Системы CAM применяются по окончании этапе проектирования для планирования, управления и контроля операций производства через прямой или косвенный интерфейс с производственными ресурсами предприятия. Одним из наиболее развитых направлений этой технологии является числовое программное управление (ЧПУ). Уже сейчас компьютеры способны с минимальным вмешательством оператора генерировать по моделям, полученным в CAD, программы для станков, оснащенных ЧПУ.

Кроме перечисленных выше, существует множество дополнительных средств САПР, облегчающих работу проектировщика и позволяющие повысить эффективность работы предприятия в целом: средства визуализации твердотельных моделей, системы быстрого прототипирования, организации и обмена документацией на предприятии, генерирования технологической документации и др.

Литература

1. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К.Ли – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.

УДК 629.1

АППРОКСИМАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИНОМА

Олехнович Дмитрий Григорьевич
Научный руководитель – Филипова Л.Г.
(Белорусский национальный технический университет)

В данной статье рассматривается метод интерполяции каноническим полиномом. Излагается теоретическая основа метода и выполняется пример расчета. Анализируются и сравниваются преимущества метода интерполяции каноническим полиномом и линейного варианта метода наименьших квадратов.

Назначение исследований и испытаний ГПС состоит в получении информации о состоянии испытываемого объекта с целью оценки технико-экономических показателей, срока службы или характеристик надежности, а также при уточнении методики расчета или математической модели.

Одной из важнейших задач в процессе математического моделирования является вычисление значений функций, входящих в математическое описание модели. Для сложных моделей эти вычисления могут быть трудоемкими даже при использовании ЭВМ.

Известно, что используемые в математических моделях функции могут задаваться как аналитическим способом (т.е. при помощи формул или уравнений), так и табличным, при котором значения функции известны только при дискретных значениях аргументов.

Одним из способов решения задачи является приближенная замена функции $f(x)$ более простой функцией $\varphi(x)$, которую нетрудно вычислять при значении аргумента x в данном интервале его изменения. Данный метод приближения функции $f(x)$ к более простой функции $\varphi(x)$ называется аппроксимацией. При подборе эмпирических формул широко используются полиномы. Особенно ценным при аппроксимации полиномами является то, что при известном точном выражении функции можно определить значения постоянных коэффициентов c_i.

Выберем в качестве аппроксимирующей функции $\varphi(x)$ полином $P_n(x)$ степени n в каноническом виде:

$$\varphi(x) = P_n(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots + c_n x^n, \qquad (1)$$

где $c_0, c_1, \ldots, c_n$ – свободные параметры интерполяции или коэффициенты полинома.

Коэффициенты c_i определяются из условия Лагранжа:

$$P_n(x_i) = f_i, \; 0 \le i \le n. \tag{2}$$

Получаем систему уравнений:

$$\left\{\begin{matrix} c_0 + c_1 x^2{}_0 + \ldots + c_n x_0^n = f_0 \\ c_0 + c_1 x_1^2 + \ldots + c_n x_1^n = f_1 \\ c_0 + c_1 x_n^2 + \ldots + c_n x_n^n = f_n \end{matrix}\right\}. \tag{3}$$

Система линейных алгебраических уравнений относительно свободных параметров c_i имеет решение, так как определитель системы отличен от нуля, если среди узлов x_i нет совпадающих.

Для вычисления определителя матрицы системы используется подпрограмма Гаусса.

Суть этого метода состоит в том, что для вычисления определителя квадратной матрицы необходимо привести ее к треугольному виду и найти произведение ее диагональных элементов. При этом следует учесть, что выбор главного элемента осуществляется перестановкой строк матрицы, каждая из перестановок изменяет знак определителя на противоположный. В подпрограммах вычисления определителя накопление произведение диагональных элементов матрицы происходит одновременно с приведением матрицы к треугольному виду.

Затем определяются численные значения полинома по схеме Горнера.

В общем виде, полином записывается в виде

$$P_n^{(1)}(x_i) = (P_n^{(i+1)}(x_i) + A_i) \bullet (x - x_i), \tag{4}$$

где $A_i = (f_i - f_{i-1}) / x_i - x_{i-1})$.

Рассмотрим суть этого метода на примере. В результате проведения эксперимента получена некоторая таблица значений изменения подачи Q насоса от давления p.

p	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Q	15.2	20.6	27.4	36.7	49.2	66	87.4	117.5

Для проверки данного метода зададим значения давления p такие же и с таким же интервалом изменения, как и в эксперименте.

Результаты расчета:

c_0 =-4.1531507122E-09

c_1 = 2.3982539698E+00

c_2 = 6.0068650808E+01

c_3 =-9.7177901260E+01

c_4 = 7.5178086440E+01

c_5 =-3.2159012354E+01

c_6 = 7.8641975328E+00

c_7 =-1.0280070549E+00

c_8 = 5.5731922410E-02

p	Q
1.0000000000E+00	1.5200000000E+01
1.5000000000E+00	2.0600000002E+01
2.0000000000E+00	2.7400000004E+01
2.5000000000E+00	3.6700000003E+01
3.0000000000E+00	4.9200000003E+01
3.5000000000E+00	6.5999999993E+01
4.0000000000E+00	8.7399999972E+01
4.5000000000E+00	1.1749999993E+02

Из результатов расчета видно, что погрешность составляет менее 1%, что позволяет применять метод интерполяции каноническим полиномом довольно широко.

Следует также отметить, что наряду с методом интерполяции каноническим полиномом существует линейный вариант метода наименьших квадратов, сущность которого состоит в том, что на основании экспериментальных данных строится линейная аппроксимирующая функция вида

$$\varphi(x) = a + bx, \qquad (5)$$

где a, b – линейные коэффициенты.

Однако результаты, полученные в процессе программной реализации данного метода, значительно расходились с результатами эксперимента. И поэтому был сделан вывод, что данный метод, хотя и обладает простым алгоритмом вычисления, имеет довольно большую погрешность, что не позволяет применять его для расчета.

УДК 629.3(0.75.8)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ СИЛ

Павловский Вячеслав Сергеевич,
Гремилов Евгений Александрович,
Луцевич Константин Викторович
Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Автушко В.П.
(Белорусский национальный технический университет)

Торможение мобильной машины должно осуществляться с максимальной эффективностью при одновременном сохранении управляемости и устойчивости.

При торможении происходит перераспределение нормальных реакций, действующих на мосты. Максимальная эф-