

УДК 621.51

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ЗВЕНЬЕВ РОБОТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТИ

О. Ф. ОПЕЙКО

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

При обработке поверхности требуется управление нормальным давлением N и величиной V скорости движения по поверхности. В неподвижных декартовых координатах поверхность описывается выражением $f(x,y,z) = 0$ и вектором градиента $g^T = (f_x, f_y, f_z)$, где f_x, f_y, f_z – частные производные по координатам. На разных участках траектории эффективность выполнения каждой из этих задач различна [1, 2].

Для эффективности управления величинами N и V предлагается автоматическая настройка усиления в канале управления каждым из приводов звеньев.

Решение прямой задачи кинематики позволяет выразить абсолютную скорость $v = A\dot{q}$ через относительные скорости $\dot{q}$ звеньев. Элементы $a_{ij}(q)$ матрицы $A = \{a_{ij}\}$, ($i, j = 1, 2, \dots, m$) в общем случае зависят от относительного положения q захватного устройства. Вектор скорости v имеет компоненты $v^T = (\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$, а его абсолютная величина определяется как $V = (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)^{1/2}$, направляющие косинусы определяются выражением $C_v = (\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})/V$. Вектор нормального давления N имеет компоненты $N^T = (N_x, N_y, N_z)$, абсолютную величину $N = (N_x^2 + N_y^2 + N_z^2)^{1/2}$ и направляющие косинусы $C_N = (N_x, N_y, N_z)/N = (C_{Nx}, C_{Ny}, C_{Nz})$.

Структура системы содержит блок R планирования траектории для задания скорости V и нормального давления N . Регуляторы R_v, R_N скорости и нормального давления вырабатывают сигналы управления скоростью и нормальным давлением на основании рассогласований $e_v = V^* - V$, $e_N = N^* - N$ скорости и нормального давления соответственно.

Если, например, $C_{Nx} \geq 2^{1/2}$, то управление по координате x мало влияет на скорость, однако значительно влияет на нормальное давление. Аналогичное имеем для координат y и z . Векторы $C_v^T A$ и C_N^T весовых коэффициентов в каналах управления электроприводами должны рассчитываться в зависимости от положения рабочего органа. Вектор Q обобщенных сил, приложенных к звеньям робота, формируется электроприводами в зависимости от взвешенной суммы выходных величин регуляторов.

Наибольшим весом в каждой компоненте вектора $\mathbf{Q}$ должен обладать канал управления величиной V либо N , на который эта компонента способна значительно повлиять.

Структура управления подобна структуре искусственного нейрона [3]. Поэтому возможна перенастройка весовых коэффициентов известными для искусственных нейронных сетей методами обучения для минимизации критерия

$$J = \int_0^{\infty} (e_V^2 + e_N^2 + \lambda(\dot{e}_V^2 + \dot{e}_N^2)) dt,$$

где λ – постоянный множитель; с увеличением λ время регулирования увеличивается.

Регуляторы R_V и R_N должны обеспечить качество при изменении параметров в широких пределах.

Предложенная структура управления направлена на улучшение динамических свойств системы и повышение точности стабилизации линейной скорости и нормального давления путем учета степени влияния каждого привода на управляемые переменные.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механика промышленных роботов: учебное пособие: в 3 кн. / Под ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. – Москва: Высшая школа, 1988. – Кн. 1. – 304 с.: ил.
2. **Опейко, О. Ф.** Управление промышленным роботом при обработке поверхности / О. Ф. Опейко // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 апр. 2022 г. – Минск: Бизнесофсет, 2022. – С. 96–97.
3. **Aggarwal, C. C.** Neural Networks and Deep Learning. A Textbook [Electronic resource] / C. C. Aggarwal. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94463-0>.