

Фундаментальные исследования в сфере развития информационного общества**ОПТИЧЕСКИЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ
ИСКУССТВЕННОГО ОБЩЕГО ИНТЕЛЛЕКТА****Райков Александр Николаевич***Доктор технических наук, профессор**Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, РТУ МИРЭА, ведущий научный сотрудник, профессор**Москва, Российская Федерация**anraikov@mail.ru***Аннотация**

Возможности искусственного интеллекта растут с увеличением мощности суперкомпьютеров и инноваций. Уже идут разговоры о том, что мы видим элементы Создания Искусственного Общего Интеллекта (Artificial general intelligence, AGI), например, в виде генеративного предварительно обученного трансформатора (Generative pre-trained transformer, GPT). Однако возможности классических подходов к построению искусственного интеллекта не безграничны. Они сдерживаются трудностями дальнейшего увеличения плотности транзисторов, дискретным (цифровым) представлением данных, невозможностью лингвистического представления мыслей и эмоций людей, отсутствием учета поведения атомов нейронов, число которых в квадриллион раз больше, чем самих нейронов, а поведение характеризуется нелокальностью. Однако снятие этих ограничений, включая смену цифровой парадигмы представления данных на аналоговую и учет атомной структуры нейронов, потребует создания новых материалов, которых еще нет на земле, построения оптических аналоговых процессоров. Эти исследования потребуют международного сотрудничества и использования специальной конвергентной технологии, которая обеспечит целенаправленность сложных междисциплинарных исследований. Некоторые элементы такой технологии уже отрабатываются на практике.

Ключевые слова*искусственный общий интеллект, аналоговый оптический процессор, конвергентная технология***Введение**

На динамику развития любого явления часто влияет его название. Например, термин «интеллект» придает феноменам мышления, разума и сознательности оттенок рациональности, логики, оптимизации и формализуемости. То есть само название искусственного интеллекта (ИИ) толкает его развитие в формализованные шоры. Однако сознание, эмоции, мышление, разум имеют и неформализованное содержание. Следовательно, живое целеполагание, глубина чувств, хаос мыслей, когнитивное и трансцендентальное, присущие отмеченным феноменам во всей их полноте, должны быть выведены из-за завесы формализованного и рационального. По-видимому, определенный прогресс в развитии ИИ также придаст использование такого слогана, как «Искусственный разум» или «Гибридный разум».

Феномен разума, мышления — это деятельность сознания в контексте внешнего окружения и в сочетании с человеческой деятельностью, характеризующейся обобщенным и косвенным отражением действительности. В их основе лежит возникновение и пополнение массива концепций, идей, выводов и суждений. В классической парадигме создания систем ИИ процесс мышления кажется формализованным и обычно ассоциируется с компьютером. Однако человек обладает гораздо большим потенциалом умственным потенциалом, подпитываемым чувствами, бессознательным и активностью благодаря физическому и биологическому взаимодействию субъекта мышления с окружающей средой, космосом.

© А.Н.Райков, 2024

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2024_02_11

Мышление обычно объектно-ориентировано. Это, прежде всего, способность ограничивать количество степеней свободы и сохранять сложное поведение мыслительного процесса, сочетающего в себе порядок и хаос. Однако процессы мышления могут сделать число степеней свободы бесконечным, тем самым создать континуум, который больше характеризуется не дискретно и ограничено, а непрерывно и бесконечно. Соответственно, по меньшей мере, этот процесс может быть представлен дискретным индексом i и непрерывной переменной x . Описание такой системы в виде некоторой потенциальной функции $u(x,t)$ может быть выполнено в виде уравнений с двумя независимыми переменными, x и временем t . В случае континуума следует ожидать очень сложного поведения с проявлением хаоса, неопределенности и нелинейности. Однако, объектно-ориентированное мышление закончилось бы безрезультатно, если бы хаосу мыслей было позволено «бродить по кругу» бесконечно. Следовательно, необходимо создать некие конвергентные условия, которые приведут с помощью ИИ указанную сложность к определяемой и управляемой.

