

ПОБУДОВА ФУНКЦІЇ ДИСКРЕТНОЇ ЗМІННОЇ У САПР MATH CAD

к.т.н. С.В. Хуторненко, В.М. Савченко
(подав д.т.н., проф. В.Г. Ягуп)

Розроблені методи графічного відображення функції дискретної змінної у системі автоматизованого проектування (САПР) Math CAD. Визначений оптимальний за швидкістю та кількістю значень функції, які можливо відобразити одночасно.

Math CAD є дуже популярною серед САПР, призначених для вирішення широкого кола математичних завдань на ПЕОМ, постійно розвивається і має версії як для DOS, так і для Windows. САПР дозволяє вирішувати велике коло наукових та інженерних задач завдяки широкій номенклатурі вбудованих функцій та національних систем числення і можливості представити результати обчислень як у числовій, так і у графічній формі [1]. Автори успішно застосовують її для вирішення задач розрахунку параметрів п'єзокварцевих резонаторів [2, 3].

Однак, як і будь-яка система широкого застосування, Math CAD має ряд "вузьких" місць, які ускладнюють її використання при рішенні деяких задач. Однією з проблем є графічне представлення функції однієї чи кількох змінних, які задані дискретно.

Нехай задана функція x дійсна лише у ряді дискретних точок така, що

$$x = \psi(i, j, k), \quad \text{де } i, j, k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Ставимо задачу побудувати графік залежності

$$A = \varphi(x), \quad \text{де } x \in [0, \infty]; \quad (2)$$

$$A = \begin{cases} 1 & \text{при } x \text{ дійсному;} \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Прикладом такої задачі є побудова графіка спектру частот (залежності значення функції амплітуди чи потужності сигналу A від змінної - частоти сигналу x). Значення A відмінне від нуля лише при дійсному значенні x .

Для побудови графіка такої функції розроблено два алгоритми, які дозволяють вирішити це завдання у середовищі САПР Math CAD.

Перший алгоритм включає до себе:

а) задавання спеціальної функції округлення аргументу x для можливості подальшого його перебору з дискретним шагом;

б) обрахунок значень аргументу x за функцією (1) та його подальше округлення;

в) пошук дійсних значень аргументу на інтервалі побудови графіку шля-

хом перебору всіх значень інтервалу з дискретним шагом;

г) знаходження значення функції $A = \Phi(x)$ в отриманих точках аргументу x та вивід графіку.

Програмна реалізація цього алгоритму наведена на рис. 1.

```
Задаємо функцію округлення

round(x) ≡ if(x - floor(x) < 0.5, floor(x), ceil(x))

Обчислюємо 3 значення функції

f0 := ω(1, 0, 0)    f1 := ω(1, 2, 2)    f2 := ω(1, 4, 4)

Округлюємо значення функції до 4-х знаків

f0 := round(f0·10000)/10000    f1 := round(f1·10000)/10000    f2 := round(f2·10000)/10000

Проводимо пошук значень функції на інтервалі
x = 5.5...7 з кроком 0.0001

x := 5.5, 5.5001 .. 7

A0(x) := if(x = f0, 1, 0)
A1(x) := if(x = f1, 1, 0)
A2(x) := if(x = f2, 1, 0)
```

Рис. 1. Програма побудови трьох значень функції A за першим алгоритмом

Зображення функції A при дійсних значеннях аргументу x дано на рис. 2.

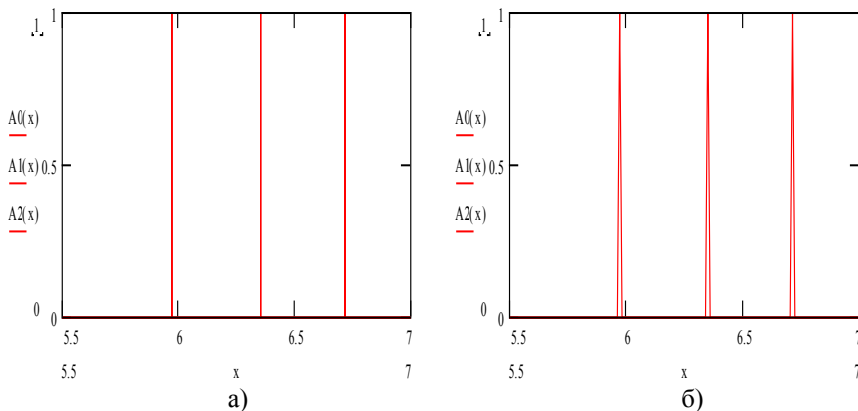


Рис. 2. Зображення функції A з кроком порівняння: а) 0,01; б) 0,0001

Бачимо, що отримання правильного зображення вимагає пошуку дійсних значень аргументу (послідовному переборі всіх значень x) з малим шагом (рис.2а). Це приводить до малої швидкодії алгоритму. Зменшення шагу веде до викривлення графічного зображення (рис. 2б). Другим недоліком цього алгоритму є обмежене число значень аргументу при яких може бути зображена функція. Це обумовлено необхідністю округлення та побудови зображення кожного значення окремо, як видно з рис. 3 (на лівій осі графіка кожне з трьох значень функції A задано окремо).

