

Чего не заметил естественный интеллект

Доктор технических наук

Д.А.Рогаткин

Сегодня модно говорить о роботах. Наш журнал не однажды затрагивал эту тему, в том числе и с помощью автора этой статьи («Химия и жизнь», 2013, 3). А есть ли уже разумные роботы? Возможен ли разум, интеллект вне биологической жизни? Чего — совершенно зря — не замечают те, кто занимается искусственным интеллектом?

*Слепцы, числом их было пять,
В Бомбей явились изучать
Индийского слона.*

Джон Сакс

Шестьдесят лет, а определения нет

Началом отсчета для искусственного интеллекта (ИИ) считается лето 1956 года, когда в Дартмутском университете собрались на семинар десять ученых. Его организатор, Джон Маккарти, пытаясь получить финансирование на проведение семинара в Фонде Рокфеллера, сообщил о возможности моделирования интеллекта на электронной вычислительной машине. Он объявил, что можно добиться существенного прогресса в разработке ИИ, если десять ведущих ученых плодотворно поработают сообща в течение лета. Поработали, прошло 60 лет... Существует ли сегодня хоть какой-нибудь ИИ? Автор этих строк посетил в 2016 году мероприятие, которое в lenta.ru было анонсировано буквально так: «14 ноября 2016 года в Гиперкубе инновационного центра "Сколково" состоится Первая международная конференция по искусственному интеллекту». На этом мероприятии было сказано, что ИИ наконец-то создан.

Осталась мелочь — договориться, что мы понимаем под искусственным интеллектом. Единого ответа на этот вопрос не существует — почти у каждого автора свое определение. Некоторые отечественные авторы полагают, что ИИ — это не «объект», а раздел научного знания, который входит в комплекс компьютерных наук, создаваемые же на его основе технологии относятся к информационным технологиям. Так, в книге одного из мэтров, Д.А.Поспелова «Фантазия или наука: На пути к искусственному интеллекту», сказано, что ИИ — наука по имитации психики человека в технических системах. При этом проблема «создан или нет, возможен или нет?» вообще снимается, коль скоро объекта нет в любом случае.

Более того, в «метанауке», то есть философии, нет точных определений понятий «психика», «интеллект», «мышление» — считается, что это первичные, неопределяемые категории. Интуитивно под интеллектом понимается способность человека познавать, анализировать и оценивать окружающую действительность, предсказывать ход событий. Однако проблема терминологии усложняется, если спросить, любой ли человек обладает интеллектом? Например, обладает ли им младенец? Где граница понятия «интеллект»? Вспоминается притча о слепых мудрецах, изучавших слона.

Специалисты в области ИИ делятся на два лагеря: функционалисты и коннективисты. Первые полагают, что не надо изучать живые системы и устройство мозга. Надо создать

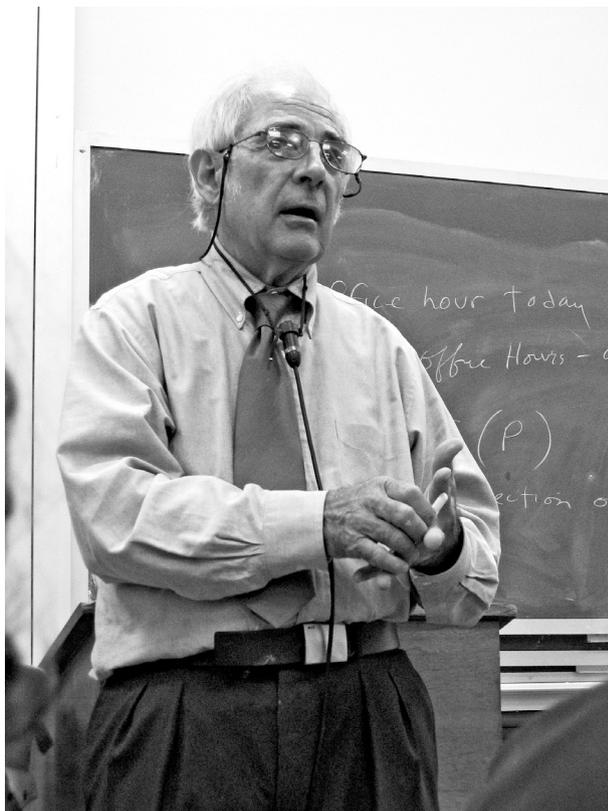
машину, решающую задачи на уровне, сравнимом с человеческим, а этого можно достичь с помощью логических знаковых систем. Вторая группа считает, что необходимо воссоздавать искусственными средствами структуры мозга, изучать процессы, в них протекающие. Для этого они создают нейронные сети, нейропроцессоры и нейрокомпьютеры. Обе группы достигли больших успехов в решении частных задач, но есть ли это ИИ? Как его распознать?

