



Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України «КПІ

імені Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформатики та програмної інженерії

## **ЗВІТ**

лабораторної роботи №7

з дисципліни «Моделювання систем»

Перевірила:

Дифучина О. Ю.

Виконав:

Студент Гр. ІІІ-01

Пашковський Є. С.

Київ 2023

## Завдання

1. Розглянути алгоритм Петрі-об'єктного моделювання, реалізований в бібліотеці PetriObjModelPaint (див. [github StetsenkoInna](#)). Виконати тестування запропонованого алгоритму на моделі мережі масового обслуговування. **15 балів.**
2. За текстом завдання 2 практикуму 5 розробити відповідні Петрі-об'єкти та побудувати Петрі-об'єктну модель системи. Отримати результати імітаційного моделювання. Зробити висновки про функціонування моделі. **30 балів.**
3. За текстом завдання 3 практикуму 5 розробити відповідні Петрі-об'єкти та побудувати Петрі-об'єктну модель системи. Отримати результати імітаційного моделювання. Зробити висновки про функціонування моделі. **30 балів.**
4. Побудувати математичні рівняння, що описують побудовану за текстом завдання 1 практикуму 5 Петрі-об'єктну модель. **20 балів.**
5. Сформулювати переваги та недоліки використання технології Петрі-об'єктного моделювання. **5 балів.**

## Хід роботи

1.

Виконаємо тестування запропонованого алгоритму:

```
// метод для конструювання моделі масового обслуговування з 4 СМО

public static PetriObjModel getModel() throws ExceptionInvalidTimeDelay, ExceptionInvalidNetStructure{
    ArrayList<PetriSim> list = new ArrayList<>();
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetGenerator(timeMean: 2.0));
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetSMOwithoutQueue(numChannel: 1, timeMean: 0.6, name: "First")));
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetSMOwithoutQueue(numChannel: 1, timeMean: 0.3, name: "Second")));
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetSMOwithoutQueue(numChannel: 1, timeMean: 0.4, name: "Third")));
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetSMOwithoutQueue(numChannel: 2, timeMean: 0.1, name: "Forth")));
    list.add(new PetriSim(net.NetLibrary.CreateNetFork(p1: 0.15, p2: 0.13, p3: 0.3));
    //перевірка зв'язків
    // System.out.println(list.get(0).getNet().getListP()[1].getName() + " == " + list.get(1).getNet().getListP()[0].getName());
    // System.out.println(list.get(1).getNet().getListP()[2].getName() + " == " + list.get(5).getNet().getListP()[0].getName());

    list.get(index: 0).getNet().getListP()[1] = list.get(index: 1).getNet().getListP()[0]; //gen => SMO1
    list.get(index: 1).getNet().getListP()[2] = list.get(index: 5).getNet().getListP()[0]; //SMO1 => fork

    list.get(index: 5).getNet().getListP()[1] = list.get(index: 2).getNet().getListP()[0]; //fork => SMO2
    list.get(index: 5).getNet().getListP()[2] = list.get(index: 3).getNet().getListP()[0]; //fork => SMO3
    list.get(index: 5).getNet().getListP()[3] = list.get(index: 4).getNet().getListP()[0]; //fork => SMO4

    list.get(index: 2).getNet().getListP()[2] = list.get(index: 1).getNet().getListP()[0]; //SMO2 => SMO1
    list.get(index: 3).getNet().getListP()[2] = list.get(index: 1).getNet().getListP()[0]; //SMO3 => SMO1
    list.get(index: 4).getNet().getListP()[2] = list.get(index: 1).getNet().getListP()[0]; //SMO4 => SMO1

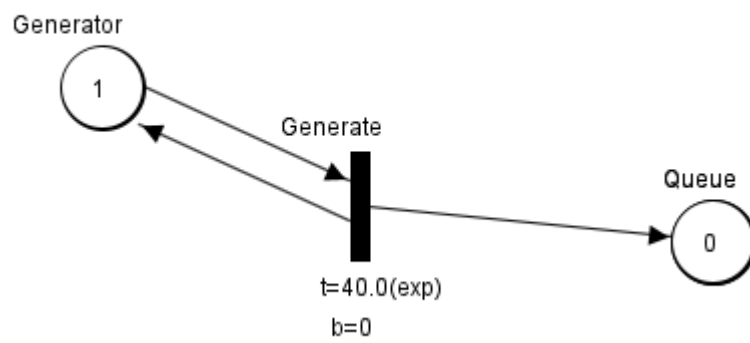
    PetriObjModel model = new PetriObjModel(listObj: list);
    return model;
}

}

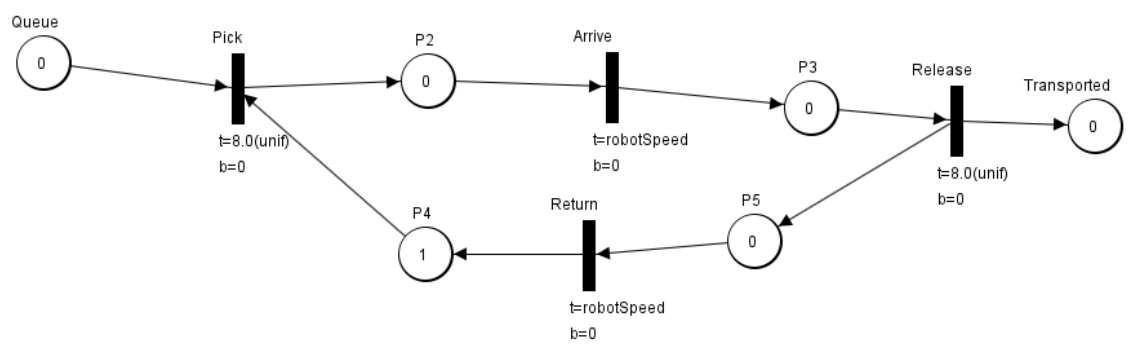
Mean value of queue
1.8007234406433452
0.0030945877314202228
0.0041135282207100795
1.2253759189668216E-5
Mean value of channel worked
0.7148475637057772
0.053492690514776675
0.06191775961928947
0.03568660072343177
Estimation precision
Mean value of queue precision:
0.8243807751033139 %
3.15292438067409 %
2.838205517751986 %
22.53759189668215 %
Mean value of channel worked precision:
0.11870640136935715 %
0.9394620096728227 %
0.1326457753395643 %
0.870553546022849 %
BUILD SUCCESSFUL (total time: 2 seconds)
```

