

УДК 007.52

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ДВОЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ МЕТОДОМ РОЗСТАНОВКИ ПРІОРИТЕТІВ

І. І. Павленко, В. А. Мажара

Кіровоградський національний технічний університет
пр. Університетський, 8, 25006, м. Кіровоград, Україна. E-mail: majara@ukr.net

Наведено один із можливих методів аналізу доцільності застосування двозахватних пристроїв промислових роботів, що використовуються для завантаження і розвантаження технологічного обладнання у складі роботизованих комплексів.

Ключові слова: двозахватний пристрій, промисловий робот, деталі.

RESEARCH OF VARIANTS DOUBLE-ENDED CHANGER OF INDUSTRIAL ROBOTS BY METHOD OF PLACING OF PRIORITIES

I. I. Pavlenko, V. A. Mazhara

Kirovograd National Technical University
prosp. Universitetskiy, 8, Kirovograd, 25006, Ukraine. E-mail: majara@ukr.net

One of possible methods of analysis of expedience of the use of double-ended changer of industrial robots which are used for a load and unloading of technological equipment in composition robotized complexes is resulted in the article.

Key words: double-ended changer of industrial robots, detail.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ДВУХЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ МЕТОДОМ РАССТАНОВКИ ПРИОРИТЕТОВ

І. І. Павленко, В. А. Мажара

Кіровоградський національний технічний університет
пр. Університетський, 8, 25006, г. Кіровоград, Україна. E-mail: majara@ukr.net

Рассмотрен один из возможных методов анализа рациональных исполнений двухзахватных устройств промышленных роботов, которые могут использоваться для загрузки и разгрузки технологического оборудования в роботизированных комплексах.

Ключевые слова: двухзахватное устройство, промышленный робот, детали.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Важливим елементом нової техніки є робота технологічні комплекси. На принципах їх будови та функціонування формуються більш складні технічні системи, так як роботизовані лінії, гнучкі виробничі системи і т. ін. Роботизовані технологічні комплекси є складними технологічними системами, ефективність використання яких вимагає врахування багатьох конструктивних, технологічних і інших складових. Оскільки на РТК можуть оброблятися різні деталі як за формою так і за габаритними розмірами (довгі, короткі тощо), тож використання у складі роботизованих комплексів для утримування певних деталей відповідних варіантів виконань двозахватних пристроїв є ефективним методом підвищення продуктивності праці зазначених комплексів.

Виконання досліджень з аналізу виконань двозахватних пристроїв промислових роботів веде до раціонального використання їх у складі роботизованих комплексів (РТК) при оперуванні з деталями відповідної форми. Як наслідок, це призводить до підвищення продуктивності праці РТК.

Для оцінки різних виконань існує безліч методів, зокрема Павленком І.І. було запропоновано використання конструктивної, кінематичної та конструктивно-кінематичної структури [1, 2]. Також існують методи для аналізу подібних проблем розглянуті в роботах Кузнецова Ю.М. [3] і Варагова Ю.Д. [4]. Це такі методи, як морфологічний аналіз, вибір раціо-

нальних структур на основі перетину нечітких множин тощо.

Метою даною роботи є встановлення кращих виконань двозахватних пристроїв промислових роботів для роботи з “короткими” та “довгими” деталями у складі роботизованих технологічних комплексів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Одним із ефективних методів якісної оцінки варіантів у вигляді експертних оцінок є метод розстановки пріоритетів, відомий як “задача про лідера” [5], що слугує для багатокритеріального, якісного аналізу на основі експертизи варіантів. Метод передбачає попарне порівняння по принципу “краще” (>), “гірше” (<), “рівно” (=) і спеціальний алгоритм обробки отриманих даних.

Для виконання наступних досліджень було відібрано типові варіанти виконань двозахватних пристроїв (табл. 1).

