

РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ СДАЧИ НОРМАТИВОВ КОМПЛЕКСА ГТО

А.С. Семенович, С.Н. Семенович, И.П. Стецко

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

E-mail: rct.semenoviAS1@bsu.by

В работе приведены результаты проектирования универсальной аппаратно-программной платформы для создания электронного тренажера с возможностью измерения времени выполнения задания, контролем качественных и количественных параметров.

Ключевые слова: электронный тренажер; облачные технологии; сбор; передача и хранение измерительных данных; оценка спортивных результатов.

В Республике Беларусь разработана концепция развития физической культуры и спорта, включая цели, задачи и принципы, способствующие повышению качества физического воспитания. Одна из важных её составляющих – проведение мониторинга физической подготовки, развития детей и молодежи, состояния взрослых. Спортивная парадигма «быстрее, выше, сильнее» стимулирует развитие инноваций как в части физических упражнений, так и спортивного оборудования. В частности, применение беспроводных ячеистых сенсорных сетей, состоящих из большого количества автономных первичных датчиков, которые могут быть размещены непосредственно на спортсмене или интегрированы в спортивный инвентарь, открывают новые возможности для сбора данных и анализа уровня физической подготовленности [1].

Авторами разработана реконфигурируемая аппаратно-программная платформа, предназначенная для оптимизации процесса сбора, мониторинга и анализа данных о выполнении физических упражнений, входящих в состав Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь, известного под названием «Готов к труду и обороне».

Предложенная концепция заключается в создании универсальной платформы для масштабируемого тренажёра, основой которой служит автономное оконечное устройство с набором измерительных датчиков и беспроводным каналом связи [2].

Такое устройство может быть легко интегрировано в любую спортивную инфраструктуру за счет использования современных беспроводных технологий связи, таких как Bluetooth Low Energy и Wi-Fi. Объединение подобных узлов в единую сеть, обеспечит контроль взаимодействий между спортсменом и спортивным оборудованием и мониторинг физических параметров.

Структурная схема платформы представлена на рис. 1.

