

Глава третья

Типы сверхразума

Итак, что именно мы подразумеваем под словом *сверхразум*? Не хотелось бы погружаться в терминологическую трясиину, но что-то сказать для прояснения понятийной основы все-таки нужно. В этой главе мы проведем идентификацию трех типов сверхразума и убедимся, что в практическом смысле все три тождественны. Затем мы продемонстрируем, насколько потенциал биологического интеллекта проигрывает потенциалу машинного. У машин есть множество фундаментальных преимуществ, которые обеспечивают им подавляющее превосходство над человеком. Биологический мозг, даже улучшенный, не сможет с ними конкурировать.

Есть и машины, есть и животные, превосходящие человека в том или ином виде деятельности, — можно сказать, они уже достигли сверхчеловеческого уровня. Летучая мышь, используя при полете эхолокацию, ориентируется в темноте лучше человека, калькулятор обходит его в арифметических расчетах, шахматные программы обыгрывают в шахматы. Перечень специфических задач, с которыми программы специального назначения справляются лучше нас, будет только расти. Безусловно, специализированные информационные системы могут иметь множество применений, но все равно возникают дополнительные серьезные проблемы, когда речь заходит о перспективе создания универсального искусственного интеллекта, способного занять место человека без исключения на всех направлениях.

Уже не раз упоминалось, что термин *сверхразум* мы используем для обозначения такого интеллекта, который во многих универсальных проявлениях когнитивной деятельности в значительной степени превосходит лучшие умы человечества. Описание весьма расплывчатое (поэтому формулировка и не повторяет дословно ту, что дана нами в предыдущей главе). В соответствии с этим определением на статус сверхразума начнут претендовать самые разные системы с совершенно несопоставимыми функциональными

свойствами. Разобраться с имеющимися дефинициями этого довольно простого понятия нам позволит детальный анализ сверхвозможностей мозга, для чего придется распутать далеко не однородный узел, вытягивая из него различительные признаки интеллекта. Есть множество способов провести такую декомпозицию*. Для дифференциации воплощений сверхразума обратимся к трем его типам: скоростной сверхразум, коллективный сверхразум и качественный сверхразум.

Скоростной сверхразум

Скоростной сверхразум представляет собой такой же интеллект, как человеческий, только более быстрый. С концептуальной точки зрения данный тип самый простой для анализа¹. Мы дадим ему следующее определение:

скоростной сверхразум — система, способная делать все то же, что и человеческий интеллект, только намного быстрее.

Под «намного» имеется в виду «на несколько порядков». Понимаю, что и это крайне обобщенное определение явно хромает, но я благоразумно отойду в сторону и предоставлю самому читателю разбираться с его интерпретацией².

Самым простым примером скоростного сверхразума могла бы стать полная эмуляция головного мозга, выполненная на сверхмощном оборудовании³. Имитационная модель мозга, работающая со скоростью, в десять раз превышающей скорость биологического мозга, смогла бы читать книги за считанные секунды, а докторскую диссертацию написать за день. Если скорость имитационной модели будет выше в миллион раз, она будет в состоянии выполнять за день интеллектуальную работу, на которую у человека ушло бы целое тысячелетие⁴.

Для разума, работающего с такой скоростью, происходящие во внешнем мире события походили бы на замедленную съемку. Представьте, что ваш мозг ускорился в десять тысяч раз. Друг роняет чашку, и вы в течение нескольких часов наблюдаете ее медленное движение в сторону пола — она

* *Декомпозиция* (decomposition) — научный метод, заключающийся в разделении целого на части и позволяющий рассматривать любую исследуемую систему на основании ее признаков как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, могут быть расчленены на части; применяется при анализе материальных объектов, процессов, явлений и понятий.

словно комета, безмолвно скользящая в космосе навстречу далекой планете, — и по мере того как ощущение неизбежной катастрофы мучительно пробивается через извилины серого вещества вашего приятеля, а оттуда в его периферийную нервную систему, на его лице постепенно проступает выражение, предшествующее возгласу «ой!», который вы еще не скоро услышите. Короче говоря, за это время вы успеете принести ему новую чашку, заодно прочитать пару научных статей и даже вздремнуть.

