

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПО ЗАРАНЕЕ ИЗВЕСТНЫМ КООРДИНАТАМ

Ким Т.Ю., Прокопович Г.А.

Лаборатория робототехнических систем,
Объединенный институт проблем информатики Национальной академии
наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

В работе описывается процесс разработки системы управления транспортным мобильным роботом на основе созданного его цифрового двойника [1,2]. Первым шагом является реализация математической модели на основе мобильного робота с двумя независимыми двигателями и моделирование в среде MATLAB/Simulink. Входными данными для системы управления мобильным роботом является наличие карты с маршрутом (рис 1), его максимальной скорости (V_{max} , груза, и момента (M_{max}) на волах электродвигателей. Мобильный робот решает две задачи: 1) движение по заданной траектории представленной последовательностью точек (x_1, y_1) , (x_2, y_2) и (x_n, y_n) , где n-число шагов; 2) двигаться с максимальной скоростью ориентации в пространстве.

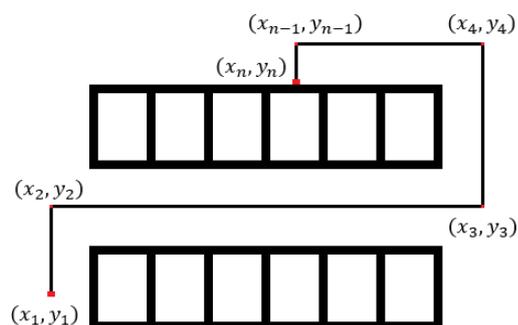


Рис 1. Траектория движения мобильного робота на основе
математической модели

Планируется на основе математической модели провести ряд вычислительных экспериментов над виртуальным роботом для того, чтобы получить желаемое значение максимального ускорения. Управление состоит из двухконтурного управления, где первый контур задает максимальное ускорение, а затем на его основе вычислить максимальную скорость. Заключительным этапом является визуализация движения по заранее известным координатам.

В качестве объекта исследования была взята имитационная модель RoboCape с дифференциальными приводами. На основе предыдущих экспериментов [3], были подобраны коэффициенты ПИД-регулятора, способного удерживать робота на линии при скорости 1 м/с.

Математическая модель [4,5] робота описывается следующими уравнениями (1-3), где V_x и V_y - это координаты робота в каждый момент

времени, θ - угловая скорость поворота корпуса робота, r - радиус колес, ω_1 и ω_2 - угловая скорость правого и левого колеса, a - расстояние от центра робота до центра колеса.

$$V_x = (r \cdot \omega_1 + a \cdot \theta) \sin \theta \quad (1)$$

$$V_y = (r \cdot \omega_1 + a \cdot \theta) \cos \theta \quad (2)$$

$$\theta = \frac{r \cdot \omega_2 - r \cdot \omega_1}{2a} \quad (3)$$

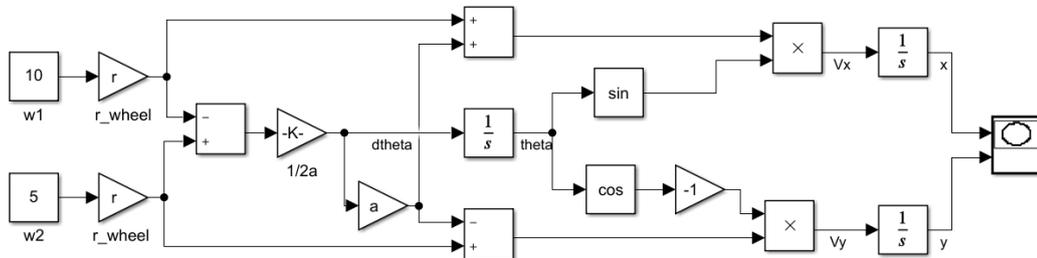


Рис 1. Реализация математической модели в среде MATLAB/Simulink на основе вышеуказанных формул

В заключении можно сказать, что суть поставленной нами задачи, заключается в передвижении мобильного робота из одной точки $((x_i, y_i))$, в другую точку (x_{i+}, y_{i+}) максимально близко придерживаясь намеченной траектории.

1. Ким Т.Ю., Прокопович Г.А. Разработка цифрового двойника для автоматической генерации траектории движения с применением глубокого обучения. – XXVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», 2020 г. (электронный сборник).

2. Ким Т.Ю., Прокопович Г.А. Цифровой двойник транспортной тележки с дифференциальным приводом для отладки алгоритма следования по траектории. – Международная конференция «НАУКА И ИННОВАЦИИ»: сборник научных трудов, 2020 г. – С. 496-499.

3. Ким Т.Ю., Прокопович Г.А. Имитационное моделирование движения двухколесного робота RoboCape на горизонтальной плоскости. – XVII Международная научная конференция «Молодежь в науке», 2020 г. – С. 398-400.

4. Бартенев В. В., Яцун С. Ф., Аль-еззи А. С. Математическая модель движения мобильного робота с двумя независимыми ведущими колесами по горизонтальной плоскости - Известия Самарского научного центра РАН. 2011. №4-1. (дата обращения: 07.03.2022).

5. Яцун С.Ф., Безмен П.А., Лосев Ю.Ю. Математическое моделирование движения вибрационного мобильного робота с внутренней подвижной массой. - Вибрационные машины и технологии: сб. науч. тр. Курск: ГТУ, 2008. С. 241-247.