

Ильичев Владимир Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Тепловые двигатели и гидромашины», Калужский филиал ФГОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Калуга, Россия

Каширин Дмитрий Сергеевич, студент кафедры «Тепловые двигатели и гидромашины», Калужский филиал ФГОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Калуга, Россия

ВЫЯВЛЕНИЕ ОЩУЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ПУЛЬСА И КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ КОЖИ

Аннотация: В статье приведена разработанная авторами методика выявления стрессовых ощущений у человека с помощью применения датчиков Arduino при различных внешних воздействиях (боль, испуг, холод). Данная методика детализирована и проверена на практике. Результаты показаний приборов представлены в виде графиков, каждый из которых интерпретирован. По результатам экспериментальных исследований сделаны заключения, отображающие перспективность её развития.

Ключевые слова: Arduino, датчик пульса, датчик кожно-гальванической реакции, расшифровка осциллограммы, выявление стресса.

Annotation: The article provides the method developed by the authors for detecting stress in a person using Arduino sensors under various external influences (pain, fright, cold). This procedure is detail-zoned and tested in practice. Instrument readings are presented in the form of graphs, each of which is interpreted. According to the results of experimental studies, conclusions were made that reflect the

prospects for its development.

Keywords: Arduino, pulse sensor, skin-galvanic reaction sensor, oscillogram decryption, stress detection.

Введение

В настоящее время всё активнее развиваются технические средства, позволяющие выявлять ощущения, испытываемые человеком при различных заболеваниях и эмоционально-физиологических состояниях [1]. Данные средства могут позволить производить более быструю и качественную диагностику текущего состояния человека в разных целях: в медицинских, игровых, познавательных, научных и прочих.

Целью данной работы является изучение выявления некоторых человеческих ощущений с помощью двух распространённых сенсорных датчиков: датчика пульса [2] и датчика кожно-гальванической реакции [3]. Основной целью исследования является выявления «отклика» датчиков на разные воздействия, приводящие к изменению системы ощущений человека. Данная работа способна, например, показать какой датчик из двух рассматриваемых более явным путём отображает разные ощущения человека. В дальнейшем это позволит авторам, с использованием дополнительных средств, сформировать полноценную систему, выявляющую широкий спектр человеческих эмоций. Описываемая работа является демонстрационной.

Испытуемым в описываемом исследовании является один из авторов исследования (чтобы не подвергать возможным вредным воздействиям других людей, и для выявления степени опасности этих воздействий). Симулированы следующие ощущения: боль (путём укола булавкой в палец), резкий холод (путём опускания руки человека, находящегося в комнатных условиях, в снег), испуг (создание резкого громкого звука, действующего на человека, не видящего его источника). Как видим, выбраны не травмоопасные воздействия на испытуемого.

Материал и методы исследования

Для снятия показаний была собрана схема на основе платформы Ардуино Уно [4] и следующих датчиков (каждый из которых испытывался отдельно):

1. датчика пульса Pulse Sensor (фотоплетизмографа зелёного свечения, как в «умных часах»), который позволяет фиксировать ток крови, вызванный периодическим изменением кровяного объёма при каждом ударе сердца, частоту сердцебиения, изменение сердечного ритма (он одевается на запястье или на палец). Подключение датчика к Ардуино производилось способом, описанным в статье [5];

2. датчика кожно-гальванической реакции (GSR Sensor), действие которого основано на изменении сопротивления кожного покрова при выделении потовыми железами человека того или иного количества пота. Подключение датчика к Ардуино и снятие показаний происходило путём, описанным в [6].

Метод исследования состоял из следующих этапов:

1. выбор и проверка работоспособности соответствующего датчика. Для вывода графика фотоплетизмограммы или гальванического ответа кожи на экран, а главное, для записи их в файлы, также использовались дополнительные программные средства, созданные авторами на языке Python [7].

2. сбор и апробация схемы измерений соответствующего параметра;

3. сбор показаний прибора в спокойном состоянии испытуемого, для выявления характера изменения при этом снимаемых показаний;

4. в момент, когда ассистент полностью готов записывать показания, к испытуемому неожиданно прикладывается определённое воздействие, и ответ на его ощущения фиксируется как в реальном времени, так и записывается в память компьютера;

5. создаётся пауза, достаточная, чтобы испытанное ощущение полностью пропало, т.е. чтобы испытуемый снова вернулся в спокойное состояние;

6. подготавливаются средства для действия на испытуемого следующего воздействующего фактора;

7. настраивается аппаратура;

8. повторяется весь набор действий, необходимых для получения показаний по новому ощущению испытуемого;

9. производится обработка и анализ результатов измерений, описанные в следующем разделе статьи.

