

УДК 621.01

Альван Х. М. (асп., каф. ТММ), А.В. Слоущ, к.т.н., доц.

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ГЕОМЕТРИИ ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА

Платформа Стюарта представляет собой замкнутый пространственный рычажный механизм. В качестве его входных обобщенных координат обычно принимают длины его «ног». Прямая задача его геометрии состоит в определении функций положения платформы, т.е. координат полюса платформы и углов ее ориентации как функций обобщенных координат. Как известно, решение этой задачи не единственно и одному набору обобщенных координат может соответствовать множество конфигураций механизма. В связи с этим возникает вопрос о том, что считать решением прямой задачи.

Пусть известна конфигурация механизма при каком-то наборе обобщенных координат. При другом, но близком наборе обобщенных координат конфигурация механизма окажется близка к исходной. Эту близкую конфигурацию мы и будем отыскивать.

При таком понимании может быть организована итеративная процедура, в конечном итоге сводящаяся к методу Ньютона, позволяющая получить решение задачи в ряде последовательных конфигураций механизма.

Легко понять, что точность решения прямой задачи указанным методом зависит от конфигурации и вблизи особых положений резко снижается, а итеративная процедура расходится. Дело в том, что в особом положении две разные конфигурации, соответствующие одному и тому же набору обобщенных координат, совпадают. Близкому набору обобщенных координат соответствуют две близких, но различных конфигурации. Сделать между ними выбор метод Ньютона принципиально не может.

Существуют другие методы решения прямой задачи геометрии платформы Стюарта, описанные в [1] и [2]. По существу эти методы также основаны на методе Ньютона, представляя собой его модификации. Расчеты показывают, что в окрестности особых положений они также не позволяют добиться высокой точности. Потеря точности связана не с методом решения задачи, а именно с самими особыми положениями. В окрестности особых положений решение прямой задачи геометрии фактически не определено.

Результаты математического моделирования приведены в таблицах 1 и 2. В табл.1 приведены последовательные наборы обобщенных координат q_i и решения прямой задачи, составляющие столбца выходных координат $\rho = (x, y, z, \psi, \theta, \varphi)$, а в таблице 2 – полученные в результате решения обратной задачи наборы обобщенных координат q_i^* , ошибка

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{q_i - q_i^*}{q_i} \right)^2}$$

и якобиан системы уравнений геометрического анализа $|J|$.

Выводы. В окрестности особого положения никакой метод решения прямой задачи геометрического анализа механизма платформы Стюарта не позволяет получить точный результат, поскольку положение механизма при этом становится неопределенным.

Таблица 1

Положение 1		Положение 2		Положение 3		Положение 4	
q	ρ	q	ρ	q	ρ	q	ρ
2.244	0.0142	2.440	0.4188	2.8440	0.3560	3.6198	-27.8
2.3903	-0.0304	2.6403	-0.1309	3.1403	-0.3563	4.2101	-10.16
2.2693	2.1635	2.4693	2.2782	2.8693	2.6329	3.9677	6.694
2.2693	37.9649	2.4693	43.4834	2.8693	52.5328	3.7984	Неопр.

2.1662	2.6754	2.3662	8.0566	2.6662	7.9496	3.1315	Неопр.
2.1630	34.9802	2.2630	47.6331	2.4630	46.6200	2.6064	Неопр.

Таблица 2

	Положение 1	Положение 2	Положение 3	Положение 4
q^*_1	2.24357	2.4440	2.8440	14.4795
q^*_2	2.38681	2.63954	3.13964	17.6108
q^*_3	2.26702	2.46887	2.86894	20.0607
q^*_4	2.26867	2.46803	2.86821	18.4906
q^*_5	2.16449	2.32275	2.608	17.843
q^*_6	2.16342	2.16157	2.46174	21.1405
δ	0.00104	0.047	0.021	11.0982
$ J $	0.08463	0.24364	0.09653	≈ 0

ЛИТЕРАТУРА:

1. Nair R., Maddocks J.H. On the forward kinematics of the parallel manipulators. The International Journal of Robotics Research, Vol. 13, No. 2, April 1994, pp. 171 – 188.
2. Fichter E.F. A Stewart platform – based manipulator , general theory and practical construction. International Journal of Robotics Research. 1986. Vol. 5, No. 2, pp. 157 – 182.