

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

УДК 004.896

DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-144-153

Формализация смысла¹. Часть 1

А.Д. Редозубов

Фонд имени академика Натальи Бехтеревой, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Всякая область знаний строит свои описания, используя понятия. При этом распространено определение понятий через задание свойственных им признаков. На этом базисе строятся как основные математические, так и многие философские концепции. Понятия, которыми оперирует человек, подчиняются аналогичным свойствам и их природа – это природа определений. Многочисленные попытки создать сильный искусственный интеллект основаны на соответствующей парадигме. В статье делается попытка обосновать необходимость использования контекстно-смысловой парадигмы для объяснения работы естественного мозга и для создания сильного искусственного интеллекта. Приводится формальная модель, описывающая смысл, и предлагается способ представления её связи с известными данными о функционировании мозга. Показывается, что вокруг каждого понятия может быть создан контекст, который может являться носителем смысла понятия. Контекст позволяет отойти от использования набора признаков для узнавания явления, стоящего за понятием. Контекст оказывается точкой зрения, связанной с понятием, в которой меняется описание окружающего мира. Зная правила этих изменений, можно не только моделировать различные точки зрения, но и определять, какие из них создают адекватные трактовки. При этом наличие адекватной трактовки в контексте явления служит критерием присутствия этого явления.

Ключевые слова: понятие, смысл, контекст, мозг, искусственный интеллект, сильный искусственный интеллект.

Цитирование: Редозубов, А.Д. Формализация смысла. Часть 1 / А.Д. Редозубов // Онтология проектирования. – 2021. – Т. 11, №2(40). – С.144-153. – DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-144-153.

Как сердцу высказать себя?
Другому как понять тебя?
Поймёт ли он, чем ты живёшь?
Мысль изречённая есть ложь.

Федор Тютчев, Silentium

¹ Тема статьи архи актуальна в цифровом, информационном мире и тесно связана с искусственным интеллектом (ИИ), с его моделями, онтологиями предметных областей и задачами, в них решаемыми. Мечта исследователей, занятых созданием сильного ИИ, привлекает огромное количество специалистов из разных областей, стремящихся переложить бремя принятия решений на создаваемые «машины». Биологи, физиологи, психологи, математики, специалисты по компьютерным наукам активно вовлечены в процесс создания сильного ИИ. При этом сложность изучаемой проблемы затрудняет её обсуждение учёными из разных предметных областей. За дело берутся специалисты, способные в доступной форме изложить накопленный материал, обобщить его, найти возможность преодолеть стыковые барьеры наук. Автор статьи известен как популяризатор наук о мозге, написавший ряд книг о работе мозга: «Мозг напрокат. Как работает человеческое мышление и как создать душу для компьютера», 2010; «Логика эмоций», 2012; «Логика мышления», 2014. Статья подготовлена по итогам научного семинара «Онтология проектирования», на котором автор выступил с докладом «Формализация смысла: понятия, принципы, модели, примеры». Семинар прошёл в онлайн режиме 25 мая 2021 года. Запись семинара доступна по ссылке <https://bbb.ssau.ru/playback/presentation/2.0/playback.html?meetingId=8fcb5765c6784570796bb5894aae0dec6a08db06-1621939322257>. Редакция выражает надежду на развитие дискуссии и поиск формализмов, способных фиксировать и транслировать смысл информации, искать формальные и иные решения в отделении правдивой и достоверной информации от «фэйков», ставшие бичом начала 21-го столетия. Смелый шаг автора статьи в область формализации смысла и дальнейшей его передачи стоит рассматривать как *призыв к развитию идей* в этой области и поиску путей их реализации. *Прим. ред.*

Введение. Искусственный интеллект. Тест Тьюринга

Для описания интеллектуальных систем используют два термина — «искусственный интеллект» (ИИ) и «сильный искусственный интеллект» (СИИ) [1, 2]. В английской традиции — *Artificial intelligence (AI)* и *Artificial general intelligence (AGI)*. Первый подразумевает любую деятельность компьютера, имитирующую человеческий интеллект, второй — только такую, которая претендует на что-то универсально общее, похожее на то, как мыслит человек.