В 1950 году один из пионеров ИИ Алан Тьюринг предложил процедуру для определения, сравнима ли машина в плане разума с человеком, — игру в имитацию. Сможет ли машина, отвечая по телетайпу или, в современном варианте, через Интернет, выдать себя за человека? Многие подхватили эту идею, положив, что разумная машина обязательно будет тянуться к уровню цивилизованного человека. (Хотя автор этих строк, будь он «разумной машиной», постарался бы выдать себя за примитивную железку, чтобы экспериментаторы отвязались.) Существует много различных тестов для человека, рассчитанных на выявление тех или иных сторон интеллекта. И сегодня можно запрограммировать машину на тест конкретного типа, машины соревнуются с человеком и в игре в шахматы, и в распознавании изображений. Однако создать машину, которая может пройти любой заранее неизвестный ей тест по заранее неизвестной теме и процедуре, хотя бы на уровне ученика 5–6 класса, пока не удалось. Да и ответы запрограммированной обычной машины — это ответы машины или программиста?

Более того, существует целая ветвь рассуждений в области ИИ, отражающих сомнения некоторых исследователей в том, что даже успешное прохождение «теста Тьюринга» будет означать построение интеллекта. Это так называемый тест «Китайская комната» — мысленный эксперимент, предложенный Джоном Сёрлом. Он базируется на идее о том, что можно написать инструкции, позволяющие по тексту вопроса создавать ответ, не понимая смысла ни вопроса, ни ответа.



«Китайская комната»



Джон Сёрл



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Однако помимо этого центрального аппарата у многоклеточных есть еще один инструмент управления и координирования — эндокринная система (ЭС). Ее часто упускают из вида разработчики роботов и ИИ, хотя она не менее важна, чем нервная система. ЭС регулирует деятельность внутренних органов, тканей и клеток с помощью гормонов, выделяемых эндокринными железами (железы внутренней секреции) в кровь, или, в случае диффузной ЭС, одиночными эндокринными клетками в межклеточное пространство. Такой сигнал в отличие от сигнала нейрона не имеет точного адресата, он работает по принципу «информация для всех, кто может ее принять». Например, выброс надпочечниками адреналина в кровь подготавливает сразу весь организм к предстоящей нагрузке (стрессу), активизирует работу всех его частей, в том числе и нервной системы. Интеллектуальное управление в живом — результат совместного биохимического действия нервной и эндокринной систем. Чем более развиты системы, тем разумнее поведение.

Рассмотрим примеры.

Реакции обычной речной пиявки с простой узловой НС на раздражения достаточно примитивны, унифицированы и легко могут быть смоделированы несложным техническим устройством. Пиявка способна лишь уплощаться, вытягиваться, сокращаться и изгибаться. Когда кто-то задевает кожу или надавливает на тело пиявки, она в этом месте выгибается в сторону от воздействия, разворачивается и пытается уплыть прочь. Для охоты пиявка использует тепловой датчик, нацеливаясь на движущееся нагретое тело, а напившись крови, уплывает в прохладное место. Особую роль в управлении пиявкой играет гормон ЭС серотонин. В крови неподвижных, вялых пиявок его меньше, чем у активных особей. Стимуляция же секретирующих серотонин клеток приводит к увеличению его концентрации в крови и повышению активности животного.

Но уже поведение речного рака с развитым парным головным мозгом (ГМ) более разнообразно. Речной рак ищет растительную пищу, охотится, прячется в укрытиях, которые сам оборудует под камнями, корнями деревьев или любыми другими предметами, лежащими на дне. Часто рак роет норы и делает защитные насыпи перед своим укрытием, орудя сдвинутыми вместе клешнями как отвалом бульдозера. Находясь в укрытии, рак обычно перекрывает вход клешнями. Рак-самец, увидев самку, преследует ее, догоняет, хватается за клешни, переворачивает на спину. Чем не «интеллект»?

