

УДК 162.4: 004.838.3

**АНАЛИЗ ЛОГИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ ОТНОШЕНИЙ В РАМКАХ ЯЗЫКА
ТЕРНАРНОГО ОПИСАНИЯ****Уемов А.И.**

Обычно в логике анализируется только одна форма выводов по аналогии, которую Аристотель назвал парадейгмой (примером). В наших предшествующих работах проанализирована 51 форма выводов по аналогии в символике логики предикатов. Настоящая работа определяет структуру и условия правомерности «логической аналогии отношений» в символике языка тернарного описания.

Ключевые слова: аналогия, логическая аналогия отношений, логика предикатов, язык тернарного описания (ЯТО)

На протяжении веков в логике в качестве «выводов по аналогии» анализировался только один тип этих выводов, тот самый, который под названием «парадейгма» (пример) был рассмотрен еще в «Аналитиках» Аристотеля. Суть парадейгмы заключается в следующем. Пусть два объекта a и b обладают некоторым общим свойством P . Но a обладает еще и свойством Q , тогда мы можем предположить, что и b обладает свойством Q [1, 68b37 – 69a19]. В дальнейшем развитие теории выводов по аналогии свелось к тому, что вместо одного свойства (или отношения), общего сравниваемым предметам, стало рассматриваться множество таких свойств (или отношений).

Типичным примером, кочующим из одного учебника логики в другой, является вывод об обитаемости Луны (или Марса) на основании обитаемости Земли. В то же самое время в различных науках и в технике рассматривались под именем аналогии самые разнообразные формы выводов, позволяющие переносить информацию, полученную при исследовании одного объекта (модели) на другой объект (прототип).

В работе [2] выявлена 51 форма выводов по аналогии, широко применяемых в научных исследованиях. Многие из них при выполнении соответствующих условий – правил вывода по аналогии – дают вполне достоверный результат (в отличие от парадейгмы, дающей лишь вероятный вывод). Поскольку логика ограничивается лишь парадейгмой, в конкретно-научных и технических исследованиях вопрос о правомерности выводов по аналогии приходится решать своими средствами. Так, в технических науках создана специальная теория – *теория подобия*, определяющая условия достоверности выводов по аналогии. Таким образом, возникает отрыв логики как науки от логических проблем конкретных наук. Попытке его преодоления посвящена работа [3], в которой приводятся логические условия правомерности ряда типов (далеко не всех известных) выводов по аналогии. Идеи этой работы были продолжены в статье Л. Л. Леоненко [4].

Важным вопросом является выбор языка, в рамках которого формулируются схемы выводов и определяются условия их правомерности. В работах [2] и [3] использовалась символика логики предикатов. Она, однако, не очень подходит для формализации аналогий. Как отмечается во многих современных исследованиях, адекватное описание аналогий предполагает использование таких категорий, как “вид/род”, “часть/целое”, различные виды тождеств, сходств, и других типов “общих связей предметов” [5], [6], [7], [8], [9]. Это означает, что логика должна быть пополнена тем или иным исчислением *понятий*. Что еще важнее, существуют аналогии, в которых модель и прототип имеют разный «категориальный статус» (предмет и свойство, свойство и отношение, предмет и отношение), т.е. логика должна позволять оценивать аналогичность друг другу предикатов разной местности, а также предикатов и индивидов [10], [11], [7], [8], [12].

Ввиду этого возникает вопрос об альтернативном логике предикатов формализме описания аналогий. Одна из возможностей разработки такой альтернативы основана на логической системе, получившей название «язык тернарного описания» (ЯТО) [13], [14], [15], [16]. Термин «тернарный» здесь означает, что синтаксис системы основан на использовании всех трех категорий триады «вещи – свойства – отношения» как равноправных. Эти категории рассматриваются в качестве логического базиса остальных категорий науки, таких как множество, число и т.д. Поэтому в ЯТО различие между категориями свойства и отношения нельзя сводить к различиям в числе аргументов предиката. Как известно, в логике предикатов свойство понимается как одноместный (применимый к одному предмету) предикат, а отношение – как двух и более местный (применимый к двум и более предметам). Разница между свойствами и отношениями в рамках ЯТО понимается иначе. Свойство, будучи приписанным своему предмету, сохраняет его генетическое тождество с самим собой, т.е. не меняет этого предмета. Отношение же не сохраняет тождества, образуя из соотносящихся вещей нечто новое.