В настоящее время уже говорят о создании весомых основ искусственного общего интеллекта (Artificial general intelligence, AGI). Однако, пока основное внимание разработчиков систем ИИ в основном сосредоточено на нейросетевых и лингвистических авторегрессионных моделях генеративных предварительно обученных трансформаторов (Generative pre-trained transformer, GPT). Достаточно отметить, что в подобные разработки фирмы OpenAI фирма Microsoft планирует инвестировать в объеме \$10 млрд [1]. Вместе с тем, проблемы, с которыми сталкивается развитие подобных систем ИИ, можно свести к таким основным позициям [2], как:

- творчество, мышление, бессознательное, свобода воли, здравый смысл, сопереживание и любовь – не могут быть полностью ИИ воспроизведены;
- невозможность воссоздать «Эврика-эффект», представляющий собой эмерджентный концептуальный скачок;
- невозможно обеспечить высокую прозрачность, интерпретируемость и согласованность решений;
- неопределенность в том, когда должна быть уверенность в решении системы ИИ, а когда она дает просто предположение;
- многозадачность решения проблем в междисциплинарной среде;
- долговременная память с контекстными ограничениями и скорость вычислений.

Сдерживающим фактором развития теории и практики ИИ остается, по-видимому, то, что оно идет в русле преимущественно классической парадигмы, которая опирается на лингвистически-статистический базис, регрессионный анализ, физику глубокого обучения искусственных нейронных сетей, формализуемую локальную денотативную семантику моделей ИИ и цифровую (биты, байты) репрезентацию обрабатываемых данных [3, 4]. В рамках такой парадигмы не учитывается флюктуирующий характер поведения естественных нейронов человека, не принимается во внимание нелокальный и неформализуемый характер когнитивных семантик моделей ИИ и требуется чрезмерно большой даже для современных эксафлопных суперкомпьютеров объем вычислений.

В настоящей статье ставится вопрос возможности в перспективе выхода за рамки сложившейся парадигмы развития ИИ за счет учета нелокальных когнитивных семантик моделей ИИ и создания аналоговых оптических процессоров вместо современных полупроводниковых цифровых.

1 Когнитивные семантики моделей AGI

Развитие ИИ до уровня AGI, по-видимому, пойдет в направлении большего охвата человеческих когнитивных способностей, которые носят не только лингвистический, но и неформализуемый и нелокальный характер. Мышление само по себе объектно-ориентировано; обычно у него есть фокус, цель: купить продукт, доказать теорему, объяснить явление и т.д. Мышлению свойственны догадка, озарение или идея – это немонотонные явления; они больше связаны с ударной волной, своего рода поверхностью разрыва движущейся волновой среды. В ударной волне ее характеристики испытывают скачок, который рассеивается довольно быстро – идея пришла и уже она прорабатывается для практической реализации. Такая модель может представлять собой одномерную нелинейную цепочку, образованную равными массами. Соседи связаны простой зависимостью силы, например, второго порядка (характерной для уравнений диффузии) от

расстояния между соседями. Хотя такие модельные примеры представляют собой лишь упрощенный одномерный срез в бесконечномерном пространстве феномена мышления.

В процессе мышления используются внешние источники информации, рассуждения, всплывающие чувства и подсказки из бессознательного. Можно ли это математически смоделировать? Есть работы по моделированию бессознательного. Однако такие работы обычно носят психологический характер, далеки от физических и математических дисциплин, включают когнитивную психологию или методы нейролингвистического программирования. Стоит также отметить работы из области в квантовой психологии, где ведутся исследования, в которых аналоги различных до сих пор загадочных природных явлений взяты из физики.

Для учета эффекта нелокальности необходимо будет обратиться к квантово-волновым и релятивистским явлениям, сопровождающих поведение живого и неживого, принять во внимание субатомный уровень структуры клеток и молекул [5]. В дополнение к авторегрессионным логическим компонентам ИИ (в русле GPT) и компонентам искусственной нейронной сети, моделирование процесса мышления с помощью ИИ может сопровождаться различными физическими паттернами, которые влияют на процесс мышления с различной силой. Например, сила гравитационного притяжения двух протонов примерно в 10^{37} раз слабее силы их электростатического отталкивания. Однако, число квантовых частиц таково, что нельзя исключать относительно «слабые» силы воздействия на отдельные атомарные элементы при построении AGI, поскольку количество таких частиц сравнительно велико.

