

**СОЗДАНИЕ АГЕНТНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ
(PROCESS MINING)****Е.А. Ланцев, М.Г. Доррер (Красноярск)**

В предыдущих работах [1] был рассмотрен вопрос трансляции формального описания бизнес-процесса на операционном уровне (нотация ARIS eEPC) в агентную имитационную модель (AnyLogic).

Цель данной статьи – предложить методику создания агентных имитационных моделей на основе формальных моделей бизнес-процессов, восстановленных алгоритмами интеллектуального анализа процессов (Processmining).

Информационные системы (ИС), используемые в большинство организаций для поддержки выполнения бизнес-процессов, обычно обладают функциональностью регистрации фактов выполнения операций в организации. ИС ведут журналы, содержащие данные о случаях, произошедших в организации (т.е. об экземплярах процессов, вариантах их исполнения), время, в которое задачи были выполнены, исполнителей (людей или системы), которые выполняли эти задачи и другие виды данных. Эти журналы являются отправной точкой для анализа процессов, и их, как правило, называют журналами событий [3]. Идея интеллектуального анализа процессов (Processmining) заключается в том, чтобы выявить, отследить и произвести улучшение реальных (а не предполагаемых) процессов путем извлечения знаний из журналов событий, доступных в современных информационных системах.

Интеграция имитационного моделирования и интеллектуального анализа процессов впервые была осуществлена при создании дискретно-событийных имитационных моделей в работах [4,5]. Аналогичные разработки для агентных имитационных моделей отсутствуют. Таковые исследования могли бы положить начало созданию, а в дальнейшем и автоматической генерации, адекватных агентных имитационных моделей на основе журналов событий ИС используемых в организациях.

В данной работе для восстановления структуры модели процесса было решено использовать эвристический алгоритм Вейтерса [6] и его программную реализацию в виде дополнения «Эвристический анализатор» (HeuristicsMiner) для ProM, поскольку с его помощью получается достаточно точная модель процесса, результаты работы могут быть конвертированы в модель EPC, а также обеспечивается приемлемая скорость анализа и восстановления модели процесса [7]. Результатом работы эвристического анализатора является модель в нотации CausalNet (причинно-следственная сеть), представляющая собой ориентированный граф, где вершины это задачи, а дуги изображают собой зависимости между задачами [8]. Модель в нотации CausalNet может быть транслирована в сеть Петри, а также в модель в нотации EPC.

Для идентификации на основе журнала событий организационной структуры в привязке к выполняемым исполнителями задачам было решено использовать дополнение «RoleHierarchyMiner» к ProM.

Следует отметить, что на практике встречаются случаи, когда основываясь только на событиях, регистрируемых в ИС, и используя методы интеллектуального анализа процессов, не удается получить достаточно точную модель бизнес-процесса, например [3]:

1. Регистрация фактов в ИС выполняется неверно, что влечет за собой построение модели, не соответствующей реальным процессам. Например: указание для этапов процессы какой-то одной определенной даты («задним числом»), указание неверного исполнителя, пропуск регистрации события (для скрытия неудобных испол-

нительно прецедентов или в случае, когда регистрация не всех событий обязательна в ИС).

2. В ИС регистрируются факты не обо всех ключевых событиях бизнес-процесса, что делает модель частично не полной либо вовсе не верной.
3. В ИС регистрация о фактах происходит не в полной мере (из-за технической реализации не позволяющей этого, частых сбоев в работе ИС, ошибках в программе или систематическим пропуском данных ответственными за их ввод в ИС), что делает получившийся журнал событий недостаточным для работы алгоритмов интеллектуального анализа процессов.

Для преодоления данных проблем предлагается дополнительно проводить анализ полученной формальной модели с компетентными специалистами (владельцами бизнес-процессов, ключевыми пользователями) и при необходимости корректировать ее. Особенно это необходимо делать при построении адекватных имитационных моделей, поскольку важен критерий ее соответствия реальным процессам.

В связи с этим, предлагается разработку агентных имитационных моделей на основе формальных моделей процессов, восстановленных алгоритмами интеллектуального анализа процессов, производить согласно следующей методике:

1. Создание журнала событий, основанного на данных ИС (данные для журнала событий могут содержаться в нескольких разных базах данных);
2. Восстановление структуры формальной модели бизнес-процесса. Определение связей между организационной структурой и бизнес-функциями;
3. Уточнение формальной модели бизнес-процесса у компетентных лиц и ее дополнение/изменение в случае необходимости;
4. Создание имитационной модели по методике трансляции, предложенной в [1];
5. Повышение адекватности имитационной модели до необходимого уровня.

