

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПЛАНИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

Илюшин И.Э.

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

Применение роботизированных технологических комплексов в современной промышленности распространено довольно широко. Однако считается, что основная сфера применения – это машиностроение, поскольку в этой отрасли ряд технологических операций считается вредным или опасным для здоровья человека. Тем не менее, роботы-манипуляторы находят применение и в пищевой промышленности, за тем лишь исключением, что обусловлено это в первую очередь желанием улучшить качество управления процессом, повысить надежность, а также увеличить производительность труда. Но высокая технологическая сложность таких операций существенно ограничивает применение роботов: основная проблема заключается в планировании траектории движения роботов-манипуляторов. А существующие CAD/CAM системы не позволяют решить данную задачу в полном объеме.

Поскольку вычисление свободного от столкновений конфигурационного пространства представляет значительную трудность, то в данной работе предложен метод синтеза статистической модели конфигурационного пространства на основе точных трехмерных CAD-моделей сборочно-сварочного робота-манипулятора и препятствий. Предложенный метод синтеза основан на задании модели конфигурационного пространства в виде графа  $R=(V, E)$ , где  $V$  – множество свободных от столкновений конфигураций робота манипулятора,  $E$  – множество прямолинейных траекторий соединяющих свободные от столкновения конфигурации. Задача синтеза решается путем последовательной дискретизации  $n$ -мерного конфигурационного пространства робота и выполнением теста на допустимость для каждой дискретной конфигурации. Если дискретная конфигурация проходит тест, то в граф  $R$  добавляется новая вершина.

Для планирования оптимальных траекторий предложен подход, основанный на топологически упорядоченной нейронной сети, которая моделирует весовую функцию, характеризующую расположение робота-манипулятора относительно препятствий. В соответствии с этим подходом первоначально генерируется приближенная траектория робота, конфигурационное пространство которого дискретизировано с низким разрешением, а также предполагается отсутствие столкновений при движении робота между узлами сетки дискретизации. Если при движении робота по такой траектории зафиксировано столкновение, то матрица связей в нейронной сети модифицируется и генерируется новая траектория при неизменном разрешении сетки дискретизации. Такой процесс повторяется до тех пор, пока свободная от столкновений траектория найдена, либо предельное число итераций достигнуто. Последнее означает, что необходимо увеличить разрешение сетки дискретизации и повторить процесс поиска траектории.

Таким образом, был разработан новый алгоритм планирования оптимальных траекторий роботов-манипуляторов, а его эффективность подтверждена результатами тестирования в экспериментальной системе моделирования движения роботов.