По причине подобного растяжения истинного времени скоростной сверхразум, наверное, предпочел бы работать с цифровыми объектами, а не объектами материального мира. Ему удобнее было бы существовать в виртуальной реальности и иметь дело с информационной экономикой, а при необходимости — вступать во взаимодействие с физической средой при помощи наноманипуляторов, поскольку эти микроскопические конечности могут двигаться быстрее роботизированных. (Частотные характеристики системы обычно обратно пропорциональны ее линейным размерам⁵.) Скоростной ум мог бы взаимодействовать главным образом с другими скоростными умами, а не с людьми, чье брадителически* медлительное передвижение в пространстве сравнимо разве что с тягучестью меда.

По мере ускорения интеллекта все более критическим ограничителем становится скорость света, поскольку растут издержки в результате потери времени на путешествие или передачу информации на дальние расстояния⁶. Свет примерно в миллион раз быстрее реактивного самолета, поэтому цифровому агенту со скоростью мышления, в миллион раз превышающей человеческую, потребуется примерно столько же его субъективного времени на путешествие вокруг света, как и его современнику-человеку. Звонок кому-то, находящемуся в другом городе, займет столько же времени, сколько нужно на то, что бы этот кто-то оказался перед вами собственной персоной. Сверхразумам, достигшим высочайшей скорости, которым требуется постоянное интенсивное сотрудничество, предпочтительнее находиться недалеко друг от друга. Если скоростные сверхразумы, например, собираются работать над одной задачей, было бы желательно разместить их — чтобы избавить от долгих периодов ожидания — в компьютерах, стоящих в одном помещении.

* *Брадителический* (bradytelic) — присущий некоторым организмам темп морфологической эволюции, близкий к нулю, например отдельные виды моллюсков претерпели за последние 400 млн лет самые незначительные изменения.

Коллективный сверхразум

Следующий тип сверхразума представляет собой большое количество интеллектов более низкого уровня, собирающихся ради достижения сверхпроизводительности в одно целое. Определение этого типа сформулировано следующим образом:

коллективный сверхразум — система, состоящая из большого количества интеллектов более низкого уровня, в силу этого ее общая производительность значительным образом превышает производительность любой существующей когнитивной системы во многих универсальных областях деятельности.

В отличие от скоростного, коллективный сверхразум не столь ясно очерчен концептуально⁷, но более узнаваем с практической точки зрения. На собственном опыте мы еще никогда не сталкивались со скоростным искусственным интеллектом человеческого уровня, зато хорошо знакомы с таким понятием, как коллективный разум, представляющий объединение людей, организованных в единую систему, чтобы совместно находить решения более эффективные, чем может принимать отдельный, даже самый умный, член этого сообщества. Если несколько абстрагироваться и подойти к вопросу сугубо теоретически, то такого рода системами, способными решать проблемы самого разного уровня сложности, можно назвать компании, проектные группы, социальные сети, общественные организации, научные коллективы, государства и даже, чтобы не мелочиться, весь род человеческий. Из нашей социально-институциональной практики мы знаем, насколько проще принимать решения, если над ними трудится коллективный разум.

Лучше всего коллективный интеллект проявляет себя в разработке комплексных проектов, которые легко разложить на части, чтобы каждую можно было выполнять параллельно силами подструктур единой системы и проверять результаты в автономном режиме. При решении любых задач — от строительства космического корабля многоразового использования до управления сетью закусочных — существует огромное количество возможностей благодаря разделению труда. Над каждым компонентом шаттла работает специализированная команда проектировщиков и инженеров; каждое кафе обслуживается отдельным коллективом профессионалов. Научная среда в целом складывается из особых сообществ, каждое

