

НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ

И ЭВОЛЮЦИЯ ИНТЕРНЕТ

О перспективах нейроинтерфейсов и глобальной сети Интернет размышляет директор НТЦ "Интрофизика" (г. Рыбинск) В.Никитин. Статья является продолжением материала, опубликованного в журнале "Наноиндустрия", 2009, 1(13).

КИБОРГИЗАЦИЯ: БУРЯ ЭМОЦИЙ

Хотя мы ждали от 21 века очередных технических чудес, стратегия развития электронной промышленности России поразила всех. В ней заявлено: "Внедрение нанотехнологий должно еще больше расширить глубину их проникновения в повседневную жизнь. Должна быть обеспечена постоянная связь каждого индивидуума с глобальными информационно-управляющими сетями типа Интернет. Нанозлектроника будет интегрироваться с биообъектами и обеспечивать непрерывный контроль за поддержанием их жизнедеятельности, улучшением качества жизни. Широкое распространение получают встроенные беспроводные нанозлектронные устройства, обеспечивающие постоянный контакт человека с окружающей интеллектуальной средой, получают распространение средства прямого беспроводного контакта мозга человека с другими людьми, окружающими предметами и транспортными средствами. Тиражи такой продукции превысят миллиарды штук в год" [1]. Обыватель не читал ничего подобного даже в желтой прессе.

По традиции все по-настоящему хорошие начинания у нас принято сначала ругать. В заметке "Нанопудра для мозгов, или фантасты из Минпромэнерго" [2] экспертов назвали "кремлевскими мечтателями". Общественность забила тревогу, утверждая, что это система абсолютной власти над людьми [3].

Этические проблемы "киборгизации" регулярно обсуждаются во всем мире, а в США проводится "Саммит по сингулярности", который организует Р.Курцвейл [4]. (Футурологи называют сингулярностью точку перехода цивилизации в состояние "соответствующее лавинообразно растущему потоку информации".) Проще говоря, интеллект всего человечества должен объединиться в матрицу.

УПРАВЛЕНИЕ МЫСЛЬЮ

Более 90% объема мозга человека занимают нейросоединения. Создание имплантируемых нейроинтерфейсов открывает уникальные возможности в области создания техники, управляемой мыслью. Опволоконные нейроинтерфейсы, позволяющие вводить электронный сигнал в нейроструктуры био-

объектов, рассмотрены ранее [5]. Для управления техникой нужны нейроинтерфейсы, способные выводить информацию из мозга и вводить ее в вычислительные структуры. В США и Японии уже производятся такие интерфейсы в виде налобных повязок для управления "силой мысли" игрушками. Наибольших успехов достигла корпорация QUASAR (США), которая разрабатывает нейроинтерфейс для управления беспилотными самолетами, похожий на сетчатый шлем на голове пилота. Недостаток одеваемых нейроинтерфейсов – их низкая "разрешающая способность". Для тонкого управления необходимо подключение к нейромагистральям мозга. Решить эту задачу можно на базе имплантируемых нейроинтерфейсов.

В университете Carnegie Mellon (США) в мозг двум макакам вживили массив электрических контактов. Макак заставляли думать о еде и учили управлять искусственными конечностями.

Эксперименты с парализованными людьми проводились компанией Cyberkinetics (США). Система BrainGate, внедренная в мозг 24-летнего паралитика, позволяла ему в течение трех месяцев управлять телевизором и даже играть в компьютерные игры. Однако металлические имплантаты недолговечны.

Более совершенные интерфейсы могут быть созданы на основе электрической поляризации диэлектриков [6,7]. Сигналы в нейроструктуры передают по пучку световодов в виде световых импульсов. В нужной области мозга свет преобразуется в электрический сигнал, который воздействует на нейроны поляризационным способом (патент РФ №2327202) [5]. С помощью технологии интеллектуальных многоконтактных соединений (ИМКС) (патент РФ №2270493) можно соединять десятки и сотни тысяч опволоконных каналов, что очень важно для создания высококачественных нейроинтерфейсов.

