

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОБИЛЬНОГО КОЛЕСНОГО РОБОТА

Сатышев А.С., Каптюк И.В.,

научный руководитель канд. техн. наук Ткачев Н. Н.

Сибирский Федеральный Университет

Введение. Невозможно представить современного робота стоящим на одном месте. Практически любой робот, кроме промышленных сборочных манипуляторов, должен уметь перемещаться в пространстве. Вариантов перемещения множество начиная от колесных платформ заканчивая шагающими роботами. Самым простейшим способом перемещения является колесная платформа. Разработано и успешно используется множество моделей колесных платформ, но возникает ряд вопросов, например как будет вести себя платформа, если будет меняться масса груза или координаты центра тяжести.

Модель. Для ответа на эти вопросы возьмем модель колесной платформы из [1] и внесем корректировки, которые позволят учитывать и меняющийся вес груза и координаты центра масс. Для учета изменений координат центра масс необходимо пересчитывать кинематические матрицы T_1 и T_2 следующим образом:

$$T_1(\beta, \rho_x) = \begin{bmatrix} \cos \beta_1 & \sin \beta_2 & \rho_{x_1} \\ \dots & \dots & \dots \\ \cos \beta_m & \sin \beta_m & \rho_{x_m} \end{bmatrix} T_2(\beta, \rho_y) = \begin{bmatrix} -\sin \beta_1 & \cos \beta_2 & \rho_{y_1} \\ \dots & \dots & \dots \\ -\sin \beta_m & \cos \beta_m & \rho_{y_m} \end{bmatrix} \quad (1)$$

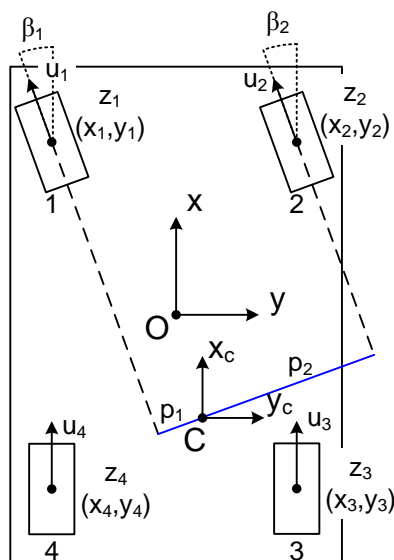


Рисунок 1 – кинематическая схема мобильной платформы.

Где ρ_x и ρ_y проекции плечи приложения сил на соответствующие оси. Для расчета применяются координаты центра поворотов колес z и координаты центра масс c . Считаем, что координаты центра масс заранее известны и вычисляются по формулам:

$$x_c = \frac{\sum x_i \cdot m_i}{\sum m_i} \quad (2)$$

$$y_c = \frac{\sum y_i \cdot m_i}{\sum m_i}$$

На рисунке 1 ρ_1 плечо приложения силы u_1 при повороте первого колеса на угол β_1 . Проекция данного плеча можно посчитать при помощи следующих формул:

$$\rho_{x_i} = \sqrt{(z_{i,1} c_{i,1}^2 + z_{i,2} c_{i,2}^2)} \cdot \sin \left(\arcsin \frac{z c_{i,2}}{\sqrt{(z_{i,1} c_{i,1}^2 + z_{i,2} c_{i,2}^2)}} + \beta_i \right) \quad (3)$$

$$\rho_{y_i} = \sqrt{(z_{i,1} c_{i,1}^2 + z_{i,2} c_{i,2}^2)} \cdot \sin \left(\arcsin \frac{z c_{i,1}}{\sqrt{(z_{i,1} c_{i,1}^2 + z_{i,2} c_{i,2}^2)}} + \beta_i \right) \quad (4)$$

Координаты центра колес должны быть приведены к координатной системе с началом координат в центре масс.

$$\begin{aligned} x_{ci} &= x_i - x_c \\ y_{ci} &= y_i - y_c \end{aligned} \quad (5)$$

Также модели понадобятся момент инерции платформы относительно центра масс системы:

$$J = \sum m_i \cdot \left[\sum_i \left((zm_{i,1} - x_c)^2 + (zm_{i,2} - y_c)^2 \right) \right] \quad (6)$$

Моделирование описанной системы проводилось при помощи приложения Simulink пакета MatLab.

