УДК 159.95, 519.7
DOI 10.17726/philIT.2024.2.2

CC BY

Аналогия как базовая функция мышления

Александр Хомяков,
магистр физических наук
Санкт-Петербург, Россия

alexander.xom@gmail.com

Аннотация. Автор проводит аналитическое исследование, в котором выдвигается гипотеза о роли аналогии в мышлении. В статье представлена критика гипотезы структурного отображения в аналогии как объяснения аналогичного аргумента и будет предложено альтернативное объяснение — функциональная гипотеза аналогичного аргумента. Также будет показано, как при помощи разработанного метода аналогии могут реализовываться такие функции мышления, как распознавание и память, метафора и силлогизм, обобщение и онтология, дедукция и индукция. Отстаивается гипотеза, что эти разные функции есть не более чем разные проявления одного механизма распространения схем мышления через аналогию. В предыдущей нашей работе [1] мы описали результаты экспериментов по получению аналогов слов на основе статистики предикатов, извлеченных из текстов простым парсером. В данной статье, продолжая тему аналогии, мы проанализируем два аспекта: как находятся аналогичные выражения (аналогичный аргумент) при решении задач и обучении; какова роль аналогии в мышлении, а именно: какие процессы мышления реализуются при помощи аналогии.В статье критически рассмотрены наиболее известные подходы к объяснению и попыткам реализации аналогии. Нами предлагается другая гипотеза, называемая функциональной аналогией, которая отличается простотой объяснения аналогичного аргумента, большим соответствием примерам аналогии и программной реализации.

Ключевые слова: теория аналогии; когнитивная лингвистика; дистрибутивная семантика; аналогичный аргумент; мышление; метафора.

Analogy as a basic function of thinking

Alexander B. Khomyakov,
Master of Physical Sciences
Saint-Petersburg, Russia

alexander.xom@gmail.com

Abstract. We present an analytical study that puts forward a hypothesis about the role of analogy in thinking. The article presents a critique of the structural mapping hypothesis in analogy as an explanation of the analogical argument and will offer an alternative explanation — the functional hypothesis of the analogical argument. It will also be shown how such functions of thinking as recognition and memory, metaphor and syllogism, generalization and ontology, deduction and induction can be realized with the help of the analogy method developed by the author. The article puts forward a hypothesis that these different functions are nothing more than different manifestations of one mechanism for the dissemination of thinking patterns through analogy.

In the previous article [1] we described the results of experiments on obtaining analogs of words based on the statistics of predicates extracted from texts by a simple parser. In this article, continuing the topic of analogy, we will analyze two aspects:

- how similar expressions (analogous argument) are found when solving problems and learning;
- what is the role of analogy in thinking, namely, what thinking processes are realized with the help of analogy.

The article critically examines the most well-known approaches to explaining and attempting to implement analogy. The authors propose another hypothesis, called functional analogy, which is distinguished by the simplicity of explaining the analogical argument, greater correspondence to examples of analogy, in the authors' opinion, and the possibility of programmatic implementation.

Keywords: analogy theory; cognitive linguistics; distributive semantics; analogical argument; thinking; metaphor.

Введение

Роль аналогии в мышлении является важной областью изучения в современной психологии, особенно в понимании когнитивных процессов, решении проблем и обучении. Аналогическое рассуждение, как способность определять соответствия между различными сущностями на основе общих отношений, является основополагающим для человеческого познания. Оно облегчает получение знаний, решение проблем и объяснение новой информации в различных контекстах, включая образование, науку и повседневную жизнь.

Для понимания аналогии было предложено несколько теоретических основ. Теория структурно-картографического отображения Д. Гентнер [5], которая на сегодня является наиболее популярной,

утверждает, что аналогическое рассуждение включает в себя отображение структуры отношений одной области на другую, целевую, подчеркивая реляционные сходства над сходством атрибутов. Известна также теория множественных ограничений, разработанная К. Холиок и П. Тагардом [13]. Этот подход объединяет различные ограничения (структурные, семантические и прагматические), которые влияют на то, как аналогии формируются и используются в рассуждениях. Или, например, модель AMBR Б., разработанная Б. Кокиновым и А. Петровым [4]. В ней выстраивается аналоговое рассуждение на основе памяти.

Но ни она из теорий не может быть подтверждена или опровергнута эмпирически, так как для аналогии трудно найти нейронные корреляты в мозгу. И поэтому некоторые исследователи сосредоточились на реализации теорий в виде программного алгоритма, которые должны повторять аналогичные рассуждения человека. Такие попытки предпринимались авторами двух теорий. Это программа SME, созданная Д. Гентнер в 1985 году и продолженная ее последователем К. Форбусом [2], и программа CopyCat [8], созданная Д. Хофштадтером в 1988 году, работу над которой ведет в настоящее время М. Митчелл. Рассмотрим подробнее эти две теории аналогии.

