1. Колесный робот

На рис. 1 показан колесный мобильный робот. Математическая модель движения этого робота представляется следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\dot{x} = v\cos\theta$$
$$\dot{y} = v\sin\theta$$
$$\dot{\theta} = \frac{v}{L}\tan\gamma$$

где x, y – координаты робота на плоскости, θ – угол между направлением вектора скорости и осью абсцисс неподвижной базовой системы координат, v – величина скорости и γ – угол поворота колес передней оси, определяющий направление движения робота. Управлением являются: v – скорость движения и γ – направление движения.

Задача состоит в том, чтобы обеспечить перемещение робота из начальной точки в заданную точку с координатами $\left(x^*, y^*\right)$.

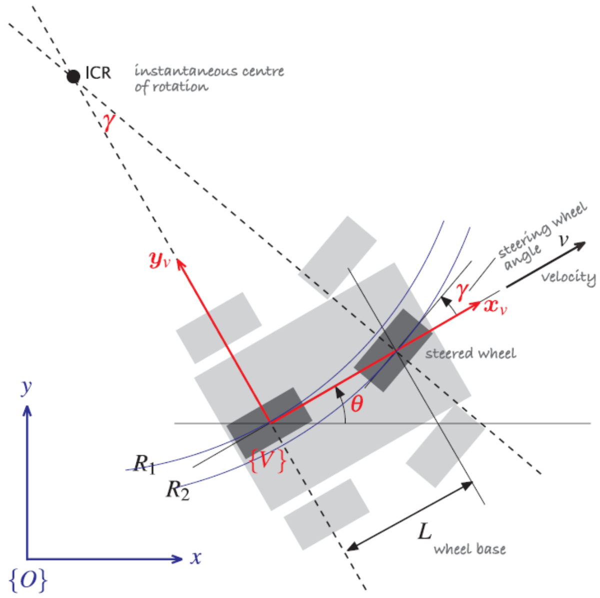

Рис. 1. Колесный робот.

Требуется:

1) построить Simulink-модель для моделирования движения колесного робота;

2) подобрать коэффициенты законов управления

$$v = K_v\sqrt{\left(x - x^*\right)^2 + \left(y - y^*\right)^2},$$

$$\gamma = K_\theta\left(\theta^* - \theta\right),\ \theta^* = arctg\frac{y^* - y}{x^* - x},\ \theta^*, \theta^* - \theta \in [-\pi, \pi].$$

так, чтобы обеспечить перемещение робота в заданную точку; подбирать коэффициенты следует для какого-либо конечной заданной точки, проверять на других точках.

<u>Один набор коэффициентов не будет работать для всех начальных и конечных точек</u>.

Для определенности в качестве начальной точки можно зафиксировать нулевые значения по всем компонентам. В этом случае принципиально наиболее вероятно увидите разницу для конечных значений из разных квадрантов – и знаки коэффициентов в управлении тоже могут меняться.

Настройку коэффициентов в управлении произвести

а) для положительных значений координат конечной точки $\left(x^*, y^*\right)$ вручную (подбором);

б) для отрицательных значений координат конечной точки $\left(x^*, y^*\right)$ с помощью решения оптимизационной задачи, которую составляем на основе требования – функции $\left(x(t), y(t)\right)$ лежали в заданных областях – функция $x(t)$ на плоскости tOx: $x^* \le x \le 0$, при $t \in [0,5]$, $0.095x^* \le x \le 1.005x^*$, при $t \in (5,12]$, аналогично функция $y(t)$ на плоскости tOy: $y^* \le y \le 0$, при $t \in [0,5]$, $0.095y^* \le y \le 1.005y^*$, при $t \in (5,12]$.

Для этого используем подход: для каждой области вводим меру $\alpha_i^k(\mathbf{h})$, $k = 1,2$ нарушения ограничений в i-й точке на промежутке $t \in [0,T]$, которую определим по формуле

$$\alpha_i^k(\mathbf{h}) = \begin{cases} 0, \ if \ \ e_2^k(t_i) \le e^k(t_i,\mathbf{h}) \le e_1^k(t_i); \\ e^k(t_i,\mathbf{h}) - e_1^k(t_i), \ if \ e^k(t_i,\mathbf{h}) > e_1^k; \\ e_2^k(t_i) - e^k(t_i,\mathbf{h}), \ if \ e^k(t_i,\mathbf{h}) < e_2^k, \end{cases}$$

а общая мера выхода по каждой функции за пределы «коридора» на отрезке $t \in [0,T]$ – следующей суммой

$$\alpha^k(\mathbf{h}) = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i^k(\mathbf{h}), \ k = 1,2,$$

тогда

$\alpha(\mathbf{h}) = \lambda\alpha^1(\mathbf{h}) + (1-\lambda)\alpha^2(\mathbf{h})\ \lambda \in (0,1)$, вектор $\mathbf{h}$ в данном случае составлен из коэффициентов управления.

Использовать значение параметра $L = 1$.

Для реализации указанной идеи необходимо выполнять имитационное моделирование непосредственно из MATLAB и далее использовать результаты моделирования при расчете минимизируемой функции. Для запуска моделирования из MATLAB необходимо использовать функцию sim:

[T,X] = sim('MODEL', tspan), tspan – либо промежуток моделирования, либо набор заданных значений из промежутка моделирования t_i – что и нужно для реализации данной идеи, в этом случае вектор T будет содержать именно эти моменты моделирования, а матрица X – соответствующие значения по компонентам вектора состояния.