СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА КОНТУРОВ ПО МАТРИЦЕ СМЕЖНОСТИ И АЛГОРИТМА ПОИСКА КОНТУРОВ ПО МАТРИЦЕ ИЗОМОРФНОСТИ

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF THE CONTOUR SEARCH ALGORITHM ON THE ADJACENCY MATRIX AND THE CONTOUR SEARCH ALGORITHM ON THE ISOMORPHISM MATRIX

УДК 004.622

Цветков Александр Юрьевич, Старший преподаватель кафедры «Защищенные системы связи», Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Россия, г. Санкт-Петербург

Кириллов Илья Сергеевич, студент 4 курс, кафедра «Защищенных систем связи», Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Россия, г. Санкт-Петербург

Tsvetkov Alexander Yurievich

Kirillov Ilya Sergeevich, ilyouxa318239@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена сравнению алгоритмов поиска контуров двумя разными способами: по матрице смежности и по матрице изоморфности. Сравнение производится посредством вычисления значений при помощи обоих алгоритмов, наложением графиков матриц друг на друга и изучением полученных значений. В статье описывается метод выбора нужного алгоритма поиска, основываясь на произведенных вычислениях при использовании моделей разной сложности. Правильный выбор алгоритма может сэкономить значительное время и сохранить много ресурсов. Алгоритмы топологического анализа имеют важное

значение, ведь многие исследования можно решить еще на топологическом уровне.

Annotation

The article is devoted to the comparison of algorithms for finding contours in two different ways: by the adjacency matrix and by the isomorphism matrix. The comparison is made by calculating the values using both algorithms, superimposing the graphs of the matrices on each other, and studying the obtained values. The article describes a method for selecting the desired search algorithm, based on the calculations performed using models of different complexity. Choosing the right algorithm can save significant time and save a lot of resources. Topological analysis algorithms are important, because many studies can be solved at the topological level.

Ключевые слова: эффективность, алгоритм, матрица, изоморфность, смежность.

Keywords: efficiency, algorithm, matrix, isomorphism, adjacency.

Введение

Во многих случаях жизни старая привычка толкает нас рисовать на бумаге точки изображающие людей, населенные пункты, химические вещества и т. д, и соединять эти точки линиями или стрелками, означающими некоторые отношения. Такие схемы встречаются всюду под разными названиями социограммы (в психологии), симплексы (в топологии), электрические цепи (в физике), диаграммы организации (в экономике) сети коммуникаций, генеалогические деревья и Д Кёниг без сомнения первый, предложил называть такие схемы «графами» и систематически изучать их свойства

Графы широко применяются в программировании, теории цепей и других обширных отраслях науки и техники. В наш век всеобщей компьютеризации когда практически все громоздкие и важные расчеты ведутся машинами очень важное значение имеют машинные алгоритмы топологического анализа систем.

Сравнение эффективности алгоритмов

Для сравнения скорости работы алгоритмов по матрице смежности и изоморфности мы наложили графики друг на друга (Рис. 1).

