

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Дроганов Д.И.

Руководитель: А.С. Фадеев

Томский Политехнический Университет

d.droganov@yahoo.com

Введение

Со стремительным развитием технологий появляется спрос на новые способы управления различными системами. Сегодня такие компании как Google и Tesla Motors, делают успешные попытки в создании самоуправляемых автомобилей, производители квадрокоптеров добавляют функции в свои продукты, позволяющие им самостоятельно обходить препятствия и производить экстренную посадку при низком заряде источника питания [1][2].

Наряду с этим все большую популярность набирают системы управления различными объектами при помощи электрических сигналов мозга; подобные технологии применяются для управления квадрокоптерами, автомобилями, протезами, инвалидными колясками и др. [3][4]. Такие системы при помощи электродов, установленных на поверхности головы, измеряют электрический сигнал, вырабатываемый мозгом, который впоследствии обрабатывается цифровым

сигнальным процессором. Полученный сигнал используется для выработки управляющего воздействия. Такие системы имеют ряд недостатков, включающий потребность в больших вычислительных мощностях и относительную ограниченность в управлении объектами.

Обзор методов измерения и обработки электрических сигналов головного мозга

Нейрокомпьютерные интерфейсы - системы, использующие для управления сигналы мозга, которые работают по следующему принципу: на поверхности головы человека устанавливаются электроды, отвечающие за измерение электрических сигналов или их отсутствие. Зачастую электроды устанавливаются над проекционной зоной коры головного мозга (рисунок 1), которая отвечает за движение: когда человек двигается или думает о движении, нейроны проекционной зоны вырабатывают слабые электрические сигналы [5].

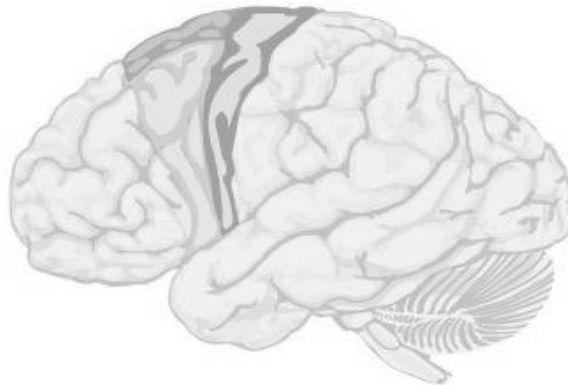


Рисунок 1 – Проекционная зона коры головного мозга

Далее полученные сигналы необходимо очистить от помех, создаваемых электронным оборудованием, мышечной активностью и движением глаз. Для избавления от помех используются следующие типы фильтрации [6]:

- базовая фильтрация: при таком типе фильтрации не пропускаются сигналы определенной полосы частот;
- адаптивная фильтрация: полоса частот, содержащих помехи, не всегда известна, поэтому фильтры, не пропускающие сигналы определенной полосы частот могут не справиться со своей задачей; фильтр адаптируется к поступающему сигналу и уменьшает сигнал в тех полосах частот, которые содержат наибольшее число помех;

- слепое разделение ресурсов: предполагается, что электрический сигнал мозга может быть описан определенным числом ресурсов, расположенных внутри мозга. Каждый из этих ресурсов генерирует определенные части электрического сигнала. Также сигналы часто содержат помехи, создаваемые мышечной активностью и движением глаз. Далее делается предположение, что полученный сигнал содержит эти помехи, и удаляются ресурсы, создающие эти помехи, после чего воссоздается очищенный сигнал.

Обработанный сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь [7]. Затем дискретный сигнал поступает на цифровой сигнальный

процессор, который реагирует на изменения частоты и амплитуды сигнала: когда мозг находится в состоянии покоя, нейроны вырабатывают сигналы частотой от 8 до 12 Гц (альфа волны), при высоком уровне концентрации

и активных мыслительных процессах частота сигнала изменяется в пределах от 12 до 27 Гц (бета волны) (рисунок 2). Бета волны по сравнению с альфа волнами имеют меньшую амплитуду [8].



Рисунок 2 – Альфа и бета волны

При мысленном представлении движений изменения в частоте и амплитуде будут наблюдаться в тех участках коры головного мозга, которые отвечают за то или иное движение [9]. Изменению частоты и амплитуды сигнала в определенной зоне коры головного мозга ставится в соответствие определенное действие системы. Далее сигнальный процессор интерпретирует изменения частоты и амплитуды сигнала и понимает намерения человека, к поверхности головы которого подключены электроды [10]. Как правило, идентификацией намерений на основе анализа изменения сигналов коры головного мозга занимаются специально обученные многослойные искусственные нейронные сети. Применение нейросетей позволяет как обучать их под сигналы головного мозга конкретного человека, так и самообучать в процессе эксплуатации, повышая точность идентификации и уменьшая ошибки. После идентификации намерений, формируются специальные команды, которые передаются управляемому устройству при помощи беспроводных систем Bluetooth или Wi-Fi.

Заключение

Основываясь на сведениях о существующих технологиях в области нейрокомпьютерных интерфейсов и данных об их достоинствах и недостатках, было принято решение о создании системы управления инвалидной коляской, использующей сенсор головного мозга Olimex EEG-SMT для измерения и обработки электрических сигналов головного мозга, а также платформу Arduino UNO для приема информации от цифрового сигнального процессора и передачи ее на вход объекта управления. В работе будут применяться самообучаемая нейронная сеть, а также методы измерения и обработки сигналов мозга с дальнейшей выработкой управляющего воздействия, основанной на изменениях в амплитуде и частоте сигналов.

Список использованных источников

1. Google Self-Driving Car Project [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/selfdrivingcar/>
2. Phantom 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dji.com/product/phantom-4>
3. Wheelchair Makes the Most of Brain Control [Электронный ресурс]. URL: <https://www.technologyreview.com/s/420756/wheelchair-makes-the-most-of-brain-control/>
4. Mind Controlled Drones Are Already A Reality [Электронный ресурс]. URL: <http://www.businessinsider.com/drones-you-can-control-with-your-mind-2014-10>
5. Mind over mechanics [Электронный ресурс]. URL: http://discover.umn.edu/news/science-technology/brain-computer-interface-allows-mind-control-robots?utm_source=youtube&utm_medium=uofmn&utm_campaign=social-media
6. Topics in Brain Signal Processing [Электронный ресурс]. URL: http://www.dauwels.com/Papers/Review_BSP.pdf
7. Quadcopter control in three-dimensional space using a noninvasive motor imagery-based brain-computer interface [Электронный ресурс]. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-2560/10/4/046003?fromSearchPage=true>
8. Brain Waves – Overview of The Science Behind Neuro-Programmer <https://www.transparentcorp.com/products/np/brainwaves.php>
9. Обзор методов обработки сигнала электроэнцефалограммы в интерфейсах мозг-компьютер [Электронный ресурс]. URL: engbul.bmstu.ru/file/out/740021
10. Continuous Three-Dimensional Control of a Virtual Helicopter Using a Motor Imagery Based Brain-Computer Interface [Электронный ресурс]. URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.002632>