

# Математичне моделювання даних засобами програмних систем з елементами штучного інтелекту

Дубук В. І.,

Європейський університет, Львівська філія, e-mail: postmaster@lviv.e-u.in.ua

*The mathematical model for generating of extrapolation data by means of software systems with elements of artificial intelligence is built. The method of mathematical modelling for data generating on the basis of software means with elements of artificial intelligence and usage of modified Hault-Winters method is elaborated. The aprobation of elaborated method is fulfilled. The results of experimental investigations and conclusions are given.*

## ВСТУП

Існує цілий клас комплексних багатогранних оптимізаційних задач, які не можна вирішити в рамках поліноміально обмежених за часом обчислень. Тому актуальною є потреба в пошукових алгоритмах, які знаходять майже оптимальні розв'язки в розумних часових рамках. Одним із них є алгоритм, що ґрунтується на поведінці рою бджіл, і здатний ефективно виявляти достатні розв'язки. Він навіяний характером дій медоносних бджіл при пошуку їжі і може бути віднесений до категорії “розумних” інструментів оптимізації.

## АЛГОРИТМ ПОВЕДІНКИ БДЖІЛ

Алгоритми основані на поведінці бджіл (Swarm-based optimisation algorithms (SOA)), наслідують природні методи для знаходження оптимальних рішень. Головна відмінність між SOA і алгоритмами прямого пошуку, такими як градієнтний спуск або перебір в тому, що SOA використовує не один, а множину розв'язків на кожній ітерації. Множина розв'язків обробляється на кожній ітерації, а результатом ітерацій є також множина розв'язків. Якщо задача

оптимізації має єдине рішення, то очікується, що члени множини сходяться до даного рішення. А якщо задача має декілька рішень, то SOA може бути використаний для захоплення їх у кінцеву множину.

Алгоритм поведінки рою є оптимізаційним інструментом, робота якого базується на соціальній поведінці організованих груп, наприклад, рою бджіл, зграї птахів або косяку риби. Кожне рішення набору розглядається як учасник організованої групи, який розвивається або змінює позицію з часом. Кожен учасник організованої групи змінює позицію в просторі пошуку згідно з власним досвідом, а також згадуючи найкращі місця, що були відвідані собою і сусідами, поєднуючи таким чином методи глобального і локального пошуків.

## РІЙ БДЖІЛ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ

Алгоритм бджіл (SOA) це один із самих останніх алгоритмів, створених Дервісом Карабогою у 2005 році, в основу якого покладена інтелектуальна поведінка медоносних бджіл. Він використовує тільки загальні параметри керування, такі як розмір колонії та максимальне число ітерацій.

Нехай глобальний екстремум – це та ділянка, де знаходиться найбільше нектару, причому ця ділянка єдина, тобто на інших ділянках також є нектар, але не так багато. А бджоли живуть не на площині, де для визначення місцезнаходження достатньо знати дві координати, а в багатомірному просторі, де кожна координата є параметром

функції, яку треба оптимізувати. Знайдена кількість нектару це значення цільової функції в цій точці. В алгоритмі кожне рішення подається у вигляді бджоли, яка знає (зберігає) місцезнаходження (координати або параметри багатомірної функції) якоїсь ділянки поля, де можна здобути нектар. На першому кроці алгоритму у точки, які описуються випадковими координатами, відправляється певна кількість бджіл-розвідників. У залежності від значення цільової функції, яке визначається координатами бджоли, виділяються дві перспективні ділянки на поверхні функції, близько яких можливо знаходиться глобальний максимум. А саме:

вибирається  $n$  кращих ділянок, де значення цільової функції найбільше;

вибирається  $m$  прийнятних ділянок, де значення цільової функції менше, але ці ділянки все рівно є непоганими з точки зору значення цільової функції.

Декілька бджіл можуть потрапити на одну і ту ж ділянку. Тому можна виділити два варіанта поведінки:

Вважати, що ці дві бджоли знайшли дві різні ділянки, які перетинаються або вважати, що це одна ділянка, центр якої знаходиться в точці, яка відповідає бджолі з більшим значенням цільової функції

Другий варіант поведінки буде розглянутий нижче.

В окіл  $n$  кращих ділянок відсилаються  $N$  бджіл, а в окіл  $m$  прийнятних ділянок відсилається  $M$  бджіл, причому на кожну із кращих ділянок має бути більше бджіл, ніж на кожну з прийнятних. Можна зробити так, що чим більше значення цільової функції, тим більша кількість бджіл буде відправлено на відповідну ділянку, а можна  $N$  і  $M$  зробити фіксованими величинами.

Бджоли посилаються не точно в те місце, де були знайдені кращі чи прийнятні ділянки, а в їх окіл, при цьому більш точно координати визначаються випадковим чином. Крім того, окіл, який визначає область, в яку може бути відіслана бджола,

можна зменшувати по мірі зростання номера ітерації, щоб рішення поступово збігалось до самої вершини екстремума. Але якщо зменшувати область занадто швидко, то рішення може застрягнути в локальному екстремумі.

Після того, як бджоли були відправлені на кращі та прийнятні ділянки, можна відправляти тих самих бджіл-розвідників в інші випадкові точки.

Після всіх цих операцій знову знаходяться  $n$  кращих та  $m$  прийнятних ділянок, але вже серед усіх бджіл рою, і запам'ятовується найкраще місце на функції, значення якого ще не було знайдене. Воно і буде проміжним розв'язком.

Алгоритм повторюється до тих пір, поки не спрацює який-небудь із критеріїв зупинки. Критеріїв зупинки може бути декілька. Наприклад, якщо ми знаємо значення цільової функції в глобальному екстремумі, то можемо повторювати алгоритм поки функція не досягне деякого значення, яке буде близьким до бажаного. Якщо ж значення функції у екстремумі невідоме, то можемо повторювати кроки алгоритму, поки протягом певної кількості ітерацій знайдене рішення не буде покращуватись.

## ВИСНОВКИ

Експериментальні результати на багатомодальних функціях на  $n$  розмірностях, як свідчать зарубіжні дослідження, показали, що алгоритм бджіл має чудову надійність, отримуючи 100% успіх в усіх випадках.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] D. Karaboga, An idea based on honey bee swarm for numerical optimization, technical report-tr06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department 2005.
- [2] The Bees Algorithm – A Novel Tool for Complex Optimization Problems D.T. Pham, A. Ghanbarzadeh, E. Koc, S. Otri, S. Rahim, M. Zaidi Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, Cardiff CF24 3AA, UK.
- [3] E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz, "Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems", New York, NY: Oxford University Press, 1999.