Еще более сложно поведение позвоночных, особенно млекопитающих. Здесь важно, что у всех позвоночных головной мозг построен по единому принципу и содержит один и тот же набор структурных элементов. В различных условиях окружающей среды (разные типы и интенсивность сенсорной информации) элементы ГМ в ходе эволюции развивались в разной степени и приобретали способность к выполнению новых функций. Например, передний мозг у низших позвоночных выполняет функцию, связанную с обработкой обонятельной информации, и у высших млекопитающих тоже; но

Сама возможность составления таких инструкций сомнительна, но ведущиеся в этом направлении дискуссии интересны.

Еще в 1969 году Л.Шиклоши в Калифорнийском университете показал, что сложные операции и навыки, которыми человек овладевает в зрелом возрасте, моделируются программами легче, чем простые умения, которые приобретают дошкольники. Это наводит на мысль, что, мечтая создать искусственный разум, мы плохо представляем себе, что происходит на нижних уровнях сознания. Поэтому попробуем подойти иначе. Введем понятие интеллектуальной технической системы — такой, которая может действовать в реальном мире и решать задачи в переменной внешней ситуации не хуже среднестатистического человека, причем как в стандартных условиях, так и в непредвиденных ситуациях. Тогда под ИИ можно будет понимать начинку этой системы, которая и обеспечивает выполнение ее функций, и от проблемы определений перейти к приземленному вопросу: как и на каких принципах может функционировать такой ИИ?

Что говорит биология

Единственные примеры таких систем в реальности — животные. Недавно в нашем обзоре «Три взгляда на современные данные нейронаук» («Modeling of Artificial Intelligence», 2015, 6, 2, 98—136, http://www.medphyslab.com/images/publications/stat_moai_1_r.pdf) мы рассмотрели, как происходит интеллектуальное управление в живых системах. Оно основано на явлении раздражимости, на рефлексах. Одноклеточные организмы реагируют на внешнее раздражение всей клеткой. У многоклеточных для этого появляются специальные нервные клетки — нейроны, образующие нейронную сеть (НС). Она координирует деятельность органов и систем, обеспечивает управление в организме и приспособление к внешней среде за счет синтеза в нужном синапсическом контакте с адресатом специальных веществ — нейромедиаторов.



Л.В. Крушинский

у них это еще — в первую очередь — аналитический центр, участвующий в формировании интеллекта и сознания. Разумное поведение человека не является следствием особого анатомического строения его ГМ по сравнению с другими позвоночными, дело не только в «железе». Необходимо добавить нечто нематериальное — софт, некие психические функции.

Психика младших братьев

Систематическое изучение психики животных началось с XIX века трудами Жоржа Кювье, Чарльза Дарвина и других корифеев. Наблюдая за животными, Дарвин выделил три основные категории поведения — инстинкт, способность к обучению и элементарную способность к мышлению (рассуждению). В 1888 году его соратник Джордж Ромес публикует книгу «Ум животных», где показывает непрерывность развития психики у животных на всех этапах эволюции. В 1940-х годах Конрад Лоренц показал, что поведение животного, помимо инстинктов, определяется внутренними мотивами, характером и настроением данной особи. Это означало, что, по крайней мере, позвоночные животные, как и люди, имеют элементы психоэмоционального восприятия и поведения.

В середине 1950-х отечественный зоолог Л.В. Крушинский доказывает экспериментально, что у животных имеется важная сторона когнитивной деятельности — элементарная рассудочная деятельность (РД). Сначала наблюдения в природе привели его к мысли, что механизмы поведения животных не ограничиваются только инстинктами и обучением, а включают также и элементы логического мышления, разума, ибо животные могут верно реагировать на абсолютно новую для них ситуацию. Затем в оригинальных опытах он дал объективную оценку РД животных разных систематических групп. Наиболее полную ее сравнительную характеристику Крушинский получил с помощью теста на способность к экстраполяции — способность прогнозировать функцию за пределы отрезка, на котором она известна. Например, животному показывают движущуюся приманку, часть ее пути скрыта ширмой, подопытный должен экстраполировать движение приманки и поймать ее в нужное время, когда она

появится из-за ширмы. Были описаны положительные результаты таких опытов на представителях почти всех классов позвоночных. Также выяснилось, что даже внутри одного вида отдельные особи могут очень сильно различаться по своим когнитивным способностям и РД — как и люди. Наличие РД у животных сегодня считается доказанным, ею обладают не только млекопитающие, но и птицы, особенно врановые. Интеллектуальное управление в живом есть продукт эволюции, развития и научения, причем возможны разные ступени развития и разные уровни РД на одной и той же ступени.