Для примера применения описанной методики, рассмотрим основные процессы предприятия, занимающегося ремонтом компьютерной техники (сотовые телефоны, планшеты, ноутбуки, компьютеры и т.д.).

Из учетной системы выгружаем текстовый файл в формате CSV со следующей структурой, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

Файл журнала событий для ремонта компьютерной техники

Столбец	Описание
CASEID	Номер заказа. Служит для идентификации экземпляра процесса
TASK	Статус заказа. Статус обозначает имя завершенной задачи
EVTTYPE	Дата и время какого события записывается – начало задачи (тип события «Start») или окончание задачи (тип события «Complete»).
TIME	Дата и время установки статуса заказа
RES	Кто установил статус заказа (исполнитель)

Для создания журнала событий в формате MXML (для анализа журнала событий в специализированном ПО ProM 5) используется программный продукт XESame:

1. Для использования XESame необходимо создать в системе Windows локальный источник данных ODBC для текстового файла содержащий журнал событий;
2. Далее в XESame настраивается соединение с ранее созданным источником данных ODBC;
3. После настройки соединения происходит настройка правил трансформации между полями источника данных ODBC и элементами журнала событий в формате MXML;

4. После настройки правил трансформации необходимо в XESame сформировать запрос на извлечение данных из источника.
5. После выполнения всех настроек необходимо запустить процедуру формирования журнала событий в формате MXML.

Получившийся журнал событий был загружен для последующего анализа в программу ProM. При этом русские названия операций были заменены на английские из-за возможных проблем с кодировкой в ProM, возникающих при дальнейшем экспорте в графические форматы, а также в формат AML (ARISMarkupLanguage) для ARISToolset.

При исследовании параметры эвристического анализатора устанавливались исходя из принципа повышения соответствия получаемой модели журналу событий. Это делалось для повышения адекватности имитационной модели. Для восстановленной модели, полученной с настройками по умолчанию (рис. 1), показатель соответствия получаемой модели журналу событий (*fitnes*) равен 95,8% (из 100% максимально возможного), поэтому для дальнейшего анализа этого было достаточно.

