

МЕДИФІКАЦІЯ СИМПЛЕКСНОГО МЕТОДА НЕЛДЕРА І МІДА

Максимець Д. В.; Тарабаров С. Б., к.т.н., доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Проектування радіоелектронної апаратури включає в себе визначення структури та параметрів компонентів схеми електричної принципової, характеристики якої відповідали б вимогам технічного завдання. Одним із етапів проектування є параметрична оптимізація, що дає змогу отримати необхідні параметри і характеристики радіоелектронної системи, що проектується. Степінь співпадіння заданих і поточних параметрів пристрою, що проектується, можна відобразити у вигляді цільової функції (функції якості). Тоді оптимізацію можна звести до пошуку екстремуму цільової функції.

Пошук екстремуму цільової функції можна зробити різними методами, які характеризуються, відповідно, ефективністю та складністю. Одним із ефективних методів нульового порядку, що не використовують похідної, є симплексний метод Нелдера і Міда. На початку пошуку будується регулярний симплекс – багатогранник, побудований на $n+1$ вершині n -вимірному простору. В методі використовуються чотири основні операції: віддзеркалення (рис. 1, а), редукція (рис. 1, б), стиснення (рис. 1, в) та розтягнення (рис. 1, г). На кожному кроці вибирають вершину з мінімальним f_b і максимальним f_m значеннями цільової функції в вершинах X_b і X_m відповідно.

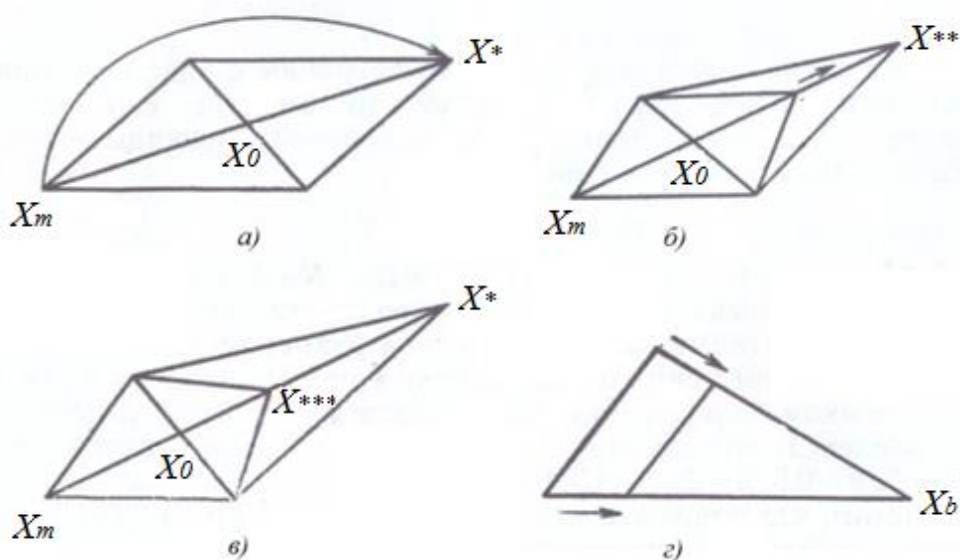


Рисунок 1. Симплексний метод Нелдера і Міда

Спочатку виконують операцію віддзеркалення відносно центра віддзеркалення X_0 за формулою: $X^* = X_0 + a(X_0 - X_m)$, де $X_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n+1} X_j$, (по замовчуванню $a = 1$).

В разі якщо віддзеркалення успішне, тобто значення цільової функції в вершині X^* менше f_b , то симплекс розширюється в цьому напрямку за формулою: $X^{**} = X_0 + b(X_0 - X_m)$; ($b > 1$, по замовчуванню $b = 2$).

Коефіцієнт b рекомендують брати зі значенням 2 щоб запобігти вироджування симплексу. Останнє унеможливить переміщення симплекса у якомусь із напрямків. Якщо розширення успішне, то вершину X_m замінюють на X^{**} , якщо неуспішне – на X^* . Якщо віддзеркалення неуспішне, то симплекс стискається в напрямку до X_0 за формулою :

$$X^{***} = X_0 + c(X_0 - X_m); (c < 1, \text{ по замовчуванню } c = 0.5).$$

Якщо стиснення також неуспішне, то виконується операція редукції – пропорційне стискання в напрямку вершини X_b за формулою:

$$X_j = X_b + d(X_j - X_b); j = 1, 2, \dots, n; (d < 1, \text{ по замовчуванню } d = 0.5) [1].$$

