

ПРИНЦИПЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Цветков В.Я.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: cvj2@mail.ru

Статья исследует принципы и отношения качественного анализа. Выделены два направления качественного анализа. Первое направление можно назвать эмпирическим или социальным, второе направление можно назвать формальным. Дается анализ социального качественного анализа. Описаны методы формализации качественных рассуждений. Статья раскрывает содержание качественных отношений: соразмерности, комплементарности, связанности, оппозиции и дихотомии. Описаны аксиомы качественного анализа.

Ключевые слова: анализа, качественный анализ, качественные отношения, качественные шкалы, качественные переменные, качественные рассуждения.

QUALITATIVE ANALYSIS PRINCIPLES

Tsvetkov V. Ya.

MIREA - Russian Technological University, 119454, Moscow, 78 Vernadskogo Avenue, Russia, e-mail: cvj2@mail.ru

The article explores the principles and relationships of qualitative analysis. Two directions of qualitative analysis are highlighted. The first direction can be called empirical or social, the second direction can be called formal. The analysis of social qualitative analysis is given. Methods of formalizing qualitative reasoning are described. The article reveals the content of qualitative relations: proportionality, complementarity, connectedness, opposition and dichotomy. The axioms of qualitative analysis are described.

Keywords: analysis, qualitative analysis, qualitative relationships, qualitative scales, qualitative variables, qualitative reasoning.

Введение

Качественным анализом принято считать интеллектуальную познавательную деятельность, осуществляемую в форме аргументированного информационного взаимодействия иногда с использованием формального языка, иногда без него. В качественном анализе выделяют следующие категории анализа: констатация, предположение, сравнение, обоснование, следование, опровержение. Качественный анализ используется независимо [1-3] или в сочетании с другими теориями [4]. Работы в области качественного анализа ведутся давно, но характеризуются разнонаправленностью и отсутствием общей теории качественного анализа. Эти работы можно отнести к двум направлениям. Первое направление можно назвать эмпирическим или социальным. В нем качественный анализ применяют в областях социологии, медицины, лингвистики, психологии [5]. Это направление характеризуется субъективным экспертным подходом и использованием примеров, стереотипов, клише, методов обобщений и дедуктивной и индуктивной логики. Метод кодирования используется для описания отношений в качественном анализе. Второе направление можно определить как формальное или информационно-интеллектуальное. Это направление характеризуется использованием различных формальных методов [6] и попыткой объективизации качественных рассуждений и выводов, а также по возможности применения разных логик. В нем качественный анализ применяют в области искусственного интеллекта, программировании, компьютерном выводе, анализе сложности вычислений, в геоинформатике, в картографии, в криптографии, в информационной безопасности в теории нечетких множеств. Между этим двумя направлениями нет тенденции сближения.

Социальное направление качественного анализа

В этом направлении существуют свои принципы качественного исследования. Для этого направления характерны термины: «качественный анализ» (QA) [1 3], «качественный анализ данных» (QDA) [7], качественные исследования (QR) [8]. Для этого направления характерным является то, что прямого определения качественного анализа практически не дается, а описываются его свойства и сравнительные характеристики. Вот описание из Wikipedia [9] «Качественное исследование основывается на данных, полученных исследователем в результате

непосредственного наблюдения, интервью, анкетирования, фокус-групп, включенного наблюдения, записей, сделанных в естественных условиях, документов и артефактов. Данные, как правило, не являются числовыми». Основой качественного анализа является кодирование. Его интерпретация в [9] дается следующим образом. «В общем, кодирование относится к процессу связывания значимых идей с интересующими данными». Методами качественного анализа признают: кодирование рекурсию, анализ паттернов.

В работе [10] дается сравнительная характеристика: «Качественный анализ скорее индуктивный, чем дедуктивный. Вместо того, чтобы работать с конкретными гипотезами и с заранее определенными кодами, исследователь кодирует данные во время или после того, как они были собраны. Схемы кодирования часто могут быть очень сложными, но они являются ключом к анализу данных». В этой интерпретации нет прямого определения. В [11] в популярной форме описаны основные методы QDA: качественный контент-анализ, повествовательный анализ, анализ речи, обоснованная теория (GT), интерпретативный феноменологический анализ (IPA). Далее дается разъяснение.

