

Разработка итерационных алгоритмов поиска автоморфизмов и изоморфизмов комбинаторных объектов.

Автор:

Ефремов Степан Сергеевич (419 группа)

Научный руководитель:

доцент, к.ф.- м.н.

Егоров Владимир Николаевич

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

Кафедра информационной безопасности

Постановка задачи

Существующие решения

Разработанные решения

Результаты

Положения, выносимые на защиту

Постановка задачи

Постановка задачи

1. Исследование свойств алгоритма:

- Определение класса решаемых задач
- Вероятностная сложность
- Теоретическая возможность распараллеливания

2. Задачи, связанные с реализацией для ПК:

- Реализация в виде программы с графическим интерфейсом
- Эксперименты поиска автоморфизмов на известных графах
- Поддержка функционала нахождения изоморфного вложения графов

3. Задачи, связанные с реализацией для суперкомпьютера:

- Модернизация алгоритма на основе исследований
- Реализация в виде программы для запуска на суперкомпьютере
- Эксперименты поиска автоморфизмов графов на суперкомпьютере

4. Исследование практического применения алгоритма для задачи Коши

Существующие решения

На данный момент сформированы два направления изучения и решения проблемы поиска изоморфизмов графов:

- Теоретическое, в котором проблема изоморфизма рассматривается с позиций современной теории сложности алгоритмов и вычислений (подход использует понятие инвариантов графа).
- Практическое, предполагающее разработку алгоритмов, решающих задачу изоморфизма графов за «практически приемлемое» время (направленный перебор).

Сравнение сложностей алгоритмов

Алгоритм	Ограничения	Сложность
Полный перебор	без ограничений	$n!$
Егоров В.Н., Егоров А.В.	без ограничений	$\approx O(n^2(\frac{\epsilon}{2})^{\ln(n)^2} \ln(n))$
László Babai, Eugene M.	без ограничений	$O(e^{\sqrt{n \times \log(n)}})$
Daniel A. Spielman	сильно регулярные	$n^{O(n^{1/3} \log^2 n)}$
Vaibhav Amit Patel	специальный вид	$O(n^4)$

Таблица 1: Алгоритмы поиска автоморфизмов

Разработанные решения

Модернизированный алгоритм

Разработан алгоритм с вероятностной сложностью:

$$O(n^2(\frac{e}{2})^{\ln(n)^2} \ln(n))$$

Алгоритм является универсальным и может применяться для решения большого количества задач (как минимум всех указанных в пункте 4.1 дипломной работы).

Написанная программа с интерфейсом имеет масштабируемые функционал. На данный момент поддерживает функционал решения следующих задач:

- Поиск автоморфизмов
- Поиск изоморфизмов
- Поиск гомоморфизмов
- Решение задачи Коша в подстановках

Разработанные приложения

Разработано 2 программы:

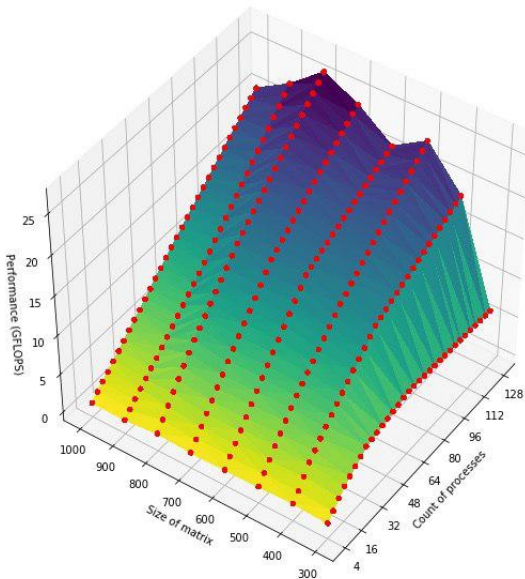
1. Приложение с графическим интерфейсом, написанное на *Qt*
 - не поддерживает распараллеливание
 - справляется с графами размера до 500 вершин
 - удобный анализ графов
 - помимо нахождения автоморфизмов, решает задачи изоморфизма и гомоморфизма графов
2. Программа на языке *C++* с поддержкой *OpenMPI*
 - поддерживает распараллеливание средствами *OpenMPI*
 - помимо нахождения автоморфизмов, сохраняет много информации для анализа графов с большим количеством вершин

Набор и границы значений изменяемых параметров запуска реализации алгоритма:

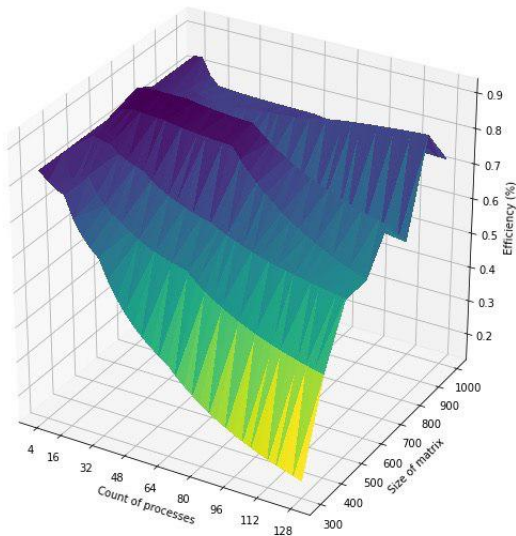
1. Число процессоров $[4 : 128]$ с шагом 2^n (точки отображены с шагом 4, усреднив результаты);
2. Размер матрицы $[300 : 1000]$.

Результаты

Изменение производительности



Изменение эффективности



Положения, выносимые на защиту

Разработка итерационного алгоритма поиска автоморфизмов графов:

- Выполнена модернизация алгоритма
- Сформулирована гипотеза вероятностной сложности алгоритма
- Реализовано 2 программы: с графическим интерфейсом для удобного использования, с консольным интерфейсом для запуска на суперкомпьютере
- Проведены опыты на суперкомпьютере «Ломоносов»