

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗФАРБУВАННЯ ВЕРШИН ГРАФІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено паралельну реалізацію задачі розфарбування вершин графів та проведено аналіз її ефективності.

Ключові слова: паралельні обчислення, граф, хроматичне число графа.

Abstract

The paper investigates the parallel realization of the problem of the graph coloring and analyzes its effectiveness.

Keywords: parallel computations, graph, chromatic number.

Вступ

Під терміном «паралельні обчислення» розуміють сукупність питань, що відносяться до створення ресурсів паралелізму в процесах вирішення задач з метою досягнення більшої ефективності використання обчислювальної техніки.

Існують наступні способи реалізації паралельних обчислень:

1. Чистий паралелізм. Характеризується повторним використанням однакових елементів, об'єктів, модулів і дає прямо пропорційне зростання використаним елементам продуктивності.
2. Конвеєризація. Якщо кожній мікрооперації задачі виділити окремих пристрій і розташувати їх в порядку виконання, причому вхід n -ого мікропристрою пов'язаний з виходом $n-1$, то такий спосіб організації обчислень носить назву конвеєрної обробки. Кожен мікропристрій називається кроком конвеєра, а загальне число кроків визначає довжину конвеєра.

У даній роботі розглянуто застосування паралельних алгоритмів в області задачі розфарбування графів, а також визначення ефективності роботи подібних задач.

Результати дослідження

Процес розподілу обчислень на менші частини, деякі або всі з яких можуть бути виконані паралельно, називається декомпозицією. Задачі – це визначені програмістом модулі обчислень, на які поділяється основне завдання за допомогою декомпозиції. Задачі можуть мати довільний розмір, але, визначені один раз, вони розцінюються як неподільні. Багато задач зводяться до розглядання сукупності об'єктів, властивості яких описуються зв'язками між ними. Теорія графів є однією із дисциплін, що розглядає певну частину подібних задач, а саме: подання карти доріг, знаходження найкоротшого шляху, розфарбування вершин графа.

Перш за все, граф – це сукупність об'єктів з вказаними зв'язками між ними. Об'єкти – вершини графу, а зв'язки – дуги та ребра графу. Наступним важливим поняттям є хроматичне число графа, тобто

мінімальна кількість кольорів, в які можна розфарбувати вершини графа G , таким чином, щоб кінці будь-якого ребра мали різні кольори.

Задача розфарбування вершин графів була поставлена з практичної необхідності визначення мінімальної кількості фарб, якою можливо розфарбувати топологічну карту. Тоді була запропонована ідея розглядати карту як планарний граф і поставлена проблема розфарбування графа мінімальною кількістю фарб. Планарний граф – це граф, який можна зобразити на площині так, що різним вершинам відповідають різні точки площини, ребрам – дуги (без самоперетинів), і жодні два ребра не мають спільних точок, крім інцидентних їм обом вершин.

Для розв'язання даної задачі програмно з великої кількості класичних алгоритмів було обрано жадібний алгоритм. Жадібний алгоритм — простий і прямолінійний евристичний алгоритм, який приймає найкраще рішення, виходячи з наявних на поточному етапі даних, не турбуючись про можливі наслідки, сподіваючись врешті-решт отримати оптимальне рішення. Легкий в реалізації і часто дуже ефективний за часом виконання.

Щоб реалізувати жадібний алгоритм у кодї, було обрано мову програмування C++ та середовище розробки Visual Studio 2017. Дані засоби чудово підходять як для розробки класичних алгоритмів, так і для їх оптимізації шляхом розпаралелювання. Тому спершу було побудовано звичайний (послідовний) алгоритм розфарбування вершин графів, а потім було його вдосконалено і подано у паралельному вигляді. На рисунку 1 наведено схему роботи відповідного алгоритму.

