

Секция «Психофизиология: на пути к междисциплинарному синтезу»
Мускульно-компьютерные интерфейсы как средство формирования функциональных систем управления техническими объектами

Буданов Александр Андреевич

Аспирант

Московский городской психолого-педагогический университет, Москва, Россия

E-mail: Budan14@yandex.ru

В настоящее время делается немало попыток создания технических средств, позволяющих людям с серьезными двигательными нарушениями интегрироваться в социальную жизнь. Одна из таких форм двигательных нарушений - детский церебральный паралич, при котором овладение движениями сильно затруднено. Развитие современных программных и аппаратных интерфейсов предоставляет нам новые возможности по компенсации двигательных расстройств.

В связи с увеличением мощности вычислительных платформ мускульно-компьютерные интерфейсы (muscle-computer interface) приобретают все большее значение для исследовательской и реабилитационной практики. Это устройства, соединяющие мышцы и компьютер и позволяющие использовать электрические сигналы мышц (миограммы) для управления компьютером или иным техническим устройством и использующие компьютеры или микропроцессоры для обработки биологического сигнала.

В качестве входного сигнала используется электрическая активность:

- 1) Мотонейрона, иннервирующего определенную мышцу (1 тип);
- 2) Двигательной единицы. В данном варианте используются концентрические игольчатые электроды (2 тип);
- 3) Мышцы или группы мышц. Используются поверхностные электроды (3 тип).

Большинство уже реализованных систем, ориентированных на массовое применение (например, в игровой индустрии) как для управления внешними устройствами, так и для манипуляции виртуальными объектами, используют поверхностные сигналы как наименее обременительные для пользователя. Они основаны на распознавании паттернов электрической активности определенного количества мышц при совершении жеста и требуют «расшифровки» сигнала, восстановления вкладов участвующих в движении мышц в данный сигнал.

При реализации такого подхода в случае двигательных нарушений мы сталкиваемся с тем, что виртуальное движение оказывается столь же затруднено, как и естественное. Дело в том, что специфика взаимодействия организма со средой такова, что на выполняющую движение конечность действует одновременно множество внешних сил. (Н.А. Бернштейн). В процессе движения изменяются как внешние факторы, сопровождающие двигательную активность, так и внутренние - состояние опорно-двигательной системы в данный момент времени. Это исключает возможность изначальной заданности точного выполнения двигательной задачи без постоянной корректировки моторного действия. Важно заметить, что сенсорные сигналы обратной связи подаются не изолированно друг от друга (по модальностям), а системно, в виде «сенсорных синтезов», специфических для разных уровней построения движений. Сенсорные синтезы формируются в ходе многократного выполнения действия. Напрямую из принципа сенсорных коррекций вытекает принцип «рефлекторного кольца» (рис. 1).

Таким образом, для выполнения целостного движения требуется многократное переключение активации мышц-антагонистов. Но именно эта способность и утрачивается при

спастической форме церебрального паралича. Основная идея нашего подхода заключается в том, что для управления курсором используются не готовые сформированные функциональные системы, а формируются новые, включающие в себя удаленные друг от друга мышцы, используемые тем самым в виде «виртуальных антагонистов».

Методика исходит из нескольких предпосылок о состоянии опорно-двигательной системы больного: (1) Несмотря на общее неподвижное состояние больного, мышечная ткань не повреждена и с мышц возможно снимать электромиограмму поверхностными электродами; (2) В мышечной системе возможно найти мышцы, хорошо подверженные сознательному контролю и не взаимодействующие в патологических синергиях.

В простейшем случае для двух степеней свободы курсора на экране требуется две пары мышц, по паре на каждую ось координат. В этом случае не связанные между собой естественными антагонистическими отношениями удаленные друг от друга мышцы будут выступать в качестве антагонистов (антагонисты «право-лево» и антагонисты «вверх-вниз»).

В настоящее время подходит к концу реализация первой версии системы, позволяющей здоровому человеку управлять курсором с помощью виртуально противопоставленных мышц.

Были проведены первые испытания на ребенке с ДЦП для управления мячиком во Flash-игре "Футбол". Движения мышцы осуществлялись при помощи мышц рук (бицепсы), которые работали виртуальными антагонистами. По отзывам испытуемого и наблюдениям экспериментаторов была подтверждена принципиальная возможность подхода, однако, т.к. использовалась пробная версия системы всё ещё необходима доработка по части улучшения качества считывания/обработки сигнала и эргономической организации управления.

После окончания работы над первой версией системы будут проведены дополнительные испытания, которые ещё больше прояснят картину проблемы.

Иллюстрации

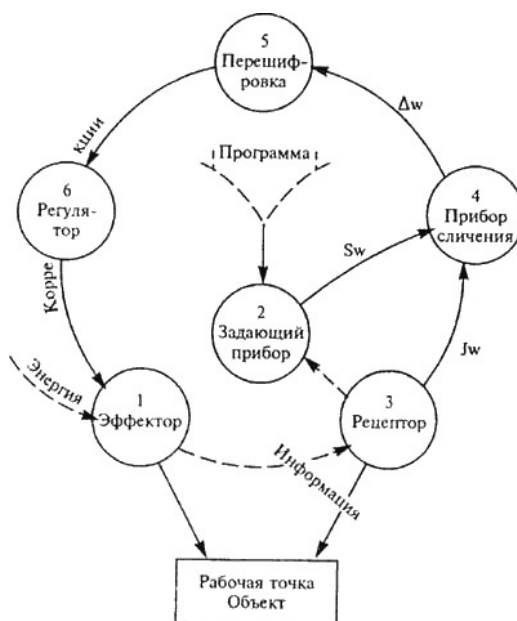


Рис. 1. Схема рефлексорного кольца