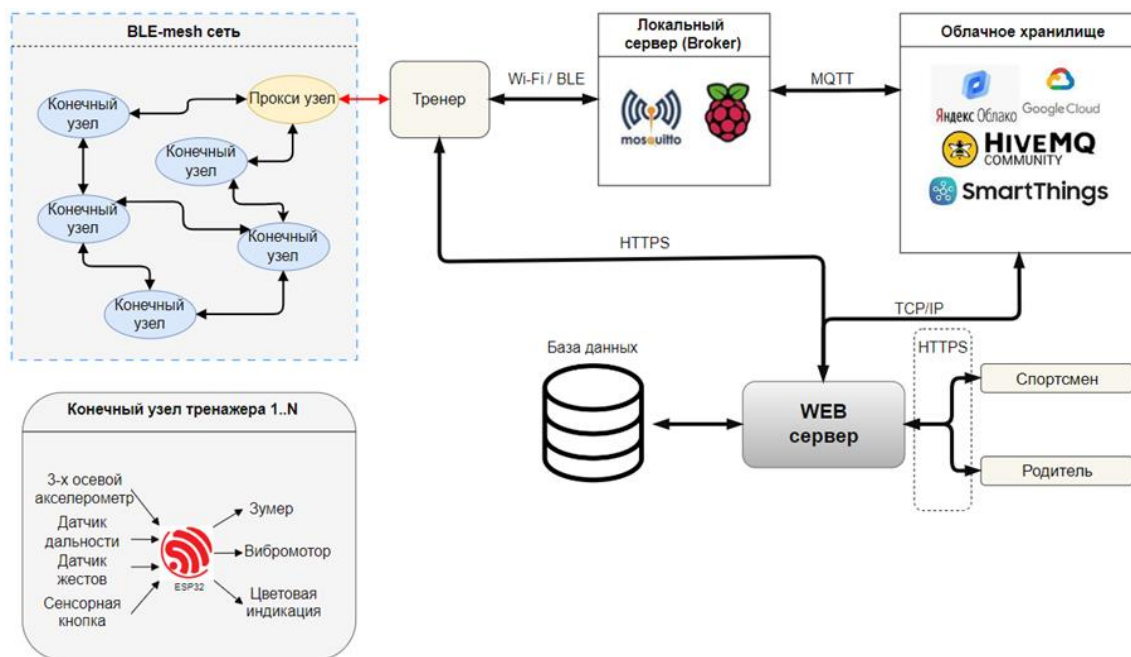


Рис. 1. Структурная схема аппаратно-программной платформы тренажера

Основная идея разработанной платформы – объединение автономных узлов-тренажеров в единую BLE-mesh сеть для создания пространственно-распределенных тренажерных комплексов, которые могут включать в себя различные стимулы и измерительные датчики обратной связи, предназначенные для мониторинга хода выполнения разнообразных физических упражнений. Синхронность регистрации данных в сенсорной беспроводной сети обеспечивается на уровне единиц миллисекунд. Это критически важный параметр для анализа времени реакции спортсмена, контроля его физических параметров и оценки эффективности тренировочного процесса [3].

В предложенной аппаратно-программной платформе используется локальный сервер, функционирующий на базе MQTT-брокера, который обеспечивает синхронизацию сигналов от распределенных датчиков (узлов), хронометрирование событий за счет применения алгоритмов IoT-технологии. Реализация такого брокера на Raspberry Pi 3 с беспроводным подключением обеспечивает автономность системы в рамках спортивного зала/стадиона и реализует возможность оперативного подключения смарт-устройств тренера или спортсмена для мониторинга тренировочного процесса в реальном режиме времени.

С помощью базового набора датчиков, интегрированных в узловые устройства платформы, можно точно фиксировать время, количество и качество выполнения ряда упражнений комплекса ГТО. К таким упражне-

ниям относятся, например: прыжок в длину с места, бег, прыжки, подтягивание на перекладине, сгибание и разгибание рук в упоре лежа, челночный бег, наклон вперед из положения сидя и т.д.

Узловое устройство платформы состоит из набора датчиков, основными из которых являются цифровой микромеханический трех-осевой акселерометр MPU6050, регистрирующий статические и динамические ускорения, и Time-of-Flight дальномер VL53L0X для определения расстояния и положения частей тела спортсмена в пространстве относительно конечным узлом тренажера.

Для выполнения функциональных тестов платформы были созданы пять универсальных электронных макета узловых устройств (рис. 2).



Рис. 2. Макеты узловых устройств:

а - 3D модель устройства; *б* - реальный образец узлового устройства; *в* - устройство в активированном состоянии

Тестирование проводилось в следующих режимах: подсчёт количества подтягиваний и прыжков на скакалке, фиксация глубины наклона вперед и локальная группа узловых устройств для проведения упражнения «челночный бег».

Группа узлов (стимул и регистратор событий) конфигурировалась для каждого вида упражнений. Результаты передавались на локальный брокер в виде структурированных JSON-сообщений. Накопленные данные анализировались и визуализировались на экране смарт-устройств.

На рис. 3 представлен график изменения виброскорости конечного узла тренажера закреплённого на поясе спортсмена в рамках выполнения упражнения «прыжки на скакалке» (слева) и «прыжок в высоту» (справа).

