

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ШАГОВЫХ ТРАЕКТОРИЙ НА БАЗЕ ОЦЕНОЧНОЙ ФУНКЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бегун Д. Г.

Дайняк И. В. – канд. техн. наук, доцент

При разработке систем управления автоматизированным оборудованием возникает задача алгоритмизации программируемых движений. Наиболее простыми и эффективными алгоритмами являются алгоритмы формирования траектории на базе оценочных функций. Рассмотрен один из алгоритмов формирования шаговой траектории.

В управляющих устройствах автоматизированного промышленного оборудования [1] применяются два основных типа алгоритмов формирования шаговых траекторий. Это алгоритмы позиционного управления РТР (Point to point – от точки к точке) а так же алгоритмы контурного управления СР (Continuous path – непрерывный путь). При реализации РТР-алгоритмов задаётся требуемое количество узловых точек траектории, через которые обязательно должна пройти траектория перемещения рабочего инструмента либо координатного стола. СР-алгоритмы применяются для управления по непрерывной траектории с обеспечением синхронной обработки отдельных координат в реальном времени. В данной статье рассматриваются СР-алгоритмы основанные на методе оценочной функции, а так же его модификация с использованием экстраполированных значений оценочной функции.

При формировании траектории по методу оценочной функции криволинейная траектория аппроксимируется отрезками прямых, число которых зависит от требуемой точности формирования траекторий [2]. Существуют варианты отработки сложных траекторий по формулам полиномиальной интерполяции, наиболее известной из которых является формула Ньютона, также используются методы приближения траектории сплайнами, для них требуется большое время вычисления и объем памяти. На практике также применяются способы формирования траекторий с постоянными приращениями координат.

Траекторию движения управляемого в пространстве и времени объекта можно записать в виде $F(x, y, z, t) = 0$. Основное требование состоит в том, чтобы управляемый объект двигался с минимально возможным отклонением от желаемой траектории. Расчёт шаговой траектории выполняется согласно выражению

$$F[x_i, y_j, z_k] = F_{ijk},$$

где x_i, y_j, z_k – целочисленные значения переменных, характеризующие координаты узловых точек шаговой траектории; F_{ijk} – оценочная функция, характеризующая отклонение узловых точек рассчитываемой шаговой траектории от рассчитываемой кривой. Направление элементарного шага приращения выбирается в зависимости от знаков оценочной функции в узловых точках. Таким образом, оценочная функция представляет собой рассогласование теоретической кривой и шаговой траектории. Процесс формирования шаговой траектории характеризуется постоянным стремлением изменить знак и уменьшить величину оценочной функции. При отработке траекторий значение переменной в один момент времени может измениться только на одно элементарное приращение, вдоль одной из осей координат. Оценочная функция F_i при отработке шаговой траектории на плоскости для целочисленных значений координат имеет вид $[y] - f[x_i] = F_i$.

Чтобы избежать сложных вычислений, на каждом шаге итерации используют следующее выражение:

$$\left[\int_0^y y' dy \right] - \int_0^x f'[x_i] dx = F_i.$$

При переходе к целочисленным значениям значения интегралов заменяются интегральными суммами, а производных конечными разностями. При этом выражение для оценочной функции примет следующий вид:

$$\sum_{j=0} \Delta F[y_j] - \sum_{i=0} \Delta F[x_i] = F_{ij}.$$

На основании приведенного выше алгоритма было выполнено тестовое компьютерное моделирование шаговой траектории для окружности $x^2 + y^2 = 100$. Для рассмотренной шаговой траектории окружности радиусом 10, шагом дискретизации $h=1$ и центром в точке (0;0) были получены следующие экспериментальные результаты: 80 узловых точек траектории; максимальное отклонение $\varepsilon_{\max}=0,63$; среднее отклонение $\varepsilon_{\text{avg}}=0,29$.

Данный способ формирования шаговой траектории на базе оценочной функции во многих случаях позволяет создавать простые алгоритмы формирования шаговых траекторий с использованием конечно-разностных приращений.

Список использованных источников:

1. Системы многокоординатных перемещений и исполнительные механизмы для прецизионного технологического оборудования / В.В. Жарский [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Е. Карловича. – Минск : Бестпринт, 2013. – 208 с.
2. Тормышев, Ю.И. Методы и средства формирования шаговых траекторий / Ю.И. Тормышев, М.П. Федоренко.