При интерпретации процессов мышления следует, по-видимому, учитывать законы сохранения, то есть интегралы движения, которые в случае сохранения «плотности мысли» означают существование некоторой симметрии или инвариантности [6]. При этом эволюцию приведенной выше потенциальной функции $u(x,t)$ во времени можно изучить, решив квантово-механическую задачу с использованием уравнения Шредингера. Для этого сначала необходимо решить задачу прямого рассеяния при начальных условиях $u = u(x,0)$, где x — некоторая переменная, с поиском собственных значений и собственных функций. По мере того, как процесс эволюционирует в зависимости от переменной t , квантово-механические характеристики процесса также изменяются. Заметим, что переменная t здесь уже может не иметь характера времени, и она видится больше в качестве параметра деформации. Предположим, что $u(x,0)$ — начальный потенциал эволюционного процесса. В этом случае данные рассеяния, соответствующие определенному значению t , могут быть использованы для определения «потенциала» $u(x,t)$, что подразумевает решение обратной задачи рассеяния.

Использование же традиционных электронных цифровых суперкомпьютеров (обработка битов), а также квантовых компьютеров (обработка Q-битов), заставляет аналоговые сигналы с бесконечным спектром переводить в дискретно-цифровую форму, например, с помощью теоремы Найквиста-Шеннона-Котельникова. Это требует урезания спектра естественного сигнала (образа, звука), приводит к накоплению ошибки в его обработке, необходимости интерполяции дискретного сигнала, что, как следствие, искажает семантики моделей ИИ, делает практически недоступным погружение систем ИИ в область бессознательного, эмоций и мыслей (Рис. 1). При таких условиях, современные системы ИИ, построенные на основе электронного полупроводникового суперкомпьютера, вынуждены также учитывать ограничения возможности обработки неформализуемых когнитивных семантик моделей ИИ, которые в естественной среде имеют нелокальную квантово-релятивистскую природу и бесконечный спектр [5].

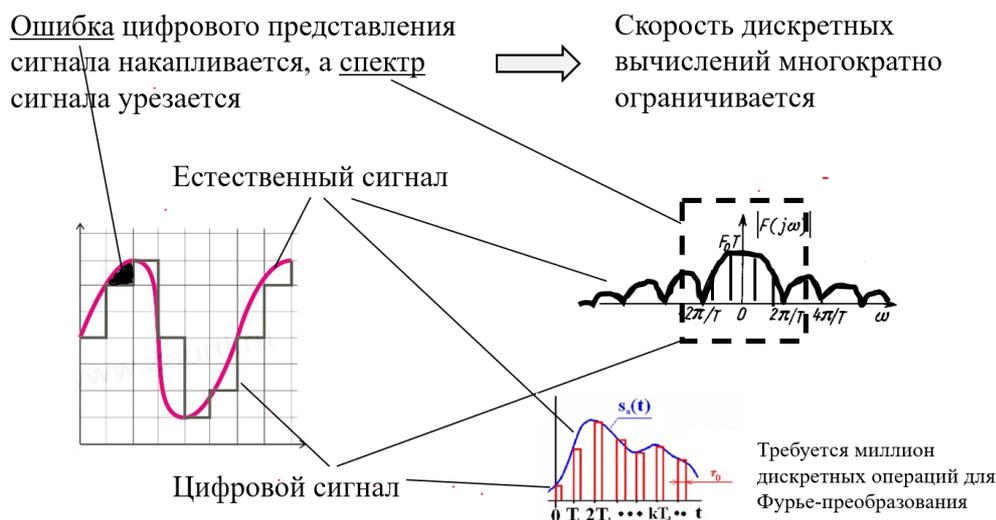


Рис. 1. Ограничения цифровой репрезентации данных

При цифровой трансформации аналогового (непрерывного) сигнала требуется на 6-7 порядков делать больше вычислительных операций, чем если бы эти трансформации осуществлялись непрерывным (аналоговым) образом, то есть без замены непрерывного сигнала серией значений в точках отсчета. Например, при цифровой репрезентации Фурье-преобразования (представления сигнала значениями порядка 1 тыс. отсчетов) требуется сделать порядка 1 млн вычислительных операций.

