5. Chavan, Anil. D., & Suryawanshi, Chetan. V. (2020). Correlation of Fibonacci Sequence and Golden Ratio With its Applications in Engineering and Science. International Journal of Engineering and Management Research, 10(03), 31–36. https://doi.org/10.31033/ijemr.10.3.5

6. Shu-Bao, Y., Xu-Guang, W., Bo-Yin, W., Zhan-Hua, F., & Yong-Hai, Y. (2018). Application of “the optimization method” (golden section law) in blasting engineering.

7. Thapa, G. B., & Thapa, R. (n.d.). The Relation of Golden Ratio, Mathematics and Aesthetics. http://www.mathsisfun.com/numbers/golden-ratio.html

8. The Golden Ratio in History - The Golden Ratio & Phi. (n.d.). Retrieved May 3, 2022, from https://goldenratioandphi.weebly.com/the-golden-ratio-in-history.html

УДК 519.6

ЗАДАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРА ПРИ ПОМОЩИ ВЕКТОРОВ

Купаво С.С., Тарасюк А.В., Бахуревич А.М.
Научный руководитель – Королёва М.Н., ст. преподаватель

Аннотация: в данной работе рассматриваются общие сведения о роботах типа манипулятор, а также способ задания движения манипулятора методом векторов.

Ключевые слова: манипулятор, движение манипулятора, глобальная система координат, …

Введение

В наши дни существует множество различных конструкций роботов, и в этой работе мы разберем робот конструкции “манипулятор”.

Но как же определяется положение манипулятора в пространстве, как задать его движение и как подвести захват к нужной точке? В этой работе мы разберем все это, и приведем пример математических вычислений.

В качестве образца будем использовать робот манипулятор HIWIN Ra-605. Соответственно, далее мы будем ссылаться именно на эту модель.

Рабочее пространство манипулятора.

Рассматриваемый манипулятор, ввиду свой конструкции, имеет весьма специфическое рабочее пространство (рисунок 1):

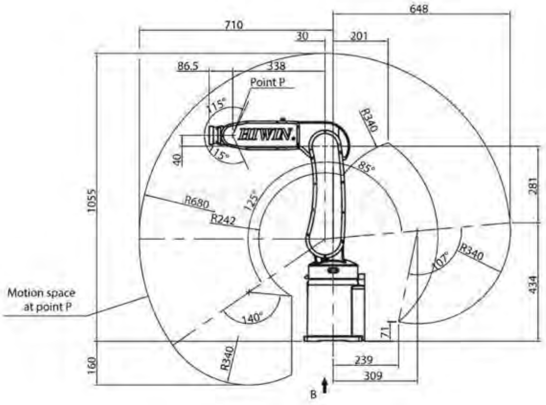

Рисунок 1 – Рабочее пространство манипулятора HIWINRa-605.

Как видно на схеме конструкция представляет собой только 3 вращательные пары и рабочее пространство имеет неровную сферу, которая сжимается возле основания манипулятора, поэтому у нашего манипулятора ангулярная система координат.

Способ перемещения, формулы расчета.

Перемещение манипулятора будем осуществлять следующим образом: задаем конечную точку, в которую должен “прийти” манипулятор, далее задаем угол между звеном с рабочим органом и перпендикуляром к плоскости O_{xy} (этот угол зависит от конкретной задачи, которую должен выполнить манипулятор), рассчитаем вектор r, то есть вектор, проведенный к фланцевой точке нашего манипулятора по формуле:

$$r = \sqrt{OB_{xy}^2 + BB_{xy}^2}$$

Так как мы не знаем значений OB_{xy} и BB_{xy}, мы должны высчитать следующие формулы:

$$OB_{xy} = OC_{xy} - BK, \text{ где}$$

$$BB_{xy} = (OC_{xy} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} \; \frac{1}{2} BC$$

$$BK = CK \sin(60°)$$

После подстановки получим:

$$OB_{xy} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} - CK \sin(60°);$$

$$BB_{xy} = CC_{xy} - \frac{1}{2} BC.$$

Когда подставим OB_{xy} и BB_{xy} в формулу с r, мы получим следующую формулу:

$$r = \sqrt{\left(\sqrt{r_x^2 + r_y^2} - CK \sin(60°)\right)^2 + \left(CC_{xy} - \frac{1}{2} BC\right)^2}$$

Далее рассчитаем углы α и β, которые помогут нам определить положение звеньев a и b соответственно, по формуле:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a^2 + r^2 - b^2}{2ar}\right); \quad \beta = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - r^2}{2ab}.\right)$$

Так как мы не знаем значений OB_{xy} и BB_{xy}, мы должны высчитать следующие формулы:

$$OB_{xy} = OC_{xy} - BK$$

, где

$$BB_{xy} = CC_{xy} - CK \qquad CK = \frac{1}{2} BC$$

$$OC_{xy} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$$

.