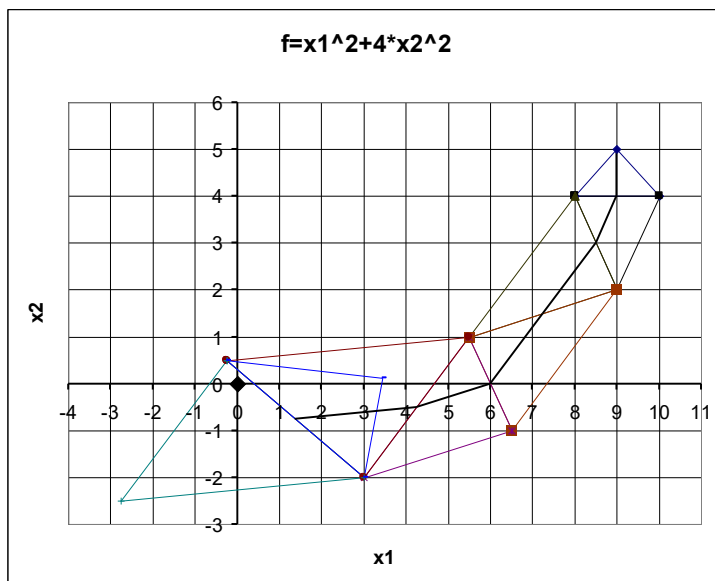


Рисунок 2. Переміщення симплекса

Приклад роботи симплексного методу Нелдера і Міда для функції $f = x_1^2 + 4x_2^2$ наведений на рис. 2. Для даної функції виконано 7 ітерацій пошуку екстремуму. З рис. 2 видно, що лінія, що з'єднує точки віддзеркалення, показує траєкторію переміщення симплекса. Симплекс розширився і «накрив» точку мінімуму, що шукають. Наступні кроки пошуку будуть пов'язані із зменшенням

розмірів симплексу та незначними переміщеннями поблизу екстремуму [2].

Щоб уникнути виродженості в симплексному методі Нелдера і Міда, пропонується відкинути операції стискання і розширення, а для підвищення ефективності методу застосовувати операції віддзеркалення, редукції та переміщення (рис. 3). Тобто, завдяки відсутності операцій, що деформують багатогранник, не має проблеми вироджування симплекса. Переміщення

симплексу відбувається в напрямку найменшого значення цільової функції без деформування.

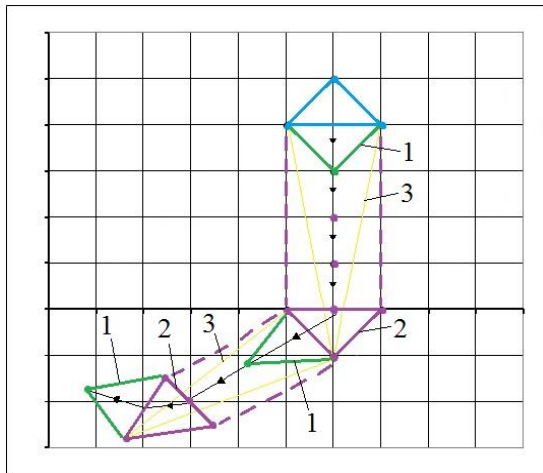


Рисунок 3. Модифікація методу

Стискання і розширення не вироджують симплекс. На рис.3 показано операція віддзеркалення (1), переміщення (3), стрілкою показано напрям руху симплексу, а також показано як би вироджувався симплекс при розтягуванні (3). Розроблювана модифікація дає змогу здійснити пошук екстремуму без деформації симплекса, що відбувається в методі Нелдера і Міда, завдяки застосуванню операцій віддзеркалення та переміщення симплекса. Завдяки новій

операції переміщення ефективність модифікованого методу не повинна уступати ефективності методу Нелдера і Міда.

Перелік посилань

1. Банди Б. Методы Оптимизации. Вводный курс. — М. : Радио и связь, 1988. — 128 с.
2. Комп'ютерне моделювання електронних схем, конструкцій та технологій електронних апаратів. Методичні рекомендації з виконання розрахунково-графічної роботи для студентів радіотехнічного факультету напрямку 6.050902 «Радіоелектронні апарати», кафедри радіо конструювання та виробництва радіоапаратури /С. Б. Тарабаров — Київ: НТУУ «КПІ».— 2012. — С. 29—38.

Анотація

Представлено результати розробки модифікації симплексного методу Нелдера і Міда оптимізації функцій, що описують параметри радіоелектронної апаратури. Наведено приклади роботи симплексного методу Нелдера і Міда та розробленої модифікації цього методу.

Ключові слова: проектування РЕА, оптимізація, комп'ютерне моделювання.

Аннотация

Представлено результаты разработки модификации симплексного метода Нелдера и Мида оптимизации функций, которые описывают параметры радиоэлектронной аппаратуры. Наведены примеры работы симплексного метода Нелдера и Мида та разрабатываемой модификации этого метода.

Ключевые слова: проектирование РЭА, оптимизация, компьютерное моделирование.

Abstract

The results of designing of Nelder-Mead algorithm modification, which describes options of radio-engineering hardware, are presented. Examples of using Nelder-Mead algorithm and its modification are presented.

Keywords: radio-engineering designing, optimization, computer modeling.