

УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Косырев В.Н.

**Научный руководитель – Кожевников М.М., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь**

При разработке систем автоматического управления манипуляционными системами важное значение имеет учет технологических ограничений на траекторию движения технологического инструмента. Такие проблемы возникают также на производствах, где сборочно-сварочные операции составляют 40-50% в объёме общей трудоемкости, поэтому создание легко переналаживаемого оборудования на базе промышленных манипуляционных систем является экономически целесообразным.

В данной работе предложена система автоматического управления манипуляционными системами вычисляющая управляющие воздействия в пространстве координат технологического инструмента, и учитывающая при этом технологические ограничения. Разработанная система основана на точных трехмерных моделях технологического инструмента и звеньев манипуляционных систем. Эта система реализована на базе на топологически упорядоченной нейронной сети. Распределение потенциалов ϕ_a ($a=1:N^n$) на выходе этой нейронной сети определяет потенциальное поле манипуляционной системы следующим образом

$$\phi_a = f_a(v_a), \quad \tau_a \frac{dv_a}{dt} = \sum_{b=1}^{N^n} T_{ab} \phi_b - T_{a0} v_a + V_a,$$

где f_a – функция активации нейрона a , v_a – значение потенциала на входе нейрона a , ϕ_b – значение потенциала на входе нейрона b , соседнего с нейроном a , τ_a , T_{ab} , T_{a0} – весовые коэффициенты нейронной сети. Также на вход каждого нейрона a поступает внешний сигнал V_a , значение которого определяется следующим образом: $V_a = -1$, если $q_a \notin DC_f$, либо $q_a = [q_{1j}]^T$ ($j=1:n$), либо $q_a = [q_{Nj}]^T$ ($j=1:n$); $V_a = 1$ если $q_a = q_{sg}$; $V_a = 0$ во всех остальных случаях.

Допустимые диапазоны изменения углов ориентации технологического инструмента заданы в виде

$$\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}, \quad \beta_{\min} \leq \beta \leq \beta_{\max}, \quad \gamma_{\min} \leq \gamma \leq \gamma_{\max},$$

Соответственно допустимые диапазоны изменения углов ориентации с параметром дискретизации n определяются в виде следующих множеств значений

$$\{\alpha_j\}_{j=1}^n, \{\beta_j\}_{j=1}^n, \{\gamma_j\}_{j=1}^n,$$

где $\alpha_1 = \alpha_{\min}$, $\alpha_n = \alpha_{\max}$, $\beta_1 = \beta_{\min}$, $\beta_n = \beta_{\max}$, $\gamma_1 = \gamma_{\min}$, $\gamma_n = \gamma_{\max}$.

В качестве критерия качества управления предлагается использовать суммарное время перемещения технологического инструмента по точкам траектории

$$\tau = N\Delta t + \rho/v,$$

где Δt – время, ρ – длина пути инструмента при его движении в направлении от начальной к конечной точке траектории, v – скорость движения инструмента.

Эффективность предложенной системы подтверждается примерами практического применения при программном управлении манипуляционной системой на базе промышленного робота-манипулятора KR 125.