

УДК 004

ПОДСИСТЕМА ТОПОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СРЕДЕ

*Мирошниченко К.В., Молодых А.Г.
Донецкий национальный технический университет*

1 Введение

Математическая модель сложной динамической системы (СДС) включает формальное представление ее топологии и систему уравнений, описывающих физическую природу динамических процессов. Топологическая составляющая модели требует значительных затрат времени квалифицированных экспертов предметных областей по графическому, визуальному описанию элементов топологии СДС и связей между ними, по правильному кодированию топологий и построению топологических характеристик, которые в явном или трансформированном виде входят в математическое описание СДС. Эта работа экспертов (разработчиков моделей СДС) требует значительной компьютерной подготовки. В докладе рассматриваются основные вопросы построения подсистемы топологического анализа (ТА), призванной решать задачи по работе с топологиями СДС в составе распределенной параллельной моделирующей среды (РПМС).

Актуальностью подсистемы топологического анализа является обобщение данных по различным топологиям динамических систем.

Идеей данной работы является реализация алгоритмов анализа различных видов топологий в одной единой подсистеме.

2 Определение и функции подсистемы топологического анализа

Подсистема топологического анализа – это часть аппаратных, системных и прикладных средств РПМС, которые обеспечивают компьютерную поддержку работы экспертов предметных областей (разработчиков параллельных моделей СДС) с топологической составляющей моделируемых СДС от исходного представления топологий до их формализации.

Сформулированы следующие функции подсистемы:

1. Ввод исходных данных, описывающих топологию динамического объекта и уравнений ее компонент.
 - 1) Получение исходных подготовленных данных описания СДС из подсистемы диалога (управления).
 - 2) Чтение и анализ (проверка корректности) данных из специализированного файла, полученного непосредственно от пользователя через подсистему диалога.
 - 3) Описание с помощью языка спецификации объектов моделирования на технологическом уровне (например, DIANA – Dynamic sImulation And Numerical Analysis tool)
2. Процесс топологического анализа.
 - 1) Разбиение графов на дерево/антидерево и генерирование на их основе матриц инцидентности и контуров.
 - 2) Декомпозиция технологических схем и структурных схем автоматизации на компоненты, которые больше не разделяются.
 - 3) Создание иерархий компонент технологических схем и структурных схем автоматизации.

- 4) Переход к вторичной топологии и составление матриц, необходимых подсистеме генерирования уравнений.
3. Предоставление возможностей другим подсистемам по переводу различных видов представления графов (мультиграф, гиперграф).
4. Перевод полученных результатов в вид, пригодный для использования другими подсистемами, и их возврат в подсистему диалога (управления).

3 Основные требования к подсистеме

Требования к подсистеме топологического анализа можно сформулировать следующим образом:

- Поддержка различных видов топологий, задаваемых пользователем в качестве входных данных, которые описывают определенный динамический сетевой объект, технологический процесс, либо структурную схему автоматизации (обработка матриц, графов).
- Поддержка возможности задания исходных данных о топологии модели динамического объекта и уравнений, описывающих ее компоненты, в различной форме: передача напрямую из подсистемы диалога в виде готовой матрицы либо описания графа, обработка специализированных загружаемых напрямую файлов (например, Excel).
- Проверка корректности исходных данных и выдача подробных ошибок подсистеме диалога с целью предоставления пользователю помощи по их устранению.
- Возможность обработки динамических объектов и технологических процессов реальной сложности с учетом их реальных физических свойств.
- Реализация алгоритмов топологического анализа с использованием современных средств и технологий проектирования программного обеспечения (в частности, использование средств библиотек MPI для распараллеливания отдельных частей алгоритмов на кластере).
- Переносимость разработанного программного обеспечения для возможности запуска на различном аппаратном обеспечении.

Состав функций топологического анализатора приведен на рис. 1. Входными параметрами топологического анализатора являются различные варианты описания первичных топологий, которые программно приводятся к наиболее удобному внутреннему представлению. В зависимости от вида топологии выполняются различные преобразования для получения представлений, наиболее подходящих для обработки подсистемой генератора уравнений. Для технологических схем и структурных схем автоматизации производится декомпозиция на компоненты, которые больше не разделяются, в результате чего создаются наборы иерархий для каждой из топологий. Для динамического сетевого объекта производится кодирование графа, после чего производится расчет гранулярности и формирование вторичной топологии.