Першим етапом дослідження є побудова графа (рис. 1), на якому кожному із варіантів двозахватного пристрою (X_1, X_2, \dots, X_5) відповідає вершина графа. Сам граф виражає результат попарного порівняння якісних характеристик пристроїв для певних умов. Якщо варіант X_i кращий за X_j , то на графі існує лінія зв'язку ij , рівним варіантам відповідають лінії ij і ji . Використовуючи думку та оцінки експертів, побудуємо граф порівняння типових двозахватних пристроїв (табл. 1) при маніпулюванні з “короткими” деталями.

Таблиця 1 – Типові варіанти виконань двозахватних пристроїв

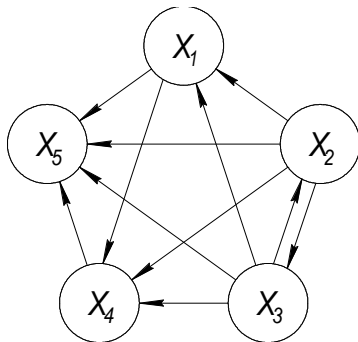
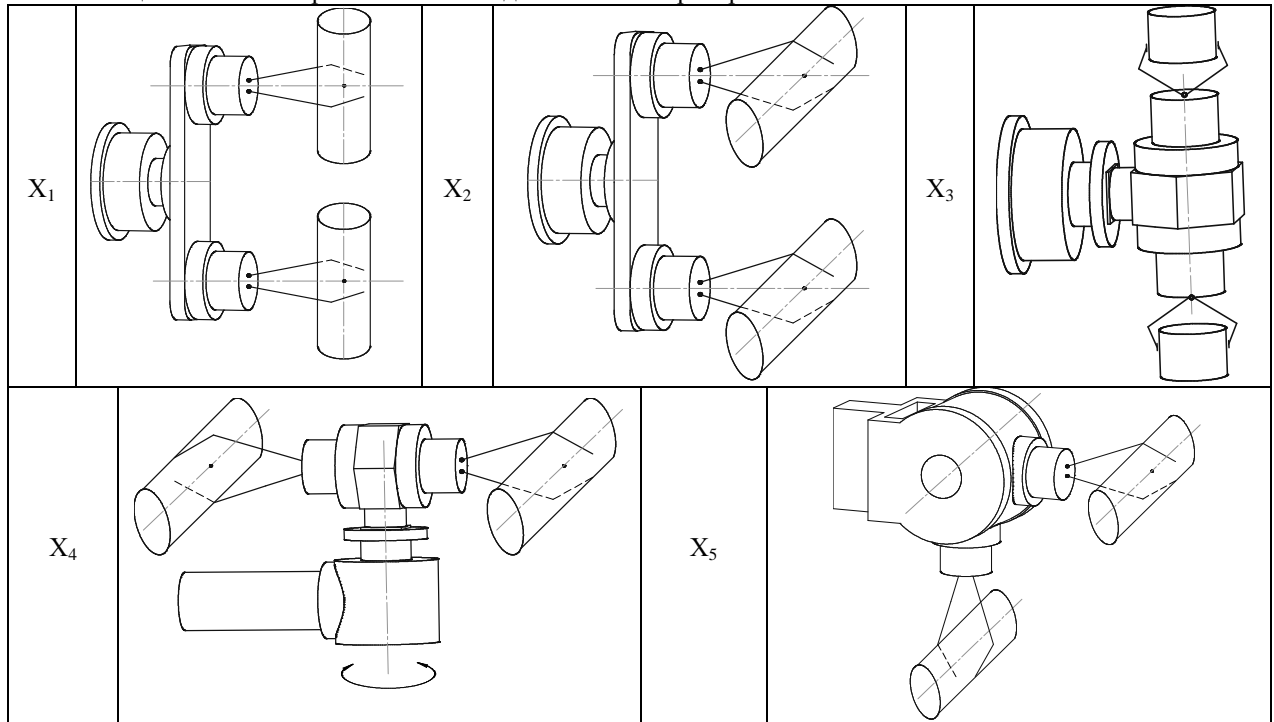


Рисунок 1 – Граф порівняння двозахватних пристроїв при роботі з “короткими” деталями

На другому етапі вирішення даної задачі будується матриця $A = \| a_{ij} \|$ і ведуться відповідні розрахунки.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

при цьому

$$a_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } X_i > X_j \\ 1, & \text{якщо } X_i = X_j \\ 0, & \text{якщо } X_i < X_j \end{cases}, \text{ де } i, j \in \overline{1, n}. \quad (2)$$

Вводиться поняття ітерованої “сили” порядку k пристрою X_i .