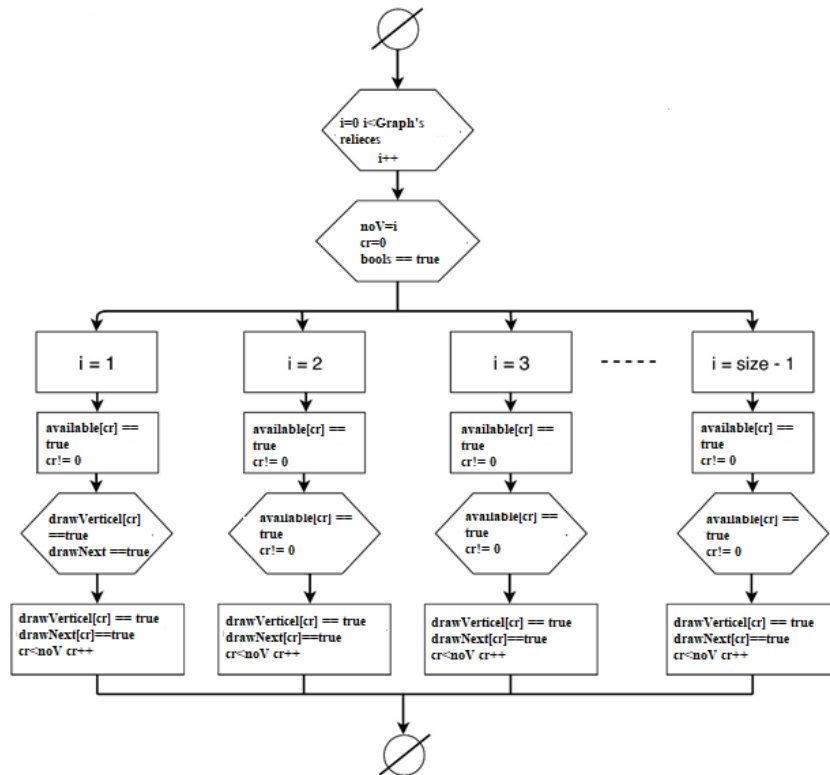


Рисунок 1 – Схема паралельного виконання алгоритму розфарбування вершин графів жадібним методом

Реалізацію було здійснено засобами потужної технології OpenMP, що є відкритим стандартом розпаралелювання на C-шних мовах програмування.

OpenMP реалізує паралельні обчислення за допомогою багатопоточності, в якій «головний» (master) потік створює набір підлеглих (slave) потоків і завдання розподіляється між ними. Передбачається, що потоки виконуються паралельно на машині з кількома процесорами (кількість процесорів не обов'язково повинно бути більше або дорівнює кількості потоків). Кількість створених потоків може регулюватися самою програмою за допомогою виклику бібліотечних процедур, так і ззовні, за допомогою змінних оточення.

Для оптимізації запуску додатку на десктопних пристроях було використано технологію Qt, що дозволяє запускати розроблену програму на більшості ОС.

Після розробки було здійснено порівняння паралельної та послідовної обробки програми та визначено значні переваги у роботі паралельної версії.

Висновки

Для розробки відповідного програмного алгоритму було досліджено актуальність даної задачі для сьогодення, актуальність власне паралельних обчислень, розглянуто різноманітні стеки технологій, з яких обрано найефективніший, розроблено алгоритм, запрограмовано його та здійснено перевірку на ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Graph coloring – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_coloring
2. Parallel Graph Coloring – URL: <http://www.cs.csi.cuny.edu/~gu/teaching/courses/csc76010/slides/Graphic%20Coloring%20by%20Jiehao.pdf>
3. Effective and Efficient Dynamic Graph Coloring – URL: <http://www.vldb.org/pvldb/vol11/p338-yuan.pdf>

Барабан Сергій Володимирович — доцент кафедри комп'ютерних наук, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: baraban.s.v@vntu.edu.ua

Зелінська Дарія Олегівна — студент групи 2КН-166, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dariia050500@gmail.com

Baraban Serhii V. — associate professor of Computer Science Department, Informations Technologies and Computer Engineering Faculty, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : baraban.s.v@vntu.edu.ua

Zelinska Dariia O. — student of Informations Technologies and Computer Engineering Faculty, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dariia050500@gmail.com