УДК 621.231

МАТРЫЧНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ РОБОТОТЕХНИКИ

А.С. Баротов, Ж. Мухторов
adizjon71@mail.ru
Самаркандский государственный университет

Данная работа посвещена изучению особенностей функции положения вращающего механизмов робототехники с несколькими степенями свободы.

Функции положения механизмов можеть быть неявно задана в виде системы нелинейных алгебраических уравнений [1-3]. Проблема нахождения и изучения функции положения состоит в том, чтобы разрешить эту систему нелинейных алгебраических уравнений относительно зависимых переменных. Полученные решения и дадут локальное представление о функции положения механизма [3].

Уравнения связей исследуемых механизмов описываются системой нелинейных алгебраических уравнений вида:

$$F_i(U,V) \overset{def}{=} F_i(x_1,\dots,x_m,x_{m+1},\dots,x_{m+n}) = 0, i=\overline{1,m}, \quad n \le m \tag{1}$$

где $U=(x_1,x_2,\dots,x_m)$ и $V=(x_{m+1},\dots,x_{m+n})$ - соответсвенные координаты положения и управления, а F_i - многочлены. При этом число уравнений m совпадает с числом координат положения U, а число n называется числом степеней свободы механизма. В общем случае число степеней свободы механизма определяется из равенства $n=k-m$, где k - число неизвестных систем уравнений. Каждому значению координат управления V соответствует конечное число значений U, удовлетворяющих системе (1). Многозначный вектор - функция $U(V)$ называется функцией положения механизма, т.е, $x_i = x_i(x_{m+1},\dots,x_{m+n})$.

В работе [3] приведены определения простых и особых точек функции положения. Вблизи особой точки функций положения с помощью метода многогранников Ньютона получены параметрические решения вида (см. [2-3]):

$$x_i = x_i^0 + \sum_{j=1}^{\infty} b_{ij}\tau^{p_{ij}}, \quad i=\overline{1,m}. \tag{2}$$

Матрычный метод исследования особенностей плоских механизмов состоит из следующих этапов:

1. Запись уравнений связей в алгебраической форме:

$$F_i(U,V)=0, \quad i=1,2,\dots,m.$$

2. Составление якобиевой матрицы по системе уравнений связей:

$$J \overset{def}{=} \left(\frac{\partial F_i}{\partial x_j}\right), \quad i=\overline{1,m},\ j=\overline{1,m+n}\cdot$$

3. Выделение всех миноров M_I порядка m якобиевой матрицы J.

4. Вычисление выделенных миноров.

5. Разложение полученных определителей на множители и нахождение тех конфигураций механизмов, в которых $M_{I'} = 0$ хотя бы для одного набора индексов I'.

6. Нахождение условий одновременного обращения в нуль всех миноров порядка m якобиевой матрицы.

7. Выяснение условий накладываемых на параметры механизма, при выполнении которых $M_I = 0$ для всех наборов $I = (i_1, ..., i_m)$.

Для нахождения всех особенностей первого типа достаточно первых пяти шагов. Последние два этапа достаточно трудоемки.

В данной работе иследовани уравнения связей функции положения одного механизма [см.3]: следущего вида:

$$\begin{cases} F_1 \overset{\mathrm{d}ef}{=} x_1^2 + y_1^2 = \ell^2, \\ F_2 \overset{\mathrm{d}ef}{=} (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 = d^2, \\ F_3 \overset{\mathrm{d}ef}{=} (x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2 = d^2, \\ F_4 \overset{\mathrm{d}ef}{=} (x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2 = d^2, \\ F_5 \overset{\mathrm{d}ef}{=} (x_4 - x_1)^2 + (y_4 - y_1)^2 = d^2, \\ F_6 \overset{\mathrm{d}ef}{=} x_3^2 + y_3^2 = \ell^2. \end{cases} \qquad (5)$$

Система (5) из 6 уравнений от 8 неизвестных, то заметим, что число степеней свободы пятизвенника $n = 2$ (см. [2]), т.е. рассматривается механизм с двумя степенями свободы.

Вычислена якобиевае матрица системы (5)

В работе найдени отличные от пуля минори 6 – го порядка якоблевой матрици системи (5).

Обращение в нуль миноров D_i $(i = \overline{1,4})$ означает попадания механизма в особые положения, т.е. потеря степеней свободы.

Таким образом, полное локальное представление функции положения механизма рассматривеной структуры получено при следующих условиях:

а) записана полная система уравнений связей данного механизма;

б)перечислены все особые положения или особые многообразия механизма и дана их полная классификация по типу размерности. Все особые многообразия должны быть определены количественно;

в)даны решения системы уравнений связей в виде бесконечных рядов как в нерегулярных, так и во всех регулярных случаях.

Литература

1. Брюно А.Д., Солеев А. Классификация особенностей функции положения механизмов. *Пробл. машиностр. и надежн. машин.* № 1, 1994. С. 102-109.

2. Лунев В.В., Мисюрин С.Ю. Особые многообразия плоских и пространственных механизмов с несколькими степенями свободы. *Пробл. машиностр. и надежн. машин*. 1993. № 1, с. 102-109.
3. Баротов А.С.,. Об особенностях функции положения вращающего пятизвенника. *Узб. мат. журнал*. – Т., 2016. - № 2. с. 32-39.