Контент-анализ является наиболее распространенным и простым видом QDA. Он используется для оценки закономерностей в содержании (слова, фразы или изображения) или в источниках коммуникации, например, от фотографий в газетах до политических выступлений. Обоснованная теория - это методология, в которой явное намерение состоит в создании теории с использованием данных посредством серии «тестов» и «исправлений».

В социальном направлении качественного анализа направлении широко применяют интерпретативный феноменологический анализ (Interpretative phenomenological analysis - IPA). Он отличается от других подходов отчасти из-за сочетания психологических, интерпретационных и идиографических компонентов. [12]. IPA разработан для понимания переживаний субъекта (например, человека) в связи с важным жизненным событием, опытом или информационной ситуацией. Эти явления могут варьироваться от обычных до редких. Метод кодирования в качественном анализе используют в основном для описания сущностей и процессов между ними

Существующие методы социального направления не отвечают требованиям создания по возможности объективной теории качественного анализа. Это говорит о состоянии данного направления и делает актуальным исследование данной проблемы.

Направление формального качественного анализа.

В энциклопедическом словаре «Математика» термин «качественный анализ» отсутствует. Для области формальных исследований характерны термины: качественные рассуждения (QR) [13] и качественное моделирование (QS) [14,158]. В качественном анализе используют в первую очередь качественные отношения, в то время как в математике и количественном анализе используют в первую очередь связи. В соответствии с основной концепцией кодирования в качественном анализе в нем допускается введение символических обозначений. Воспользуемся этим для описания отношений, применяемых в качественном анализе. Некоторые из них описаны в исследованиях по качественному анализу. В этом описании воспользуемся теорией логики и частности понятием предикат. Все отношения формального качественного анализа являются одноместными, двухместными и трехместными предикатами.

Одноместные предикаты

Одноместные предикаты выражают свойства. Применительно к качественному анализу можно выделить свойство целостности и латентности. Свойство целостности ($Iv\tau$). Обозначение $Iv\tau(A)$ означает что A (объект, система, процесс) является целостным объектом. Свойство латентности (\lfloor). Обозначение $\lfloor A$ означает что A (объект, система, процесс) является латентным объектом. Латентный объект может быть носителем неявного знания. Эти операторы являются префиксными. Свойства целостности и латентности относятся к категории «констатация».

Двухместные предикаты

Двухместные предикаты выражают отношения. В качественном анализе большинство из них относится к категориям «сравнение», «констатация» и «следование»..

Отношение соразмерности. Отношение соразмерности обозначим оператором (\lceil) [16] и не соразмерности оператором (\lfloor). Обозначение $A\lceil B$ означает что A и B (объект, система, процесс) являются соразмерными по выбранному критерию. Их этого следует возможность их сравнения и сопоставления замены и трансформации. Обозначение $A\lfloor B$ означает что A и B (объект, система, процесс) не являются соразмерными. Их этого следует не возможность их сравнения и сопоставления замены и трансформации. Можно построить логические конструкции для этих операторов

$$A\lceil B \vee A\lfloor B=1 \quad (1)$$

Выражение (1) говорит о том, что A и B либо соразмерны, либо не соразмерны

$$A\lceil B \wedge A\lfloor B=0 \quad (2)$$

Выражение (2) говорит о том, что A и B не могут быть одновременно соразмерными и не соразмерными. Если в качестве критерия соразмерности выбрать порядок, то числа 5 и 7 или 20 и 30 соразмерны, а числа 121 и 11 не

соразмерны. Из этих примеров следует возможность введения понятия масштаб соразмерности. Отношение соразмерности является условным так к его результат зависит от критерия по которому оценивается соразмерность.

Отношение качественного сходства (\sim). Обозначение $A \sim B$ означает что A и B обладают признаками сходства по большему числу признаков. Они скорее схожи, чем различны

Отношение качественного различия (\neq). Обозначение $A \neq B$ означает что A и B являются различными объектами, хотя и могут быть соразмерными. Например, числа 8 и 9 являются различными, но соразмерными. Они принадлежат одному порядку.

Отношение комплементарности (comp). Обозначение $A \text{comp} B$ означает что A и B являются комплементарными и между ними нет противоречивости. Это означает, что сумма их свойств усиливает их совместное действие или влияние $A+B > A$; $A+B > B$.

Отношение качественного следования (\vdash). Обозначение $A \vdash B$ означает что A влечет B или B следует из A. Символ импликации является обязательным и более жестким. Качественное следование допускает модальность и предположение следования.

