

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Статья исследует методы качественного анализа. Показана систематика разных видов анализа. Качественный анализ является составной частью многих видов анализа. Исследуется логический качественный анализ. Показано различие между оппозиционными переменными и дихотомическими переменными. Статья исследует теоретико-множественный качественный анализ. Качественные шкалы исследуются как основа качественного анализа. Описаны три аксиомы идентификации и две аксиомы сравнения. Описан механизм идентификации как основная процедура качественного анализа. Показано, что образное моделирование является направлением качественного анализа. Качественный анализ основан на методах принятия решений, методах извлечения знаний, методах вывода в которых не применяют строгих количественных расчетов и вычислений. Основное его преимущество оперативность принятия решений.

Ключевые слова: анализ, качественный анализ, логический анализ, теоретико-множественный анализ, качественные рассуждения, качественные пространственные рассуждения.

V.K. Raev
RTU MIREA**QUALITATIVE ANALYSIS**

The article explores methods of qualitative analysis. The systematics of different types of analysis is shown. Qualitative analysis is an integral part of many types of analysis. The logical qualitative analysis is investigated. The difference between opposition variables and dichotomous variables is shown. The article explores set-theoretic qualitative analysis. Qualitative scales are investigated as the basis of qualitative analysis. Three axioms of identification and two axioms of comparison are described. The identification mechanism is described as the main procedure for qualitative analysis. It is shown that figurative modeling is a direction of qualitative analysis. Qualitative analysis is based on decision-making methods, knowledge extraction methods, and inference methods that do not use strict quantitative calculations and calculations. Its main advantage is the speed of decision-making.

Keywords: analysis, qualitative analysis, logical analysis, set-theoretic analysis, qualitative reasoning, qualitative spatial reasoning.

Введение

Существует достаточно большое количество видов анализа. Любой анализ включает исследование и если надо препарирование объекта исследования. Каждый анализ использует главные и вспомогательные принципы. Системный анализ [1–6] основан на рассмотрении объектов и явлений как сложных систем. Качественный анализ [7] основан на сравнении качеств. Системно категориальный анализ [8, 9] основан на совместном рассмотрении категорий образующих системы. Конструктивный анализ [10, 11] основан на построении конструкций исследуемых объектов и явлений. Анализ предпочтительности [12, 13] основан на использовании методов предпочтений и выбора предпочтительного объекта из группы. Количественный анализ [14] основан на сравнении и анализе количественных мер исследуемых объектов и явлений. Структурный анализ [15, 16] основан на построении и исследовании структур мер исследуемых объектов и явлений. Корреляционный анализ [17] основан на построении корреляционной зависимости между параметрами исследуемых объектов и явлений и количественной оценки корреляции между рядами параметров двух явлений. Дихотомический анализ [18, 19] основан на применении дихотомического деления исследуемых объектов и явлений и построении структурной зависимости между частями деления. Оппозиционный анализ [20, 21] основан на применении оппозиционных пар или оппозиционных переменных исследуемых объектов и явлений и построении бинарного семантического дерева. Концептуальный анализ [22] основан на анализе концепций исследуемых объектов и явлений. Пространственный анализ [24–26] основан на анализе пространственных отношений и пространственных параметров исследуемых объектов и явлений, который в итоге создает пространственное знание. SWOT-анализ [26] является объединением качественного и оппозиционного анализа имеющего специфическую форму матрицы. Логический анализ [27–30] основан на построении логических схем или логических цепочек для проверки на непротиворечивость процессов или функционирования систем

(алгоритмов), на анализе пространственных отношений и пространственных параметров. Семантико-когнитивный анализ [31] основан на семантическом и когнитивном моделировании. Результатом любого анализа является получение новых знаний, включая пространственные знания. Качественный анализ входит в большинство из перечисленных видов анализа. В силу этого его развитие способствует развитию других видов анализа.