В ЯТО вместо обозначений отдельных предметов и предикатов используются всего три символа. Символ t – для обозначения определенной, конкретной вещи (а равно определенного свойства или отношения). Символ a – для обозначения некоторой, какой-то вещи (свойства или отношения). И, наконец, символ A , который обозначает произвольную, любую вещь (свойство или отношение). Различие между вещами, свойствами и отношениями выражается не формой символов, а позиционно, т.е. местом нахождения символа в формуле. Символ, стоящий отдельно, всегда обозначает вещь (=предмет, =объект). Свойство выражается символом, стоящим *справа* от круглых скобок, охватывающих символ вещи. Например, $(A)a$ обозначает суждение: «произвольный предмет обладает каким-то свойством». Отношение выражается символом, стоящим *слева* от круглых скобок, охватывающих символ вещи. Например, $a(t)$ обозначает суждение: «определенный предмет обладает некоторым отношением».

Символ t имеет одно и то же значение во всех своих вхождениях в любой вывод, построенный в символической ЯТО. Это значение может быть разным для разных выводов, но должно быть зафиксировано перед построением конкретного вывода. Напротив, значения символов a и A в своих различных вхождениях в одну и

ту же формулу могут быть различными. В тех случаях, когда нужно указать тождество значений двух или более вхождений a (соответственно A) в выводе, используется специальный оператор отождествления, обозначаемый греческой буквой ι (йота). Например, формула $(\iota a)\iota a$ означает, что некоторый предмет обладает самим собой в качестве свойства. Когда нужно произвести несколько отождествлений, для каждого из них йота-оператор может удваиваться, утраиваться, или же снабжаться некоторым индексом. Если же сопоставляемые вещи различны, применяется оператор, обозначаемый знаком «штрих». Так, формулой $(\iota a)\iota a'$ выражается тот факт, что ιa обладает отличным от самого себя свойством. Соответственно ι' обозначает предмет, отличный от ι , т.е. от некоторого отличного от t предмета.

В нашей характеристике ЯТО мы будем очень кратки, отсылая читателя за подробностями к уже довольно значительной литературе [13], [14], [15], [16]. Операция, обозначаемая звездочкой, «превращает» предикат в субъект. Например, формула $a(*t)$, в отличие от рассмотренной выше $a(t)$, обозначает суждение «некоторое отношение присуще определенной вещи». Квадратные скобки превращают суждение в понятие. Так, $[a(*t)]$ обозначает понятие «некоторое отношение, присущее определенному предмету». Таким образом, круглые и квадратные скобки применяются для обозначения операций языка. Для обычной группировки выражений используются только фигурные скобки.

Списки формул, отделенных друг от друга запятыми, называются «свободными списками». В таком списке не предполагается какая-либо связь между его компонентами. Напротив, в «связном списке» формул, отделенных друг от друга точками, связь между формулами имеет место.

В ЯТО определяется 4 типа импликаций, из которых в настоящей статье будет использована одна – «нейтральная», выражающая отношение «если... то». Она обозначается знаком \rightarrow .

Используя описанную выше символику, можно выразить схемы выводов по аналогии, не прибегая к обозначениям отдельных вещей, свойств и отношений, без потери логического содержания соответствующих формул. В работе [17] это показано на примере аналогий типа парадейгмы, изоморфизма, эмпирико-реляционной аналогии, и каузальной аналогии. Для всех этих типов аналогии формальные схемы в символике логики предикатов были ранее приведены в работе [2]. Кроме них, в [17] рассмотрены формализации в ЯТО новых, по сравнению с [2], типов аналогии: прогностической (называемой также экстраполяционной) и прецедентной.