4 Задачи разработки и исследования подсистемы топологического анализа

Намечены следующие задачи:

- Спецификация входных данных для моделирования с возможностью их последующей декомпозиции.
- Разработка алгоритмов декомпозиции технологических схем и структурных схем автоматизации.
- Разработка алгоритмов кодирования динамических сетевых объектов.

- Разработка высокоскоростных алгоритмов получения первичных и вторичных топологий.
- Расчет гранулярности и создание вторичных топологий.
- Реализация алгоритмов преобразований различных представлений графов.
- Спецификация выходных данных для передачи в другие подсистемы.

Имплементация алгоритмов в составе топологического анализатора – программного модуля распределенной параллельной моделирующей среды, который в автоматическом режиме на основе заданных графов, технологических схем и уравнений, описывающих исходную топологию динамического объекта, производит подготовку информации о связях между элементарными блоками для последующих подсистем, решающих задачи построения параллельных моделей.



Рисунок 1 – Состав функций подсистемы топологического анализа

5 Роль подсистемы топологического анализа в общем процессе моделирования сложной динамической системы

Подсистема топологического анализа является одним из этапов, звеньев разработки параллельных моделей сложных динамических систем и находится в тесной взаимосвязи с другими подсистемами.

В рассматриваемой структуре разрабатываемой системы топологический анализатор находится в тесной взаимосвязи с подсистемой диалога (управления), которая обеспечивает передачу входных данных для обработки и сохранения результатов для дальнейших этапов (других подсистем). Данная взаимосвязь изображена на рис. 2.



Рисунок 2 – Взаимодействие с подсистемами РПМС

В цепочке построения модели технологического процесса, динамического сетевого объекта и структурной схемы автоматизации (рис. 3) топологический анализатор стоит на первом месте, принимая входные данные, описывающие топологию объекта и уравнения ее компонент. Результаты топологического анализа поступают на подсистему генерирования уравнений. Сгенерированные в результате работы уравнения передаются в подсистему виртуальных параллельных симуляционных моделей. Данные из этой подсистемы получает решатель уравнений, который воспроизводит поведение моделируемого динамического объекта и передает результаты решений в подсистемы визуализации и диалога для визуального отображения пользователю.

6 Выводы

В работе дано определение подсистемы топологического анализа, сформулированы ее функции в рамках разрабатываемой общей распределенной параллельной моделирующей среды. Выработана модель взаимодействия подсистем между собой. Составлен ряд возможных способов задания входных данных, описывающих топологию динамического объекта, и форм выдаваемых результатов в ходе топологического анализа, которые будут передаваться последующим подсистемам РПМС. Определены требования к подсистеме, намечены задачи, программные средства и технологии ее разработки.



Рисунок 3 – Подсистема ТА в общем процессе моделирования СДС

Литература

- [1] Святний В.А. Паралельне моделювання складних динамічних систем // Моделирование – 2006: Международная конференция. Киев, 2006 г. – Киев, 2006. – С. 83–90.
- [2] Бондарева К.С. Топологічний аналізатор технологічно орієнтованого паралельного моделюючого середовища / В.А.Святний, К.С. Бондарева // Наукові праці ДонНТУ, серія МАП. – Донецьк, 2005. – №78. – С.5-12.
- [3] Feldmann L., Svjatnyj V., Lapko V., Gilles E.-D., Reuter A., Rothermel K., Zeitz M. Parallele Simulationstechnik. // Научные труды ДонГТУ, серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем», вып. 10. – Донецк, 1999. – С. 9–19.
- [4] Святний В.А., Молдованова О.В., Перерва А.О. Проблемно орієнтоване паралельне моделююче середовище для динамічних мережних об'єктів. // Наукові праці ДонДТУ, серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 29. – Донецьк, 2001. – С. 246–253.