

СИСТЕМА ПИЛОТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Литвинов В.С.

Бильдюк Д.М. – магистр техн. наук, ст. преподаватель

В настоящее время довольно важной задачей инженеров является задача усовершенствования техники, используемой в строительной, ресурсодобывающей, исследовательской и военной сферах. И в будущем одним из эффективнейших решений этой задачи может стать производство шагающих роботов, так называемых «мехов». Однако перед инженерами встаёт проблема создания сложной автоматической системы поддержания равновесия и программ полуавтоматического перемещения конечностей. Решить эту проблему можно посредством внедрения системы прямого управления «мехом» через нейрокомпьютерный интерфейс – таким образом управление движением полностью берёт на себя оператор.

Разработанная функциональная схема многоканального нейрокомпьютерного интерфейса состоит из трёх главных и одного вспомогательного блоков: Экзокортекс, Система управления приводами, канал обратной связи и медицинский модуль.



Рис. 1 – Функциональная схема системы пилотирования на основе многоканального нейрокомпьютерного интерфейса.

При проектировании модели в первую очередь следует обратить внимание на системы непосредственного взаимодействия человека с искусственным интеллектом – Экзокортекс и Систему управления приводами.

В качестве устройства связи человека с командной системой машины было решено использовать современную систему Steady-State Visual Evoked Potentials ввиду её более высокого быстродействия по сравнению с аналогами (например, ЭЭГ). Система SSVEP в данном контексте будет представлять собой виртуальную сенсорную панель, на клавиши которой необходимо указывать взглядом. Учитывая, что руки оператора заняты системой управления приводами и что SSVEP на сегодняшний день обладает наибольшим быстродействием среди аналогов, рационально использовать именно её. [1]

Для формирования системы управления приводами была спроектирована трёхкаскадная модель, состоящая из Master-Slave контроллера, комплексного миографического устройства и системы захвата движений Motion

Capture.

Master-Slave контроллер представляет собой гибкий облегающий костюм, включающий в себя набор акселерометров, магнитометров и гироскопов. Такого типа система была представлена компанией Suidobashi в 2014 году.

В качестве вспомогательной системы глобальной пространственной ориентации машины можно использовать известную технологию захвата движений Motion Capture. Главной задачей Motion Capture станет отслеживание поворотов и наклонов головы и тела оператора.

Роль полной синхронизации оператора с машиной будет играть комплексное миографическое устройство (КМУ). Устройство является составной частью костюма-контроллера и включает в себя электроэнцефалограф и обширную электромиографическую структуру. КМУ взаимодействует непосредственно с нервной системой оператора и позволяет использовать нервные импульсы с мозга и конечностей оператора в качестве управляющих сигналов.

Также следует рассмотреть канал обратной связи машины с оператором. Канал состоит из трёх каскадов – визуальной связи, акустической связи и барической связи.

- 1) Визуальная связь выводит на экран оператора изображения, поступающие с внешних камер.
- 2) Акустическая связь позволяет оператору слышать происходящее снаружи.
- 3) Барическая система связи позволяет оператору чувствовать движения машины и её положение в пространстве за счёт встроенных в костюм гидравлических мини-приводов, которые при помощи силы давления создают эффект внешнего воздействия.

Изучив характеристики и особенности ритмов ЭЭГ, можно без труда понять, что наибольшее внимание стоит уделить задачам разрешения и обработки лямбда- и мю-ритмов. Эти ритмы имеют крайне низкий диапазон частот – 4-5 Гц для лямбда и 8-13 для мю.

Основным применением данных колебаний лямбда-ритма станет система SSVEP, которая основана на фиксации взгляда оператора на каком-либо отдельном элементе виртуальной панели управления. Лямбда-ритмы возникают при открытых глазах, когда глаза оператора совершают поисковые движения по панели. Как только взгляд фиксируется на определённой точке, лямбда-волны исчезают, что служит сигналом «нажатия» на виртуальную пиктограмму.

Мю-ритм будет главным образом задействован в КМУ. Пока оператор находится в состоянии физического покоя, ЭЭГ-часть устройства будет регистрировать мю-волны, но при совершении каких-либо движений амплитуда регистрируемых сигналов уменьшается. В то же время датчики электрической активности мышечных волокон оператора собирают подробные сведения о движениях. Эти сведения в совокупности с данным об уменьшении амплитуды фиксируются и проходят обработку в режиме реального времени. [2]

Проведя анализ быстродействия человеческого интеллекта и некоторые его характеристики, можно построить графики сравнения коэффициентов точности и быстродействия элементов системы пилотирования для нескольких способов:

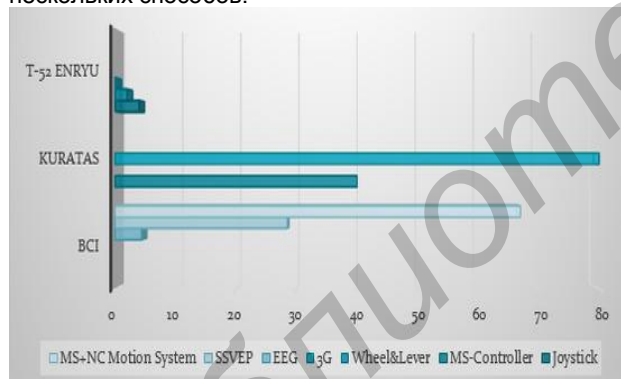


Рис. 2 – График сравнения коэффициентов быстродействия элементов системы управления.

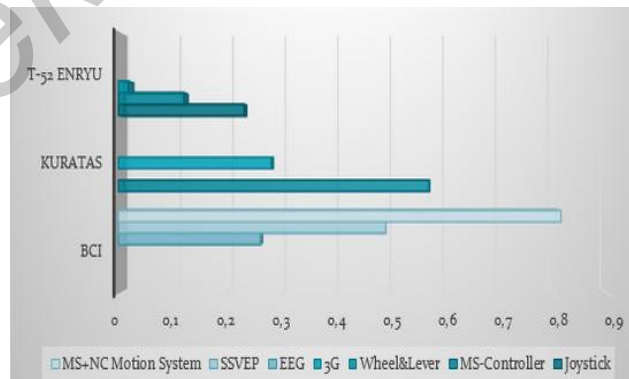


Рис. 3 – График сравнения коэффициентов точности элементов системы управления.

Таким образом, была спроектирована система пилотирования на основе многоканального нейрокомпьютерного интерфейса. Данная система обладает лучшими совместными показателями быстродействия и точности работы элементов управления, что, несмотря на высокую стоимость, даёт ей преимущества на фоне существующих на данный момент типов систем пилотирования.

Список использованных источников:

1. Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields / ed.: D. L. Schomer, H. L. S. Fernando. — 6th. Ed. — Philadelphia, Pa.: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — 668 p.
2. Researchers develop a fast, noninvasive brain-computer interface [Electronic resource] : MedicalXpress / Christopher Packham. — Mode of access: <http://medicalxpress.com/news/2015-10-fast-noninvasive-brain-computer-interface.html>. — Date of access: 27.10.2015.