

А. С. ГЕЙДА, И. П. КОЛОСОВ
Северо-западный институт управления - Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте РФ, Санкт-Петербург
И. Р. БОРИСОВ
Некоммерческое партнерство «Центр инноваций и высоких технологий «КОНЦЕПТ», Москва
П. В. НАУМОВ
ПАО «Завод «Буревестник», Ленинградская обл, Гатчина

МАЙНИНГ МОДЕЛЕЙ АЛЬТЕРНИРУЕМЫХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЙ СИСТЕМЫ И ПРОГНОЗНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ИХ УСПЕШНОСТИ

Теоретиками и практиками отмечается ряд недостатков моделей, строящихся на основе существующего методологического аппарата «process mining». В докладе показано, что такое положение во многом связано с отсутствием необходимых сведений в используемых журналах событий. Предложены направления совершенствования строящихся моделей. Доклад посвящен концептуальным аспектам построения моделей альтернируемого функционирования систем и прогнозному оцениванию успешности функционирования систем с учетом их возможного альтернирования. Результаты могут быть использованы для синтеза успешных систем.

Введение. В современных условиях повсеместной цифровизации экономики и общества стало возможно построение моделей функционирования систем разных видов по накапливаемым «большим данным» о результатах процессов. Такие данные (вид «больших данных» о процессах) накапливаются, например, в журналах событий современных информационных подсистем (таких, как ERP, CRM, SRM) при функционировании предприятий. Эти данные уже используются в современной практике для порождения на основе методологического аппарата класса «process mining» моделей функционирования систем разных видов. Так, строящиеся модели пока еще недостаточно полно отражают возможные альтернирования функционирования. Не моделируются и не учитываются причины такого альтернирования. Не порождаются модели новых, лучших возможных функционирований. В строящихся моделях недостаточно полно отражаются причинно-следственные связи, законы и закономерности, позволяющие предсказывать результаты будущих функционирований [1, 2].

Сведения об альтернировании функционирования, причинах такого альтернирования, переходных процессах для перехода от одного функционирования к другому, требования к процессам, сменяющим исходные, часто содержатся в журналах событий, описывающих события других видов (более высокого уровня, «change logs») или к хранилищам данных, строго говоря, не являющихся журналами событий. Часто такие сведения хранятся в виде слабо структурированных или неструктурированных записей, в том числе в нецифровом виде.

Кроме журналов событий для описания функционирования и его результатов доступны сведения из документации и других разнородных источников разных видов о различных аспектах деятельности в системах (справочники, инструкции, руководства). Эти сведения используются людьми для реализации функционирования, однако не используются в полной мере для построения моделей функционирования систем и часто не оцифрованы. Использование таких сведений для построения моделей, например, методами машинного обучения, может позволить существенно улучшить строящиеся модели функционирования, преодолеть вскрытые недостатки и в перспективе, автоматизировать синтез моделей, в том числе – альтернируемого функционирования, свободных от имеющихся недостатков.

Задача майнинга моделей альтернируемого функционирования систем. Альтернируемое функционирование системы – такое функционирование, при реализации которого возможны смена цели функционирования, смена требований к характеристикам результатов функционирования, изменение условий функционирования и другие изменения среды и системы — такие, что они могут вести к изменению состава, характеристик выполняемых при функционировании действий и связей между ними. Указанные изменения ведут к необходимости получать и обрабатывать информацию об изменениях. Такая обработка осуществляется с использовани-

ем информационных действий (операций). Она необходима для выработки возможных реакций на изменения. Такие реакции, за счет реализации последовательностей причинно-следственных связей, ведут затем к переходу к альтернативному функционированию системы. В результате указанной последовательности действий реализуются причинно-следственные связи, позволяющие получить другие результаты при функционировании, возможно – лучше соответствующие изменившимся условиям.

Использование информации при реализации альтернируемых функционирований систем. Действия в системе разделены на две главные части. Это («материальные») действия – предметно-преобразующие действия, реализуемые для (в целях) получения материальных эффектов и информационные действия – для (в целях) получения информации, требуемой для возможного альтернирования последующих действий.

Действия для получения материальных эффектов – это предметно-преобразующие действия, реализуемые людьми, либо организованные людьми или – под контролем людей каким-либо техническим устройством. Они реализуются для того, чтобы получить материальные результаты, к характеристикам которых людьми предъявлены требования. Будем называть такие результаты эффектами.