из которых занимается своей отдельной дисциплиной и является самостоятельной системой с довольно жесткой структурой соподчиненных элементов: исследователи, преподаватели, студенты, журналы, гранты, премии — кстати, хочу заметить, что сложившаяся схема не очень способствует развитию того направления, которому посвящена моя книга. Но такова традиционная научная практика, и к этому можно было бы отнести как к необходимому компромиссу, поскольку в рамках существующего огромное множество творческих личностей и целеустремленных команд, занимаясь самыми разными направлениями и работая практически автономно — когда каждый возделывает собственную научную делянку, — вносят свой коллективный вклад в сокровищницу человеческих знаний, продолжают и развивают их.

Такого рода разумная система может быть усилена за счет усовершенствования каждой отдельно подструктуры: расширение ее состава; повышение ее уровня интеллекта, оптимизация ее организационной политики⁸. Для превращения любого существующего коллективного интеллекта в сверхразум потребуются резкий рост на всех уровнях. Появившаяся в результате система должна быть способна значимо превосходить любой имеющийся коллективный интеллект и другие когнитивные системы во многих универсальных областях знаний. Рождаются и будут дальше появляться многие прогрессивные подходы, например: современные форматы проведения конференций, позволяющие ученым эффективнее обмениваться информацией; создание новейших алгоритмов анализа данных, способствующих лучшему отбору пользовательских предпочтений, в частности читателей и зрителей, — но каково бы ни было их значение, совершенно очевидно, что сами по себе эти инновационные факторы не приблизят нас к появлению коллективного сверхразума. Собственно, как и показатели вроде темпа прироста населения планеты или улучшения методов преподавания в учебных заведениях. Чтобы когнитивные способности человечества в целом начали соответствовать уровню коллективного сверхразума, потребуются совсем другие и количественные, и качественные критерии.

Обратите внимание, что порог для признания системы сверхразумной определяется относительно текущего уровня производительности, то есть на начало XXI века. В доисторические времена и на протяжении всей истории человечества возможности коллективного интеллекта выросли очень сильно. Со времен плейстоцена население Земли увеличилось в тысячу раз⁹.

Исходя из этого — если принять за основу *уровень интеллекта эпохи плейстоцена*, — нынешний интеллектуальный уровень человечества можно рассматривать как приближающийся к сверхразумному. Столь же существенное влияние оказало совершенствование коммуникационных процессов, особенно возникновение устной речи, а потом и письменных языков, а также градостроение и книгопечатание. Все эти обстоятельства, как по отдельности, так и совокупно, стали огромным стимулом ускорения — настолько мощным, что появившись сейчас подобного масштаба новаторский потенциал, его влияние на когнитивные способности всего человечества привело бы к появлению коллективного сверхразума¹⁰.

Наверняка сейчас некоторые читатели возразят, что, мол, современное общество не кажется им слишком разумным. Возможно, в их родной стране недавно приняли какие-то непопулярные законы или несколько изменилась политическая обстановка, и очевидная неразумность происходящего обобщается для людей прямым свидетельством моральной и интеллектуальной деградации социума. Разве не подтверждается их вывод об умственной недееспособности современного человечества вполне весомыми аргументами, такими как идолопоклонство перед материальными благами; истощение природных ресурсов; загрязнение окружающей среды; истребление видового разнообразия? Разве эти безобразия не происходят на общем фоне всемирного неравенства, вопиющей несправедливости и полного пренебрежения базовыми гуманистическими и духовными ценностями? Все так, только есть одно но. Оставив без внимания сравнительный анализ, насколько современные социальные изъяны ужаснее недостатков прошлых эпох, хочу вам заметить: в нашем определении коллективного сверхразума нет ничего, что говорило бы, будто высокоразвитое в интеллектуальном плане общество обязано быть справедливым и нравственным. Более того, в определении нет даже намек, будто высокоразвитое в интеллектуальном плане общество должно быть *мудрее*. Вы спросите, что такое «мудрость»? Договоримся считать мудростью способность относиться к самому важному в нашей жизни с той или иной степенью здравого смысла. Представим себе некую организацию с немислимо огромным штатом сотрудников — людей, обладающих большим умственным багажом, успешно и согласованно работающих, умеющих коллективно решать практически универсальные творческие и интеллектуальные проблемы. Предположим, эта организация может управлять практически любыми предприятиями, разрабатывать практически