При этом ограничения цифровой репрезентации данных в мировой компьютерной практике пополняются необходимостью разрешения проблемы появления порога для дальнейшего ускорения вычислений на традиционных электронных цифровых суперкомпьютерах. Порог неизбежен в связи с уменьшением размера процессора уже до одного нанометра. Одной из весомых причин появления такого порога является принцип побитового представления информации и использования дискретных логических операторов. Этот принцип стал определяющим в середине 1950-х годов, когда вычислительная техника делалась на лампах (триодах и пентодах). Проблему вот уже порядка 40 лет пытаются решить с помощью идеи квантового компьютера, не замечая того, что его Q-битная основа также предопределяет наличие порога скорости вычисления из-за дискретности представления данных, неустранимости явления декогеренции и корректного учета квантовой сцепленности.

Квантовые компьютеры разрабатывают многие технологически продвинутые страны, включая США, Китай, Россию. Например, в Китае хорошо известны разработки квантовых компьютеров Шанхайского университета науки и технологий. Квантовый компьютер под названием Цзючжан (Jiuzhang) создает коллектив из Научно-технического университета Китая в г. Хэфэй. Китайская компания SpinQ Technology представила три компактных квантовых компьютера, способных работать при комнатной температуре. Есть и другие разработки. Эти работы ведутся в направлении создания квантовых компьютеров на Q-битной основе, что предполагает дискретное преобразование (семплирование) данных перед их квантовой обработкой.

Перспективным направлением преодоления наметившегося порога на пути ускорения вычислений для реализации перспективных систем ИИ видится создание аналогового оптического (фотонного) процессора, работающего не на дискретной, а на аналоговой (непрерывной) основе.

2 Идея оптического (фотонного) процессора

Для аппаратного обеспечения AGI дискретная полупроводниковая основа может быть дополнена оптическими инструментами, которые позволяют преобразовывать сигналы с непрерывным и бесконечномерным спектром. Оптика позволяет непосредственно выполнять многие математические операции над функциями, такие как свертка, дифференцирование и интегрирование функций, преобразование Фурье, масштабирование аргументов функции, восстановление функций по спектральной плотности суммы этой функции с δ -функцией,

вычитание функций. При этом могут использоваться устройства хранения данных, в том числе основанные на голографических принципах.

Оптические устройства реализуют операции распознавания изображений, достигают синергии с формированием когерентного излучения на различных частотах и восстанавливают изображения объектов в формате Фурье-образов с помощью голографических запоминающих устройств. Рентгеновское излучение используется в медицине; интерферометры используются в промышленности, астрофизике и т.д.

Многие из этих операций, включая операции сложного умножения или интегральных преобразований, основаны на модуляции света, проходящего через прозрачный материал. Для модуляции используется эффект дифракции световых волн. Экран обладает особым пропусканием комплексных амплитуд света $f(x,y)$, на который падает монохроматическая плоская волна света $\exp[i(\omega t - 2\pi z/\lambda)]$, где ω – частота колебаний, z – координата, а λ – длина волны; в данном случае, $2\pi/\lambda = k$ – волновое число. Тогда поле светового излучения (комплексная амплитуда волны) $\varphi(x,y,z)$ после прохождения экрана в точке (x, y, z) должно удовлетворять уравнению Гельмгольца.

По мере распространения волна рассеивается в пространстве. Чтобы сделать эту волну более предметной, это рассеяние должно быть ограничено; волну необходимо сфокусировать, что может быть сделано с помощью неоднородности среды, искусственных барьеров, например, подобно тому, как это реализовано в волноводах. Однако более интересно рассмотрение этого вопроса в квантовом контексте, требующем нелинейной локализации волн в однородной среде, при условии, что в квантовой механике, согласно одной из интерпретаций квантовой физики, объекты являются волной и частицей одновременно. Такой нелинейный контекст может создавать, например, система, включающая лазер, лазерный солитон, голографическое устройство.

Спектр непрерывного сигнала, передаваемого по каналам связи, как уже отмечено выше, при его дискретном представлении урезается, что предопределяет искажение сигнала. С другой стороны, только сигнал с ограниченным спектром может быть передан точно. Вместе с тем мысли, чувства и значения – это феноменологические явления с бесконечным спектром, и они не могут быть точно закодированы цифровыми сигналами. Одним из подходов к устранению этих цифровых ограничений при передаче феноменологической информации является использование при обработке непрерывных (аналоговых) сигналов.

