ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕАКЦИИ И КООРДИНАЦИИ

А. С. Семенович

Белорусский государственный университет, г. Минск;
alexser1999@gmail.com;
науч. рук. – И. П. Стецко, канд. техн. наук, доц.

В данной статье приведены результаты проектирования программно-аппаратной платформы для создания электронного тренажера с использованием облачных технологий. Тренажёр позволяет улучшать реакцию спортсменов по различным программируемым алгоритмам тренировок с учетом направлений и координации их движений. Разработанная платформа обеспечивает режим удалённого накопления данных для анализа тренировочных данных при масштабных исследованиях.

Ключевые слова: измерение времени реакции, реакция выбора, электронный тренажер, MQTT- протокол, облачные технологии передачи и хранения данных.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В современном мире достаточно ситуаций, в которых требуется высокая скорость реакции, и улучшение ее на одну десятую или даже на сотые доли секунды имеет большое значение [1]. Регистрация и анализ интервалов времени реакции у спортсменов различного уровня подготовки уже давно является одним из инструментов для оценки тренированности и профессиональности [2, 3]. Роль диагностики и тренировки времени простейшей двигательной реакции подчеркивается в большом количестве работ, посвященных аспектам подготовки спортсменов, сотрудников силовых ведомств, операторов сложной техники, оценки психофизического состоянии или лечения двигательных расстройств [3, 4].

В психологии спорта различают простые и сложные реакции. Простые двигательные реакции характеризуются одним сигналом-стимулом и одним заранее известным ответным действием. Сложные реакции (реакции выбора) определяются двумя и более сигналами, одним или несколькими ответными действиями [3].

Чаще всего для оценки времени реакции на звуковой или световой раздражитель используют стационарные приборы (рефлексометры) или компьютерные программы [3]. Однако в спорте важна реакция в составе конкретно направленного двигательного действия или его элемента (старт, атакующее или защитное действие), поэтому для улучшения скорости простой двигательной реакции применяют упражнения на быстроту реагирования в условиях, максимально приближенных к соревновательным. Компактный программируемый электронный тренажер, со-

здающий стимулы, регистрирующий интервалы и корректность сенсомоторной реакции, с возможностью накопления тренировочных данных в составе оборудования или спортивного инвентаря безусловно предоставит больше возможностей для контроля и анализа тренировочного процесса.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРА

В результате анализа опубликованных тренировочных данных и методик подготовки спортсменов [1-3] были собраны и сформулированы технические и функциональные требования к электронному тренажеру:

- Время простой двигательной реакции зависит от внешнего сигнала-стимула: на звуковой сигнал оно составляет 50-160 мс, на световой – 100-200 мс, на тактильный – 105-180 мс. Эта величина может зависеть от стартового возбуждения, значимости состязания, степени тренированности, утомления, двигательного опыта, разминки, а также от того, на каком компоненте движения концентрируется внимание – сенсорном или моторном. Необходимо обеспечить длительность измерения на протяжении нескольких минут, дискретность измерения интервала на уровне единиц миллисекунд. Тренажёр должен обладать набором стимулов.
- Для исследования вариантов сложной сенсомоторной реакции испытуемый должен дифференцировать сигнал-стимул. На один сигнал надо реагировать, на другой – нет (реакция различения), или же выбирать соответствующий тип движения (реакции выбора). Тренажер должен контролировать корректность выполнения реакции выбора и обеспечивать поддержку нескольких вариантов стимулов одного типа – разные цвета или уровни сигналов.
- Компактный размер, автономный режим работы и режим группового взаимодействия (несколько узловых устройств на одном объекте), беспроводной канал для управления режимами и для связи с удаленным сервером для хранения тренировочных данных – основные эксплуатационные требования и преимущества перед аналогами, позволят размещать тренажер на спортинвентаре и осуществлять оперативную смену алгоритмов.

В качестве аппаратно-программной платформы для создания тренажера была выбрана современная открытая и недорогая IoT-платформа на основе микроконтроллера ESP32 производства компании Espressif. Кристалл включает в себя 2-х ядерный 32-разрядный процессор Tensilica Xtensa LX6 и контролеры Bluetooth BLE, Wi-Fi которые позволяют подключить разнообразные цифровые датчики и легко организовать беспроводную связь с использованием интернет протоколов TCP/IP.

В качестве стимулов используется массив адресных RGB-светодиодов, акустический пьезо-излучатель и вибро-мотор. С помощью матрицы светодиодов создаются цветовые вспышки стимула или световой эффект «бегущая волна» для указания направлений движений (жестов) испытуемого. Исследуемый интервал реакции фиксируется с помощь кнопки, ИК-датчика расстояний или цифрового акселерометра (ADXL345). Для контроля качества и интервалов реакции выбора используется цифровой датчик жестов (APDS-9960).

Предложенная структурная схема (рис. 1) очень похожа на современную реализацию платформы «умного дома» с использованием технологий интернета вещей. Протокол прикладного уровня MQTT (message queuing telemetry transport) отлично зарекомендовал себя в подобных системах, он позволяет экономно отправлять команды для управления устройствами, публиковать и считывать данные от датчиков. В качестве локального брокера, который отвечает за получение, фильтрацию и рассылку сообщений клиентам, была опробована открытая реализация Mosquitto на основе Raspberry Pi, а в качестве бесплатных облачных сервисов – HiveMQ, CloudMQTT и SmartThings Samsung.

