

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331907804>

АСНИ «Мастерская граф-моделей»: подсистема структурного спектрального анализа деревьев

Conference Paper · January 2006

CITATIONS

0

READS

59

4 authors, including:



[Ali Rashid Ibrahim](#)

University of Anbar / College of Science

15 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

АСНИ «МАСТЕРСКАЯ ГРАФ-МОДЕЛЕЙ»: ПОДСИСТЕМА СТРУКТУРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЕРЕВЬЕВ

В.А. Кохов, С.А. Горшков, Али Рашид Ибрахим, Малатх Рахим Джасим

(Москва, Московский энергетический институт (ТУ), Россия)

Рассмотрены классы задач структурного спектрального анализа графовых моделей объектов, решаемых в подсистеме «СС-анализ деревьев». Приведены примеры графовых моделей, позволяющих впервые анализировать сложность, сходство и симметрию деревьев с учетом расположения фрагментов.

В рамках внедрения новых информационных технологий в учебный процесс разработана подсистема АСНИ «GMW», включающая 9 программных комплексов (ПК), позволяющих решать задачи, входящие в инвариантное ядро задач структурного спектрального анализа и синтеза деревьев [1]:

1. Построение g -моделей и b -моделей, характеризующих деревья в расширяемых базисах структурных дескрипторов (СД) с учетом расположения фрагментов заданного вида [2,3].
2. Анализ симметрии деревьев: (2.1) Построение порождающего множества и всей группы автоморфизмов дерева ($Aut(G)$). Вычисление основных характеристик $Aut(G)$; (2.2) Построение порождающего множества и всей t -группы автоморфизмов дерева ($Aut^t(G)$). Вычисление характеристик $Aut^t(G)$;
3. Различение деревьев: (3.1) Изоморфизм деревьев; (3.2) Изоморфное вложение дерева в дерево; (3.3) Определение всех изоморфных и канонических изоморфных вложений дерева в дерево.
4. Различение расположения фрагментов в топологии деревьев: (4.1) Различение расположения фрагментов типа t с точностью до орбит $Aut^t(G)$; (4.2) Различение расположения фрагментов типа t с точностью до классов τ -эквивалентности. Отношение τ -эквивалентности задается базисом СД; (4.3) Различение расположения фрагментов с точностью до вложения орбит фрагмента типа $t1$ в орбиты фрагмента типа $t2$; (4.4) Различение расположения фрагментов с точностью до вложения классов τ -эквивалентности расположения фрагмента типа $t1$ в классы τ -эквивалентности расположения фрагмента типа $t2$, где $t1 \subseteq t2$.
5. Анализ сложности деревьев; (5.1) Вычисление индексов; (5.2) Вычисление вектор-индексов; (5.3) Вычисление расширенной матрицы b -модели;
6. Анализ сходства деревьев: (6.1) По подструктурному подходу на основе максимального общего фрагмента (МОФ); (6.2) По обобщенному подструктурному подходу на основе g -моделей или b -моделей или $b(g)$ -моделей.
7. Анализ сходства расположения фрагментов в топологии дерева: (7.1) С точностью до орбит фрагментов заданного типа; (7.2) С точностью до классов τ -эквивалентного расположения фрагментов заданного типа.
8. Прорисовка диаграмм деревьев и их g -моделей с учетом симметрии.
9. Конструктивное перечисление деревьев и генерация семейств деревьев с заданными ограничениями.

Архитектура АСНИ «GMW», в рамках которой функционируют программные комплексы подсистемы «СС-анализ деревьев» приведена на рис. 1.



Рис. 1. Функциональное наполнение АСНИ «Мастерская граф-моделей»

Рассмотрим пример анализа сходства деревьев (рис. 2) с использованием g -модели $SHP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G)$, называемой цветным графом цепей (ЦГЦ) [2,3].

Определяя МОФ для каждой пары ЦГЦ, получаем два варианта вычисления расстояний и два варианта вычисления коэффициентов сходства:

- $d_1(G_1, G_2) = |V(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_1))| + |V(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2))| - 2|V(MCS)|$;
- $d_2(G_1, G_2) = |E(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_1))| + |E(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2))| + |E(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2))| - 2|V(MCF)| + |E(MCF)|$;
- $MSI_1(G_1, G_2) = |MCS(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_1), HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2))|^2 / |F_1(G_1) \cdot F_1(G_2)|$;
- $MSI_2(G_1, G_2) = |MCF(HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_1), HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2))|^2 / |F_2(G_1) \cdot F_2(G_2)|$,

где F_1 (F_2) – число вершин (сумма числа вершин и ребер) в ЦГЦ дерева.