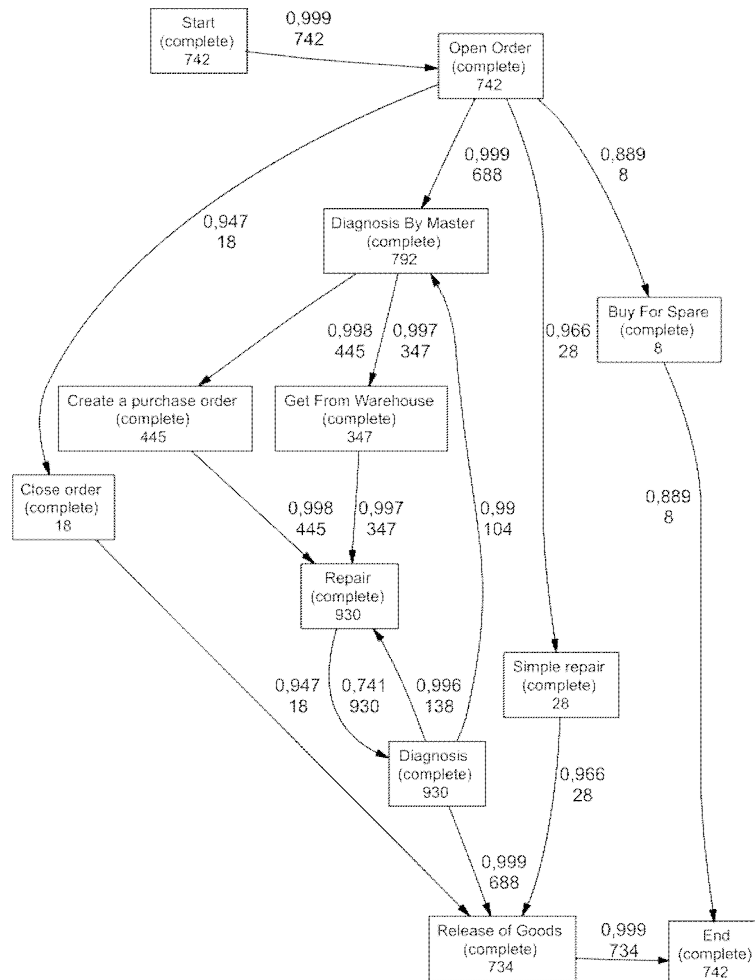


Рис. 1. Восстановленная модель процесса ремонта в формате S-net

Далее необходимо извлечь из журнала событий информацию об исполнителях для задач с помощью дополнения «RoleHierarchyMiner» к ProM. В итоге получим схему с указанием, в какой задаче (эллипс), какой ресурс (прямоугольники), т.е. исполнитель задействован (рис. 2). Это дополнение предоставляет также подробную таблицу с анализом использования ресурсов в задачах в виде таблиц.

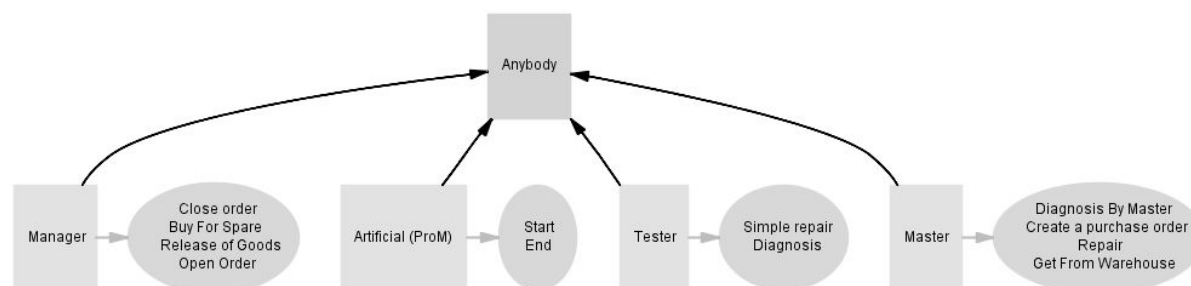


Рис. 2. Данные об исполнителях для задач на основе журнала событий

Поскольку было выявлено, что в ИС регистрируются факты не обо всех ключевых событиях бизнес-процесса и модель, полученная с помощью ProM, является неполной, то было решено расширить итоговую модель в нотации eEPC ключевыми для предприятия бизнес-функциями.

Добавленные следующие бизнес-функции: «Первичная диагностика» (PrimaryDiagnosis), исполнитель «Тестировщик»; «Поиск запчастей» (SelectionofSpare), исполнитель «Мастер»; «Согласование стоимости ремонта с учетом заказа запчастей» (Sogl.Price), исполнитель «Менеджер»; «Согласование стоимости ремонта» (Sogl.), исполнитель «Менеджер»; «Выполнение заказа» (PerformingtheSupply), исполнитель «Поставщик»; «Приемка товара» (GoodsAccept), исполнитель «Менеджер»; «Оповещение клиента» (CustomerNotification), исполнитель «Менеджер».

На основе дополненной модели eEPC процесса ремонта компьютерной техники, разработанной с помощью эвристического алгоритма, была создана агентная имитационная модель (АИМ) AnyLogic. На рис. 3 представлены основные элементы получившейся АИМ.

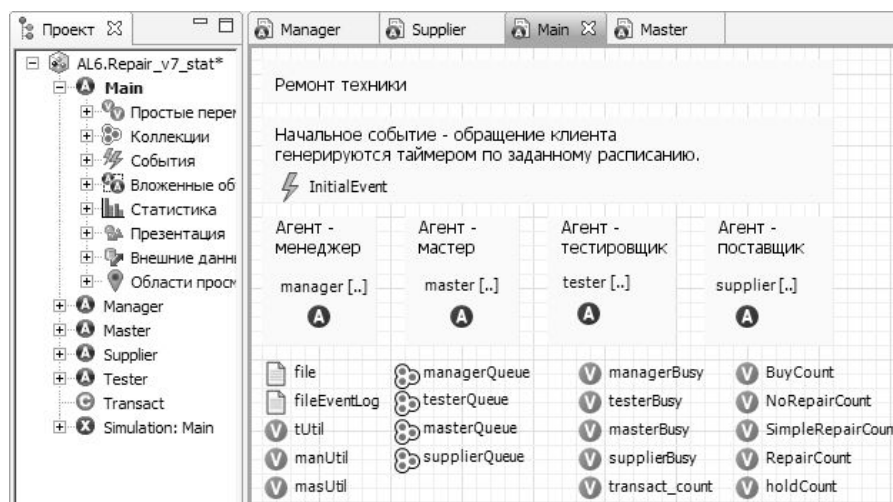


Рис. 3. АИМ ремонта компьютерной техники, основные элементы

Для ее создания использовалась предложенная в работах [1,2] методика преобразования формальной модели в нотации eEPC в агентную имитационную модель AnyLogic. На рис. 4 показана диаграмма состояний класса «Manager» (агент Менеджер), также отображается состав объектов, вложенных в этот класс.

