DOI: 10.17117/na.2016.10.03.278

Поступила (Received): 28.10.2016

http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.278.pdf

Сорокин Е.В., Сеньков А.В., Марголин М.С. Формальный язык описания нечетких бизнес-процессов

Sorokin E.V., Senkov A.V., Margolin M.S. Formal language of fuzzy business processes descriptions

Настоящая статья посвящена рассмотрению вопросов хранения и обмена нечетких бизнеспроцессов, преобразованных в сети Петри для получения расширенных возможностей работы с такими моделями. В работе показана актуальность использования бизнес-процессов в сложных организационно-технических системах, и подробно расписан разработанный формальный язык описания нечетких высокоуровневых сетей Петри на основе языка XML, конструктивные особенности которого являются достаточными для представления древовидных образований любой сложности

Ключевые слова: нечеткий бизнес-процесс, сеть Петри, язык XML

Сорокин Евгений Владимирович

Магистр, ведущий инженер-программист Радиозавод (Смоленский филиал) г. Смоленск, ул. Котовского, 2

Сеньков Алексей Викторович

Кандидат технических наук, ведущий специалист Радиозавод (Смоленский филиал) г. Смоленск, ул. Котовского, 2

Марголин Михаил Сергеевич

Магистр, специалист Легасофт г. Смоленск, Соколовского, 11 Б This article deals with the issues of storage and exchange of fuzzy business processes, transformed into Petri net for the advanced features of working with such models. The work displayed the relevance of business processes used in complex organizational and technical systems, and in detail painted developed a formal language for describing fuzzy high-level Petri nets XML-based design features

Key words: fuzzy business processes, Petri net, XML language

Sorokin Evgeniy Vladimirovich

Master, Lead Engineer-programmer Radioplant (Smolensk branch) Smolensk, Kotovskovo st., 2

Senkov Aleksey Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Lead specialist Radioplant (Smolensk branch) Smolensk, Kotovskovo st., 2

Margolin Mikhail Sergeevich

Master, Specialist Legasoft Smolensk, Sokolovskogo, 11 B

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках научного проекта МК-6184.2016.8

В настоящее время активно развивается методология моделирования бизнес-процессов, использование которых обеспечивает улучшение качества и повышение эффективности работы организаций. Такие крупные предприятия,

как ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром» и др. имеют значительные наработки в формализации и стандартизации бизнес-процессов на базе методологии ARIS.

Модель бизнес-процесса, представленного в нотации ARIS eEPC, является 3-х дольным графом [6]. Для установления связей между элементами вводятся следующие матрицы переходов:

- $^-$ EF матрица размерности $r \times h$, отражающая связи между событиями и вызываемыми ими функциями;
- FE матрица размерности $h \times r$, отражающая связи между функциями и порождаемыми ими событиями;
- -RF матрица размерности $(c+v+z+y)\times h$, отражающая связи ресурсов с функцией, в которую они передаются;
- FR матрица размерности $h \times (c+v+z+y)$, отражающая связи функции с порождаемыми ей ресурсами.

Таким образом, бизнес-процесс представляется в виде кортежа:

$$BP = \langle F, E, P, D, S, K, EF, FE, RF, FR \rangle$$
.

В работах [7] и [8] представлен способ интерпретации выраженного таким образом бизнес-процесса в сеть Петри. Сети Петри являются одним из классов моделей, неоспоримым достоинством которых является возможность адекватного представления не только структуры сложных организационно-технологических систем и комплексов, но также и логико-временных особенностей процессов и их функционирования. Сети Петри представляют собой математическую модель для представления структуры и анализа динамики функционирования систем в терминах «условие-событие» [1]. Эта модель может быть успешно использована для описания так называемых динамических дискретных систем различных классов, таких как: вычислительные процессы и программы, технологические процессы, информационные, экономические, биологические, социальные и технические системы.

Для расширения возможностей сети Петри по работе со значениями атрибутов, выраженных, например, лингвистическими оценками или некоторыми нечеткими значениями, дополним сеть Петри до высокоуровневых нечетких сетей Петри (HLFPN, BHCП), предложенных в [4].