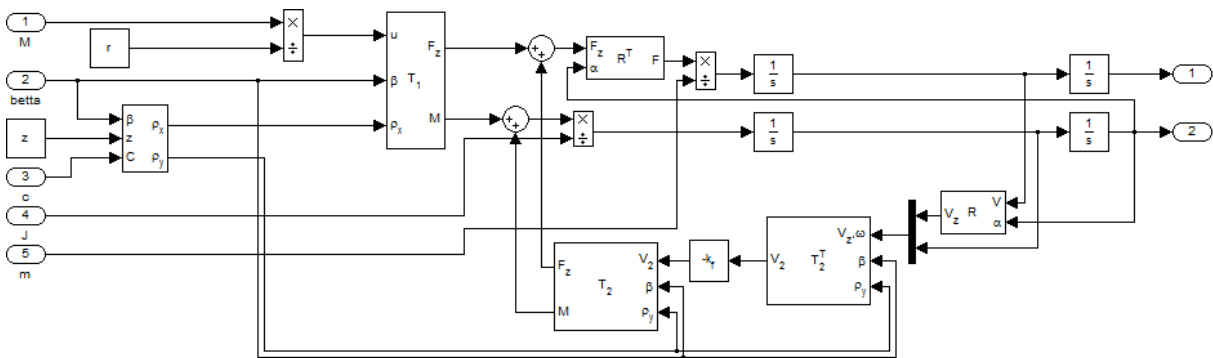


Рисунок 2 – Собранная модель в приложении Simulink.

Входом модели является задание моментов на колесах, что не является наглядным. Поэтому введем модели двигателей из предположения, что все 4 колеса тележки ведущие.

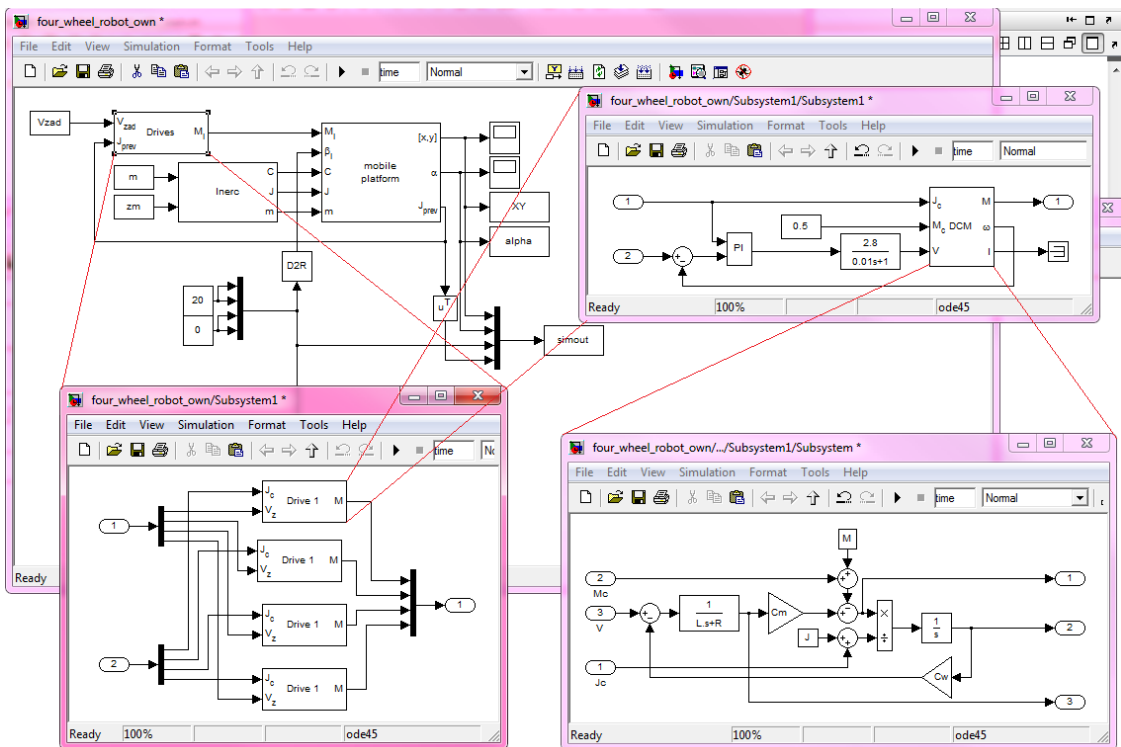


Рисунок 3 – Включение модели двигателя в модель мобильной платформы

Одним из входов блока двигателей является приведенный момент колесной платформы к валу двигателя каждого колеса, рассчитываемый по следующей формуле:

$$J_{prev} = \left(\frac{\cos \beta}{\sum \cos \beta} \right)^2 \cdot m \cdot r^2 + J \cdot \left(\frac{r}{\rho_y} \right)^2 \quad (7)$$

После сборки и настройки параметров модели был проведен численный эксперимент с координатами центра масс, совпадающими с геометрическим центром робота. Полученные результаты сравнивались с выходом модели приведенной в [1], по итогам их сравнения можно заключить, что модели ведут себя идентично. Исходя из этого модель считается адекватной и пригодной для дальнейшего использования.

Список используемых источников

1. Бурдаков, С. Ф. Системы управления движением колесных роботов / С. Ф. Бурдаков, И. В. Мирошник, Р. Э. Стельмаков. – СПб.:Наука, 2001. – 227 с.
2. Дьяконов, В. Математические пакеты расширения Matlab: Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – С.-Пербург: Питер.,2001. – 480с.