2.

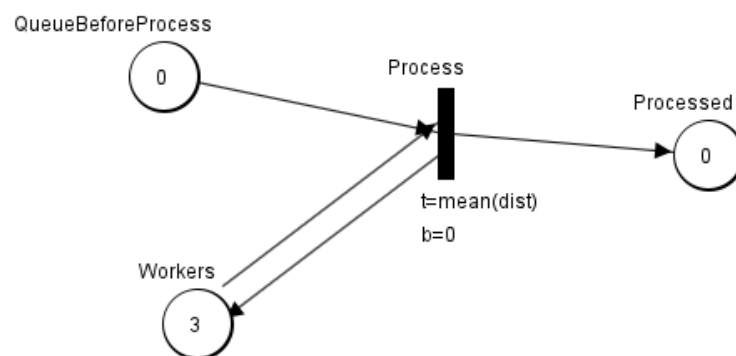
Генератор:



Робот:



Станок:



Результати:

```

mean queue after generated 0.46619778303690496
mean queue after 1st robot 0.2606375142329228
mean queue before 3rd robot 0.5416250179447039
Total processed 220
mean robot business 2.2231726951985267
BUILD SUCCESSFUL (total time: 0 seconds)

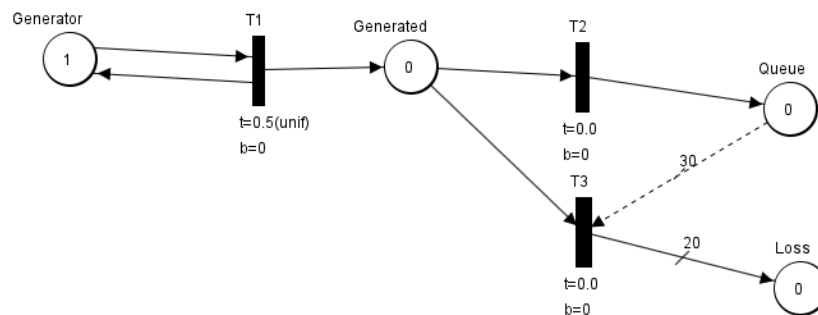
```

Модель успішно працює.