По полученным в ходе работы модели данным рассчитаны математическое ожидание и дисперсия для трудоемкости и общего времени выполнения процесса ремонта. Поскольку погрешность для мат. ожидания не превышала 5%, а для дисперсии не больше 20%, можно сделать вывод о корректности преобразования модели в нотации eEPC в агентную имитационную модель AnyLogic по предложенной методике.

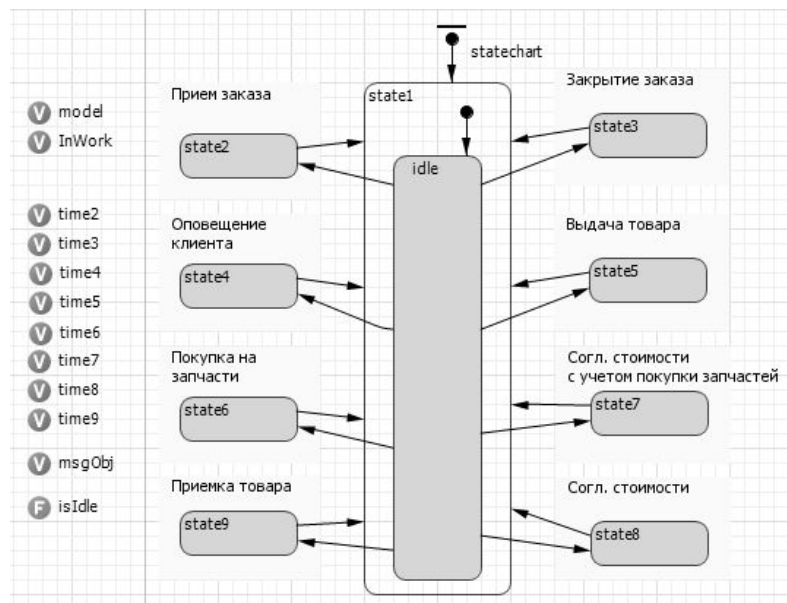


Рис. 4. Состав объектов класса «Manager», агент «Менеджер»

Заключение

Разработана методика применения алгоритмов интеллектуального анализа процессов (Processmining) для создания агентных имитационных моделей. Методика отличается тем, что в ней используется агентный подход, в отличие от уже существующих работ, в которых используются алгоритмы интеллектуального анализа процессов для создания только дискретно-событийных моделей. При необходимости эвристический алгоритм может быть заменен другим, способным генерировать модель бизнес-процесса на операционном уровне в нотации eEPC.

Литература

1. Ланцев Е.А., Доррер М.Г. Агентное имитационное моделирование бизнес-процессов в нотации eEPC // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 3. – С. 86–92.
2. W.M.P. van der Aalst. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer-Verlag, Berlin, 2011.
3. A. Rozinat, R.S. Mans, M. Song and W.M.P. van der Aalst. Discovering Simulation Models. Information Systems, Vol. 34, pages 305–327, 2009.
4. L. Maruster and N. van Beest. Redesigning Business Processes: A Methodology Based on Simulation and Process Mining Techniques. Knowledge and Information Systems, 2009.
5. A.J.M.M. Weijters, W.M.P. van der Aalst, and A.K. Alves de Medeiros. Process Mining with the Heuristics Miner-algorithm. BETA Working Paper Series, WP 166, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2006.
6. Ходырев И.А., Попова С.В. Сравнение алгоритмов Processmining для задачи поиска моделей процессов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. – 2011. – Т. 6–2. – № 138. – С. 170–178.
7. Wil M. P. van der Aalst, AryaAdriansyah, Boudewijn F. van Dongen. Causal Nets: A Modeling Language Tailored towards Process Discovery. CONCUR 2011, Aachen, Germany, September 6-9, 2011. Proceedings. Volume 6901 of Lecture Notes in Computer Science, Springer, 2011. p. 28–42.