

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ СЕТЕВОГО ОБЪЕКТА

Перерва А.А.
Кафедра ЭВМ ДГУ
svjatnyj@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Pererva A.A., Topology analyzer of net object parallel model. Simulation of net objects is a strong factor of getting modern technical and technological solutions and it is accomplished by problem oriented parallel simulation environment. In this article are main methods of developing and implementation of topology analyzer of net object parallel model.

Введение

Сетевые объекты распространены в различных областях техники как класс объектов исследования, проектирования и управления. Реальные сети имеют большое количество элементов, сильную взаимосвязанность управляемых переменных, нелинейность и распределенность параметров. Большая размерность сетей (число ветвей $m > 200$, число узлов $n > 50$) вызывает значительные трудности и возможные ошибки при их формальном описании, решении задач расчета, проектирования систем управления, оптимизации динамических процессов. Моделирование сетевых объектов является мощным фактором получения современных технических и технологических решений и осуществляется в рамках проблемно ориентированных параллельных моделирующих сред (ПОПМС).

Будучи новой формой системной организации работы параллельных вычислительных ресурсов, ПОПМС являются актуальным объектом исследований и разработок в современном моделировании [1]. Уровень автоматизации формирования моделей определяет качество моделирующей среды и зависит от функциональных возможностей средств, объединяемых в топологический анализатор (ТА) сложных динамических объектов моделирования. Последовательные алгоритмы получения условных топологических матриц предложены в [2, 3] при построении аналоговых, аналого-цифровых и цифровых моделей сетевых объектов. В статье предлагается таблично ориентированный подход к полнофункциональной разработке и реализации топологического анализатора параллельной модели сетевого объекта. Создание эффективного ТА позволит ускорить решение проблемы построения параллельных моделирующих средств для сетевых объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами.

1. Функции и структура анализатора

Топологический анализатор – это составная часть проблемно ориентированной параллельной моделирующей среды, которая должна выполнять следующие функции:

- дружественное к пользователю графическое представление топологии исследуемого сетевого объекта с возможностью выделения фрагментов и оперативного изменения состава и связей между элементами фрагментов;
- кодирование топологии сетевого объекта в форме, сочетающей формализацию связей, задание параметров и вербальное описание существенных для данной предметной области компонент;
- автоматизированное построение дерева и антидерева графа сетевого объекта с возможностью выбора вариантов, предпочтительных для разработчика параллельной модели;

- автоматическая перекодировка топологии в соответствии с выбранным вариантом дерева и антидерева;
- автоматическое генерирование топологических матриц инцидентий A и независимых контуров S , соответствующих выбранному дереву и антидереву графа сети;
- диалоговая поддержка всех функций, исчерпывающая визуализация и документирование результатов топологического анализа, интеграция со всеми компонентами моделирующей среды.

Структура предлагаемого топологического анализатора (ТА) представлена на рис.1. ТА относится к моделирующему программному обеспечению среды и наряду с функциональной частью включает средства диалоговой поддержки работы пользователя, относящиеся к подсистеме диалога (ПД) ПОПМС.



Рис.1. Структура топологического анализатора.

2. Алгоритмы топологического анализа

Сетевой объект рассматривается как граф $G(U, Q)$ с $n = |U|$ узлами и $m = |Q|$ ветвями и кодируется следующей таблицей (TABUR) :

$$AKJ, \quad EKK, \quad QI, \quad PAR, \quad KOM, \quad (1)$$

где QI – идентификатор ветви графа, Q – поток (электрический ток, расход жидкости, воздуха, газа и др.), I – номер ветви (потока) ;

AKJ и EKK – соответственно номер начального и конечного узла QI -ветви, при этом $J, K \in (1, 2, \dots, n)$, $I \in (1, 2, \dots, m)$; PAR – физические параметры ветвей графа (индуктивность, емкость, сопротивление электрическое, аэродинамическое, гидравлическое, инерционность потока и др.), задаваемые каждый в своей колонке таблицы; KOM – вербальное описание

существенных для предметной области признаков ветвей и узлов графа в форме комментариев.