После подстановки $BK = CK \sin(60°)$ получим:

$OB_{xy} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$ - CK sin(60°);

$BB_{xy} = CC_{xy} - \frac{1}{2}BC$.

Когда подставим OB_{xy} и BB_{xy} в формулу с r, мы получим следующую формулу:

$$r = \sqrt{\left(\sqrt{r_x^2 + r_y^2} - CK\sin(60°)\right)^2 + \left(CC_{xy} - \frac{1}{2}BC\right)^2}$$

Далее рассчитаем углы α и β, которые помогут нам определить положение звеньев a и b соответственно, по формуле:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a^2 + r^2 - b^2}{2ar}\right); \quad \beta = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - r^2}{2ab}.\right)$$

Рассчитаем еще один вспомогательный угол ω для расчета угла поворота звена a:

$$\omega = \arcsin = \left(\frac{r_z}{r}\right)$$

Теперь рассчитаем углы поворота для стойки звеньев a и b. Их мы можем рассчитать по формуле:

$$\theta = arctan\left(\frac{r_y}{r_x}\right) \quad ; \quad \gamma_1 = \omega + \alpha \; ; \quad ; \; \gamma_2 = 180^\circ - \beta$$

Так как мы уже вывели значения, имеем α, β и ω:

$$\gamma_1 = arcsin\left(\frac{r_z}{r}\right) + arccos\left(\frac{a^2 + r^2 - b^2}{2ab}\right);$$

$$\gamma_2 = 180^\circ - arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - r^2}{2ar}\right) \quad .$$

Выполнив все эти расчёты, мы получим точное положение манипулятора вплоть до фланцевой точки. И на этом обратную задачу кинематики можно считать решенной.

Пример расчета положений звеньев для манипулятора HIWINRa-605.

Для примера мы взяли размеры звеньев с настоящего манипулятора HIVIN RA605, который стоит в 11А корпусе, кафедра робототехники.

C(350; 290; 310); a = 342 мм; b = 338 мм; c = 86,5 мм.

После всех расчётов мы получим следующие значения:

r = 463,93 мм; Υ_1 = 81,47°; Υ_2 = 92,89°; Θ =39,64°.

Теперь при помощи этих данных мы можем построить схемы расположения звеньев рассматриваемого манипулятора (рисунок 2):

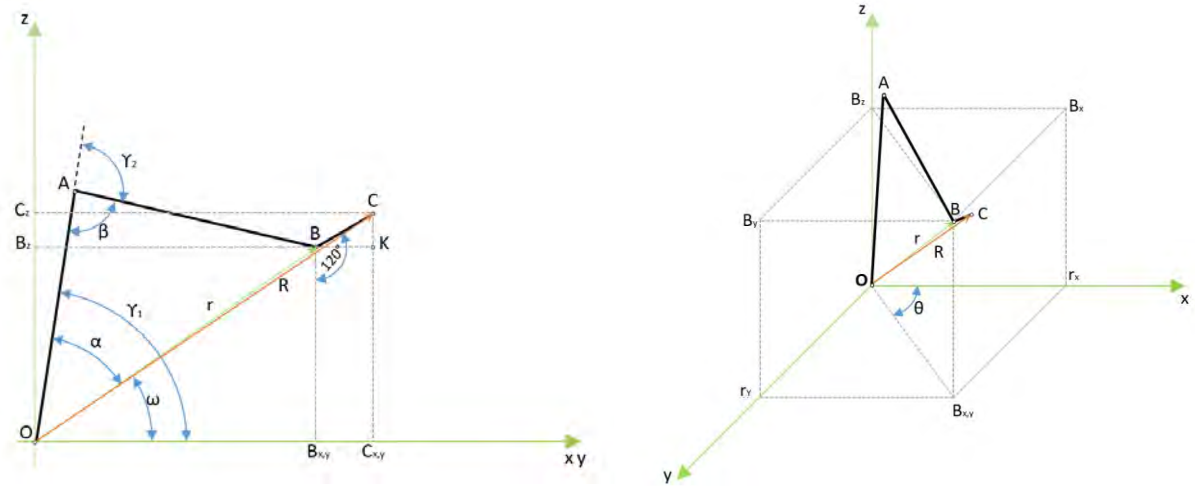

Рисунок 2 – Расположение звеньев манипулятора.

Литература

1. http://ermak.cs.nstu.ru/neurotech/html/metodmat/Robots2014/Lect3.pdf
2. http://roboticslib.ru/books/item/f00/s00/z0000021/st013.shtml
3. https://prolm.by/hiwin-technologies/robot-ra605710gb.html