

Нейрокомпьютерные интерфейсы нового поколения

Исследователи из Массачусетского технологического института (MIT) избрали совершенно иной подход. Они сконструировали устройство под названием *AlterEgo*, которое вообще не считывает мозговые волны, а работает на основе так называемой субвокализации. Проговаривая слова в уме, мы активируем мышцы голосовых связок. *AlterEgo* может улавливать эти тончайшие мышечные колебания и расшифровывать их. Получается безмолвная речь.

«Мы подумали: можно ли создать вычислительную платформу, скорее внутреннюю, чем внешнюю, которая в определенной мере объединяет человека и машину и воспринимается как внутреннее продолжение нашей познавательной деятельности? — говорит Арнав Капур, приступивший к работе над этим проектом, еще будучи аспирантом в MIT⁷. — Только представьте: можно было бы все идеально запоминать, проводить расчеты быстрее любого компьютера, молча посылать СМС другим людям, мгновенно стать полиглотом, когда будешь слышать в голове текст на одном языке, а сам говоришь на другом»⁸.

Капур вырос в индийском Нью-Дели, поэтому видит этот проект по-своему. Он хочет создавать технологии, которые станут для нас подспорьем, а не заменят нас. Его цель — проектировать приборы, которые стимулировали бы любознательность и креативность, при этом

наращивая наши когнитивные возможности. Кажется, что изобретательность Капура безгранична. Ему еще нет и тридцати, а он уже изобрел дрон, который можно напечатать на 3D-принтере, экспериментировал с крупномасштабным измерением экспрессии генов, изобрел аудиоустройство, рассказывающее о мире слабовидящим, а также участвовал в проектировании лунного автомобиля.

Команда из MIT доработала *AlterEgo* до такого уровня, что система уже распознает простейшие ключевые фразы, например «Который час?», и отвечает через наушники с костной проводимостью, так что пользователь слышит ответы. Также система может выполнять примитивные задачи, например складывать числа или двигать курсор на экране. Вероятно, главное достоинство *AlterEgo* заключается в том, что это не полноценный нейрокомпьютерный интерфейс. То есть он не может читать сокровенные мысли, а улавливает только то, что образуется в процессе субвокализации.

«Мы считаем чрезвычайно важным, чтобы такой интерфейс для повседневного использования не вторгнулся в сокровенные мысли пользователя, — говорит Капур. — Прибор не обладает каким-либо физическим доступом к нервной деятельности человека. Мы считаем, человек должен полностью контролировать, какую информацию он сообщает окружающим или компьютеру»⁹.

Не умаляя всего достигнутого прогресса, прототип из MIT по-прежнему не завершен. Когда я связался с Капуром и спросил его, готов ли прибор для коммерческого использования, он ответил, что устройство по-прежнему в некоторых отношениях сырое. Но при наличии времени и денег его цель — сделать прибор «невидимым», то

есть добиться, чтобы он отвлекал человека не сильнее, чем пара беспроводных наушников-капелек.

AlterEgo — всего одна из новых технологий, которые воплощаются в реальность прямо сейчас и потенциально способны изменить будущее нейрокомпьютерных интерфейсов. Другая такая технология — эпидуральная электроника, то есть электронные татуировки. Они тоньше листа бумаги и гибкие, как лейкопластырь. Их можно просто наклеивать на кожу — и они сразу начинают считывать ваши мозговые волны. Европейские исследователи тестируют электроды, выполненные в виде электронных татуировок. По точности они не уступают традиционным устройствам для ЭЭГ, производить их можно на обычном струйном принтере. Осталось лишь дождаться, пока появятся стартапы, которые начнут продвигать нейрокомпьютерный интерфейс, который можно наклеить за ухом или под челкой, — и никто его не заметит.

На подходе и другие технологии, которые могут обеспечить гораздо более точное считывание мыслей, чем ЭЭГ. Например, квазибаллистические фотоны могут проникать в череп и показывать, что происходит в мозге. Они гораздо точнее ЭЭГ. В 2017 году Марк Цукерберг, вдохновившись их потенциалом, организовал в своей компании специальный аппаратный отдел *Building 8*, чтобы исследовать возможность применения этой технологии. Ранний анонс, сделанный *Facebook*^{*}, сопровождался большой шумихой, но с тех пор видимых результатов так и не было. Дело в том, что предлагаемый

* Деятельность компании запрещена в России. — *Примеч ред., здесь и далее, если не указано иное.*

метод извлечения нейронной информации по-прежнему слишком медленный для потребительского устройства.

В мире тестируются и другие технологии, в частности ультразвуковые, радиочастотные, связанные с магнитными и электрическими полями. Некоторые исследователи пробуют даже нанопреобразователи, то есть крошечные устройства шириной с человеческий волос, позволяющие переводить подаваемую извне магнитную энергию в электрический сигнал внутри мозга. Если внедрить такие устройства человеку в голову, то они могут действовать как нейрокомпьютерный интерфейс. Еще одна возможность — при помощи вирусов вставлять в клетки нужную ДНК, изменяя функцию клеток так, что сама клетка превращается в нанопреобразователь.