Диалоговая поддержка кодирования состоит в следующем: выдается форма таблицы TABUR; запрашиваются от пользователя параметры графа m и n , и по его ответам автоматически формируется число строк с идентификаторами Q_1, \dots, Q_m , указываются идентификаторы узлов АК..., ЕК... в каждой строке; запрашивается состав и вид идентификаторов параметров ветвей в колонке PAR и по ответам пользователя формируется соответствующее количество подколонок (например, R, K, L, C); контролируется процесс заполнения числовых данных и идентификаторов, величин параметров и комментариев.

Предлагаются таблично ориентированные алгоритмы построения дерева (антидерева), матриц инцидентий A и контуров S, блок-схемы которых приведены на рис. 2, 3 и 4. Они ориентированы на возможное распараллеливание при реализации в ПОПМС [1] и являются модификациями алгоритмов, описанных в [2, 3].

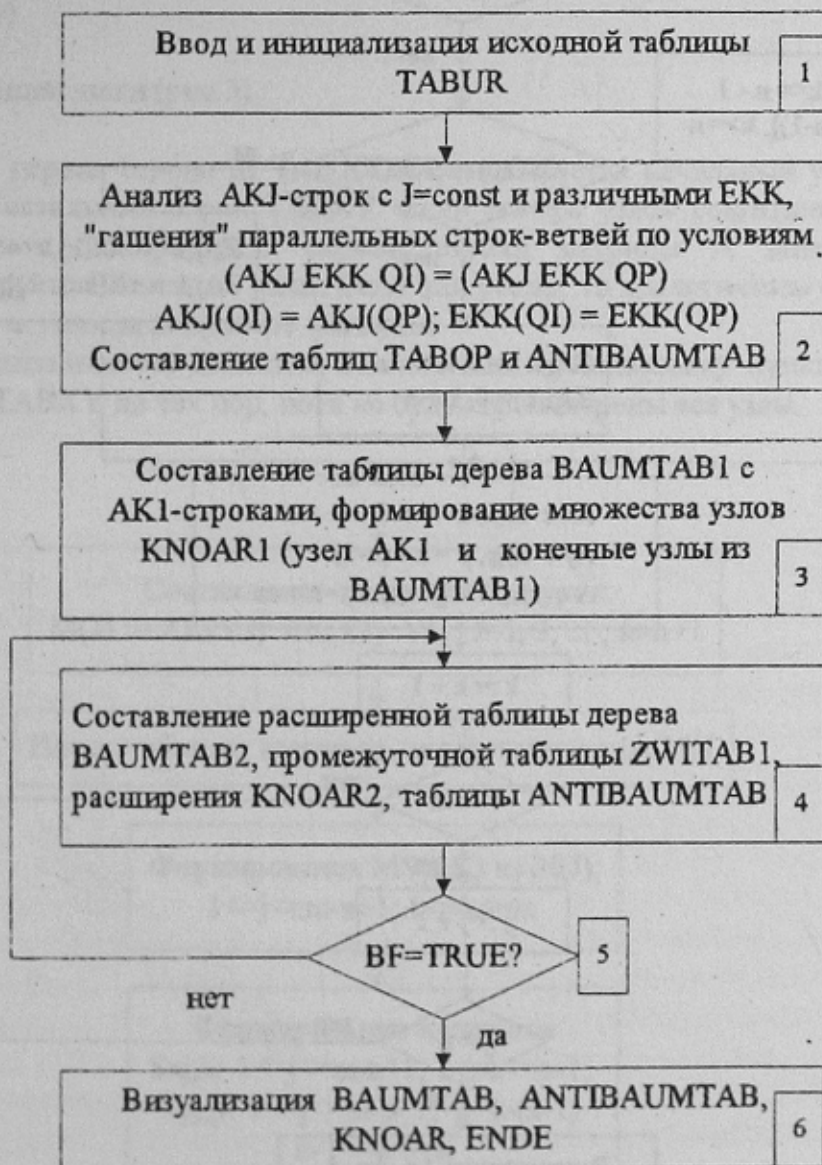


Рис.2. Блок-схема алгоритма построения дерева BAUMTAB.

