

УДК 65.012.23 + 519.766.2

Н.В. Голян, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

АЛГЕБРО-ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ НЕЯВНОГО ВЫБОРА В БИЗНЕС ПРОЦЕССАХ

Разработаны эффективные методы интеллектуального анализа бизнес-процессов, в частности, методы выявления фрагментов таких процессов. Также произведен анализ извлеченной информации из журналов регистрации событий бизнес-процесса с тем, чтобы формализовать реальное поведение БП. Такой анализ данных особенно важен в тех случаях, когда регистрируется происходящая последовательность событий, т.е. исполнители имеют возможность принимать решение о порядке дальнейшего прохождения процесса

Ключевые слова: бизнес-процесс, процедура, логическая сеть, интеллектуальный анализ.

Введение

Актуальность рассмотрения структуры и характеристик бизнес-процессов в контексте данной работы определяется необходимостью разработки эффективных методов интеллектуального анализа бизнес-процессов, в частности, методов выявления фрагментов таких процессов.

В настоящее время осуществляется переход к процессному управлению от традиционного функционального, что требует формализации существующих бизнес-процессов путем построения их иерархической структуры с использованием типовых фрагментов процессов.

Следовательно, детализация структуры и характеристик бизнес-процессов является необходимым условием исследования и разработки методов интеллектуального анализа данных.

Целью интеллектуального анализа данных является извлечение информации из журналов регистрации событий бизнес-процесса с тем, чтобы формализовать реальное поведение БП. Такой анализ данных особенно важен в тех случаях, когда регистрируется происходящая последовательность событий, однако процесс частично либо полностью не формализован – т.е. исполнители имеют возможность принимать решение о порядке дальнейшего прохождения процесса, исходя из имеющейся у них локальной информации и с учетом своих знаний о правилах работы бизнес-процесса. Важно при этом отметить, что принятые на основе локальной информации и личных знаний решения могут приводить к отклонениям от нормального функционирования бизнес-процесса.

В настоящее время разработан ряд эффективных алгоритмов анализа журналов регистрации событий и построения на этой основе моделей бизнес-процессов [1 – 4]. В то же время выполненные к настоящему времени исследования не позволяют до конца решить одну из серьезных проблем в области

интеллектуального анализа процессов – проблему выявления конструкций неявного выбора в структуре бизнес-процессов, что требует, в первую очередь, построения формальных моделей таких конструкций.

Постановка задачи. В реально функционирующих бизнес-процессах можно выделить два типа выбора последовательностей процедур, которые отражают различные виды зависимостей между ними: явные и неявные.

Явные зависимости [5] отражают непосредственные причинно-следственные связи между процедурами. При этом в журнале регистрации событий бизнес-процесса обычно такие процедуры отражены попарно. Пример: для начала выполнения процедуры P_2 необходимо, чтобы завершила выполнение процедура P_1 .

Неявные зависимости отражают непрямые причинно-следственные связи между процедурами. Для таких зависимостей взаимосвязь между P_1 и P_2 непосредственно из журнала регистрации событий не видна. Например, процедуры P_1 и P_2 могут быть связаны между собой через цепочку процедур $\langle P_3, P_5 \rangle$.

Это и определяет важность формализации типовых конструкций неявного выбора.

Следовательно, задача состоит в том, чтобы получить формальные алгебро-логические модели конструкций неявного выбора на основе анализа основных особенностей типовых последовательностей процедур с неявным выбором в бизнес-процессах, а также ошибок выделения таких фрагментов существующими алгоритмами.

Алгебро-логические модели конструкций неявного выбора

Формально определим явные и неявные зависимости между процедурами бизнес-процесса средствами алгебры конечных предикатов.

Введем переменные x_1, x_2, \dots, x_n , обозначающие состояния процедур P_1, P_2, \dots, P_n . Эти переменные заданы на некотором конечном множестве возможных значений состояний процедур. Например, $x_1 \in \{a, b, c\}$, где $x_1 = a$ означает «процедура P_1 не выполнена», $x_1 = b$ – «процедура P_1 выполняется», $x_1 = c$ – «процедура P_1 выполнена».

Введем также предикаты L_1, L_2, \dots, L_k , x_1, x_2, \dots, x_n , обозначающие попарные связи (если они существуют) между процедурами P_1, P_2, \dots, P_n . Для приведенного выше примера связь между процедурами P_1 и P_2 будет описана предикатом $L_1(x_1, x_2)$.

Конструкции, реализующие неявный выбор, характеризуются противоречием между выбором из нескольких альтернатив и необходимостью синхронизации выбираемых действий с уже выполняющимися в рамках бизнес-процесса. Иными словами, ситуация неявного выбора характеризуется совмещением конструкций синхронизации и выбора, как показано на рис. 1.

