УДК 663.52

МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В ПРОСТРАНСТВЕ КООРДИНАТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Косырев В.Н.
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Предложен новый метод оптимального управления манипуляционными системами в пространстве координат технологического инструмента основанный на точных трехмерных моделях технологического инструмента и звеньев.

Кратчайшее расстояние между препятствием и звеном манипуляционной системы d_n, текущая локация технологического инструмента, установленного на манипуляционной системе, с m степенями свободы $\boldsymbol{q} = [q_1 \ldots q_m]^{\mathrm{T}}$ и целевая $\boldsymbol{q}^g = [q_1^g \ldots q_m^g]^{\mathrm{T}}$. Текущее отклонение технологического инструмента от целевой локации оценивается на основе нормы вида:

$$\Delta q^g = \left\| \mathbf{q} - \mathbf{q}^g \right\|. \tag{1}$$

Система правил движения манипуляционной системы относительно препятствия:

$$\begin{array}{lllll} R_1^{(r)}: & \text{если} \quad d_n = A_1^{(n)} & \text{и} \quad \Delta q^g = B_1, & \text{то} \quad \Delta q = \boldsymbol{C}_1^{(r)}, \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_{(\tilde{k}\times\tilde{l})}^{(r)}: & \text{если} \quad d_n = A_{\tilde{l}}^{(n)} & \text{и} \quad \Delta q^g = B_{\tilde{k}}, & \text{то} \quad \Delta q = \boldsymbol{C}_{(\tilde{k}\times\tilde{l})}^{(r)}, \end{array} \tag{2}$$

где $r = 1 \ldots \left(2^{\tilde{n}} - 1\right)$ – номер правила; $A_l^{(n)}$ – фиксированные значения расстояния между препятствием в зоне сканирования Π_n и звеном ($l = 1 \ldots \tilde{l}$); B_k – фиксированные значения отклонений от целевой локации ($k = 1 \ldots \tilde{k}$); $\mathbf{C}_{(k\times l)}^{(r)}$ – вектор задающий приращения координат технологического инструмента.

Общее количество правил составляет $r = 2^N - 1$. В случае если ни одно из препятствий не попало в зону сканирования, то ни одно из правил не активно, и реализуется максимально допустимый участок траектории технологического инструмента:

$$\Delta q_{\max} = [\Delta q_{1\max} \, \Delta q_{2\max} \ldots \Delta q_{m\max}]^{\mathrm{T}}. \tag{3}$$

Таким образом, свободная от столкновений траектория оптимального управления манипуляционной системой в пространстве координат технологического инструмента формируются на основе (2) и (3) до тех пор пока $\Delta Dot \neq 0$.

Эффективность предложенного подхода подтверждается примерами практического применения при синтезе систем управления манипуляционными системами на базе роботов-манипуляторов KUKA.