КАК ОБЩАЮТСЯ НЕЙРОНЫ

Считается, что передача нервных сигналов осуществляется с помощью нейромедиаторов либо электрическим путем. Сушествовала и биогидравлическая модель передачи нервных импульсов. По концепции [8] нейроны – сложные вычисли-

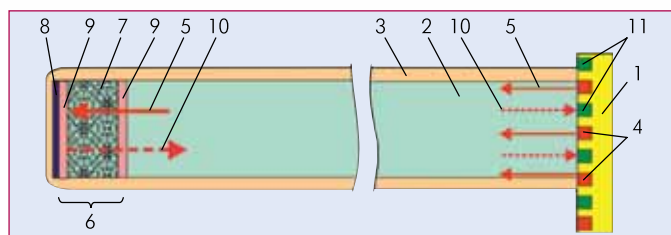


Рис. 1 Схема считывающего оптосинапса: 1 – комбинированная матрица ИМКС; 2 – волоконно-оптический световод; 3 – оболочка световода; 4 – микролазер; 5 – излучаемый луч света; 6 – активная наноструктура; 7 – слой жидкокристаллического вещества; 8 – отражающий слой; 9 – тонкопленочный поляризатор; 10 – промодулированный и отраженный луч света; 11 – фотодиод

тельные устройства, математический процесс в которых осуществляется с помощью массивов молекул тубулина. Нейроны могут "слышать" звуковые волны и реагировать на инфранили ультразвуковые колебания в окружающей их жидкости. В отростках нейронов обнаружены два рода продольно ориентированных нейрофибрилл: трубчатые нейротубулы (диаметр 20–25 нм) и нитевидные нейрофиламенты (диаметр 10 нм). Любое колебание механических тел в жидкости порождает распространение там гидроакустических колебаний. Следовательно, активность нейротубул можно зафиксировать с помощью наноразмерных датчиков гидроакустических колебаний жидкости. Обнаружить изменение активности нейронов можно и по локальным поляризационным токам, возникающим в клеточных мембранах нейронов. В этом случае размеры датчиков должны быть ~5–10 мкм.

СЧИТЫВАЮЩИЙ ОПТОВОЛОКОННЫЙ НЕЙРОИНТЕРФЕЙС

По аналогии с нейроинтерфейсами для ввода информации [5], для ее считывания с массива нейронов можно использовать модулирование света с помощью жидкокристаллического модулятора, чувствительного к электрическому полю или к колебаниям давления. Для этого можно передавать световые импульсы в нужную область мозга по пучку световодов, модулировать их там, а затем отражать обратно. Связь пучка световодов с компьютерными устройствами можно осуществить с помощью технологии ИМКС с использованием комбинированных матриц, в которых излучатели объединены с приемниками. Такой нейроинтерфейс запатентован недавно в России (патент №2333526, рис.1–3). Матрица 1 соединена с пучком оптоволоконных синнапсов – мягких полимерных световодов 2, покрытых оболочкой 3. В пучке могут находиться десятки и сотни тысяч световодов. Верхние концы пучка объединены в плоскую контактную матрицу, соединенную с матрицей 1, а нижние концы снабжены чувствительной наноструктурой. В торец каждого световода должно попадать излучение минимум от одного лазера.

В нейроструктуру имплантат вводится в виде пучка оптосинапсов, помещенных в защитную оболочку. После ее рас-

сасывания оптосинапсы распределяются среди нейронов 13 в зонах их активности 14. В матрице 1 луч света 5 от лазера 4 попадает в световод 2 и по нему достигает наконечника с активной наноструктурой 6. Проходя через первый поляризатор 9, свет поляризуется, затем модулируется слоем жидкокристаллического вещества 7, которое реагирует на изменение электрического или гидроакустического поля мембран нейронов 13. Промодулированный луч света поляризуется вторым поляризатором 9 и отражается от слоя 8 обратно к матрице 1 в виде модулированного луча 10, который принимается фотодиодом 11, преобразуется в электрический сигнал и выводится в электронное устройство, соединенное с матрицей 1 по технологии ИМКС. Таким способом осуществляется связь нейронной структуры с вычислительным устройством.

Чем с большего числа нейронов снимаются управляющие сигналы, тем точнее и полнее получаемая информация. Возможно, для управления протезами, транспортом или оружием будет достаточно 5–10 тыс. контактов. Эту задачу можно решить за 5–7 лет. Но для считывания видеoinформации или мыслеформ количество контактов должно быть увеличено как минимум на два порядка. Так что чтение снов и мыслей станет возможно не раньше, чем через 20–30 лет.

В процессе совершенствования имплантируемые нейроинтерфейсы позволят создать удобные и невидимые внешне средства связи.

Можно представить, что в кабинах самолетов и космических кораблей исчезнет все, что напоминает средства управления. Необходимая информация будет отображаться прямо на экране внутреннего зрения оператора, и с помощью нейроинтерфейсов команды могут передаваться управляющему компьютеру незаметно для окружающих.