Однако базируется РД на обычных условных рефлексах. Помните выделение слюны у собак на звук метронома в хрестоматийных опытах И.П. Павлова? Исходным раздражителем для РД является не внешний физический сигнал (звук, свет), а внутренний сигнал присутствия проблемы. Как обозначил этот механизм физиолог И.М. Сеченов в своей книге «Рефлексы головного мозга» (1866), все мыслительные процессы инициируются внутренними чувственными раздражениями (возбуждениями). Они порождаются как разница между желаемым и действительным, и в ответ ГМ в результате внутренней нервно-психической деятельности начинает вырабатывать решение для возникшей проблемы, а для часто встречающихся проблем — сообщает уже опробованные решения.

Поведение роботов

Для чего нужен условный рефлекс? Это механизм оптимизации деятельности — минимизации энергетических и вычислительных затрат. Секреция слюны у собак готовит их к эффективному усвоению пищи. Для роботов и ИИ на простых примерах также можно показать пользу выработки условных рефлексов в результате РД. Например, представим себе, что медицинский сервисный робот входит в комнату через дверь, расположенную в центре стены. Возле противоположной стены, тоже в центре, установлена кровать больного. Робот должен к нему периодически подходить и измерять температуру. Он мог бы двигаться прямо к кровати, однако посередине комнаты стоит стол, слева от стола шкаф, причем так, что робот не может пройти между шкафом и столом, а справа от стола проход свободен. Действия робота: проход через дверь, движение прямо до стола, оценка ситуации (как обойти?), поворот направо, проход к кровати, измерение температуры.

Если робот так действует ежедневно, то оценивание надо исключить и помнить решение. Далее, поскольку диагональ короче суммы катетов, следует объединить два пункта в один новый — движение по диагонали. Вот и выработался условный рефлекс — то, что иногда мы называем «двигаться на автопилоте». Если путь известен и многократно испытан, мы часто не задумываемся, как действовать. Если существует другой робот, меньших габаритов, способный пройти слева от стола, то он может каждый раз случайно выбирать путь или не менять его — маленькому роботу все равно. Вот мы и пришли к выводу об индивидуальности выработки рефлексов поведения у роботов и о получении ими персонального жизненного опыта.

Память о прошедших событиях тоже индивидуальна, ее нельзя скопировать из одного робота в другого. Если еще раз обратиться к примеру с двумя роботами, то очевидно, что для большого робота приобретенная интеллектуальная стратегия поведения маленького робота неприменима. Более того, если оба робота обслуживают больного, то в модели мира каждого робота будет присутствовать другой робот, других габаритов и с другими обязанностями. В памяти каждого робота будут храниться его собственные действия, а также отдельно действия другого робота. Например, возьмем момент прохода через дверь. Эти моменты времени у роботов не совпадут, одновременно в дверь они пройти не могут. Следовательно,

в их памяти будет уже первое различие — один проходил через дверь в одно время, другой в другое. Каждый из роботов помнит свои действия, в памяти каждого робота формируется индивидуальная история и картина мира. Если же в «мозг» одного робота взять и переписать историю и модель мира другого робота, то он станет «по своему мироощущению» этим самым другим роботом, а собой быть перестанет. Но в приведенном примере разница в габаритах сразу же даст о себе знать — коллизии при движении и переобучение неизбежны. При различии габаритов опасно обмениваться мозгами.

Мировосприятие оказывается индивидуальным и уникальным даже у простейших роботов. Выходит, разум, интеллект — вещь штучная, персональная, формируемая в процессе индивидуальной деятельности и обучения. Причем в детском возрасте эти процессы идут куда эффективнее. Известны критические периоды для приобретения тех или иных навыков и знаний, вне этих рамок обучение намного сложнее, а иногда — невозможно.