Теодор Бергер, биомедицинский инженер из Университета Южной Калифорнии, — мыслитель, экспериментатор и мечтатель. Он вырос в семье, где придавали особое значение самоанализу и достижениям — таким, которые влияют на жизнь окружающих. Бергер, осознав, что психологических методов не хватает для полного понимания причинно-следственных связей человеческого поведения, посвятил жизнь разгадке этой головоломки. Он занимается разработкой искусственного гиппокампа, преобразующего кратковременные воспоминания в долговременные.

«Мы не закладываем отдельные воспоминания обратно в мозг, — говорит Бергер, — а развиваем саму способность к формированию воспоминаний»¹⁰. Это первый шаг к пониманию того, как в мозге хранятся долговременные воспоминания. Если эти исследования увенчаются успехом, далее можно будет обрисовать, как записывать воспоминания напрямую в мозг.

Примечательно, что Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) вкладывает десятки миллионов долларов в изучение умных касок и других двунаправленных устройств, предназначенных для считывания данных из мозга солдата и записи новых данных в память. Этот проект называется «Неинвазивные нейротехнологии следующего поколения». «Создав более доступный нейрокомпьютерный интерфейс, для внедрения которого не требуется хирургическое вмешательство, DARPA может обеспечить командиров ресурсами, которые позволят им оставаться эффективными участниками силовых операций в условиях, когда события разворачиваются со стремительной скоростью», — считает Эл Эмонди, эксперт DARPA по нейротехнологиям и человеко-машинным взаимодействиям¹¹.

Команда DARPA, занятая в Университете Карнеги — Меллона, работает над совершенно неинвазивным устройством, в котором при помощи ультразвуковых волн свет будет направляться в мозг и на выход из мозга, чтобы таким образом записывать активность нейронов, а при помощи интерферирующих электрических полей заносить информацию в конкретные нейроны. Команда DARPA, занятая в Университете Райса, стремится разработать минимально инвазивную двунаправленную систему для информационного обмена с мозгом на вход и на выход. Для считывания это устройство будет использовать диффузионную оптическую томографию (ДОТ). Для записи будет применяться магнитно-генетический подход, при котором нейроны становятся восприимчивы к магнитным полям.

Очевидно, Министерство обороны США считает, что возможно и считывание, и запись информации в мозг.

Ценность этой технологии для армии ясна. В суматохе и шуме реального боя солдат, использующий нейрокомпьютерный интерфейс, может делиться информацией и работать совместно с облачным ИИ, спутниками, дронами, танками и различными роботами, и все это — в режиме реального времени. Такая технология может превратить целое подразделение, как личный состав, так и машины, в единое мощное орудие.

Итак, что же в остатке? Сложно сказать, поскольку технологический прогресс нелинеен. Он наступает неровными всплесками. Крупный прорыв может воплотиться в реальность завтра, а может — лишь через годы и даже десятилетия. Но мы точно знаем, что он произойдет. Не приходится сомневаться, что рано или поздно нейрокомпьютерные интерфейсы обеспечат органичное подключение человека к интернету.

Мозговые ассистенты и приложения для мозга

Как нейрокомпьютерные интерфейсы преобразят нашу повседневную жизнь? Заменят ли эти устройства в конечном итоге смартфон как основное средство коммуникации? Вполне вероятно, особенно если они будут приспособлены для органичного взаимодействия с нашими когнитивными функциями — таким образом, что оперирование мозговым ассистентом станет восприниматься не менее естественно, чем разговор с самим собой. В конце концов, мы постоянно ведем такой мысленный диалог. Почему бы не подключить к этим

беседам продвинутой ИИ, тем более если он поможет нам решить определенные проблемы, улучшить самочувствие и эффективнее работать?

Такой тщательно продуманный ИИ будет рассчитан на интеграцию с нашим когнитивным потоком, чтобы восприниматься как нечто непринужденное и естественное, а не насильственное. В отличие от диалогов с *Siri*, *Alexa* или *Google Home*, которые могут быть слегка утомительны, разговор с хорошо спроектированным когнитивным ИИ сольется с потоком наших мыслей, поэтому мы не будем осознавать его искусственность, пока это не потребуется. ИИ станет постоянно отслеживать наш внутренний диалог, превосхищать, что нам нужно, и будет готов откликнуться на те желания, которые он выявит. Если нам будет не под силу вспомнить какой-то факт без подсказки, то ИИ активирует интеллектуального агента, чтобы найти нужную информацию в интернете, и представит ее нам. Отправить письмо, сделать звонок, завязать разговор с кем-либо будет не сложнее, чем припомнить нужное имя, а затем прямо в уме черкнуть сообщение этому человеку.