ЭПОХА БОЛЬШОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЗРЫВА

Десять лет назад к глобальной сети было подключено всего 60 млн. компьютеров. Сейчас в мире каждую секунду работает около 2 млрд. электронных устройств. Вычислительная

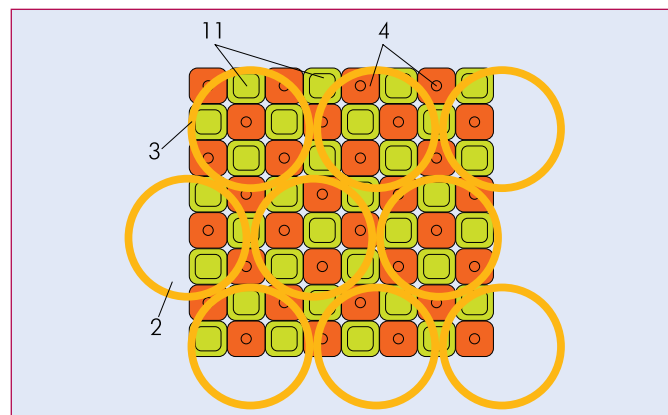


Рис. 2 Схема комбинированной матрицы ИМКС и ее соединение с пучком оптосинапсов

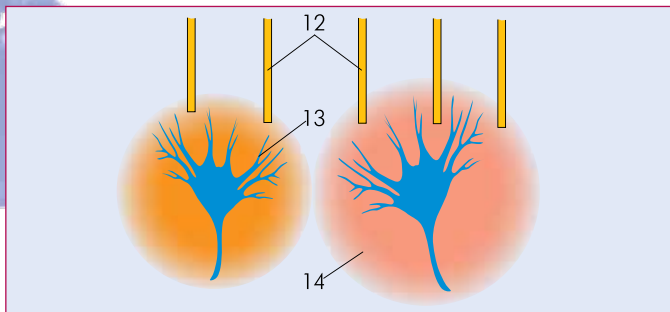


Рис.3 Соединение считывающего интерфейса с нейроструктурой

мощь Интернета выросла более чем в 300 тыс. раз, т.е. сеть, как биоэлектронный всепланетный суперорганизм развивается взрывным путем. Мы живем в эпоху Большого Интеллектуального Взрыва. Что же станет конечным результатом этого взрыва? Неужели Матрица? Насколько опасна она для человечества? А, может быть, Матрица – это совсем не страшно?

Развитие глобальной сети обусловлено тем, что она эффективно способствует усилению интеллектуального потенциала наций. Это привело к появлению производств нового типа – сетевым корпорациям. Уже известны структуры, в которых одновременно функционируют сотни тысяч терминалов. Уникальные способности к виртуальной концентрации производственных возможностей в сочетании с оперативностью прохождения информации и принятия решений дают сетевым корпорациям важные конкурентные преимущества. Их появление и развитие постепенно приводит к качественному изменению мирового производства. Наиболее наглядно это проявилось в финансовой сфере, где информационно-технологический прорыв привел к тому, что наиболее успешные финансовые компании превратились в сетевые корпорации, работающие с деньгами, как с информационным продуктом. Финансы, торговля, средства массовой информации уже повсеместно прижились в сети. Постепенно в сеть перемещается и производство интеллектуальной продукции.

С ростом автоматизации предприятий количество сетевых рабочих мест будет непрерывно расти. Погружение предприятий в сеть оптимизирует производственную структуру, сокращает транспортные затраты работающих, сокращает потери их личного времени, снижает потребность предприятий в компьютерном оборудовании и офисных помещениях. Погружение в сеть позволит гражданам меньше уставать, работая в комфортных условиях дома. Они будут меньше болеть и больше успевать.

ЭВОЛЮЦИЯ ИНТЕРНЕТА

Анализируя процессы развития сети и успехи нанотехнологий, которые переплетаются и стимулируют друг друга, уже сейчас можно сделать следующие прогнозы.

2010–2020 гг. Ожидается повсеместное распространение мобильных широкополосных сетей. Кризис стимулирует снижение издержек и активное погружение мировой эконо-

мики в сеть. Оно будет сопровождаться интенсивным развитием сетевых финансов, электронной торговли и служб доставки товаров пользователям "к порогу". Массовое создание рабочих мест в сети облегчит течение кризиса, станет эффективным способом борьбы с безработицей. Начнется создание национальных киберармий (как в США) и средств контроля сетей (как в Китае).

2020–2025 гг. Вероятно завершение мирового финансового кризиса. Сети начнут приносить развитым государствам основную прибыль. Обороты корпораций, функционирующих в сети, станут выше оборотов "реальной" экономики. После серии киберконфликтов произойдет разделение Интернета на национальные сети. Доступ граждан в них станет не только бесплатным, но и будет всячески поощряться. Будут созданы национальные сетевые законодательства, органы власти и правопорядка. Каждая страна станет защищать свое экономическое и культурное киберпространство.