Алгоритм построения дерева (рис.2) включает следующие операции:

- Ввод и инициализация исходных данных.
- Определение части дерева относительно первой строки. Из таблицы TABUR выполняется анализ строк (строка – элемент данных, хранящий в себе начальный

узел, конечный узел и номер ветви), у которых совпадают начальные узлы и не совпадают конечные. Эти строки заносятся в таблицу дерева ВАУМТАВ.

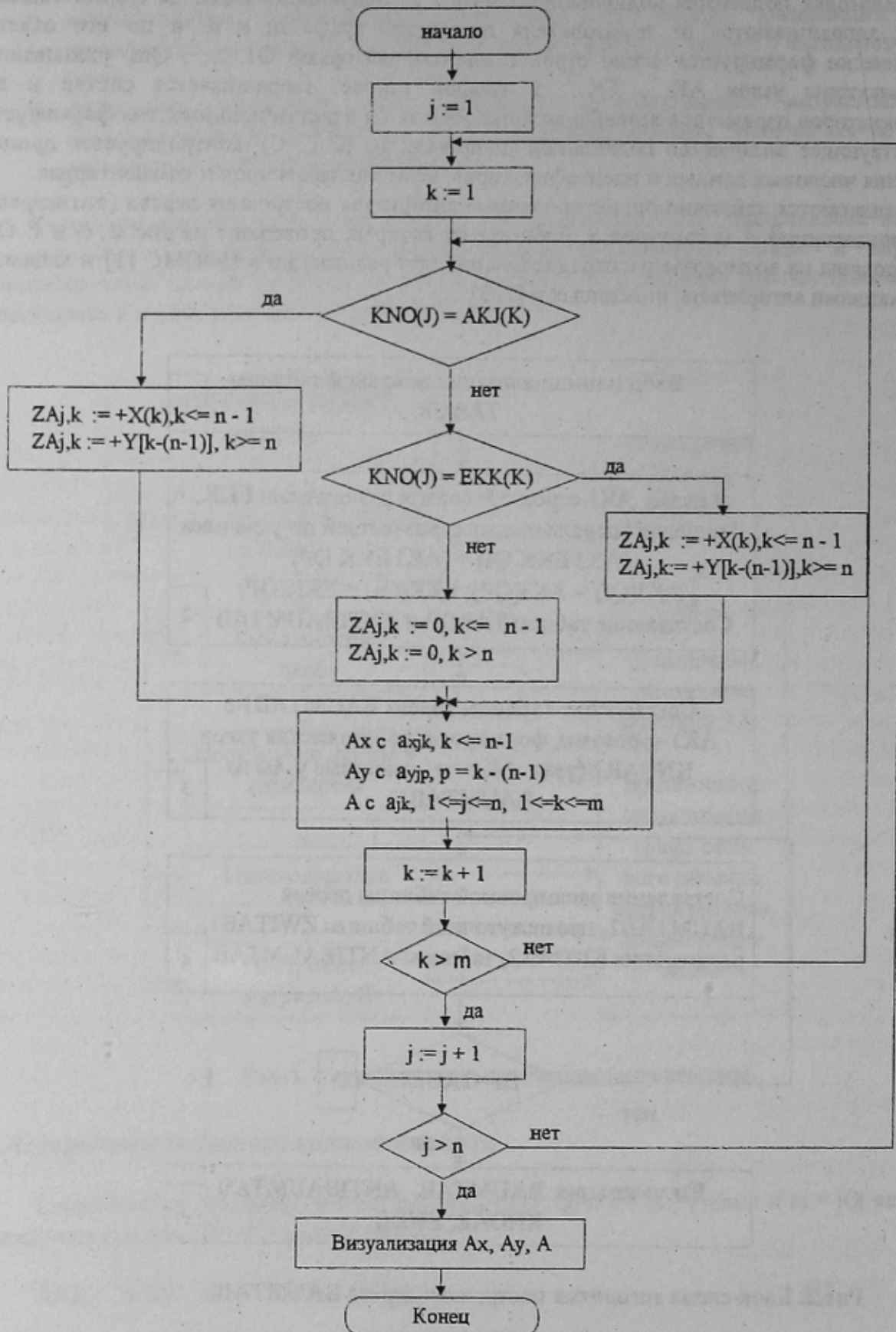


Рис.3. Блок-схема алгоритма генерирования матриц A_x , A_y , A .

