

УДК 378.147:378.018.43

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД СИСТЕМО-КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА ГРАФОВ

INNOVATIVE METHOD OF GRAPHS SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS

Романова Марина Леонидовна

кандидат педагогических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
id.yug2016@gmail.com

Савченко Владислав Геннадьевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Мишков Даниил Андреевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Кононенко Дмитрий Игоревич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Бевз Екатерина Александровна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Березина Анастасия Игоревна

студентка
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Известно, что граф – математический объект, отражающий некую систему с однородными компонентами и большим количеством связей между ними; благодаря применению математической теории графов возможно моделировать и диагностировать сложные системы. Вместе с тем, ограниченность существующих методов анализа графов не позволяет успешно решать задачи из различных сфер человеческой деятельности и областей научного знания, в том числе социологии, педагогики, психологии и экономики. Авторами предложен метод системно-когнитивного анализа графов, основанный на применении статистического метода каменистой осыпи. Предложенный метод универсален, т.е. применим в любых сферах человеческой деятельности и областях научного знания.

Ключевые слова: граф, связи, анализ, метод каменистой осыпи.

Romanova Marina Leonidovna

Lecturer,
Kuban State Technological University
id.yug2016@gmail.com

Savchenko Vladislav Gennadievich

Student,
Kuban State Technological University

Mishkov Daniil Andreevich

Student,
Kuban State Technological University

Kononenko Dmitry Igorevich

Student,
Kuban State Technological University

Bevz Ekaterina Alexandrovna

Student,
Kuban State Technological University

Berezina Anastasia Igorevna

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. It is known that a graph is a mathematical object reflecting a system with homogeneous components and strong links between them; through the application of mathematical graph theory it is possible to model and diagnose complex systems. However, the limitations of the existing methods of graph analysis do not allow to successfully solve problems of different spheres of human activity and areas of scientific knowledge, including sociology, pedagogy, psychology and Economics. The authors propose the method of systemic-cognitive analysis of graphs, based on the application of the statistical scree plot method. The proposed method is generic, i.e. is applicable in all spheres of human activities and fields of scientific knowledge.

Keywords: graph, links, analysis, scree plot method.

Введение. В настоящее время общепризнано, что методы математической теории графов – универсальны и эффективны, т.е. применимы для решения широкого круга задач в любой сфере человеческой деятельности и области научного знания

[1–8]. Известно, что граф – математический объект, отражающий некую систему с однородными компонентами и большим количеством связей между ними (иначе говоря, граф – когнитивная модель системы); благодаря применению математической теории графов возможно моделировать и диагностировать сложные системы. Также известно, что теория графов неразрывно связана с теорией множеств и отношений: совокупность вершин графа – множество, а связи между вершинами отражают некое отношение на множестве (совокупность связей также есть множество). Для автоматизации анализа графов чрезвычайно удобна теория матриц (методы линейной алгебры): в матрице размером $N \times N$ возможно количественно отражать наличие связей между вершинами (N – число вершин).

Вместе с тем, ограниченность существующих методов анализа графов не позволяет успешно решать задачи из различных сфер человеческой деятельности и областей научного знания, в том числе социологии, педагогики, психологии и экономики. Проблема исследования – вопрос: каким образом диагностировать целостность (силу связей) между элементами моделируемой (с помощью графа) системы? Цель исследования – разработка инновационного метода системно-когнитивного анализа графов.

Результаты исследования. С точки зрения авторов, диагностика целостности (связности) моделируемой системы должна быть основана на статистическом методе каменистой осыпи. Пусть имеется некая вершина в графе (элемент моделируемой системы), тогда индекс её связи с графом (индекс связи компонента с системой в целом) равен M , если данная вершина имеет не менее чем с M другими вершинами не менее чем M связей с каждой. Для авторов настоящей статьи очевидно, что это – индекс валентности вершины; в отличие от неё, координационное число вершины – число других вершин, с которыми она имеет связи. Валентностью вершины назовём её общее число связей со всеми остальными.

Приведём пример. На рисунке 1 изображён граф (над стрелками указано число связей между парой вершин), число вершин которого равно 10, а индекс валентности вершины № 1 равна 8 (с вершинами №№ 2–8 и 10 она имеет не менее чем по 8 связей с каждой), индекс валентности вершины № 9 равна 3 (с тремя вершинами она имеет не менее чем по три связи с каждой), индекс валентности вершин №№ 6, 8 и 10 равна 2 (индекс валентности не может быть выше координационного числа), индекс валентности остальных вершин равна единице. Валентности вершин №№ 1–10 соответственно равны 71, 11, 9, 9, 9, 12, 8, 12, 10 и 11. Матрица, отражающая такой граф, представлена в таблице 1.