Качественные шкалы как основа качественного анализа

Качественный анализ использует в первую очередь качественные рассуждения, которые иногда дополняют количественными рассуждениями. Качественные [32] и визуальные рассуждения [33] основаны на методах принятия решений, методах извлечения знаний, методах вывода в которых не применяют строгих количественных расчетов и вычислений. Качественные рассуждения основаны на методах расчета, количественных сравнениях, количественных оценках и принятии решений на этой основе. Следует разграничить качественные рассуждения и качественные пространственные рассуждения. Качественные рассуждения используют логические и информационные отношения [34, 35], а качественные пространственные рассуждения используют пространственные отношения [36]. Для качественных и количественных рассуждений применяют математическую логику и математический формализм, главная идея которых состоит в том, чтобы записывать логические (качественные) и математические (количественные) утверждения в виде последовательностей символов и оперировать с ними по формальным правилам. При этом правильность рассуждений можно проверять механически, не вникая в их смысл. Не всякие рассуждения могут быть описаны на языке логики высказываний. Поэтому логику высказываний расширяют до логики предикатов, для которых содержание высказываний считается элементарными. Такой логической системой является логика предикатов, а алгебра высказываний является ее составной частью. Качественные рассуждения используют качественные шкалы переменных, количественные рассуждения используют количественные шкалы. Использование шкал при анализе переменных не следует путать с качественным шкалированием [37] в кластерном анализе. Это разные процедуры и разные предметные области.

Качественные рассуждения и логический анализ основаны на применении качественных шкал [30, 38, 39]. В практике исследования применяют четыре типа шкал: (а) номинальная, (b) порядковая (ординальная), (с) интервальная (d) относительная (шкала отношения). Качественными шкалами являются номинальная и порядковая. В каждой шкале применяют свои переменные, названия которых соответствуют названиям шкал.

Качественные номинальные переменные используют только для идентификации и различия. Параметры, измеренные в этой шкале, могут различаться и/или определяться только в терминах принадлежности к некоторым, различным качественным классам или категориям. Номинальные переменные позволяют опознавать и идентифицировать объект. В этой шкале применяют три аксиомы идентификации как аксиомы качественного анализа.

Первая аксиома

A есть B , либо не есть B .

Вторая аксиома

Если A есть B , то B есть A .

Третья аксиома

Если A есть B и B есть C , то A есть C .

Эти аксиомы позволяют осуществлять три качественные операции анализа. Номинальные переменные называют категориальными, поскольку они работают с категориями. Примером номинальных переменных являются заголовки столбцов в таблице или базе данных.

Номинальная шкала и номинальные переменные используют для идентификации. Например, $A1$ – квадрат 1, $A2$ – ромб 2, $A3$ – квадрат, B – шар, D – прямоугольник. Эти переменные используют также для различия: шар B – не есть куб C , квадрат $A1$ не есть квадрат $A3$. Эти переменные используют для качественной классификации (куб – класс геометрических фигур).

Идентификация означает выбор в модели наблюдаемых b_j и ненаблюдаемых (вычисляемых) a параметров и определение наблюдаемых параметров на основе экспериментальных данных

Более важной для качественного анализа является следующая порядковая шкала. В этой

шкале допустимыми являются строго возрастающие преобразования. По этой причине порядковые переменные применяют для упорядочения объектов, параметров или данных на основе качественных критериев (больше, меньше).

В этой шкале, используя заданное качество, ранжируют объекты внутри одного класса. Например, высокоточный прибор, точный прибор, прибор с невысокой точностью. По этой характеристике нельзя определить точные количественные характеристики прибора, но уверенно можно сравнивать их между собой.

Порядковые переменные в подавляющем большинстве целочисленные. Они указывают, какие объекты в большей или меньшей степени обладают выбранным качеством для анализируемой группы. Однако они не позволяют сказать «насколько больше» или «насколько меньше». Порядковые переменные также называют ординальными. Они оцениваются числовым показателем без дополнительной размерности. Типичный пример порядковой переменной – номера строк в электронной таблице или в базе данных. Для порядковых переменных имеют силу три аксиомы идентификации. Дополнительно для них имеют место аксиомы упорядочения.

Четвертая аксиома. Если A предшествует (или равноценно) B , то B не предшествует (или равноценно) A .

Пятая аксиома. Если A предшествует (или равноценно) B и B предшествует (или равноценно) C , то A предшествует (или равноценно) C .

