УДК 004.9

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ДОДАТКУ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ДИСКРЕТНИХ ЗАДАЧ

Мусенко К.В., Присяжнюк О.В.

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

В статті розглянуто алгоритми розв'язання задач векторної оптимізації, що реалізують відомі методи ідеальної точки та зваженої згортки критеріїв в умовах дискретного задання параметрів критеріїв. Зроблено аналіз існуючих он-лайн сервісів для реалізації зазначених методів. Виявлено, що характерної рисою таких сервісів є те, що оптимізація відбувається на основі розв'язку задач лінійного програмування. Запропоновано модель он-лайн сервісу для реалізації методів в умовах дискретного задання параметрів критеріїв.

Ключові слова: векторна оптимізація, дискретне програмування, глобальний критерій.

The peculiarities of working out addition of realization vector optimization methods for discrete tasks

Musenko K.V., Prysiazhniuk O.V.

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Prysjazhnjuk O.V.

The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytsky, Ukraine

The authors consider algorithms of solving the tasks of vector optimization that realize famous methods of ideal point and weighted convolution of criteria in conditions of discrete setting of the parameters of criteria. The article presents the analysis of existing on-line services for realization of mentioned methods. It is revealed that the typical features of such services is that optimization takes place on the basis of solving tasks of linear programming. The model of on-line service for realization of methods in conditions of discrete setting of parameters of criteria is suggested.

Keywords: vector optimization, discrete programming, global criterion

Постановка проблеми

В процедурах вибору оптимальних значень параметрів для різноманітних процесів прийняття рішень природнім чином виникає задача векторної (багатокритеріальної) оптимізації, тобто необхідність знаходження оптимальних значень параметрів системи, при наявності певної множини критеріїв. При цьому критерії часто носять суперечливий характер, мають різні напрямки оптимізації і ступінь впливу на загальний результат.

Вперше задача векторної оптимізації була сформульована італійським економістом В.Парето в 1896 році при математичному дослідженні товарного обміну [1]. В подальшому проблематика багатокритеріальної оптимізації ставала все більш актуальною, особливо з розробкою та використанням обчислювальної техніки. На сьогоднішній день моделі та методи прийняття рішень в умовах багатокритеріальності є важливою складовою загальної теорії прийняття рішень і продовжують інтенсивно розроблятись.

У загальному випадку процедури прийняття рішень в умовах багатокритеріальності (векторної оптимізації) полягають в оцінці можливих альтернатив (об’єктів) та виборі кращої з них за певними заданими критеріями. При цьому припускається, що реалізація будь-якого з варіантів рішень призводить до певних наслідків, аналіз та оцінка яких повністю характеризує обраний варіант. Сама множина альтернатив може бути неперервною або дискретною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню процесів прийняття рішень присвячено багато праць зарубіжних і вітчизняних науковців, зокрема Дж. Неша, Дж. фон Неймана, О. Моргенштерна, Е. Мулена, Г. Саймона. Значний внесок у розробку формальних математичних моделей та інструментальних засобів розв’язання задач прийняття рішень внесли такі вчені як П. Фішберн, Р. Кіні, Т. Сааті, О.І. Ларичев, О.Ф. Волошин Н.Д. Панкратова та багато інших.

Аналіз досліджень свідчить, що розв’язок задач векторної оптимізації здійснюється з використанням принципів виділення головного критерія, скалярізації вектору цільових функцій, «ідеальної» точки, оптимізації локальних критеріїв методом послідовних поступок, градієнтним спуском та ряду інших [2]. Відповідні обчислювальні процедури, що застосовуються для розв’язку задач векторної оптимізації базуються на методах математичного програмування: лінійного, динамічного, дискретного, стохастичного, евристичного т.і. Найчастіше застосовуються методи лінійного програмування. У вільному доступі є он-лайн сервіси, які реалізують методи оптимізації, зокрема такі, як метод ідеальної точки, метод послідовних поступок для задач лінійного програмування.