Информация для разработчиков

Пластичность и универсальность отделов ГМ, единый механизм функционирования разных зон коры — фундаментальные свойства. Разработчикам ИИ следует обратить на них особое внимание. Например, известен феномен сенсорного замещения, когда одна область коры ГМ в силу тех или иных причин берет на себя функции другой области. Удачно иллюстрируют эту ситуацию работы по подаче визуальной информации с помощью звуковых сигналов или тактильной стимуляции языка слепым людям. На язык накладывается матрица площадью в несколько квадратных сантиметров, имеющая сотни пинов — миниатюрных движущихся выступов, которые формируют картинку, управляемую сигналами с миниатюрной камеры. После некоторой тренировки мозг научается воспринимать эти тактильные сигналы как изображение. Подобную «перепутанность» нейрохирурги не раз уже воспроизводили экспериментально на животных. Скажем, «схему» мозга новорожденного хорька путем хирургического вмешательства меняли так, что глаза зверька посылали сигналы в зону коры, отвечающую за слуховое восприятие. В результате у хорьков развивались зоны визуального восприятия в слуховой сенсорной области.

Все это говорит о том, что некие глубинные принципы работы ГМ универсальны, дело лишь в обучении и приобретении личного опыта. В качестве базовых принципов Джефф Хокинс — специалист в области компьютеринга, после нескольких успешных проектов ушедший в нейробиологию, автор книги «Об интеллекте» — предложил следующие:

«Четыре особенности памяти неокортекса коренным образом отличают ее от памяти компьютера:

- неокортекс запоминает последовательности элементов, а не отдельные элементы окружающего мира;
- неокортекс вспоминает последовательности автоассоциативно;
- неокортекс запоминает последовательности в инвариантной форме;
- неокортекс сохраняет последовательности иерархически».

Многие идеи, удивляющие современных читателей Хокинса, можно найти у Сеченова и других авторов того времени. Именно в конце 1800-х годов зародилась семиотика — наука о знаках и знаковом мышлении «верхнего уровня».

Итак, мы видим два основных и универсальных принципа — распознавание совокупности сигналов с дальнейшей минимизацией их «размерности» путем категоризации в некий единый объект, которому присвоен знак, имя (первый уровень), а также мышление в инвариантной форме с оперированием хранящимися в памяти эталонами категорий, но



не всей совокупностью исходных сигналов (второй уровень). Дело происходит примерно так. Младенец видит бесконечное многообразие цветов и форм, первичную визуальную информацию, которую не может осмыслить. Ребенок постарше видит машину или цветок, он выделяет некоторые важные детали, сравнивает образы с паттернами, которые хранятся в его памяти и названия которых он знает. Взрослый человек, с более обширной и лучше категоризированной коллекцией паттернов видит подержанную «ауди» с московскими номерами и белые сортовые пионы, однако жучка на листе он может вообще не увидеть, потому что жучок не важен для анализа: взрослый сразу воспринимает паттерн. Но если для взрослого человека что-то в картинке непонятно («ауди», но какой год выпуска?), он может сделать усилие и спуститься на детальный уровень либо подключить ассоциации и сделать какие-то умозаключения, которые дополнительно прояснят картину.

Принципы развития первого уровня работы ГМ — принципы научения распознавать предметы, речь, другие стимулы и выработка условных рефлексов их категоризации — очень интересно были описаны еще И.М.Сеченовым. Сегодня, видимо, эти принципы достаточно хорошо воспроизводятся машинными методами «глубокого обучения» (deep learning) на основе нейронных сетей. Первые попытки применения принципа нейронных сетей, «персептрона» Фрэнка Розенблата, датируются началом 1960-х, но ограниченность вычислительных ресурсов не позволила получить удовлетворительные результаты. В последние же 3—5 лет системы компьютерного распознавания изображений и речи на основе многослойных (до 30 слоев) нейронных сетей и «глубокого обучения» настолько развились, что ошибаются в тестовых задачах уже реже людей — еще один тип задач, где, как и в шахматах, человек оказался поверженным. Этой технологии пока требуется наша помощь на этапе обучения (впрочем, ребенку тоже требуется учитель), но сам прогресс налицо. Именно эти системы имели в виду на конференции в Сколково, говоря о создании ИИ, причем именно их мы используем при поиске информации в Интернете. Но, как мы теперь ясно понимаем, это еще далеко не весь ИИ — нужен как минимум второй уровень.