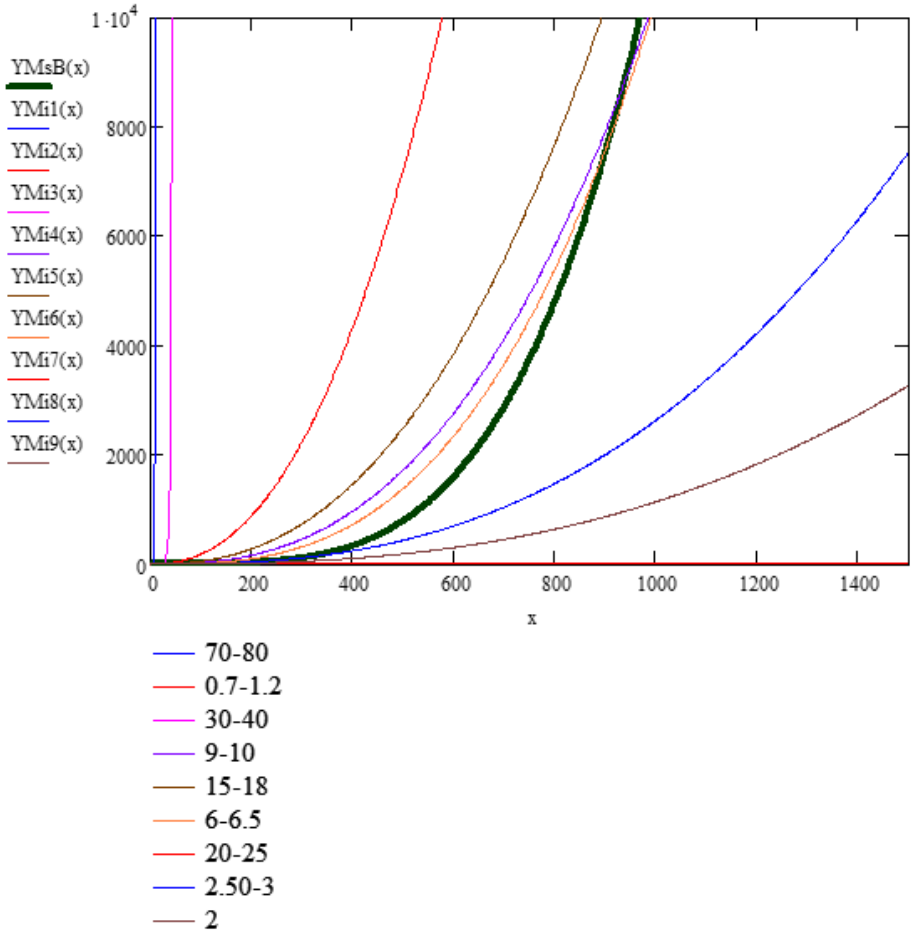


Рис. 1. Наложение графиков матрицы изоморфности на график матрицы смежности

Из графиков хорошо видно, что если сложность модели 2,5-3 и ниже то выгоднее использовать алгоритм по матрице изоморфности; если же сложность выше 20-25 то по скорости выигрывает алгоритм по матрице смежности. Тот случай, когда графики пересекаются был рассмотрен отдельно. Нами были показаны графики в районе их пересечения в увеличенном виде (Рис. 2).

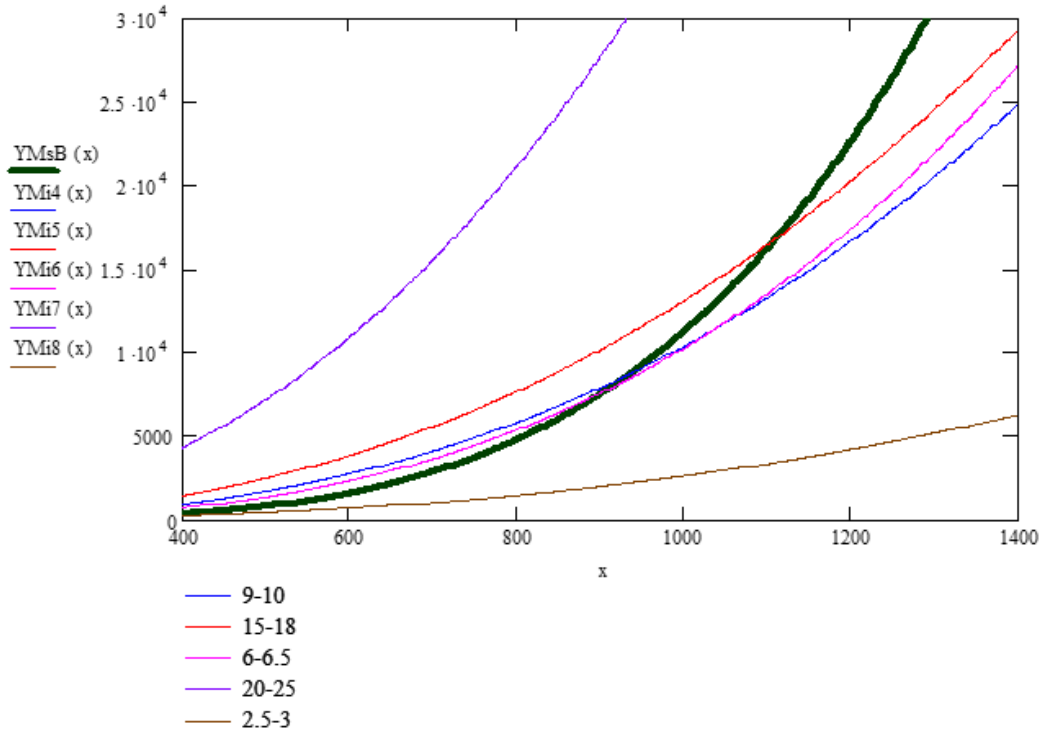


Рис. 2. Наложение графиков матрицы изоморфности на график матрицы

При заполненности 6 – 6.5 до 900 узлов выгоднее использовать матрицу смежности, а после 900 узлов – матрицу изоморфности. При заполненности 9 – 10 до 1000 узлов выгоднее использовать матрицу смежности, а после 1000 узлов – матрицу изоморфности. При заполненности 15 –18 до 1100 узлов выгоднее использовать матрицу смежности, а после 1100 узлов – матрицу изоморфности. Сложность модели во многих случаях бывает просто оценить, что помогает дальнейшему выбору метода анализа системы.

Пусть имеется модель размерностью N. Тогда матрица смежности занимет в памяти объем пропорциональный N^2. Но так как в ней хранятся только 0 или 1 можно использовать ее битовое представление. Матрица изоморфности занимает в памяти объем зависящий от максимального количества ветвей входящих или выходящих из какой-либо вершины. Анализ большинства моделей показывает, что в среднем необходимо помнить 5*N элементов (под средним значением здесь понимается среднее между матричной формой записи и среднем значением, получающимся при описании информации о топологии системы в форме динамического списка, с учетом выделения служебных полей этого списка для организации ссылок). Матрица изоморфности должна состоять

из двухбайтовых элементов. Из вышесказанного следует, что для N<80 меньший объем занимает матрица смежности, а для N>80 матрица изоморфности.

При работе с системами большей размерности выгоднее использовать матрицы изоморфности. Однако, учитывая рост затрат времени на расчет линеаризованной системы, получаемый в процессе решения по неявной схеме, работа с моделями больших размерностей не целесообразна. Предлагаемый подход ориентирован на составной и иерархический характер построения модели. Системы с большим числом независимых переменных в этом случае представляются комплексом подсистем, топология которых описывается в отдельных матрицах смежности.

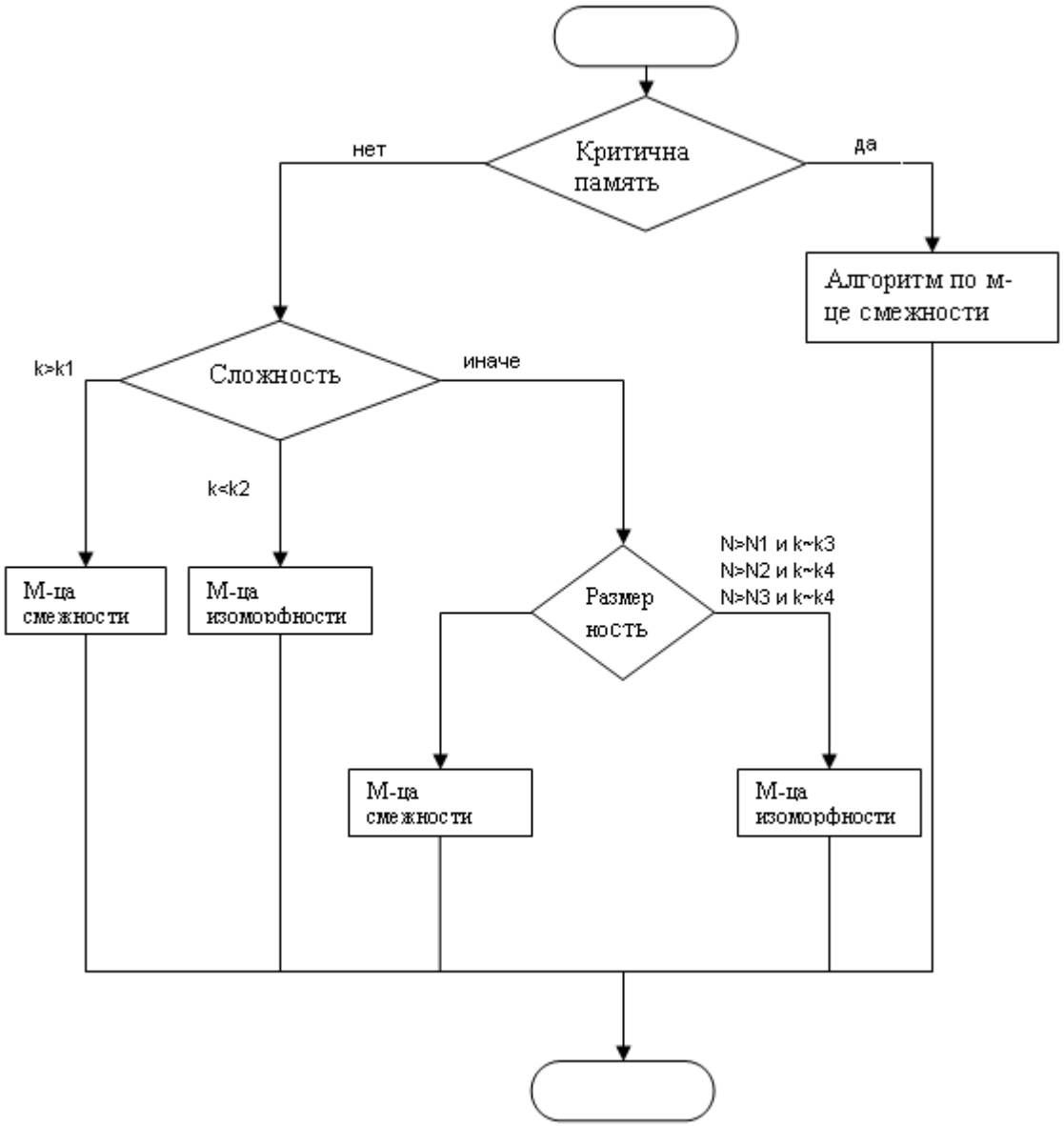
Попутно с выполнением поиска контуров по матрице смежности можно заполнять матрицы достижимостей, контрдостижимостей.