В английском названии СИИ не случайно называется общим или универсальным. Суть этого названия в том, что СИИ должен уметь решать не одну конкретную задачу и даже не широкий набор задач, он должен быть «человекоподобным». То есть обладать способностью, начав с нуля, вникнуть в любую область и начать ориентироваться в ней подобно тому, как это способен делать человек. И желательно не хуже человека.

Толкование СИИ можно дать через хорошо известный тест Тьюринга [1]: «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор».

В своей статье «Вычислительные машины и разум» [1], описывая этот тест, Тьюринг задавался вопросом: «Зафиксируем наше внимание на цифровом компьютере А. Действительно ли, изменяя компьютер так, чтобы иметь достаточный объём памяти, что равнозначно увеличению скорости его действий, и обеспечивая его подходящей программой, компьютер А можно сделать таким, чтобы он удовлетворительно играл и роль компьютера А в игре-имитации, и роль человека В?» (см. рисунок 1).

Говоря о СИИ, как о компьютере, способном пройти тест Тьюринга, возникают два главных вопроса. Первый – это вопрос, заданный Тьюрингом: можно ли за счёт увеличения мощности смоделировать на компьютере человеческий интеллект? Второй: будут ли какие-то особые требования к программе, реализующей СИИ?

Второй вопрос требует пояснения. Дело в том, что сегодня функционируют системы ИИ, которые показывают замечательные результаты в различных областях и которые не претендуют на роль СИИ. Можно ли ожидать, что эволюционное развитие этих систем, связанное с увеличением объёмов обрабатываемых данных и ростом компьютерных мощностей, приведёт к созданию СИИ, или для этого потребуется что-то новое в методологии алгоритмов? Чтобы разобраться в этом вопросе, необходимо рассмотреть базовый уровень представления знаний, с которого начинается построение любого алгоритма.

1 Понятия

Чтобы описывать окружающий мир, человеческий мозг в результате эволюции приобрёл возможность формировать внутренние понятия. На таком представлении основана, например, когнитивная психология [3]. Главным доводом в пользу такого представления может служить то, что понятия в форме слов проявляются в человеческой речи, которая, в свою очередь, отражает внутренние процессы мозга.

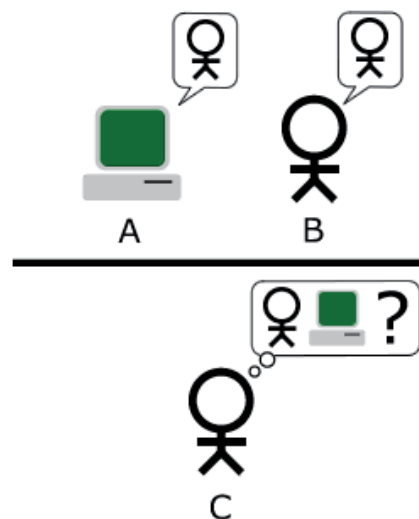


Рисунок 1 - Тест Тьюринга

Формирование внутренних понятий происходит под воздействием опыта, который человек получает из окружающего мира. Наличие в окружающем мире определённой структуры приводит к формированию понятий, способных адекватно эту структуру описать.

В какой-то момент эволюции у человека появилось новое средство общения – язык [4]. Внутренним понятиям были сопоставлены слова. Устные слова — это просто звуки, они не несут смысла сами по себе. Но будучи связанными с понятиями, передают их значения. То есть за содержание отвечает внутреннее понятие, а слово — это знак понятия. При этом надо учитывать, что далеко не всем внутренним понятиям соответствуют какие-либо слова.

Язык развивался, и в нем появлялись новые слова. Кроме обозначения того, что непосредственно видно или слышно, в языке стали появляться слова, обозначающие некие сложные, порой абстрактные явления. Люди открывали для себя эти явления и через язык давали им названия. Например, так появились слова: «понятие», «логика», «определение» и т.п.

