

Краткие сообщения

УДК 519.816+519.876.5

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ КОНФИГУРАЦИОННОЙ ДИАГРАММЫ СОПРЯЖЕНИЯ НЕПРОИЗВОДНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ МНОГОУРОВНЕВОГО АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н.Г. Губанов, А.В. Чуваков, Е.Ю. Кубрин

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Рассмотрены вопросы реализации методики построения диаграммы сопряжения непроектируемых структурных элементов. Исходя из топологических и категорно-функторных представлений транспортной системы предложен метод декомпозиции системы на уровни (структуры), являющиеся монадными морфизмами, что позволит выявить операторы сопряжения разнородных моделей формализации при построении базы знаний информационно-аналитического комплекса анализа состояния транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: *системная модель, топологическое пространство, категорно-функторная концепция, непроектируемый структурный элемент.*

Для разработки многоуровневого информационно-аналитического комплекса анализа транспортной инфраструктуры, используется формально-математический аппарат на основе категорного подхода [1], который предполагает построение автоматизированной имитационной системы (АИС) на базе агрегатного подхода, где согласование моделей различной степени детализации осуществляется с использованием операторов сопряженности R . В работе [3] было показано что схеме сопряжения элементов сложной системы может быть поставлен в соответствие геометрический объект, состоящий из правильно соединенных друг с другом симплексов (симплициальных комплексов). С этой целью каждый элемент сложной системы заменяют симплексом, размерность которого равна числу контактов, инцидентных этому элементу, а вершины симплексов, соответствующих сопряженным контактам, отождествляются (склеиваются). Тогда модель транспортной сети, как основы АИС, можно представить как конечную совокупность K двумерных симплексов (минимальных единичных составляющих) некоторого евклидова пространства R^2 , двумерного комплекса (полиэдра) K . Идея разбиения полиэдра на симплексы прямо следует из определения компонента комплекса. Компонентой некоторого комплекса K называется такой связный его подкомплекс L , что K распадается в сумму непересекающихся

Николай Владимирович Губанов (к.т.н., доцент), заведующий кафедрой «Автоматизация и управление технологическими процессами».

Александр Владимирович Чуваков (к.х.н.), доцент кафедры «Вычислительная техника».

Егор Юрьевич Кубрин, аспирант.

подкомплексов L и M . Если K_1, \dots, K_p – совокупность всех компонент комплекса K , то они попарно не пересекаются и в сумме составляют весь комплекс K [4]. В [2] было введено понятие непроемкого структурного элемента (НСЭ) как ограниченной области структуры системы, отличающаяся только ей присущей совокупностью совместно взаимодействующих на категорном уровне свойств простых объектов или единичная составляющая структуры ТС, т.е. симплекса.

На структурном непроемком уровне декомпозиция структуры системы на НСЭ сводится к поиску полных подграфов («клик») графа $G=(U, X)$. Рассмотрим работу алгоритма декомпозиции графа $G=(U, X)$ более подробно. Основой данной процедуры служит алгоритм 457 Брона-Кэрбоша [5] инициализирующий «клики» по дереву поиска, где каждый узел в дереве соответствует полному подграфу графа, а каждое ребро соответствует вершине графа. Но применив его, например, к графу $G=(U, X)$ (рис. 1) получим набор графов следующего вида $(\{V_i, I_j\}, \{V_m, I_n\})$ которые не являются НСЭ.