Материалы исследования

Наиболее популярным является подход Дедре Гентнер, выдающегося когнитивного психолога, в настоящее время профессора психологии в Северо-Западном университете США. Она известна своей работой по аналоговому рассуждению, в частности благодаря разработке теории структурного отображения. Эта теория утверждает, что аналогии формируются путем отображения реляционных структур между базовой областью (знакомой ситуацией) и целевой областью (новой ситуацией). Исследования Д. Гентнер подчеркивают, как эти отображения облегчают обучение и рассуждение, позволяя людям делать выводы и генерировать новые знания из предыдущего опыта.

Кеннет Форбус в своих исследованиях в соавторстве с Д. Гентнер развивает вычислительные модели, которые имитируют человеческое аналогичное мышление. Эти модели направлены на воспроизведение когнитивных процессов, задействованных в проведении аналогий. Он демонстрирует, что предлагаемая им про-

грамма аналогии обучается знаниям не на тысячах примеров, как в нейросетевых подходах, а на десятках. К. Форбус не опубликовал никаких конкретных математических расчетов для поиска аналогий. Однако он разработал вычислительные модели и алгоритмы для аналогических рассуждений, которые не опираются на явные математические формулы. Он использует структурированные представления, такие как исчисление предикатов и концептуальные графы, для фиксации реляционной структуры концепций и ситуаций.

Взгляд Дугласа Хофштадтера [12] на аналогию существенно отличается от других теорий в нескольких ключевых аспектах, особенно в том, как он концептуализирует роль и природу аналогии в познании. По его мнению, аналогия — это не просто инструмент для рассуждения или решения проблем, но и фундаментальная основа всех когнитивных процессов. Д. Хофштадтер утверждает, что «практически каждая мысль» — это аналогия, предполагая, что сами концепции — это пучки аналогий. Это контрастирует с теориями, которые рассматривают аналогию как специализированную форму рассуждения. Д. Хофштадтер критикует тенденцию определять аналогию в строгих, формальных терминах, таких как «A относится к B, как C относится к D». Он считает, что такие определения чрезмерно упрощают сложную, текучую природу аналогового мышления. Д. Хофштадтер вводит идею восприятия «глубинной сущности» концепций посредством аналогии, которая подразумевает распознавание базовых сходств, которые могут быть не очевидны сразу. Это расходится с другими теориями, которые могут отдавать приоритет наблюдаемым признакам или структурным соответствиям в аналоговом рассуждении. Д. Хофштадтер полагает, что такие модели не в состоянии охватить богатство и изменчивость человеческих мыслительных процессов, которые по своей сути нелинейны и динамичны.

Идеи Д. Хофштадтера продолжает его ученица Мелани Митчелл, профессор в Институте Санта-Фе. Вместе они создали программу CopyCat [8], которая, в отличие от SME, основывается на статистическом и вероятностном подходе. CopyCat решает задачи аналогий в ограниченной области, например преобразование строк букв (например, «abc» к «abd»). Программа должна определить аналогичное преобразование для другой строки (например, «ijk» к «?»), что требует «понимания» структуры и правил преобразова-

ния. Но пока программа не может быть распространена на более сложные задачи из-за высокой вычислительной сложности. Основным элементом программы является Slipnet, который функционирует как долговременная память программы, где расстояния между концептами могут изменяться в процессе работы программы. Чем меньше расстояние между концептами, тем более вероятно, что они будут сопоставлены друг с другом в процессе аналогии.

Анализ рассмотренных гипотез аналогии

Когнитивные механизмы, лежащие в основе аналогического мышления, согласно гипотезе Д. Гентнер, реализуются в ходе следующих этапов:

1. Извлечение: способность извлекать из памяти соответствующие знания, которые могут служить источником для проведения аналогий.
2. Картирование: включает в себя определение и согласование отношений между исходными и целевыми доменами, что имеет решающее значение для эффективного использования аналогии.
3. Передача: процесс применения знаний, полученных с помощью аналогии, к новому контексту, облегчающий обучение и решение проблем.

Проблема у такой гипотезы начинается с первого же этапа. Каким образом извлекается именно то знание, которое уже подходит для создания аналогии? Если исключать простой перебор, это может быть только если аналогия уже «предвидится» на этапе поиска знания, а значит, она уже должна быть, что противоречит всему подходу поэтапного формирования аналогии. На втором этапе встает вопрос, как происходит согласование исходного знания с целевым по отношениям, если они выражены разными, но аналогичными лексемами отношений (предикатами).

