

УДК 004.5

Применение контроллера Arduino Mega 2560 для разработки геймифицированного теста функциональных состояний учащихся

Д. Д. Зайка, С. В. Плотникова

Государственное бюджетное нетиповое общеобразовательное учреждение
«Республиканский лицей-интернат «Эрудит» – центр для одаренных детей»
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
dianissimka@gmail.com

Зайка Д. Д., Плотникова С. В., Применение контроллера Arduino Mega 2560 для разработки геймифицированного теста функциональных состояний учащихся. Робототехника сейчас используется во всех областях человеческой жизни: как в науке, обучении, производстве и медицине, так и в развлекательных проектах. Специфические особенности лицея значительно интенсифицируют учебно-воспитательный процесс, но при этом являются стрессом и могут приводить к снижению успешности обучения. Для оптимизации обучения важно изучение функциональных состояний учащихся, что облегчается при исследованиях в виде игры (геймификации). Для изучения функциональных состояний создан инструмент игра «Настольный футбол» на платформе ArduinoMega 2560, который позволяет упростить и улучшить изучение функциональных состояний учащихся лицея.

Ключевые слова: робототехника, геймификация, Arduino Mega, футбол.

Введение

В последнее время во всем мире наблюдается резкий рост исследований и проектов в области робототехники. Робототехника сейчас используется во всех областях человеческой жизни: как в серьезных научных проектах, обучении, производстве и медицине, так и в развлекательных целях.

Специфические особенности лицея (профилизация обучения, поиск и целенаправленный конкурсный отбор наиболее способных учащихся, интенсификация обучения, работа в научных кружках, изменения в привычном учебном процессе для учеников, особенности интернатного обучения и др.) значительно интенсифицируют учебно-воспитательный процесс в целом, но при этом являются стрессом и фактором риска здоровья учащихся. Эти факторы могут приводить к преждевременному утомлению, снижению работоспособности, ухудшению состояния здоровья, а, следовательно, и успешности обучения в целом [1, 2].

При этом традиционные методики изучения функциональных состояний не всегда принимаются испытуемыми, в отличие от исследования в виде игры (геймификации).

Точная оценка функционального состояния человека до сих пор является актуальной задачей. Например, анализ данных психофизиологических состояний учеников старших классов необходим для совершенствования методик обучения.

Правильный режим труда и отдыха позволяет эффективно и оптимально использовать рабочее время, тогда как без оценки функциональных состояний разработка такого режима представляет значительные затруднения [1, 2].

Цель статьи: изучить возможности современных контроллеров, создать прототип прибора для тестирования некоторых психофизиологических параметров учеников лицея с использованием контроллера и с помощью этого создать автомат.

В соответствии с целью ставятся и решаются следующие задачи:

- изучить возможности современных микроконтроллеров и контроллеров и выбрать платформу для создания прибора.
- разработать аппаратную часть игры «Футбол» с помощью подходящего контроллера.
- разработать программное обеспечение для программно-аппаратного комплекса для игры «человек против человека».
- провести необходимое количество игр среди учеников лицея в разные дни недели в разное время с фиксацией параметров игры. Обработать и изучить данные, полученные после решения предыдущей задачи, определить особенности параметров функциональных состояний (время реакции, стратегии игры и т.д.) в разных группах учащихся в зависимости от пола и возраста; в разное время (после

выходных, в середине и в конце учебной недели, до занятий и после занятий).

- на основе полученных данных доработать программное обеспечение для полноценного решения поставленных задач.

Материалы и методы

В качестве предварительного прототипа для выполнения задачи по созданию геймифицированного инструмента для тестирования функциональных состояний учащихся лица было решено использовать разработанное в СССР устройство «Электроника ИМ-37» Настольная электронная игра «Футбол: Кубок чемпионов».

Оригинальная версия игры построена на микроконтроллере KP1814BE8 и состоит из светодиодного игрового поля (28 красных светодиодов); поля текущего счета с одноразрядной светодиодной индикацией; 4-х кнопок для каждого игрока, три клавиши – направление удара, одна — перехват мяча; переключателей, расположенных на торцевой части, используемых для включения, а также установки типа и скорости игры.

В оригинальную конструкцию было решено внести несколько изменений – использовать светодиоды 2-х цветов (12 красных и 12 зеленых) для индикации игроков разных команд, а также 4 трехцветных светодиода с общим катодом для индикации угловых и выхода мяча за поле, добавить кнопку для передачи мяча назад, заменить одноразрядные индикаторы счета на многофункциональный символьный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) 16 на 2 символа (LCD1602 I2C).