Отношение связанности (\uparrow). Обозначение $A \uparrow B$ означает что A и B являются связанными. Либо они связаны по общим признакам, либо они связаны отношением следования. В этом случае $[(A \cap B \neq \emptyset)]$.

Отношение оппозиции (\ominus). Обозначение $A \ominus B$ означает что A и B являются соразмерными, различными и противоположным. В этом случае для жесткой оппозиции ($A = \neg B$) или $A+B=0$. Для мягкой оппозиции A и B являются противоположным по большему числу признаков или $A+B \approx 0$. Отношение оппозиции всегда имеет место в математической логике и является ее основой

Отношение принадлежности (\subset). Обозначение $A \subset B$ означает что A принадлежит B и является его частью

Отношение подобия (\blacktriangleright). Обозначение $A \blacktriangleright B$ означает что A отличается от B, но B является подобием A по ряду признаков. Например, два квадрата или круга могут иметь разные площади, но являются подобными по форме. Для прямоугольников подобие существует при соблюдении равенства пропорций между соответствующими сторонам.

Трехместные предикаты

Отношение дихотомии. Обозначение $\therefore (A \vee B \subset C)$ означает что $A \cup B = C$ и при этом $A \cap B = \emptyset$. A, B – есть части $\text{Iv}\tau(C)$ – целое. Таким образом, отношении дихотомии качественно отличается от отношения оппозиции включением третьего объекта в схему анализа.

Не рассмотрены все, а только основные отношения. Например, тривиальные отношения больше /меньше и дальше /ближе, выше/ниже также имеют качественную окраску и относятся к качественным отношениям при условии оперирования с качественными переменными. Все рассмотренные отношения являются качественными и не требуют количественных значений для анализа.

Качественные секвенции

Исчисления секвенций [17] изучают в теории доказательств. Они оказываются более удобными для анализа синтаксической структуры выводов. Секвенциями называют записи одного из следующих видов:

$$A_1, A_n \vdash B \quad (3)$$

$$A_1, A_n \vdash \quad (4)$$

$$\vdash B \quad (5)$$

Секвенция (3) означает, что из формул (рассуждений) A_1, A_n выводится формула (заключение) B. Секвенция (4) означает, что совокупность формул A_1, A_n противоречива, так как ее выводом является пустое множество. Секвенция (5) означает, что формула B выводима. Знак \vdash означает выводимость или следование.

Секвенции можно выражать с помощью отношения качественного следования, но это более мягкая форма следования.

$$A_1, A_n \} B \quad (6)$$

$$A_1, A_n \} \quad (7)$$

$$\} B \quad (8)$$

Выражение (6) констатирует, что из рассуждений A_1, A_n выводится заключение B. Выражение (7) констатирует, что совокупность рассуждений A_1, A_n противоречива, так как ее выводом является пустое множество. Выражение (8) констатирует или предполагает, что рассуждение или заключение B принципиально выводимо. Знак $\}$ означает качественное следование

Качественные аксиомы

Качественные аксиомы связаны со качественными шкалами [18, 19] и качественными переменными. Они выполняют важные функции в качественном анализе [20, 21] и сравнительном анализе. Качественные аксиомы

задают базу анализа, определяют единицы анализа, задают категории для анализа, качественно выделяют область качественного анализа, задают сопоставимость параметров качественного анализа или их соразмерность. Качественными шкалами являются номинальная и порядковая и в этих шкалах описаны качественные аксиомы.

Номинальная шкала и номинальные переменные используют для идентификации и (Иванов, Петров), для различения (шар не треугольник) или для качественной классификации (Иванов – относится к классу фамилии, куб – относится к классу геометрические фигуры). Номинальные переменные используют три качественные аксиомы, которые называют аксиомами идентификации или качественные аксиомы 1, 2, 3.

1. $A \text{ есть } B, \text{ либо } A \text{ не есть } B. (9)$
2. $\text{Если } A \text{ есть } B, \text{ то } B \text{ есть } A. (10)$
3. $\text{Если } A \text{ есть } B \text{ и } B \text{ есть } C, \text{ то } A \text{ есть } C. (11)$

Выражение (9) или аксиома 1 есть аксиома альтернативы «либо да, либо нет». Она допускает либо сходство, либо различие. Аксиомы 2 и 3 есть аксиомы сходства. Аксиома 2 описывает сходство между двумя объектами. Аксиома 3 описывает сходство между тремя объектами и задает рекурсивную формулу сравнения любого числа объектов. В логической форме аксиомы идентификации выглядят так.