Пример расчёта

Рассмотрим результаты всей серии демонстрационных испытаний и сделаем выводы. Вначале будут представлены испытания показаний датчика кожно-гальванической реакции:

1. Последствия укола булавкой в палец, вызвавшие ощущение боли, представлены на рис. 1.

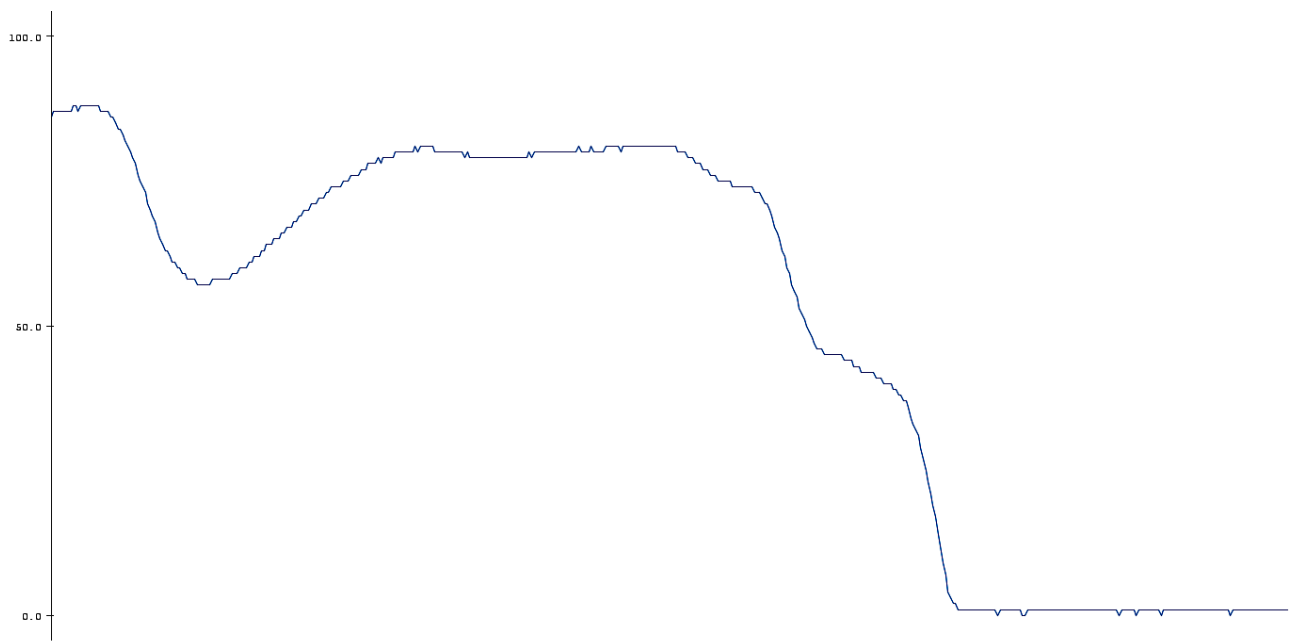


Рис. 1. График реакции датчика GSR на болевое воздействие.

По оси абсцисс графика откладывается время (скорость его отрисовки не фиксируется, но она постоянна); по оси ординат показана некая условная величина гальванической реакции кожи. Видим, что при болевом ощущении, показания датчика кожно-гальванической реакции быстро падают до нуля; значит он может является надёжным датчиком именно болевого ощущения.

2. На рис. 2 представлены результаты испытания испытуемым испуга при воздействии внезапного громкого звука.