Для появления внутренних понятий, в принципе, язык не нужен. Они сформируются и без него. Классический пример – дети, подобные Маугли. Но с момента своего появления язык стал влиять на то, какая именно система внутренних понятий формируется у людей. Образование понятий напоминает рост виноградных лоз. Для лозы направляющая служит опорой и задает направление ее роста. Сколько есть направляющих, столько лоз их обовьет. Для формирования внутренних понятий слова языка во многом служат такими направляющими. Изобретенные когда-то слова, обозначающие некие абстракции, и сегодня позволяют сформироваться у нас понятиям, которые не возникли бы сами по себе без участия языка.

Характерное свойство слов – их многозначность. В зависимости от обстоятельств их применения они могут передавать разные значения. Обстоятельства принято называть контекстом. Текущие значения слов – их трактовками.

В случаях, когда в некой предметной области за словом закрепляется фиксированное значение, такое слово принято называть термином.

2 Имплицитность понятий

Важным свойством внутренних понятий является имплицитность их формирования. То есть, формируясь в результате опыта, они выделяются мозгом, но при этом никак не «сообщают» человеку принципы, по которым они сформировались. Так, человек может успешно пользоваться словами языка, будучи при этом не в состоянии объяснить значения многих слов. Знания о значениях понятий скрыты от человека. Но он может судить об этих значениях, наблюдая за тем, как он сам и другие люди используют эти понятия. Попытка наблюдения и объяснения знаний называется их экспликацией.

Убедительно продемонстрировал неосознанное обучение Джордж Миллер [5]. Испытуемым предлагались последовательности букв, образованные по определенным сложным правилам. Затем испытуемые должны были отличить правильные буквенные цепочки от неправильных. Оказалось, что, даже не зная правил, испытуемые успешно справлялись с задачей. Артур Ребер изменил условия, в его опытах испытуемые вообще не знали о наличии правил [6].

Но это не помешало испытуемым выделить последовательности, подчиняющиеся этим правилам. Примечательно, что, когда же была поставлена задача найти правила, ни один из испытуемых не смог этого сделать. Более того, попытка найти правила привела к ухудшению способности дифференцировать грамматические и неграмматические цепочки. Аналогичные результаты показали Дональд Бродбент и Диана Берри на примере задач, оформленных в форме компьютерных игр [7].

Наиболее ярко соотношение имплицитных и эксплицитных знаний было показано у Сократа [8]. Сократ убеждал, что истинные значения понятий всегда скрыты. Что в попытке объяснить эти значения люди дают поверхностные объяснения, основанные на наблюдаемых признаках, и эти объяснения всегда ошибочны. Чтобы понять, что стоит за понятиями, Сократ разработал специальный метод. Метод состоял из двух частей. В каждой из них происходил диалог «человека» и «простака». Сократ полагал, что всякое рассказанное знание бесполезно. И только знание выстраданное чего-то стоит.

Принято считать, что метод Сократа противопоставлялся приемам софистов. Если софисты полагали, что важно с помощью подбора доводов убедить слушателей в своей точке зрения, то Сократ предлагал рассматривать все доводы, включая неудобные, с разных точек зрения и полагать истинным то объяснение и ту точку зрения, в которых все доводы оказывались непротиворечивы.

3 Классическая парадигма понятий

Вопрос о внутренней природе понятий всегда был ключевым вопросом для философии, математики и естественных наук. Ответ на этот вопрос многим казался столь очевидным, что воспринимался на уровне аксиом. Этот «очевидный» ответ лёг в основу «классического» подхода, который во многом определил здание современной науки. Такое «классическое» толкование можно встретить, например, в [9]: «Понятие — отображённое в мышлении единство существенных свойств и отношений предметов; мысль, выделяющая и обобщающая предметы некоторого класса по общим и в своей совокупности специфическим для них признакам».

В приведённом толковании изначально заложен алгоритм, который объясняет суть понятий. Этот алгоритм подразумевает, что неоднородность внешнего мира позволяет выделять в нём явления. Первично человек имеет дело с некой сенсорной информацией, которая является для него набором элементарных доступных явлений. Явления, которые человек способен детектировать, называются в этом алгоритме признаками.

Наблюдая за проявлением известных ему признаков, человек выделяет новые явления. Эти явления есть следствия воздействия окружающего мира на человека и являются отражением неких присущих миру сущностей. Выделенные новые явления сами становятся признаками, которые позволяют находить более сложные явления.

