ВИКОРИСТАННЯ ЧУТЛИВОСТІ СХЕМНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ РЕА

Автор Федоринчик Б. В.
(науковий керівник — к.т.н., доцент Тарабаров С. Б.)

Однією з задач проектування сучасної радіоелектронної апаратури є забеспечення стабільності її роботи, що пов'язано з чутливістю схемних функцій.

Коефіцієнт чутливості являє собою кількісну оцінку зміни вихідних параметрів пристрою при заданій зміні параметрів його компонентів.

Чутливість схемної функції дозволяє оцінити відхилення останньої від номінального значення, для визначення компонентів з підвищеним впливом на характеристики, виконати розрахунок допусків на параметри компонентів, корисна при використанні градієнтних методів для оптимізації РЕА і т.д.

Використовуючи сучасні методи программування для розрахунку чутливості схемних функцій на основі існуючих алгоритмів пошуку екстремуму може значно прискорити розрахунок, зберігаючи при цьому точність в межах норми.

Пошук екстремуму може виконуватись різними способами, починаючи з простого перегляду всіх наявних станів системи і закінчуючи складними імовірнісними процедурами порівняння варіантів обраних шляхів. На складність процедури пошуку впливають різні фактори: загальне число наявних параметрів системи в області пошуку, вид цільової функції; дрейф екстремуму, що призводить до помилок і порушень в пошуку; обмеження області пошуку, тривалості пошуку та точності використовуємої інформації; неперервність чи дискретність пошуку і т.д.

Метод найскорішого спуску полягає в тому, що в початковій точці А визначається напрямок, нормальний до поверхні $\eta = f(x, y, z \ldots)$, що з'єднує точки з одними і тими ж значеннями η і проходить через точку А. Потім починається рух системи в напрямку цієї нормалі. Рух системи триває до тих пір, поки похідна функції $\eta = f(x, y, z \ldots)$, взята вздовж цього напрямку, не стане рівною нулю. Після цього знову визначається напрямок нормалі і відбувається рух уздовж неї. Перевагою методу найшвидшого спуску є відносно малий час виходу в область екстремуму. Однак, при наявності ярів на поверхні, збіжність методу буде дуже повільна

Метод Ньютона полягає в тому, що задається початкове наближення вблизу можливого кореня, після чого будується дотична до графіку досліджуваної функції в точці наближення, для якої знаходиться перетин з віссю абсцисс. Ця точка береться в якості наступного наближення. Цей процесс повторюватиметься, поки не буде знайдена необхідна точність. Перевагою методу є точність розрахунку, однак недоліком є те, що розрахунок потребує чимало часу через розрахунок матриці Гессе.

Задачею розробника є пошук ефективного методу з точки зору

співвідношення швидкості та точності. За зразок оберемо функцію $f(x_1, x_2) = (x_1^2) + 4 * {x_2}^2$ та для порівняння використаємо методи Ньютона та найскорішого спуску. Розрахунок починатимемо з точки (-10;-10) та оберемо точність ξ=0.1. Порівнюватимуться методи на одній обчислювальній машині з виділенням однакової ресурсної бази під виконання программи пошуку екстремуму. Після аналізу публікацій у мережі інтернет, для написання программи виконання обчислення за даними методами було обрано мову программування Python через його зручність в освоєнні і швидкість обробки математичних даних.

Розрахунок за методом Ньютона відбувся за одну ітерацію, що тривала 5.17с. В результаті були отримані координати (0;0).

Программа за методом найскорішого спуску здійснила сім ітерацій, що відбувалися за 0.25с, 0.19с, 0.21с, 0.23с, 0.22с, 0.19с,0.15с , що суммарно становить 1.44с . В результаті сьомої ітерації було отримано координати (-0.02007; 0.00502).

Отже використовуючи метод найскорішого спуску для пошуку мінімуму функції $f(x_1, x_2) = (x_1^2) + 4 * {x_2}^2$ ми маємо майже в 3.59 разів швидший метод знаходження екстремуму, порівняно з методом Ньютона. Для оцінки якості пошуку потрібно використати значення глибини пошуку, що розраховується за формулою $q = -\lg(f_m - f_{min})$, де f_m- мінімальне знайдене значення та f_{min}- мінімальне точне значення досліджуваної функції.

З даного прикладу ми отримуємо в результаті те, що метод найскорішого спуску значно програє методу Ньютона в кількості ітерацій та має невеликий програш в точності, що залишається в межах норми, однак компенсує недоліки завдяки швидкості розрахунку.

Перелік посилань

1. Артеменко Д.С., Тарабаров С.Б. Методи розрахунку чутливості схемних функцій, Київ

2. Optimisation with spicy.optimize package on Python, https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/tutorial/optimize.html

3. Г. Мошиц, П. Хорн Проектирование активных фильтров, Москва «Мир», 1984 – 27-39с.

4 Методы поиска экстремума, являющегося функцией нескольких независимых переменных величин, http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000013/st047.shtml

Анотація

Розроблено програми оптимізації схем на мові программування Python, взявши за основу найбільш популярні методи пошуку екстремуму, що використовуються при проектуванні РЕА. Проведено порівняльний аналіз двох методів. Наведено теоретичні відомості, які використовувалися при розробці программ.

Ключові слова: екстремум, чутливість, методи оптимізації, ефективність.

Abstract

The program optimization schemes in the Python programming language have been developed, based on the most popular extreme search methods used in the design of the REA. A comparative analysis of two methods was carried out. The theoretical information used in the development of programs is given.

Keywords: extremum, sensitivity, optimization methods, efficiency.