

Д. Ю. Моторина (Ульяновск, УлГУ). **Задача слежения для мобильного робота с тремя роликонесущими колесами с учетом эффекта проскальзывания колес.**

Вопросам исследования динамики мобильного колесного робота и управления его движением при учете проскальзывания колес посвящены известные работы [1], [2].

В представленном докладе рассматривается задача слежения для мобильного робота, состоящего из платформы, перемещающейся по горизонтальной поверхности, и трех колес, на которых закреплены ролики. Ось вращения каждого ролика лежит в плоскости соответствующего колеса и направлена по касательной к его ободу. Робот управляется посредством трех независимых электродвигателей, которые создают управляющие моменты, приложенные к колесам.

В рамках исследуемой динамической модели предполагается, что на колеса действуют силы трения скольжения. Сила трения, приложенная к i -му колесу, разделяется на две составляющие: первая составляющая $F_{\tau i}$ направлена по оси вращения ролика, соприкасающегося в данный момент с поверхностью, вторая составляющая F_{ni} направлена по оси вращения колеса. Для описанных сил справедливы следующие неравенства: $|F_{\tau i}| \leq mg\mu_{\tau \max}/3$, $|F_{ni}| \leq mg\mu_{n \max}/3$, где m — масса системы, $\mu_{\tau \max}$, $\mu_{n \max}$ — максимальные коэффициенты трения покоя. Результирующая сила F_I , приложенная к i -му колесу и направленная по его оси вращения, имеет вид $F_i = \alpha u_i - \beta V_i - F_{ni}$, где u_i — управляющее напряжение электродвигателя, V_i — линейная скорость центра колеса, α , β — коэффициенты, зависящие от параметров робота и характеристик электродвигателей.

Уравнения, описывающие динамику системы, приводятся к виду $(\hat{H} + \Delta H)\ddot{q} + B\dot{q} = P(\psi)u(t - h(t)) - F$, где $q = (x, y, \psi)^T$, x , y — координаты центра масс платформы в неподвижной декартовой системе, ψ — угол поворота платформы вокруг вертикальной оси, \hat{H} — известная матрица инерции, ΔH — неизвестная матрица инерции, B , $P(\psi)$ — матрицы размерности 3×3 , F — результирующая сила трения в рассматриваемой системе координат, u — вектор управляющих напряжений, $h(t)$ — запаздывание в цепи обратной связи.

Управление в системе берется в виде непрерывной функции $u(t - h(t)) = \hat{u}^*(t) - kP^{-1}(\psi^*(t))\hat{H}Csat(x(t - h(t)) + C^{-1}\dot{x}(t - h(t)))$, где $\hat{u}^*(t) = P^{-1}(\psi^*(t))(\hat{H}\ddot{q}^*(t) + B\dot{q}^*(t))$, $x = q - q^*(t)$, $q^*(t)$ — отслеживаемая траектория, C — постоянная матрица, достаточно произвольно подбираемая, k — постоянный параметр, который необходимо определить, $sat(\cdot)$ — функция типа насыщения.

На основе принципа сравнения для механических систем с запаздыванием [3] разработан алгоритм нахождения параметров управления, погрешности слежения и максимальной величины запаздывания. Искомые величины определяются из неравенств, составленных для операторных и логарифмических норм матриц исследуемой системы. Предлагаемый алгоритм обладает рядом преимуществ, связанных с простотой производимых операций и возможностью достаточно произвольного выбора матрицы C .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 08-01-00741, и в рамках программы «Развитие научного потенциала высшей школы», проект № 2.1.1/6194.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hsu-Chih Huang, Ching-Chih Tsai.* Adaptive Trajectory Tracking and Stabilization for Omnidirectional Stabilization Mobile Robot with Dynamic Effect and Uncertainties. — In: Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control (Seoul, Korea, July 6–11, 2008), p. 5383–5388.
2. *Balakrishna R., Ashitava Ghosal.* Modeling of Slip for Wheeled Mobile Robot. — IEEE Transaction on Robotics and Automation, 1995, v. 11, № 1, p. 126–132.

3. *Перегудова О. А.* К задаче слежения для механических систем с запаздыванием в управлении. — Автоматика и телемех., 2009, № 5, с. 95–105.