

УДК 621.396.946

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

Літвінов О.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Москалець М.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ
м. Харків, Україна

e-mail: oleksii.litvinov1@nure.ua,

The purpose of the work is to study the genetic approach to solving the problem of optimal placement of base stations in the fifth generation (5G) mobile communication network. An algorithm for optimizing the placement of base stations has been developed based on a genetic approach, as an example of a search procedure, which uses an element of randomness as a means of carrying out the process of finding a solution among many chromosomes. The developed algorithm is implemented as software, which will allow solving large-scale tasks.

1. Постановка задачі дослідження оптимального розміщення базових станцій у мережі 5G.

На етапі запобіжного планування безпроводової мережі мобільного зв'язку вирішується завдання оптимального розміщення. Завдання стоїть у тому, щоб на заданій території розмістити мінімально можливу кількість базових станцій при підключенні до них з відповідним рівнем якості послуг. Оптимальність розміщення базових станцій і підключення до них абонентів визначається за критерієм мінімальної вартості при наявності ряду обмежень.

Для вирішення даної задачі будемо використовувати сучасний оптимізаційний апарат на основі генетичного підходу. Генетичні алгоритми широко застосовуються для вирішення завдань оптимізації в різних областях науки і техніки [1,2]. На основі генетичного підходу відповідно до отриманої математичної моделі розроблено алгоритм оптимізації розміщення базових станцій. Структурна схема розробленого алгоритму представлено на рис.1. Розглянемо послідовність дій при вирішенні задачі оптимального розміщення базових станцій, що визначається даним алгоритмом.

2. Застосування 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 $[1, m]$.

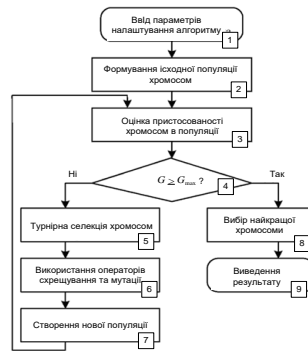


Рисунок 3.1 – Блок-схема генетичного алгоритму

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 заключної стадії роботи алгоритм переходить при виконанні умови визначення найкращої хромосоми, що має найменше значення функції пристосованості серед усіх хромосом, що становлять останнє покоління, і виводиться результат розв'язання задачі. Ця хромосома, отримана в результаті виконання завдання, дозволяє обчислити сумарну вартість комплексу.

Розроблений алгоритм оптимізації розміщення базових станцій на основі генетичного підходу є прикладом пошукової процедури, в якій використовується елемент випадковості як засіб проведення процесу пошуку рішення серед безлічі хромосом.

Розроблений алгоритм реалізований як програмне забезпечення, дозволить вирішувати завдання великої розмірності.

Список використаних джерел:

1. Koliadenko, Y., Moskalets, M., Badieiev, V., Savchenko, R. Method Radio Resource Allocation in Cognitive Radio Network. Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 809. Springer, Cham.
2. Muliar B, Koliadenko YU., Moskalets M., Loshakov V., Martynchuk O., Ageyev D. Interaction Model and Phase States at Frequency Resource Allocation in a Grouping of Radio-Electronic Equipment of 5G Mobile Communication Network. 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2022, pp. 1-7.