1. $(A=B) \oplus (A \neq B). (12)$
2. $(A=B) \rightarrow (B=A). (13)$
3. $((A=B) \wedge (B=C)) \rightarrow (A=C) (14)$

Выражения (12-14) дают возможность применять логические построения в качественном анализе при отсутствии неопределенности. Выражения (12-14) являются аналогами выражений (9-11), но в другой форме. Номинальные переменные называют также категориальными, поскольку они задают категории или названия классов

Порядковая, или ординальная, шкала применяется для сравнения объектов, либо для их упорядочения. Она является механизмом сравнения. Сравнение может быть качественным и количественным. В качественном анализе применяют только качественные переменные. Порядковые переменные дополнительно к аксиомам идентификации используют аксиомы упорядочения или качественные аксиомы 4, 5.

4. Если A предшествует (или равноценно) B , то B не предшествует (или равноценно) A ; либо A предшествует (или равноценно) B ; либо B предшествует (или равноценно) A .

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

Логическая форма этих аксиом выглядит следующим образом.

4. $[(A \geq B) = (B \leq A)] \oplus [(A \leq B) = (B \geq A)] = 1 (15)$
5. $(A > B) \wedge (B > C) \rightarrow (A > C) (16)$

Выражение (15) или аксиома 4 называется аксиомой сортировки. Выражение (16) или аксиома 5 называется аксиомой транзитивности или переноса свойств. Она является одной из ключевых в логических рассуждениях.

Порядковые переменные могут обозначать целыми числами, но числами они не являются. Например, первое место и первый сорт могут быть обозначены цифрой 1, что соответствует логике кодирования качественного анализа. Порядковые переменные задают только качественную характеристику сравнения. Они указывают ранг объекта или параметра в сравниваемой совокупности.

Заключение

Качественный анализ направлен на нахождение причинно-следственных связей в первую очередь, во вторую очередь он направлен на построение качественных описаний. Качественный анализ – метод анализа объектов, при котором производится сравнение свойств или состояний объектов по качественным признакам. Объект может сравниваться сам с собой – рекурсия. При этом сравнение должно быть уместным или соразмерным. Соразмерность важное условие качественного анализа. Могут быть разные виды качественного анализа. Аспект сравнения разных объектов приводит к качественному анализу объектов или объектному качественному анализу. Объектный качественный анализ основан на сопоставлении двух и более объектов путем выделения в них общего и различного, если такое сравнение соразмерно. Аспект рассмотрения разных характеристик объектов приводит к качественному анализу характеристики или атрибутивному качественному анализу. Атрибутивный качественный анализ основан на сопоставлении двух и более характеристики (атрибутов) путем выделения в них общего и различного, если такое сравнение соразмерно.

1. Раев В.К. Качественный анализ // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. - 2019.- № 3 (13). – с.73-78.
2. Матчин В.Т., Цветков В.Я. Качественный анализ // Славянский форум. -2020. – 3(29). -с.205-213.
3. Ezzy D. Qualitative analysis. – Routledge, 2013.
4. Раев В.К. Качественный анализ с использованием теории предпочтений// Славянский форум. -2019. – 2(24). - с.57-64.
5. Alasuutari P. The rise and relevance of qualitative research //International journal of social research methodology. – 2010. – Т. 13. – №. 2. – С. 139-155.
6. Майоров А. А., Цветков В.Я. Основы формального качественного анализа // Славянский форум. -2020. – 4(30). -с.284-294.
7. Miles M. B., Huberman A. M., Saldana J. Qualitative data analysis: A methods sourcebook. – 2014.
8. Silverman D. (ed.). Qualitative research. – sage, 2016.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Qualitative_analysis дата просмотра 12.09.2020.
10. Smelser N. J. et al. (ed.). International encyclopedia of the social & behavioral sciences. – Amsterdam : Elsevier, 2001. – Т. 11.
11. Smelser N. J. et al. (ed.). International encyclopedia of the social & behavioral sciences. – Amsterdam : Elsevier, 2001. – Т. 11.
12. Gill M. J. The possibilities of phenomenology for organizational research //Organizational research methods. – 2014. – Т. 17. – №. 2. – С. 118-137
13. Кудж С.А., Цветков В.Я. Качественные рассуждения: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 112с.
14. Cao Q. et al. In-depth research on qualitative simulation of coal miners' group safety behaviors //Safety science. – 2019. – Т. 113. – С. 210-232.
15. Lu Y. et al. Centrifugal compressor fault diagnosis based on qualitative simulation and thermal parameters //Mechanical Systems and Signal Processing. – 2016. – Т. 81. – С. 259-273.
16. Battersby J., Peyton S. The spatial logic of supermarket expansion and food access //Rapid urbanisation, urban food deserts and food security in Africa. – Springer, Cham, 2016. – С. 33-46.
17. Krishnaswamy N., Friedman S., Pustejovsky J. Combining deep learning and qualitative spatial reasoning to learn complex structures from sparse examples with noise //Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2019. – Т. 33. – С. 2911-2918.
18. Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений. - М.: МАКС Пресс, 2001. -312с.
19. Цветков В.Я. Логический анализ и шкалы переменных // Славянский форум. -2018. – 4 (22). - с.103-109.
20. Лёвин Б. А., Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Пространственные логические рассуждения при поддержке принятия решений // Наука и технологии железных дорог. – 2018. – 4(8). – с.3 -16.
21. https://en.wikipedia.org/wiki/Qualitative_reasoning data view 12.10.2020..