Другий алгоритм полягає в наступному:

а) проводимо обчислення значень дискретної змінної x , при якій значення проміжної функції (тієї ж x) відмінно від нуля (у задачі обранку спектру частот це буде поточна частота);

б) формуємо масив таких відмінних від нуля значень x .

Бачимо, що змінна x у цій задачі у залежності (1) має лише дискретні значення, у той же час при побудові графічної залежності (2) вона повинна бути неперервною. У такому вигляді побудова графічної залежності стандартними засобами САПР неможлива. Тому застосовуємо наступне перетворення отриманих даних:

в) записуємо масив x у вихідний файл командами **write (x)**, чи **writeprn (x)**;

г) зчитуємо данні з цього файлу за допомогою команди **read (x)**, чи **readprn (x)**.

При цьому у пам'яті ПЕОМ данні представлені у вигляді вектора при застосуванні першого оператора, чи вектора, або матриці при застосуванні другого. Основна відміна у тому, що при застосуванні оператора **readprn** не треба знати кількість компонентів файлу.

Фрагмент програми за другим алгоритмом наведений на рис.3.

```

n := 3  p := 0, 2..4  q := 0, 2..4

WRITEPRN(spectr) := ω(n, p, q)

spr := READPRN(spectr)
k := length(spr) - 1
kk := 0..k
spr1kk := 1  sskk := 0
Spr := augment(spr, spr1)

```

Рис. 3. Фрагмент програми побудови ряду значень функції A за другим алгоритмом

Перетворені за таким алгоритмом дані правильно інтерпретуються САПР і побудова графіку (одномірною чи двомірною) такої функції може бути проведена стандартними операторами Math CAD.

Результат виконання програми за другим алгоритмом, тобто побудова зображення функції, наведено на рис. 4.

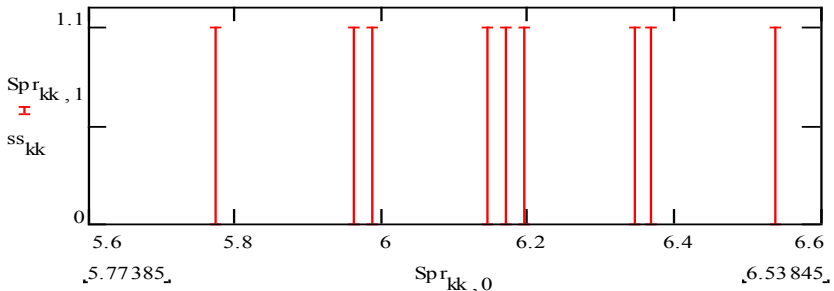


Рис. 4. Зображення функції дискретного аргументу за другим алгоритмом

Порівняльний аналіз алгоритмів показав, що другий алгоритм за швидкістю у 2-3 рази кращий. Для розглянутого прикладу на ПЕОМ з I486DX66, ОЗП - 12 МБ обрахунок трьох значень за першим алгоритмом склав 9 с., дев'яти значень за другим алгоритмом - 3,5 с. Це обумовлено тим, що не проводиться перебір значень аргументу функції в усьому інтервалі побудови графіку $x \in [a, b]$ з малим шагом, а враховуються лише точки з дійсним значенням x . Можливе зображення всіх значень функції на інтервалі, так як значення функції задаються не окремими операторами, а у єдиному масиві.

Розроблені програмні модулі є “прозорими” з точки зору користувача і у разі потреби легко може бути застосовані у програмах користувачів, чи перероблені під конкретне завдання. Отримані алгоритми та програмні модулі розширюють функції пакету Math CAD і можуть бути застосовані при графічному зображенні спектру частот радіотехнічних пристроїв та систем.

ЛІТЕРАТУРА

Очков В.Ф. Mathcad PLUS 6.0 для студентов и инженеров. – М.: Компьютер Пресс, 1996. – 238 с.

Хуторненко С.В., Савченко В.М., Ільченко О.В. Моделювання поведіння постійних п'єзоелемента при зміні кута зрізу // Наука, техніка, технологія, образование, здоров'я. – Харків : ХГПУ. – 1999. – С. 245 - 247.

Хуторненко С.В., Савченко В.М. Розрахунки коливань п'єзоелементу на засаді моделі з поліномами Ерміта // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2000. – Вип. 1(7). – С. 175 - 179.