В этом, аналоговом, исполнении каждое слово, символ, картинка могут передаваться одновременно как отмеченные выше частица и волна. При этом два разных слова в цифровом компьютере не совпадают, а в реальной жизни и при аналоговом представлении могут пересекаться по значению. Если значения таких слов закодированы в виде волн, то их интерференция генерирует новый сигнал с соответствующей резонансной кривой [5]. Тем самым волна и сопровождающие ее нелокальные квантово-механические эффекты создают новую семантическую реальность, недоступную современным цифровым компьютерам.

Аналогово-семантический подход делает картину семантической интерпретации моделей ИИ более полной. Каждая частица (бозон) будет взаимодействовать с бесконечным числом таких же (хотя и скрытых, теневого – согласно соответствующей интерпретации квантовой физики) частиц. В этом случае, как и в хорошо известном квантовом эксперименте с двумя щелями, на экране будет создана сложная интерференционная картина значений. Этот эффект не может быть воспроизведен с абсолютной точностью цифровым компьютером, для которого речь может идти лишь о приближенной семантической интерпретации моделей ИИ.

Пример практической реализации этой оптической основы выглядит следующим образом. Во-первых, ее можно использовать для разработки нейронного процессора. Тогда ядром этого устройства будет являться оптическая нейронная сеть с матричным строением оптических элементов (ячеек), которые имитируют поведение естественного нейрона. Для такого оптического элемента выходная яркость сигнала пропорциональна яркости входящих оптических сигналов, и эта яркость распределяется по множеству соединений с другими оптическими ячейками. В будущем такая ячейка может быть построена на основе перезаписываемой голографической памяти, с возможностью ее многофункциональной модуляции.

Аналоговый оптический процессор с прямым преобразованием непрерывного сигнала гипотетически способен операции умножения матриц делать на несколько порядков быстрее, чем это делается в бинарной форме на электронных суперкомпьютерах - с доведением этой скорости (в эквиваленте с цифровым компьютером) до 10-20 зеттафлопс. Такое ускорение достигается, в

частности, за счет того, что оптический процессор может заменить одной операцией несколько миллионов цифровых операций; при этом эффект существенно зависит от размера обрабатываемого объекта, например матрицы, почти в кубической зависимости.

3 Дискуссия и проблемы реализации

Основные научные проблемы, которые предстоит решить на пути создания оптического процессора для AGI, целесообразно сформулировать в результате детализированной постановки задачи создания аналогового оптического (фотонного) компьютера, исключив при этом использование дискретного представления данных. При этом интерес могут представлять довольно нестандартные решения для построения оптического процессора.

Например, можно заметить, что закономерности, которые могут иметь место при моделировании мыслительного процесса, напоминают такие явления, как поведение упомянутого выше лазерного солитона, то есть стабильной уединенной волны. Нелинейные модели показывают, что уединенные волны с большей амплитудой движутся быстрее, чем волны с меньшей амплитудой, и в то же время не теряют своей формы; волны имеют наклон, величина которого пропорциональна значению начальных условий, что в итоге приводит к возникновению ударной волны, которая хорошо ассоциируется с мыслительным озарением, инсайтом. Сами одиночные волны могут ассоциироваться с наплывом мыслей, о которых, чем больше вы думаете, тем яснее и сильнее они становятся.

Поведение солитонов напоминает набегающие волны мысли, поскольку они имеют стабильную структуру, перемещаются в пространстве и объединяются, не искажая друг друга. При объединении связь солитонов остается слабой на протяжении всей эволюции, в то время как все замкнутые энергетические линии, которые были у отдельных солитонов, сохраняются. Слабое излучение в однородной среде рассеивается в поперечных направлениях из-за дифракции и в продольном направлении из-за дисперсии среды, то есть из-за разницы во влиянии свойств среды на излучение с разными длинами волн. Симметричные решения могут быть использованы для построения асимметричных подвижных связанных комплексов. Можно организовать столкновения таких комплексов. Сценарии столкновений могут быть очень разнообразными и включать в себя варианты с изменением количества солитонов.

