

## О МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Каптюк И.В., Сатышев А.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук Ткачев Н.Н.

Сибирский федеральный университет

Построение модели перемещения шагающей платформы с использованием процедур описания кинематических пар и их взаимосвязей является трудоемкой задачей. Кроме того подобная модель имеет ограниченность в абстрактном восприятии. Так результатом работы такого алгоритма является крупный массив информации, нахождение закономерностей в котором, затруднено.

Как один из способов решения данной задачи предложен метод построения модели перемещения шагающей платформы на основе экспериментальных данных и координатных преобразований.

В исследовании использовался шагающий робот RoboNova-1, в перемещении участвовали тазобедренное, коленное и голеностопное сочленения. Расстояние от таза до колена – 43 мм, от колена до голени – 32 мм, от голени до поверхности стопы – 38 мм. В дальнейшем описании будет использован термин шагающая платформа, так как все данные будут приведены относительно них, без учета размеров и характеристик верхней части робота.

Таким образом, первой ступенью по решению поставленной задачи является систематизация данных полученных в ходе экспериментов с различными видами походки. Так на рисунке 1 приведен график изменения углов сочленений робота при походке с отрывом стопы от поверхности в 15 мм, что является ~10% к размерам самой платформы.

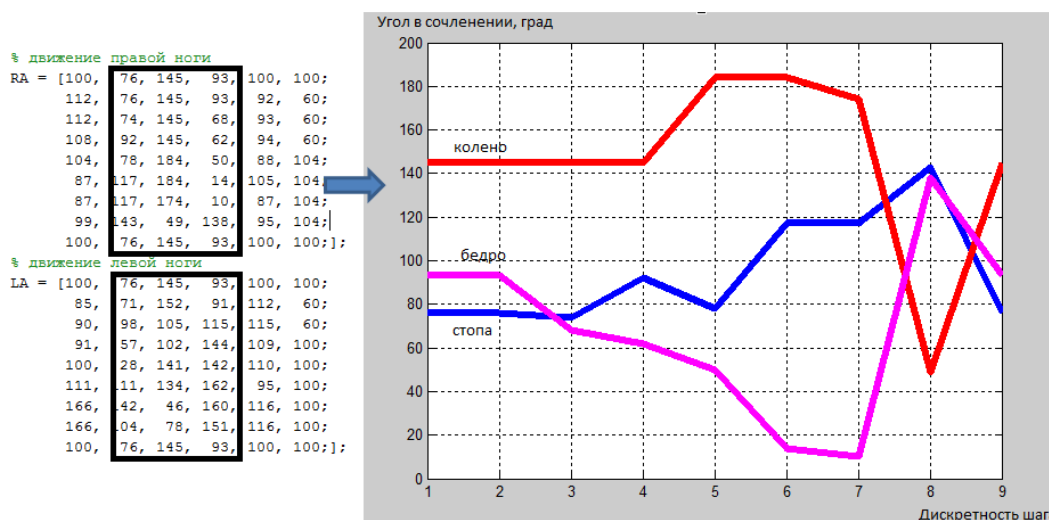


Рисунок 1- Изменение углов сочленений в декартовой системе координат

Поскольку это только один вариант походки и кроме того рисунок свидетельствует лишь о перемещении одной из ног шагающей платформы, то представление результатов в таком виде является трудным для восприятия. Решением является переход в полярную систему координат, в данной ситуации обеспечивающую большую наглядность.

В полярной системе координат, роль полярного угла будет исполнять дискретность шага ( $\varphi$ ) в цикле перемещения платформы, за полярный радиус принимается угол в сочленении ( $\alpha$ ) платформы.

$$r(\varphi) = [\alpha_1 \dots \alpha_n] \quad (1)$$

Благодаря такой записи на одном графике (рисунок 2) наглядно будут расположены данные как разных походок, так и обеих ног шагающей платформы.