В состав данной сети входят:

- 1) двудольный ориентированный граф вида HLFPN = < P, T, F >, где P и T два непересекающихся множества вершин $(P \cap T = 0)$, называемых позициями и переходами соответственно, а F множество направленных дуг, каждая из которых соединяет позицию $p \in P$ с переходом $t \in T$. Позиции соответствуют переменным, переходы представляют оценку новых нечетких подмножеств;
- 2) маркированные дуги с кортежами переменных, длина каждого кортежа является арностью базового набора переменной, связанной с дугой;
- 3) структура, расположенная в переходах *T,* реализует нечеткий продукционный вывод.

Определим V как лингвистическую переменную множества X. Маркер A – нечеткое число (значение) или функция принадлежности, определяющая множество T(V).

Для каждого перехода $t \in T$ может быть задано множество входных $I(t) = \{p \in P | < p, t > \in F\}$ и выходных позиций $O(t) = \{p \in P | < t, p > \in F\}$. Аналогичные множества могут быть заданы и для каждой позиции $p \in P$. Переход $t \in T$ активен, когда каждая позиция $p \in I(t)$ содержит маркер с меткой < p, t >. При срабатывании перехода $t \in T$ маркеры с меткой < p, t > удаляются из каждого входа и для каждого выхода добавляется маркер < t, p' >. Переход может моделировать нечеткий продукционный вывод или конъюнкцию антецедентов, что определяет значения маркеров выходных позиций [2].

Таким образом, между формальным описанием бизнес-процесса в нотации ARIS eEPC и HLFPN устанавливается следующее соответствие [5]:

- множество функций F соответствует множеству переходов T HLFPN $F \leftrightarrow T$;
- множество атрибутов событий и ресурсов ARIS eEPC E, P, D, S, K ставится в соответствие множеству позиций P HLFPN $E \cup P \cup D \cup S \cup K \cup P$;
- множества переходов ARIS eEPC *EF, FE, RF, FR* ставятся в соответствие с набором направленных дуг F HLFPN $EF \cup FE \cup RF \cup FR \longleftrightarrow F$.

При использовании механизма интерпретации бизнес-процессов в сети Петри необходимо иметь возможность сохранения созданных структур и обеспечения обмена данными между различными системами, работающими с бизнес-процессами для решения вопросов интеграции и взаимодействия. Требуется разработать формализованный язык, обеспечивающий возможность сохранения всех необходимых данных о текущем состоянии всех элементов и процессов в системе.

В качестве такого языка предлагается использовать язык XML, который является расширяемым языком разметки и представляет из себя текстовый формат, предназначенный для хранения структурированных данных язык обеспечивает совместимость при передаче структурированных данных между разными системами обработки информации.

Рассмотрим элементы сети Петри и их представление в виде XML структур. На самом верхнем уровне формализации располагается метамодель – сеть Петри или «сеть сетей Петри». Такое представление необходимо для обозначения принадлежности элемента сети к определенной модели, а также для реализации механизма вложенных сетей Петри. Метамодель в системе должна иметь следующие элементы:

- 1) ID идентификационный номер, по которому другие блоку будут указывать их принадлежность к модели;
- 2) Name системное наименование, которым будет оперировать система при обмене и хранении данных;
 - 3) XForm параметры позиционирования сети в пространстве;
 - 4) Text подпись для пользователя;
- 5) Metamodel указание принадлежности к другой сети. Поле может оставаться пустым, если модель считается корневой. При использовании формализма вложенных сетей Петри данный элемент может ссылаться на идентификатор метки, рассмотренной ниже.

```
XML структура метамодели представима следующим образом: <Model ID="1" Name="Сеть работы предприятия">
```

<XForm>

<X>83.248031496062993</X>

<Y>94.685039370078741</Y>

<Width>1.10236220472441</Width>

<Height>0.3149606299212622</Height>

</XForm>

<Text>Подпись</Text>

<Metamodel>1</Metamodel>

</Model>

Позиция сети Петри в системе состоит из следующих элементов:

- 1) ID идентификационный номер элемента;
- 2) NameU системное наименование элемента;
- 3) Name пользовательское наименование;
- 4) Туре тип элемента бизнес-процесса, из которого был интерпретирован блок;
 - 5) XForm параметры позиционирования элемента в пространстве;
 - 6) Text Подпись элемента на экране;
- 7) Mode признак функциональности блока. Блок считается нефункциональным, если несет вспомогательный характер, например, раскрывает логические элементы бизнес-процесса или имеет другую служебную функцию;
 - 8) Metamodel Указание принадлежности блока к сети.

XML структура позиции представима следующим образом:

<Shape ID="1" NameU="Position" Name="Позиция" Type="Process">

<XForm>

<X>3.248031496062993</X>

<Y>9.685039370078741</Y>

<Width>1.10236220472441</Width>

<Height>0.3149606299212622/Height>

<InputPinX>3.248031496062993/ InputPinX>

<InputPinY>9.685039370078741</InputPinY>

<OutputPinX>3.248031496062993/OutputPinX>

<OutputPinY>9.685039370078741
//OutputPinY>

<Angle>0</Angle>

</XForm>

<Text>Позиция 1</Text>

<Mode>Functional</Mode>

<Metamodel>1</Metamodel>

</Shape>

Переход сети Петри содержит в своем составе те же элементы, что и позиция, но отличается наличием описания структуры нечеткого продукционного вывода на основе модели Сугено нулевого порядка в рамках элемента Sugeno0

и содержит набор входных, выходных переменных и правил. XML структура перехода представима следующим образом:

```
<Shape ID="2" NameU="Transfer" Name="Переход" Type="Function">
<XForm>
<X>3.2368031496062993</X>
<Y>2.637039370078741</Y>
<Width>1.45736220472441</Width>
<Height>0.3145606299212622</Height>
<InputPinX>3.248031496062993/ InputPinX>
<InputPinY>9.685039370078741//InputPinY>
<OutputPinX>3.248031496062993/OutputPinX>
<OutputPinY>9.685039370078741/OutputPinY>
<Angle>0</Angle>
</XForm>
<Text>Переход 1</Text>
<Mode>Functional</Mode>
<Metamodel>1</Metamodel>
<Sugeno0>
<InputVariables>
<InVariableValues>
2,4,6.8
</InVariableValues>
<InFunction>
F1(X),F2(X),F3(X)
```

</InFunction>

</InputVariables>

<OutputVariables>

A,b,c

</ OutputVariables>

<Rules>

</Rules>

</Sugeno0>

</Shape>

Связи элементов сетей Петри в своем описании содержат следующие элементы:

- 1) FromSheet идентификатор элемента, от которого исходит связь;
- 2) ToSheet идентификатор элемента, на который указывает связь;
- 3) ConnectType тип связи;
- 4) Metamodel указатель на сеть, к которой объект принадлежит.

XML структура связи представима следующим образом:

<Connect FromSheet="3" ToSheet="2" ConnectType="Association" Metamodel = "1"> </Connect>

<Connect FromSheet="3" ToSheet="1" ConnectType="Association" Metamodel
= "1"> </Connect>

Метка в сети Петри описывается следующими элементами:

ID - идентификационный номер элемента;

Name - системное имя метки;

MarkAttachment – идентификатор блока, к которому относится метка;

Metamodel – идентификатор модели, к которой относится метка.

XML структура метки представима следующим образом:

- <Mark ID="M1" Name="Метка">
- <MarkAttachment>3</MarkAttachment>
- <Metamodel>1</Metamodel>
- </Mark>

В таблице 1 представлено описание всех элементов и атрибутов XML схем представленного языка.