Как видно из рисунка, неявный выбор определяется выбором тех или иных процедур на предшествующих стадиях процесса и осуществляется после выполнения синхронизации результатов предшествующего выбора с текущими процедурами. Такая синхронизация необходима для того, чтобы были выполнены все входные условия для финальных процедур, между которыми осуществляется неявный выбор в ходе выполнения бизнес-процесса.

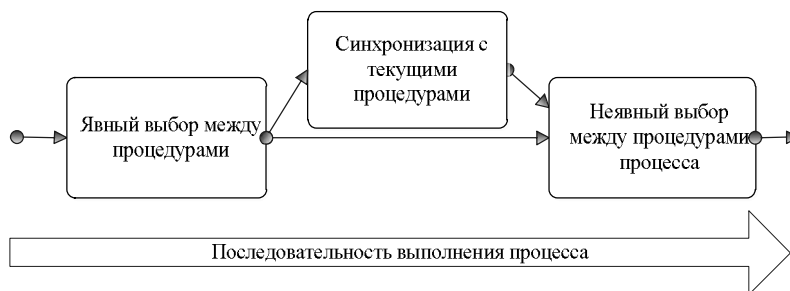


Рис. 1. Ситуация неявного выбора между процедурами бизнес-процесса

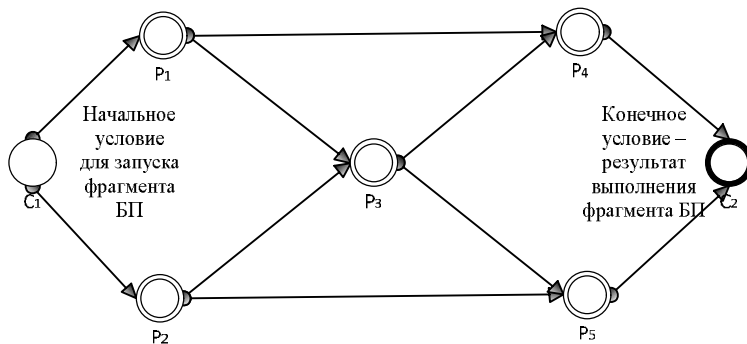


Рис. 2. Ситуация неявного выбора между P_4 и P_5

Проблема выявления конструкций неявного выбора в задачах интеллектуального анализа бизнес-процессов определяется тем, что существующие алгоритмы, математической основой которых являются сети Петри, в частности их расширение WF-nets [6], обычно не могут обрабатывать такие конструкции.

На рис. 2 представлена ситуация, согласно которой конечный результат выполнения текущего фрагмента бизнес-процесса зависит от неявного выбора между процедурами P_4 и P_5 .

Выполнение данного фрагмента начинается в том случае, если будет выполнено начальное условие C_1 . Далее осуществляется явный выбор между процедурами P_1 и P_2 . Результаты выполнения процедур P_1 или P_2 должны быть синхронизованы с результатом процедуры P_3 , после чего осуществляется выбор между процедурами P_4 и P_5 . Поскольку выбор одной из указанных процедур определяется выбором P_{11} или P_2 на более раннем этапе выполнения, то получаем, что выбор между P_4 и P_5 является неявным.

Работа такой логической сети будет заключаться в циклической проверке множества всех существующих в моделируемом бизнес-процессе связей между его процедурами, что на каждом шаге вычислений будет выражаться в генерации множества процедур, которые необходимо выполнить для продолжения бизнес-процесса.

Введем переменные x_1, x_2, \dots, x_5 , обозначающие состояния процедур P_1, P_2, \dots, P_5 . Эти переменные могут принимать значения из множества $\{0, 1\}$, что означает соответственно выполнение или невыполнение процедур. Для построения логической сети найдем систему бинарных предикатов $L_{1,2}, L_2, \dots, L_k$,

которая описывает логику выполнения фрагмента бизнес-процессов, изображенных на рис. 2. С этой целью введем промежуточную переменную t , содержащую информацию о явных и неявных выборах процедур. Переменная t может принимать значения из множества $\{0, 1, 2, 3\}$, означающие соответственно выполнение процедур $P_{1,2}, P_2, P_1$ и $P_{3,2}, P_2$ и P_3 .

Система предикатов, описывающая логическую сеть первой типовой ситуации неявного выбора, имеет вид:

$$(1) \begin{cases} L_1(x_1, x_3), \\ L_2(x_1, t), \\ L_3(x_2, x_3), \\ L_4(x_2, t), \\ L_5(x_3, t), \\ L_6(t, x_4), \\ L_7(t, x_5). \end{cases}$$

Соответствующая логическая сеть представлена на рис. 3.

