

СЕЛЕЦЬКИЙ В.С., к.т.н., провідний інженер (ІОЦ Львівської залізниці)

XML і математичний апарат мереж Петрі

В інформаційному забезпеченні, яке розроблене для складних автоматизованих систем на підставі математичного апарату мереж Петрі, запропоновано для достовірної обробки даних використовувати вхідні дані, які подаються в форматі XML, замість вхідних даних в форматі RTM, як раніше використовували.

Ключові слова: модель, інформаційне забезпечення, формат XML, мережа Петрі.

Постановка проблеми

В процесі розробки інформаційного забезпечення для автоматизованих систем різних складних об'єктів широко використовують моделі різного функціонального призначення, що дає змогу значно зменшити вартість їх розробки. Як правило для розробки різних складних автоматизованих систем використовують блочно-ієрархічний підхід з використанням певних рівнів моделювання (системний, схемотехнічний та компонентний). На системному рівні для оцінки та дослідження складних автоматизованих систем та об'єктів використовувалися моделі, які розроблялися на підставі теорії графів та теорії масового обслуговування. На теперішній час для розробки моделей для складних автоматизованих систем є актуальним математичний апарат мереж Петрі [1 - 6].

Постановка задачі

В інформаційних забезпеченнях для моделей, які наведені в статтях [2 - 4, 6] для обробки даних використовувалися вхідні дані в форматі RTM.

Якість і достовірність обробки даних в інформаційних забезпеченнях, розроблених для моделей різних складних об'єктів, значно зростає, якщо використовувати вхідні дані в форматі XML.

Рішення проблеми

В табл. 1 наведено опис основних елементів мережі Петрі в форматі XML.

Таблиця 1

Опис елементів мережі Петрі в форматі XML

Назви елементів мережі Петрі	Назви елементів в XML
Проста позиція	Position Easy
Простий перехід	Transition Easy
Вхідна дуга	Arc Input
Вихідна дуга	Arc Output
Інгібіторна дуга	Arc Inh

Для опису мережі Петрі мовою XML введені наступні позначення: nom_P – номер позиції, nom_T – номер переходу, Out_P – вихід дуги з позиції, In_T – вхід дуги в перехід, Out_T – вихід дуги з переходу, In_P – вхід дуги в позицію, w_I – вага вхідної дуги, w_T – вага вихідної дуги, w_Inh – вага інгібіторної дуги, m – кількість фішок в позиції і $time$ – час затримання фішки в позиції.

Модель автоматизованої підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції (ПРСС), яка побудована за допомогою математичного апарату мереж Петрі [1-3] наведена на рис. 1. При обробці даних в моделі ПРСС використано файл вхідних даних в форматі XML.

В моделі ПРСС:

Позиція P_1 моделює дільниці, з яких прибувають поїзди в ПП (парк приймання). Позиція P_2 моделює кількість составів в ПП, які очікують ТО (технічне обслуговування). Позиція P_3 моделює обслуговування составів бригадою ПТО (пункт технічного обслуговування). Позиція P_4 моделює кількість составів, в яких проведено ТО, і які очікують розформування. Позиція P_5 моделює СГ (сортувальна гірка), яка розпускає состави (обслуговує заявки). Позиція P_6 моделює лічильник составів в ПП.

Перехід t_1 моделює прибуття поїзда в ПП. Перехід t_2 моделює поступання поїзда до ТО. Перехід t_3 моделює закінчення ТО. Перехід t_4 моделює поступання состава на СГ. Перехід t_5 моделює розформування состава. Поїзди прибувають із дільниць в ПП з інтервалом часу f_1 (фіксований час затримання заявки (поїзда) в позиції P_1). f_2 – середній час очікування составів ТО (час затримання заявок в позиції P_2). f_3 – тривалість ТО состава (час затримання заявки в позиції P_3). f_4 – середній час очікування розформування (час затримання заявки в позиції P_4). f_5 – тривалість розпуску состава на СГ (час затримання заявки в

позиції P_5). В позиції P_1 є k заявок (з дільниць прибуває k поїздів в ПП). Для простоти розрахунків взято чотири поїзди, які прибувають в ПП.