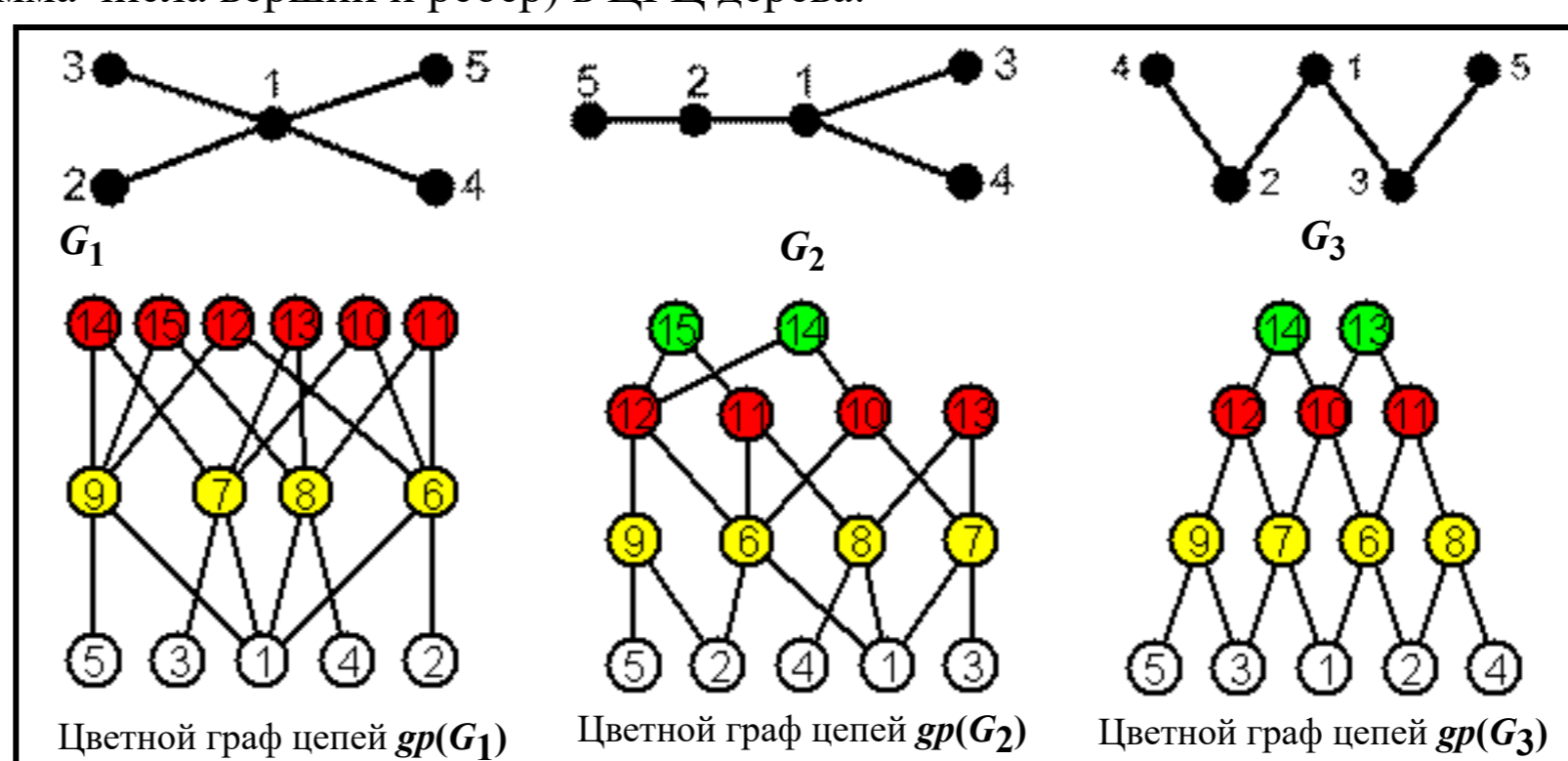


Рис. 2. Диаграммы графов и их цветных графов цепей (на первом уровне расположены вершины исходного дерева, на втором – вершины-цепи длины 1, на третьем – вершины-цепи длины 2, на четвертом – вершины-цепи длины 3)

Для деревьев G_1-G_3 получим результаты, приведенные в табл. 1 (значения d_1, d_2 под главной диагональю, а значения MSI_1, MSI_2 – над диагональю).

	Расстояния d_1, d_2 и коэффициенты сходства MSI_1						Расстояния d_1, d_2 и коэффициенты сходства MSI_2								
	G_1	G_2	G_3	gp_1	gp_2	gp_3	G_1	G_2	G_3	gp_1	gp_2	gp_3			
G_1	0	0,64	0,36	gp_1	0	0,53	0,48	G_1	0	0,79	0,61	gp_1	0	0,76	0,51
G_2	2	0	0,64	gp_2	8	0	0,69	G_2	2	0	0,79	gp_2	9	0	0,65
G_3	4	2	0	gp_3	9	5	0	G_3	4	2	0	gp_3	19	13	0

Таблица 1

Переходя последовательно от ЦГЦ длины 0 к длине q , а затем к g -моделям, учитывающим расположение поддеревьев и лесов, получим универсальный метод для иерархического анализа сходства деревьев, с последовательным уточнением результатов. В табл. 2 приведены примеры матричного представления расширенной b -модели $P^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}$ для G_2 и b -модели $V^l \subseteq P^{Sc_w}$ для $HP^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}(G_2)$ [2]. В табл. 3 приведены результаты анализа сходства с использованием b -моделей $P^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}$ при монотонном наращивании базиса СД.