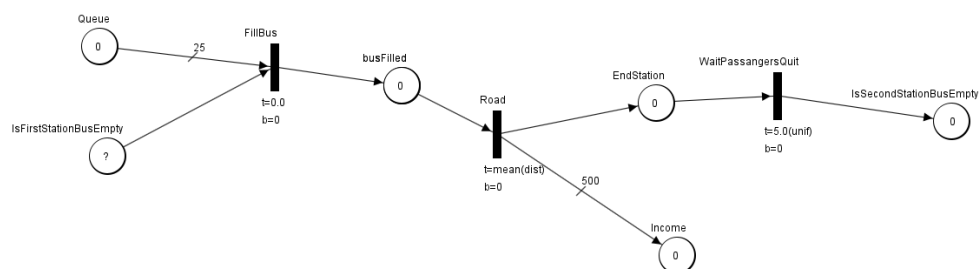
3.

Можна розділити на такі Петрі-об'єкти:

Генератор черги:



Автобус:



Результати:

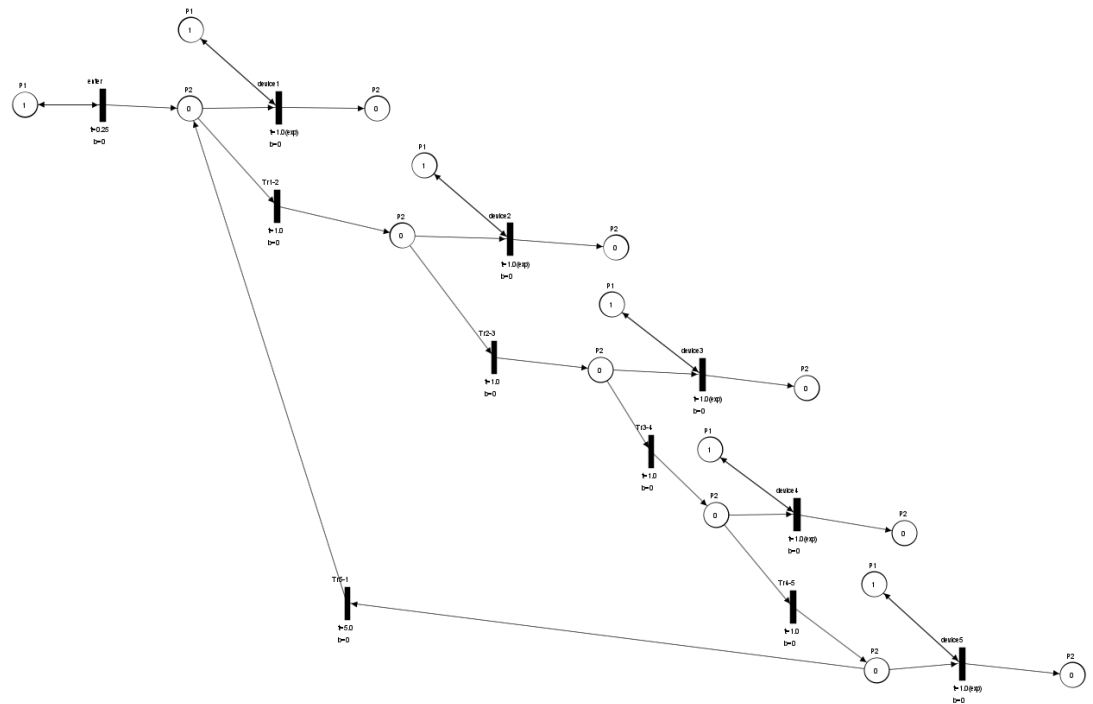
```

Queue 1st station 24.066175870066502
Loss 45880
Income 32000
Queue 2st station 23.961176357518426

