

Д. С. Звягин



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СУДЕБНОЙ ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

MODELING THE PRODUCTION PROCESS OF FORENSIC HANDWRITING EXPERTISE USING STOCHASTIC PETRI NETS

Рассматривается вероятностный метод моделирования процесса производства судебной почерковедческой экспертизы. В качестве инструмента моделирования предлагается использовать стохастические сети Петри. Определены значения маркировок всех позиций в моделировании процесса производства почерковедческой экспертизы с использованием языка сетей Петри.

A probabilistic method for modeling the process of forensic handwriting examination is considered. It is proposed to use stochastic Petri nets as a modeling tool. The values of marking all positions in the modeling process of handwriting expertise using the Petri net language are determined.

Введение. Построенная в [1] модель процесса производства судебно-почерковедческой экспертизы при помощи сети Петри позволила структурировать различные этапы исследования рукописных записей, что привело к упрощению действий эксперта, необходимых для решения поставленных задач. Для того чтобы минимизировать действия эксперта, для упрощения и наглядности процесса производства почерковедческой экспертизы возможно применение вероятностного метода, основанного на сочетании метода экспертных оценок и математического метода. Использование данного метода базируется на исследовании функционирования сложных динамических систем в неопределенных ситуациях. В качестве инструмента, позволившего определить вероятность получения того или иного вывода, будем использовать стохастические сети Петри. В качестве метода экспертных оценок будем использовать статистику Экспертно-криминалистического центра (ЭКЦ) ГУ МВД России по Воронежской области (ВО) за последние пять лет. В качестве математического метода будем использовать количественное изучение по данным, полученным при экспертном опросе.

Постановка задачи. В процессе производства судебно-почерковедческой экспертизы у эксперта нередко возникают вопросы в правильности выбора тех или иных общих и частных признаков, в устойчивости и значимости совпадающих и/или различающихся признаков. Данные ситуации в математическом моделировании, а конкретно в модели [1], являются условиями неопределенности. Для решения данных условий предлагается использовать стохастические (вероятностные) сети Петри, позволившие определить наиболее точную вероятность нахождения фишек в необходимых эксперту позициях.

Решение. Стохастической сетью Петри называется пара $M_s = \{C, \mu^s\}$, где $C = \{P, T, I, O\}$, являющаяся описанием структуры сети Петри, а μ^s является функцией, присваивающей определенной позиции P_i вектор вероятностей $p \rightarrow V_s$ наличия фишек $\mu^s(P_i)$ [2, 3, 4, 5].

Для того чтобы получить вероятность распределения фишек в выходной позиции, необходимо вычислить значение вектора диагональной свертки матрицы Грама.

Пусть даны два вектора,

$$a^T = \|a_0 \ a_1 \ \dots \ a_m\|, \ b^T = \|b_0 \ b_1 \ \dots \ b_k\|,$$

где индекс Т — знак транспонирования. Матрицей Грама $G(a, b)$ в данном случае будет перемножение векторов a и b :

$$G(a, b) = a \times b^T = \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_m \end{Bmatrix} \times \|b_0 \ b_1 \ \dots \ b_k\| = \begin{Bmatrix} a_0 \times b_0 & a_0 \times b_1 & \dots & a_0 \times b_k \\ a_1 \times b_0 & a_1 \times b_1 & \dots & a_1 \times b_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m \times b_0 & a_m \times b_1 & \dots & a_m \times b_k \end{Bmatrix}.$$

Диагональной сверткой вышеописанной матрицы Грама векторов a и b будет являться сумма элементов матрицы по диагонали, начиная с позиции $a_0 \times b_0$ и заканчивая позицией $a_m \times b_k$:

$$di(G(a, b)) = \begin{Bmatrix} a_0 \times b_0 \\ a_1 \times b_0 + a_0 \times b_1 \\ a_2 \times b_0 + a_1 \times b_1 + a_0 \times b_2 \\ \dots \\ a_m \times b_k \end{Bmatrix}.$$

Данный вектор диагональной свертки $di(G(a, b))$ и будет являться маркировкой выходной позиции после срабатывания необходимого перехода.