Каждое выделенное явление приводит к формированию соответствующего понятия. При этом есть разница между понятием и явлением. Неоднородность окружающего мира приводит к появлению механизма, детектирующего некую особенность его структуры. Так для нас появляется явление. Этому *детектору* присваивается соответствующий знак. Совокупность *детектора явления* и знака создают понятие. В случае человеческого мозга знаком выступает некий нейронный код, в речи знаком служит устное слово, в математике - символьная запись и т.п. По последовательности формирования понятий между ними можно установить определённую иерархию.

Вопрос о значении понятия – это вопрос о функционировании детектора. Классический подход аксиоматически вводит алгоритм работы детектора, основанный на сравнении признаков, считает его неотъемлемой частью понятия и подразумевает его единственно возможным. Согласно классическому подходу явления описываются наборами характеризующих их признаков. Считается, что можно выделить некие главные признаки, которые должны всегда присутствовать в явлении, и вторичные, которые иногда могут отсутствовать, но при этом своим присутствием повышают вероятность правильного детектирования.

Такая конструкция приводит к модели, в которой явлению сопоставляется некое признаковое описание. Часто такое описание задаётся либо перечислением признаков, либо вектором, элементы которого указывают на выраженность определённых признаков. Векторное представление особенно удобно, поскольку легко позволяет ввести метрику. Например, часто используется расстояние Махаланобиса [10], которое является евклидовым расстоянием, скорректированным, исходя из дисперсий признаков и их взаимных ковариаций.

Расстояние Махаланобиса от многомерного вектора $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)^T$ до множества со средним значением $\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n)^T$ и матрицей ковариации S определяется:

$$D_M(x) = \sqrt{(x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)}$$

Наличие подобной метрики позволяет рассматривать понятие как класс, для которого можно задать прототип класса, то есть его условный центр μ . По расстоянию, учитывающему ковариации признаков, можно судить о вероятности отнесения нового события x , описываемого его набором признаков, к советуемому классу, а значит и к понятию.

Попытка описать понятия, как классы, сталкивается с тем, что само отнесение к классам исходит из того значения, которое человек вкладывает в то или иное понятие. В результате в пространстве признаков классы могут иметь сложную форму, сильно отличную от сфероида. В этом случае используются более сложные методы, суть которых сводится к попыткам описать некие границы, задающие форму явления в пространстве описывающих его признаков.

Такой подход лежит в основе стандартной постановки задачи классификации, где признаковые описания объектов принято отождествлять с самими объектами.

Подобным образом решаются задачи кластеризации, которая имеет дело либо с признаковыми описаниями и заданной метрикой, либо с матрицами расстояний или близости объектов.

Этот же подход используется в нейронных сетях, где каждый нейрон в процессе обучения за счёт настройки своих весов становится детектором определённого свойства. Процесс обучения во многом напоминает процесс создания границ, описывающих те понятия, что требуется детектировать нейронной сети.

Полагая, что искусственные нейроны, описываемые моделью Маккаллока — Питтса [11], похожи на реальные биологические нейроны, представление о работе искусственных нейронных сетей часто используют для попыток объяснить работу естественного мозга. При этом по умолчанию переносят классическое представление о понятиях на понятия, формируемые мозгом. Несмотря на то, что современные представления о работе естественных нейронов далеки от модели искусственного нейрона, подобного рода объяснения остаются крайне распространёнными. Ярче всего они проявляются в представлениях о гипотетических «нейронах бабушки» [12] - нейронах, избирательно реагирующих на определённый образ.

Некоторые сложности в классическом подходе возникают в связи многозначностью естественных понятий, когда в зависимости от контекста одни те же понятия начинают приобретать разные значения, то есть получают разную трактовку. Для объяснения изменчивости понятий в контекстах в классическом подходе используется анализ формальных понятий (АФП) [13].

Контекстом в АФП называют тройку $K = (G, M, I)$, где G — множество объектов, M — множество признаков, а отношение $I \subseteq G \times M$ говорит о том, какие объекты какими признаками обладают. Внутри контекста каждому объекту сопоставляется его признаковое описание. При переходе к другому контексту признаковое описание меняется на новое.

