В. Коліда, Д. Олійник
Наукові керівники – д-р техн. наук, проф., В.В. Різник
канд. техн. наук, доц., Ю.В. Цимбал

РОЗПОДІЛЕНІ ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНИХ КОМБІНАТОРНИХ СТРУКТУР

Вступ. З комбінаторними задачами доводиться мати справу фізикам, хімікам, біологам, лінгвістам, програмістам, спеціалістам з кодування тощо. Є складні комбінаторні задачі (як приклад задача комівояжера), точний розв'язок яких можна отримати лише повним перебиранням варіантів. При великих розмірностях задачі не розв'язуються сучасними засобами за прийнятий час. Тому на практиці застосовують евристичні методи, зокрема генетичні алгоритми, а також розподілені обчислення. Важливою метою є створення ефективних алгоритмів і їхня програмна реалізація для отримання оптимального розв'язку комбінаторних задач.

Постановка задачі та формулювання мети досліджень. Метою роботи є розроблення алгоритмів та створення програмної системи для синтезу оптимальних комбінаторних структур різних розмірностей. Система має забезпечувати точний розв'язок при малих розмірностях і оптимальний – при великих. В основі лежить використання генетичних алгоритмів.

Розв'язання задачі.

S_n S_n Як приклад комбінаторних структур розглянемо дерева Ліча. Це дерева, ребра яких позначаються натуральними числами, що задають їхню довжину. Відстань між двома вершинами є сумою довжин ребер на шляху між ними. Маркування ребер виконують так, щоб утворити певну неперервну послідовність чисел натурального ряду від 1 до S_n S_n S_n S_n. Оптимальним за Лічем вважається таке дерево, в якому відстані між вершинами утворюють найдовшу можливу (для цієї топології дерева) послідовність чисел натурального ряду від 1 до. Значення відстаней можуть повторюватися. Оптимальні дерева Ліча є обмеженими і необмеженими, коли відстані між вершинами можуть перевищувати.

Ідеальним тоді вважатимемо обмежене дерево Ліча, в якому відстані між вершинами утворюють найдовшу можливу (для цієї топології) послідовність чисел натурального ряду без повторень (рис. 1).

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

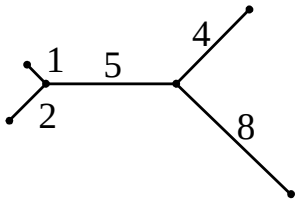

Рис. 1. Приклад ідеального дерева Ліча
(суми ваг ребер утворюють ряд від 1 до 15)

Під час розв'язування методом повного перебору задачу можна звести до генерації композицій цілих чисел – сум всіх довжин ребер. Для дерев з кількістю вершин, більшою за 8, задача вимагає багатьох років машинного часу. Тому пропонується застосувати поєднання двох способів пришвидшення отримання результатів – генетичних алгоритмів та розподілених обчислень.

Генетичні алгоритми набули популярності як один з ефективних засобів розв'язання NP-складних задач. Вони дозволяють отримати оптимальний, чи близький до оптимального розв'язок, без повного перебору варіантів, за значно менший час.

У генетичному алгоритмів для синтезу оптимальних дерев Ліча визначено хромосому як послідовність генів (цілих чисел) – довжин ребер для певної топології дерева та популяцію як сукупність таких хромосом. Фітнесом (значенням цільової функції) є максимальне значення неперервного ряду натуральних чисел – часткових сум довжин ребер.

Під час розроблення програми було використано бібліотеку для реалізації генетичних алгоритмів, написану мовою програмування C#, платформа – .NET Framework 2.0. Співвідношення ймовірностей мутації та схрещування становлять 30 % та 70 % відповідно. Схрещування хромосом відбувається одноточковим комбінуванням генів. Мутація впливає на одну хромосому та змінює в ній один ген.

Розроблені програмні модулі використано у складі системи розподілених обчислень на основі бібліотеки Alchemi.NET. Бібліотека дозволяє організувати обчислення в межах локальної мережі та Інтернет для ОС Windows з обміном інформацією за протоколом TCP/IP. Структурна схема системи розподілених обчислень зображена на рис. 2.

Для збереження результатів експериментів використано базу даних SQLite 3.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

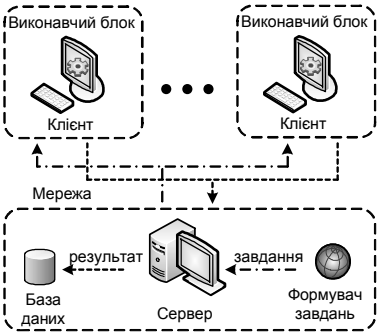

Рис. 2. Структурна схема системи розподілених обчислень

Розроблену систему застосовано для пошуку оптимальних дерев Ліча з 4-14 вершинами. Експерименти проводили протягом двох тижнів у мережі, що складається з сервера і трьох комп'ютерів-виконавців з процесором Core 2 Duo 2.66 МГц та пам'яттю 2 Гб. Середній час обрахунку однієї топології на одному комп'ютері становив від 6 с. для 4 вершин до 40 с. – для 14 вершин.

Загалом опрацьовано 5444 можливі топології і отримано 16354 лінійки. До розмірності 9 результати збігаються з відомими. При вищих розмірностях (до 12) результати дещо поступаються, відрізняються на 1-2.

$$S_n = 56 \;\; S_n = 56 \;\; S_n = 55 \;\; S_n = 55$$

Серед дерев з 12 вершинами виявлено дерево з максимальним значенням суми (рис. 3). У відомих джерелах повідомляється тільки про дерева з.

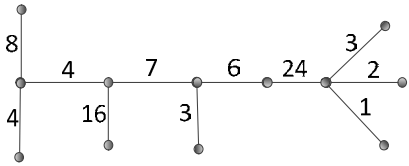

Рис. 3. Оптимальне дерево Ліча
(суми ваг ребер утворюють ряд від 1 до 56)

Висновки. Створено систему розподілених обчислень з використанням генетичних алгоритмів для пошуку та дослідження оптимальних дерев Ліча різних топологій. Проведено експерименти, які підтвердили коректність розроблених алгоритмів та програмних модулів, показали ефективність застосування розподілених генетичних алгоритмів для синтезу оптимальних дерев Ліча з 4-12 вершинами.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua