

УДК 004.04:519.1

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФОВИХ СТРУКТУР З ЦИКЛАМИ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Бітков О. О.

Науковий керівник – к.т.н., проф. каф. ІУС Васильцова Н. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІУС
м. Харків, Україна

тел.: +38(095)923-71-52, e-mail:oleksandr.bitkov@nure.ua

The issues of using graphs that have cycles to solve problems in information systems are considered. Applied problems that are solved in the process of developing information systems require the improvement of graph models and the adaptation of methods and approaches to the specifics of their application and research. Varieties of graph models with cycles are studied: Euler and Hamiltonian graphs.

Під час розробки інформаційних технологій і систем виникає багато різних виробничих і дослідницьких задач, в яких формальною основою їх розв'язання є використання графових структур з циклами [1].

Класичний математичний апарат графів з циклами розроблений достатньо добре, але прикладні задачі, які вирішуються в процесі розробки інформаційних систем потребують вдосконалення графових моделей та адаптації методів і підходів до специфіки їх застосування і дослідження.

Одним з важливих різновидів графових моделей, що мають цикли, є так звані ейлерові та гамільтонові графи [1, 2].

Цикли, які їх складають, носять назву ейлерових та гамільтонових циклів. Зокрема, ейлерів цикл – це шлях у графі, який відвідує кожне ребро рівно один раз і повертається до початкової вершини. Одне із поширених застосувань таких циклів в програмуванні – це розробка мережевих протоколів й алгоритмів для мережевої маршрутизації [1]. Так, наприклад, Інтернет-протокол (IP) використовує версію алгоритму найкоротшого шляху, відомого як алгоритм Дейкстри, який базується на концепції ейлеревих циклів для пошуку найефективнішого маршруту між двома точками в мережі [3]. Використання ейлерева циклу також корисне в комп'ютерній графіці та програмуванні ігор, де вони використовуються для розрахунку шляхів для віртуальних персонажів та об'єктів, таких, як роботи або ігрові аватари. Моделюючи середовище у вигляді графа та використовуючи алгоритм такого циклу для пошуку найкоротшого шляху, можна створювати більш реалістичні та ефективні схеми руху.

В роботі досліджується алгоритм побудови ейлерева циклу в графі. Ефективність цього алгоритму, як правило, є високою, з часовою складністю $O(E)$, де E – кількість ребер у графі. Однак складність простору може бути недоліком, оскільки вимагає створення тимчасової копії графа та може вимагати багато пам'яті для великих графів [1, 3].

Додатковим недоліком є те, що алгоритм працює лише для графів з парним ступенем вершин, тому його не можна використовувати для графів з непарним ступенем вершин. У таких випадках може знадобитися модифікація алгоритму. Крім того, алгоритм повертає лише один ейлерів цикл, навіть якщо на графі є кілька таких циклів.

Але дослідження довели, що ейлеревих циклів майже не існує. Їх кількість майже дорівнює нулю [1].

На заміну ейлеревим циклам є гамільтонові цикли. Хоч і обидва види циклів мають свої власні застосування, однак гамільтонові цикли вважаються більш важливими та корисними, ніж ейлерові цикли.

Однією із причин такої ситуації є те, що гамільтонові цикли є більш загальними. Тобто, ці цикли можна застосовувати до будь-якого типу графів, незалежно від того, зв'язний він, чи орієнтований, тоді як ейлерові цикли можна застосовувати лише до певних типів графів.

Аналіз цих двох видів графів показав, що основна перевага гамільтонових циклів над ейлеревими циклами полягає в тому, що вони забезпечують сильнішу властивість зв'язності для графа. Зокрема, граф з гамільтоновим циклом гарантовано зв'язний, тобто існує шлях між будь-якою парою вершин.

Існують різні евристики та алгоритми апроксимації, які можна використовувати для ефективного пошуку гамільтонових циклів у певних випадках [4]. Одним з таких алгоритмів є алгоритм найближчого сусіда, який зазвичай використовується в задачі комівояжера [2, 4].

Іншим важливим алгоритмом для знаходження гамільтонових циклів є алгоритм Крістофідеса, який є алгоритмом наближення за поліноміальним часом. Цей алгоритм гарантовано знаходить гамільтонів цикл, щонайбільше в 1,5 рази довший за оптимальний цикл.

Тобто, в роботі пропонується використання саме гамільтонових циклів, тому що за допомогою саме цих циклів можна вирішувати задачі різної складності, бо в такому випадку графи можна розбивати на декілька частин, наприклад, у випадку з дводольними графами.

Список використаних джерел:

1. Haggarty, R. (2002). *Discrete Mathematics for Computing*. Addison-Wesley Publishing Company.
2. Anderson, James A. (2011). *Discrete Mathematics with Combinatorics*. Prentice-Hall International.
3. Tutte, W. T. (2001). *Graph Theory*. Cambridge University Press.
4. Kitaneh, A., Balfakih, Z., & Sarirete, A. (2023, 15 квітня). Efficient solution for finding Hamilton cycles in undirected graphs. <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2746-8>

УДК 004.94:005.33