После изучения возможностей современных микроконтроллеров и контроллеров для дальнейшей работы были выбраны контроллеры семейства Arduino.

Изучены характеристики контроллеров семейства Arduino [3 – 14]. Данное семейство контроллеров отличают полностью открытые аппаратные и программные части, высокая доступность, низкая цена. Программное обеспечение (ПО) можно создавать при помощи официальной свободной интегрированной среды разработки (Arduino IDE) с использованием простого диалекта C++ (Wiring), а также при помощи множества других сред разработки и языков, включая диалект SCRATCH для детей. Большинство контроллеров оснащены широко распространенным интерфейсом USB и загрузчиком, позволяющими обойтись без программаторов. Все вышеперечисленное сделало данное семейство очень распространенным и популярным, что в свою очередь привлекло множество энтузиастов к работе над платформой и наработке множества готовых свободных

библиотек ПО, электронных модулей и готовых проектов. Таким образом, семейство Arduino позволяет сосредоточиться на разработке прототипов, а не на изучении устройства и принципов функционирования отдельных элементов.

Наличие готовых модулей, а также плат расширения, монтируемых прямо на контроллер (в терминологии сообщества Arduino шилдов (shield – щиток)), и библиотек программ позволяет непрофессионалам в электронике быстро и просто создавать готовые работающие устройства для решения своих задач. Варианты использования Arduino ограничены только возможностями микроконтроллера и имеющегося варианта платы.

Очевидно, что только для прямого подключения всех светодиодов без сдвиговых регистров к контроллеру необходимо задействовать 36 цифровых выводов, поэтому в качестве платформы для создания устройства был выбран контроллер Arduino Mega 2560, поскольку он имеет необходимое оснащение.

Платформа Arduino Mega 2560 построена на микроконтроллере ATmega2560. Плата имеет 54 цифровых порта ввода/вывода (14 из которых могут использоваться как выводы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), 16 аналоговых вводов, 4 последовательных порта UART TTL, I2C, SPI, кварцевый генератор 16 МГц, USB-UART преобразователь, разъем питания, разъем ICSP и кнопку перезагрузки.

В микроконтроллерах ATmega2560, используемых на платформах Arduino Mega, существует три вида памяти: флеш-память – используется для хранения программ (в терминологии сообщества Arduino скетчей (sketch – эскиз)); ОЗУ (статическая оперативная память) – служит для хранения и работы переменных; EEPROM (энергонезависимая память) – применяется для хранения постоянной информации. Флеш-память и EEPROM являются энергонезависимыми видами памяти (данные сохраняются при отключении питания). ОЗУ является энергозависимой памятью.

Контроллер обладает достаточным быстродействием для решения поставленных задач, поскольку 1 такт работы микроконтроллера выполняется за $1 \text{ с} / 16000000 \text{ Гц} * 1000000 \text{ мкс} = 0,0625 \text{ мкс}$, то даже операции, выполняемые за несколько сотен тактов будут исполняться быстрее 1 мс, что значительно меньше погрешности для большинства необходимых измерений, так, например, среднее время реакции на ожог у человека порядка 150-200мс.

Для создания устройства дополнительно были использованы: модуль SD карты с SD картой для записи журналов тестирования и хранения звуковых файлов, плата расширения

PCB для Arduino Mega2650, динамик, тумблеры, потенциометры.

ПО для устройства написано на диалекте C++ для Arduino с использованием официальной IDE. Для написания ПО проекта использовались открытые библиотеки: Wire и LiquidCrystal_I2C для управления ЖКИ, MsTimer2 для работы с прерываниями по таймеру, SD и SPI для работы с SD картой, TMRpcm для воспроизведения звуковых файлов.

Разработка аппаратной части устройства производилась с использованием ПО Fritzing.

Соединения компонентов между собой в устройстве выполнены навесным монтажом.

Разработка игры «Футбол»

В процессе работы над проектом активно использовалась система версионирования Git, материалы проекта расположены на сайте Gitlab [14].

Аппаратная часть устройства очень проста – все исполнительные устройства кроме трехцветных светодиодов подключены непосредственно к цифровым портам вывода контроллера (светодиоды к портам 22-45, динамик – 46 и т. д.), трехцветные светодиоды подключены к аналоговым портам 2-13 для возможного использования ШИМ регулировки яркости каждого цвета. Датчики подключены к цифровым и аналоговым портам ввода (кнопки к портам A0-A9, переключатели и переменные резисторы 47-49, A15). ЖКИ подключен к портам шины I2C (20, 21), а модуль SD карты к портам SPI (50-53).