Основы современной теории знакового мышления заложил в XVIII веке физиолог Герман Гельмгольц, который пришел к своим открытиям, изучая зрительное восприятие человека. А корни этой концепции восходят к идеям Платона и Аристотеля. В частности, Платон пытался объяснить нашу способность к формированию общих понятий (понятийных категорий) с помощью своей теории «идей» («эйдосов», от греч. «эйдос» — образ) и форм. Он полагал, что существуют некие идеальные формы и понятия, например идеальное представление о сущности «стол», которое дано нам «сверху» и которое помогает нам в каждом конкретном экземпляре стола распознавать стол. Вне зависимости от количества ножек, формы, цвета, мы узнаём этот предмет и говорим: это стол. На языке математической теории категорий, часто используе-

мой сегодня в разных задачах ИИ, можно сказать, что в нашем понимании существует некий идеальный образец (эталон) стола с набором переменных — форма (круглый, квадратный), предназначение (журнальный, письменный, хирургический), размер, цвет, число ножек. Подставляя конкретные числовые или иные значения, мы получаем конкретный экземпляр стола из общего класса объектов «столы».

Понятийные категории

Являются ли понятийные категории действительно врожденными, присущими строению ГМ, или они формируются динамически по мере обучения индивида? Прав ли был американский лингвист Ноам Хомский, говоря о врожденности грамматики? Какие понятийные категории основные, а какие вспомогательные, производные от основных? Как они формируются? Слепые от рождения люди не знают цвета, но понятия «я/он», «близко/далеко», «опасно/неопасно» из их модели мира без потери функциональности выбросить невозможно. Эти понятия необходимы даже животным. Но какой базовый набор понятий-концептов определяет элементарную модель мира животного или человека и как он может формироваться в нашем ГМ с позиций современных нейронаук? Может, заложить этот набор в программу ИИ в дополнение к нейросети и дело в шляпе?

Сегодня данный вопрос изучен намного меньше, чем нейронные сети. Считается, что вопрос о базовых понятиях (концептах) модели мира человека связан с представлениями о базовых концептах и понятийных категориях языковой речи. В разных языках слова, обозначения предметов и построение фраз могут сильно отличаться, но одно то, что люди, говорящие на разных языках, могут понимать друг друга, свидетельствует о единых фундаментальных законах таксономии внешних объектов и явлений, о законах мышления и анализа информации, происходящих у нас в мозгу. В сознании каждого из нас все объекты и их свойства, явления, понятия, стереотипно категоризованы, упорядочены и подчиняются единому своду правил вне зависимости от места проживания человека, языка, уровня образования и профессии.

Впервые термин «понятийные категории» ввел в обиход грамматики в 1924 году датский лингвист Отто Эсперсен, но еще Аристотель в своем трактате «Категории» определил десять базовых категорий «единичного и общего». Однако до сего дня этот вопрос в лингвистической науке изучен поверхностно. Отсутствует как однозначное толкование самого термина «понятийная категория», так и их общепринятый перечень. В языкознании признано существование понятийных категорий и признан категориальный строй мышления, тем не менее количество концептов-примитивов и их классификация отсутствуют. Считается, что базисные понятийные категории языка сводятся к списку из примерно 40 единиц. Среди них можно априори и на основе немногочисленных опубликованных работ выделить такие первичные и обязательные категории, как объект, свойство (атрибут объекта или явления, включая его состояние), действие (воздействие на что-то), часть, целое, граница, количество, вложенность (одно в другом), существовать.

Все они могут быть обоснованы с нейробиологических позиций. Например, как отметил еще Эрнст Мах, органами чувств мы воспринимаем не сами объекты, а лишь их свойства (цвет, вкус, твердость). Устойчивую совокупность свойств, совместно наблюдаемую, мы определяем после выработки соответствующего условного рефлекса как объект или явление. То есть концепты атрибута (свойства) и объекта (явления) присущи нам с рождения, если добавить сюда еще и понятие совместности (одновременности, логической конъюнкции), которое ощущается нами также физиологически при одновременности действия разных раздражителей. Само

наличие/отсутствие раздражения, воздействия, стимула, очевидно, определяет концепт «существовать». Граница, часть — следствие случаев множественности раздражений, например, на сетчатке глаза, и резкого перехода от одной силы стимула к другой на границе предмета, объекта. И так далее.