Рассмотрим изменения маркировки при срабатывании переходов в модели процесса производства судебно-почерковедческой экспертизы, построенной при помощи аппарата сети Петри [1] (рис. 1), но перед этим расставим значения $\mu^s(P_i)$ для позиций, являющиеся условиями, используя метод экспертных оценок:

$$\mu^s(P_2) = \begin{Bmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_3) = \begin{Bmatrix} 0,85 \\ 0,15 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{19}) = \begin{Bmatrix} 0,75 \\ 0,25 \end{Bmatrix},$$

$$\mu^s(P_7) = \begin{Bmatrix} 0,7 \\ 0,3 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_8) = \begin{Bmatrix} 0,3 \\ 0,7 \end{Bmatrix},$$

$$\mu^s(P_{10}) = \begin{Bmatrix} 0,75 \\ 0,25 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{11}) = \begin{Bmatrix} 0,25 \\ 0,75 \end{Bmatrix},$$

$$\mu^s(P_{14}) = \begin{Bmatrix} 0,7 \\ 0,3 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{15}) = \begin{Bmatrix} 0,8 \\ 0,2 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{16}) = \begin{Bmatrix} 0,9 \\ 0,1 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{17}) = \begin{Bmatrix} 0,9 \\ 0,1 \end{Bmatrix}, \mu^s(P_{18}) = \begin{Bmatrix} 0,7 \\ 0,3 \end{Bmatrix},$$

где, к примеру, P_2 , P_3 и P_{19} являются условиями для позиции P_1 , а значение $\mu^s(P_2)$ означает, что с вероятностью 0,6 в позиции P_2 будет фишка, а с вероятностью 0,4 ее там не будет. То есть, исходя из проведенного анализа заключений ЭКЦ ГУ МВД России по ВО за последние пять лет, установлено, что в 60 % случаев на экспертизу предо-

ставляют исследуемые объекты, выполненные скорописью, в 15 % случаев — стилизованным шрифтом, латинскими буквами, печатными буквами и другое и в 25 % исследуемые рукописные записи являются технической подделкой. Аналогично объяснение и для остальных вышеописанных позиций.

