

ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ В РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЯЧЕЙКЕ

Лоборева Л.А.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь

Планирование работы начинается с анализа данных о расположении элементов в роботизированной ячейке, являющихся препятствием для перемещения звеньев роботов. Затем создается САД-модель препятствий $[B_h]$.

Анализ кинематических схем роботов и позиционеров дает информацию о допустимых передвижениях и конструктивных ограничениях $[q_{\min i} q_{\max i}]$, рабочих зонах DC_{fi} .

Далее устанавливаются требования по перемещению рабочего инструмента робота по отношению к объекту манипулирования и по отношению к объектам в рабочем пространстве. Задаются допустимые углы расположения рабочего инструмента по отношению к обрабатываемой детали $[\alpha_{\min i} \alpha_{\max i}]$.

Формируется рабочее пространство робота и позиционера в свободной от препятствий зоне $DC_{fi} = \{q \in DC_{fi}\}$ с учетом $[\alpha]$, $[B_h]$ и $[q]$.

Накладываются требования к типу перемещения и формирования траектории (позиционное или контурное).

Определяется тип совместной работы в роботизированной ячейке:

- 1) один робот работает с объектом манипулирования, а остальные препятствия являются статическими;
- 2) один робот работает с позиционером (причем рассматривается два варианта: робот перемещается, позиционер неподвижен либо робот перемещается и позиционер тоже перемещается);
- 3) два или более роботов осуществляют манипуляции на объекте;
- 4) два или более роботов осуществляют манипуляции на объекте, который ориентируется позиционером.

В зависимости от типа и последовательности выполняемых технологических операций выбирается тип сотрудничества роботов и позиционера в ячейке (независимого либо скоординированного).

Далее присваивается приоритет «ведущий m» или «ведомый s» для всех роботов и позиционера в роботизированной ячейке. Определяется точка входа в скоординированный совместный режим.

Разрабатывается траектория движения робота до перехода в скоординированный режим. Траектория «ведущего» разрабатывается с учетом обхода препятствий $[B_h]$ и требований к расположению инструмента относительно объекта и ограничений $[\alpha]$ и $[q]$.

Траектория «ведомого» формируется с учетом движений «ведущего» и проверяется дополнительно обход препятствий. При этом область препятствий может становиться динамической структурой, т.к. «ведущий» перемещается.

Если траектория обработки объекта (детали) ${}^{me}P_s(t)$ задана в системе координат детали, то при комбинированной синхронной работе роботов траектория «ведущего»

$${}^{mb}H_{me}(t) = ({}^{me}H_{mb}(t))^{-1} = ({}^{mb}P_m(t))^{-1} .$$

где $H(t)$ - матрица преобразования от системы координат одного робота к системе координат другого,

в индексах:

m соответствует «ведущему»,

s – ведомому,

b – базовой системе координат,

v – системе координат детали.

Траектория «ведомого» вычисляется

$${}^{sb}P_s(t) = {}^{sb}H_{mb} \cdot ({}^{mb}P_m(t))^{-1} \cdot {}^{me}P_s(t).$$

В процессе разработки траектории необходимо учитывать сохранение скоростей при контурном типе управления. Так же необходимо определить участки траектории, на которых требуется строго соблюдать углы ориентации рабочего инструмента относительно объекта.

Т.к. не все требования одновременно могут быть учтены при математическом моделировании, то необходимо предусмотреть порядок действий при обнаружении реального столкновения: либо останов робота, который натолкнулся, либо остановка «ведущего» и «ведомого», либо откат одного или нескольких роботов от проблемной точки. Координаты точки столкновения следует запомнить и скорректировать движение.

Проверка достижимости точек в рабочем пространстве при совместной работе проводится в виртуальном пространстве с помощью пакетов для имитационного моделирования. При выборе пакета следует учесть, требуется ли только просмотреть движение и оценить его на возможные столкновения, либо необходимо учесть скорости движения звеньев и качество выполняемой технологической операции на объекте. При выявлении некачественно выполненной операции (например, недостаточная или большая толщина сварного шва), следует определить точки траектории, с которых возможен сбой и пересчитать их. В алгоритм расчета при этом вводятся правки в виде меньших допусков на расположение инструмента на данном участке и скорости движения звеньев.

При формировании траектории движения можно предварительно провести анализ и определить те участки свободного рабочего пространства, на которых не нужно учитывать ориентацию инструмента, например при отдаленном расположении робота и ожидании выполнения текущей операции другим роботом на объекте.

При достижении точки обработки детали осуществляется переход к предустановленным перемещениям согласно встроенным командам робота: по прямой линии через заданные две точки и по дуге окружности при задании трех точек.

При имитационном моделировании нужно обратить особое внимание на возможность переориентации рабочего инструмента вблизи обрабатываемого объекта, а также возможные риски сбоев в работе при реальных условиях.