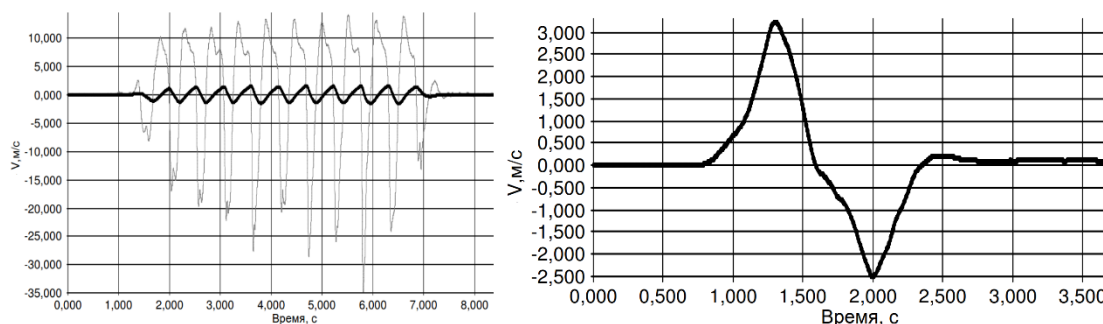


Рис. 3. Результаты исследования показаний акселерометра, закреплённого на поясе спортсмена

Режим «челночный бег» представляет комплексную тренировочную задачу, включающую использование двух или более конечных узлов, объединённых в пространственно-распределённый тренажёр. Основная цель данного режима заключается в последовательной активации цветовых стимулов на узлах сети и точной фиксации времени, необходимого спортсмену для преодоления расстояния между этими узлами.

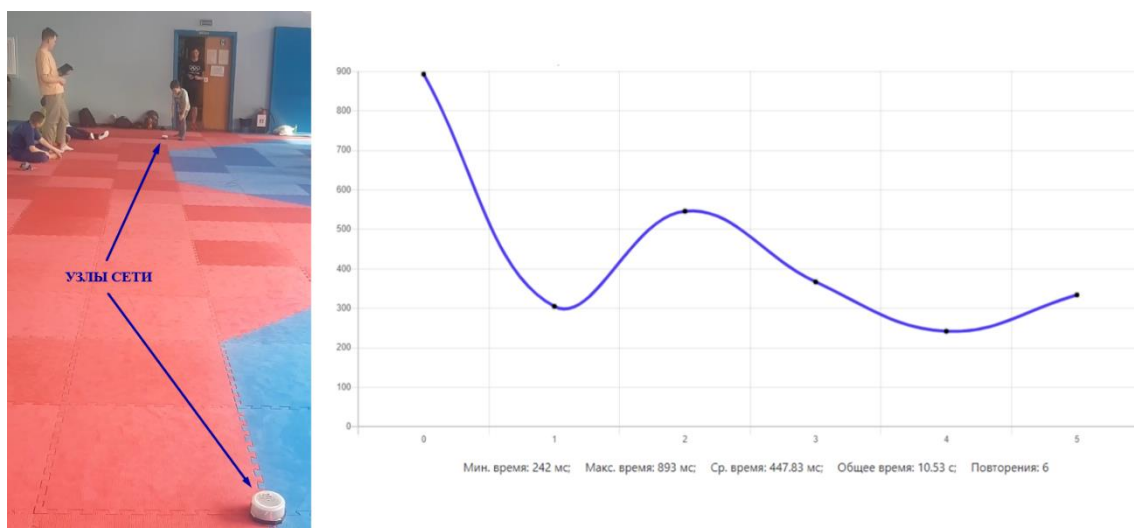


Рис. 4. Скриншот приложения для анализа выполнения упражнения «челночный бег»

ВЫВОД

Приведенные результаты тестирования созданной платформы с использованием IoT-технологий подтверждают возможность ее использования в масштабируемых задачах сбора и анализа тренировочных данных. Например, при условии создания единой базы данных, одна из возможных областей применения тренажёра в спортивной практике и физическом воспитании – республиканский мониторинг физических параметров молодежи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Lei Liu, Xuefeng Zhang.* A Focused Review on the Flexible Wearable Sensors for Sports: From Kinematics to Physiologies. *Micromachines* 13(8):1356. 2022.
2. *A. S. M. Kayes, M. A. Hossain, M. S. Hossain, M. S. Alam, M. S. Anwar.* Wireless Sensor Networks for Sports Performance Monitoring: A Comprehensive Review. *Applied System Innovation* 1(4):52. 2018.
3. *Семенович А.С.* Масштабируемый IoT тренажер спортсмена. Сборник научных работ студентов Республики Беларусь «НИРС 2020». 2021. С 143-144.