

ПРОГРАМНА СИСТЕМА РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СТАТИСТИЧНОГО МЕТОДУ ПАРНОЇ ПРОБИ

Теслюк В.М.¹⁾, Місько О.О.²⁾

¹⁾ Національний університет "Львівська політехніка", д.т.н., професор;

²⁾ Тернопільський національний економічний університет, магістрант

Вступ

В процесі автоматизованого проектування [1] складних об'єктів та систем досить часто доводиться розв'язувати оптимізаційні задачі. У випадках великої розмірності оптимізаційних задач зростає ефективність статистичних методів оптимізації [2 - 4]. Тому розроблення системи розв'язання задач оптимізації з використанням статистичного методу парної проби є актуальною задачею.

I. Розроблення структури системи та алгоритму її роботи

Розроблена структура системи побудована таким чином, що володіє модульною структурою. Кожна підсистема – це окремий модуль. Система містить наступні підсистеми (рис.1): підсистему роботи з користувачем, яка містить візуальний інтерфейс користувача; підсистема роботи з файлами, яка здатна завантажувати та зберігати файли у XML – форматі. Кожний з файлів містить у собі параметри і значення системи рівнянь, обмеження та інше; ядро управління системою, яке об'єднує систему у єдине ціле. Містить у собі засоби для запуску, контролю та використання системи; підсистема формування випадкових векторів, яка відповідає за створення векторів фіксованої довжини з випадковими значеннями; підсистема обчислення значень цільової функції та перевірки відповідності точки заданим обмеженням; підсистема конвертування текстового запису; підсистема пошуку рішення, яка містить у собі реалізовані алгоритми статистичного методу парної проби .



Рисунок 1 - Структура розробленої системи

Одним з основних кроків розроблення спеціалізованого програмного забезпечення є розроблення алгоритмів роботи системи. В даному випадку йде мова про побудову алгоритму роботи програмної системи, алгоритми роботи використовуваних методів тощо.

В процесі реалізації системи розроблено алгоритм, який містить наступний перелік основних кроків. Після запуску програми, в залежності від наявності уже внесених даних о файлу, можливі два сценарії роботи (рис.2):

- Якщо не було попередньо введено дані про систему рівнянь, то необхідно їх ввести. Для цього необхідно виконати наступні операції: створити нову систему рівнянь; ввести цільову функцію; ввести обмеження; ввести початкову точку; ввести параметри пошуку розв'язку; зберегти дані у XML – форматі.

- Якщо вже було попередньо збережено систему рівнянь, то необхідно виконати наступні операції: завантажити систему рівнянь з XML-файлу; запустити пошук розв'язку; вивести кінцеві результати; завершити роботу програми.

II. Особливості розроблення програмного забезпечення системи

Для реалізації системи використано мову програмування Java [5], яка володіє рядом переваг над іншими та відмітною особливістю Java порівняно з іншими мовами програмування загального призначення є забезпечення високої продуктивності програмування, ніж продуктивність роботи програми або ефективність використання їм пам'яті.