Задача векторної оптимізації з дискретною множиною альтернатив загальному випадку не має чіткого математичного рішення. Для отримання того чи іншого її розв’язку необхідно використовувати додаткову суб’єктивну інформацію фахівця в даній предметній області, якого прийнято називати особою, що приймає рішення (ОПР) і для задач векторної оптимізації з дискретною множиною альтернатив програмних он-лайн сервісів значно менше.

Отже, задача розробки програмного забезпечення програмної підтримки прийняття рішень для дискретних задач векторної оптимізації є вельми **актуальною.**

Постановка завдання

Метою статті є розгляд процедур векторної оптимізації та їх формалізація в умовах дискретного визначення параметрів альтернатив. Для реалізації обчислювальних процедур векторної оптимізації засобами веб-програмування розроблено програмний он-лайн сервіс для дослідження простору параметрів, який реалізує адаптований метод ідеальної точки.

Виклад основного матеріалу дослідження

В основу програми покладено алгоритм знаходження оптимальних рішень методом ідеальної точки, адаптований для дискретної множини альтернатив.

Формальний метод, застосовується у випадку, коли у ОПР відсутнє чітке уявлення про перевагу на множині критеріїв. В цьому випадку робиться припущення про наявність, так званого, „оптимального” розв’язку задачі багатокритеріальної оптимізації, який може бути знайдено шляхом перетворення багатокритеріальної задачі у відповідну скаляризовану (однокритеріальну) задачу. Від ОПР вимагається інформація про оптимальні (ідеальні) значення критеріїв на множині їх визначення, або ці значення вибираються як max(min) досяжні значення критеріїв на області їх визначення.

Ідеальною називається точка з оптимальними числовими оцінками по всім критеріям $a^{opt}=(a^{opt}{}_1,...,a^{opt}{}_m)\in R_s^m,\ i\in M$. Правило вибору компромісу *P* у цьому методі полягає у знаходженні альтернативи, яка має оцінку, що є найближчою до ідеальної точки в деякій метриці.

Визначимо відстань $\rho_s(a^{opt},a_i)=(\sum_{i=1}^{m}|\,a^{opt}{}_i-a_i\,|^s)^{\frac{1}{s}}$ у метричних просторах R_s^m з показником метрики $s\geq 1$. Тоді, згідно з цим методом, для лінійної метрики $s=1$знайдемо компромісну оцінку як розв'язок, так званої, скаляризованої задачі

$$a^*=\min_{a\in A}\sum_{i=1}^{m}\left|a^{opt}{}_i-a_i\right| \quad . \tag{1}$$

Компромісна оцінка може також знаходитися як

$$a^*=\min_{a\in A}\max_{i\in M}|\,a^{opt}{}_i-a_i\,|. \tag{2}$$

При цьому можуть виникати дві проблеми непорівняльності критеріїв: різні шкали їх визначення та напрямок оптимізації критерію.

Ці проблеми вирішуються процедурою нормалізації критеріїв (їх зводять до безрозмірної шкали $[0,1]$), наприклад монотонною функцією :

$$\omega(a^j{}_i)=\frac{a^{opt}{}_i-a^j{}_i}{a^{opt}{}_i-a^0{}_i} \quad , \tag{3}$$

де $a^j{}_i$ – значення параметра *i*, $i\in M$ об'єкта a^j , $a^j\in A$,; $a^{opt}{}_i$ –найкраще значення параметра *i* на множині допустимих об'єктів: $a^0{}_i$ – найгірше значення параметра *i* на множині допустимих об'єктів. Функція $\omega(a^j{}_i)$, $a^j\in A$, визначає ступінь відхилень від оптимальних значень для кожного параметра об'єкта $a^j{}_i$, та переводить всі значення параметрів об’єктів до безрозмірного вигляду у інтервалі [0,1], причому чим менші значення $\omega(a^j{}_i)$, тим ближче параметри об‘єкта $a^j{}_i$ знаходяться до своїх оптимальних значень.

