

УДК 004.023

**БАГАТОНАЦІОНАЛЬНИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ
УТВОРЕННЯ НІШ ТА ЙОГО МОДИФІКАЦІЇ**

Яремко С. А., магістр ОНП «Комп'ютерні науки»,
s.yaremko@ukma.edu.ua, НаУКМА

Задачі багатоекстремальної оптимізації, метою яких є знаходження кількох оптимумів (глобальних, локальних) багатоекстремальної функції, зустрічаються в багатьох галузях науки та техніки: моделювання складних систем, планування енергосистем, розпізнавання образів, прийняття фінансових рішень тощо. Одним із найпоширеніших підходів до розв'язання таких задач є генетичні алгоритми утворення ніш, що зумовлюють створення стабільних субпопуляцій у пошуковому просторі у такий спосіб, що кожна субпопуляція формується в околі одного з оптимумів. До цих алгоритмів відносять багатонаціональний генетичний алгоритм (БГА), запропонований Урсемом Р.К. [1, 2].

Основною відмінністю даного алгоритму від багатьох інших алгоритмів утворення ніш є те, що він не використовує поняття радіусу ніші для поділу популяції на субпопуляції. Натомість для визначення приналежності двох особин до однієї субпопуляції алгоритм використовує топологічну функцію здоров'я, названу функцією долин та пагорбів, далі позначену як $F_{c_{h_v}}$. Ця функція аналізує ландшафт пошукового простору між двома точками на основі значень функції пристосованості в точках прямої, що з'єднує ці точки. Функція працює наступним чином: в просторі пошуку на прямій між досліджуваними особинами генерується множина особин з використанням наперед визначеного масиву градацій з інтервалу (0,1). Якщо коефіцієнт пристосованості всіх згенерованих особин є не меншим за коефіцієнт пристосованості найслабшої з досліджуваних особин, то вважається, що досліджувані особини належать до однієї субпопуляції (функція повертає «FALSE»); в іншому випадку вважається, що особини належать до різних субпопуляцій (функція повертає «TRUE»). Проте класична функції долин та пагорбів може хибити в деяких випадках. Наприклад, згідно з цією функцією та масивом градацій $gr=[0,02; 0,25; 0,5; 0,75; 0,98]$ точки 0,13 та 0,97 на тестових функціях F_1 (Деба 1) та F_2 (Деба 2) розмірності 1 належать до однієї субпопуляції, проте насправді це не так [3].

Для вирішення цієї проблеми в [3] була запропонована наступна модифікація функції долин та пагорбів, позначена як $F_{m_{h_v}}$. Досліджувані особини належать до однієї субпопуляції, якщо значення коефіцієнтів пристосованості особин, упорядкованих: перша досліджувана особина – проміжні особини – друга досліджувана особина, змінюються згідно з

одним з зазначених правил: від меншого значення до більшого, від більшого значення до меншого, від меншого значення до більшого та знов до меншого; в інших випадках вважається, що особини належать до різних субпопуляцій. Дана функція долин та пагорбів поверне правильний результат для зазначеного вище прикладу. Проте існують випадки, коли обидві функції $F_{c_h_v}$ та $F_{m_h_v}$ повертають некоректне значення. Наприклад, згідно з зазначеними функціями та масивом градацій $gr=[0,02; 0,25; 0,5; 0,75; 0,98]$ точки 0,09 та 0,91 на тестових функціях F_1 та F_2 розмірності 1 належать до однієї субпопуляції, що є хибним результатом.

З цієї причини в [3] була запропонована друга модифікація функції долин та пагорбів, позначена як $F_{m_h_v_rand}$, що полягає у додаванні двох випадкових значень з інтервалу (0, 1) до масиву градацій. Це дозволить отримувати різні масиви градацій для тих самих досліджуваних особин, таким чином зменшуючи імовірність отримання неправильних результатів. У випадку, якщо буде згенерований масив градацій $gr1=[0,25; 0,35; 0,5; 0,6; 0,75]$, то друга модифікація функції долин та пагорбів поверне правильний результат для зазначеного вище прикладу.

Для аналізу роботи алгоритму та його модифікацій використовується експериментальний підхід, що полягає у проведенні великої кількості незалежних прогонів алгоритму на наборі відомих тестових задач та обчисленні усереднених по всіх прогонах загальновідомих критеріїв: відсоток збіжності (*SucRuns*), частка реальних глобальних (*GPR*), локальних (*LPR*) та хибних (*FPR*) оптимумів, знайдених алгоритмом після збіжності.

Висновок. В дослідженні [3] було підібрано набори параметрів для БГА з використанням $F_{c_h_v}$, а також з використанням $F_{m_h_v}$ та $F_{m_h_v_rand}$, на яких алгоритм показує найкращі значення критеріїв оцінювання. Для БГА з $F_{c_h_v}$ для тестових наборів T1 та T2 цей набір параметрів є таким: кодування в дійсних числах, кросинговер відсутній, мутація гаусова щільнісна з ймовірністю 1, державний відбір в батьківський пул; для $F_{m_h_v}$ та $F_{m_h_v_rand}$ на наборі T1 найкращий результат показав зважений відбір, а на наборі T2 - змішаний відбір для $F_{m_h_v}$, зважений для $F_{m_h_v_rand}$.

Експериментальний аналіз БГА показав, що БГА з $F_{m_h_v}$ або дає результати, що є близькими до результатів БГА з $F_{c_h_v}$, або покращує якість (показник *PR*) роботи БГА (хоча на деяких функціях покращення *PR* супроводжується погіршенням показника збіжності). Це ж виконується й для БГА з $F_{m_h_v_rand}$, проте БГА з $F_{m_h_v_rand}$ в більшості випадків демонструє гірші результати, ніж БГА з $F_{m_h_v}$, особливо по показнику збіжності.

Запропоновані модифікації функції долин і пагорбів покращують роботу алгоритму для низки тестових функцій; для інших тестових функцій покращення критеріїв якості супроводжується зменшенням відсотку збіжності. Загалом, для багатонаціонального генетичного алгоритму як з

класичною функцією долин та пагорбів, так і з її модифікаціями показник збіжності є неприпустимо низьким для практичного використання. Обчислені значення критеріїв якості також є недостатніми у порівнянні з іншими відомими алгоритмами, наприклад, ГА турнірного витиснення з гаусовою мутацією та ГА збереження видів.

Напрямом подальших досліджень є гібридизація багатонаціонального алгоритму з алгоритмом збереження видів та дослідження топологічного алгоритму збереження видів.

Список використаних джерел

1. Ursem R K. Multinational evolutionary algorithms. Congress on Evolutionary Computation (CEC 99) Piscataway, NJ: IEEE Press, Vol. 3; 1999: 1633 – 1640.
2. Ursem, R K. Multinational GAs: multimodal optimization techniques in dynamic environments. Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO): proceedings. – Morgan Kaufmann, Vol. 1; 2000: 19 – 26.
3. Gulayeva N M, Yaremko S A. Experimental analysis of multinational genetic algorithm and its modifications. Radio Electronics, Computer Science, № 2; 2021: 71 - 83.

Рецензент к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри інформатики Національного університету «Києво-Могилянська академія» Гулаєва Н. М.