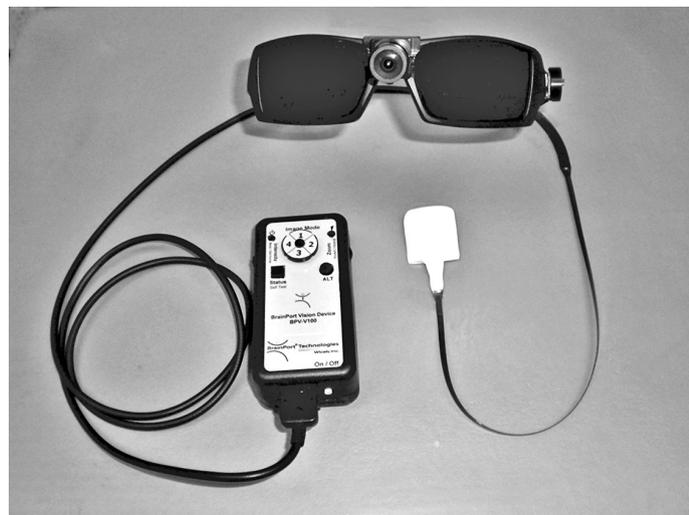
В математике есть неопределяемые понятия (точка, множество), что иногда наводит ученых на философские размышления об их врожденности. Похоже, что в области ИИ, по аналогии с базовыми понятийными категориями языка, которые вводит грамматика, мы приходим к неопределяемым и основополагающим понятиям — концептам-примитивам, образующим базис для работы ГМ. Соответственно, любая искусственная интеллектуальная система должна функционировать на основе собственной, «врожденной», базисной системы понятийных категорий, достаточной для формирования адекватной модели мира. Слово «врожденный» мы заключаем в кавычки потому, что здесь это не значит «полностью определяемый генами без участия внешней среды», не в том же смысле врожденный, что цвет глаз или гемофилия. Если это так, то разные базисы с разными понятийными категориями будут определять разные интеллектуальные системы. Мы подходим здесь, видимо, к фундаментальному новому положению — к пониманию потенциально возможной множественности разных форм ИИ, причем использующих разные базисы понятийных категорий.

Как существует множество математических логик, так, возможно, существует и множество интеллектуальных систем, определяемых их базисом. Разные животные имеют различные базовые понятия; скажем, у рыб такие понятия могут описывать труднодостижимые для человека сигналы с их особой сенсорной системы — боковой линии. Возможно, они представляют собой разные формы естественного «интеллекта» — не более и менее развитые, а просто разные.

Не потому ли мы с трудом воспринимаем понятия квантовой физики — физики микромира (дуализм волна-частица, спин электрона, редукция волновой функции) или, наоборот, понятия космологических масштабов (бесконечность, черные дыры), что у нас отсутствуют необходимые базовые концепты для более адекватного описания явлений вне нашего непосредственного чувственного опыта? Некоторые физики высказывают почти такие же идеи — например, физик-теоретик из Стэнфорда Леонард Сасскинд в научно-популярной книге «Битва при черной дыре».

Базис и надстройка

Базис на основе элементарных понятийных категорий — один из ключевых и малопонятных пока элементов ИИ. По нему раскладываются в ГМ все наблюдаемые и мысленно воспроизводимые процессы, явления, объекты, как по базису векторов в какой-то системе координат, например, разлагается сложная пространственная функция. Этот базис и определяет способности к высокоуровневому мышлению, поскольку человек и тем более животное не рассуждают по законам формальной логики. Строгие логические математические рассуждения невозможны в реальном времени, так как необходимо огромное количество последовательных элементарных шагов. Да и шаги эти без специальной подготовки нельзя грамотно выстроить. Рассуждения в жизни ведутся на более простом, ассоциативном и понятийном уровне, где базисные категории играют основную роль. Это проявление принципа экономии мышления, уходящего корнями к идеям Рихарда Авенариуса и Эрнста Маха. Они показали, что экономия мышления приводит к формированию знака для объекта или явления (денотата), обобщения (образца) для группы схожих объектов и так далее. То есть ИИ должен формировать в процессе обучения инвариантную форму представления



Устройство для передачи тактильного сигнала на язык

знаний внутри себя на основе какого-то «врожденного» понятийно-категориального базиса.