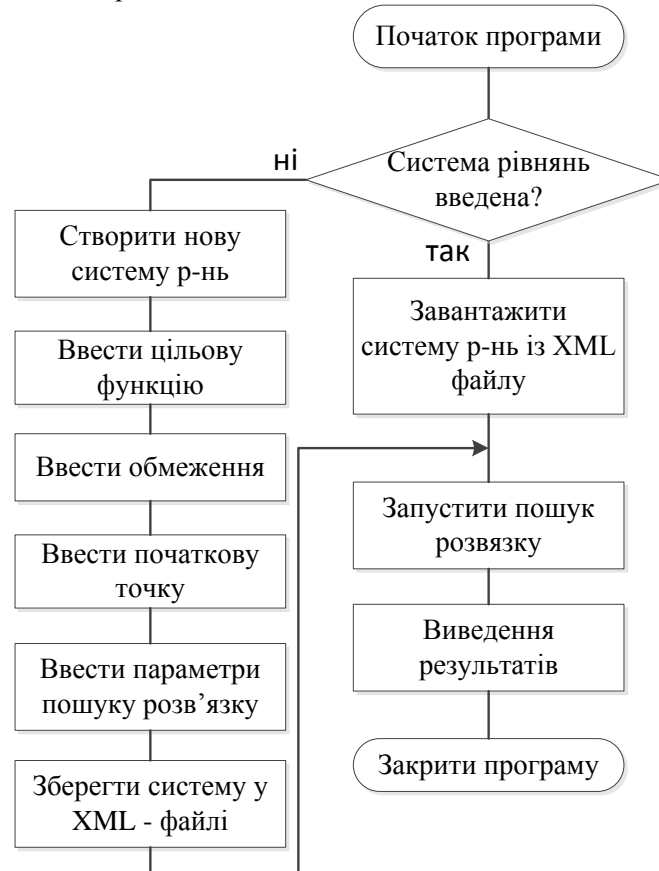


Рисунок 2 - Алгоритм роботи системи

Перед реалізацією програмного забезпечення розроблено структуру програмного забезпечення, яка відповідає за виконання усього необхідного функціоналу системи. Програмне забезпечення розбито на набір окремих під модулів, кожний з яких виконує власні функції. Структура складається з 4-ох основних модулів (рис.3), таких як: модуль роботи з XML – файлами, який відповідає за зчитування та запис даних про систему рівнянь та налаштування роботи методу в файл у XML форматі; модуль роботи з користувачем, який відповідає за взаємодію з користувачем. Модуль містить інтерфейс користувача та обробляє усі керуючі команди; модуль роботи з функціями та обмеженнями, який відповідає за перетворення функцій та обмежень з текстового у зрозумілий комп'ютеру запис. Також модуль відповідає за обчислення значення функцій у певній точці та перевірку відповідності точки обмеженню; модуль математичних обчислень, який містить у собі математичне ядро, яке виконує обчислення згідно з алгоритмами роботи статистичного методу парної проби.

Кожному із модулів відповідають один або декілька класів, які реалізують необхідний функціонал. Було створено наступні класи для реалізації модуля математичних операцій та модуля роботи з функціями та обмеженнями: клас MathEngine містить дані і методи необхідні для роботи алгоритмів; клас RandomGenerator, містить дані і методи, які необхідні для генерування випадкових векторів. Ці вектори необхідні для випадкового пошуку оптимуму; клас Summand, містить дані і методи для роботи з функціями. Він є базовою одиницею запису функції; клас functionParser, який містить дані та методи для обчислення значення функції в певній точці, перевірки відповідності точки обмеженням, перетворення функції з текстового значення у зрозумілий для програми запис.

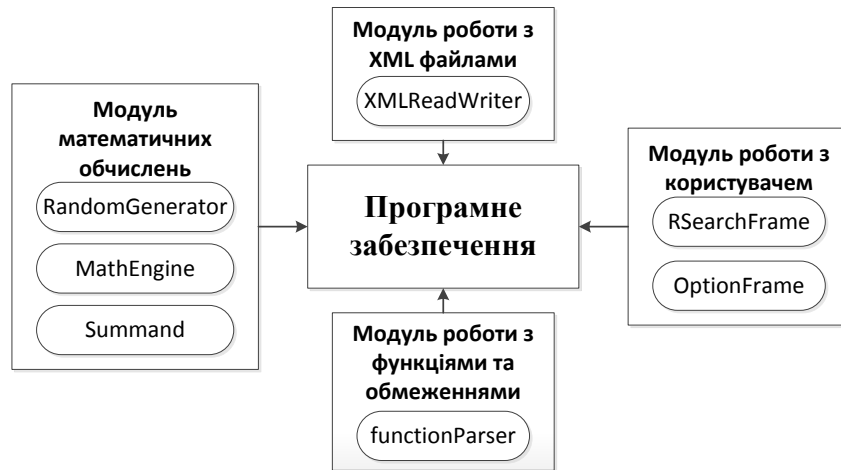


Рисунок 3 - Структура програмного забезпечення

Головне вікно можна умовно розділити на 4-ри частини, кожна з яких виконує власну функцію: головне меню, яке містить меню та підменю, які дублюють команди та функціональні кнопки для роботи з системою; область введення умови оптимізаційної задачі (тут вводиться цільова функція, початкова точка та обмеження); область виведення результатів, куди виводяться результати; область управління системою, яка містить керуючі кнопки.

Для додаткового налаштування системи необхідно викликати вікно налаштування пошуку, в якому задаються: радіус запуску променів; радіус розкиду зміщень; необхідна похибка.

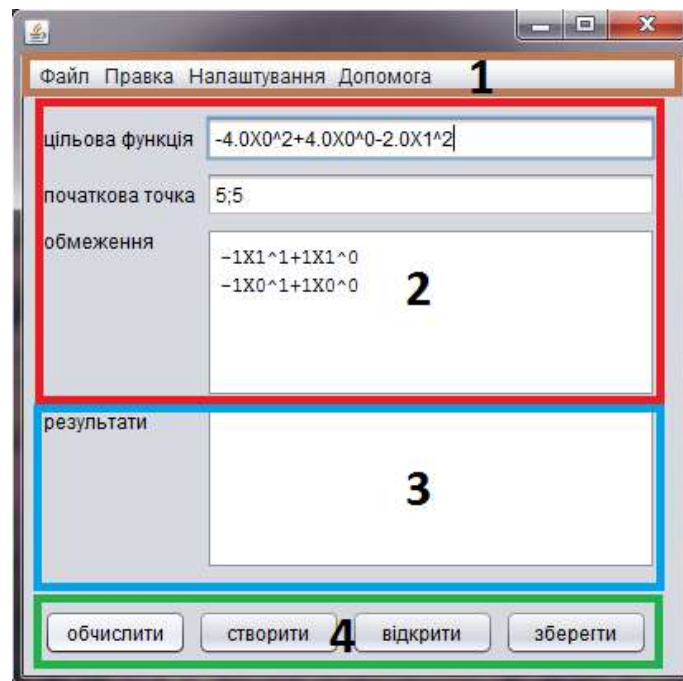


Рисунок 4 - Структура головного вікна

III. Результати тестування розробленої системи

Для тестування системи необхідно обрати цільову функцію та обмеження.

$$F(x_0, x_1) = -2x_1^2 + 4x_1 + 4x_0 - 3x_0^2 + 0.1x_0^3 - 0.07x_1^3.$$

Обмеження:

$$x_0, x_1 < 10; x_0, x_1 > 0.$$

З графіку функції (рис.5) слідує, що функція має 1 екстремум.

