

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

Лоборева Л.А., Кожевников М.М.

Могилевский государственный университет продовольствия

г. Могилев, Республика Беларусь

Одной из важных задач при разработке роботизированных технологических комплексов сборки является задача автоматического управления манипуляционными системами при наличии технологических ограничений. В данной работе предложен новый алгоритм управления сборочной манипуляционной системой, основанный на использовании нейронной сети, которая моделирует весовую функцию, характеризующую расположение манипуляционной системы относительно технологического оборудования и предметов манипулирования.

Такой подход в отличие от известных позволяет синтезировать движения манипулятора без предварительной проверки его движений на соответствие ограничениям накладываемым технологическим процессом сборки, что обеспечивает приемлемое практики количество проверок при фиксированном шаге дискретизации. Предложенный алгоритм управления имеет вид:

---

**Исходные данные:** геометрическая модель робота и ограничений, стартовая  $q_{s1}$  и целевая  $q_{sg}$  конфигурации

---

- 1: Установить начальное значение параметра дискретизации  $N \leftarrow N_0$ ;
  - 2: **Повторять**
  - 3:     Вычислить  $V_a$  для параметра дискретизации  $N$ ;
  - 4:     Установить весовые коэффициенты нейронной сети в  $T_{ab_k} \leftarrow 1/3n \ (k=1:d)$ ;
  - 5:     **повторять**
  - 6:         Вычислить потенциальное поле  $\phi_a \ (a=1:N^n)$  путем интегрирования (6);
  - 7:          $a \leftarrow s1$ ;
  - 8:         **повторять**
  - 9:              $\phi \leftarrow \max f(\phi_{v_k})$ ;
  - 10:              $b \leftarrow \max b(\phi_{b_k})$ ;
  - 11:              $p \leftarrow \text{explore}(q(\phi_a), q(\phi_b))$ ;
  - 12:              $P \leftarrow \{q(\phi_a), q(\phi_b)\}$ ;
  - 13:             если  $b=sg$  то вернуть траекторию  $P$ ;
  - 14:              $a \leftarrow b$ ;
  - 15:             до тех пор пока  $p=0$ ;
  - 16:              $T_{ab_k} \leftarrow 0$ ;
  - 17:              $P \leftarrow 0$ ;
  - 18:             до тех пор пока  $\phi_{s1}=0$ ;
  - 19:              $N \leftarrow N+N_s$ ;
  - 20:     **до тех пор пока  $N \leq N_{\max}$**
- 

В алгоритме приняты следующие обозначения:  $N_0$  – начальное значение параметра дискретизации конфигурационного пространства;  $N_{\max}$  – максимально допустимое значение параметра дискретизации конфигурационного пространства;  $N_s$  – шаг изменения параметра дискретизации;  $P$  – траектория робота.

Эффективность предложенного подхода подтверждается результатами тестирования в экспериментальной системе автономного программирования сборочных манипуляционных систем на базе роботов-манипуляторов FANUC.