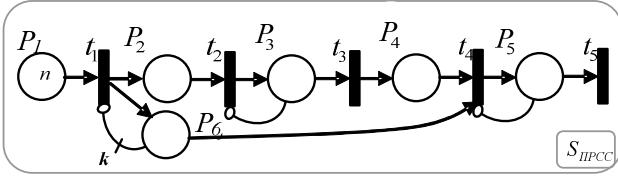


Рис. 1. Модель автоматизованої підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції

ПРСС описана F - мережею Петрі, задається наступними матрицями:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \\ 4 & 4 & 1 \\ 5 & 5 & 1 \\ 5 & 4 & -1 \\ 6 & 4 & 1 \\ 6 & 1 & -n \end{pmatrix}, \quad (1)$$

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \\ 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

початковим маркуванням $M = (4, 0, 0, 0, 0)$ (з дільниці прибувають чотири поїзди в обробку на СС) і часом затримання фішок (поїздів) $f = (6, 3, 5, 2, 4, 0)$ (час перебування поїздів при обробці в ПРСС).

Файл вхідних даних в форматі XML для ПРСС має наступний вигляд:

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1251"
standalone="yes"?>
<Nets_Petri schema="sWs" doc_version="1.0"
doc_type="query" subtype="0">
  <HEAD messcode="0033" from="change"
password="tiger" RETFMT="XML"/>
  <Body>
    <Postion/>
    <Easy nom_P="1" m="4" time="6">
    </Easy>
    <Easy nom_P="2" m="0" time="3">
    </Easy>
    <Easy nom_P="3" m="0" time="5">
```