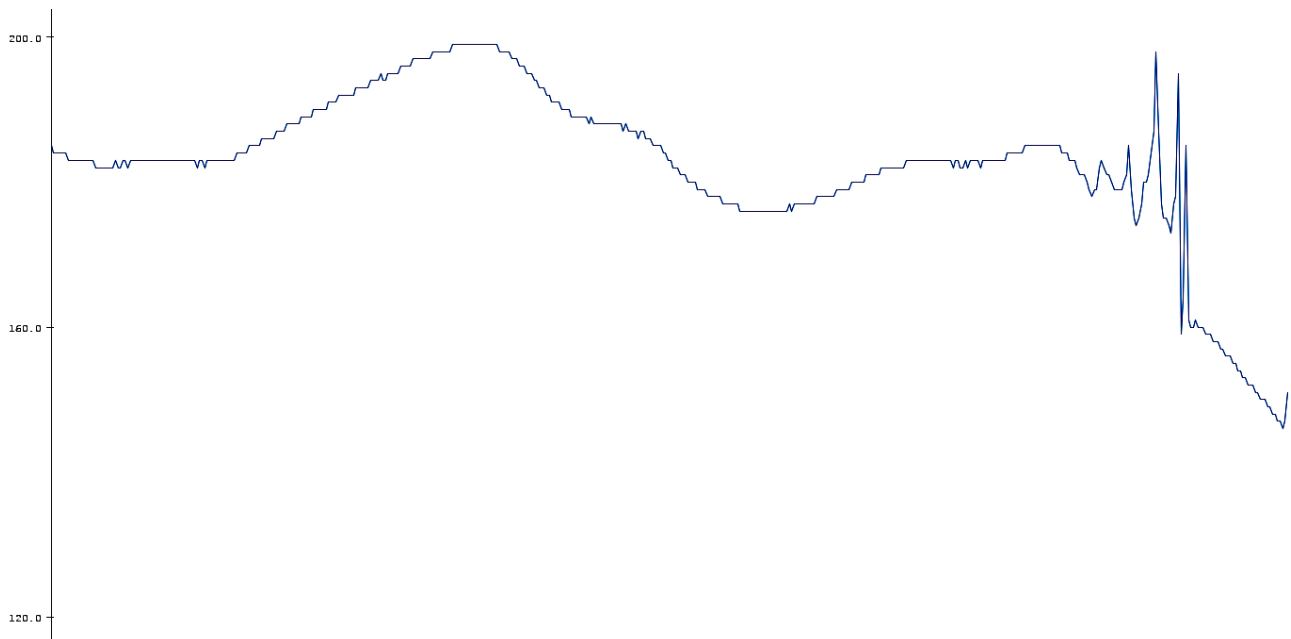


Рис. 2. График реакции испытуемого на испуг, зафиксированный датчиком GSR.

При испуге датчик кожно-гальванической реакции [8] фиксирует наличие хаотичного участка на своём графике. Хотя амплитуда этого хаотичного всплеска и не является высокой; однако она очень характерна, и при добавлении в систему диагностики средств частотного анализа данный «паттерн» может быть легко распознан. Также было отмечено, что т.е. после прекращения воздействия раздражителя кожно-гальваническая реакция имеет свойство быстро возвращаться к прежнему «плавному» характеру графика. Это свойство GSR очень полезно для обнаружения стресса в режиме реального времени.

3. На рис. 3 показана фиксация датчиком GSR холода, воздействующего на руку человека.

