

УДК 004.5

## РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОРОМ МЫШИ

Пенин А.С. (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – доцент факультета БИТ, к.т.н Викснин И.И.  
(ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

В ходе данной научной работы был разработан интерпретатор данных с аппарата электроэнцефалограммы на основе машинного обучения. С помощью данного интерпретатора был реализован прототип интерфейса мозг-компьютер для управления курсором мыши.

**Введение.** Увеличение доступности аппаратов для не-инвазивного считывания электрических сигналов головного мозга позволяет исследование новых способов применения уже известных ранее технологий, таких как интерфейс мозг-компьютер (ИМК). Одним из таких способов применения является использование ИМК для управления беспилотными летательными аппаратами (БЛА).

Целью данной научно-исследовательской работы является разработка прототипа интерфейса мозг-компьютер для управления курсором мыши. Интерфейс мозг-компьютер состоит из интерпретатора сигналов аппарата электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и приложения, управляющего курсором мыши и работающего на основе получаемых от интерпретатора данных. Задачами научно-исследовательской работы являются разработка интерпретатора на основе методов машинного обучения и разработка управляющего приложения.

Интерфейс мозг-компьютер это система, основное предназначение которой состоит в обмене информацией между мозгом и каким-либо электронным устройством. Основной целью такого обмена является осуществление управления устройством. Существует несколько классификаций ИМК: по способу взаимодействия с пользователем, такие интерфейсы делятся на активные, реактивные и пассивные, и по способу считывания сигнала с мозга, такие, в свою очередь, делятся на не-инвазивные, инвазивные и полу-инвазивные.

В ходе выполненного нами ранее в рамках научно-исследовательской работы анализа был выявлен ряд характерных особенностей, связанных с применением ИМК для управления БЛА. К таким особенностям относятся необходимость углубленного обучения пользователей, связанная с необычностью и сложностью нового метода управления, необходимость использования большого (5 и более) количества образов для полноценного контроля БЛА и так называемая «Проблема Мидаса». Был также выявлен подход, позволяющий минимизировать влияние данных особенностей на работу интерфейса: использование малого количества однозначно-интерпретируемых образов и предварительно обученного персонала позволяет добиться высокой точности при работе. При разработке прототипа интерфейса мозг-компьютер было принято решение об использовании моторных образов движения пальцами правой руки, задача классификации данных с аппарата ЭЭГ была решена с помощью методов машинного обучения.

К массиву данных, необходимых для машинного обучения, предъявлялись следующие требования: природа считываемых сигналов должна быть физической, т.е. они должны представлять собой репрезентацию движений, а не эмоций, массив должен содержать достаточное количество данных для обучения, а количество результирующих характеристик должно быть достаточным для решения поставленной задачи. Всем этим требованиям удовлетворяет выбранный датасет «Большой датасет ЭЭГ моторных образов для ИМК на

основе ЭЭГ» (англ. A large electroencephalographic motor imagery dataset for electroencephalographic brain-computer interfaces).

При разработке интерпретатора нами было протестировано несколько вариантов решения задачи классификации. Были использованы методы мультиклассовой логистической регрессии, мультиклассовой нейросети, мультиклассового дерева принятия решений, мультиклассового леса принятия решений, а также метода «Один против всех» (англ. One-vs-All) на основе нейросети и дерева решений. Наибольшей точности удалось достичь при использовании мультиклассового дерева принятия решений, точность интерпретации составила 58,6%. В остальных случаях точность оставалась  $23\% \pm 3$ . Данная точность превышает точность работы интерпретатора, используемого при сборе данных для датасета, его точность была оценена как  $43\% \pm 10$ . Было принято решение об использовании метода мультиклассового дерева принятия решений как основного при интерпретации данных с аппаратов ЭЭГ.

Было разработано приложение для управления перемещением курсора мыши на основе интерпретируемых данных. Образ сгибания большого пальца правой руки интерпретировалось как команда на перемещение курсора влево, образ сгибания указательного пальца интерпретировалось как команда на перемещение курсора вправо, образ сгибания среднего пальца – как команда на перемещение курсора вверх, а образ сгибания безымянного пальца – как команда на перемещение курсора вниз. Таким образом был успешно реализован прототип интерфейса мозг-компьютер для управления курсором мыши.

**Выводы.** Разработанные в ходе выполнения данной научно-исследовательской работы интерпретатор данных ЭЭГ и прототип интерфейса мозг-компьютер могут быть использованы в дальнейших исследованиях по разработке интерфейса мозг-компьютер для управления БЛА. С помощью разработанного прототипа можно будет проводить тестирование и первоначальное обучение по работе с интерфейсами мозг-компьютер для участников исследований.

Пенин А.С.

Виксин И.И. (научный руководитель)