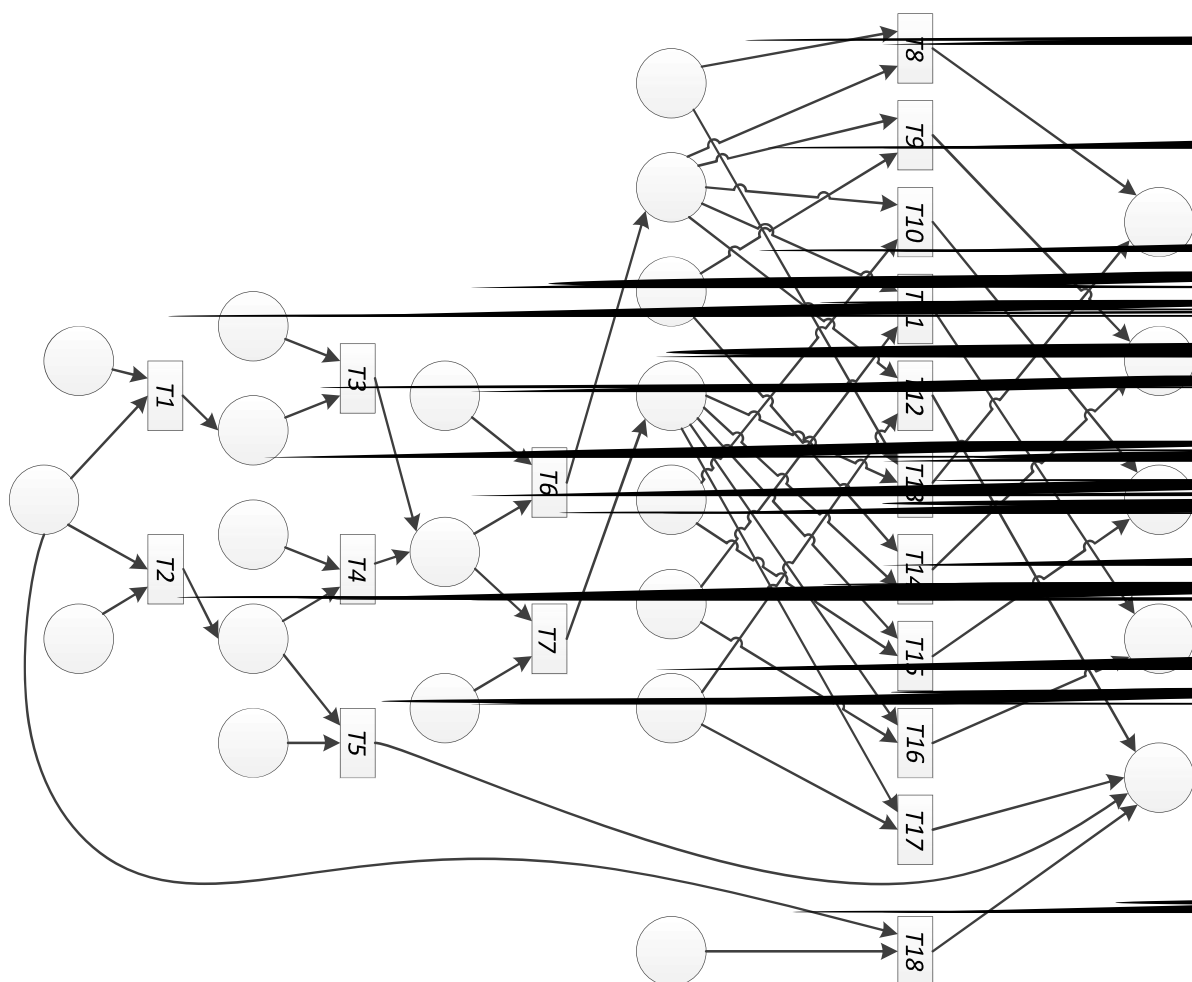


Рис. 1. Модель процесса производства судебной почерковедческой экспертизы

При выполнении судебно-почерковедческой экспертизы эксперту в любом случае будет предоставлен объект исследования, что позволяет установить фишку на позицию P_1 :

$$\mu^s(P_1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Маркировки выходных позиций, таких как $P_4, P_5, P_9, P_{12}, P_{13}, P_{20}, P_{21}, P_{22}, P_{23}, P_{24}$, будут определяться при помощи вычисления векторов диагональной свертки в зависимости от того, какой переход сработает.

Рассмотрим вероятности распределения фишек в выходных позициях на примере срабатывания переходов T_1, T_3, T_6, T_8 . Для удобства вычисления маркировок выходных позиций перестроим вышеуказанную модель в упрощенный граф сети Петри, в котором будут присутствовать только разрешенные переходы (рис. 2).

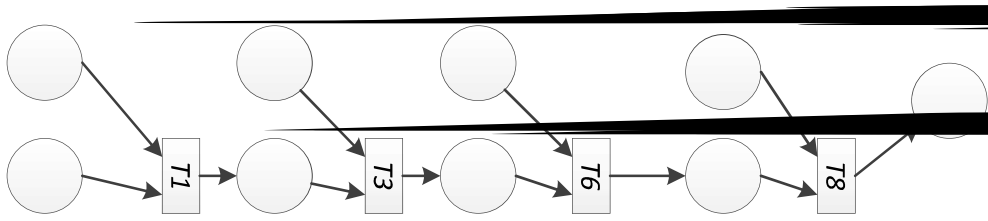


Рис. 2. Модель процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при разрешенных переходах T_1, T_3, T_6, T_8

Для того чтобы определить маркировку позиции P_{20} , необходимо математическим методом определить маркировки позиций P_4, P_9, P_{12} при последовательном срабатывании переходов T_1, T_3, T_6, T_8 . Для наглядности решения задачи разобьем процесс вычисления на этапы.