Для произвольных $A \subseteq G$ и $B \subseteq M$ определены операторы Галуа:

$$A' = \{m \in M \mid \forall g \in A (g \mid m)\},$$

$$B' = \{g \in G \mid \forall m \in B (g \mid m)\}.$$

Первый оператор описывает множество всех признаков A' , общих для всех объектов множества A . Второй - множество всех объектов B' , содержащих все признаки множества B . Пара множеств (A, B) , таких, что $A \subseteq G$, $B \subseteq M$, $A' = B$ и $B' = A$, называется формальным понятием контекста K . Множество A при этом называют объёмом, а множество B - содержанием формального понятия (A, B) .

Идея контекстов используется в АФП как попытка устранить вариативность проявления реальных понятий. Введение множества контекстов позволяет внутри каждого контекста отождествить объект с его признаковым описанием и получить для каждого из понятий неизменные в рамках заданного контекста объём и содержание.

Обобщая главную идею классического подхода, можно сказать, что он сводится к попыткам тем или иным способом дать понятиям определения, основанные на перечислении характерных для них признаков.

4 Комбинаторный взрыв классических понятий

Классический подход успешно применяется для решения многих задач. Нейронные сети в ряде случаев справляются с интеллектуальными задачами лучше человека. Но при всех успехах этого подхода ему присущ неустранимый изъян. Попытка задать понятия через их определения в задачах, связанных с реальным миром, всегда приводит к невозможности описать их так, чтобы они соответствовали тем понятиям, которые способен сформировать человек.

На первый взгляд это не кажется большой проблемой. Формируя свою систему понятий, ИИ так же, как и человек, получает возможность отражать картину окружающего мира и оперировать ей. Но практика показывает, что понятия, заданные через определения, не только отличаются от «естественных» понятий, но и содержат неизбежные ошибки в своих определениях. Можно сказать, что любое определение, задающее границу понятия, является неизбежной ошибкой². То есть, когда происходит попытка описать некое явление реального мира, создавая ему определение, результат всегда получается неточен. Чтобы уточнить его приходится использовать больше признаков и создавать больше контекстов. Но в случае реального мира это всегда приводит к комбинаторному взрыву. На практике это выглядит так, что достаточно быстро удаётся получить некую «инженерную» точность, однако попытки улучшить результат ведут к непропорционально быстрому росту требований к ресурсам и объёмам обучающих данных. За счёт экспоненциального, а порою факториального роста сложности это делает невозможным получение надёжного результата.

С одной стороны, неизбежность комбинаторного взрыва очевидна. Но, с другой стороны, у многих исследователей складывается ощущение, что, повышая вычислительные мощности, рано или поздно удастся добиться в задачах, требующих описания реального мира, результатов, сопоставимых со способностями человека. Истоки этой веры кроются в убеждении, что человеческий мозг использует для формирования своих понятий ту же классическую парадигму, основанную на определениях. А значит, сравнившись в мощности с мозгом, ИИ удастся сравняться по способностям с человеком. По сути, вопрос, заданный в начале статьи относительно возможности создания СИИ на базе классической парадигмы, упирается в «веру», что мозг использует именно эту парадигму.

² См. заключительную фразу в эпиграфе к статье. *Прим. ред.*

5 СМЫСЛЫ ПОНЯТИЙ

Попытки описать природу понятий рано или поздно приводят к разговору о смысле. Смысл понятия воспринимается как нечто, отвечающее за его содержание. При этом традиционно содержание противопоставляется форме.

Для смысла, содержания и для формы существует множество философских определений. Но изначально — это слова естественного языка, относительно которых у каждого есть свое имплицитное понимание. Всякое определение исходит из некоей модели понимания этих явлений, которая может отличаться от имплицитного знания. Если же исходная суть понятия неверно или понятия не до конца, то определение приводит к замене исходного явления на конструкцию, задаваемую определением. И тогда последующая формализация хотя и может быть интересна, но она относится уже не к исходному явлению.