$\mathbf{R} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{S}^i$ матрица достижимости позволяет определить все возможные связи между вершинами (S – матрица смежности)

$\mathbf{Q} = \mathbf{R}^{\mathrm{T}}$ матрица контрдостижимостей

Во время работы алгоритма не требуется дополнительных значительных затрат памяти. Основная память используется только для хранения матрицы смежности. Алгоритм по матрице изоморфности в процессе работы требует значительных затрат памяти на рекурсивные вызовы, и хранения истории. Достаточно сложно предсказать сколько потребуется памяти алгоритму по матрице изоморфности в процессе работы. В результате получается, что алгоритму по матрице смежности следует отдать предпочтение в том случае если критична память.

Проанализировав все данные, мы предлагаем алгоритм выбора алгоритма поиска контуров (Рис. 3).



N1=900

N2=1000

N3=1100

k1=20~25

k2=2,5~3

k3=6~6.5

k4=9~10

k5=15~18

Рис. 3. Алгоритм выбора алгоритма

Так же мы предлагаем пакет по работе с графами, в который к данному моменту входят следующие возможности и компоненты: графический редактор который позволяет визуально создавать и редактировать графы, сохранять в

файл, конвертировать графы в различные форматы, просмотр матриц смежности и изоморфности, и динамического списка созданных моделей, генератор тестовых моделей, возможность поиска контуров алгоритмом по матрице изоморфности и тремя модификациями алгоритма по матрице смежности. В этом пакете предусмотрены возможности для дальнейшей модернизации и усовершенствования. Также мы сделали скриншот программы (Рис. 4).