Этап 1.

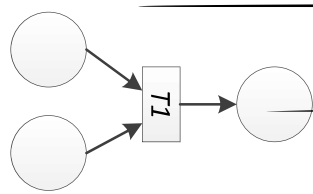


Рис. 3. Фрагмент модели процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при разрешенных переходах T_1, T_3, T_6, T_8

Рассматривая первый фрагмент модели (рис. 3), опишем начальную маркировку:

$$\mu^s(P_1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \mu^s(P_2) = \begin{bmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{bmatrix}, \mu^s(P_4) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

где $\mu^s(P_4) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ означает, что в позиции P_4 фишки нет.

Переход T_1 разрешен, так как $\mu_1^s(P_1) = 1, \mu_1^s(P_2) = 0,6$.

После срабатывания перехода T_1 маркировка позиций P_1 и P_2 имеют следующий вид:

$$\bar{\mu}^s(P_1) = \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_1) = 0 + 1 = 1,$$

$$\bar{\mu}^s(P_2) = \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_2) = 0,4 + 0,6 = 1.$$

Маркировка выходной позиции $\bar{\mu}^s(P_4)$ перехода T_1 равна вектору диагональной свертки вектора $\mu^s(P_4)$ и вектора

$$r^T = \begin{bmatrix} r_0 & r_1 & \dots & r_k \end{bmatrix},$$

где

$$k = \#(P_4, O(T_1)) = 1;$$

$$r_k = r_1 = \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_1) \right] \times \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_2) \right] = 1 \times 0,6 = 0,6;$$

$$r_0 = 1 - r_k = 1 - 0,6 = 0,4.$$

Окончательно: $r^T = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|$. Определим матрицу Грама векторов $\mu^s(P_4)$ и r .

$$G(\mu^s(P_4), r) = 1 \times \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\| = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Вектор диагональной свертки $di(G(\mu^s(P_4), r))$ в данном случае будет соответствовать матрице Грама, описанной выше.

Таким образом, маркировка позиции P_4 после срабатывания перехода T_1 :

$$\bar{\mu}^s(P_4) = di(G(\mu^s(P_4), r)) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Этап 2.

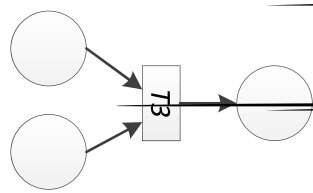


Рис. 4. Фрагмент модели процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при разрешенных переходах T_1, T_3, T_6, T_8

Рассматривая второй фрагмент модели (рис. 4), опишем начальную маркировку:

$$\mu^s(P_4) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_6) = \left\| \begin{smallmatrix} 0 \\ 1 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_9) = \|1\|.$$

Переход T_3 разрешен, так как $\mu_1^s(P_4) = 0,6, \mu_1^s(P_6) = 1$.

После срабатывания перехода T_3 маркировки позиций P_4 и P_6 имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \bar{\mu}^s(P_4) &= \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_4) = 0,4 + 0,6 = 1, \\ \bar{\mu}^s(P_6) &= \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_6) = 0 + 1 = 1. \end{aligned}$$

Маркировка выходной позиции $\bar{\mu}^s(P_9)$ перехода T_3 равна вектору диагональной свертки вектора $\mu^s(P_9)$ и вектора

$$r^T = \|r_0 \quad r_1 \quad \dots \quad r_k\|,$$

где

$$\begin{aligned} k &= \#(P_9, O(T_3)) = 1; \\ r_k &= r_1 = \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_4) \right] \times \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_6) \right] = 0,6 \times 1 = 0,6; \\ r_0 &= 1 - r_k = 1 - 0,6 = 0,4. \end{aligned}$$

Окончательно: $r^T = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|$. Определим матрицу Грама векторов $\mu^s(P_9)$ и r .

$$G(\mu^s(P_9), r) = 1 \times \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\| = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Таким образом, маркировка позиции P_9 после срабатывания перехода T_3 :

$$\bar{\mu}^s(P_9) = di(G(\mu^s(P_9), r)) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Этап 3.