Можно попытаться дать общее представление о природе смысла. Пусть есть нечто, наблюдаемое, но неузнанное наблюдателем. Тогда можно изменить точку зрения и посмотреть на этот предмет с другой стороны. Если исследуемый предмет в принципе знаком, то должна найтись такая точка зрения, с которой его можно узнать. Важно, что в этот момент кроме предмета обнаруживается ещё и точка зрения, в которой сложилась ранее знакомая картина.

Можно допустить, что любое понятие может быть точкой зрения. За всяким понятием стоит явление, которое меняет восприятие мира человеком. Одно и то же видится по-разному в зависимости от того, через призму какого явления сейчас смотрит наблюдатель [14].

«Рассмотрение с разных сторон» в буквальном подходе требует перемещения наблюдателя. Но это же перемещение может быть реализовано и виртуально. Наблюдая за явлением, можно попытаться определить правила, по которым текущее описание заменяется на описание с новой точки зрения.

Точку зрения, соответствующую явлению, можно назвать контекстом явления. Новое описание, возникающее при рассмотрении исходной картины в контексте явления, можно назвать *трактовкой*. Правила, по которым текущее описание переходит в трактовку в контексте явления, — это правила трактовки. Знания о том, что уже знакомо человеку — это память предыдущих событий, или событийная память.

В такой терминологии получается, что смысл понятия можно задать, создав контекст, связанный с этим понятием. Для этого же потребуется сформировать правила трактовки и наполнить событийную память.

Когда контекст создан, он может служить детектором понятия. Входная информация получает трактовку в контексте понятия. И если оказывается, что полученная трактовка похожа на что-то уже содержащееся в памяти, то можно говорить о присутствии и самого явления, соответствующего контексту.

Заключение

Сделана попытка описать понятия через соответствующие им контексты и приблизиться к созданию контекстно-смыслового подхода, который может позволить по-новому взглянуть на работу человеческого мозга и перспективы создания СИИ.

В последующих частях планируется предложить формализацию³ этого подхода и показать, что существующие методы обработки данных могут быть описаны как частные случаи, реализующие ограниченный функционал работы со смыслом.

³ Редакция решила добавить «масло в огонь» дискуссии отметив, что в Словаре Кембриджа нет определения для термина *формализация* (*formalization isn't in the Cambridge Dictionary yet. You can help!*) и в нём приводятся лишь примеры употреб-

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] *Turing, A.* Computing Machinery and Intelligence / A. Turing // *Mind*, vol.LIX, no.236. October 1950. P.433-460.
- [2] *Redozubov, A.* The meaning of things as a concept in a strong AI architecture / A. Redozubov, D. Klepikov // *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2020, 12177 LNAI. P.290-300.
- [3] *Фаликман, М.В.* Когнитивная психология: история и современность / М.В. Фаликман, В. Спиридонов // – М.: Ломоносовъ, 2011.- 384 с.
- [4] *Corballis, M.C.* From hand to mouth. The origins of language / M.C. Corballis // Princeton University Press. 2002. – 257 p.
- [5] *Miller, A.G.* Project Gramarama / A.G. Miller // New York, NY: Basic Books., 1967.
- [6] *Reber, A.S.* Implicit learning of artificial grammars / A.S. Reber // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1967, 6. P.855-863.
- [7] *Berry, D.C.* The combination of explicit and implicit learning processes in task control / D.C. Berry, D.E. Broadbent // *Psychol. Res.* 1987. 49. P.7-15.
- [8] *Платон.* Теэтет / Платон // Перевод с греч., и прим. В. Сerezникова М.-Л.: СОЦЭКГИЗ, 1936. - 192 с.
- [9] Понятие. Словари и энциклопедии на Академике. - <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/16579>.
- [10] *Mahalanobis, P.C.* On the generalised distance in statistics / P.C. Mahalanobis // *Proceedings of the National Institute of Sciences of India.* 1936. V.2, No 1. P.49-55.
- [11] *McCulloch, W.S.* A logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity / W.S. McCulloch, W. Pitts // *Bulletin of Mathematical Biophysics.* 1943. 5. P.115-133.
- [12] *Gross, C.* Genealogy of the Grandmother Cell / C. Gross // *Neuroscientist.* 2002. 8 (5). P.512-518.,
- [13] *Wille, R.* Formal Concept Analysis as Mathematical Theory of Concepts and Concept Hierarchies / R. Wille // *Formal Concept Analysis. Foundations and Applications.* Springer Science & Business Media, 2005.
- [14] *Redozubov, A.* Holographic Memory: A Novel Model of Information Processing by Neuronal Microcircuits / A. Redozubov // In: Opris I., Casanova M. (eds) *The Physics of the Mind and Brain Disorders.* Springer Series in Cognitive and Neural Systems, vol 11. Springer, 2017. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29674-6_13.