- Основной этап формирования дерева. Выбирается первая строка из ВАУМТАВ. Затем в ВАУМТАВ включаются те строки, у которых начальный узел совпадает с

конечным узлом строк, уже занесенных в ВАУМТАВ и не совпадает конечный узел с начальным соответственно.

- Анализ конца построения дерева. Если число строк ВАУМТАВ станет равным $n-1$, то на этом процесс построения закончен, иначе повторяется предыдущий пункт относительно следующей строки ВАУМТАВ.

Для поиска таблицы антидерева АНТИВАУМТАВ необходимо из таблицы ТАВУР выбрать те строки, которые не входят в ВАУМТАВ.

Из таблиц ВАУМТАВ и АНТИВАУМТАВ составляется таблица ТАВХУ, которая представляется следующим образом :

$$\text{TAVXU} = \begin{pmatrix} \text{ВАУМТАВ} \\ \text{АНТИВАУМТАВ} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Формирование матрицы инцидентий в форме

$$A = (A_x \ A_y) \quad (3)$$

включает следующие шаги (рис.3) :

- Берется первая строка из ТАВХУ и анализируется начальный узел с начальными узлами остальных строк ТАВХУ. Если номера узлов совпадают, то в столбец найденного номера узла первой строки матрицы А заносится -1 , иначе анализируются конечные узлы. Если они равны, то аналогичным образом заносится $+1$. Иначе заносится нулевое значение.
- Далее выполняются действия, аналогичные предыдущему пункту для следующей строки ТАВХУ до тех пор, пока не будут просмотрены все узлы.



Рис.4. Структура алгоритма генерирования матриц S_x , S_y , S .

Далее из таблицы ТАВХУ формируется матрица независимых контуров S в форме

$$S = (S_x \ S_y) \quad (4)$$

в такой последовательности, как изображено на рис.4.

3. Имплементация алгоритмов

В связи с тем, что топологический анализатор имеет самостоятельное значение как часть ПОПМС, он реализуется в следующих версиях:

- В HOST-машине SIMD-системы. В этом случае процесс работы происходит на HOST-процессоре в последовательной обработке. Следует отметить, что реализация топологического анализатора в этом виде не представляет особых трудностей.
- На языке Parallaxis. В этом варианте топологического анализатора разделяется последовательная и параллельная обработка таблиц.
- Java-версия позволяет использовать топологический анализатор на разных ЭВМ, а также работать с ПОПМС через Internet.
- C - версия предназначена для реализации топологического анализатора в составе MIMD-компоненты массивно-параллельной моделирующей среды.

Экспериментальные исследования анализатора проведены для тестовых графов шахтных вентиляционных сетей и подтвердили работоспособность предложенных алгоритмов.

Заключение

Топологический анализатор параллельной модели сетевого объекта, разработанный авторами, существенно влияет на удобство работы пользователей моделей, таблично ориентированные алгоритмы топологического анализа позволяют сохранить естественность кодировки графов сетевых объектов, допускают распараллеливание в SIMD- и MIMD-системах, легко интегрируются с генераторами и решателями уравнений. Анализатор используется как составная часть проблемно ориентированных моделирующих сред для сетевых объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Литература

1. Svjatnyj V.A., Rasinkov V.V., Bräunl T., Reuter A., Zeitz M. Problemlorientierte massiv parallele Simulationsumgebung für dynamische Netzobjekte. Simulationstechnik, 10. Symposium, Dresden, 1996, S.515-518.
2. Святный В.А., Абрамов Ф.А., Фельдман Л.П., Моделирование динамических процессов рудничной аэрологии. Киев: Наукова думка, 1981, 291с.
3. Цой С, Цхай С.М. Прикладная теория графов. – Алма-Ата: Наука, 1971, -500с.