Ітерована “сила” першого порядку захватного пристрою X_i позначається $P_i(1)$ і визначається як сума

балів, отриманих від експертів даним пристроєм, при цьому не враховуються бали інших захватів:

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}. \quad (3)$$

Ітерована “сила” другого порядку розраховується з урахуванням балів інших захватних пристроїв:

$$P_i(2) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j(1). \quad (4)$$

Позначимо через $P_i^{\text{відн}}(k)$ нормовану ітеровану “силу” k -го порядку i -го захватного пристрою:

$$P_i^{\text{відн}}(k) = \frac{P_i(k)}{\sum_{i=1}^n P_i(k)}; \quad \sum_{i=1}^n P_i^{\text{відн}}(k) = 1. \quad (5)$$

Застосування даного методу, на відміну від простого підрахунку балів, дозволяє врахувати непрямі переваги порівнюваних об’єктів.

Розглянемо приклад розрахунку нормованої ітерованої “сили” двозахватних пристроїв (табл. 1). Результат аналізу графа (рис. 1) наведемо як систему рівнянь:

$$\begin{aligned} X_1 < X_2 & \quad X_2 = X_3 & \quad X_3 > X_4 & \quad X_4 > X_5 \\ X_1 < X_3 & \quad X_2 > X_4 & \quad X_3 > X_5 & \\ X_1 > X_4 & \quad X_2 > X_5 & & \\ X_1 > X_5 & & & \end{aligned}$$

Розрахунок за першою ітерацією ($\sum a_{ij}$) наведено у табл. 2.

Розрахунок за другою ітерацією:

$$\begin{aligned} P_1(2) &= 1 \cdot 5 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 13; \\ P_2(2) &= 2 \cdot 5 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 34; \\ P_3(2) &= 2 \cdot 5 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 34; \\ P_4(2) &= 0 \cdot 5 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 5; \end{aligned}$$

$$P_5(2) = 0.5 + 0.8 + 0.8 + 0.3 + 1.1 = 1;$$

$$P_1^{eioh}(2) = \frac{13}{87} = 0,149; \quad P_2^{eioh}(2) = \frac{34}{87} = 0,391;$$

$$P_3^{eioh}(2) = \frac{34}{87} = 0,391; \quad P_4^{eioh}(2) = \frac{5}{87} = 0,057;$$

$$P_5^{eioh}(2) = \frac{1}{87} = 0,012.$$

$$P_4(2) = 2.4 + 0.9 + 2.1 + 1.7 + 2.4 = 25;$$

$$P_5(2) = 1.4 + 0.9 + 2.1 + 0.7 + 1.4 = 10;$$

$$P_1^{eioh}(2) = \frac{10}{87} = 0,115; \quad P_2^{eioh}(2) = \frac{41}{87} = 0,471;$$

$$P_3^{eioh}(2) = \frac{1}{87} = 0,012; \quad P_4^{eioh}(2) = \frac{25}{87} = 0,287;$$

$$P_5^{eioh}(2) = \frac{1}{87} = 0,115.$$

Таблиця 2 – Матриця суміжності аналізу двозахватних пристроїв при роботі з “короткими” деталями

i \ j	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	∑a _{ij}	P _i ^{вдн} (1)	P _i (2)	P _i ^{вдн} (2)	Місце
X ₁	1	0	0	2	2	5	0,2	13	0,149	III
X ₂	2	1	1	2	2	8	0,32	34	0,391	I
X ₃	2	1	1	2	2	8	0,32	34	0,391	I
X ₄	0	0	0	1	2	3	0,12	5	0,057	IV
X ₅	0	0	0	0	1	1	0,04	1	0,012	V
∑						25	1,00	87	1,00	

Таким чином, можна зробити висновок, що під час роботи з “короткими” деталями найбільш ефективно можна використовувати захватні пристрої другого і третього виконань.