З урахуванням процедури нормалізації (3) формули (1) та (2) запишуться:

$$a^* = \min_{a \in A} \sum_{i=1}^{m} \left| \omega(a^j{}_i) \right| \tag{4}$$

$$a^* = \min_{a \in A} \max_{i \in M} | \omega(a^j{}_i) | \tag{5}$$

Для додатку сформоване технічне завдання: у браузері додатку користувач задає кількість критеріїв та кількість альтернатив для вибору. У динамічно створеній таблиці (рис.1) уводяться кількісні характеристики альтернатив по кожному із критеріїв та задається напрямок оптимізації. По натисканню на кнопку обраховуються нормалізовані значення по кожному із критеріїв та методом ідеальної точки пропонується оптимальне рішення (рис.1).

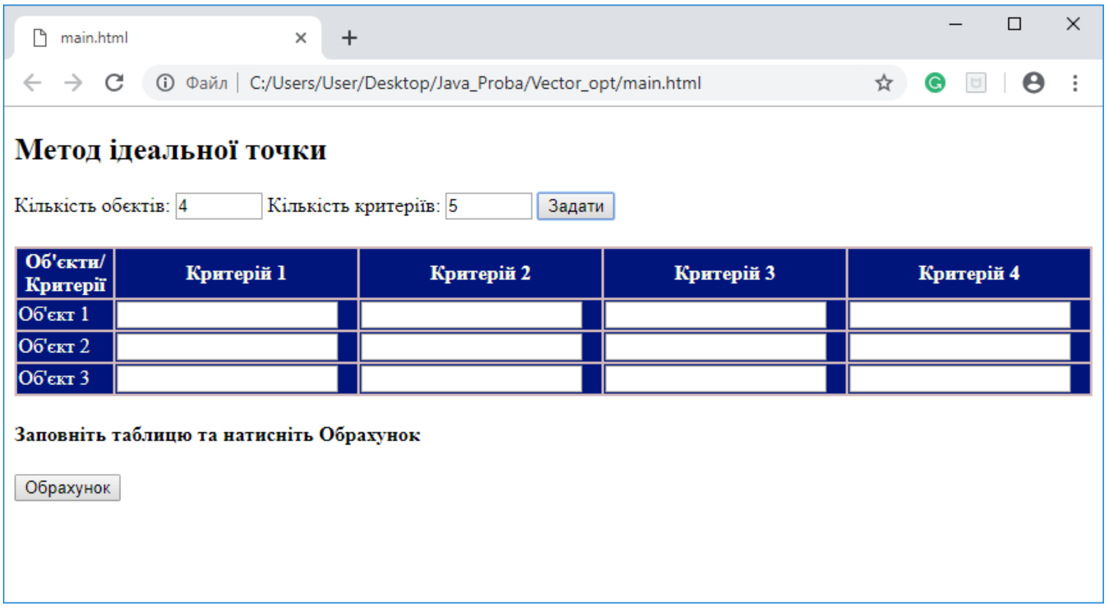

Рис.1. Вигляд додатку

Додаток реалізовано у мові Java Script з використанням бібліотеки JQuery. Вибір мови пов’язано з тим, що розробка додатків мовою JS наразі дуже актуальна, написано дуже багато статей, книжок офіційної і не офіційної документації. Завжди можна знайти декілька способів вирішення однієї і тієї ж проблеми.

Висновки

Розглянуто основні підходи до розв’язання задач векторної оптимізації та проаналізовано доступні он-лайн сервіси, що реалізують популярні методи для знаходження оптимальних рішень. Виявлено, що он-лайн сервіси вирішують задачі векторної оптимізації для постановок задач лінійного програмування. У зв’язку з цим запропоновано реалізація популярного методу ідеальної точки для постановки задачі векторної оптимізації з дискретною множиною альтернатив

Список літератури

1. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Теорія прийняття рішень: Навчальний посібник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. – 304 с.
2. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
3. JavaScript – Exircises? Practice? Solution [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.w3resource.com/javascript-exercises/.