2025–2035 гг. Создание имплантируемых нейроинтерфейсов. Возникнут первые биокиберсети, к которым можно будет подключаться с помощью имплантатов. Люди повсеместно смогут работать в комфортной среде в удобное время, поэтому средняя продолжительность жизни вырастет до 75–90 лет.

2035–2055 гг. Будут созданы первые матричные структуры для медицинских целей – кибергоспитали. Там в матричных биоэлектронных структурах станет возможным временное сохранение сознания и памяти людей в случаях разрушения их организмов в результате болезней или травм. Продолжительность жизни людей может вырасти до 100–150 лет.

2055–2080 гг. Медицинские матричные структуры усовершенствуются настолько, что позволят людям, организм которых разрушен, а сознание хранится в матричных структурах, осуществлять выход в реальное пространство в теле робота или киборга. В матрицах будет создано множество виртуальных миров, в которых смогут жить, общаться и даже работать люди, ожидающие восстановления своего организма. Таким образом, будет сохранено самое ценное, что есть в природе – творческий созидательный потенциал людей. Продолжительность жизни людей может достигать свыше 150 лет.

2080–2100 гг. Сознание и память людей будут храниться в матрице. Этот рубеж станет очень важным. Умение сохранять и накапливать творческий потенциал позволит перевести процесс развития на качественно новый уровень.

Таким образом, есть все основания утверждать, что глобальная сеть эволюционирует в матричные гуманные структуры, решающие сокровенные мечты человечества.

НАС НЕ ДОГОНЯТ!

Уже никто не сомневается, что в перспективе компьютеры научатся создавать, программировать и перепрограммировать самих себя. Но будет ли молекулярно-двоичная структура электронных компьютеров в состоянии превзойти биологи-

ческие структуры по эффективности – большой вопрос. Скорее всего, удельные вычислительные возможности биологического мозга никогда не будут достигнуты электронным путем, каких бы мощностей они ни достигали. Эволюция мозга создала уникальнейший супершедевр, который вряд ли будет превзойден неорганическим путем. Заметим, что мозг работает не с двоичной, а с широкополосной стохастической математикой. А это дает ему такие преимущества, которые недоступны двоичным вычислителям.

Сейчас самые мощные суперкомпьютеры обладают производительностью порядка 100 Терафлоп – 10^{14} оп./с. И если наши электронные конкуренты будут каждые два года удваивать свою производительность по закону Мура, то производительности 10^{27} они смогут достичь не раньше, чем через 80 лет. Однако вряд ли это произойдет, так как уже сейчас размеры транзисторов достигли атомного уровня. Скорее всего, двоичные вычисления и неорганическая электронная структура вычислительных средств – это тупиковый путь развития. Даже достигнув производительности в 10^{27} оп./с и создав самоформирующиеся компьютерные структуры, электронный разум не сможет так быстро и эффективно размножаться, как биологические структуры; не сможет уложиться в тот мизерный объем, в котором упакован человеческий мозг; не сможет работать на том минимальном количестве энергии, который расходует че-

ловеческий мозг. У него не будет еще многих преимуществ, о которых специалисты пока еще только догадываются. Природа же настолько щедра, безгранична и могущественна, что каждую секунду производит десятки тысяч саморазвивающихся биологических суперкомпьютеров, обладающих колоссальной мощностью. Природа показывает, что биологический способ вычислений куда эффективнее, чем электронный. А это значит, что мы еще не скоро догоним самих себя!

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития электронной промышленности России на период до 2025 года. http://www.nanonewsnet.ru/files/Strategiya_finish_0.doc.
2. Нанотехнолог Перлофил. Нанопудра для мозгов, или фантасты из Минпромэнерго. Интернет-журнал "Коммерческая биотехнология" <http://www.cbio.ru/modules/news/article.php?storyid=2940>.
3. Лисенков А. Научно-технический прогресс: благо или скрытая угроза свободе человека? <http://www.govoritmoskva.ru/vremya/090306191035.html>.
4. Курцвейль Р. Слияние человека с машиной. Движемся ли мы к матрице?
5. Никитин В.С. Многоканальные оптоволоконные нейроинтерфейсы. – Наноиндустрия, 2009, №1/13.
6. Max Planck Institute of Biochemistry in Martinsried, Department of Membrane and Neurophysics: <http://www.biochem.mpg.de/mnphys/>.
7. Max Planck Institute of Biochemistry in Martinsried, Department of Membrane and Neurophysics: обзор "Neuroelectronic Interfacing" <http://www.biochem.mpg.de/mnphys/publications>.
8. Пенроуз Р., Гамеров С. Слайд-лекция "Что такое мышление?" <http://www2.usu.ru/seminar608/Slideshow/intro.htm>.