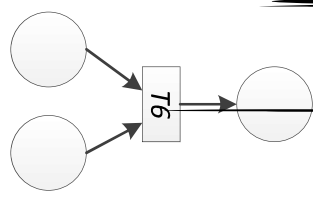


Рис. 5. Фрагмент модели процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при разрешенных переходах T_1, T_3, T_6, T_8

Рассматривая третий фрагмент модели (рис. 5), опишем начальную маркировку:

$$\mu^s(P_9) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_{10}) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,8 \\ 0,2 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_{12}) = \|1\|.$$

Переход T_6 разрешен, так как $\mu_1^s(P_9) = 0,6, \mu_1^s(P_{10}) = 0,2$.

После срабатывания перехода T_6 маркировки позиций P_9 и P_{10} имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \bar{\mu}^s(P_9) &= \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_9) = 0,4 + 0,6 = 1, \\ \bar{\mu}^s(P_{10}) &= \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{10}) = 0,8 + 0,2 = 1. \end{aligned}$$

Маркировка выходной позиции $\bar{\mu}^s(P_{12})$ перехода T_6 равна вектору диагональной свертки вектора $\mu^s(P_{12})$ и вектора

$$r^T = \|r_0 \quad r_1 \quad \dots \quad r_k\|,$$

где

$$\begin{aligned} k &= \#(P_{12}, O(T_6)) = 1; \\ r_k &= r_1 = \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_9) \right] \times \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{10}) \right] = 0,6 \times 0,2 = 0,12; \\ r_0 &= 1 - r_k = 1 - 0,12 = 0,88. \end{aligned}$$

Окончательно: $r^T = \left\| \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\|$. Определим матрицу Грама векторов $\mu^s(P_{12})$ и r .

$$G(\mu^s(P_{12}), r) = 1 \times \left\| \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\| = \left\| \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Таким образом, маркировка позиции P_{12} после срабатывания перехода T_6 :

$$\bar{\mu}^s(P_{12}) = di(G(\mu^s(P_{12}), r)) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Этап 4.

Рассматривая четвертый фрагмент модели (рис. 6), опишем начальную маркировку:

$$\mu^s(P_{14}) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,7 \\ 0,3 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_{12}) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\|, \mu^s(P_{20}) = \|1\|.$$

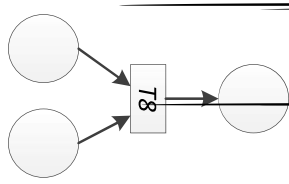


Рис. 6. Фрагмент модели процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при разрешенных переходах T_1, T_3, T_6, T_8

Переход T_8 разрешен, так как $\mu_1^s(P_{14}) = 0,3, \mu_1^s(P_{12}) = 0,12$.

После срабатывания перехода T_8 маркировки позиций P_{14} и P_{12} имеют следующий вид:

$$\bar{\mu}^s(P_{14}) = \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{14}) = 0,7 + 0,3 = 1,$$

$$\bar{\mu}^s(P_{12}) = \sum_{\alpha=0}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{12}) = 0,88 + 0,12 = 1.$$

Маркировка выходной позиции $\bar{\mu}^s(P_{20})$ перехода T_8 равна вектору диагональной свертки вектора $\mu^s(P_{20})$ и вектора

$$r^T = \|r_0 \quad r_1 \quad \dots \quad r_k\|,$$

где

$$k = \#(P_{20}, O(T_8)) = 1;$$

$$r_k = r_1 = \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{14}) \right] \times \left[\sum_{\alpha=1}^1 \mu_{\alpha}^s(P_{12}) \right] = 0,3 \times 0,12 = 0,036;$$

$$r_0 = 1 - r_k = 1 - 0,036 = 0,964.$$

Окончательно: $r^T = \left\| \begin{smallmatrix} 0,964 \\ 0,036 \end{smallmatrix} \right\|$. Определим матрицу Грама векторов $\mu^s(P_{20})$ и r .

