

Решение прямой задачи кинематики для робота 3-RPR

1. Робот 3-RPR

Схема плоского манипулятора параллельной структуры 3-RPR представлена на рис. 1. Данный

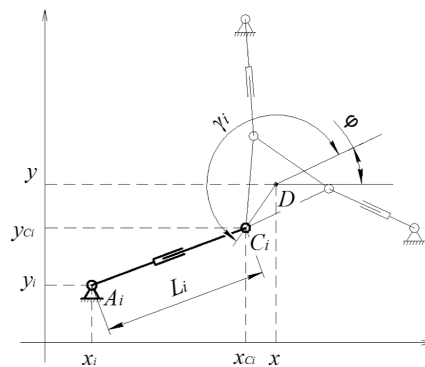


Рис. 1: Схема плоского 3-RPR манипулятора

механизм состоит из трех телескопических кинематических цепей $A_{i,i}$ ($i = 1, 2, 3$). Все они находятся в плоскости, в которой движется механизм. Пары A_i закреплены на неподвижном основании и их положение задается координатами x_i, y_i в неподвижной прямоугольной системе координат. Положение выходного звена механизма задается положением точки D и описывается координатами x и y , а также углом поворота φ этого звена относительно некоторого начального положения (рис.2). Перемещение выходного звена осуществляется за счет вращения приводных (входных) пар A_i .

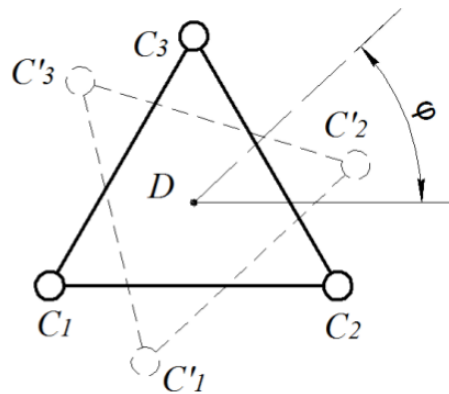


Рис. 2

2. Прямая задача кинематики

Прямая задача кинематики заключается в нахождении координат x, y, φ подвижной платформы манипулятора по заданным длинам L_1, L_2, L_3 .

3. Решение обратной задачи кинематики

Рассмотрим одну кинематическую цепь (рис.3). Для любой кинематической цепи длина L_i определена

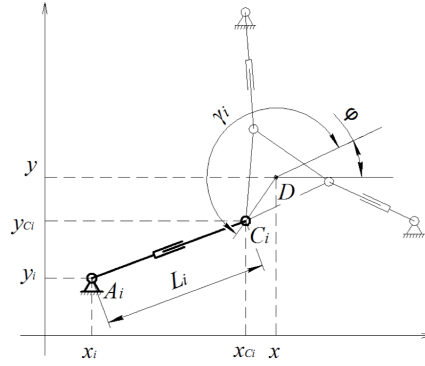


Рис. 3: Схема плоского 3-RPR манипулятора

следующим образом:

$$L_i^2 = \left(x + \frac{l}{\sqrt{3}} \cos(\phi + \gamma_i) - x_{A_i}\right)^2 + \left(y + \frac{l}{\sqrt{3}} \sin(\phi + \gamma_i) - y_{A_i}\right)^2 \quad (1)$$

Эти выражения являются решениями обратной задачи кинематики робота 3-RPR.

4. Подход к решению прямой задачи кинематики

Уравнения (1) задают систему уравнений на x, y, ϕ , которые зависят от L_1, L_2, L_3 . Выпишем эту систему

$$\begin{cases} \left(x + \frac{l}{\sqrt{3}} \cos(\phi + \gamma_1) - x_{A_1}\right)^2 + \left(y + \frac{l}{\sqrt{3}} \sin(\phi + \gamma_1) - y_{A_1}\right)^2 - L_1^2 = 0 \\ \left(x + \frac{l}{\sqrt{3}} \cos(\phi + \gamma_2) - x_{A_2}\right)^2 + \left(y + \frac{l}{\sqrt{3}} \sin(\phi + \gamma_2) - y_{A_2}\right)^2 - L_2^2 = 0 \\ \left(x + \frac{l}{\sqrt{3}} \cos(\phi + \gamma_3) - x_{A_3}\right)^2 + \left(y + \frac{l}{\sqrt{3}} \sin(\phi + \gamma_3) - y_{A_3}\right)^2 - L_3^2 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Данная система может быть решена различными методами численного анализа.

5. Реализация прямой задачи кинематики

Была написана программа, реализующая решение системы методом Ньютона с различными начальными приближениями. В случае корректных данных ($L_1, L_2, L - 3$) программа находит одно или два решения.