

Отчёт о проделанной работе на кластере ИВЦ НГУ

1. Тема работы:

Разработка и исследование методов эволюционного синтеза нелинейных математических моделей и инфокоммуникационных сетей на основе темплейтов.

2. Состав коллектива:

Монахов Олег Геннадьевич, ИВМиМГ СО РАН, в.н.с., к.т.н., руководитель,
Монахова Эмилия Анатольевна, ИВМиМГ СО РАН, в.н.с., к.т.н., исполнитель .

3. Информация о гранте:

Работа выполняется по Программе НИР ИВМиМГ СО РАН № 0251-2021-0005 на 2020 - 2024 гг.

4. Научное содержание работы:

Постановка задачи.

В рамках проекта будут разработаны и исследованы новые, основанные на вычислительном интеллекте, эволюционных вычислениях и биоинспирированных алгоритмах, методы автоматического синтеза нелинейных математических моделей и инфокоммуникационных сетей. Эффективность данного подхода будет теоретически исследована и экспериментально апробирована на суперЭВМ при проектировании инфокоммуникационных сетей связи и при синтезе нелинейных математических моделей.

Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы.

Проведены параллельный синтез, построение датасета оптимальных структур, открытие новых аналитических семейств оптимальных двухконтурных кольцевых сетей.

Для решения задачи поиска семейств оптимальных двухконтурных кольцевых сетей (Undirected Double-Loop Networks) впервые получена большая база данных (датасет) оптимальных, с минимально возможным диаметром, двухконтурных кольцевых сетей с числом узлов до 50 тысяч, содержащая 451 тысячу точек. Датасет построен с помощью параллельного алгоритма исчерпывающего поиска и представлен для открытого доступа в Интернете.

Автоматизирован процесс поиска аналитических, описываемых полиномами от диаметра, описаний семейств оптимальных двухконтурных кольцевых сетей.

Применение к анализу сгенерированного датасета интеграции разработанных нами методов дифференциальной эволюции, исчерпывающего локального поиска и оригинального алгоритма поиска, основанного на последовательном делении параметров описаний графов, позволило открыть более 2000 новых, отличных от известных в литературе, семейств оптимальных двухконтурных кольцевых сетей с образующими линейного и квадратичного типов.

Полученные результаты.

Проведены исследование и реализация параллельных алгоритмов построения больших оптимальных циркулянтных сетей с минимальными средними задержками.

Для оптимизации циркулянтных сетей (Circulant Networks), представляющих практический интерес при проектировании суперкомпьютерных систем и систем на кристалле, предложены и реализованы параллельные версии генетического алгоритма на основе модели MPI – OpenMP. Проведен анализ

эффективности параллельных программ с различным количеством процессов MPI и потоков OpenMP. Получена экспериментальная оценка ускорения нескольких гибридных схем параллельных вычислений. С помощью параллельного генетического алгоритма получены описания циркулянтных сетей с лучшей средней задержкой и лучшей пропускной способностью для известных классов циркулянтных сетей большой размерности и порядков.

Разработана и зарегистрирована в Роспатенте параллельная программа синтеза оптимальных циркулянтных сетей с минимальным средним расстоянием между узлами, задаваемых с помощью компактного параметрического описания - числа узлов и множества образующих. Программа основана на генетическом алгоритме поиска и позволяет синтезировать циркулянтные сети со степенью узлов до 40 и числом узлов до 300 тысяч. Параллельная программа использует библиотеки MPI и OpenMP, может быть исполнена на мультипроцессорном кластере с разным количеством процессов MPI и потоков OpenMP и показывает линейное ускорение.

Иллюстрации, визуализация результатов. Нет.

5. Эффект от использования кластера в достижении целей работы.

Эффект от использования кластера для исследования предложенного метода для синтеза инфокоммуникационных сетей и моделей состоит в ускорении вычислений и в доступе к лицензионному ПО (Mathematica, MATLAB).

6. Перечень публикаций, содержащих результаты работы.

1. E. A. Monakhova, O. G. Monakhov, A. Yu. Romanov. Routing Algorithms in Optimal Degree Four Circulant Networks Based on Relative Addressing: Comparative Analysis for Networks-on-Chip // IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 2023, 10 (1), pp. 413–425, - DOI: 10.1109/TNSE.2022.3211985, (WoS, Q1)
2. E. A. Monakhova and O. G. Monakhov, Constructing a Series of Families of Degree Six Circulant Networks // Journal of Applied and Industrial Mathematics, 2022, Vol. 16, No. 4, pp. 695–705. DOI: <https://doi.org/10.1134/S199047892204010X> (WoS RSCI, Scopus Q2)
3. Э.А.Монахова, О.Г. Монахов. Открытие аналитических зависимостей параметров оптимальных хордальных сетей на основе анализа данных // Проблемы информатики, 2023, № 4. DOI: 10.24412/2073-0667-2023-4-37-48 (РИНЦ)
4. Монахов О.Г., Монахова Э.А., Киреев С.Е. Параллельная программа синтеза оптимальных циркулянтных сетей с использованием генетического алгоритма. Роспатент 2023. Номер регистрации (свидетельства): 2023663623. Дата регистрации: 27.06.2023. Дата публикации и номер бюллетеня: 27.06.2023 Бюл. No 7. (РИНЦ)

5. Впечатления от работы вычислительной системы и деятельности ИВЦ НГУ.

Впечатления от работы с ИВЦ НГУ однозначно положительные, однако для исключения периодических отключений комплекса требуется увеличить финансовые средства для поддержания его работоспособности.