Пятая аксиома называется правилом транзитивности или переноса свойств. Она является одной из ключевых в формальной логике. Пять аксиом позволяют выполнять большее число операций, чем в номинальной шкале.

Порядковые переменные используют при непараметрических оценках. В порядковой шкале числа используются не только как идентификаторы для различения объектов, но и для установления порядка между объектами. Примером являются оценки знаний учащихся. Так в средней школе используют оценки 2, 3, 4, 5, а в вузах для этой же цели применяют слова - неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. Этим подчеркивается «символический смысл» оценок и переменных в этой шкале.

Качественный логический анализ

В качественном анализе используют дихотомические переменные и оппозиционные переменные. Дихотомические переменные не являются строго логическими. Они разграничивают информационное поле «объект – не объект», «часть – целое», «часть1 – часть2» и другие. Содержательно они не являются эквивалентными. Дихотомические переменные выражают в некоторых случаях отношение дополнения объектов, свойств, состояний, форм «форма Φ – не форма Φ ». Дихотомические переменные всегда выражают разграничение. Дихотомических переменных может быть несколько. Результатом деления является иерархическое дерево

Оппозиционные переменные выражают отношение противоположности объектов, свойств, состояний «истина – ложь». Но содержательно они являются эквивалентными, поскольку отражают отношение к общему объекту или к одному свойству.

Оппозиционных переменных, относящихся к одному объекту или событию всегда две ($OP1, OP2$). Для них имеют место логические выражения

$$OP1 \wedge OP2 = 0 \quad (1)$$

$$OP1 \vee OP2 = 1 \quad (2)$$

Оппозиционные переменные могут выражаться с помощью логического отрицания $\neg$,

$$OP1 \equiv \neg OP2 \quad (3)$$

Дихотомических переменных ($DP1, DP2, DPN$), относящихся к одному объекту или событию может быть две или N). Для них имеет место дизъюнктивное выражение

$$DP1 \vee DP2 \vee \dots \vee DPN = 1 \quad (4)$$

Отношения между дихотомическими переменными могут выражаться с помощью знака «не равенства» ($\neq$).

$$DP1 \neq DP2 \quad (5)$$

Подчеркнем различие между дихотомическим фактором и "не фактором" [40] и оппозиционным фактором и «не фактором».

Дихотомическое различие соответствует знаку неравенства. Например: Стол - не стол. «Не стол» включает: стул, холодильник, автомобиль, ножку стола. Оппозиционное различие включает отношение противоположности и допускает двойное отрицание и использует закон исключения третьего.

$$A_1 \vee C_1 = I; A_1 = \neg \neg C_1; A_1 \vee C_1 = I \quad (6).$$

Качественный теоретико-множественный анализ

Качеству можно поставить в соответствие множество. На рис.1 приведено качество A_1 и его дихотомический антипод «не качество» B_1

На рис.2 приведено качество A_2 и его дихотомический антипод «не качество» B_2

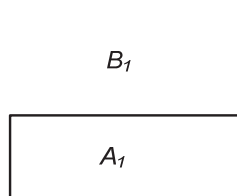


Рис.1. Качество A_1 и «не качество» B_1 .

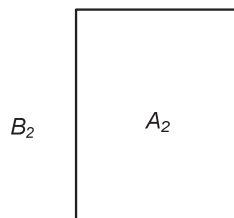


Рис.2. Качество A_2 и «не качество» B_2 .

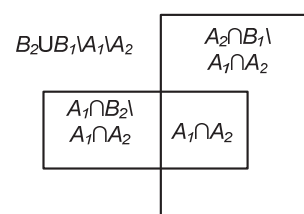


Рис.3. Модель «наложения качеств»

Если использовать понятие взаимного знания или знания о том, что между качествами A_2 и A_1 существует теоретико-множественное отношение, то можно построить модель «наложения качеств». Модель «наложения качеств» приведена на рис. 3.

На рисунке выделены четыре области.

Область пересечения качеств $A_1 \cap A_2$

Области пересечения качеств и «не качеств» $A_1 \cap B_2 \setminus A_1 \cap A_2$ и $A_2 \cap B_1 \setminus A_1 \cap A_2$.