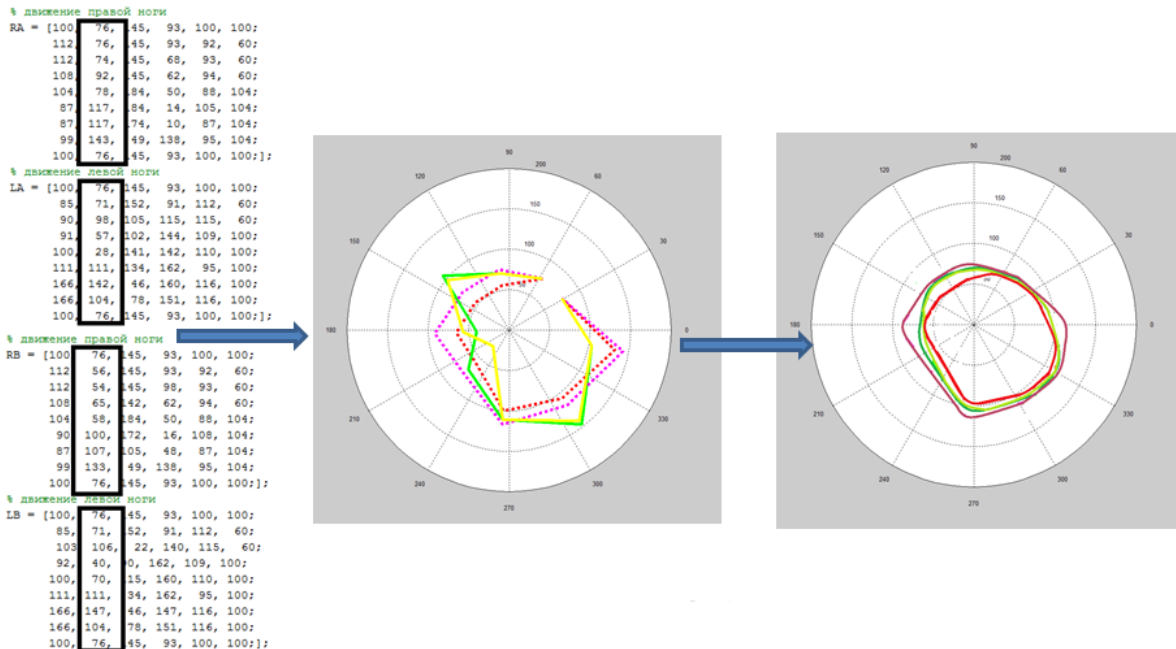


Рисунок 2- Перемещение сочленения в полярной системе координат

Кроме того, анализируя ситуацию, можно сделать вывод, что данный график является отображением линий уровня для поверхности, описывающей перемещение в данном сочленении. Если рассмотреть ситуацию, когда линия уровня расположена по осям  $x$  и  $y$ , то по оси  $z$  изменение формы поверхности будет зависеть от типа походки ( $s$ ), так как именно он задает высоту и длину шага.

Такого рода фигура может быть определена зависимостью координат точек поверхности от трех параметров  $\varphi$ ,  $\alpha$  и  $s$ .

$$Z = [s_1 \dots s_n], \quad (2)$$

$$X = \begin{bmatrix} \alpha_{1,i} * \cos(\varphi_i), & \dots & \alpha_{1,n} * \cos(\varphi_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{j,i} * \cos(\varphi_i), & \dots & \alpha_{k,n} * \cos(\varphi_n) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$Y = \begin{bmatrix} \alpha_{1,i} * \sin(\varphi_i), & \dots & \alpha_{1,n} * \sin(\varphi_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{j,i} * \sin(\varphi_i), & \dots & \alpha_{k,n} * \sin(\varphi_n) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Систематизируя данные по всем трем сочленения можно получить некоторую поверхность с тремя куполами, линии уровня которой в определенном сечении будут соответствовать одному из видов походки шагающей платформы.

Таким образом, получилась модель перемещения шагающей платформы. Данная модель может быть полезна, как обучающая выборка для получения моделей перемещения роботов различных габаритов.