УДК 519.685

РЕАЛІЗАЦІЯ АНАЛІТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ РІВНЯНЬ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ДИНАМІКИ МАНІПУЛЯТОРІВ РОБОТІВ

В.Л. Дзюба [1], *Ю.М. Андрєєв* [2]

[1] *магістрант кафедри КМПС, НТУ «ХПІ», Харків, Україна*
[2] *професор кафедри КМПС, доктор техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна*
vasyl.dziuba@infiz.khpi.edu.ua

У роботі проведено дослідження реалізованого у спеціальній системі комп'ютерної алгебри (ССКА) КіДиМ удосконаленого відносно [1] алгоритму побудови рівнянь для розв'язання оберненої задачі динаміки широкого класу механічних дискретних систем з довільними в'язами.

Для розв'язання оберненої задачі динаміки маніпуляторів роботів використовується система лінійних рівнянь відносно невідомих:

$$\mathbf{AX} = \mathbf{B}\ , \tag{1}$$

При розрахунках за поточним алгоритмом відбувається комп'ютерна побудова диференційних рівнянь руху:

$$\mathbf{U} = \sum_{i=1}^{n} Q_i^{\text{ін.}} - \mathrm{S}_P^T\mathbf{P} = 0, \tag{2}$$

Далі для знаходження матриці $\mathbf{A}$ виконується аналітичне диференціювання рівнянь руху (2) по невідомим:

$$\mathbf{A} = \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial \mathbf{X}} = \frac{\partial \mathbf{U} \partial \mathbf{P}}{\partial \mathbf{P} \partial \mathbf{X}} = \mathbf{S}_P^T \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial \mathbf{X}}, \tag{3}$$

Для знаходження вектору $\mathbf{B}$ виконується операція занулення значень невідомих в рівняннях (2):

$$\mathbf{B} = -\mathbf{U}\Big|_{\mathbf{R}=\mathbf{0}}, \tag{4}$$

Після чого є можливість знайти невідомі шляхом розв'язання рівняння (1). При знаходженні матриці $\mathbf{A}$ є необхідність виконувати диференціювання повністю побудованих складних рівнянь (3) навіть у випадку відсутності такого невідомого. Під час формування вектору $\mathbf{B}$ виконується синтетична операція занулення невідомих (4), що теж може бути неефективною дією для складних рівнянь руху. Також ці операції відбуваються окремою ітерацією вже після формування рівнянь (2).

У зв'язку з цим пропонується альтернативна версія реалізації алгоритму побудови рівнянь (1). Вираз (2) представляється більш розгорнуто, відокремивши відомі та невідомі складові силових елементів:

$$\mathbf{U} = \sum_{i=1}^{n} Q_i^{\text{ін.}} - \mathrm{S}_P^T\mathbf{P} = \sum_{i=1}^{n} Q_i^{\text{ін.}} - \left[\frac{\partial \rho_F}{\partial \mathbf{q}}\right]^T \mathbf{F} - \left[\frac{\partial \rho_R}{\partial \mathbf{q}}\right]^T \mathbf{R}\left(\mathbf{X}\right) = 0, \tag{5}$$

Тому матриця $\mathbf{A}$ та вектор $\mathbf{B}$ формуються саме під час побудови рівнянь (5). Для цього виконується сортування складових (2) відносно залежності їх від відомих та невідомих задачі за формулами:

$$\mathbf{A} = \left[\frac{\partial \rho_R}{\partial \mathbf{q}}\right]^T \left[\frac{\partial \mathbf{R}}{\partial \mathbf{X}}\right], \qquad \mathbf{B} = -\left(\sum_{i=1}^{n} Q_i^{\text{ін.}} - \left[\frac{\partial \rho_F}{\partial \mathbf{q}}\right]^T \mathbf{F}\right).$$

Таким чином алгоритм набуває логічного вигляду. На багатьох прикладах розв'язання задач робототехніки демонструються переваги такого алгоритму.

Список літератури:

1. Андреев Ю. М., О. К. Морачковский Новая система компьютерной алгебры для исследования колебаний структурно-сложных голономных и неголономных систем твердых тел / Надежность и долговечность машин и сооружений : К.: ИПП им. Писаренко Г. С., «Надежность машин и сооружений», 2006. — Вып. 26. – С. 11–18.