любую технологию и достигать практически в любом процессе наивысшей продуктивности. Но даже *настолько* эффективная универсальная организация способна по какому-то принципиально важному, практически судьбоносному, вопросу вдруг принять в корне неверное решение — скажем, не продумать надлежащие меры предосторожности против рисков, угрожающих ее существованию, — и фантастически бурный подъем довольно быстро закончится полным и бесславным упадком. Такая организация могла бы стать носителем мощного общего интеллекта — настолько высокого, что еще чуть-чуть, и коллективный сверхразум получил бы свое реальное воплощение. А теперь вернемся к «справедливости» и «мудрости». Найдя какой-то желательный для нас признак, не стоит поддаваться искушению и обязательно наматывать эту ниточку на огромный клубок нашего общего и очень неопределенного представления о мыслительной деятельности, поскольку невозможно выбрать одно свойство, пусть даже достойное восхищения, без того, чтобы не рассмотреть аналогичным образом все остальные характеристики. Может быть, с этой точки зрения нам следовало бы осознать, как удобны мощные информационные системы — причем системы с элементами искусственного интеллекта, — которые по определению не могут быть ни справедливыми, ни преданными, ни мудрыми. Но к этому вопросу мы вернемся в седьмой главе.

Коллективный сверхразум может быть интегрирован слабо или сильно. В качестве иллюстрации слабоинтегрированного сверхразума представьте планету Мегаземля, на которой достигнут точно такой же уровень коммуникационных и координационных технологий, как на современной Земле, но при этом население больше земного в миллион раз. Соответственно, выше будут и совокупные интеллектуальные ресурсы. Предположим, что научные гении масштаба Ньютона или Эйнштейна появляются как минимум один раз на десять миллиардов человек — тогда на Мегаземле будут одновременно проживать семьсот тысяч гениев, не говоря уже о пропорционально большем количестве просто талантливых и одаренных мегаземлян. Новые идеи и технологии развивались бы на такой планете с бешеной скоростью, и глобальная цивилизация на Мегаземле представляла бы собой слабоинтегрированный сверхразум¹¹.

Если постепенно повышать степень интеграции коллективного интеллекта, в конечном счете он может превратиться в единый огромный «рассудок» в противоположность простому набору слабо связанных человеческих

умов¹². Жители Мегаземли могли бы двигаться в этом направлении, совершенствуя коммуникационные и координационные технологии и разрабатывая лучшие методы организации совместной работы множества мегаземлян над трудными интеллектуальными задачами. Таким образом, коллективный сверхразум после заметного роста своей интегрированности воплотился бы в качественный сверхразум.

Качественный сверхразум

Попытаемся определить третий тип сверхразума:

качественный сверхразум — система, по скорости работы сравнимая с человеческим умом, но в качественном отношении значительно сильнее его.

Понятие «качество интеллекта», как и в случае коллективного разума, является довольно расплывчатым, но ситуация усугубляется отсутствием у нас опыта обращения с интеллектуальными способностями, превосходящими верхние пределы современного человечества. Однако можно получить некоторое представление о них, изучив соответствующие случаи.