Область объединения «не качеств» $B_2 \cup B_1 \setminus A_1 \setminus A_2$.

Наличие информационного соответствия между качествами и множествами позволяет дать теоретико-множественный анализ качества. Оно может быть выражено рядом аналитических выражений.

$$A \cup A = A$$

$$A \cap A = A$$

$$A \cap \bar{A} = \emptyset$$

$$A_1 \cap B_1 = \emptyset$$

$$A_1 \cup B_1 = \Omega$$

$$\text{Если } A \subset B \text{ и } B \subset C, \text{ то } A \subset C$$

$$\text{Если } A \subset B \text{ то } B = A \cup (B \setminus A)$$

Здесь Ω - конечное множество.

Цепочку выражений можно продолжить, но главный вывод - для качественного анализа можно использовать теоретико-множественные отношения.

Заключение

Проведенный анализ дает основание ввести понятия качественной логики и качественных теоретико-множественных отношений. Качественный анализ основан на методах принятия решений, методах извлечения знаний, методах вывода в которых не применяют строгих количественных расчетов и вычислений. Тем не менее, качественный анализ допускает формальное описание, которое имеет качественные характеристики. Качественный анализ применяют во многих направлениях. Искусственный интеллект (ИИ), в качестве одной из своих основных задач, исследует способность оценки качества и формирует представления реального мира с помощью здравого смысла. Понятие «здравого смысла» является условным, поскольку для разных субъектов и разных социальных групп это понятие различается. Поэтому понятие «здравый смысл» целесообразно заменить на качественные суждения, которые обладают сопоставимостью и возможностью понимания разными субъектами. Теоретико-множественный

подход показывает, что образы являются эффективным средством качественного анализа. Качественный анализ – это подход для манипулирования со знаниями, имеющими качественное описание, не прибегая к полному количественному описанию. Представление знаний при качественном анализе осуществляется через ограниченное хранилище качественных абстракций или стереотипов в последние годы наблюдается повышенный интерес к качественным пространственным рассуждениям, основанных на образном мышлении с использованием качественных абстракций. В настоящее время в связи с развитием качественных рассуждений применяют их ответвление «качественные пространственные рассуждения» [41]. За рамками исследования статьи остался качественный топологический анализ. Но это предмет следующих исследований. Качественный анализ, как и многие виды анализа, имеет целью аналитическое исследование того, «что в результате получится» и дать ответ на дихотомический вопрос «есть решение – нет решения».

Литература

1. О’Доннел С., Кунц Г. Управление: системный и ситуационный анализ управленческих решений. – М.: Прогресс, 1981. 495 с.
2. Андреева О.А. Системный анализ геоинформационного проектирования // Славянский форум. 2019. № 1 (23). С. 87–93.
3. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М. Мысль, 1978. 272 с.
4. Ожерельева Т.А. Системный анализ пространственной инновации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 12. С. 116–120.
5. Урманцев Ю.А. Начала общей теории систем / в кн. Системный анализ и научное знание. – М.: Наука, 1978. С. 7–41.
6. Grainger J.J. et al. Power system analysis. 2003. 787 p.
<http://repository.fue.edu.xmlui/handle/123456789/4068>.
7. Ядов В.А. Стратегии и методы качественного анализа данных // Социология: методология, методы, математическое моделирование (4М). 1991. № 1. С. 14–31.
8. Буравцев А.В., Цветков В.Я. Системно категориальный анализ // ИТ-Стандарт: Сборник трудов VIII международной конференции ИТ-Стандарт 2017. – М.: Издательство «Проспект», 2017. С. 250–255.
9. Савиных В.П., Ознамец В.В., Сельманова Н.Н., Цветков В.Я. Системно-категориальный анализ при мониторинге земель по данным дистанционного зондирования // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка» 2018. Т. 62. № 1. С. 101–108.
10. Bishop E. Foundations of constructive analysis. 1967.
11. Почепцов Г.Г. Конструктивный анализ структуры предложения. – Вища школа, 1971.
12. Цветков В.Я. Основы теории предпочтений. – М.: МАКС Пресс, 2004. 48 с.
13. Tsvetkov V.Ya. Not Transitive Method Preferences // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. N. 1 (3). P. 34–42.
14. Кирьянов И. Количественный анализ транзакционных издержек: кардиналистский подход // Проблемы теории и практики управления. 2015. № 3. С. 125–135.
15. Przemieniecki J.S. Theory of matrix structural analysis. – Courier Corporation, 1985.
16. Ожерельева Т.А. Структурный анализ систем управления // Государственный советник. 2015. № 1. С. 40–44.
17. Шишлянникова Л.М. Применение корреляционного анализа в психологии // Психологическая наука и образование. 2009. Т. 2009. № 1. С. 98–107.
18. Цветков В.Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования. 2014. № 2. С. 15–20.
19. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis // Life Science Journal. 2014. N. 11 (6). P. 586–590.
20. Ожерельева Т.А. Оппозиционный анализ информационных моделей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11–5.
21. Сигов А.С., Цветков В.Я. Неявное знание: оппозиционный логический анализ и типологизация // Вестник Российской Академии Наук. 2015. Т. 85. № 9. С. 800–804. DOI: 10.7868/S0869587315080319.
22. Палеева Е.В. Концептуальный анализ как метод лингвистических исследований // Теория языка и межкультурная коммуникация. 2010. № 2. С. 61–65.
23. Маркелов В.М. Геоинформационное ситуационное моделирование // Науки о Земле. 2012. № 4. С. 072–076.

