

Управление компьютером «силой мысли»: сегодня и завтра

В нашей лаборатории нейроэргономики и интерфейсов мозг — компьютер Курчатковского комплекса НБИКС (нано-био-инфо-когно-социо)-технологий разработан ряд новых методов управления техническими устройствами с помощью электрических сигналов мозга. В частности, нам удалось создать первый интерфейс глаз — мозг — компьютер, работающий на основе анализа электроэнцефалограммы в моменты кратковременных фиксаций взгляда на экранных кнопках.

По моему велению, по моему хотению

Нейроинженерные технологии, позволяющие человеку управлять компьютерами и робототехникой с помощью «силы мысли» — одна из наиболее заметных областей на стыке науки и техники. Каждый год публикуется все больше исследований, связанных с разработкой новых разновидностей интерфейсов мозг — компьютер со все более впечатляющими результатами.

Если опубликованное в 2003 году в журнале *Neuropsychologia* двухстраничное письмо парализованный пациент писал целых шесть месяцев, то в 2010 году журнал *Amyotrophic Lateral Sclerosis* напечатал статью о полностью парализованном пациенте, который с помощью ИМК вел исследования в области молекулярных нейронаук и руководил небольшой научной лабораторией по электронной почте. Уже больше пяти лет свободно продаются ИМК, с помощью которых можно играть в компьютерные игры без единого движения — одной лишь «силой мысли», и по цене они вполне доступны многим геймерам.

В целом же, при взгляде со стороны могут сложиться весьма оптимистичные представления о возможности прямого взаимодействия между техническими устройствами и мозгом их пользователя. Но в этой, казалось бы, исключительно позитивной картине легко не заметить один нюанс.

Трепанация черепа с семью степенями свободы

Наиболее яркие исследования, связанные с ИМК, которым посвящены статьи в самых престижных научных журналах, — это так называемые инвазивные ИМК. Для «подключения» их к мозгу необходима нейрохирургическая операция, чаще всего — вживление электродов непосредственно в мозг. Это серьезный риск, неприемлемый для здоровых людей и нежелательный даже для тяжелых пациентов. Кроме того, стоимость таких операций на людях очень высока. Поэтому исследования с использованием инвазивных ИМК в течение еще многих лет будут выполняться в основном на животных.

Общедоступные коммерческие ИМК, как нетрудно догадаться, это неинвазивные ИМК. Их электроды считывают идущие из мозга электрические сигналы прямо с поверхности кожи головы. Иными словами, в этих ИМК используется та самая электроэнцефалограмма (ЭЭГ), которую



сейчас требуют при оформлении медицинской справки для ГИБДД.

Еще в 2011 году на международной конференции по ИМК в австрийском городе Граце отмечалось, что ни в одном эксперименте не было показано наличия принципиальной разницы между возможностями инвазивных и неинвазивных ИМК, и этому было дано вполне логичное объяснение. И те, и другие ИМК получают сигнал только с коры мозга, из-за чего во взаимодействие с ними не могут вовлекаться нижележащие структуры головного и спинного мозга, отвечающие за все нюансы естественного управления движениями. Но уже через год исследователи из Питтсбурга под руководством Эндрю Шварца, известного специалиста по моторной физиологии, смогли обучить парализованную пациентку, в кору которой были вживлены два 96-канальных блока электродов, управлению роботизированным протезом руки с семью степенями свободы. Ничего подобного при использовании неинвазивных интерфейсов никогда не удавалось достичь. И, что особенно важно, существует мало оснований надеяться на то, что в случае неинвазивных ИМК сопоставимый прогресс вообще возможен.

Сто тысяч и один нейрон

При вживлении электродов в кору ИМК может отдельно анализировать сигналы, идущие от одиночных нейронов. Мозг, «почувствовав», что у него появилась возможность выполнять действия во внешней среде с помощью изменения этих сигнала-

лов, может реализовать эту возможность, модифицировав работу, по крайней мере, некоторых из нейронов, к которым подключился интерфейс.

Это непростая задача, ведь работа каждого из нейронов тесно связана с работой еще множества других: активирующих или тормозящих этот нейрон, а также тех, кого активирует или тормозит он сам. Однако, как показали эксперименты группы Эндрю Шварца, кора мозга обладает очень высокой пластичностью, и специальная тренировка позволяет человеку за несколько месяцев в достаточной мере обучить нейроны и создать на их основе эффективный «выход» мозга сразу с несколькими параллельными каналами взаимодействия с ИМК.

При использовании ЭЭГ, регистрации на поверхности головы, подключение к отдельным нейронам невозможно. Для того чтобы в ЭЭГ возникло совсем небольшое изменение амплитуды электрического сигнала, требуется синхронная активация десятков и сотен тысяч нейронов. В противном случае сигнал не будет пропущен «фильтром», который состоит из других нейронов, кровеносных сосудов, мозговых оболочек, костей черепа, подкожной ткани и кожи. Поэтому создание даже двух параллельных каналов взаимодействия на основе ЭЭГ выглядит крайне сложной задачей.

Слишком много шума

Как же удастся обеспечить хоть какое-то функционирование неинвазивных ИМК? Ведь та переписка парализованных

текст

Сергей Шишкин

кандидат биологических наук,

Национальный исследовательский центр

«Курчатковский институт»

иллюстрация

Мария Краснова-Шаббаева



Что такое интерфейс мозг—компьютер (ИМК)

ИМК (англ. BCI — brain computer interface, также BMI — brain machine interface) — устройство для управления компьютером или подключенным к нему устройством с помощью сигналов мозгового происхождения и без использования мышц и периферических нервов.

ИМК не просто дополняет или заменяет естественный способ управления движениями, он создает совершенно новый «выход» для мозга и психики, поскольку, как правило, подключается к верхнему уровню центральной нервной системы (ЦНС) — к коре головного мозга.