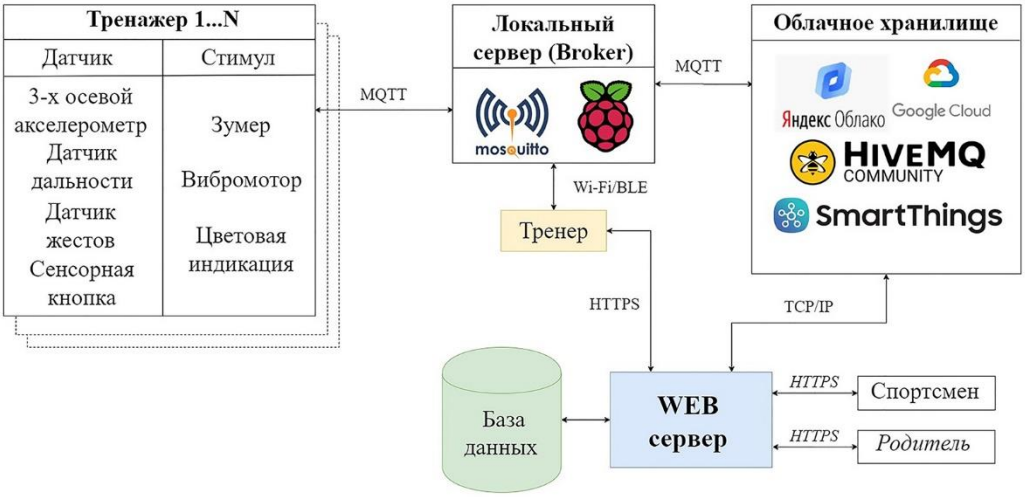

Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратной платформы тренажера

Каждый тренажер (узел) обладает необходимым набором стимулов и датчиков реакции, тренажеры могут объединяться в группы, таким образом, что реакция на стимул одного узла может быть зарегистрирована датчиками другого узла.

Разработка и проектирование аппаратной части макета тренажера осуществлялась в среде Altium Designer. Отладка программного обеспечения выполнена в среде Visual Code с использованием общедоступных программных библиотек, созданных инженерным сообществом.

В разработанном прототипе электронного тренажёра (рис. 2) реализованы базовые алгоритмы тестирования простой и сложной двигательной реакции по методу случайного стимула с хронометрированием реакции и контролем качества выполнения заданного жеста.

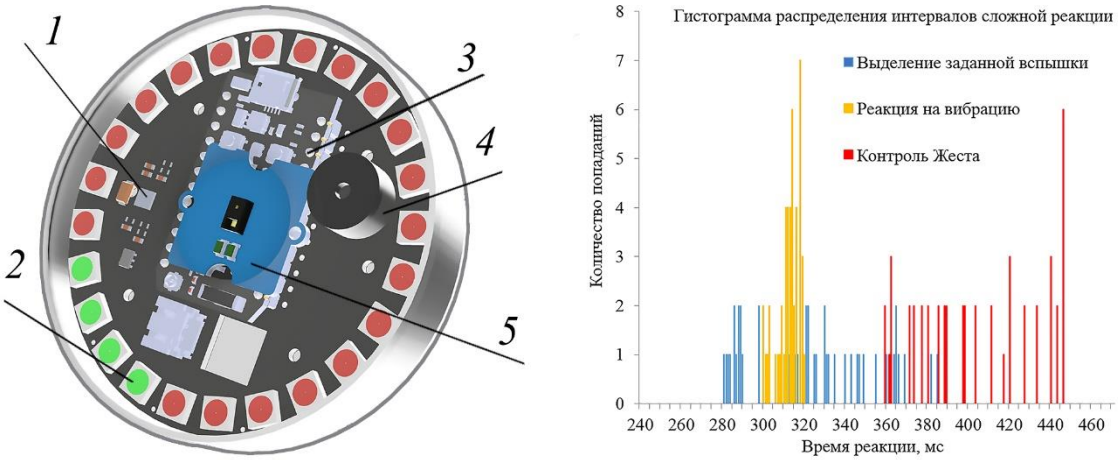

Рис. 2. 3D-модель прототипа тренажера и результаты тестирования реакций:

1 – акселерометр, 2 – RGB-индикация, 3 – ESP32, 4 – зуммер, 5 – датчик жестов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования была предложена архитектура и изготовлен полнофункциональный прототип электронного тренажера для формирования и контроля тренировочных режимов, с установкой на сокращение времени реагирования, улучшение координации и развитие выносливости спортсменов.

Библиографические ссылки

1. *Московченко О.Н.* Оптимизация физических и тренировочных нагрузок на основе индивидуального адаптивного состояния человека. М., 2012.
2. *Грушко А.И., Бочавер К.А., Квитчастый А.В., Ковалева А.В., Кабанов Д.Ю., Константинова М.В., Касаткин В.Н.* Диагностика времени моторной реакции в различных видах спорта // Спортивный психолог. 2016. №1(40). С. 82-87.
3. *В. Н. Болгов, Н. П. Тагирова, Н. В. Дробинина и др.* Компьютерная программа «Реакциомер» для исследования двигательной реакции юных фехтовальщиков // Межд. научно-иссл. журнал. 2016. №10-3 (52). С. 119-122.
4. *Максимова С.Ю, Прописнова Е.П., Иванась Н. И.* Методика коррекции и развития двигательных навыков у детей дошкольного возраста с задержкой психического развития // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. №4(122). С. 113-118.