

Р.А.Камарева, О.А.Перегудова (Ульяновск, УлГУ). **Управление движением мобильного робота с роликонесущими колесами с учетом запаздывающей обратной связи.**

В работе, представленной данным сообщением, рассмотрена задача об управлении движением мобильного робота с четырьмя роликонесущими (омни-)колесами при помощи независимых электродвигателей постоянного тока, установленных на каждом колесе. Динамика такой системы с учетом сил вязкого и сухого трения и параметрической неопределенности описывается уравнениями с разрывной правой частью [1] $dx/dt = Ax + Bu + K \text{sign}(x)$, где $x = (v, v_n, \omega)^T$ — вектор линейной и угловой скоростей робота, $u \in \mathbf{R}^4$ — управляющие напряжения, подаваемые на вход электродвигателей, A, B, K — известные матрицы, удовлетворяющие интервальным ограничениям вида $A_0 \leq A \leq A_1$ и т. д. Здесь A_0, A_1 — известные матрицы. Предполагается также, что в структуре обратной связи присутствует неопределенное запаздывание, $u = u(t - h(t))$, $0 < h(t) \leq h_0 = \text{const}$.

Известные методы построения нелинейного управления мобильными роботами с омни-колесами с учетом параметрической неопределенности, широко представленные в иностранной научной литературе в последние годы, такие, например, как б-экстепинг [2], обладают тем недостатком, что являются достаточно громоздкими по структуре и не учитывают влияние запаздывания в структуре обратной связи. В докладе представлено решение задачи об отслеживании траектории $q_0(t) = (\xi_0(t), \eta_0(t), \theta(t))^T$ робота при помощи непрерывного управления с насыщением вида $u = P \text{sat}(q(t - h(t)) - q_0(t - h(t)))$, $P \in \mathbf{R}^{4 \times 3}$, $q = (\xi, \eta, \theta)^T$. Здесь ξ, η — координаты центра масс платформы в декартовой системе, θ — угол поворота платформы вокруг вертикали, $\text{sat}(z) = (\text{sat}(z_1), \text{sat}(z_2), \text{sat}(z_3))^T$ — функция с насыщением вида

$$\text{sat}(z_i) = \begin{cases} \text{sign}(z_i), & \text{если } |z_i| \geq \gamma, \\ z_i/\gamma, & \text{если } |z_i| < \gamma, \end{cases} \quad \gamma = \text{const} > 0, \quad i = 1, 2, 3,$$

Решение задачи получено при помощи подхода, представленного в работе [3], основанного на построении вектор-функции Ляпунова с компонентами вида кубической векторной нормы и оценки ее производной с использованием матричных норм. Построенное управление является непрерывной аппроксимацией релейного и позволяет уменьшить чаттер [4], возникающий, в частности, при наличии запаздывания.

Работа выполнена при финансовой поддержке АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (2.1.1/6194) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 г.г.» (НК-408П, П/2230).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Oliveira H. P., Sousa A. J., Moreira A. P., Costa P. J.* Precise Modeling of a Four Wheeled Omni-directional Robot. — In: Proceedings of Robotica'2008, 2008, p. 57–62.
2. *Huang H. C., Tsai C. C.* Adaptive Trajectory Tracking and Stabilization for Omni-directional 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.
3. *Перегудова О. А.* К задаче слежения для механических систем с запаздыванием в управлении. — Автоматика и телемеханика, 2009, № 5, с. 95–105.
4. *Халли Х. К.* Нелинейные системы. М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009, 832 с.