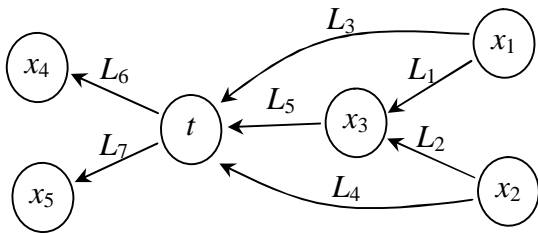


Рис. 3. Логическая сеть 1-й типовой ситуации

Начальными узлами логической сети являются переменные x_1, x_2 , конечными – переменные x_4, x_5 . В начале работы логической сети все ее переменные, моделирующие процедуры бизнес-процесса, имеют значение 0 – ни одна процедура не выполнена. В ходе работы логической сети, т.е. вычисления соответствующей этой сети системы бинарных предикатов, все или некоторые переменные x_1, x_2, \dots, x_5 логической сети принимают значения 1 – все процедуры выполнены. Переменная t примет значение, соответствующее реализованной в бизнес-процессе последовательности выполнения процедур.

Очевидно, что если начальным действием в сети будет выполнение процедуры P_2 , то при завершении работы сети результатом будет $x_5=1$. Вторая типовая ситуация неявного выбора последовательности процедур представлена на рис. 4.

В данной ситуации существует два неявных выбора – между процедурами P_4 и P_5 , а также процедурами P_3 и P_5 .

Система бинарных предикатов, описывающая логическую сеть второй типовой ситуации неявного выбора, состоит из 12 предикатов L_1, L_2, \dots, L_{12} . Соответствующая логическая сеть представлена на рис. 5.

Модель бизнес-процесса в виде логической сети, как показано выше, генерирует в любой момент времени множество процедур, которые необходимо выполнить для продолжения бизнес-процесса.

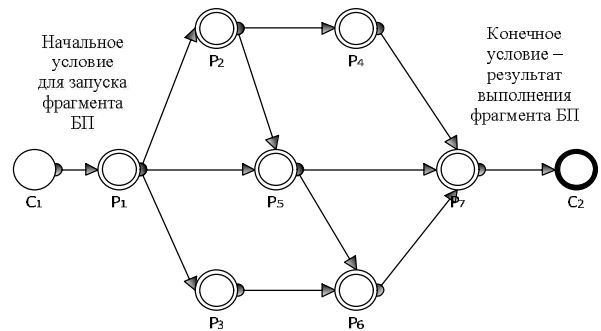


Рис. 4. Ситуация неявного выбора между процедурами P_4 и P_5 , P_3 и P_5

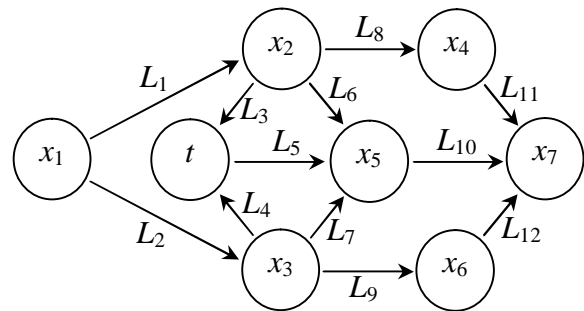


Рис. 5. Логическая сеть 2-й типовой ситуации

При выполнении любой очередной процедуры ситуация изменяется, что сразу отобразится изменением состояния логической сети и, соответственно, изменением множества процедур, которые необходимо выполнить для продолжения бизнес-процесса.

Третья типовая ситуация неявного выбора последовательности процедур представлена на рис. 6.

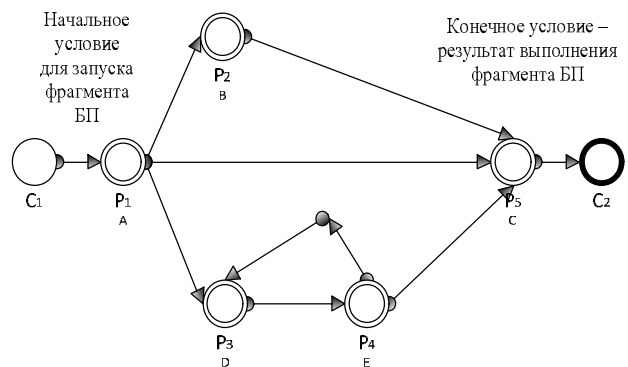


Рис. 6. Ситуация неявного выбора между процедурами P_3 и P_5

В данной ситуации существует неявный выбор между процедурами P_3 и P_5 . Последовательность выполнения данного фрагмента имеет следующий вид. После выполнения процедуры P_1 сети работают практически в последовательном режиме и не имеют преимуществ над моделями этих же процессов в виде множественных предикатов.