$$G(\mu^s(P_{20}), r) = 1 \times \left\| \begin{smallmatrix} 0,964 \\ 0,036 \end{smallmatrix} \right\| = \left\| \begin{smallmatrix} 0,964 \\ 0,036 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Таким образом, маркировка позиции P_{20} после срабатывания перехода T_8 :

$$\bar{\mu}^s(P_{20}) = di(G(\mu^s(P_{20}), r)) = \left\| \begin{smallmatrix} 0,964 \\ 0,036 \end{smallmatrix} \right\|.$$

Аналогичным образом вычисляем маркировки остальных позиций при срабатывании различных переходов (округление до сотых в сторону нахождения фишки и не до нуля):

Таблица 1

Данные маркировок позиций при срабатывании переходов

Срабатываемые переходы	$\bar{\mu}^s(P_4)$	$\bar{\mu}^s(P_9)$	$\bar{\mu}^s(P_{12})$	$\bar{\mu}^s(P_{20})$	$\bar{\mu}^s(P_{21})$	$\bar{\mu}^s(P_{22})$	$\bar{\mu}^s(P_{23})$	$\bar{\mu}^s(P_{24})$
T_1, T_3, T_6, T_8	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\ $	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,6 \end{smallmatrix} \right\ $	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,88 \\ 0,12 \end{smallmatrix} \right\ $	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,96 \\ 0,04 \end{smallmatrix} \right\ $	1	1	1	1
T_1, T_3, T_6, T_9				1	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,98 \\ 0,02 \end{smallmatrix} \right\ $	1	1	1
T_1, T_3, T_6, T_{10}				1	1	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,99 \\ 0,01 \end{smallmatrix} \right\ $	1	1
T_1, T_3, T_6, T_{11}				1	1	1	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,99 \\ 0,01 \end{smallmatrix} \right\ $	1
T_1, T_3, T_6, T_{12}				1	1	1	1	$\left\ \begin{smallmatrix} 0,96 \\ 0,04 \end{smallmatrix} \right\ $

Таблица 2

Данные маркировок позиций при срабатывании переходов

Срабатываемые переходы	$\bar{\mu}^s(P_4)$	$\bar{\mu}^s(P_9)$	$\bar{\mu}^s(P_{13})$	$\bar{\mu}^s(P_{20})$	$\bar{\mu}^s(P_{21})$	$\bar{\mu}^s(P_{22})$	$\bar{\mu}^s(P_{23})$	$\bar{\mu}^s(P_{24})$
T_1, T_3, T_7, T_{13}	$\ 0,4\ $ $\ 0,6\ $	$\ 0,4\ $ $\ 0,6\ $	$\ 0,55\ $ $\ 0,45\ $	$\ 0,86\ $ $\ 0,14\ $	1	1	1	1
T_1, T_3, T_7, T_{14}				1	$\ 0,91\ $ $\ 0,09\ $	1	1	1
T_1, T_3, T_7, T_{15}				1	1	$\ 0,95\ $ $\ 0,05\ $	1	1
T_1, T_3, T_7, T_{16}				1	1	1	$\ 0,95\ $ $\ 0,05\ $	1
T_1, T_3, T_7, T_{17}				1	1	1	1	$\ 0,86\ $ $\ 0,14\ $