Существенная проблема обсуждаемого подхода в том, что непонятно, как выбираются отношения для сходства. К. Форбус не указывает конкретный метод, что свидетельствует о том, что это перебор, а значит, почти нерешаемая задача, если надо перебрать комбинацию, например, по три отношения для сравнения из всего набора возможных отношений в языке.

Еще одна проблема реализации указанных подходов и прежде всего подхода Гентнер-Форбуса состоит в том, что она предполагает ручную разметку отношений в тексте. Именно поэтому такой

подход, который был впервые описан в 1985 году в работе Гентнер, до сих пор не получил реализации в компьютерных системах, в отличие от нейросетевых подходов, зародившихся примерно в то же время и получивших недавно возможность «обучения без учителя» на текстах с маской.

Также непонятно, сколько должно быть найдено отношений, чтобы структурная аналогия «состоялась» в подходе Гентнер-Форбуса. Одно или несколько, и каких именно, ничего не говорится. В приводимых авторами гипотезы структурного подхода к аналогии примерах их несколько — от 2 до 5. В предлагаемом нами методе поиска аналогии это может быть от 10 до 100 предикатов отношений, которые определяют аналогию, отобранную автоматически без ручной разметки графов. Это принципиальное отличие в возможности реализации и надежности полученной аналогии.

Проблемой в подходе Гентнер-Форбуса также является то, что в нем не могут учитываться синонимы лексем, чтобы использовать по-разному выраженные, но одинаковые по смыслу в данном контексте отношения, что не позволяет более широко использовать сходство по отношениям. Получается так, что метод структурного отображения аналогичного аргумента страдает от отсутствия аналогии между лексемами, которые в теории Гентнер-Форбуса не представлены.

Трудность в теории Д. Гентнер можно пояснить на простом примере. Одним из способов представления системных отношений являются таблицы, как в таблице Менделеева, которые устанавливают отношения между сущностями вида «ниже — больше» или «левее — меньше». Но таким образом могут быть отражены совершенно разные явления и это не значит, что между ними есть аналогия, кроме формы таблицы. Или надо признать все таблицы аналогами. Представляется, что нужны еще какие-то дополнительные связи между доменами, как у времени с часами (часы показывают время) или у пути с жизнью (всю жизнь куда-то идти), которые придают целевому явлению дополнительные свойства. Например, начала и конца жизни (перенос от начала и конца пути на местности).

Функциональная аналогия

Предлагается другое объяснение для формирования аналогичного аргумента. Мы находим общий принцип в новом и известном

явлении, чтобы применить его как модель нового с предсказанием свойств в новом явлении. Только движение по кругу без видимой связи обуславливает аналогию солнечной системы и атома. То же самое с электрическим током по аналогии с течением воды в трубах, энергия (работа) которых зависит от приложенного давления или напряжения (есть еще сходство по форме трубы и провода). Но на этом аналогия заканчивается, так как по проводам ничего на самом деле не течет и даже энергия передается не по самим проводам, а по направляемым ими полям вокруг, а электрон не имеет формы шара, как планета. Мы назвали это функциональной аналогией. Это сходство по действию, функции, что видно по народной аналогии — хитер как лиса, опасен как волк. «Как» обозначает действие «Как это сделано?». И для такой аналогии достаточно одного предиката в обобщенном через аналогию виде, а не множества как в структурном отображении. Наиболее близко к этому применение одинаковых математических уравнений для разных процессов. Сходство отношений, взаимодействия элементов аналогии есть сходство функциональное. И это одно-единственное основание сходства.

Наблюдая новое явление, как, например, структуру атома, мы определяем обобщенное, абстрактное отношение «вращается вокруг центра *без видимой связи*». И именно этим свойством «без видимой связи», которое выявлено в опытах с атомами, определяется выбор аналогии планетарной системы как наиболее распространенной аналогичной схемы из всех. В чем отличие?

Во-первых, из цели определяется обобщенное отношение «вращается вокруг». Именно обобщенное, для того чтобы расширить поиски аналогии. Это функциональное отношение. Такие отношения присутствуют во многих процессах, например карусель, воронка воды, центрифуга, планетарная система.

Во-вторых, из всех возможных «вращений» избрана именно планетарная система благодаря условию «без видимой связи», которая обнаруживается в опыте над атомами. Именно это свойство отбрасывает другие варианты. Это схема «найти обобщающую схему, затем найти специализирующий признак, чтобы создать новую схему». По этой же схеме происходит обучение и создание новых схем, о чем еще будет подробнее изложено ниже. Мы называем такую последовательность функциональной аналогией. И, в отличие от гипотезы Гентнер, для поиска аналогии в ней не

требуется совокупности несколько отношений как структурного картирования, но требуется учет свойств и атрибутов, определяемых в целевом явлении.

