

4. Nevlydov I., Filipenko O., Volkova M., Ponomaryova G. MEMS-based inertial sensor signals and machine learning methods for classifying robot motion. *IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*. 2018. P. 13–16. DOI: 10.1109/DSMP.2018.8478613.

5. Xuxun Liu. Routing protocols based on ant colony optimization in wireless sensor networks: a survey. *IEEE Access*. 2017. Vol. 5. P. 26303–26317. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2769663.

6. Mospan V., Fomovskaya O., Mospan D. et al. Possibility of the optimal control method application in energy-consuming technological processes of RED production. *IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. 2019. P. 286–289, DOI: 10.1109/MEES.2019.8896363.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.5>

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИБОРУ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

Петренко Ю. А.

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*

Посукан Р. В.

*студент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
м. Харків, Україна*

У всьому світі спостерігається підвищення рівня роботизації в промисловості, в соціально-економічному розвитку та приватному секторі життя.

Однак економіка України і взагалі уся глобальна економіка страждають від спаду продуктивності праці. Зокрема, зазначається, що глобальне зростання продуктивності праці, вимірюваний як середня зміна ВВП на одного зайнятого, в останні роки сповільнився. Якщо в період з 1999 по 2006 рік зростання становило 2.6% в рік, то в період з 2007 по 2012 роки він виріс на 2.5%, а потім і зовсім почав знижува-

тися. У 2012 році зростання становило всього 1.7%, потім він відновився до 2.1% в 2013-2014 роках [1].

Для розробки моделей вибору промислового робота треба обґрунтувати методи прийняття рішення.

Найбільш поширений підхід до рішення багатокритеріальної задачі – її зведення до однокритеріальної. Основою такого підходу є теорія корисності, згідно якої передбачається, що існує деяка узагальнена оцінка цінності або корисності будь-якого рішення $x \in X$. В цьому випадку формування схеми компромісу пов'язане з вибором виду функції корисності

$$R = R[k_1(x), k_2(x), \dots, k_j(x)] \quad (1)$$

Для вирішення задачі потрібно обґрунтувати вид функції корисності часткових критеріїв, яка була б універсальною і відображала особливості конкретних систем, їх цілей і критеріїв. Функція корисності часткових критеріїв повинна задовольняти наступним умовам: мати єдиний інтервал змін $[0, 1]$; бути безрозмірною, інваріантною до виду екстремуму часткового критерію (min і max), т.б. найкращому значенню відповідає 1, а найгіршому – 0. Вказаним вимогам задовольняє функція виду:

$$R_j(k_j) = \frac{k_j - k_{j\text{НГ}}}{k_{j\text{НК}} - k_{j\text{НГ}}}, j = \overline{1, J}, \quad (2)$$

де $k_j, k_{j\text{НГ}}, k_{j\text{НК}}$ – поточне, найгірше (гранично допустиме) і найкраще значення j -го приватного критерію, що відповідають межах області його зміни (наближеній області компромісів) [2, 3].

Для того щоб обрати промислового робота потрібно обґрунтувати критерії вибору. Всі критерії діляться на функціональні та затратні. Ми будемо приводити функціональні \rightarrow max, затратні \rightarrow min.

Будемо обирати робота за такими критеріями:

Вага M_i повинна бути мінімальною, для забезпечення швидкого транспортування та установки:

$$M = \sum_{i=1}^i M_i x_i \rightarrow \min, \quad (3)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали.

Температурний діапазон ΔT_i повинен бути максимальним, для кращої роботи в необхідному середовищі:

$$T = \sum_{i=1}^{i'} \Delta T_i x_i \rightarrow \max, \quad (4)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали.

Вантажопідйомність S_i повинна бути максимальною для забезпечення роботи з різними вантажами:

$$S = \sum_{i=1}^{i'} S_i x_i \rightarrow \max, \quad (5)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали.

Загальна ціна C_i повинна бути мінімальною для зниження собівартості купівлі та установки робота:

$$C = \sum_{i=1}^{i'} C_i x_i \rightarrow \min, \quad (6)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали.

Експлуатаційні витрати K_i повинні бути мінімальними для зниження собівартості використання та обслуговування робота під час його використання:

$$K = \sum_{i=1}^{i'} K_i x_i \rightarrow \min, \quad (7)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали.

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

Вага повинна бути не більш заданої $M_{зад}$:

$$M = \sum_{i=1}^{i'} M_i x_i \leq M_{зад}, \quad (8)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали; $M_{зад}$ – задане значення ваги.

Температурний діапазон повинен дорівнювати або бути більшим за заданий $T_{зад}$:

$$T = \sum_{i=1}^{i'} T_i x_i \geq T_{зад}, \quad (9)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали; $T_{зад}$ – задане значення температурного діапазону.

Вантажопідйомність повинна бути більшою або дорівнювати заданій $S_{зад}$:

$$S = \sum_{i=1}^{i'} S_i x_i \geq S_{зад}, \quad (10)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали; $S_{зад}$ – задане значення вантажопідйомності.

Ціна повинна дорівнювати або бути меншою за задану $C_{зад}$:

$$C = \sum_{i=1}^{i'} C_i x_i \leq C_{зад}, \quad (11)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали; $C_{зад}$ – задане значення ціни.

Експлуатаційні витрати повинні бути меншими за задані $R_{зад}$:

$$K = \sum_{i=1}^{i'} K_i x_i \leq K_{зад}, \quad (12)$$

де i – порядковий номер із списку робіт; i' – кількість робіт; x_i – булева змінна, яка приймає значення 1 якщо ми обрали та 0 якщо не обрали; $K_{зад}$ – задане значення експлуатаційних витрат.

Модель (3)-(12) відносяться до класу моделей багатокритеріального дискретного програмування з булевими змінними [3].

Література:

1. Бойко. А. Які країни в правду лідирують по рівню роботизації. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/FP_index.htm_2016_1_7.pdf (дата звернення: 15.09.2020).
2. Філь Н. Ю., Шевченко М. В. Теорія розробки та прийняття оптимальних рішень. Харків: ХНАДУ, 2011. 47 с.
3. Градиський Ю.О., Янчик О.Г. Математична модель коливань вантажу при повороті крана як безпека устаткування. *Вісник НТУ «ХП»* 2014. № 48. С. 109–115.