Таблица 3

Данные маркировок позиций при срабатывании переходов

Срабатываемые переходы	$\bar{\mu}^s(P_5)$	$\bar{\mu}^s(P_9)$	$\bar{\mu}^s(P_{12})$	$\bar{\mu}^s(P_{20})$	$\bar{\mu}^s(P_{21})$	$\bar{\mu}^s(P_{22})$	$\bar{\mu}^s(P_{23})$	$\bar{\mu}^s(P_{24})$
T_2, T_4, T_6, T_8	$\ 0,85\ $ $\ 0,15\ $	$\ 0,95\ $ $\ 0,05\ $	$\ 0,99\ $ $\ 0,01\ $	$\ 0,997\ $ $\ 0,003\ $	1	1	1	1
T_2, T_4, T_6, T_9				1	$\ 0,998\ $ $\ 0,002\ $	1	1	1
T_2, T_4, T_6, T_{10}				1	1	$\ 0,999\ $ $\ 0,001\ $	1	1
T_2, T_4, T_6, T_{11}				1	1	1	$\ 0,999\ $ $\ 0,001\ $	1
T_2, T_4, T_6, T_{12}				1	1	1	1	$\ 0,997\ $ $\ 0,003\ $

Таблица 4

Данные маркировок позиций при срабатывании переходов

Срабатываемые переходы	$\bar{\mu}^s(P_5)$	$\bar{\mu}^s(P_9)$	$\bar{\mu}^s(P_{13})$	$\bar{\mu}^s(P_{20})$	$\bar{\mu}^s(P_{21})$	$\bar{\mu}^s(P_{22})$	$\bar{\mu}^s(P_{23})$	$\bar{\mu}^s(P_{24})$
T_2, T_4, T_7, T_{13}	$\ 0,85\ $ $\ 0,15\ $	$\ 0,95\ $ $\ 0,05\ $	$\ 0,96\ $ $\ 0,04\ $	$\ 0,988\ $ $\ 0,012\ $	1	1	1	1
T_2, T_4, T_7, T_{14}				1	$\ 0,992\ $ $\ 0,008\ $	1	1	1
T_2, T_4, T_7, T_{15}				1	1	$\ 0,996\ $ $\ 0,004\ $	1	1
T_2, T_4, T_7, T_{16}				1	1	1	$\ 0,996\ $ $\ 0,004\ $	1
T_2, T_4, T_7, T_{17}				1	1	1	1	$\ 0,988\ $ $\ 0,012\ $

Таблица 5

Данные маркировок позиций при срабатывании переходов

Срабатываемые переходы	$\bar{\mu}^s(P_5)$	$\bar{\mu}^s(P_{20})$		$\bar{\mu}^s(P_{21})$	$\bar{\mu}^s(P_{22})$	$\bar{\mu}^s(P_{23})$	$\bar{\mu}^s(P_{24})$
T_2, T_5	$\begin{vmatrix} 0,85 \\ 0,15 \end{vmatrix}$	1		1	1	1	$\begin{vmatrix} 0,9 \\ 0,1 \end{vmatrix}$
T_{18}	1	1		1	1	1	$\begin{vmatrix} 0,75 \\ 0,25 \end{vmatrix}$

Вышеописанные данные показывают вероятность нахождения фишки в определенной позиции при срабатывании различных переходов. К примеру, при последовательном срабатывании переходов T_2, T_4, T_7, T_{17} вероятность нахождения фишки в позиции P_{24} равна 0,012 (табл. 4).

Заключение. Применяв вероятностный метод, инструментом которого стала стохастическая сеть Петри, эксперт в зависимости от предоставленного на исследование объекта может определить вероятность нахождения фишки в той или иной позиции. Это позволит наиболее или наименее вероятно в зависимости от значения маркировок позиций после срабатывания переходов, ответить на поставленный перед экспертом вопрос, и тем самым удостовериться в правильности вывода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пьянков О. В., Звягин Д. С. Моделирование процесса производства судебной почерковедческой экспертизы при помощи сетей Петри // Вестник Воронежского института МВД России, 2020. — С. 2—4.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. — М. : Мир, 1984. — 264 с.
3. Котов В. Е. Сети Петри. — М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. — 160 с.
4. Лескин А. А., Мальцев П. А., Спиридонов А. М. Сети Петри в моделировании и управлении. — Л. : Наука, 1989. — 133 с.
5. Самороковский А. Ф., Пьянков О. В. Обеспечение информационной безопасности действий органов внутренних дел при чрезвычайных обстоятельствах // Вестник Воронежского института МВД России. — 2008. — № 4. — С. 2—4.

