

Д. Ю. Моторина, О. Г. Дмитриева (Ульяновск, УлГУ). **Построение динамической модели омни-мобильного робота с проскальзыванием колес.**

Вопросы построения динамической модели омни-мобильного робота с учетом проскальзывания колес рассматриваются в известных работах [1, 2].

В настоящем докладе рассматривается мобильный робот, который состоит из платформы и трех роликонесущих колес. Ось вращения каждого ролика лежит в плоскости соответствующего колеса и направлена по касательной к его ободу. При наличии подобных колес платформа может двигаться в любом направлении с любой ориентацией.

Робот имеет следующие массово-инерционные параметры: m_0 — масса платформы, m_1 — масса колеса робота, ρ_0, ρ_1 — соответственно радиусы инерции платформы и колеса относительно вертикальной оси, проходящей через их центры масс, r — радиус колеса, r_1 — радиус инерции колеса относительно оси вращения, l — расстояние от центра масс платформы до центра каждого колеса.

Пусть $O\xi\eta\zeta$ — неподвижная декартова система координат, ξ, η — координаты центра масс платформы в данной системе, ψ — угол поворота платформы вокруг вертикальной оси. Пусть φ_i — угол поворота i -го колеса относительно его оси вращения. Тогда условие проскальзывания колес записывается в следующем виде:

$$\dot{\Phi} = P^T(\psi)\dot{q} + dP^T(\psi)\dot{q},$$

$$P(\psi) = \frac{1}{r} \begin{pmatrix} \sin(\psi) & \sin(\psi + 2\pi/3) & \sin(\psi + 4\pi/3) \\ -\cos(\psi) & -\cos(\psi + 2\pi/3) & -\cos(\psi + 4\pi/3) \\ -l & -l & -l \end{pmatrix},$$

где $q = (\xi, \eta, \psi)^T$, $\Phi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)^T$, d — коэффициент, характеризующий проскальзывание колес. Параметр d зависит от свойств поверхности, по которой движется робот. В рамках построенной модели предполагается, что d — постоянная величина.

Динамика робота описывается следующим уравнением:

$$H\ddot{q} + dH_d\ddot{q} + F(\dot{q}) + dF(\dot{q}) = rP(\psi)u(t - h(t)),$$

где $u = (u_1, u_2, u_3)^T$ — управляющие напряжения, подаваемые на электродвигатели постоянного тока, $H = \text{diag}\{m, m, I\}$, $H_d = \text{diag}\{m_d, m_d, I_d\}$, $F(\dot{q}) = (n\xi + m_d\dot{\eta}\dot{\psi}, n\dot{\eta} - m_d\dot{\xi}\dot{\psi}, 2l^2n\dot{\psi})^T$, $h(t)$ — ограниченная непрерывная функция запаздывания в управлении, $0 \leq h(t) \leq h_0 = \text{const}$.

Здесь $m_d = 3m_1r_1^2/(2r^2)$, $I_d = 3m_1l^2r_1^2/r^2$, $m = m_0 + 3m_1 + m_d$, $I = m_0\rho_0^2 + 3m_1(\rho_1^2 + l^2) + I_d$, $n = 3c_v/(2r^2)$, c_v — коэффициент, характеризующий момент противозлектродвижущей силы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ (проект МД-7549.2010.1) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (госконтракт № 14.740.11.0685 от 12.10.2010).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Williams R. L. II, Carter B. E., Gallina P., Rosati G.* Dynamic model with slip for wheeled omni-directional robots. — IEEE Transaction on Robotics and Automation, 2002, v. 18, № 3, p. 285–293.
2. *Balakrishna R., Ghosal A.* Modeling of slip for wheeled mobile robot. — IEEE Transaction on Robotics and Automation, 1995, v. 11, № 1, p. 126–132.