24. Цветков В.Я. Пространственный тринитарный анализ // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 5 (17). С. 95–102.
25. Булгаков С.В., Цветков В.Я. Пространственный анализ: Монография. – Москва: МАКС Пресс, 2018. 216 с. ISBN 978-5-317-05841-8.
26. Майсак О.С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 1. С. 151–157.
27. Шалак В.И. Логический анализ сети Интернет. – Directmedia, 2013.
28. Игошев Б.М. Сущностно-логический анализ мобильности как межнаучного понятия // Педагогическое образование в России. 2014. № 1. С. 105–111.
29. Радзиховский Л.А. Логический анализ и проблема понимания в психологии // Вопросы психологии. 1989. № 5. С. 99–106.
30. Цветков В.Я. Логический анализ и шкалы переменных // Славянский форум. 2018. № 4 (22). С. 103–109.
31. Попова З.Д., Стернин И.А. Семантико-когнитивный анализ языка // Воронеж: Истоки. 2006. Т. 2007. С. 250.
32. Кудж С.А., Цветков В.Я. Качественные рассуждения: Монография. – М.: МАКС-Пресс, 2017. 112 с.
33. Bryson John M., Ackermann F., Eden C., Finn Charles B. Visible Thinking: Unlocking Causal Mapping for Practical Business Results ISBN: 978-0-470-86915-4 396 pages June 2004, Wiley&Son
34. Дышленко С.Г. Информационные тринитарные отношения // Славянский форум. 2018. № 2 (20). С. 15–20.
35. Tsvetkov V.Ya. Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence. 2015. N. 4 (8). P. 252–260.
36. Цветков В.Я. Виды пространственных отношений // Успехи современного естествознания. 2013. № 5. С. 138–140.
37. Костенко С.А. Технология применения многомерного шкалирования и кластерного анализа // Фундаментальные исследования. 2012. Т. 4. № 11. С. 23–27.
38. Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений. – М.: МАКС Пресс, 2001. 312 с.
39. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Основы теории информации. – М.: МАКС Пресс, 2007. 356 с.
40. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различие и взаимосвязь // Изв. РАН. Сер. Теория и системы управления. 2000. № 5. С. 44–56.
41. Moratz, R., & Ragni, M. Qualitative spatial reasoning about relative point position // Journal of Visual Languages & Computing, 2008. N. 19 (1). P. 75–98.

Сведения об авторе

Вячеслав Константинович Раев
Д-р техн. наук, проф.
Проф. каф. инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий
РТУ МИРЭА
Россия, Москва
Эл. почта: kafipp@bk.ru

Information about author

V.K. Raev
Prof. Dr.
Prof. of Chair of Instrumental and Application software
Institute of Information Technology
RTU MIREA
Moscow, Russia
E-mail: kafipp@bk.ru