```

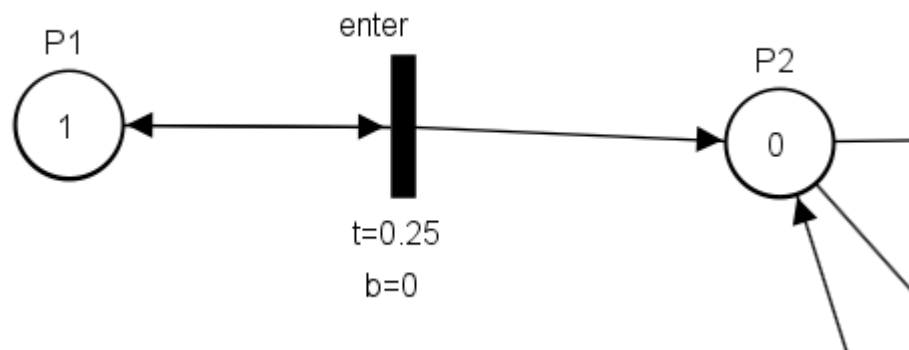
Модель успішно працює.

4.

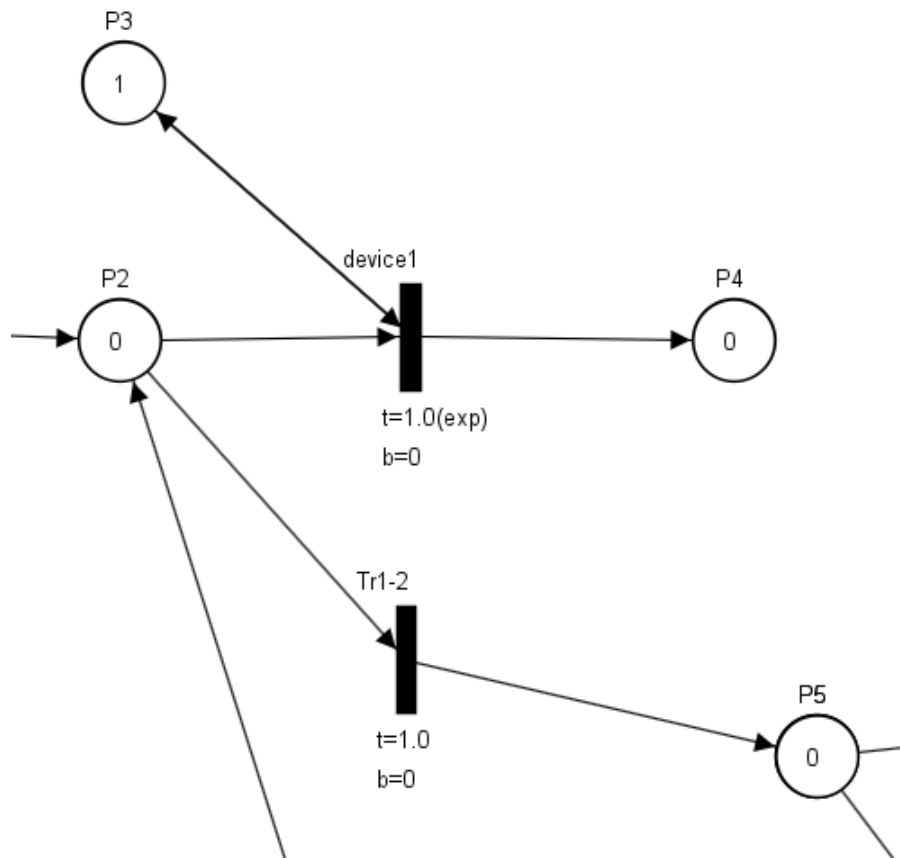


Можна поділити на такі Петрі-об'єкти:

Генератор:



Обробник:



Математичні рівняння:

Диа. программа:

$$P = \{P_1, P_2\}$$

$$T = \{T_{\text{enter}}\}$$

$$A = \{(P_1, T_{\text{enter}}), (T_{\text{enter}}, P_1), (T_{\text{enter}}, P_2)\}$$

$$W = \{1, 1, 1\}$$

$$K = \{(0, 1)\}$$

$$I = \emptyset$$

$$R = \{0, 25\}$$

$$S_g^+(0) = \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}; (\infty) \right\}$$

