УДК 004.5

Особенности Гемифицированного автомата игы «Футбол» с использованием контроллера Arduino Mega 2560 на основе 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, котрый 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, в том числе и в быту.

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 отличии 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 для оценки функциональных состояний.

В соответствии с целью в данной работе 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 тестовые игры, на основании результатов которых добиться приемлемого функционала прибора и достаточной играбельности.
* 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 лицей было решено использовать разработанное в СССР устройство «Электроника ИМ-37» Настольная электронная игра «Футбол: Кубок чемпионов».

Оригинальная версия игры построена на микроконтроллере КР1814ВЕ8 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 в дальнейшем к 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,а также фантазией разработчика.

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 с / 16000000 Гц \* 1000000 мкс=0,0625мкс, то даже операции, выполняемые за несколько сотен тактов будут исполнятся быстрее 1мс, что значительно меньше погрешности для большинства необходимых измерений, так, например, среднее время реакции на ожог у человека порядка 150-200 мс.

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, UART Bluetooth модуль.

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 и игры «Футбол»

В процессе работы над проектом активно использовалась система версионирования Git, материалы проекта расположены на сайте Githab [15].

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 12х5. 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 12х5х2, 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 расчитывается номер порта). Пустые области обозначаются числом 0 (ноль), цвета 1 (единица) — зеленый, -1 (минус единица) — красный.

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 7-мигранная 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 балов (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.

Кроме того вероятности всех происходящих событий увеличиваются при игре в пас, особенно при боковых передачах мяча, таким образом вероятность, например, забить гол при ударе от ворот намного ниже, чем при ударе после нескольких успешных пасов-перехватов.

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. Кроме того, журнал выводится в UART интерфейс и может быть передан по Bluetooth на другое устройство.

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 лицея 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.

Список литературы

1. Омельченко Е.Я., Танич В.О., Маклаков А.С., Карякина Е.А. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы arduino // электротехнические системы и комплексы. - 2013/21. - C.28-33.
2. Официальный практикум Arduino // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial> (дата обращения: 10.09.2017).
3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. СПб. : БХВ — Петербург, 2015. 448C.
4. Плат Ч. Электроника для начинающих //Пер. с англ. — 2-е изд. — СПб.: БХВ — Петербург, 2017. — 416C Выхованец Т.А., Давыдова В.Р., Выхованец Ю.Г.
5. Шмелёв А., Лисица И., Компьютерное тестирование и геймификация: перспективы мониторинга функционального состояния работников в эпоху компьютеризации психодиагностики // вестник Московского университета. серия 14. психология. — 2016. — №4 — С.98-109.
6. Алексеева Э.А, Шантанова Л.Н., Петунова А.Н. , Иванова И.К. Оценка функционального состояния организма студентов в период экзаменационного стресса // Вестник бурятского госуниверситета.- 2010/12. - C.108-113.¶
7. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino MsTimer2 // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/PaulStoffregen/MsTimer2>
8. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino
9. LiquidCrystal-I2C-library // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library>
10. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino SD Library for Arduino // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/arduino-libraries/SD>
11. Официальный репозиторий и документация библиотеки Arduino TMRpcm Arduino library for asynchronous playback of PCM/WAV files direct from SD card // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/TMRh20/TMRpcm>
12. Официальный справочник Arduino // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage> (дата обращения: 08.09.2017).
13. Русскоязычный wiki справочник ардуино // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wikihandbk.com/wiki/Arduino>
14. Урок 10. Прерывание по таймеру в Ардуино. Библиотека MsTimer2. Параллельные процессы. // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://mypractic.ru/urok-10-preryvanie-po-tajmeru-v-arduino-biblioteka-mstimer2-parallelnye-processy.html
15. На данном сайте можно получить исходный код программы для контроллера, принципиальную схему устройства, исходные коды различных тестов и сопутствующих программ, а также различные дополнительные материалы по проекту (фотографии, изображения, звуковые файлы и .т. п.) [Электронный ресурс] –<https://github.com/ventricola/arduino-soccer>.