Но это для животных и для человека. А для роботов и программ ИИ? Должны ли быть обязательно применены к ним принципы развития НС и ГМ животных и человека? Ответа пока нет. Программы, базы данных и знаний, как генетическую информацию, можно было бы передавать «по наследству», совершенствуя их каждый раз для нового поколения роботов. Инженерия знаний, создание баз знаний и разработка онтологий — важные разделы современных работ в области ИИ. Однако проблема индивидуализации в такой постановке, как мы видим, может и не иметь решения вовсе. А без индивидуализации, возможно, не существует и интеллекта, ни биологического, ни искусственного.

Особняком в теории ИИ стоит сегодня проблема мотивации действий роботов и компьютерных программ, проблема целеполагания (целеуказания) для них. Это формулировка команды как некоего целевого состояния робота, которого он должен достигнуть, — например, оказаться в определенном месте и передать нечто определенному человеку, — а также самостоятельное определение роботом условий и способа достижения этого состояния. Один из важных мотивационных элементов у живых существ — их нейроэндокринная система и, соответственно, гормональное управление поведением. Математическими же методами проблема мотивации поведения роботов не решается. Поэтому в последнее время взгляд многих разработчиков роботов и ИИ начинает обращаться в сторону моделирования действия не только нервной системы, но и эндокринной системы тоже. В этом смысле примечателен доклад Даниэля Мосера из Грацкого университета (Австрия) с соавторами «Первые исследования искусственных эмоций в когнитивной робототехнике», который они представили на конференции «International Workshop on Medical and Service Robots» в 2016 году в Германии. Авторы смоделировали дополнительное действие гормонов на нейронную сеть робота и показали, что роботы с искусственной ЭС и дополнительным «гормональным» управлением лучше справляются с заданием. Вот вам и эмоции, и мотивация — которые, кстати, тоже индивидуальны.

Нечто вроде заключения

Рефлексы, нейронные сети и даже дополнение в виде ЭС — конечно, далеко не весь ИИ. Искусственный разум, интеллект — очень большой слон, целиком его охватить пока не представляется возможным. Мы не затроннули понятий сознания,



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

вычленения собственного «Я» из картины мира, роль социума. Наверное, мы не видим еще многого. Однако сегодня налицо бесспорное стремление во всем мире понять эти процессы и закономерности, изучить их и создать на их основе наиболее «разумные» интеллектуальные технические системы, управляющие всеми окружающими нас устройствами и потоками информации.

Разум, интеллект в живой природе возникают в результате опыта и обучения как система сложных и взаимосвязанных условных рефлексов. В этом процессе принимают участие минимум две важнейшие системы организма — нервная и эндокринная. Это интегральное явление, для которого необходимы:

- постоянно действующая совокупность ассоциативных внешних раздражителей, а также закономерностей в их повторяемости и сочетаемости;
- развитая система внешних и внутренних сенсоров раздражений, в ответ на сигналы которых интеллектуальная система сможет формировать условно-рефлекторные ответы;
- система выработки рефлекторных ответов на внешние раздражения (сигналы);
- двойственный нервно-гуморальный (адресный и интегральный) механизм управления этой системой;
- врожденная базисная система понятийных категорий, полная и достаточная для формирования адекватной знаковой модели мира, в котором эта система существует.

Скорее всего, это далеко не полный перечень необходимых элементов ИИ, но без него никакого ИИ точно не создать. Вряд ли сегодня можно уверенно утверждать, что интеллект (разум) невозможен вне биологической основы. Успехи компьютерных нейронных сетей и методов «глубокого обучения» скорее говорят об обратном. В конце концов, и многие чисто биологические процессы удается успешно смоделировать разными небологическими (техническими) средствами. Разум, рассудочная деятельность, интеллект — это продукты обучения, штучные продукты, индивидуальные, возникающие в процессе ежедневной деятельности индивида, что в целом можно охарактеризовать словом «жизнь индивида», и не важно, биологический индивид этот или нет. Важнее то, что, вполне вероятно бесконечное разнообразие разных форм разума и интеллекта.

Что еще можно почитать об искусственном интеллекте

Поспелов Д.А. Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. М.: Наука, 1982.

Эндрю А. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1985.

Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.

Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.