Аналогия в мышлении

Напомним, что все дальнейшие рассуждения основаны на предложенном нами методе получения аналогов методом дистрибутивной семантики, применяемой к предикатам, выделенным автоматически из текста методом predicatIDF. Это позволяет получать аналоги разной степени общности в зависимости от числа общих предикатов, которые берутся для рассмотрения. При максимальном числе предикатов (до 100) выделяются синонимы и омонимы. При минимальном — одинаковые по какому-то одному предикату отношения или признака лексемы. Это общности вида «нечто зеленое», «живое», «развивающееся» с субстантивами «зелень», «животное», «развитие». Надо отметить, что предикаты лексем отражают не только их признаки, но и латентные отношения с другими лексемами, что является более надежным признаком аналогии. Коротко говоря, если объект, обозначаемый лексемой, ведет себя в разных ситуациях так же, как и другой объект, то обозначающая его лексема является аналогом, но в разной степени, что зависит от числа общих предикатов.

Хотя в предыдущей статье аналогия рассматривалась только как лексическая функция, предложенный метод не ограничивается только аналогиями лексем. Предикативная структура как таковая присуща нашему мышлению априори, все, чем мы оперируем в мышлении, имеет предикативный строй. Например, в визуальной модальности предикация связана с перемещением глаз в разных направлениях и условно ее можно изобразить так: если наложить на любое изображение сетку как в тетрадке в клетку, то любой квадратик картинки будет относиться к другому как «красный на один квадратик ниже, выше, направо или налево от синего». Это предикаты движения глаз, и таким образом, через такие предикаты перемещения, можно описать любую картинку, в зависимости от разрешения сетки. И такое предикативное разложение имеет некоторую ассоциацию (не осмелимся сказать большего) с выявленными в гиппокампе нейронами решетки и нейронами места. Именно нейроны решетки служат для создания предикативных отношений между нейронами мест при перемещении от одного к другому (ра-

нее была выявлена связь нейронов решетки с перемещением подопытного животного). Так что такая предикативная структура изображений может создавать аналогию мест на картинке, что в итоге может складываться в ощущение одного (близкого) цвета, текстуры и границы (аналогично расположенные по одному предикату и разные по-другому).

Теперь проанализируем возможную роль аналогии в известных нам операциях мышления, а именно распознавании, сравнении, силлогизме, метафоре, онтологии, дедукции и индукции, обучении. В работах упомянутых ранее авторов рассматривается только общая роль аналогии в распознавании и обучении, в создании новых гипотез, в метафоре, без определения того, как они осуществляются. Ниже будет показано, как эти и другие известные способы мышления реализуются при помощи аналогии.

Распознавание

Основной проблемой распознавания является усматривание схожих признаков объектов, которые в деталях могут сильно различаться. Нейросети распознают за счет того, что в процессе обучения им показывается очень много объектов класса и при небольшом обобщении между набранными разнообразными признаками (сглаживании) они способны распознавать объекты, немного различающиеся с представленными при обучении, но того же класса. Основной недостаток такого обучения в том, что для этого нейросети требуется много примеров для постепенного смещения весов (параметров) нейросети в нужном направлении. Человек учится явно быстрее, что мы обсудим далее в разделе об аналогии в обучении.

Аналогия объединяет несколько схожих лексем и образов как близких по предикатам с учетом избирательности и частотности, что отмечено в нашей предыдущей статье [1]. И распознавание происходит на основе распознавания предикатов нового объекта. Если он имеет такие же предикаты, то это лексема и объект, уже известные нам. Именно так мы относим их к одному классу, то есть распознаем. Важно отметить, что распознавание осуществляется не за счет обучения на большом числе примеров. Это комбинация предикатов, которые, как примитивы, уже известны и просто собираются в новую совокупность, аналогичную известной по классу. И мы называем новое так же, как известное (имя класса). Это свой-

ство композиционности будет рассмотрено далее.

Здесь следует привести пример, который наглядно поясняет, как происходит распознавание по аналогии. Все цвета являются аналогами друг другу как цвета. Они хорошо выделяются как аналоги в предложенном методе predicatIDF. Так вот, все вместе они образуют понятие цвета (цвет происходит от старославянского kvetъ, обозначающего не только цветок, но и луг, где много разноцветных цветов, поэтому «цвет» выбран как обобщающее понятие окраски в славянском языке). Так же любой выбранный цвет сразу ассоциируется с линейкой других цветов, которые входят в аналогию. Получается, что присвоение какого-то одного цвета предмету позволяет быть готовым распознать так же такие же предметы всех других цветов, так как в его композицию предикатов входит один цвет, а у него есть в качестве аналогов все другие. Это важное свойство композиционности аналогов, создающее возможность распознавания даже таких предметов, которые обладатель мышления никогда не видел, что позволяет учиться не на миллионах примеров, а даже на одном. Такие линейки возникают везде как перечисления аналогичного — чисел, имен людей, видов транспорта и др., создавая объем понятий, которые имеют указанное обобщающее название (имя понятия).