Диа. программа:

$$P = \{P_2, P_3, P_4, P_5\}$$

$$T = \{T_{\text{device}}, T_{r1-2}\}$$

$$I = \emptyset$$

$$R = \{1 \text{ exp}, 1\}$$

$$A = \{(P_2, T_{\text{device}}), (T_{\text{device}}, P_3), (P_3, T_{\text{device}}), (T_{\text{device}}, P_4);$$

$$(P_2, T_{r1-2}); (T_{r1-2}, P_5)\}$$

$$W = \{1, 1, 1, 1, 1, 1\}$$

$$K = \{(1, 1), (0, 1), (0, 1), (0, 1), (0, 1), (0, 1)\}$$

①

Помощник Бюро, 11-01

PH

PHYSICS

Зонам



2

$$S_0^+(0) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \infty \\ \infty \end{pmatrix} \right\}$$

Тензор:

$$P_1 \geq 1 \Rightarrow Z(T_{\text{тенз}}, 0) = 1$$

$$\Psi = \{T_{\text{тенз}}\} \Rightarrow X(T_{\text{тенз}}) = 1$$

$$M_{P_1} = 0 \quad \sum_{T_{\text{тенз}}} = 0,25$$

$$M_{P_2} = 0$$

$$S_1(0) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, (0,25) \right\}$$

$$t_1 = \min(0,25) = 0,25$$

Обобщен:

$$S(0) = \left\{ M_{P_2} \right\}$$

$$S(0) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \infty \\ \infty \end{pmatrix} \right\}$$

Тензорный тензор,  $\Pi - 01 \in$

PHYSICS

Зачет

З. физики

А. Косов

Задание:

$$t_{\min} = \min(0,25; \infty; \infty; \dots; \infty) = 0,25$$

Будем:

Теперь:

$$Y(T_{\text{enter}}; 0,25) = 1$$

$$\Rightarrow M_{p_1} = 1$$

$$M_{p_2} = 1$$

$$\sum f(T_{\text{enter}}; 0,25) = \infty$$

$$S_g^+(0,25) = \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, (\infty) \right\}$$

Обобщим:

$$S_o^+(0,25) = \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, (\infty) \right\}$$

Будем:

Теперь:

$$P_1 \geq 1 \Rightarrow Z(T_{\text{enter}}; 0,25) = 1; V = \{T_{\text{enter}}\} \Rightarrow X(T_{\text{enter}}) = 1$$

$$M_{p_1} = 0$$

$$R_x M_{p_1} = 0$$

$$\sum T_{\text{enter}} = 0,5$$

$$S_g(0,25) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, (0,5) \right\}$$

$$t_2 = \min(0,25; 0,5) = 0,5$$

3

Полученный результат, 17.01.2017

PHYSICS

Задание

З. физики

участия в кроссе

4.3211 17.01.2017

Куча



4

Обходчик:

$$P_{321}, P_2 \geq 1 \Rightarrow Z(T_{\text{seice1}}; 0, 25) = 1$$

$$\Psi = \{T_{\text{seice1}}\} \Rightarrow X(T_{\text{seice1}}) = 1$$

$$M_{P_2} = 0; M_{P_3} = 0; E_{T_{\text{seice1}}} = 0, 25 + 0, 87 = 1, 12$$

$$S_0(0, 25) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1, 12 \\ \infty \end{pmatrix} \right\}$$

$$t_2 = \min(1, 12; \infty) = 1, 12$$

Зачем:

$$t_2 = \min(0, 5; \infty, 1, 12; \infty, \dots \infty) = 0, 5$$

Будет:

Теперь:

$$Y(T_{\text{seice1}}; 0, 5) = 1, \Rightarrow M_{P_2} = 1; M_{P_1} = 1; E_{T_{\text{seice1}}} = \infty$$

$$S_g^+(0, 5) = \left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} \infty \end{pmatrix} \right\}$$

Обходчик:

$$S_0^+(0, 5) = \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1, 12 \\ \infty \end{pmatrix} \right\}$$

Полученный ответ, 17-01

PHYSICS

Зачем

будет

5.

Переваги Петрі-об'єктної моделі:

- можливість перевикористовувати об'єкти
- масштабованість
- ефективність

Недоліки Петрі-об'єктної моделі:

- складність реалізації

Висновки: під час виконання цього завдання було побудовано та протестовано Петрі-об'єктні моделі для вирішення деяких задач.