Вместе с тем, солитоны (речь идет о, так называемых, диссипативных солитонах) обладают аналогом квантовых свойств – дискретностью. Солитон имеет внутреннюю структуру, связанную со схемой энергетических потоков. Можно сравнить солитон с дискретными уровнями атомарной энергии. Тогда, при взаимодействии нескольких таких «атомов-солитонов» образуются «молекулы-солитоны», и в решетке таких структур образуются зоны состояний, как в кристалле. С увеличением числа связанных солитонов их спектр утолщается и для бесконечной цепочки солитонов становится непрерывным. Следовательно, солитоны не полностью подчиняются законам классической механики. Такая модельная интерпретация говорит, в частности, о том, что и мышление не следует классической механике.

Феномен солитона может быть использован для интерпретации слабо формализованной когнитивной семантики моделей AGI, построенных на языке алфавита, сформированного из солитонов. Таким алфавитом может быть изображение какого-либо предмета, множество иконок и др. Однако, чтобы представить когнитивную семантику символов: а) форма солитона должна быть сгенерирована искусственной модуляцией лазерного луча (волны), и б) каждый «символ-солитон» должен сравниваться с соответствующим массивом больших данных из оптических изображений объектов, которые наполняют этот символ содержанием и отчасти смыслом.

В состав задач, которые следует решить при использовании солитонов необходимо также включить исследование возможности:

- использования лазерных солитонов для решения обратных задач на оптическом суперкомпьютере, например, в виде генетических алгоритмов или метода Монте-Карло;
- совместного использования лазерных солитонов и перезаписываемых голографических накопителей для репрезентации когнитивных семантик.

Наиболее важной проблемой на пути создания аналогового оптического процессора (компьютера), является отсутствие специальных материалов для быстрой перезаписи с помощью лазера и дифракционных устройств многомерных голографических данных. Для этого нужно

создать 3D-голографическую память, позволяющую быстро перезаписывать Фурье-образы объектов и отвечающую, например, следующим требованиям:

- в одной «точке» 3D-голографической памяти должно храниться до десяти 3D-Фурье-образов объектов;
- радиус 3D-точки должен составлять не более 1 миллиметра;
- один блок голографической памяти должен обеспечивать матричное хранение до 10000 точек;
- запись должна иметь возможность быстрой перезаписи, например, за микросекунду;
- изображение записывается путем синхронного изменения наклона опорного и объектного лучей;
- управляющая система (модуляторы, дефлекторы) должна позволять дискретно и синхронно изменять направление опорного и объектного лучей.

Проблемой также является отсутствие адекватного математического базиса для реализации оптических операций, например, оптического решения оптимизационных задач распределения недвижимости в городе или решения гидродинамических задач.

Отсутствует отработанная гибридная архитектура оптического компьютера, реализующего аналоговую оптическую (фотонную) нейронную сеть или информационно-поисковую систему на многомерном перезаписываемом голографическом накопителе, хотя патенты на международном уровне на создание таких систем имеются. Также необходимо разработать новые физико-математические методы оптической обработки данных. Необходимо учесть, что различные искажения оптических сигналов, такие как абберация, не могут быть полностью устранены. Наконец, оптика чрезмерно хрупка для устойчивой работы фотонного процессора.

Выводы

Увеличение сложности систем ИИ, связанное с многократным ростом числа слоев и параметров глубоких нейронных сетей, а также необходимостью одновременного решения множества задач, учета растущего объема мультимедийной информации и плохо формализуемых когнитивных семантик AGI, заставляют задуматься об ускорении вычислений на несколько порядков.

Вместе с тем развитие современной вычислительной техники уже сталкивается с практически неразрешимой проблемой преодоления порога для дальнейшего ускорения вычислений на традиционных электронных цифровых суперкомпьютерах. Порог видится в связи с уменьшением размера процессора уже до одного нанометра.

Преодоление этого порога видится в создании оптических аналоговых процессоров с быстро перезаписываемой голографической памятью. Их создание, как показывают предварительные расчеты, позволит продвинуть развитие компьютерной науки и практики в зеттафлопсный диапазон.

Особое место в этом продвижении могут занять довольно нестандартные решения, например использование процессов генерации и изменения состояния лазерных диссипативных солитонов в сочетании с упомянутыми устройствами перезаписываемой многомерной голографической памяти для интерпретации когнитивных семантик моделей ИИ.

