

НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ В ПРОТЕЗИРОВАНИИ

Р.С. Ворона

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Авдеева Д.К. д.т.н., профессор*

Одной из проблем, которой занималась и продолжает заниматься медицина, является проблема исцеления увечий и физиологических недостатков человеческого тела. Жизнь человека с древних времен опасна и непредсказуема, в течение неё случаются несчастья, приводящие к увечьям или возникновению дисфункций [1].

Протезирование оставалось слабо развитым на протяжении нескольких тысячелетий до развития механики. Самыми известными образцами старейших протезов являются обыкновенные деревянные ноги – подставки и протезы рук с крюками. В то время уже произошло разделение протезов на две группы: функциональные и косметические.

Развитие технологического уровня изобретений человека и стремление заменить простую неподвижную конструкцию протеза, на что-то большее, что могло бы восполнить недостающую конечность, привело к тому, что человек придумывал различные приспособления, которые могли бы управлять протезами, которым пытались придать подвижность. Эти устройства принято называть интерфейсами взаимодействия между человеком и машиной.

В то время как в науке и технике человечества происходили революционные изменения, связанные с научными прорывами, изменявшими научную парадигму, технологии интерфейсов протезов проходили через свои революции. По критическим технологиям, которые использовались и продолжают использоваться в интерфейсах протезов можно выделить четыре основных революции в построении интерфейсов:

- I революция: появление механической руки;
- II революция: эра электрофизиологии;
- III революция: эра синтеза;

В 1929 году немецкому врачу-нейрофизиологу Хансу Бергеру впервые удалось снять показания электроэнцефалографа и подтвердить гипотезу о том, что действия человека всегда связаны с повышением активности отдельных зон коры головного мозга [2]. С тех пор многие исследователи неоднократно хотели научиться «читать мысли», пытаясь расшифровать электроэнцефалограмму. Но мешали технические причины: недостаточное пространственное разрешение электроэнцефалографов (то есть не удавалось в подробностях получить картину распре-

ления потенциалов), а также отсутствие возможности хранить и обрабатывать в режиме реального времени огромные массивы данных. Развитие технологий в конце XX – начале XXI века [3], такой как микропроцессорная техника, позволило по-новому взглянуть на перспективы техники. Миниатюризация микропроцессорной техники и увеличение её мощностей позволило подробно изучить электрическую активность мозга, и открыла возможность управления электрическими устройствами при помощи мысли.

Под нейрокомпьютерным интерфейсом понимают устройство, которое позволяет расшифровать нейронные сигналы мозга, относящиеся к какой-то части тела – скажем, к руке или ноге. Но для этого нужно знать, какие нейроны управляют конечностями и что именно они командуют своими сигналами. И если узнать всё это, то можно научить мозг управлять искусственной ногой или рукой, как своей собственной.

Нейрокомпьютерные интерфейсы являются одним из самых приоритетных направлений развития интерфейсов. Данный вид интерфейсов использует в качестве информативного параметра биоэлектрическую активность мозга. При этом взаимодействие осуществляется напрямую между мозгом и электроникой, без использования периферической нервной системы. Развитие нейрокомпьютерных интерфейсов позволят помочь людям, страдающим таким заболеванием, как тетрапарезия, или любой другой формой паралича. Кроме того, данный вид интерфейса полезен в тех случаях, когда отсутствует любой другой способ управления протезом. В дополнение разработка сенсорных нейрокомпьютерных интерфейсов позволит восстанавливать сенсорные функции и передавать информацию напрямую в мозг.

Нейрокомпьютерные интерфейсы могут быть как инвазивными, так и неинвазивными. Неинвазивные системы основаны на улавливании электрических сигналов мозга с поверхности кожи головы. Иными словами, в них используется та самая электроэнцефалограмма (ЭЭГ) которую можно сделать в любой современной больнице. Конечно, проходя сквозь кости черепа и кожу, электрические сигналы мозга существенно ослабляются и искажаются, поэтому неинвазивные интерфейсы уступают инвазивным по точности выполнения “бинарных” команд (вверх-вниз, включить-выключить). Соответственно, пациентам, использующим неинвазивные интерфейсы, требуется более длительная тренировка. Однако эти недостатки компенсируются безопасностью неинвазивных интерфейсов и, возможно, за неинвазивными интерфейсами будущее. Инвазивные системы основаны на вживлении в нужные участки мозга матрицы из сверхтонких электродов. Однако вживление матрицы электродов требует небезопасной хирургической операции. К то-

му же остается открытым вопрос о долговременной биосовместимости материала электродов и мозговой ткани.

Сущность такого способа управления протезом заключается в регистрации с помощью электродов сигнала электрической активности мозга, затем осуществляется обработка сигнала при помощи входных цепей усилителя и преобразование его в цифровой код, цифровой код анализируется микроконтроллером блока управления и преобразуется в команду для исполнительного механизма протеза (рис. 1) [4].

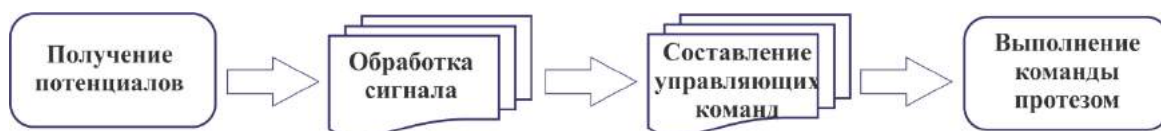


Рис. 1. Блок-схема работы системы управления протезом

В настоящее время протезирование на основе нейрокомпьютерного интерфейса активно развивается, ученые со всего мира разрабатывают новые алгоритмы для более эффективной обработки данных полученных от головного мозга. Наиболее часто используемым нейроимплантатом является кохлеарный имплантат, которым пользуется около 100 000 человек по всему миру (по данным на 2006 год). Существуют также нейропротезы для восстановления зрения, например, имплантаты сетчатки. Так же существуют нейропротезы для восстановления слуха, протезы для облегчения боли, имплантаты, контролируемые контролируемые мочеиспускание, двигательные протезы для сознательного контроля движением.

Список информационных источников

1. 5,000-Year-Old Artificial Eye Found on Iran-Afghan Border [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foxnews.com/story/2007/02/20/5000-year-old-artificial-eye-found-on-iran-afghan-border> 01.10.2016.
2. Крепкий, Р.С., Ласков П.Д., Курио Г.А., Бланкерц Б.В. По моему хотению... Берлинский нейрокомпьютерный интерфейс // Наука и жизнь. - 2004 - №11. – С. 1-7.
3. Von Neumann J., 1945. First Draft of a Report on the EDVAC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <URL:sites.google.com/site/michael-dgodfrey/vonneumann/vnedvac.pdf?attredirects=0&d=1> 01.10.2016
4. Чернышев А.А., Мустецов Н.П. Алгоритм управления многофункциональным протезом руки // Информационные технологии в медицине. – 2014. – №122. – С. 167–172.