

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 5G

Літвінов О.О., Літвінов І.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Україна.

E-mail: oleksii.litvinov1@nure.ua,
ivan.litvinov@nure.ua

Abstract

Based on the genetic approach, the task of optimal placement of base stations in the 5G mobile network is solved. The developed mathematical model of the genetic approach to solving the problem of optimal placement of base stations allows planning of infrastructure objects of the 5G network with high efficiency.

It is shown that for tasks of small and medium dimensions, the calculated algorithm provides the minimum calculation time. The results of solving the problem for a specific example demonstrate the immeasurable advantage of the genetic approach. The obtained results can be successfully applied to create more powerful algorithms in the tasks of optimizing the placement of base stations of mobile communication networks.

На основі генетичного підходу відповідно до отриманої математичної моделі розроблено алгоритм оптимізації розміщення базових станцій з урахуванням рекомендацій [1,2]. Структурна схема розробленого алгоритму представлено на рис.1. Розглянемо послідовність дій при вирішенні задачі оптимального розміщення базових станцій, що визначається даним алгоритмом.

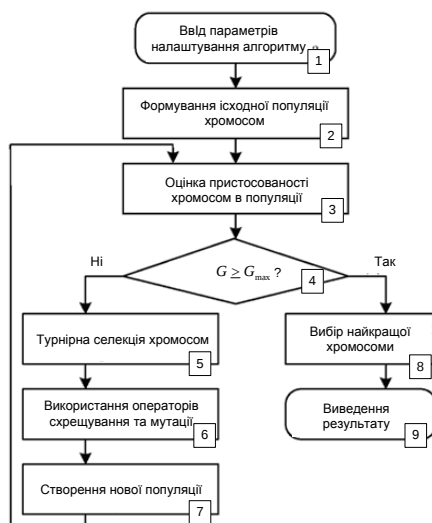


Рис.1. Блок-схема генетичного алгоритму

Перший крок генетичного алгоритму полягає у визначенні відповідної вихідної популяції хромосом. Замість звичайного бінарного подання у вигляді множини $[0,1]$, що вимагає двійкових рядків довжиною $m \times k$ і в той же час не гарантує виконання умов (4) і (5), обрано уявлення, в якому кожна хромосома є k -мірним вектором цілих чисел на множині $[1,m]$. Цілочисленне значення k -й позиції вказує базову станцію, розміщену на m -ому місці кандидата, до якої прикріплений k -й абонент. Якщо, наприклад, $m=3$ і $k=4$, то запис хромосоми у вигляді $[1,2,1,3]$ означає, що: абоненти з номерами 1 і 3 підключені до базової станції, встановленої на місці кандидата 1; абонент 2 підключений до базової станції, встановленої на місці кандидата 2; користувач 4 підключено до базової станції, встановленої на місці кандидата 3.

Далі формується вихідна населення особин випадковим вибором заданої кількості хромосом. При цьому популяція є кінцевим безліччю розмірністю N_{pop} .

Число особин у популяції залишається постійним протягом усієї роботи генетичного алгоритму. Після визначення відповідної вихідної популяції хромосом обчислюються функції пристосованості

для кожної зі знайдених хромосом. При цьому функції пристосованості завжди набувають невід'ємних значень. Потім здійснюється перевірка умови завершення завдання. Розв'язання задачі вважається отриманим під час виконання умови

$$G \geq G_{\max}, \quad (1)$$

де G - номер поточного покоління; $G_{\max}$ - максимальна кількість поколінь, задане на початку роботи алгоритму.

Відповідно до (1) пошук мінімального значення цільової функції припиняється після того, як номер поточного покоління особин, створеного в ході роботи алгоритму, досягає значення, що дорівнює заданому максимальному числу поколінь. Після досягнення заданого числа поколінь здійснюється висновок результатів оптимізації розташування базових станцій. По розрахованим значенням функції пристосування проводиться вибір тих хромосом, які братимуть участь у створенні наступної популяції, тобто нового покоління. За заданою кількістю батьків N_{par} відбирається певне число хромосом, яким дозволено створювати особин наступного покоління. Якщо всім особинам у популяції дозволено створювати нащадків, то $N_{par} = N_{pop}$, інакше $N_{par} < N_{pop}$. Половина батьківських хромосом вибирається на основі турнірної селекції, при якій особини популяції випадковим чином розбиваються на підгрупи чисельністю по 2 хромосоми в кожній. Потім здійснюється вибір у кожній з підгруп найкращої особини, що має найменшу функцію пристосованості. Хромосоми, що у турнірі, вибираються у складі найкращих особин, впорядкованих за рівнем погіршення функції пристосованості. Половина батьківських хромосом, що залишилася, вибирається випадковим чином з числа хромосом, не задіяних у турнірі.

Така стратегія дає можливість створювати нащадків всіма видами особин, включаючи найкращих і найгірших. Це покращує генетичне розмаїття популяції, підвищує швидкість збіжності на початкових ітераціях алгоритму і дозволяє у випадках уникнути локальних мінімумів. Процес селекції закінчується створенням батьківської популяції.

До хромосом, відібраних за допомогою селекції, застосовуються генетичні оператори, спочатку оператор схрещування, а потім оператор мутації. Через війну утворюється нова популяція нащадків від батьківської популяції, створеної попередньої ітерації алгоритму. Оператор мутації має другорядне значення. Він застосовується до окремих генів у хромосомах. У рамках завдання оптимального розміщення базових станцій мутація інтерпретується як модифікація призначень для користувачів. Якщо до застосування оператора мутації користувач був підключений до однієї базової станції, розміщеної на m місці кандидата, то після мутації він виявляється підключеним до іншої базової станції за умов попадання в радіус її дії і виконання обмеження (1). Мутація хромосом виконується на популяції нащадків, утворених у результаті проведення процедури схрещування. Імовірність мутації моделюється випадковим вибором числа з інтервалу від нуля до одиниці для кожного гена і відбором для виконання цієї процедури тих генів, для яких розігране число виявляється меншим або рівним значенням, заданим на початку роботи алгоритму. Оператор схрещування грає першорядну роль створення нового покоління і застосовується кожної ітерації алгоритму. Для проведення процедури схрещування з отриманої батьківської популяції випадково вибираються по дві батьківські хромосоми F_1 і F_2 на основі яких будуть сформовані два нащадки S . У результаті описаної процедури відбувається формування першого нащадка, у якого призначення абонентів базовим станціям відмінно від призначення батьківських хромосом. Далі вибирається хромосома F_2 та повторюються кроки 1, 2, 3 для формування другого нащадка S .

Після завершення процедури схрещування відбувається формування нової популяції, або наступного покоління особин.

Література

1. Gachhadar, A.; Hindia, M.N.; Qamar, F.; Siddiqui, M.H.S.; Noordin, K.A.; Amiri, I.S. Modified genetic algorithm based power allocation scheme for amplify-and-forward cooperative relay network. *Comput. Electr. Eng.* 2018, 69, 628–641.
2. Mohammed, N.A.; Mansoor, A.M.; Ahmad, R.B. Mission-Critical Machine-Type Communication: An Overview and Perspectives Towards 5G. *IEEE Access* 2019, 7, 127198–127216.