Таким чином, при використання веб-сайту, дотримуючись інструкції у вигляді когнітивної карти, процес розрахунків і знаходжень оптимальних маршрутів стає набагато простішим, швидшим і точнішим. Візуалізація розрахунків у вигляді дерева маршрутів допомагають аналізу і розумінню розрахунків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *David L. Applegate, Robert E. Bixby The Traveling Salesman Problem: A Computational Study. – 2006 – 19 с.*
2. *Фрейен Бен HTML5 і CSS3.Розробка сайтів для будь-яких браузерів і пристроїв. – Пітер – Москва, 2014. – 304 с.*
3. *Васильєва Л. В. Математичні методи дослідження операцій : посіб. для студ. ВНЗ спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» [Електронний ресурс] / Л. В. Васильєва, М. П. Богдан. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 144 с. – Режим доступу: http://dspace.dgma.donetsk.ua:8080/jspui/handle/DSEA/426*
4. *Никифорова Н. А. Управлінський аналіз. Підручник / Н. А. Никифорова, Ст. Н. Тафинцева. – М. : Юрайт, 2016. – 468 с.*
5. *Джеймс Андерсон Дискретная математика и комбинаторика / Джеймс Андерсон, Джеймс Белл. – 2001. – 211 с.*

НАДІЙНІСТЬ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАЖКИХ ВЕРСТАТІВ

Клименко Г. П.

ДДМА, м. Краматорськ

Розглянуто різні стратегії обслуговування системи, яка складається із зразків інструменту верстатника з r працівників. На важкому токарному верстаті часто працюють два супорти в режимах як послідовного, так і паралельного з'єднання з точки зору надійності. Верстат обслуговує два верстатника, робота яких може бути як в режимі незалежного обслуговування, коли кожен з них закріплений за роботою окремого виду інструмента, так і в режимі спільного обслуговування. Передбачається, що система може перебувати в одному з трьох можливих станів в певний момент часу t. Позначимо: 0 – стан системи, в якій всі інструменти працездатні; 1 – стан системи, коли один інструмент виправлений, а другий відновлюється; 2 – стан відновлення всіх інструментів. Таким чином функція готовності системи є ймовірність знаходження в стані 0, $P_0(t)$. Далі вважатимемо, що $P_0(t)$ залежить від числа верстатників. В цьому випадку система буде перебувати в стані 0 тим більше, чим більше r. Застосовуючи марковський підхід оцінки надійності і системи, запишемо матрицю переходу з одного стану системи в іншу для випадків $r = n = 2$ при незалежному обслуговування системи:

$$P_c = \begin{matrix} 1-2\lambda & 2\lambda & 0 \\ \mu & 1-(\lambda+\mu) & \lambda \\ 0 & 2\mu & 1 \quad 2\mu \end{matrix}$$

Система, перебуваючи в стані 2 в момент часу *t*, може повернутися у стан 1 за *t*, $t + dt$, якщо будь-який з інструментів відновлений (замінений) за цей час. Імовірність такої події дорівнює: $2\mu dt(1-\mu dt) = 2\mu dt + 0(dt)$.

Можна отримати рівняння для сталого режиму (для великого проміжку часу робочої зміни). При тривалій експлуатації доля часу, коли система буде перебувати в кожному стані, не залежить від її початкового стану.

Звідси, в межі значення кожної ймовірності $P_i(t)$ буде постійним, $\lim P_i(t) = P_i$, що дає можливість віднайти рішення для сталого режиму прирівнювання довільних нулю $(\lim R(t) = 0$, і використовувати умови, що перебування системи в кожному з можливих станів – події взаємно виключні, $P_0 + P_1 + P_2 = 1$. Тоді можна записати наступну систему алгебраїчних рівнянь:

$$2\lambda P_0 + \mu P_i = 0,$$

$$2\lambda P_0 - (\lambda + \mu)P_i + 2\mu P_2 = 0,$$

$$\lambda P_i - 2\mu P_2 = 0,$$

$$P_0 + P_1 + P_2 = 1.$$

Вирішуя ці рівняння підстановкою, отримуємо вираз для визначення коефіцієнта готовності системи при її незалежному обслуговуванні двома верстатниками: $K_{r_c} = \mu^2/(\lambda+\mu)^2$.