Прежде всего можно расширить спектр сравнения, включив в него других млекопитающих, обладающих интеллектом более низкого качества. (Не стоит считать эту ремарку дискриминационной по отношению к животным. Интеллект полосатой перцины отлично адаптирован к ее экологическим нуждам, но наша установка более антропоцентрична: мы рассматриваем производительность мозга с точки зрения сложных когнитивных задач, имеющих отношение к людям.) У животных отсутствует сложный структурированный язык; животные или вовсе не могут пользоваться инструментами и создавать их, или способны на это лишь в рудиментарной степени; они серьезно ограничены в способностях строить долгосрочные планы; у них очень незначительные способности к абстрактному мышлению. Ни одно из этих ограничений не объясняется недостатком скорости когнитивных процессов у животных или отсутствием у них коллективного интеллекта. По критерию одних только вычислительных возможностей человеческий мозг, вероятно, уступает мозгу крупных млекопитающих, включая слонов и китов. И хотя сложная технологическая человеческая цивилизация была бы невозможна без нашего огромного преимущества в коллективном интеллекте, нельзя сказать, что от него зависят умственные способности отдельных людей. Многие достигают высо-

кого уровня развития даже в небольших изолированных обществах типа охотничье-собираательского¹³. И напротив, высокоорганизованные шимпанзе и дельфины, которых обучают инструкторы-люди, или муравьи, живущие в огромных и хорошо организованных сообществах, по своему умственному развитию никогда не сравниваются с человеком. Несомненно, поразительные интеллектуальные достижения *Homo sapiens*, в значительной степени явившись следствием специфических свойств архитектуры нашего мозга, — уникальный генетический дар, не доставшийся ни одному другому живому существу. Приведенные замечания помогут нам несколько уточнить представление о качественном сверхразуме. Итак, это интеллект, в качественном отношении значительно более сильный, чем человеческий, — настолько, насколько человеческий ум превосходит по качеству ум слонов, дельфинов и шимпанзе.

Второй способ уточнить определение качественного сверхума — указать на локальный когнитивный дефицит, которым страдают некоторые люди, особенно когда он не вызван общим слабоумием или иными условиями, связанными с нарушением функционирования нейровычислительных ресурсов мозга. Возьмем, например, людей, страдающих аутизмом, — дефицит социального познания не мешает им нормально действовать в других познавательных сферах; или людей с врожденной амузией, неспособных промурлыкать или распознать даже простые мелодии, — кроме этого неудобства, их жизнь ничем не отличается от жизни остальных людей. В специализированной литературе по психоневрологии в изобилии приведены описания пациентов, страдающих от узколокальных патологических состояний мозга, вызванных генетическими нарушениями или травмами. Эти примеры показывают, что нормальные взрослые люди обладают широким спектром удивительных познавательных талантов, которые нельзя считать простой функцией общей мощности нейровычислительной системы или даже достаточного уровня общего интеллекта — требуется также специфическая схема взаимодействия нейронов. Из этого наблюдения следует идея *возможных, но нереализованных талантов познания* — то есть талантов, которыми не обладает ни один человек, даже если другие интеллектуальные системы, причем не превосходящие человеческий мозг с точки зрения вычислительной мощности, которые их имеют, могли бы очень сильно выиграть из-за своей способности выполнять широкий спектр стратегически важных задач.

Соответственно, обратившись к примеру животных и людей, страдающих специфическими нарушениями познавательных способностей, мы можем получить некоторое представление о различных качествах интеллекта и их практических отличиях. Если у *Homo sapiens* отсутствовали бы (лишь в качестве примера) когнитивные модули, позволяющие ему формировать сложные речевые конструкции, он остался бы лишь еще одним видом обезьян, живущих в гармонии с природой. И напротив, найди человек разумный способ *обрести* некий новый набор модулей, обеспечивающий его преимуществом, сопоставимым со способностью формировать сложные речевые конструкции, он стал бы человеком сверхразумным.

Прямая и опосредованная достигаемость

Сверхразум, возникший по какому-то одному из описанных выше типов, со временем мог бы развить технологии, необходимые для создания сверхразума и по остальным типам. Таким образом, *опосредованно* все три типа сверхразума одинаково достижимы. В этом смысле опосредованная достигаемость интеллекта человеческого уровня попадает в тот же класс эквивалентности, если исходить из допущения, что мы вообще способны прийти хотя бы к какому-то сверхразуму. Однако в чем-то эти три типа гораздо ближе друг к другу, поскольку любой из них способен создать два других гораздо быстрее, чем мы — один из них, если брать за точку отсчета сегодняшнее развитие технологий.