При этом аналоги формируются динамически, с распознаванием новой композиции предикатов как предмета возникают новые предикаты и аналоги с их участием, что создает новые возможности для распознавания и это реализует основной механизм познания, частью которого распознавание, собственно, и является.

Схема или композиция

В связи с упомянутой композиционностью как способом определения предмета или понятия (а любое слово — это обозначение не единичного предмета, а общности всех возможных аналогичных предметов), стоит определить понятия композиции, или схемы, предмета. Сочетание предикатов как описание предмета через аналогию лексем определяет все аналогичные предметы, как показано выше, при распознавании. Но это не случайное и единичное сочетание. Это именно обобщение сочетаний множества близких по аналогии лексем в одинаковой синтаксической конструкции. Схема предмета таким образом является наиболее частотным сочетанием, композицией аналогичных лексем в определенной син-

таксической конструкции как решетке (сетке). Хотя возможны различные способы описания предмета, сходство между которыми менее очевидно и требует отдельного анализа, сейчас мы говорим о схеме как совокупности аналогичных лексем, наиболее часто встречающихся вместе в совокупности случаев. Таким образом, мы будем называть схемой или композицией А все случаи сочетаний аналогичных лексем с одинаковыми синтаксическими связями.

Сравнение

Сравнение нечасто встречается в научной литературе как процесс мышления. В то же время весь процесс мышления пронизан оценкой ожидания и результата каждого действия, каждой мысли. Также сравнение является таким же приемом для логического вывода, как и силлогизм, только в форме «если (сравнение), то (вывод)». Например, если Вася придет раньше Пети на финиш, то он займет первое место. Вася пришел в 10.30, а Петя в 10.35.

Сравнение всегда реализуется через оператора отношения сравниваемых величин. Отношения в линейках могут быть упорядоченными, как, например, больше, дальше, вместительнее, так и неупорядоченными, то есть отношение при сравнении обозначается как «разное, другое», например имя. Сами сравниваемые лексемы (и понятия, выражаемые ими, далее мы не будем различать эти слова), чтобы быть сравнимыми, должны быть аналогами друг другу и входить в описанные выше линейки аналогичных понятий. Иначе они несравнимы. То есть аналогия является условием сравнения.

Приведем простой пример для пояснения. Есть две композиции. Вася имеет рост 178 см, а Петя имеет рост 176 см. Имена Вася и Петя являются аналогами в понятии «имя человека», величины 176 см и 178 см тоже являются аналогами в понятии «измерительная линейка». Связь человека и величин обозначена понятием «роста», которое является предикатом к понятию «человек» (обобщение имен). И только наличие общего понятия позволяет сравнивать по росту. В сравнении определяется разница в росте аналогичных имен. И делается вывод отношением имен «Вася выше Пети, так как 178 больше 176 в измерительной линейке». Но чтобы сравнить имена, нам надо перейти от понятия роста к другому понятию — мальчик (человек), обладающему разными именами. И тогда мы

сможем в сравнении сказать «мальчик Петя и мальчик Вася имеют разные имена». Такова роль общего понятия для сравнения: схема сходства (рост, мальчик) позволяет сопоставлять композиции по различающимся частям (величины или имени).

Силлогизм и Метафора

Силлогизм — это вывод из двух посылок (пропозиций) третьей. Мы же рассматриваем силлогизм как последовательность «посылка — аналогия — вывод», то есть как рассуждение по аналогии, как она была описана выше. Если у вас уже есть известная пропозиция и есть аналогия с неизвестным, к которому надо установить пропозицию, это реализуется через указанную последовательность из трех утверждений, среднее из которых не что иное, как установление аналогии между средним и меньшим терминами силлогизма. Поясним для ясности на классическом примере силлогизма про Сократа.

«Человек смертен» — это исходная пропозиция, которая нам известна. «Сократ — человек» — это и есть установление факта аналогии между именем Сократ и понятием Человек, в объем которого входит имя Сократ. Замена «человек» в исходной пропозиции на «Сократ» в силу аналогии приводит к новой искомой пропозиции «Сократ смертен». Аналогичный силлогизм мог бы выглядеть так, что более естественно для обыденных рассуждений. «Петя смертен, а Вася что Петя, тоже смертен». И тут утверждение «Вася что Петя» утверждает аналогию между ними как людьми.

