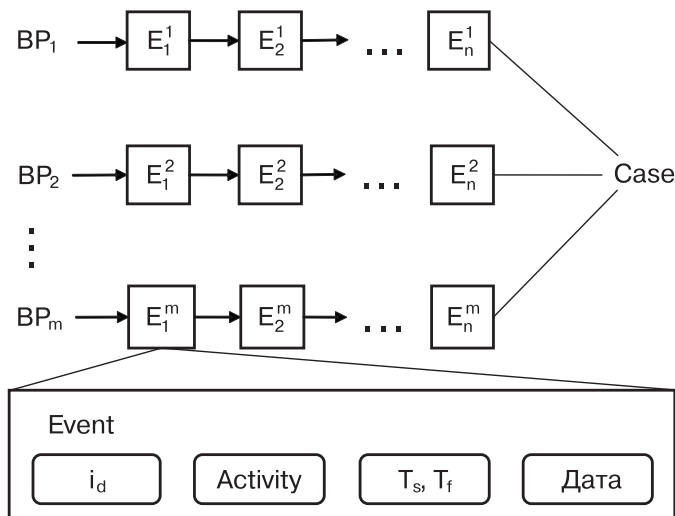


Рис. 2. Схема лога подій



вигляді якісних або кількісних його параметрів і, якщо вони не відповідають встановленим, то необхідно перейти до покращеної моделі бізнес-процесу (to-be). Формування прогнозованих показників бізнес-процесу і оцінка можливостей їх досягнення повинні здійснюватися на етапі діагностичного аналізу.

Вибір методів, моделей розробки покращеної моделі визначається специфікою поліграфічної предметної області, представленої множиною бізнес-процесів. Такими методами, моделями є: метод кластеризації, евристичний метод, метод дерева рішень, методи і моделі оптимізації і т.д. У розглянутій постановці фактично вирішується задача перепроєктування бізнес-процесу, реалізованої по циклу, до отримання необхідних параметрів. Певною мірою цей

процес можна порівняти з адаптивним керуванням об'єктом, так як за аналогією здійснюється зміна параметрів реальної моделі.

Опишемо метод синтезу Enterprise Dynamics технології Process Mining у вигляді таких етапів.

Етап 1. Опис предметної області, визначення мети, призначень, проблем реалізації бізнес-процесів, аналіз реакції на них зовнішнього середовища, можливості отримання повної і достовірної інформації для розробки реальної моделі «as-is».

Етап 2. Розробка реальної моделі процесу «as-is». Для цього з лог-файлів інформаційної системи вилучаються дані, за якими з використанням методу видобутку даних здійснюється розробка бізнес-моделі. При цьому події повинні опису-

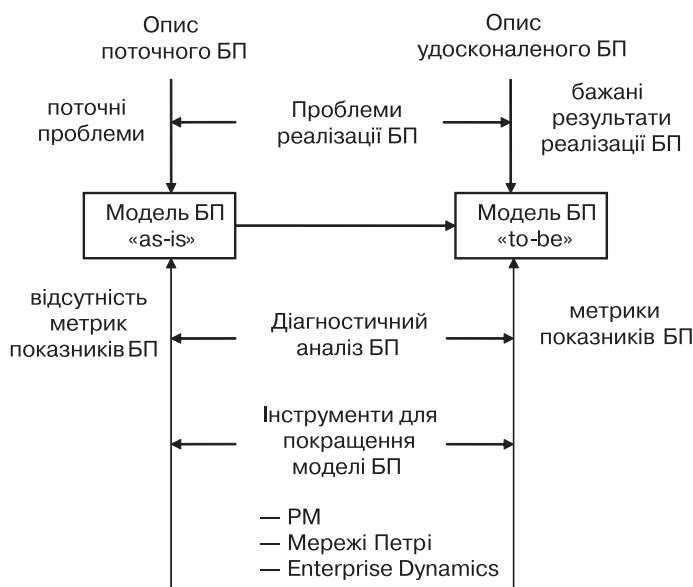


Рис. 3. Схема покращення моделі бізнес-процесу



ватися відповідно до вимог ідентичності, впорядкованості та різнотипності. Якість даних має бути статистично перевірена за ключовими показниками бізнес-процесу.

Етап 3. Встановлення відповідності моделі «as-is» цілям реалізації бізнес-процесу, визначення місцевих відхилень, «вузьких місць», поправок з використанням імітаційної моделі, розробленої в нотації Enterprise Dynamics.

Етап 4. Створення вдосконаленої моделі (to-be) при багаторазовому моделюванні бізнес-процесів для реалізації за отриманими метриками відхилень режимів їх реалізації, відсікання петель, дублювання, виявлення «вузьких місць» і причин їх виникнення. Застосування методів оптимізації для вирішення задач з ліквідації «вузьких місць» за рахунок зміни процесу або перерозподілу ресурсів до тих пір, поки всі виникаючі вузькі місця будуть ліквідовані та реалізація бізнес-процесів буде покращена.