```
</Easy>
<Easy nom_P="4" m="0" time="2">
</Easy>
<Easy nom_P="5" m="0" time="4">
</Easy>
<Easy nom_P="6" m="0" time="0">
</Easy>
<Postion/>
<Transition/>
<Easy nom_T="1">
</Easy>
  <Easy nom_T="2">
  </Easy>
  <Easy nom_T="3">
  </Easy>
  <Easy nom_T="4">
  </Easy>
  <Easy nom_T="5">
  </Easy>
<Transition/>
<Arc/>
  <Input Out_P="1" In_T="1" w_I="1">
  </Input>
  <Input Out_P="2" In_T="2" w_I="1">
  </Input>
  <Input Out_P="3" In_T="3" w_I="1">
  </Input>
  <Input Out_P="4" In_T="4" w_I="1">
  </Input>
  <Input Out_P="5" In_T="5" w_I="1">
  </Input>
  <Input Out_P="6" In_T="4" w_I="1">
  </Input>
  <Output Out_T="1" In_P="2" w_T="1">
  </Output>
  <Output Out_T="2" In_P="3" w_T="2">
  </Output>
  <Output Out_T="3" In_P="4" w_T="1">
  </Output>
  <Output Out_T="4" In_P="5" w_T="1">
  </Output>
  <Output Out_T="1" In_P="6" w_T="1">
  </Output>
  <Inh Out_P="6" In_T="1" w_Inh="k">
  </Inh>
  <Inh Out_P="3" In_T="2" w_Inh="-1">
  </Inh>
  <Inh Out_P="5" In_T="4" w_Inh="-1">
  </Inh>
<Arc/>
</Body>
</Nets_Petri>
```

Інформаційне забезпечення моделювання технологічних процесів ПРСС розроблене на мові програмування Delphi 7.

Обробку вхідних даних в форматі XML для ПРСС відображено в динамічній таблиці (див. табл.2).
за допомогою створеного програмного забезпечення

Таблиця 2

Таблиця динаміки роботи технологічних процесів ПРСС

№ такту	Умовні одиниці часу	t_k	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	Зауваження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	1	3	1	0	0	0	1	
2	9	2	3	0	1	0	0	1	
3	12	1	2	1	1	0	0	2	
4	14	3	2	1	0	1		2	
5	15	2	2	0	1	1	0	2	
6	16	4	2	0	1	0	1	1	
7	18	1	1	1	1	0	1	2	
8	20	3 5	1	1	0	1	0	2	1- P
9	21	2	1	0	1	1	0	2	
10	22	4	1	0	1	0	1	1	
11	24	1	0	1	1	0	1	2	
12	26	3 5	0	1	0	1	0	2	2- P

Позначення в табл. 2: **1 - P** – 1 - ший состав розформовано.

Висновки

1. Для опису мережі Петрі мовою XML введені наступні позначення: – номер позиції, – номер переходу, – вихід дуги з позиції, – вхід дуги в перехід, – вихід дуги з переходу, – вхід дуги в позицію, – вага вхідної дуги, – вага вихідної дуги, – вага інгібіторної дуги.

2. В інформаційному забезпеченні, яке розроблене для автоматизованої підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції, використовуються вхідні дані в форматі XML.

Література

1. Селецький В.С. Застосування М-синхронізованих мереж Петрі для моделювання процесів управління на сортувальних станціях // Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті. - 1999. - № 5. - С. 60- 64.
2. Луханін М.І., Селецький В.С. Удосконалена модель підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. - 2000. - № 6. – С. 71 – 74.
3. Селецький В.С., Федак Я.А. Про пристрої обслуговування заявок // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. - 2001. - № 5. – С. 31 – 34.

4. Селецький В.С. Застосування математичного апарату мереж Петрі на залізничному транспорті // Залізничний транспорт України. - 2009. - № 2. – С. 3 – 6.
5. Селецький В.С. Розширення мереж Петрі. Частина І. Означення, моделі та їх математичний опис // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. - 2011. - № 5. – С. 77 – 80.
6. Селецький В.С. Розширення мереж Петрі. Частина ІІ. Обґрунтування, властивості і аналіз // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. - 2011. - № 6. – С. 31 – 36.

Селецький В.С. XML и математический аппарат сетей Петри. В информационном обеспечении, которое разработано для сложных автоматизированных систем на основании математического аппарата сетей Петри, предложено для достоверной обработки данных использовать входные данные, которые подаются в формате XML вместо того, как ранее использовались входные данные в формате RTM.

Ключевые слова: модель, информационное обеспечение, формат XML, сеть Петри.

Selezkyj V.S. XML and mathematical apparatus of Petri nets.

Usually Petri nets are described by the data in RTM format. To improve the quality and to ensure the validity of data processing in infoware for the models of different complex objects which are built with the help of Petri nets, it is proposed to use input data in XML format.

To describe Petri nets in XML language, the following marks have been introduced: - the number of the position, - the number of the transition, - the output of the arch from the position, - the input of the arch into the transition, - the output of the arch from the transition, - the input of the arch into the position, - the weight of the input arch, - the weight of the output arch, - the weight of the inhibitory arch, - the number of tokens on the position and the time of a token delay on the position.

To conduct the investigation, a model of an automated subsystem of breaking up trains at the marshalling yard (SBMY), which is built with the help of mathematical apparatus of Petri nets, has been chosen. The processing of input data in XML format for SBMY model with the help of the created software is presented in the form of a table showing the dynamics of SBMY technological process performance.

So, the conducted analysis of the infoware for SBMY gives grounds for the development of infoware to manage the work of technological processes of automated systems of different complicated objects.

Key words: model, infoware, XML format, Petri net.

Рецензент доктор фіз.-мат. наук, професор
М. М. Зарічний (Львівський національний університет
ім. І. Франка)

Поступила 30.09.2015 р.

*Селецький В.С., к.т.н., провідний інженер віділу ІОЦ
ПС, Інформаційно-обчислювальний центр Львівської
залізниці, Львів, Україна.*

*Selezkyj V.S., Ph.D., senior engineer of the ICC BS,
information and computing center of Lviv Railways, Lviv,
Ukraine.*