Вместе с тем на пути создания подобного оптического вычислительного устройства стоит множество препятствий. Прежде всего, это отсутствие специального материала для перезаписываемой 3D-голографической памяти и управления наведением оптических лучей. Проблемы носят многодисциплинарный и междисциплинарный характер. Для их ускоренного и целенаправленного разрешения можно предложить использовать специализированные конвергентные технологии коллективного интеллекта, которые обеспечивают необходимые условия для соответствующей структуризации, генерируемой в процессе исследования информации [7].

Благодарности

Материал был представлен на 11-й Международной конференции «Физико-техническая информатика (СРТИ2023)», 16-19 мая 2023 г., Пушкино, Московская область, Россия.

Литература

1. Всего за \$10B Microsoft купил «ребенка инопланетян», 24.03.2023, <https://dzen.ru/a/ZB2xes84fk7YPOU1> (обращение 30.03.2023).
2. S. Bubeck et al. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4, 154 p., March 2023. <https://arxiv.org/abs/2303.12712> (обращение 30.03.2023).
3. N.Chomsky, I.Roberts, J.Watumull. Noam Chomsky: The False Promise of ChatGPT. The New York Times, 10.03.2023, <https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgptai.html> (обращение 30.03.2023).
4. A.Raikov. Post-Non-Classical Artificial Intelligence and its Pioneer Practical Application. Part of special issue. IFAC-PapersOnLine. 52(25):343-348, 2019. doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.547
5. Raikov A. Cognitive Semantics of Artificial Intelligence: A New Perspective. Springer Singapore, Topics: Computational Intelligence XVII, 2021, 128 p. doi: 10.1007/978-981-33-6750-0.
6. M.Tabor. Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction. John Wiley & Sons, Inc. US, 1989. doi: 10.5860/choice.27-2142.
7. A.Raikov Convergent Ontologization of Collective Scientific Discoveries. Proc. of the 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, doi: 10.1109/MLSD52249.2021.9600184.

AN OPTICAL COMPUTER FOR ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE

Raikov, Alexander Nikolaevich

Doctor of technical sciences, professor

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences

MIREA – Russian Technological University, leading researcher, professor

Moscow, Russian Federation

anraikov@mail.ru

Abstract

The capabilities of artificial intelligence are growing with the increase in the power of supercomputers and innovations. There is already talk about elements of creating Artificial General Intelligence (Artificial general intelligence, AGI), for example, Generative pre-trained transformer (GPT). However, the possibilities of classical approaches to building artificial intelligence are not unlimited. They are limited by the difficulties of further increasing the density of transistors, discrete (digital) data representation, the impossibility of linguistic expression of people's thoughts and emotions, the lack of accounting for the behaviour of neuronal atoms, the number of which is quadrillion times larger than the neurons themselves, and the behaviour is non-local. However, removing these restrictions, including changing the digital paradigm of data representation to an analogue one and considering the atomic structure of neurons, will require creating new materials not yet on earth, building new mathematics and creating analogue optical processors. This research will require international cooperation and unique convergent technology to ensure the purposefulness of complex interdisciplinary research. Some elements of such technology are already being worked out in practice.

Keywords

Artificial General Intelligence, analogue optical processor, convergent technology

References

1. Vsego za \$10B Microsoft kupil «rebenka inoplanetyan», 24.03.2023, <https://dzen.ru/a/ZB2xes84fk7YPOU1> (obrashchenie 30.03.2023).
2. S. Bubeck et al. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4, 154 p., March 2023. <https://arxiv.org/abs/2303.12712> (obrashchenie 30.03.2023).
3. N. Chomsky, I.Roberts, J.Watumull. Noam Chomsky: The False Promise of ChatGPT. The New York Times, 10.03.2023, <https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgptai.html> (obrashchenie 30.03.2023).
4. A. Raikov. Post-Non-Classical Artificial Intelligence and its Pioneer Practical Application. Part of special issue. IFAC-PapersOnLine. 52(25):343-348, 2019. doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.547
5. Raikov A. Cognitive Semantics of Artificial Intelligence: A New Perspective. Springer Singapore, Topics: Computational Intelligence XVII, 2021, 128 p. doi: 10.1007/978-981-33-6750-0.
6. M.Tabor. Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction. John Wiley & Sons, Inc. US, 1989. doi: 10.5860/choice.27-2142.
7. A. Raikov Convergent Ontologization of Collective Scientific Discoveries. Proc. of the 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, doi: 10.1109/MLSD52249.2021.9600184.

;

;