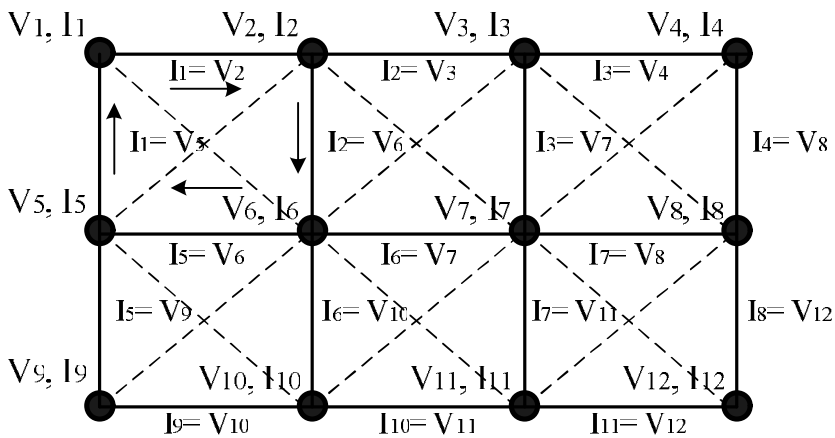


Рис. 1 - Граф $G_k=(U, X)$, взаимодействия потоков в ТС

Следовательно, перед применением алгоритма вводим процедуру подготовки (или доводки исходного графа до графа задающего статическую модель), которая заключается в следующем: в графе $G=(U, X)$ производится поиск всех подграфов $G_c'=(U', X')$ представляющих собой цикл C_n где в любой начальной вершине исходящий поток I_i будет связан со входящим потоком V_n конечной вершиной, например для графа $G=(U, X)$ один из таких циклов: $I_1 \rightarrow V_2 \rightarrow I_2 \rightarrow V_6 \rightarrow I_5 \rightarrow V_3 \rightarrow I_1$. Далее для каждого подграфа $G_c'=(U', X')$ внедряем новые ребра так, чтобы подграф представляющий собой цикл C_n преобразовался в полный подграф K_n с тем же количеством вершин. Таким образом получаем дополненный граф $G_k=(U, X)$ к которому применяется алгоритм порождения клик. Для графа $G_k=(U, X)$ это следующий набор клик K_4^i : $K_4^1: [(V_1, I_1) - (V_2, I_2) - (V_6, I_6) - (V_5, I_5)]$; $K_4^2: [(V_2, I_2) - (V_3, I_3) - (V_7, I_7) - (V_6, I_6)]$; $K_4^3: [(V_3, I_3) - (V_4, I_4) - (V_8, I_8) - (V_7, I_7)]$; $K_4^4: [(V_5, I_5) - (V_6, I_6) - (V_{10}, I_{10}) - (V_9, I_9)]$; $K_4^5: [(V_6, I_6) - (V_7, I_7) - (V_{11}, I_{11}) - (V_{10}, I_{10})]$; $K_4^6: [(V_7, I_7) - (V_8, I_8) - (V_{12}, I_{12}) - (V_{11}, I_{11})]$. Далее построим граф $G_k^2=(U, X)$, где вершинами являются полученные клики K_4^i к которому, в свою очередь, так же применим процедуру декомпозиции, результатом которой будет новый набор клик: $K_4^{1,2,5,4}$ и $K_4^{2,3,6,5}$. На основании этого

набора строится граф $G_k^3=(U, X)$ являющийся, для рассматриваемого примера, полным (рис.2).

Таким образом, получаем иерархическую структурную модель системы, где каждый уровень представляется набором связанных моделей определенной категории, а переход между уровнями определяется операторами сопряженности. В рамках категориально-функторного подхода, данный класс моделей представляется монадными морфизмами (специальным образом построенные морфизмы в категории индексированных множеств), а их взаимодействие описывается многокомпонентной конфигурационной диаграммой.

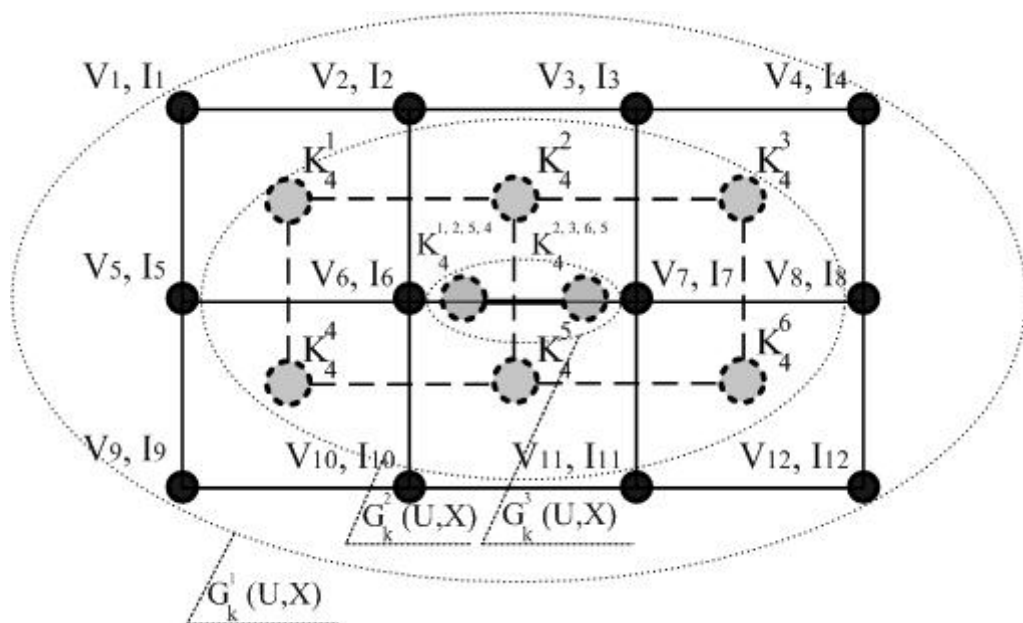


Рис. 2. Структура взаимодействия графов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Батищев В.И.* Категорные методы комплексного представления и структуризации разнородных данных в информационных системах анализа сложных объектов / В.И. Батищев, Н.Г. Губанов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. XII Международ. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2010. – С. 263-267.
2. *Батищев В.И.* Методы формализации и обобщения производных структурных элементов в системе многоуровневого анализа транспортной инфраструктуры / В.И. Батищев, Н.Г. Губанов, А.В. Чуваков // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. – 2012. – № 1(33) – С. 6-11.
3. *Охтилев М.Ю.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / М.Ю. Охтилев, Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов. – М.: Наука, 2006. – 410 с. ISBN 5-02-033789-7
4. *Понтрягин Л.С.* Основы комбинаторной топологии. 3-е изд. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 120 с.
5. *Зыков А.А.* Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004. – 664 с.

Статья поступила в редакцию 4 июня 2012 г.

A TECHNIQUE FOR PRODUCING A MULTICOMPONENT CONFIGURATION CHART OF INTERFACE OF NON-PRODUCTIVE STRUCTURAL ELEMENTS IN A MULTI-LEVEL ANALYSIS SYSTEM FOR THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE

N.G. Gubanov, A.V. Chuvakov, E.U. Kubriin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The questions of applying a technique for producing a chart of an interface of non-productive structural elements are discussed. A method of system decomposition into levels (structures) which are monad morphisms by using topological and category-functor representations of the transport system is proposed. It will allow to reveal interface operators of diverse formalization models in creating the knowledge base of an information and analytical complex for analyzing the state of the transport infrastructure.

Keywords: *system model, topological space, the concept of category-functor, non-derivative structural element.*