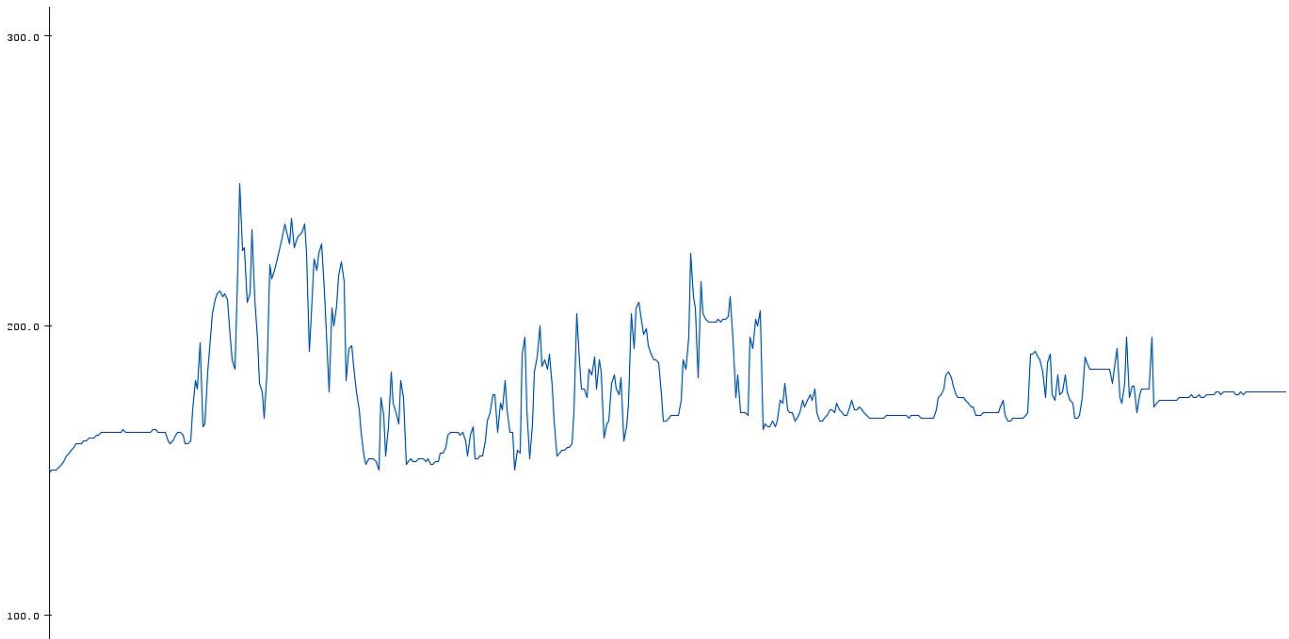


Рис. 3. График реакции датчика GSR на холод, действующий на испытуемого.

Полученный результат отображает некий «холодовой стресс», более продолжительный, чем болевой. Однако, показания датчика имеют тенденцию приходить в норму, что логично, т.к. человек постепенно адаптируется к воздействию на его конечность холоду.

Рассмотрим теперь изменение показаний датчика пульса — фотоплетизмографа, при тех же воздействиях на организм человека.

4. На рис. 4 показаны графические показания фотоплетизмографа при болевом воздействии на человека путём укола булавкой.

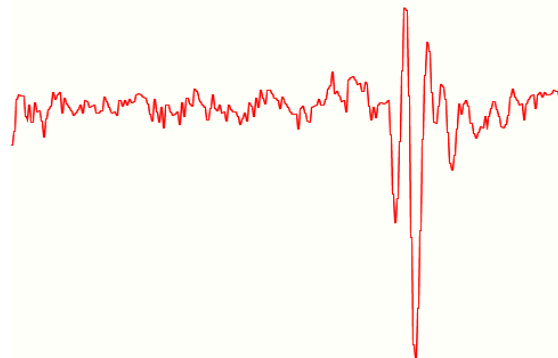


Рис. 4. График с фотоплетизмографа при болевом воздействии на испытуемого.

Из графика видно, что при резком болевом воздействии на человека, его сердечно-сосудистая система реагирует резким повышением амплитуды пульса, которая при прекращении воздействия на человека приходит в норму. Следовательно, фотоплетизмограф вполне может служить датчиком мгновенного стрессового болевого воздействия [9].

5. Показания фотоплетизмографа при действии на человека резкого и громкого неожиданного звука, представлены на рис. 5.

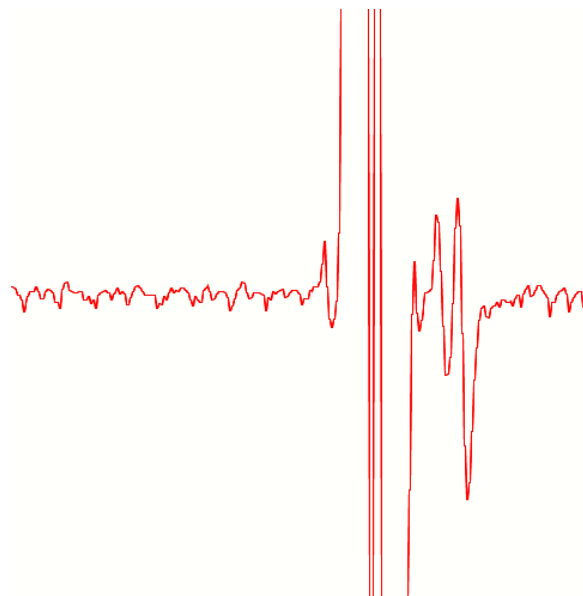


Рис. 5. Фиксация реакции показаний фотоплетизмографа на действие на испытуемого резкого и громкого шума.

Видим, что резкий шум вызвал у испытуемого даже более резкую и длительную реакцию организма, чем при болевом воздействии [10]. Очень сильное временное усиление амплитуды пульса можно объяснить действием более неприятным для испытуемого воздействием, чем укол булавкой – очень громкого и резкого звука. После прекращения шумового воздействия, что и ожидаемо, пульс испытуемого быстро приходит в норму.