Задача настоящей статьи – продолжить указанные исследования. Для этого, в качестве примера возможности ЯТО-анализа, возьмем одну особенно интересную форму вывода по аналогии. Она была (не очень удачно) названа «логической аналогией отношений» [2, с.155-157]. Применение этой формы вывода тесно связано с введением в математику буквенных обозначений, с чего, по мнению Ф.Клейна, собственно и начинается математика [18, с.10]. Буквенное исчисление разрабатывалось как самостоятельное исчисление по аналогии с исчислением чисел.

Впоследствии стало возможным рассматривать числовое исчисление как частный случай алгебраического.

Мы различаем, как и в работах [2] и [3], *ядро* и *основание* вывода по аналогии. Ядро логической аналогии отношений в символической логике предикатов выражается как

$$\frac{R(a_1, \dots, a_n)}{R(b_1, \dots, b_m)}$$

т.е. числовое исчисление $R(a_1, \dots, a_n)$ служит моделью для построения буквенного исчисления $R(b_1, \dots, b_m)$. Основанием для перехода от модели к прототипу здесь (в отличие от аналогии типа изоморфизма) *не* является взаимно-однозначное соответствие элементов модели и прототипа. Один и тот же буквенный символ, вообще говоря, может обозначать любое число. Основанием логической аналогии отношений служит то, что отношения R как в модели, так и в прототипе являются *следствиями одних и тех же базисных соотношений*, зафиксированных аксиомами коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности.

Выразим этот тип вывода в символической ЯТО (подробности формализации логической аналогии отношений в логике предикатов читатель может найти в [2]). Пусть ${}_1a$ обозначает некоторые числа, а ${}_1a({}_1a)$ – некоторое отношение между числами (числовую формулу). Через ${}_2a$ обозначим некоторую совокупность букв, тогда ${}_1a({}_2a)$ будет, соответственно, буквенной формулой с той же структурой ${}_1a$. В основание вывода должна войти формула $\{{}_1a({}_1a) \bullet {}_1a({}_2a)\}$, говорящая о том, что некоторые отношения ${}_1a$ между числами и буквами одинаковы. Далее, допустим, что нами получен какой-либо вывод в числовой области: $\{{}_1a({}_1a) \rightarrow {}_1a({}_1a)\}$. Ему должен соответствовать вывод в буквенной символической: $\{{}_1a({}_2a) \rightarrow {}_1a({}_2a)\}$. Ядро вывода будет иметь вид

$$\frac{{}_1A({}_1a)}{{}_1A({}_2a)}$$

что означает, что любые отношения в числовой области, т.е. в модели, можно переносить на буквенный прототип. Итак, общая схема логической аналогии отношений:

$$\{ {}_1a({}_1a) \bullet {}_1a({}_2a) \}, \{ {}_1a({}_1a) \rightarrow {}_1a({}_1a) \}, \{ {}_1a({}_2a) \rightarrow {}_1a({}_2a) \} \vdash \frac{{}_1A({}_1a)}{{}_1A({}_2a)}$$

Такой вывод будет, как правило, лишь вероятным. Эта вероятность может быть повышена при выполнении следующих условий: 1) Отношения ${}_1a$ и ${}_1a$, заданные в основании вывода, должны быть возможно более «широкими», то есть охватывать возможно большее число объектов; 2) Отношения ${}_1A$, входящие в ядро вывода, должны быть возможно менее разнообразными; 3) Модель ${}_1a$ и прототип ${}_2a$ должны быть возможно более однородными.

Но логическая аналогия отношений может быть и вполне достоверной, если будет доказано следующее соотношение:

$$\{1a(1_1a) \rightarrow 11A(1_1a)\} \bullet \{1a(1_2a) \rightarrow 11A(1_2a)\}$$

В этом случае вывод по аналогии, в плане его обоснованности, приобретает дедуктивный характер.