Етап 5. Вибір покращених моделей оптимізації бізнес-процесів, виходячи з особливостей їх реалізації.

Етап 6. Візуалізація оптимізаційних моделей бізнес-процесів за допомогою Process Mining і Enterprise Dynamics.

Етап 7. Апробація і оцінка отриманих моделей оптимізації

бізнес-процесів, що передбачає як один з кінцевих результатів дослідження, отримання покращеної моделі бізнес-процесів.

Висновки

У роботі розглянута технологія Process Mining, етапи її життєвого циклу і їх взаємозв'язок стосовно до задачі перепроєктування бізнес-процесу з використанням інструментального засобу Enterprise Dynamics. Розроблено метод синтезу Process Mining і Enterprise Dynamics для перепроєктування різних бізнес-процесів з визначенням методів і моделей, що застосовуються для вирішення задачі: візуального контролю та аналізу поліграфічних технологічних і організаційних процесів, виявлення «вузьких місць» та отримання альтернативних варіантів покращеної моделі. Даний метод дозволяє описувати застосування засобів Process Mining і Enterprise Dynamics для моделювання, візуалізації, моніторингу та перепроєктування бізнес-процесів у різних предметних областях. Застосування методу синтезу Process Mining і Enterprise Dynamics дає можливість використовувати вже наявні моделі близькі до конкретної моделі бізнес-процесу, що дозволяє скоротити час на її розробку, а отже поліпшити якість управління бізнес-процесом.

Список використаної літератури

1. Tiwari A. A review of business process mining : state-of-the-art / A. Tiwari, C. J. Turner B. Majeed // Proceedings of ITC19/Performance Challenges for Efficient Next Generation Networks. — 2005. — P. 707–718.
2. Van der Aalst W. Business process mining : An industrial application / W. van der Aalst, H. Reijers, A. Weijters // International Journal 'Information Technologies and Knowledge'. — 2007. — P. 713–732.



3. Van der Aalst, W. M. P., Weijters, A. J. M. M., Maruster, L. Workflow mining : discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 16(9), 1128–1142 (2004).

4. Weijters A. J. M. M., Ribeiro J. Flexible heuristics miner. BETA working Paper Series. Eindhoven University of Technology, Eindhoven (2010).

5. Van der Aalst W. M. P. Process Mining Manifesto / W. M. P. van der Aalst, A. Adriansyah, A. K. Alves de Medeiros // BPM 2011 Workshops, Part I. — T. 99. Springer-Verlag, 2012. — P. 169–194.

6. Medeiros A., Weijters A. J. M. M., Van der Aalst W. M. P. Genetic process mining : An experimental evaluation. *Data Mining and Knowledge Discover* 14(2), 245–304 (2007).

References

1. Tiwari, A. & Turner, C. J. & Majeed, B. (2005). A review of business process mining: state-of-the-art. *Journal of Proceedings of ITC19/Performance Challenges for Efficient Next Generation Networks*, 707–718 [in English].

2. van der Aalst, W. & Reijers, H. & Weijters, A. (2007). Business process mining: An industrial application. *International Journal 'Information Technologies and Knowledge'*, 713–732 [in English].

3. Van der Aalst, W. M. P., & Weijters, A. J. M. M., & Maruster, L. (2004). Workflow mining: discovering process models from event logs. *Journal of IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(9), 1128–1142 [in English].

4. Weijters, A. J. M. M., & Ribeiro, J. (2010). *Flexible heuristics miner*. BETA working Paper Series. Eindhoven: Eindhoven University of Technology [in English].

5. van der Aalst, W. M. P. & Adriansyah, A. & Alves de Medeiros, A. K. (2012). Process Mining Manifesto. *Journal of BPM 2011 Workshops*, I, 99, 169–194 [in English].

6. Medeiros, A. & Weijters, A. J. M. M., & Van der Aalst, W. M. P. (2007). Genetic process mining: An experimental evaluation. *Journal of Data Mining and Knowledge Discover*, 14(2), 245–304 [in English].

Разработан метод синтеза Process Mining и Enterprise Dynamics для получения альтернативных вариантов улучшенной модели бизнес-процессов. Данный метод позволяет описывать применение технологии Process Mining и средства Enterprise Dynamics для моделирования, визуализации, мониторинга бизнес-процессов в различных предметных областях полиграфии.

Ключевые слова: перепроектирование; бизнес-процессы; имитационное моделирование; событие; информационная система; жизненный цикл.

A synthesis method Process Mining and Enterprise Dynamics is developed for receiving alternative options of the improved business process model. This method allows



describing the use of Process Mining Technology and Enterprise Dynamics tools for modeling, visualization, monitoring business processes in various subject areas of printing.

Keywords: reengineering; business processes; simulation; event; information system; life cycle.

Рецензент — О. М. Величко, д.т.н., професор,
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»

Надійшла до редакції 04.07.16