Для всех светодиодов подключение осуществляется через токоограничивающий резистор на 220 ом. Динамик подключен через усилитель на 1 транзисторе.

Для программирования событий используются режимы игры с соответствующими числовыми кодами: GAME_START 0, GAME_PERFORMED 1, GAME_SIDE_OUT 2, GAME_END_OUT 3, GAME_OFFSIDE 4, GAME_HALFEND 5, GAME_STOP 6, GAME_GOAL 9, для жеребьевки, непосредственно игры, выхода мяча за боковую линию, а также за линию ворот, превышения времени удержания мяча одним игроком, окончания первого тайма, окончания игры и взятия ворот соответственно.

Для каждого события написан обработчик в виде функции, которая выполняется из тела функции loop(), при соответствии режима игры определенному значению.

Игровое поле разделено координатной сеткой на прямоугольные области 12x5. Это x и y координаты мяча, при попадании мяча в соответствующую область загорается светодиод, расположенный в этой области.

На игровом поле расположены по 12 светодиодов красного и зеленого цветов, по 11 соответствуют игрокам, и по 1 для индикации взятия ворот. В программе для работы со светодиодами создан трехмерный массив 12x5x2, где первые 2 индекса указывают на координаты светодиода, а 3-й на номер порта и цвет (для трехцветных светодиодов вместо номера порта индекс по которому рассчитывается номер порта). Пустые области обозначаются числом -1 (минус единица), цвета 1 (единица) — зеленый, -1 (минус единица) — красный, пустая область и трехцветные светодиоды — 0 (ноль):

Каждый игрок управляет игрой при помощи 4-х кнопок для перемещения мяча и 1-й кнопки для перехвата мяча.

Для работы с кнопками в программе создан класс, обрабатывающий дребезг и описывающий необходимые свойства и методы кнопок. Для считывания состояния кнопок используется прерывание по таймеру с интервалом в 15мс.

Для перемещения мяча при помощи комбинации кнопок используется суммирование условных баллов за каждую кнопку — так нажатие кнопки вперед оценивается в 3 балла, назад в -3, влево в -1 и вправо в 1 балл, суммы баллов рассматриваются как направления для перемещения мяча соответственно схеме:

```
// directions
// 2 3 4
// -1 0 1
// -4 -3 -2
```

Игра начинается с жеребьевки, когда после звукового сигнала и соответствующего сообщения на ЖКИ игрокам нужно как можно быстрее нажать на кнопку перехвата мяча. Выигрывает игрок, который нажал на кнопку раньше после звукового сигнала, и не допустил фальстарт.

Игра состоит из 2х таймов по 3 минуты. После жеребьевки мяч перемещается к игроку команды выигравшей жеребьевку в центре поля, в начале 2-го тайма мяч перемещается к игроку команды проигравшей жеребьевку в центре поля. Удержание мяча игроком без перемещения более чем на 10с приводит к обработке GAME_OFFSIDE и мяч перемещается к игроку в центре поля. После выхода мяча за боковую линию мяч возвращается к ближайшему игроку противоположной команды. После выхода мяча за линию ворот мяч возвращается к игроку противоположной команды для выполнения углового удара или к вратарю для удара от ворот. Для рандомизации в игре при каждом вызове функции loop() выбрасывается условная семигранная кость с гранями от -3 до 3. При перемещении мяча по полю через область с игроком мяч может быть перехвачен в течении заданного времени перехвата кнопкой перехвата, это событие вероятностное, оно определяется

суммой заданной вероятности перехвата и текущей выпавшей гранью кости. При перемещении мяча в координаты ворот противоположной команде добавляется 1 балл (очко) к сумме баллов (очков) с вероятностью, определяемой суммой заданной вероятности поражения ворот (гола) и текущей выпавшей гранью кости, если ворота не поражены, игра перейдет к режиму выхода за линию ворот.

Победа засчитывается стороне, набравшей больше очков, иначе объявляется ничья.

Все события, происходящие в течении игры записываются в файл журнала со случайным названием, уникальным для каждой игры, для последующей обработки и сравнения. Журнал позволяет далее проанализировать время реакции игроков на события игры, стратегии игры, качество принимаемых участниками игры решений.

Выводы

Выбранная платформа позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи.

Аппаратная часть проекта создана на платформе Arduino Mega 2560. Разработанное ПО для игры «человек против человека» позволяет проводить геймифицированное тестирование функционального состояния учащихся лица для получения данных, используемых в дальнейшей работе над оптимизацией обучения. А затем после сбора данных, создания автомата «человек против компьютера».