Эти примеры показывают сходство силлогизма с метафорой по своей структуре. В теории метафоры принято говорить об утверждении-источнике и утверждении-цели, преобразование источника в который происходит за счет установления связи членов утверждений через предикат.

Возьмем простой пример. «Часы идут» — это утверждение-источник, или известное. «Часы показывают время» — это предикат, который устанавливает связь между известным понятием источника (часы) и новым понятием времени, свойство которого по аналогии надо определить. В итоге его установления получается метафора «Время идет» по той же схеме, что и в силлогизме. Отличие заключается в том, что здесь аналогия устанавливается по одному предикату, указывающему скорее на ассоциацию часов со временем, что можно считать слабой аналогией. Но она свой-

ственна всем новым понятиям, для которых еще не распространены многочисленные предикаты, по которым можно было бы установить сильную аналогию, как в случае силлогизма. Но по сути это тот же процесс установления вывода из известного утверждения по аналогии, которая установлена по указанному предикату (в силлогизме он не указывается). В обыденных рассуждениях он даже не указывается, а подразумевается интуитивно. Но такого рода аналогии часто применяются в обыденных рассуждениях.

Другой пример. Обычно рассматривают укороченную фразу «время — деньги» и считается, что она подтверждает, что время тоже можно тратить, экономить, вложить. Но это ограниченная метафора, потому что время нельзя заработать, поделиться или получить проценты. И это как раз свидетельствует о том, как метафора на самом деле сформирована. Утверждением-источником метафоры является, скорее, утверждение «деньги дает работа» или аналогичное. Далее следует предикат установления связи «работа требует времени». Отсюда возникает метафора «время можно тратить как деньги» и т. д. Но так как связь времени и денег установлена через работу, то время нельзя заработать (получается тавтология) или получить проценты (с работы проценты не платят, в отличие от денег), поделиться временем тоже не получится, потому что нам платят за нашу работу, а не за выполненную кем-то другим. И таким образом приведенная схема вывода метафоры обосновывает также и ограничения на применение метафоры.

Из известных теорий к предлагаемой гипотезе формирования метафоры наиболее близка теория концептуального смешения Жиля Фоконье [11]. Она исследует, как можно смешивать различные концепции для создания новых значений, подчеркивая роль аналогии в этом когнитивном процессе. Эта идея развивается в теории метафоры Ж. Фоконье, в которой такое смещение называется блендом. Но Ж. Фоконье не описывает конкретный механизм, способствующий осуществлению смещения и образованию метафоры через аналогию, который бы позволил его реализовать, что вполне осуществимо в предлагаемой методе [1].

Многие ученые отмечают связь аналогии и метафоры, отмечая, что сама форма метафоры часто выглядит как указание на аналогию, например, «жизнь как путь». Но никто не приводит конкретного способа формирования метафоры через аналогию так, чтобы это можно было повторить в программе и тем самым экспе-

риментально подтвердить гипотезу. Ниже будет показано, как это можно сделать, используя метод из предыдущей нашей статьи [1], и в данной интерпретации формирования метафоры это становится возможным повторить в программе.

Онтология

Онтология построена на обобщении, когда много разных объектов помещаются нами в один класс, а этот класс вместе с другими похожими — в класс более высокого уровня общности. В общем смысле это позволяет нам облегчить передачу информации, когда можно сказать сразу о предикате к множеству объектов одной фразой и сэкономить память. Как же производится обобщение в онтологии? Конечно же, по общим признакам и отношениям входящих в класс объектов. Но любой признак или отношение — это предикат, выраженный прилагательным или глаголом. И те понятия, что включены в общий класс, являются аналогами по ним. Это могут быть отдельные отношения для всех включаемых объектов или множество отношений и признаков, чуть различающихся для разных объектов, как, например, в классе «минералы». В принципе любое понятие, выражаемое лексемой, является, как известно, каким-то классом, кроме персональных имен, например, пароход «Иван Свердлов».

Схожесть, аналогичность объектов, входящих в один класс, мы чувствуем интуитивно и стремимся назвать. Как же это происходит? Это ключевой вопрос образования онтологий, как не только выявления аналогии между двумя словами, а образования класса из них как нового объекта, объединяющего их общие признаки. Это важный процесс именно речевого мышления, которое позволяет нам образовать новые понятия и охватить ими больше объектов, чтобы иметь возможность построить рассуждения с ними.