Выводы

Выполнен анализ типовых ситуаций неявного выбора в бизнес-процессах. Показано, что возникновение таких ситуаций связано с использованием знаний, выходящих за рамки описания последовательности процедур бизнес-процесса.

Разработаны модели типовых ситуаций неявного выбора в виде логических сетей. Указанные модели детализируют причинно-следственные связи между процедурами при реализации неявного выбора. Выполнение процедур в ситуациях неявного выбора отражается в логических сетях в виде последовательности смены их состояний, что позволяет соотнести их с последовательностью состояний в журнале регистрации событий бизнес-процесса.

Полученные алгебро-логические модели конструкций неявного выбора представляют собой логические сети в виде системы предикатов, отражающих взаимосвязи между процедурами рассматриваемой конструкции. Такие модели позволяют отразить неявные причинно-следственные связи между соответствующими процедурами, которые напрямую не представлены в журнале регистрации событий бизнес-процесса.

На примерах работы построенных логических сетей можно видеть, что в большей части тактов вычисляется только один предикат, что говорит о том, что эти логические сети работают практически в последовательном режиме и не имеют преимуществ над моделями этих же процессов в виде многоместных предикатов. Однако если учесть, что в рассмотренных примерах охватывались только небольшие ключевые фрагменты реальных бизнес-процессов, а полные модели часто содержат много процедур, которые можно выполнять одновременно, то тогда преимущество моделей в виде систем бинарных уравнений станет очевидным.

Второй особенностью построенных логических сетей является однотипное введение дополнительной переменной, которая характеризует все развилки

в логике работы модели бизнес-процесса и определяет последовательность выполнения процедур.

Практический аспект полученных результатов заключается в следующем. Выполнение логической сети, реализующей конструкции неявного выбора, обеспечивает возможность для получения журнала регистрации событий с отражением неявных взаимосвязей между процедурами, что создает условия для разработки методов выявления конструкций неявного выбора.

Список литературы

1. Agrawal R. Mining Process Models from Workflow Logs / R. Agrawal, D. Gunopulos, F. Leymann // In Sixth International Conference on Extending Database Technology. – 1998. – P. 469-483.
2. W.M.P. van der Aalst. Workflow Mining: A Survey of Issues and Approaches / W.M.P. van der Aalst, B.F. van Dongen, J. Herbst, L. Maruster, G. Schimm, A.J.M.M. Weijters // Data and Knowledge Engineering. – 2003. – 47(2). – P. 237-267.
3. A.K.A. de Medeiros. Workflow Mining: Current Status and Future Directions / A.K.A. de Medeiros, W.M.P. van der Aalst, and A.J.M.M. Weijters // In R. Meersman, Z. Tari, and D.C. Schmidt, editors, On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE, volume 2888 of Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Berlin, 2003. – P. 389-406.
4. W.M.P. van der Aalst. Workflow 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. – 2004. – 16(9). – P. 1128-1142.
5. Desel J. Free Choice Petri Nets / J. Desel, J. Esparza // Volume 40 of Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995. – 256 p.
6. M. Z. J.Q. Li. Timing constraint workflow nets for workflow analysis / M. Z. J.Q. Li, Y.S. Fan // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, part A: Systems and Humans, 33(2). – March 2003. – P. 179-193.
7. Бондаренко М.Ф. Об алгебре предикатов / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко // Проблемы бионики. – 2004. – Вып. 1. – С. 17-23.

Поступила в редколлегию 17.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

АЛГЕБРО-ЛОГІЧНІ МОДЕЛІ КОНСТРУКЦІЙ НЕЯВНОГО ВИБОРУ В БІЗНЕС ПРОЦЕСАХ

Н.В. Голян, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко

Розроблено ефективні методи інтелектуального аналізу бізнес-процесів, зокрема, методи виявлення фрагментів таких процесів. Також проведено аналіз витягнутої інформації з журналів реєстрації подій бізнес-процесу з тим, щоб формалізувати реальну поведінку БП. Такий аналіз даних особливо важливий у тих випадках, коли реєструється послідовність подій, що відбувається, тобто виконавці мають можливість приймати рішення про порядок подальшого проходження процесу.

Ключові слова: бізнес-процес, процедура, логічна мережа, інтелектуальний аналіз.

ALGEBRAIC-LOGICAL MODELSTRUCTURESIMPLICITINTHE CHOICE OF BUSINESS PROCESSES

N.V. Golyan, Yu.P. Shabanov-Kushnarenko

Developed effective methods of mining business processes, in particular, methods for identifying fragments of such processes. Also performed an analysis of the extracted information from the logs of the business process in order to formalize the real behavior of PD. Such analysis is particularly important in cases where the sequence of events occurs is recorded, ie Artists have the opportunity to make a decision on how to continue his process.

Keywords: business-processes, procedures, logical network, intelligent analysis.