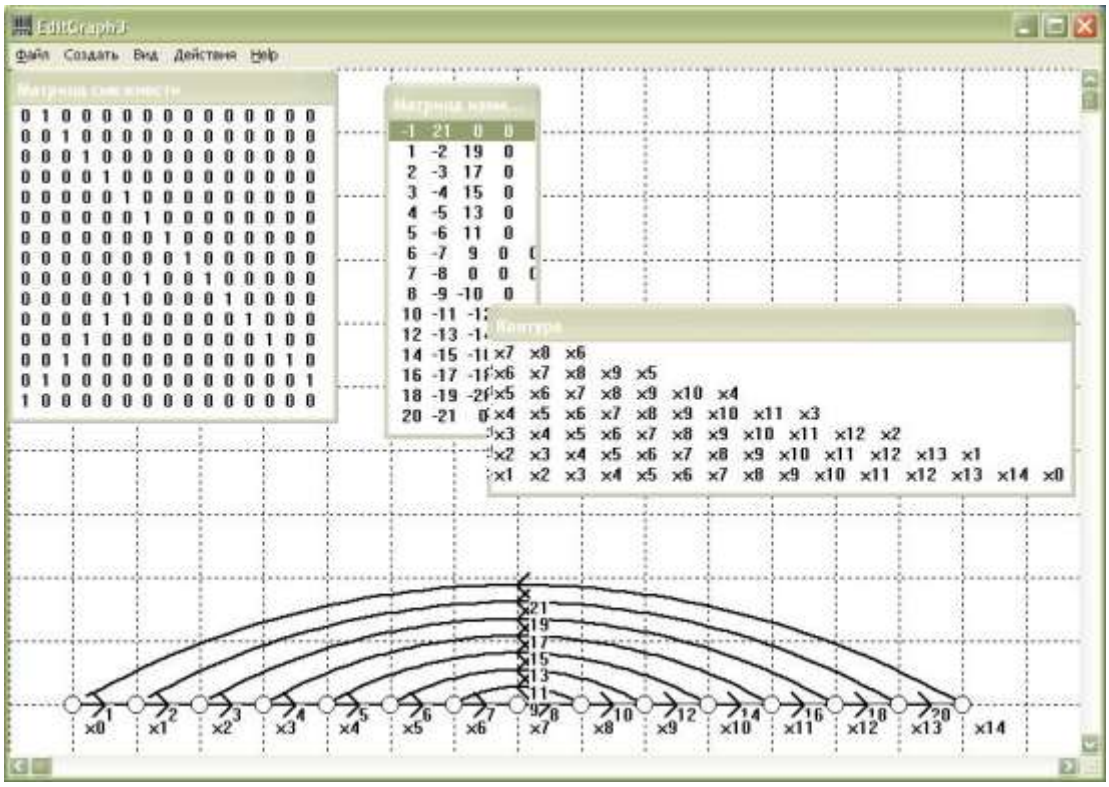


Рис. 4. Скриншот программы

Заключение

Алгоритмы топологического анализа имеют очень важное значение, многие задачи исследования систем могут быть решены на топологическом уровне. Повышение эффективности всех стадий исследования системы возможно в первую очередь за счет учета топологических особенностей модели. Правильный выбор алгоритма может сэкономить значительное время и сохранить много ресурсов машин.

Литература

1. Душин С. Е., Красов А. В., Кузьмин Н. Н., Яковлев В. Б. Синтез структурно-сложных нелинейных систем управления. / Системы с полиномиальными нелинейностями. Санкт-Петербург, 2004.

2. Билятдинов К.З., Красов А.В., Меняйло В.В. Исследование систем и анализ результатов испытаний. СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2019.
3. Душин С. Е. Моделирование систем и комплексов / С. Е. Душин, А. В. Красов, Ю. В. Литвинов. Спб: СПбГУ ИТМО, 2010. 177 с.
4. Душин С.Е., Красов А.В., Кузьмин Н.Н., Пошехонов Л.Б. Численное моделирование систем управления. СПб.: ЛЭТИ, 2003.
5. Билятдинов К. З., Красов А. В., Меняйло В. В., Пешков А. И., Карпов А. Н. Теория информационных процессов и систем; учеб. изд., Санкт-Петербург, 2019.
6. Душин С. Е., Красов А. В., Кузьмин Н. Н. Моделирование систем управления: учеб. пособие / Под ред. С. Е. Душина. М., 2012

Literature

1. Dushin S. E., Krasov A.V., Kuzmin N. N., Yakovlev V. B. Synthesis of structurally complex nonlinear control systems. / Systems with polynomial nonlinearities. Saint Petersburg, 2004.
2. Bilyaletdinov K. Z., Krasov A.V., Menyailo V. V. the Study of systems and the analysis of the test results. SPb.: S.-Peterb. state University of telecommunications named after. Professor M. A. Bonch-Bruevich, 2019.
3. Dushin S. E. Modeling of systems and systems / S. E. Dushin, V. A. Krasnov, Yu. V. Litvinov. Saint Petersburg: ITMO State University, 2010. 177 p.
4. S. E. Dushin, Krasov A.V., Kuzmin N. N., Poshehonov L. B. Numerical modeling of control systems. SPb.: LETI, 2003.
5. Biliardino K. Z., Krasov A.V., Menyailo V. V., Peshkov A. I., Karpov A. N., The theory of information processes and systems; proc. ed., Saint Petersburg, 2019.
6. Dushin S. E., Krasov A.V., Kuzmin N. N. The modeling of control systems: proc. stipend / Edited by S. E. Dushin. M., 2012.