Прямую достигаемость трех разных типов сверхразума сравнивать сложнее. Скорее всего, ранжировать их не получится. Возможности каждого из них зависят от того, в какой степени они демонстрируют свои преимущества, то есть *насколько* быстро работает скоростной сверхразум, *насколько* качественнее качественный сверхразум и так далее. Максимум мы можем сказать, что при прочих равных скоростной сверхразум отлично справляется с задачами, требующими быстрого выполнения длинной последовательности шагов, которые должны быть сделаны один за другим, в то время как коллективный сверхразум лучше показывает себя в задачах, допускающих аналитическую декомпозицию на параллельные подзадачи, а также в таких, когда требуется комбинация множества различных точек зрения и наборов навыков. Качественный сверхразум в некотором смысле должен быть самым универсальным типом, поскольку способен справиться с задачами, находящимися вне пределов *прямой* достигаемости скоростного и коллективного сверхразумов¹⁴.

Не все в нашей жизни определяется этими категориями, и не всегда количество способно заменить качество. Один гениальный отшельник*, запершись в спальне, обитой пробковым дубом, способен написать «В поисках утраченного времени». Можно ли создать подобный шедевр, собрав в одном помещении множество поденщиков от литературы?¹⁵ При всем существующем многообразии человеческих характеров и дарований мы видим, что в некоторых случаях работа только выигрывает, когда ее выполняют не мириады посредственностей, а берется за нее всего лишь один специалист, но блестящий мастер своего дела. Если посмотреть на это шире, то придется признать вероятность существования таких интеллектуальных задач, с которыми сможет справиться только сверхразум — они окажутся не по плечу даже огромному коллективу обычных людей без усовершенствованных когнитивных способностей.

Таким образом, могут быть задачи, которые способен решить качественный сверхразум и, возможно, скоростной сверхразум, но не слабоинтегрированный коллективный сверхразум¹⁶ (если, конечно, он не займется в первую очередь развитием собственных возможностей). Мы не сможем определить точно характер этих задач, но попробуем описать их в общем виде¹⁷. Скорее всего, такая задача должна состоять из мультикомплексных взаимозависимостей, не позволяющих разбить ее на автономные подструктуры, следовательно, ее решение может потребовать качественно нового понимания или нового подхода, которые слишком сложны для восприятия нынешнего поколения смертных. В категорию подобных задач могут попадать отдельные виды художественного творчества, стратегических моделей и даже некоторых научных открытий. Кто-то скажет, что медлительность и крайняя неуверенность в себе в деле решения так называемых вечных вопросов философии связаны с неприспособленностью коры головного мозга человека к умозрительным размышлениям. Поэтому деятельность наших известных философов напоминает походку собаки, которую хозяин заставляет ходить на задних лапах: они насилу достигают «уровня исполнения», который *хоть каким-то образом* позволяет заниматься этой деятельностью¹⁸.

Источники преимущества цифрового интеллекта

Серьезные последствия могут иметь даже незначительные изменения в объеме и устройстве мозга, что видно, если сравнить интеллектуальные

* Речь идет о Марселе Прусте.

и технологические достижения людей и человекообразных обезьян. Те сверхмасштабные изменения в вычислительной мощности и архитектуре, которые позволяет осуществить использование искусственного интеллекта, могут иметь гораздо более глубокие последствия. Нам очень трудно — если вообще возможно — интуитивно понять, на что способен сверхзум, можно попытаться лишь приблизиться к этому пониманию, взглянув на преимущества, которыми обладает цифровой интеллект. Легче всего оценить плюсы аппаратного обеспечения.