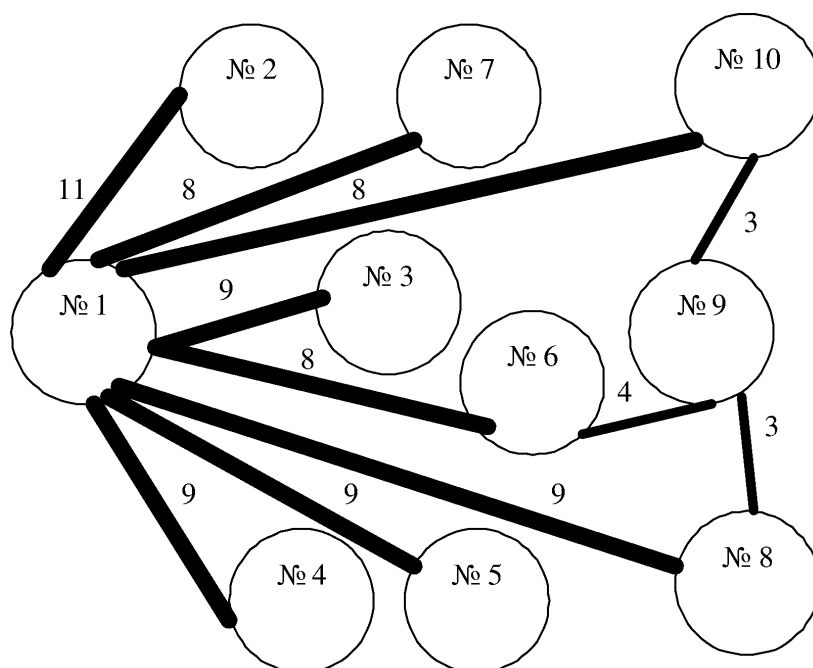


Рисунок 1 – Ориентированный граф

Таблица 1 – Сила связей между вершинами графа

	Номер вершины									
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
№ 1	–	11	9	9	9	8	8	9	0	8
№ 2	–	–	0	0	0	0	0	0	0	0
№ 3	–	–	–	0	0	0	0	0	0	0
№ 4	–	–	–	–	0	0	0	0	0	0
№ 5	–	–	–	–	–	0	0	0	0	0
№ 6	–	–	–	–	–	–	0	0	4	0
№ 7	–	–	–	–	–	–	–	0	0	0
№ 8	–	–	–	–	–	–	–	–	3	0
№ 9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3
№ 10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Вместе с тем, в графе лишь одиночные вершины могут иметь тесные связи с остальными (пример такого графа отражён на рисунке 1), остальные же вершины могут быть слабо связаны между собой или вообще не иметь между собой непосредственных связей. Так, например, в графе, изображённом на рисунке 1, не имеют между собой связей вершины с номерами 4 и 5, хотя в целом граф является связным (напомним, что связным называют граф, между любыми вершинами которого можно найти хотя бы один маршрут). Индекс связности графа (соответственно, целостности моделируемой системы) равен Q , если не менее чем Q его вершин имеют индекс валентности не менее чем Q каждая. Так, например, для графа, изображённого на рисунке 1, индекс связности равен 2, т.к. мы не можем найти третьей вершины (помимо вершин №№ 1 и 9) с индексами валентности не менее 3 каждая.

При анализе целостности системы не всегда необходимо оценивать силу связей между элементами; в ряде случаев важнее, чтобы все (или многие) элементы между собой имели связи. В таком случае, индекс связности графа равен q , если не менее чем q его вершин имеют координационное число не менее чем q у каждой. Например, на графе, изображённом на рисунке 1, вершины №№ 1–10 имеют координационные числа соответственно 8, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 3 и 2. Индекс связности такого графа равен 2, т.к. нет третьей вершины (помимо вершин с номерами 1 и 9), у которой координационное число было бы не менее 3.