У екстремумі часткові похідні повинні бути рівні 0. Усі обмеження необхідно звести до єдиного вигляду:

$$x_0 - 10 < 0, x_1 - 10 < 0, -x_0 < 0, -x_1 < 0.$$

Розпочнемо пошук з точки $X(6,4)$.

Для розв'язання даної задачі в середовищі необхідно: запустити програму, якщо у полях вводу введено дані, то натиснути кнопку «Створити»; ввести цільову функцію; зберегти результати, натиснувши на кнопку «Зберегти».

Перевіримо отриманий результат на коректність. Обчислимо часткові похідні у отриманому розв'язку.

Final result:3.299547602515988.

$X[0] = 0.6902978339839898$ $X[1] = 0.952154001385686$.

$df/dx_0 = 4 - 6x_0 + 0.3x_0^2 = 4 - 4.141787004 + 0.142953329 = 1.16 \cdot 10^{-3}$.

$df/dx_1 = -4x_1 + 4 - 0.21x_1^2 = -3.81355755 + 4 - 0.19038542 = 3.94 \cdot 10^{-3}$,

тобто значення часткових похідних є близькі до 0. Отже знайдений розв'язок є правильним та коректним.

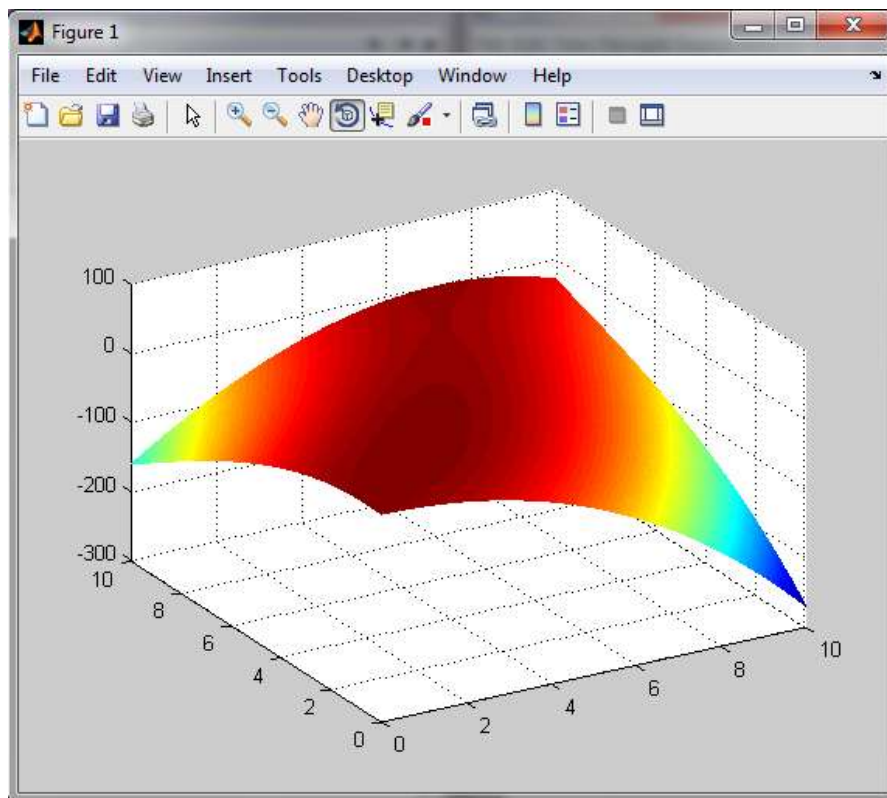


Рисунок 5 - Графік функції 2-ох змінних

Висновки

Розроблено та описано програмне забезпечення підсистеми. При реалізації підсистеми використано технологію Java, що дає змогу використовувати під різними операційними системами та на різних технічних платформах.

Розроблено структурну схему системи, основні алгоритми та наведено результати тестування підсистеми. Отримані результати дають змогу стверджувати, що розроблена підсистема працює правильно та коректно.

Список використаних джерел

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 336 с.
2. Растрингин Л.А. Статистические методы оптимизации. - М. : Наука, 1968. - 376 с.
3. Рейзлин В.И. Численные методы оптимизации: учебное пособие. - Томск, Из-во Томского политехнического университета, 2011. - 105 с.
4. Shkarupa E.V., Voytishchek A.V. Optimization of discretely stochastic procedures for globally estimating the solution of an integral equation of the second kind. // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 1997. V. 12, N 6, P. 525-546.
5. Томас М., Пател П., Хадсон А. Секреты программирования для Internet на Java Перев. с англ. - СПб : Питер, 1997. - 640с.