Аналогічним чином можна провести аналіз двозахватних пристроїв, що використовуються при маніпулюванні з “довгими” деталями.

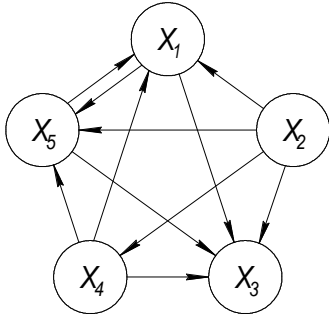


Рисунок 2 – Граф порівняння двозахватних пристроїв при роботі з “довгими” деталями

Результат аналізу графа (рис. 2) покажемо системою рівнянь.

$$\begin{aligned} X_1 < X_2 & \quad X_2 > X_3 & \quad X_3 < X_4 & \quad X_4 > X_5 \\ X_1 > X_3 & \quad X_2 > X_4 & \quad X_3 < X_5 \\ X_1 < X_4 & \quad X_2 > X_5 \\ X_1 = X_5 \end{aligned}$$

Таблиця 3 – Матриця суміжності аналізу двозахватних пристроїв при роботі з “довгими” деталями

i \ j	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	∑a _{ij}	P _i ^{вдн} (1)	P _i (2)	P _i ^{вдн} (2)	Місце
X ₁	1	0	2	0	1	4	0,16	10	0,115	III
X ₂	2	1	2	2	2	9	0,36	41	0,471	I
X ₃	0	0	1	0	0	1	0,04	1	0,012	V
X ₄	2	0	2	1	2	7	0,28	25	0,287	II
X ₅	1	0	2	0	1	4	0,16	10	0,115	III
∑						25	1,00	87	1,00	

Розрахунок за другою ітерацією:

$$\begin{aligned} P_1(2) &= 1.4 + 0.9 + 2.1 + 0.7 + 1.4 = 10; \\ P_2(2) &= 2.4 + 1.9 + 2.1 + 2.7 + 2.4 = 41; \\ P_3(2) &= 0.4 + 0.9 + 1.1 + 0.7 + 0.4 = 1; \end{aligned}$$

Таким чином, робимо висновок, що при роботі з “довгими” деталями найбільш ефективно можна використовувати захватні пристрої другого і четвертого виконань.

ВИСНОВКИ. Для ефективного використання двозахватних промислових роботів у складі роботизованих комплексів необхідно використовувати відповідні захватні пристрої для роботи з певними деталями. Використання методу розстановки пріоритетів дає можливість за допомогою експертних оцінок встановлювати доцільність застосування того чи іншого виконання двозахватного пристрою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.
2. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
3. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. – К.–Т., 1998. – 310 с.
4. Врагов Ю.Д. Аналіз компоновок металорежущих станків. – М.: Машиностроение, 1978. – 296 с.
5. Блюмберг В.А., Глущенко В.Ф. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.

REFERENCE

1. Pavlenko I.I., Mazara V.A. Robotized technological complexes: Train aid. – Kirovograd: KNTU, 2010. – 392 p. [in Ukrainian].
2. Pavlenko I.I. Industrial robots: bases of calculation and planning. – Kirovograd: KNTU, 2007. – 420 p. [in Ukrainian].
3. Kuznetsov Ju.N., Luciv I.V., Dubinjak S.A. Theory of the technical systems. – K.– T., 1998. – 310 p. [in Ukrainian].
4. Vragov Ju.D. Analysis of compositions metal-cutting machine-tools. – M.: Mechanical Engineering, 1978. – 296 p. [in Ukrainian].
5. Blumberg V.A., Glustchenko V.F. What decision is better? Method of placing of priorities. – L.: Lenizdat, 1982. – 160 p. [in Ukrainian].

Стаття надійшла 14.09.10

Рекомендована до друку
д.т.н., проф. Драгобецьким В.В.