Образование имен классов не случайно. Обычно оно производится по наиболее характерному, распространенному общему предикату объектов класса. В приведенном выше примере про цвет имя класса цветов образовалось как наиболее распространенный предикат к существительному «цветок»: «красный цветок, голубой цветок, желтый цветок». Цвет и стал именем класса окраски цветов, так как более разнообразно и ярко показывал весь спектр цветов. Надо отметить, что само понятие «цветок» уже является обобщением всех луговых растений с яркой окраской, что гово-

рит о том, что одно обобщение (растений) помогает делать другие (цветов). Другим примером могут служить понятия, сформированные по общим предикатам с глаголами, что более распространено. Например, все растения растут, а животные живут. Понятия образованы как субстантивы от общих глаголов, так как называть классы принято существительным. Иногда это бывают более сложные предикаты, как «паровоз» — то, что движется на паровой машине. Это достаточно устойчивый способ называть классы, хотя некоторые случаи требуют исследования этимологии слов, чтобы узнать причину называния класса. Например, транспорт: это слово образовано от старофранцузского transporter («перевозить или переносить»), что является общим предикатом для всех транспортных средств.

Дедукция и индукция

Выше была рассмотрена онтология, которая объединяет в классы единичные объекты и называющие их понятия. Индукция же объединяет целые утверждения в общий «закон» или утверждение более общего порядка (содержащее такие кванторы, как «все», и имена классов). Важность аналогии в индукции отмечал еще Р. Карнап [10]. По его мнению, рассуждения по аналогии позволяют нам делать выводы о свойствах или поведении одного объекта на основе его сходства с другим объектом, свойства которого известны. Р. Карнап подчеркивал, что для того, чтобы индуктивные аргументы были применимы, они должны включать в себя аналогии. Это означает, что признание сходства между случаями является основополагающим для формирования обоснованных индуктивных заключений.

Индуктивный вывод по аналогии схож по сути с формированием названия класса, описанного выше. Например, серия утверждений «Дерево тянется к солнцу, трава тянется к солнцу, куст тянется к солнцу» становится общим индуктивным выводом «растения тянутся к солнцу» на основе замены многочисленных имен экземпляров класса на одно наименование, что создает общее индуктивное утверждение. То есть аналогия отдельных понятий утверждений создает обобщение утверждения до индуктивного «закона», который в дальнейшем используется как основа для обратного, дедуктивного вывода от общего утверждения к утверждениям с экземплярами класса.

Именно такая возможность глубокого обобщения по аналогии позволяет создать понятия, недоступные для нейросетей. Например, одна из самых больших проблем беспилотных автомобилей заключается в том, что они не могут понять, что считается препятствием. Если вы видите перевернутый фургон перед своей машиной, вы не собираетесь проезжать сквозь него. Автопилот решит проехать, потому что не знает, что это препятствие вообще, а примера перевернутого фургона не оказалось в его обучающей выборке (реальный случай с автомобилями Tesla). Как в представляемом методе аналогии образуется понятие препятствия на дороге, перед которым надо остановиться? Есть отдельные факты, которые сильно обобщаются: «Дерево препятствует проезду, шлакоблок препятствует проезду, машина препятствует проезду». Так образуется, с одной стороны, понятие «препятствия», являющееся общим классом предметов, которые могут быть на дороге и препятствовать проезду. В этот класс по общим признакам с его экземплярами может попасть любой неподвижный и массивный (общие признаки) предмет.

Надо заметить, что название общего класса не похоже на название экземпляров и содержит гораздо меньше общих предикатов с экземплярами класса, чем экземпляры между собой. То есть понятие класса не аналогично экземплярам. Этот парадокс может ввести в заблуждение, но интуитивно мы знаем, по каким распространенным предикатам образовано общее понятие класса, и именно это позволяет нам связать общее наименование класса с его экземплярами. То есть связь сохраняется от экземпляров к понятию класса, а не наоборот. Мы как бы в дедукции вспоминаем, как образовали класс.

Обучение

Человек может начать распознавать новый класс объектов просто по его описанию. Это свойство называется композициональностью, о нем много пишет сейчас Франсуа Шолле [6]. По его мнению, композициональность недоступна нейросетям. По мнению Шолле, композициональность доступна нейросетям, иначе эти системы могли бы отвечать на комбинированные вопросы, которые не встречались в таком виде в обучающих данных. Но уровень общения у нейросетей в силу их архитектуры не очень глубокий, так что они не могут создать такие абстрактные понятия, как «препят-

ствие». А обучение во многом построено на композициональности, то есть на построении нового описания явления как варианта известного. Например, описания чего-либо в словарях и в обыденных рассуждениях строятся по четкой схеме указания известного понятия, общего с новым (родового) и отличительной черты нового. Это новая композиция. Например, «осел — это лошадь с длинными ушами». Или «водопад — это река, падающая вниз» (обыденное объяснение). Как видно из примера, используется общее понятие для объяснения нового, а мы знаем, что общее понятие мы получаем за счет аналогии, как показано выше (онтологии).

