

УДК 004.4

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МНОГОМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ
О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ ЧЕЛОВЕКА
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПСИХОКОРРЕКЦИИ
ИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

Редчиц А.В.¹

Научный руководитель – к.м.н., доцент Билый А.М.¹

¹Университет ИТМО

В процессе работы над проектом «Психокоррекция пользователя» появилось требование исследовать и реализовать методы для обработки, хранения с целью дальнейшей классификации состояния пользователя. Объединение всех методов в одну систему позволит упростить процесс работы над проектом, а также автоматизировать все стороны проекта. Набор разных показателей позволяет наиболее точно оценить состояние пользователя, а легко переносимая программная система может быть использована на разных платформах. Результатом исследования является реализованная и протестированная система, способная определять напряжение у пользователя и вызывать необходимый модуль коррекции с использованием методов обработки многомодальных данных о функциональном состоянии человека.

Ключевые слова: нейротехнологии, ЭЭГ, ЭКГ, контейнеризация, функциональное состояние человека.

Введение

Актуальность исследования и создания программного интерфейса «психокоррекции» состоит в том, что пользователь в определенном состоянии, например, монотонии, может потерять мотивацию к выполнению обыденных действий – в обучении, работе, хобби, необходимо использовать «онлайн» методики для корректировки состояния. Таким образом, при успешной реализации системы психокоррекции возможно ее внедрение в профессиональную сферу – работник выполняет трудовую деятельность в «активный» период на работе, (например, релиз продукта), и в момент пика происходит психоэмоциональное напряжение – требуется система «психокоррекции»: человек не будет полноценно продолжать свою деятельность до спада психоэмоционального напряжения, соответственно, пользователя необходимо вернуть в более спокойное состояние.

Для того чтобы определять состояние пользователя разными способами (по голосу, видео, а также по показателям ЭЭГ и ЭКГ), необходимо связать модули, отвечающие за эти способы (определения эмоционального состояния пользователя), посредством программной системы, которая представлена в данной статье. Именно комплексный анализ разных показателей позволяет наиболее точно определить состояние пользователя.

Основная часть

Проект «Психокоррекция пользователя» разрабатывается с целью создания системы, которая определяла бы, в какой момент пользователь находится в состоянии психоэмоционального напряжения, и корректировала текущее состояние. Система осуществляет все перечисленные выше действия в режиме реального времени.

В рамках реализации методов обработки многомодальных данных, объединенных в одну программную систему психокоррекции, были исследованы различные алгоритмы машинного обучения и глубокого машинного обучения для классификации данных и их обработки (в т.ч. очистки от шума).

Кроме того, так как система в целом по коррекции поведения пользователя не только ограничивается на одном модуле, был создан универсальный программный интерфейс с целью предоставления возможности доступа разных модулей и взаимодействия друг с другом. Основной модуль проекта, требующий реализации сервисов – модуль коррекции состояния. Необходимо было, чтобы данные предоставлялись «по запросу» для анализа результатов. Кроме того, внедрение внешних сервисов позволит оградить разработчика от архитектуры

базы данных. Были реализованы REST запросы на получение данных по голосу, ЭЭГ, ЭКГ, общей информации, фотографии. Остальные модули лишь просто вызываются в системе, сами не требуют получения данных, соответственно, они были обернуты в контейнеры Докер, а запуск осуществляется обычными скриптами для выполнения из командной строки (в случае с Windows – bat файлы).

Для получения данных индивидуально для каждого пользователя проводился эксперимент, который состоял из 4 этапов:

1. Прохождение теста в системе «ЭСКАЛ». По «ЭСКАЛ» (Экспертная система комплексного анализа личности) можно выделить следующие типы личности:
 - a. Стимулирующий тип.
 - b. Содействующий.
 - c. Контролирующий тип.
 - d. Координирующий тип.

У каждого типа личности есть свой цвет, стиль мышления, психологические характеристики. Так, опираясь на все указанные выше показатели, можно выбрать правильное направление для коррекции состояния пользователя. Например, у координирующего типа цвет, который преимущественно выбирает респондент по методике цветовых выборов (МЦВ), – красный, алый. Тогда при коррекции можно использовать видеофайлы, изображения, содержащие красный цвет, который будет приятен пользователю [4]. По психологической характеристике можно предположить, что человек координирующего типа будет всегда сильно замотивирован, и в таком случае напряжение будет наблюдаться реже, чем для других типов. Кроме того, коррекция будет работать по-разному для всех типов личности – например, на контролирующий тип влиять будет сложнее всего, данное предположение было подтверждено экспериментальными данными, представленными в тексте данной статьи ниже.

Используемый патент «ЭСКАЛ» принадлежит Билому А.М. и является экспертной системой для комплексного анализа личности. На основе опросника «ЭСКАЛ – оценка личности» разработан блок тестов, который позволяет определять тип преимущественного поведения личности (тип ВНД) [1-3].

Человек проходит по ссылке или QR коду на сам сайт для прохождения тестов, и затем этот результат вытягивается в базу данных посредством библиотеки BeautifulSoup.

2. Снятие показаний в спокойном состоянии пользователя. Этот этап назывался ФОН ДО, человек полностью расслабленный, еще до начала испытания (3 минуты).
3. Человек вводится в состояние психоэмоционального напряжения с помощью видеоряда с резким переключением цвета. Предполагается, что на этом этапе у пользователя повышается общий показатель бета-ритма в префронтальных зонах головного мозга. Префронтальные зоны – первый участок мозга, который реагирует на поступающий стресс (3 минуты).
4. После того, как пользователь был введен в состояние психоэмоционального напряжения, применяются методики коррекции состояния пользователя. На этом этапе у пользователя ожидается уменьшение бета-ритма и увеличение альфа-ритма, особенно в затылочных зонах (5 минут на этап).