Сведения об авторе



Редозубов Алексей Дмитриевич, 1968 г. рождения. Прикладной математик. Учился в Ленинградском политехническом институте прикладной математике. Длительное время занимался изучением механизмов восприятия художественных произведений, математическим анализом явлений и построением объясняющих моделей. Соучредитель Фонда поддержки научных исследований механизмов работы мозга, лечения его заболеваний, нейромоделирования имени академика Натальи Петровны Бехтеревой. Область интересов – создание сильного искусственного интеллекта, основанного на нейрофизиологии. Author ID (Scopus): 57218267840. galdrd@gmail.com.

Поступила в редакцию 07.06.2021, после рецензирования 19.06.21. Принята к публикации 22.06.2021.

ления этого термина (<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/formalization>), что соответствует позиции автора об ограниченности подхода, связанного с определением понятий через набор свойств (признаков).

При этом на сайте английского словаря-тезауруса (*English Thesaurus Dictionary* <https://thesaurus.plus/>) отмечается наличие 207 синонимов этого термина (<https://thesaurus.plus/synonyms/formalization>), что подчёркивает важность контекста в употреблении и понимании термина, в передаваемом смысле, в границах и содержании понятия. В этом же словаре-тезаурусе *формализация и утверждение смысла* рассматриваются как связанные термины, где «*Formalization – The act of making formal (as by stating formal rules governing classes of expressions)*», а «*Statement of meaning and formalization are semantically related in description topic. In some cases you can use "Statement of meaning" instead a "Formalization"*» (https://thesaurus.plus/related/formalization/statement_of_meaning).

Самая свежая работа Курта Кейгла о роли контекста в данных добавляет интереса к смыслу и его формализации (*Kurt Cagle. The role of context in data.* 19/06/2021. <https://www.bbntimes.com/science/the-role-of-context-in-data>.)

Редакция настроена активно обсуждать затронутую тему формализации смысла и ждёт от читателей материалов, способных приблизиться к решению проблем, актуальных для создателей СИИ. *Прим.ред.*

Formalization of the meaning⁴. Part 1

A.D. Redozubov

Foundation named after Academician Natalia Bekhtereva, St. Petersburg, Russia

Abstract

Every area of knowledge builds its descriptions using concepts. At the same time, the definition of concepts given through their characteristic features is widespread. On this basis, both basic mathematical and many philosophical concepts are built. The concepts which a person uses are subject to similar properties, and their nature is the nature of definitions. Numerous attempts to create strong artificial intelligence are based on the corresponding paradigm. The article attempts to substantiate the need to use the contextual-semantic paradigm to explain the work of the natural brain and to create a strong artificial intelligence. A formal model describing the meaning is presented, and its connection with the known data on the functioning of the brain is given. It is shown that a context can be created around each concept, which can be the bearer of the concept's meaning. The context allows one to move away from using a set of features to recognize the phenomenon behind a concept. The context turns out to be a point of view associated with the concept, in which the description of the surrounding world changes. Knowing the rules of these changes, one can not only model different points of view, but also determine which of them create adequate interpretations. At the same time, the presence of an adequate interpretation in the context of the phenomenon serves as a criterion for the presence of this phenomenon.

Keywords: *concept, meaning, context, brain, artificial intelligence, strong artificial intelligence.*

Citation: *Redozubov AD.* Formalization of the meaning. Part 1 [In Russian]. *Ontology of Designing.* 2020; 11(2): 144-153. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-144-153.