Список литературы

1. Аристотель. Первая аналитика. – 429с.
2. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. – М.: Наука, 1970. – 264 с.
3. Уемов А.И. Логические основы метода моделирования. – М.: Мысль, 1971. – 311 с.
4. Леоненко Л.Л. Выводы по аналогии: итоги и перспективы // Логика: перспективы развития. – К.: Изд.-полигр. центр «Киевский ун-т», 2006, с. 124 – 134.
5. Финн В.К. Правдоподобные рассуждения в интеллектуальных системах типа ДСМ // Итоги науки и техн. Сер. Информатика. Т.15. М.: ВИНТИ, 1991, с. 54–101.
6. Spanoudakis G., Constantopoulos P. Elaborating Analogies from Conceptual Models // International Journal of Intelligent Systems, 1996, Vol. 11, No. 11, pp. 917–974; <http://citeseer.ist.psu.edu/spanoudakis96elaborating.html>
7. Blank D. S. Learning to see analogies: a connectionist exploration. Ph.D. thesis. – Bloomington, Indiana University, 1997. – 174 p.; // <http://dangermouse.brynmawr.edu/thesis>
8. Hummel J., Holyoak K. Distributed Representations of Structure: A Theory of Analogical Access and Mapping // Psychological Review, Vol. 104, No. 3, 1997, pp. 427 – 466;
9. Melis E., Veloso M. Analogy in Problem Solving. – 1997; <http://citeseer.nj.nec.com/88636.html>
10. Winston P.H. Learning and Reasoning by Analogy. // Comm. ACM, Dec.1980, v.23, No.12, pp.689-703.
11. Gentner D. Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy // Cognitive Science, 7, 1983, pp. 155–170.
12. Kokinov B.N., Petrov A.A. Integration of Memory and Reasoning in Analogy-Making: The AMBR Model // The analogical mind: Perspectives from Cognitive Science. – Cambridge, MA: MIT Press, 2001, pp. 59-124; <http://www.socsci.uci.edu/~apetrov/pub/analogy01/KokinovPetrov01.pdf>
13. Уемов А.И. Основы формального аппарата параметрической общей теории систем // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1984, М.: Наука, 1984, с.152–180.
14. Леоненко Л.Л. Язык тернарного описания // Философские исследования – 2000. – № 2. – С.118-141.
15. Уемов А.И., Сараева И.Н., Цофнас А.Ю. Общая теория систем для гуманитариев. – Wydawnictwo “Universitas Rediviva”, 2001. – 276 с.
16. Uyemov A.I. The Ternary Description Language as a Formalism for the Parametrical General Systems Theory: Part I, II, III // Int. Journal of General systems, 1999, Vol. 28 (4-5), p. 351-366; 2002, Vol. 31 (2), p. 131-151; 2003, Vol. 32 (6), p. 583-623.
17. Уемов А.И., Сараева И.Н. Метод аналогий как основа прогнозирования развития социально-экономических систем. – Одесса, Ин-т проблем рынка и экономико-экологич. исследований АН Украины, 1992. – 98 с.
18. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей. Том I. – М.-Л., 1933. – С.10

Уемов А.И. Аналіз логічної аналогії відносин в рамках мови тернарного опису

Зазвичай у логіці аналізують лише одну форму висновків за аналогією, яку Аристотель назвав парадейгмою (прикладом, зразком). У попередніх роботах нами було проаналізовано 51 форму висновків за аналогією у символіці логіки предикатів. Ця стаття присвячена визначенню структури та умов правомірності «логічної аналогії відношень» в символіці мови тернарного опису.

Ключові слова: аналогія, логічна аналогія відношень, логіка предикатів, мова тернарного опису (МТО)

Uemov A.I. Analysis of logical analogy of relations within the framework of language of ternary description

In most logical researches only one type of analogy was analyzed, namely that was called "paradeigma" by Aristotle. My analysis of the usage of analogy in science made it possible to distinguish 51 types of analogical inferences, which were described in the frame of predicate calculus. In the present article the structure and conditions of credibility of so called "logical analogy of relations" are analyzed using the symbolism of the Ternary Description Language.

Kew words: analogy, the logical analogy of relations, the predicate logic, the ternary description language (TDL)

Поступило в редакцію 25.11.2007