Приведём примеры из науковедения (точнее, наукометрии) и педагогической психологии. Пример из педагогической психологии следующий. На основе метода каменистой осыпи возможно предложить критерий взаимосвязи между двумя компетенциями (лично-профессиональными качества): он равен d , если не менее чем d элементов операционного компонента анализируемой компетенции A были совместно использованы с операционным компонентом «вспомогательной» компетенции B (в различных видах деятельности, при решении различных задач) не менее чем d раз каждая. Интегративный индекс взаимосвязи анализируемой компетенции (лично-профессионального качества) с другими составляющими социально-профессиональной компетентности следующий: он равен L , если не менее чем с L компетенциями индекс её взаимосвязи составляет не менее чем L с каждой. Интегративный индекс конкурентоспособности индивида также следует вычислять на основе метода каменистой осыпи: он равен Z , если не менее чем Z компетенций имеют интегративный индекс взаимосвязи с социально-профессиональной компетентностью не менее чем Z каждая. С точки зрения авторов, у конкурентоспособной личности должно быть «ядро» социально-профессиональной компетентности – компетенции, которые в значительной мере связаны с остальными, посредством их применения в личном опыте деятельности [3, 5, 7, 8].

Пример из наукометрии следующий: определить индекс целостности научного коллектива [1, 2, 4]. Известно, что индекс социальной валентности научного работника с коллективом равен W , если не менее чем с W коллегами он имеет не менее чем W совместных публикаций с каждым [2]. Тогда индекс целостности научного коллектива равен h , если не менее чем h научных работников имеют индекс социальной валентности не менее чем h каждый.

Заключение. Сложные системы (даже с однородными компонентами) всегда многоаспектны [1–6]. Тем не менее, теория графов – универсальная теория, позволяющая моделировать и диагностировать сколь угодно сложные системы с однородными компонентами. Предложенный авторами метод системно-когнитивного анализа графа формализуем и реализуем на ЭВМ.

Литература:

1. Зрелость социально-педагогических систем / И.С. Ворошилова [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 249–265.
2. Параметры исследовательской деятельности научно-педагогических коллективов как критерии для диагностики образовательной среды / В.И. Лойко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 967–998.
3. Математические модели формирования личностно-профессиональных качеств студентов / Д.А. Романов [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 3. – С. 106–120.
4. Романова М.Л. Отражение научного знания в содержании вузовского образования // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 372–393.
5. Взаимосвязь становления исследовательской и информационной компетентности студентов в условиях информатизации образования / В.Л. Шапошников [и др.] // Среднее профессиональное образование. – 2017. – № 1. – С. 37–41.
6. Шапошникова Т.Л. Теория графов как математическая основа решения социально-педагогических задач / Т.Л. Шапошникова, О.Н. Подольская, И.П. Пастухова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 370–384.
7. Шапошникова Т.Л. Современные модели и методы диагностики конкурентоспособности выпускника вуза / Т.Л. Шапошникова, О.Н. Подольская, И.П. Пастухова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 385–398.
8. Шапошникова Т.Л. Квалиметрическая оценка информационной компетентности студентов / Т.Л. Шапошникова, В.В. Вязанкова, М.Л. Романова // Открытое и дистанционное образование. – 2016. – № 2 (62). – С. 35–39.

References:

1. I.S. Voroshilova etc. (2015). Socially-pedagogical systems maturity // Nauchnyie trudy Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. – № 11. – P. 249–265.
2. V.I. Loyko etc. (2016). Scientific teams investigate activity parameters as a criterions for educational environment assessment // Politematicheskii setevoy elektronniy nauchnyiy jurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – № 123. – P. 967–998.
3. D.A. Romanov etc. (2014). Mathematical models of students personally-professional abilities formation // Nauchnyie trudy Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. – № 3. – P. 106–120.
4. M.L. Romanova (2016). Reflection of scientific knowledge in higher educational establishment learning content // Nauchnyie trudy Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. – № 3. – P. 372–393.
5. V.L. Shaposhnikov etc. (2017). Interrelation between formation of investigate and informational competence in students in education computerization conditions // Srednee professionalnoe obrazovanie. – № 1. – P. 37–41.
6. T.L. Shaposhnikova etc. (2016). Graphs theory as a mathematical base for socially-pedagogical problems solving // Nauchnyie trudy Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. – № 8. – P. 370–384.
7. T.L. Shaposhnikova etc. (2016). Modern models and assessment methods of higher educational establishment graduate competitiveness // Nauchnyie trudy Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. – № 8. – P. 385–398.
8. T.L. Shaposhnikova etc. (2016). Quality measurement assessment of students informational competence // Otkryitoe i distantsionnoe obrazovanie. – № 2. – Vol. 62. – P. 35–39.