REFERENCES

1. Pyankov O. V., Zvyagin D. S. Modelirovanie protsessa proizvodstva sudebnoy pocherkovedcheskoy ekspertizy pri pomoschi setey Petri // Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii, 2020. — S. 2—4.
2. Piterson Dzh. Teoriya setey Petri i modelirovanie sistem / Dzh. Piterson. — M. : Mir, 1984. — 264 s.
3. Kotov V. E. Seti Petri. — M. : Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1984. — 160 s.
4. Leskin A. A., Maltsev P. A., Spiridonov A. M. Seti Petri v modelirovanii i upravlenii. — L. : Nauka, 1989. — 133 s.

5. Samorokovskiy A. F., Pyankov O. V. Obespechenie informatsionnoy bezopasnosti deystviy organov vnutrennih del pri chrezvyichaynyih obstoyatelstvakh // Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii. — 2008. — # 4. — S. 2—4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

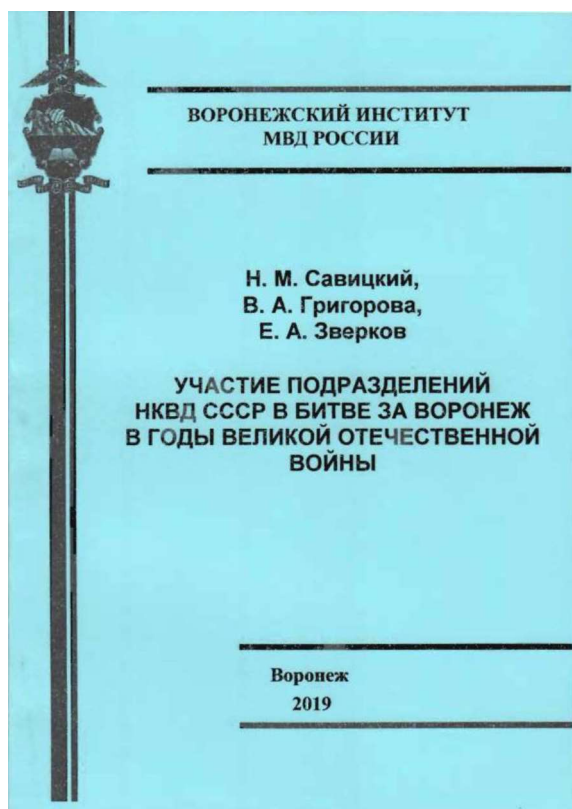
Звягин Данил Сергеевич. Преподаватель кафедры криминалистики.
Воронежский институт МВД России.
E-mail: danil_exp@mail.ru
Россия, 394065, Воронеж, проспект Патриотов, 53. Тел. (473) 200-53-11.

Zvyagin Danil Sergeevich. Lecturer of the chair of Criminalistics.
Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia.
E-mail: danil_exp@mail.ru
Work address: Russia, 394065, Voronezh, Prospect Patriotov, 53. Tel. (473) 200-53-11.

Ключевые слова: судебная экспертиза; моделирование; стохастические сети Петри.

Keywords: forensic analysis; modeling; stochastic Petri nets.

ИЗДАНИЯ ВОРОНЕЖСКОГО ИНСТИТУТА МВД РОССИИ



Савицкий Н. М.

Участие подразделений НКВД СССР в битве за Воронеж в годы Великой Отечественной войны : учебно-наглядное пособие / Н. М. Савицкий, В. А. Григорова, Е. А. Зверков. — Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. — 77 с.

В пособии рассматриваются основные факты, события и этапы участия подразделений НКВД в битве за Воронеж в годы Великой Отечественной войны.

Предназначено для курсантов и слушателей всех форм обучения.