Применение b -моделей позволяет провести иерархический анализ сходства графов с последовательным уточнением результатов по направлениям:

1. Индекс (ISC), вектор-индекс (V_ISC), матрица b -модели (M_Irc);
2. Вектор-индекс вкладов $Irc(f^t)$, $Irc(f^t(c))$, $Irc(f_i^t)$, матрица M_Irc .

Вычисление МОФ для пар b -моделей в *стратифицированной системе* приводит к возможности исследования *тенденций изменения сходства де-ревьев* ещё по трём направлениям *стратификации самой b-модели*: (1) монотонное расширение базисов СД; (2) монотонное расширение типов фрагментов; (3) монотонное расширение как базисов СД, так и типов фрагментов.

Таблица 2

$P^{Sc_w} \subseteq P^{Sc_w}$	P_0	P_1	P_2	P_3	$Irc(f_i^t)$	$Irc(f^t(c))$	$Irc(f_i^t)$	$V^l \subseteq P^{Sc_w}$	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	$Irc(f_i^t)$	$Irc(f^t(c))$
2	1	2	2	0	0,057	0,057	0,392	2	1	2	6	10	10	0,0648	0,0648
1	1	3	1	0	0,050	0,050		1	1	3	10	8	4	0,0350	0,0350
5	1	1	1	2	0,110	0,110		5	1	1	2	4	8	0,0451	0,0451
3,4	1	1	2	1	0,087	0,174		3,4	1	1	3	5	11	0,0613	0,1225
12	0	1	3	0	0,056	0,056	0,314	6	1	5	10	10	2	0,0285	0,0285
25	0	1	1	2	0,101	0,101		9	1	3	4	8	12	0,0710	0,0710
13,14	0	1	2	1	0,079	0,157		7,8	1	4	5	11	15	0,0901	0,1802
314	0	0	1	0	0,016	0,016	0,217	13	1	2	6	6	14	0,0784	0,0784
213,214	0	0	1	1	0,054	0,108		10,11	1	3	8	10	13	0,0802	0,1604
125	0	0	1	2	0,093	0,093		12	1	4	8	6	14	0,0795	0,0795
3125,4125	0	0	0	1	0,039	0,077	0,077	14,15	1	2	5	12	10	0,0672	0,1345
Sw	5	12	20	14	51	1	1	Sw	15	40	88	128	162	433	1
S_w	1	3	5	7	16	$\alpha(P_0/P)=1$		S_w	1	2	2	2	2	9	$\alpha(P_0/P)=1$
WF	5	4	4	2	15	$\alpha(P_1/P)=1$		WF	15	20	44	64	81	224	$\alpha(P_1/P)=1$
$ISC(P_j)$	1	3	9	31	44	$\alpha(P_2/P)=1$		$ISC(P_j)$	1	3	9	31	106	150	$\alpha(P_2/P)=1$
V_ISC	5	12	36	62	115	$\alpha(P_3/P)=1$		V_ISC	15	60	396	1984	8586	11041	$\alpha(P_3/P)=1$

Таблица 3

Пары	ISC				V_ISC				M_Irc			
	P_0-1	P_0-2	P_0-3	P_0-4	P_0-1	P_0-2	P_0-3	P_0-4	P_0-1	P_0-2	P_0-3	P_0-4
G_1, G_2	0	18	44	44	0	18	80	80	210	2478	8058	8058
G_1, G_3	0	27	35	141	0	27	89	195	1260	10899	27639	49899
G_2, G_3	0	9	9	97	0	9	9	115	630	3465	9045	38725

Подсистема включает 7 DLL, общим объемом 4,6 Мб, созданных в средах *Microsoft Visual C++ .NET*, *C++ Builder 6* и *Delphi 7* и позволяет анализировать базы деревьев с числом вершин до 5000 на современных ПЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кохов В.А. Концептуальные и математические модели сложности графов. М. Издательство МЭИ, 2002. – 160 с.
2. Кохов В.А. Граф-модели в структурном спектральном анализе систем. Тезисы докладов международной конференции «Информационные средства и технологии», МФИ-2004, Т.1, М, МЭИ, 2004. – С.211-214.
3. Кохов В.А. Модели и методы для анализа сходства структур систем с учетом сходства расположения фрагментов. Тезисы докладов научной сессии МИФИ-2006. Т3. Интеллектуальные системы и технологии. М. МИФИ. 2006. – С.144-145.