Для того, чтобы действия для получения материальных эффектов были реализованы и были получены соответствующие эффекты необходима информация разных видов. Информация необходима в связи с природой человеческой деятельности, которая требует оперирования и/или обмена различными образами отраженной реальности для того, чтобы организовать и осуществить успешную деятельность, выбрав (из возможных) те способы деятельности, которые лучше удовлетворяют требованиям, особенно в изменяющихся условиях.

Для отражения указанных аспектов в моделях альтернируемого функционирования следует явно отражать информационные действия (информационные операции). Цепочки таких информационных действий ведут к изменению функционирования и должны отражаться в моделях для того, чтобы описать причинно-следственные связи, приводящие к альтернированию функционирования и затем – построить модель результатов изменившегося функционирования. В простейшем случае такая модель может представлять собой конструкцию из нескольких OR(XOR) и AND, используемых в языках моделирования бизнес-процессов. Однако при реализации современных методов «process mining» информационные действия не выделяются из остальных действий и, как правило, случаи изменений функционирования не отражаются в моделях должным образом, их причины и последствия не исследуются.

Прогнозное оценивание успешности альтернируемого функционирования. Для альтернируемого функционирования характерна необходимость прогнозного оценивания успешности такого функционирования. Такое оценивание необходимо, в частности, для того, чтобы выбрать лучшие из возможных в будущем действий, в том числе – при альтернировании функционирования в результате изменившихся условий. Для оценивания успешности альтернируемого функционирования по построенным моделям возможно использовать теорию потенциала сложных технических систем [3]. Реализация такого, прогнозного оценивания при альтернировании функционирования должно моделироваться соответствующим информационным действием, результат которого – прогнозы будущих возможных функционирований, которые могут быть использованы для синтеза лучшего альтернируемого функционирования. Однако, для моделирования такого действия недостаточно сведений из файлов журналов событий. Следует использовать либо уже построенные (человеком) модели функционирования для разных случаев альтернирования, основанные на законах, закономерностях формирования результатов действий, либо разработать метод синтеза таких моделей с использованием разнородных, часто слабо структурированных и не оцифрованных данных в виде справочников, инструкций, руководств, описаний, других текстов и даже рукописных данных. Построение и использование таких моделей аналогично тому, как человек строит прогнозные модели деятельности и потому его предложено назвать «activity intelligence».

Заключение. Полученные результаты позволяют перейти к разработке новых моделей и методов класса «process mining», позволяющим устранить имеющиеся несоответствия в рамках этого актуального направления. В результате должно стать возможным корректно описывать альтернируемые функционирования систем в рамках «process mining», «process science», авто-

матерализовать прогнозное моделирование альтернируемых функционирований, и за счет этого, систематически совершенствовать функционирования систем в условиях изменений.

Работа проводилась при поддержке бюджетной НИР FFZF-2022–0003.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Dadam P.** et al. Towards Truly Flexible and Adaptive Process-Aware Information Systems. / Kaschek R., Kop C., Steinberger C., Fliedl G. (eds) *Information Systems and e-Business Technologies*. UNISCON 2008. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 5. Springer, Berlin, Heidelberg. p.72–83
2. **Schobel J., Reichert M.** Business Process Intelligence Tools. / Grambow, G., Oberhauser, R., Reichert, M. (eds) *Advances in Intelligent Process-Aware Information Systems. Intelligent Systems Reference Library*, vol 123. 2017. Springer, Cham. p. 12–48.
3. **Гейда А.С.** Основы теории потенциала сложных технических систем: монография / А.С. Гейда. М.: РАН, 2021. 408 с.

A.S.Geyda, I.P.Kolesov (The North-West Institute of management – branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg), I.П.Borisov (Non-Profit-Making Partnership “Company for innovations and high technologies «CONCEPT», Moscow), P.V.Naumov (Joint-Stock Company «Factory «Burevestnik», Leningrad region, Gatchina)

Mining of alterable system functioning models and predictive evaluation of system capability

Theoreticians and practitioners have reported a few shortcomings of models based on the existing methodology of «process mining». The research shows that this situation is largely due to the lack of necessary information in the event logs used for data. The directions of constructed models improvement are offered. The report is devoted to conceptual aspects of constructing models of the alterable functioning of systems and to predictive estimation of the success of systems, considering their possible alteration. The results can be used for the synthesis of successful systems.

Авторы готовы представить текст на английском языке для сборника материалов мультиконференции, который будет подан для индексирования в Scopus.