- *Скорость вычислительных элементов.* Пиковая скорость работы биологических нейронов — около 200 Гц, что на семь порядков медленнее современных микропроцессоров (примерно 2 ГГц)¹⁹. Как следствие, человеческий мозг вынужден полагаться на масштабное распараллеливание задач и неспособен быстро выполнять вычисления, требующие большого количества последовательных операций²⁰. (Мозгу под силу лишь несколько десятков таких операций, максимум — чуть больше сотни.) При этом многие из наиболее важных алгоритмов в программировании и кибернетике не так-то легко поддаются распараллеливанию. Многие когнитивные задачи можно было бы решать гораздо эффективнее, если бы естественная склонность мозга к параллельным алгоритмам распознавания образов дополнялась бы возможностью — и интегрировалась с возможностью — быстрых последовательных вычислений.
- *Скорость внутренних коммуникаций.* Аксоны передают потенциал действия со скоростью 120 м/с или даже меньше, в то время как электронные центры обработки информации используют оптику, в которой информация передается со скоростью света (300 000 000 м/с)²¹. Медлительность нейронных сигналов ограничивает размеры биологического мозга, который может функционировать как единый вычислительный блок. Например, чтобы задержка в передаче сигналов от одного элемента к другому и обратно между двумя произвольными элементами системы не превышала 10 мс, объем биологического мозга не должен быть больше $0,11 \text{ м}^3$. А размер аналогичной электронной системы может равняться $6,1 \times 10^{17} \text{ м}^3$ (это размер карликовой звезды), то есть на восемнадцать порядков больше²².
- *Количество вычислительных элементов.* В человеческом мозгу чуть меньше 100 миллиардов нейронов²³. Он примерно в три с половиной раза больше мозга шимпанзе (правда, при этом в пять раз меньше мозга

- кашалота)²⁴. Очевидно, что количество нейронов в биологическом существе ограничено объемом черепа и особенностями метаболизма, но в случае крупного мозга вступают в действие и другие ограничения (охлаждение, время созревания, задержки в передаче сигнала — см. предыдущий пункт). В отличие от биологического мозга, компьютерное оборудование масштабируется до гигантских физических размеров²⁵. Суперкомпьютеры могут быть размером со склад или даже больше, причем с помощью высокоскоростных кабелей к ним можно подключать дополнительные удаленные вычислительные мощности²⁶.
- *Емкость памяти.* Человек способен удерживать в кратковременной памяти не более четырех-пяти блоков информации одновременно²⁷. Хотя сравнивать напрямую кратковременную память с оперативной памятью компьютера не совсем корректно, ясно, что конструктивные преимущества цифрового интеллекта позволяют ему иметь рабочую память гораздо большего размера. Это значит, что такой интеллект способен интуитивно схватывать суть сложных взаимоотношений, которые люди могут нащупать лишь при помощи кропотливого труда²⁸. Долгосрочная человеческая память также ограничена, хотя пока и не ясно, способны ли мы исчерпать ее возможности по хранению информации в течение обычной человеческой жизни, ведь скорость накопления нами информации так мала. (По одной из оценок, мозг взрослого человека может хранить примерно миллиард бит, что на пару порядков величины меньше, чем самый простой смартфон²⁹.) В случае машинного мозга больше и объем хранимой информации, и скорость доступа к ней.
 - *Надежность, продолжительность жизни, сенсоры и другое.* Машинный интеллект может иметь и другие преимущества на уровне оборудования. Например, биологические нейроны менее надежны, чем транзисторы³⁰. Поскольку зашумленные вычисления требуют дополнительных схем декодирования, в которых для обработки единственного бита информации требуется множество элементов, цифровой интеллект получает некоторое преимущество благодаря использованию надежных высокоточных вычислительных элементов. Мозг устает уже после нескольких часов работы и начинает сдавать через несколько десятков лет субъективного времени, у микропроцессоров таких ограничений нет. Поток данных в машинном мозгу можно увеличить за счет добавления миллионов сенсоров. В зависимости

от используемой технологии машина может иметь изменчивую архитектуру, способную к оптимизации при изменении требований к выполняемым задачам, в то время как большая часть архитектуры мозга человека фиксирована с рождения, если она и меняется, то незначительно (хотя связи между синапсами могут меняться в течение таких коротких промежутков времени, как несколько дней)³¹.