В дальнейшем после проведения необходимого количества игр, полученные результаты будут использованы для создания автоматического режима игры «компьютер против человека», что позволит проводить тестирование с одним испытуемым.

Литература

1. Шмелёв А., Лисица И., Компьютерное тестирование и геймификация: перспективы мониторинга функционального состояния работников в эпоху компьютеризации психодиагностики [Электронный ресурс] – 2016 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-testirovanie-i-geymifikatsiya-perspektivy-monitoringa-funktionalnogo-sostoyaniya-rabotnikov-v-epohu-kompyuterizatsii> – Загл. с экрана.

2. Алексеева Э.А., Шантанова Л.Н., Петунова А.Н., Иванова И.К. Оценка функционального состояния организма студентов в период экзаменационного стресса [Электронный ресурс] – 2010 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka->

[funktionalnogo-sostoyaniya-organizma-studentov-v-period-ekzamenatsionnogo-stressa](#) – Загл. с экрана.

3. Омельченко Е.Я., Танич В.О., Маклаков А.С., Карякина Е.А. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы arduino [Электронный ресурс] – 2013 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkiy-obzor-i-perspektivy-primeneniya-mikroprotsessornoj-platformy-arduino> – Загл. с экрана.

4. Официальный практикум Arduino // [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial> – Загл. с экрана.

5. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 448 с.

6. Плат Ч. Электроника для начинающих // Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ – Петербург, 2017. – 416 с

7. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino MsTimer2 // [Электронный ресурс]. – 2016 – Режим доступа: <https://github.com/PaulStoffregen/MsTimer2> – Загл. с экрана.

8. Официальный репозиторий и документация библиотеки ArduinoLiquidCrystal-I2C-library // [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library> – Загл. с экрана.

9. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino SD Library for Arduino // [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://github.com/arduino-libraries/SD> – Загл. с экрана.

10. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino TMRpcm Arduino library for asynchronous playback of PCM/WAV files direct from SD card [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://github.com/TMRh20/TMRpcm> – Загл. с экрана.

11. Официальный справочник Arduino // [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage> – Загл. с экрана.

12. Русскоязычный wiki справочник ардуино [Электронный ресурс]. – 2017 – Режим доступа: <http://wikihandbk.com/wiki/Arduino> – Загл. с экрана.

13. Урок 10. Прерывание по таймеру в Ардуино. Библиотека MsTimer2. Параллельные процессы [Электронный ресурс]. – 2016 – Режим доступа: <http://mypractic.ru/urok-10-preryvanie-potajmeru-v-arduino-biblioteka-mstimer2-parallelnye-processy.html> – Загл. с экрана.

14. Arduino-soccer [Электронный ресурс] – 2017 – Режим доступа: <https://github.com/ventricola/arduino-soccer> – Загл. с экрана.

Зайка Д. Д., Плотникова С. В., Применение контроллера Arduino Mega 2560 для разработки геймифицированного теста функциональных состояний учащихся. Робототехника сейчас используется во всех областях человеческой жизни: как в науке, обучении, производстве и медицине, так и в развлекательных проектах. Специфические особенности лицея значительно интенсифицируют учебно-воспитательный процесс, но при этом являются стрессом и могут приводить к снижению успешности обучения. Для оптимизации обучения важно изучение функциональных состояний учащихся, что облегчается при исследованиях в виде игры (геймификации). Для изучения функциональных состояний создан инструмент в виде игры «Настольный футбол» на платформе ArduinoMega 2560, который позволяет упростить и улучшить изучение функциональных состояний учащихся лицея.

Ключевые слова: робототехника, геймификация, Arduino Mega, футбол.

Zajaka D. D., Plotnikova S. V., Application of the Arduino Mega 2560 comptroller for developent of gamefification test of the functional states studying. Robot techique is now used in all spheres of human life: how in science, teaching, production and medicine, so in entertaining projects. The specific features of lyceum considerably intensify an study process, but here are stress and can result in the decline of success of teaching. For optimization of teaching the study of the functional states studying is important, that is facilitated at researches as the game (gamefification). For the study of the functional states an instrument is created the game «Table football» on the ArduinoMega 2560 platform, allows to simplify and improve the study of the functional states of studying lyceum.

Keywords: robot techique , gamefification, Arduino Mega, football.

Статья поступила в редакцию 18 мая 2018 г.
Рекомендована к публикации профессором Миненко А. С.