Однак верстатники працюють незалежно один від одного тільки за одночасної відмови інструментів, закріплених в двох супортах. Припустимо, що обслуговування одного верстата двома верстатниками проводиться з інтенсивністю 1,5 μ і що, якщо два верстатника обслуговує один супорт, а інструмент, закріплений у другому супорті, виходить з ладу, то другий верстатник негайно перемикається на обслуговування другого інструменту. Тоді при спільному обслуговування системи матриця переходів *P* набуває вигляду: $P_c = \begin{matrix} 1-2\lambda & 2\lambda & 0 \\ 1.5\mu & 1-(\lambda+1.5\mu) & \lambda \\ 0 & 2\mu & 1-2\mu \end{matrix}$

При цьому коефіцієнт готовності дорівнює ймовірності працездатного стану: $K_{r_c} = P_0 = \frac{\mu^2}{3\mu^2+4\mu\lambda+2\lambda^2}$

У табл. 1 для порівняння наведені коефіцієнти готовності системи в трьох випадках обслуговування інструменту одним і двома верстатникам.

Можна помітити, що при спільному обслуговування системи двома верстатниками коефіцієнт готовності системи значно підвищується в порівнянні з незалежним обслуговуванням, яка мала відрізняється від випадку роботи одного верстатника.

Таблиця 1 – Порівняння показників надійності при різних стратегіях зміни інструменту ($\lambda - 0{,}05\ \text{мин}^{-1}, \mu - 1{,}01\ \text{мин}^{-1}$)

Спосіб обслуговування		Коефіцієнт готовності системи	Сумарний простій за 10000 хв. роботи системи, хв.
Один верстатник		0,9050	946
Два верстатника	А. Незалежне обслуговування	0,9070	928
	Б. Спільне обслуговування	0,9360	639

У загальному випадку, коли є n різальних інструментів і r верстатників, ймовірність переходів залежить від числа відмовлених інструментів, котрі позначимо через k ($k = 0,1,2,.....,n$). Ймовірність знаходження системи в деякому стані буде залежати від умов $k < r$, $k = r$ або $k > r$, для яких отримано вирази визначення ймовірності працездатного стану системи:

$$P_k = \frac{n!}{(n-k)!k!}\rho^k P_0 \ (k < r), \ P_k = \frac{n!}{(n-k)!r!}\rho^r \left(\frac{\rho}{r}\right)^{k-r} P_0 \,(k \geq r) \text{ і.}$$

Ця математична модель може бути використана для статистичного моделювання обслуговування технологічної системи.

ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ АЛГОРИТМА ПОИСКА АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ ПРИ ПОМОЩИ ПРИЛОЖЕНИЯ СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ

Мельников А. Ю., Коноваленко Д. А.
ДГМА, г. Краматорск

Ассоциативные правила позволяют находить закономерности между связанными событиями. Примером такой закономерности служит правило, которое указывает, что из события X следует событие Y с некоторой вероятностью. Нахождение таких зависимостей дает возможность находить очень простые и интуитивно понятные правила [1]. Как правило, для работы алгоритмов поиска используется приложение «Deductor» [2], которое проводит мгновенные расчеты и выводит результаты в виде визуализаторов «Правила», «Популярные наборы», «Дерево правил», «Что-если» (рис. 1). Главным недостатком этого приложения является отсутствие визуализации процесса работы алгоритма. Также пользователи не могут сравнить разные алгоритмы и уяснить преимущества метода Apriori.

Была поставлена задача разработки в среде визуального программирования приложения, которое позволяло бы студентам, которые изучают алгоритмы поиска ассоциативных правил, наблюдать за процессом и проводить анализ преимуществ и недостатков ряда методов.