6. При действии на руку человека холода, датчик пульса выдал очень необычную реакцию, зафиксированную на рис. 6.



Рис. 6. Реакция фотоплетизмографа на воздействие на испытуемого человека холодом.

Скачкообразного изменения амплитуды, как в предыдущих случаях, не наблюдалось (хотя амплитуда биений сердца при воздействии холода несколько возросла), однако заметно увлечение интервала между ударами сердца, это говорит о том, что включается такой отдел вегетативной системы организма, как симпатический [11], что, как известно, происходит как раз при сохранении человека от холода.

Заключение

Серия проведённых исследований отображения ощущений человека на графиках кожно-гальванической реакции и фотоплетизмографа позволяет сделать следующие выводы:

- каждое воздействие, приводящее к изменению эмоционального фона испытуемого, приводит к изменению графиков, фиксируемых приборами;
- при разных воздействиях характер графиков меняется разным образом, по которому можно определить прикладываемое воздействие;
- бесполезных графиков не обнаружено; значит, каждый из них позволяет выявлять возникновение у человека стрессового состояния разного характера; ещё более наглядными результаты исследований должны выглядеть при одновременном использовании двух типов датчиков;
- полученные графики позволяют выявлять характер физиологических изменений в организме человека при разных типах стрессовых воздействий.

Описанные в статье исследования являются предварительными; в дальнейшем предполагается как проведение экспериментов на большой группе людей, так и расширение спектра воздействий, приводящих к возникновению у человека стресса. Также планируется осуществление спектрального анализа [12] каждого графика, которое может потенциально выявить степень и характер стресса у испытуемых.

В целом, можно сделать вывод, что описанные в статье эксперименты увенчались успехом, что наглядно продемонстрировано их результатами.

Библиографический список:

1. Кутепова Л.М., Садыкова В.А., Тимербулатова И.Р., Яшина Н.Г. Методы диагностики психического состояния обучающихся в условиях реального дидактического процесса. // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. 2016. № 2. С. 138-141.

2. Писарев М.В., Ульянцева К.А., Пахомов В.В. Дифференциальная диагностика по результатам анализа фотоплетизмограммы. // В сборнике: Медико-экологические информационные технологии-2016. Сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-технической конференции. ответственный редактор Н.А. Корневский. 2016. С. 253-257.

3. Мухтарова Д.Р. Анализ данных эмоциональной значимости кожно-гальванической реакции. // В сборнике: Теория и практика языковой коммуникации. XII Международная научно-методическая конференция. Уфа, 2020. С. 185-191.

4. Ильичев В.Ю., Шевелев Д.В., Назаров Е.С. Создание системы измерений теплофизических параметров на основе аппаратных и программных средств Arduino. // Системный администратор. 2021. № 9 (226). С. 82-85.

5. Ардуино: датчик пульса. [Электронный ресурс]. URL: <https://robotclass.ru/tutorials/arduino-pulse-sensor/> (дата обращения 18.12.2022).

6. Grove GSR Sensor. [Электронный ресурс]. URL: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-GSR_Sensor/ (дата обращения 18.12.2022).

7. Ильичев В.Ю. Создание параметрических конечно-элементных трехмерных объектов с использованием функций Python. // Системный администратор. 2021. № 5 (222). С. 82-85.

8. Чернятьев А.Л., Щекочихин О.В. Распознавания психоэмоционального состояния пользователей мобильных устройств. // В сборнике: Обучение фрактальной геометрии и информатике в вузе и школе в свете идей академика А. Н. Колмогорова. Материалы XVI Колмогоровских чтений: 3-й Международной научно-методической конференции. Кострома, 2021. С. 223-228.

9. Аникина О.В. Принципы оценки уровня стресса по данным фотоплетизмографии. // В сборнике: Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - Биомедсистемы-2020. Материалы XXXIII всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2020. С. 372-375.

10. Кузьмин А.Г. О возможной природе тонов Короткова. // В сборнике: Роль и место биомедицинской техники в современной медицине. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 110-114.

11. Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г. Возможность использования пульсограммы для анализа некоторых параметров variability сердечного ритма. // В сборнике: Труды научно-исследовательского института организации здравоохранения и медицинского менеджмента. сборник научных трудов. Москва, 2021. С. 193-195.

12. Ильичев В.Ю., Чухраев И.В., Юрик Е.А. Применение методов компьютерного статистического анализа для прогнозирования потребления электрической энергии. // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2020. Т. 18. № 2. С. 24