В то же время мы прямо в голове сможем просматривать интернет-страницы — достаточно будет всего лишь подумать о том, что мы хотим узнать. Отпадет необходимость что-либо запоминать, когда мы просто сможем найти онлайн все что угодно в режиме реального времени. А если мы захотим что-либо сохранить, чтобы иметь это под рукой, то сможем расширить возможности нашего мозга с помощью практически неограниченного виртуального хранилища. Со временем нам удастся закачивать и сохранять любые сформировавшиеся у нас мысленные образы, отсылать

их друзьям и коллегам, примерно так, как сегодня мы делимся фото и видео.

Должно быть, мы также сможем получить доступ к вычислительной мощности компьютеров со всего мира, чтобы выполнять сложные расчеты. Чтобы еще больше развивать наш интеллект, появится множество специализированных приложений для мозга. Точно так же как сейчас мы скачиваем приложения на смартфон, в будущем мы смогли бы выбирать из широкого спектра приложений для тренировки ума, которые помогут нам организовывать деятельность, обмениваться опытом, играть в игры, обращаться на фондовые рынки, переводить текст с иностранных языков, планировать путешествия и делать многое другое.

Эти приложения спроектируют так, чтобы их работа естественным образом сочеталась с нашими базовыми когнитивными процессами и была нацелена на то, чтобы эффективно организовать нашу жизнь, одновременно упростив ее. Они станут решать, например, такие задачи: напоминать о назначенных встречах и планировать их, управлять проектами, связанными с нашей работой, следить за финансами и выполнением всевозможных рутинных обязанностей. Мы даже сможем поручать «мозговому ассистенту» действовать от нашего имени, вести переговоры по бизнес-сделкам, подписывать договоры, покупать подарки родственникам, а также присматривать за детьми.

В какой-то момент мы, возможно, начнем воспринимать такого ассистента как продолжение себя. И сможем доверять ему действовать в наших законных интересах, спокойно делегировать многие задачи, позволяя находить лучшие решения. Но как бы чудесно и полезно все это на первый взгляд ни выглядело, у

такой помощи есть и обратная сторона. Учитывая, что доступ к нашему мозгу получит кто угодно, в том числе большие корпорации, мы серьезно рискуем безопасностью и неприкосновенностью частной жизни. Что, если наш мозг взломают?

Взлом мозга, контроль разума и ментальная приватность

Даже если нейрокомпьютерные интерфейсы смогут значительно улучшить качество жизни, позволить нам лучше справляться с работой и создать условия для невероятных новых впечатлений, хотим ли мы в самом деле, чтобы эти устройства открывали доступ к нашим самым сокровенным мыслям?

Конечно, большинство из нас смирилось с тем, что большие компании вроде *Facebook*, *Amazon*, *Apple* и *Google* отслеживают, что мы делаем в Сети: начиная от разговоров с друзьями и просмотра веб-страниц и заканчивая тем, какими приложениями мы пользуемся, какие товары покупаем и где находимся в любое время суток. Вероятно, вы думаете, что многие беспокоятся о неприкосновенности своей частной жизни, но это не так. Большинство это просто не волнует. Смартфоном пользоваться настолько удобно, что это перевешивает лавиную долю опасений по поводу собственных данных.

Компании вроде *Facebook* обратили себе на пользу такую беспечность, стремясь довести до максимума

свою выручку. В настоящее время у *Facebook* возникли противоречия с правительствами по всему миру в связи со злоупотреблениями данными пользователей. Многие страны, в том числе члены ЕС, принимают все более жесткие законы, касающиеся неприкосновенности частной жизни, а многие политики в США предпочли бы, чтобы *Facebook* распался или строго регулировался.

В то же время обычные люди уже фактически сдались. Они не уходят массово из *Facebook*, даже после того как компания неоднократно им лгала, передавала их данные неблагонадежным лицам и не проявляла уважения к личному пространству пользователей. Но тем не менее акции *Facebook* восстановились, и хотя на словах компания признает обоснованность жалоб, очевидно, что прибыль для нее по-прежнему важнее конфиденциальности.

Если власти не вмешаются и не защитят частную жизнь граждан, то будут ли данные, снятые с нейрокомпьютерных интерфейсов, защищены хотя бы немного лучше, чем наша информация, которая хранится в электронном формате? Сомнительно. Если органы власти будут сквозь пальцы смотреть на то, что можно делать при помощи таких устройств, то корпорации, естественно, воспользуются этим для развития своего бизнеса. Большинство компаний добровольно не откажется от права использовать извлеченные из мозга данные в целях маркетинга, продажи рекламы, оказания персонализированных услуг либо прогнозирования человеческого поведения.

Поэтому мы должны задаться вопросом: действительно ли нам нужны такие устройства и доверяем ли мы властям нашу защиту? Даже если правительство обязет соблюдать некоторые нормы, станут ли компании,