Но не только это конструирование позволяет нам обучаться и открывать новое. Еще более абстрактный уровень, построенный на аналогии, выводит на верхний уровень абстрактные отношения, наиболее общие и применимые для всех понятий и лексем. Это отношения отрицания, положения относительно друг друга чего-либо, родства и т. п. Причем это такие отношения, которые имеют обратимые отношения в одной схеме, то есть прямое отношение подразумевает возможность обратного (не во всех случаях). Например, положение над и под чем-то. Все предметы в комнате находятся одновременно на полу и под потолком. У женщины есть дочь, и женщина — сама дочь какой-то женщины (обратное отношение). Отсюда видно, что такие отношения — это максимальная аналогия, аналогия всех объектов, которые могут быть в комнате, всех женщин, которые кем-то рождены. Это позволяет строить систематические отношения, о которых писали Дж. Фодор и З. Пилишин [7] как об аргументе систематичности, недоступном в коннекционизме. Теперь мы подошли к тому, чтобы объяснить, как это реализуется в языке методами дистрибутивной семантики и аналогии.

Заключение

В описанных выше способах мышления применяется один прием — замена в схеме рассуждения как последовательности предикатов одного из понятий (лексемы) на аналогичное, которое надо объяснить, то есть установить известные из схемы источника отношения между понятиями целевого явления. Заменяемое понятие задает весь концепт нового целевого явления, что позволяет наложить на него схему отношений в источнике. Замена одного из понятий на аналогичное легко реализуема [1]. Это позволяет

сделать предположение о возможности проверки гипотезы через реализацию.

Сам факт того, что приведенные выше отдельные процессы мышления аналитически могут быть описаны при помощи аналогии, позволяет сделать утверждение, что это не разные способы мышления, а разные проявления одного способа работы интеллекта. Мы лишь по-разному их называем при проявлении их разным способом. Ведь даже распознавание — это нахождение аналога той схеме предмета, которая уже известна по ранее полученным примерам. Это говорит о фундаментальном характере такого утверждения, в таком выводе и заключается цель данной статьи.

И третье утверждение, вытекающее из исследования. Для создания аналогии требуется не только структурное сходство хотя бы по одному отношению, но и совпадение прогнозируемого отношением свойства с фактически обнаруживаемым. Это совершенно другой подход «предположение-подтверждение» из опыта, а не просто совпадение по совокупности отношений, что с философской, гносеологической точки зрения имеет принципиальное значение и будет прослежено в дальнейших статьях.

Литература

1. Хомяков А. Б., Чижик П. Новый способ нахождения аналогов как возможность исследования языка, мышления и построения систем искусственного интеллекта // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2024. № 1. С. 77-88. https://doi.org/10.17726/philIT.2024.1.5 (Khomyakov A. B., Chizhik P. A new way of finding analogues as an opportunity to study language, thinking and build artificial intelligence systems // Philosophical Problems of IT & Cyberspace (PhilIT&C). 2024. № 1. P. 77-88. (In Russ.). https://doi.org/10.17726/philIT.2024.1.5.)
2. Forbus K. D., Falkenhainer B., Gentner D. The Structure-Mapping Engine: Algorithm and Examples // Artificial Intelligence. Volume 41, Issue 1, November 1989. P. 1-63.
3. Kokinov B., Petrov A. Integration of Memory and Reasoning in Analogy-Making: The AMBR. https://www.researchgate.net/publication/2593827.
4. Gentner D., Holyoak K. J., Kokinov B. N. The Analogical Mind Perspectives from Cognitive Science. MIT Press, 2000541 pages.
5. Chollet F. It's Not About Scale, It's About Abstraction. https://youtu.be/s7_NlkBwdj8?si=ENkRbgMZMI84MaJg.
6. Fodor J. A., Pylyshyn Z. W. Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis // Cognition, Volume 28, Issues 1-2, March 1988. P. 3-71. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/

0010027788900315.
7. Hofstadter D., Mitchell M. The copycat project: A model of mental fluidity and analogy-making. https://www.researchgate.net/publication/243649607.
8. Forbus K. D., Gentner D., Law K. MAC/FAC: A model of similarity-based retrieval // Cognitive Science, Volume 19, Issue 2, April–June 1995. P. 141-205.
9. Hesse M. Analogy and Confirmation Theory // Published online by Cambridge University Press: 14 March 2022, https://www.cambridge.org/core/journals/philosophy-of-science/article/abs/analogy-and-confirmation-theory.
10. Fauconnier G., Lakoff G. On Metaphor and Blending // Cognitive Semiotics, 5(1-2), December 2009.
11. Hofstadter D. Fluid Concepts and Creative Analogies // Harvester Wheatsheaf, 1995. 250 p.
12. Holyoak K. J., Thagard P. The analogical mind // American Psychologist, 1997. P. 35-44.