References

1. Raev V.K. Kachestvennyj analiz // ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii. - 2019.- № 3 (13). – s.73-78.
2. Matchin V.T., Tsvetkov V. YA. Kachestvennyj analiz // Slavyanskij forum. -2020. – 3(29). -s.205-213.
3. Ezzy D. Qualitative analysis. – Routledge, 2013.
4. Raev V.K. Kachestvennyj analiz s ispol'zovaniem teorii predpochtenij// Slavyanskij forum. -2019. – 2(24). - s.57-64.
5. Alasuutari P. The rise and relevance of qualitative research //International journal of social research methodology. – 2010. – Т. 13. – №. 2. – С. 139-155.
6. Majorov A. A., Tsvetkov V. YA. Osnovy formal'nogo kachestvennogo analiza // Slavyanskij forum. -2020. – 4(30). -s.284-294.
7. Miles M. B., Huberman A. M., Saldana J. Qualitative data analysis: A methods sourcebook. – 2014..
8. Silverman D. (ed.). Qualitative research. – sage, 2016.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Qualitative_analysis дата просмотра 12.09.2020.
10. Smelser N. J. et al. (ed.). International encyclopedia of the social & behavioral sciences. – Amsterdam : Elsevier, 2001. – Т. 11.

11. Smelser N. J. et al. (ed.). International encyclopedia of the social & behavioral sciences. – Amsterdam: Elsevier, 2001. – T. 11.
12. Gill M. J. The possibilities of phenomenology for organizational research //Organizational research methods. – 2014. – T. 17. – №. 2. – C. 118-137
13. Kudzh S.A., Tsvetkov V. YA. Kachestvennye rassuzhdeniya: Monografiya. – M.: MAKS Press, 2017. – 112s.
14. Cao Q. et al. In-depth research on qualitative simulation of coal miners' group safety behaviors //Safety science. – 2019. – T. 113. – C. 210-232.
15. Lu Y. et al. Centrifugal compressor fault diagnosis based on qualitative simulation and thermal parameters //Mechanical Systems and Signal Processing. – 2016. – T. 81. – C. 259-273.
16. Battersby J., Peyton S. The spatial logic of supermarket expansion and food access //Rapid urbanisation, urban food deserts and food security in Africa. – Springer, Cham, 2016. – C. 33-46.
17. Krishnaswamy N., Friedman S., Pustejovsky J. Combining deep learning and qualitative spatial reasoning to learn complex structures from sparse examples with noise //Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2019. – T. 33. – C. 2911-2918.
18. Tihonov A.N., Tsvetkov V. YA. Metody i sistemy podderzhki prinyatiya reshenij. - M.: MAKS Press, 2001. - 312s.
19. Tsvetkov V. YA. Logicheskij analiz i shkaly peremennyh // Slavyanskij forum. -2018. – 4 (22). - s.103-109.
20. Lyovin B. A., Rozenberg I. N., Tsvetkov V. YA. Prostranstvennye logicheskie rassuzhdeniya pri podderzhke prinyatiya reshenij // Nauka i tekhnologii zheleznyh dorog. – 2018. – 4(8). – s.3 -16.
21. https://en.wikipedia.org/wiki/Qualitative_reasoning data view 12.10.2020.