Таблица 1. Описание элементов и атрибутов XML схем

Элемент схемы	Описание	Пределы изменения
Shape ID	Идентификатор блока сети Петри	>0
NameU	Тип элемента	(Position,Transfer,Connector)
Name	Псевдоним	Русско-лантинские сим-
		волы+цифры
Туре	Элемент бизнес-процесса	(Function, Process, Event, Infor-
		mation, organizational unit, XOR,
		OR)
XForm	Геометрические параметры рас-	
	положения элемента	
X	Координата по оси Х	>0
Y	Координата по оси Ү	>0
Width	Ширина блока	>0
Height	Высота блока	>0
InputPinX	Координата Х в для входных свя-	>0
	зей	
InputPinY	Координата Ү для входных свя-	>0
	зей	
OutputPinX	Координата Х в для выходных	>0
	связей	
OutputPinY	Координата Ү для выходных свя-	>0
	зей	
Angle	Угол поворота фигуры в градусах	(1,360)
Text	Выводимый текст на фигуре	Русско-латинские символы +
		цифры
Mode	Признак функционального или	(Functional, Helper)
	вспомогательного блока	
FromSheet	От какого объекта исходит связь	>0
ToSheet	К какому объекту идет связь	>0
ConnectType	Тип связи	(Association, stDevelopment)
Metamodel	Принадлежность метамодели по	>0
	идентификатору	
MarkAttachment	Принадлежность метки объекту	>0
	по идентификатору	

Разработан формальный язык описания высокоуровневых нечетких сетей Петри, основанный на использовании языка XML. Конструктивные особенности языка XML являются достаточными для представления древовидных образований любой сложности, что особенно актуально при интерпретации вложенных сетей Петри. Данный формат является избыточным. Однако при необходимости для устранения этого недостатка можно применять алгоритмы сжатия, что, по результатам тестирования, приводит к существенному уменьшению размера файла [9]. Таким образом, использование представленного языка способно обеспечить сохранение и обмен нечетких бизнес-процессов в сложных организационно-технических системах.

Список используемых источников:

- 1. Сорокин Е.В. Способ интерпретации блок-схем алгоритмов в сети Петри для программирования интеллектуальных агентов // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2016. Т.1 №1 с. 24-30
- 2. Федулов А.С., Борисов В.В., Сеньков А.В. Карта процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2016. Т.1 №1 с. 35-40
- 3. A. Senkov, V.Borisov, Risk assessment in fuzzy business processes based on High Level Fuzzy Petri net // International Journal of Applied Engineering Research Volume 11, Number 16 (2016) pp 9052-9057.
- 4. H. Scarpelli, F. Gomide, Fuzzy Reasoning and High Level Fuzzy Petri Nets, in: Proc EUFIT93, European Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aa-chen, Germany, September 7-10,1993, pp. 600-605.
- 5. Thomas O., Dollmann T., Loos P. Rules Integration in Business Process Models. A Fuzzy Oriented Approach. // Enterorise Modelling and Information Systems Architectures. 2008. №2.
- 6. Сеньков А.В., Марголин М.С. Подход к идентификации рисков бизнес-процессов в нотации ARIS eEPC на основе высокоуровневых нечетких сетей Петри // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016. Труды конференции. Т 1. Смоленск: Универсум, 2016. с 265-273.
- 7. Senkov A. V., Margolin M. S. Approach to identification of risks of business processes in the notation of ARIS eEPC on the basis of high-level indistinct Petri nets//the Fifteenth national conference on an artificial intelligence with the international participation of CAI-2016. Conference proceedings. In 3 volumes. V 1. Smolensk: Universum, 2016. pp. 265-273.
- 8. Sheer A.-V. ARIS model operation of business processes. Williams, 2009.
- 9. Гавриленко С.Ю., Шитьков П.А. Использование языка ХМL для промежуточного представления программы // Вестник национального технического университета Харьковский политехнический институт 2008. Выпуск 24. 2–8. с 19-24.

^{© 2016,} Сорокин Е.В., Сеньков А.В., Марголин М.С. Формальный язык описания нечетких бизнес-процессов

^{© 2016,} Sorokin E.V., Senkov A.V., Margolin M.S. Formal language of fuzzy business processes descriptions