Сама система реализуется в два этапа:

1. Подготовительный.

На подготовительном этапе получается общая информация о пользователе – выводится графическое окно для ввода температуры, ФИО, давление, возраст, пути до фотографии, пути до голоса. После получения всей информации в эксперименте обучается модель для классификации состояния пользователя по автоматически размеченным данным.

2. Режим реального времени.

В режиме реального времени пользователь работает, выполняет обыденную деятельность, а система определяет, в какой момент возникает напряжение и когда необходимо скорректировать состояние.

Для классификации состояния необходимо было выбрать наиболее подходящую модель машинного обучения. Проанализированы KNN, Decision Tree, Logistic Regression от Keras, в конечном итоге наибольшую точность показала модель KNN -96%. Однако, модель KNN имеет ограничения по скорости вычислений.

Вся система и модели реализованы с использованием языка Python и его библиотек. Подключение к оборудованию OpenBCI для получения ЭЭГ данных в режиме «онлайн» осуществляется с помощью библиотеки BrainFlow [5]; для данных ЭКГ используется плата ЭКГ от Bitronics и для записи – serial библиотека, предназначенная для сбора данных с плат Arduino, сама обработка данных и очистка от шума осуществляется с помощью библиотеки NeuroKit. Оба модуля работают в параллельном режиме с использованием многопоточности и событий (Thread Events()).

Для того чтобы облегчить нагрузку на систему и не вызывать лишний раз сторонний модуль – была внедрена модель «сиамской» нейронной сети, которая предполагает, что есть две сети, в которые подаются входные данные – фотографии – на выходном слое сравниваются результирующие вектора признаков. В итоге модуль позволяет избежать дополнительных вызовов к внешним модулям определения состояния пользователя.

Данные в системе хранятся в виде карточек, поэтому было решено использовать базу данных MongoDB. Реализована основная таблица со ссылками на таблицы по нормальному состоянию и данным в состоянии психоэмоционального напряжения. Развернута система посредством контейнеров Docker, сервисы реализованы на фреймворке Flask.

Результаты эксперимента

Тест прошли примерно 100 человек, однако из-за пандемии и карантина до очного участия дошли лишь 28 человек. Распределение по типам личности можно увидеть на диаграмме рисунка.

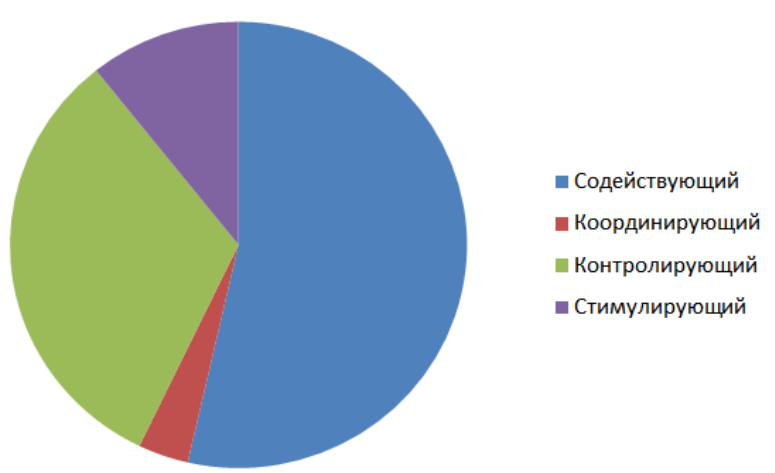


Рисунок. Типы личности испытуемых

Проанализировав результаты, меньше всего воздействию поддавался самый сильный тип личности – координирующий, то есть сложнее было вести в напряжение и классифицировать состояние, а легче всего поддавался воздействию содействующий тип личности – самый слабый по «ЭСКАЛ».

Выводы

В рамках работы над проектом были реализованы и объединены в единую систему модели обработки многомодальных данных о функциональном состоянии пользователя. Проведен эксперимент, в рамках которого была протестирована система, проанализированы результаты: чем слабее человек по типу личности «ЭСКАЛ», тем проще на него воздействовать. В рамках тестирования реализованная система показала очень хорошие результаты в скорости и точности.

Литература

1. Билый, А.М. Оценка преимущественного типа личности по системе ЭСКАЛ использованием блока тестовых методик / А.М. Билый, И.А. Буровик // Биомед. журн. – 2012 г. С.839-854.
2. Билый А.М., Шестакова В.В. Модели и методы оптимизации психокоррекции функционального состояния пользователя электронных систем // Вестник психофизиологии. 2020. № 2. С. 64-69.
3. Билый, А.М. Оценка состояния ЦНС человека-оператора при моделировании различных условий деятельности / А.М. Билый, В.Н. Сысоев, Е.Ю. Сердюк [и др.] // Вестник психофизиологии. 2019. № 3. С. 81-84.
4. Белова Д.А. Приложение виртуальной реальности для психокоррекции на основе психотипа человека / Д.А. Белова, А.М. Билый // Программная инженерия и компьютерная техника (Майоровские чтения). 2019. № 20. С. 31-34.
5. Парфенов, А. Python Get Data from a Board: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brainflow.readthedocs.io/en/stable/Examples.html#python-get-data-from-a-board>, (Дата обращения: 01.05.2021).