List of figure

Figure 1 – Turing test

References

- [1] **Turing A.** Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, vol.LIX, no.236. October 1950. P.433-460.
- [2] **Redozubov A, Klepikov D.** The meaning of things as a concept in a strong AI architecture. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2020, 12177 LNAI. P.290-300.
- [3] **Falikman M, Spiridonov V.** Cognitive psychology: history and modernity [In Russian]. Moscow: Lomonosov, 2011.- 384 p.
- [4] **Corballis MC.** From hand to mouth. The origins of language. Princeton University Press. 2002. – 257 p.

⁴ The topic of the article is archly relevant in the digital, informational world and is closely related to artificial intelligence (AI), with its models, ontologies of subject areas and tasks solved in them. The dream of researchers engaged in the creation of strong AI attracts a huge number of specialists from different fields, seeking to shift the burden of decision-making to the "machines" that are being created. Biologists, physiologists, psychologists, mathematicians, computer scientists are actively involved in the process of creating strong AI. At the same time, the complexity of the problem under study makes it difficult to discuss it by scientists from different subject areas. Specialists who are able to present the accumulated material in an accessible form, to generalize it, to find an opportunity to overcome the joint barriers of sciences, take up the task. The author of the article is known as a popularizer of brain science, having written a number of books on the work of the brain: "Brain for rent. How human thinking works and how to create a soul for a computer", 2010; "The logic of emotions", 2012; "Logic of thinking", 2014. The article was prepared following the results of the scientific seminar "Ontology of designing", at which the author made a presentation "Formalization of meaning: concepts, principles, models, examples." The seminar was held online on May 25, 2021. The recording of the seminar is available at <https://bbb.ssau.ru/playback/presentation/2.0/playback.html?meetingId=8fcb5765c6784570796bb5894aae0dec6a08db06-1621939322257>. The editorial board expresses hope for the development of discussion and the search for formalisms capable of recording and transmitting the meaning of information, looking for formal and other solutions in the selection of truthful and reliable information from "fakes", which became the scourge of the beginning of the 21st century. The bold step of the author of the article in the field of formalization of meaning and its further transfer should be considered as a call for the development of ideas in this area and the search for ways to implement them. *Editorial note.*

-
- [5] **Miller AG**. Project Grammmarama. New York, NY: Basic Books., 1967.
- [6] **Reber AS**. Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1967; 6: 855-863.
- [7] **Berry DC, Broadbent DE**. The combination of explicit and implicit learning processes in task control. *Psychol. Res*. 1987; 49: 7-15.
- [8] **Plato**. Theetetus [In Russian]. Trans. from Greek, and approx. V. Serezhnikova. Moscow: SOTSEKGIZ, 1936. - 192 p.
- [9] Concept [In Russian]. Dictionaries and eccyclopedia on Academician.. - <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/16579>.
- [10] **Mahalanobis PC**. On the generalised distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India*. 1936; 2(1): 49-55.
- [11] **McCulloch WS, Pitts W**. A logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943; 5: 115-133.
- [12] **Gross C**. Genealogy of the Grandmother Cell. *Neuroscientist*. 2002. 8 (5). P.512-518.,
- [13] **Wille R**. Formal Concept Analysis as Mathematical Theory of Concepts and Concept Hierarchies. *Formal Concept Analysis. Foundations and Applications*. Springer Science & Business Media, 2005.
- [14] **Redozubov A**. Holographic Memory: A Novel Model of Information Processing by Neuronal Microcircuits. In: Opris I, Casanova M. (eds) *The Physics of the Mind and Brain Disorders*. Springer Series in Cognitive and Neural Systems, vol 11. Springer, 2017. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29674-6_13.
-

About the author

Alexey Redozubov (b. 1968), Applied mathematician. Studied applied mathematics at the Leningrad Polytechnic Institute. For a long time he studied the mechanisms of perception of works of art, mathematical analysis of the phenomenon and the construction of an explanatory model. Co-founder of the Foundation for the Support of Scientific Research of the Mechanisms of the Brain, Treatment of Its Diseases, Neuro-modeling named after Academician Natalya Petrovna Bekhtereva. His area of interest is the creation of strong artificial intelligence based on neurophysiology. Author ID (Scopus): 57218267840. galdrd@gmail.com.

Received June 7, 2021. Revised June 19, 2021. Accepted June 22, 2021.