В настоящее время вычислительная мощность биологического мозга все еще превосходит мощность компьютеров, хотя самые современные сверхмощные компьютеры уже достигают уровня производительности, соответствующей оценкам производительности человеческого мозга³². Но компьютерное оборудование очень быстро совершенствуется, и предельные возможности его вычислительной мощности намного превышают возможности вычислительных систем биологических компьютеров.

Цифровой мозг имеет крупные преимущества также с точки зрения программного обеспечения.

- *Редактируемость.* С параметрами ПО можно экспериментировать, что практически нельзя делать с нейронной системой биологического головного мозга. Например, в компьютерной модели мозга можно легко посмотреть, что будет, если добавить больше нейронов в ту или иную область коры головного мозга, если повысить или понизить их возбудимость. Проведение таких экспериментов на живом биологическом мозгу было бы гораздо более трудным делом.
- *Дублируемость.* Можно быстро сделать сколько угодно точных копий ПО для установки на имеющееся оборудование. Напротив, чтобы воспроизвести биологический мозг, потребуется очень много времени, поскольку каждый «новорожденный» совершенно беспомощен и не помнит ничего, чему научились его «родители» в течение своей жизни.
- *Координация целей.* Коллективы людей страдают от неэффективности, связанной с тем, что практически невозможно достичь полного единства целей их членов, — и так будет по крайней мере до тех пор, пока не получится добиться покорности при помощи лекарственных препаратов или генетической селекции. У клана копий (группы идентичных или почти идентичных программ, разделяющих общие цели) таких проблем с координацией нет.
- *Использование общей памяти.* Биологический мозг нуждается в длительном обучении и наставничестве, в то время как цифровой может

получать воспоминания и навыки, обмениваясь файлами с другими программами. Популяция из миллиарда копий программ искусственного интеллекта могла бы периодически синхронизировать свои базы данных, чтобы каждая из них знала все, чему остальные научились за прошедший час. (Прямая передача данных требует стандартизированных форматов представления информации. Поэтому простой обмен когнитивным контентом высокого уровня между любой парой программ искусственного интеллекта невозможен. В частности, это не получится сделать для компьютерных моделей мозга первого поколения.)

- *Новые модули, модели поведения и алгоритмы.* Восприятие зрительных образов кажется нам простым и не требующим усилий делом, в отличие от решения геометрических задач из школьного учебника, несмотря на то что для этого требуется огромный объем вычислений, чтобы создать реконструкцию трехмерного мира, населенного знакомыми нам объектами, из возникающих на нашей сетчатке двумерных моделей. А простым нам это кажется потому, что в нашем мозгу имеется специальный низкоуровневый нейронный механизм для обработки визуальной информации. Эта низкоуровневая обработка происходит неосознанно и автоматически, без расходования психической энергии и без отвлечения внимания. Восприятие музыки, использование языка, социальное познание и другие формы обработки информации, «естественной» для нас, людей, похоже, также поддерживается специализированными нейровычислительными модулями. Искусственный интеллект, в котором имелись бы такие же модули поддержки в важных для современного мира предметных областях, таких как, например, программирование и разработка проектов и бизнес-стратегий, имел бы большое преимущество перед нами, поскольку человеку, чтобы думать о таких вещах, приходится полагаться на неуклюжий универсальный механизм познания. Кроме того, для использования преимуществ, специфических для компьютеров, — скажем, быстрых последовательных вычислений — могут быть созданы специальные новые алгоритмы.

Пределные преимущества машинного интеллекта, представляющего синтез аппаратного и программного обеспечений, просто громадны³³. Но насколько быстро можно реализовать этот потенциал? Ответом на этот вопрос мы займемся в следующей главе.



[Почитать описание, рецензии
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

