

УДК 004.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА В ВИДЕ ИГРЫ ПИНГ-ПОНГ

Оконечников Я.В.

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
"Санкт-Петербургский технический колледж управления и коммерции",
г. Санкт-Петербург, Россия

Научные руководители: Ильюшина А.Н., преподаватель профессиональных дисциплин,
Новиков Н.Е. преподаватель профессиональных дисциплин

Аннотация. В больницах и поликлиниках имеется разное оборудование, позволяющее проводить обслуживание пациентов. В основном приборы в больницах помогают врачам выявить заболевание у пациентов и назначить курс лечения. Обычно в этот курс лечения входит регулярный прием лекарств для выздоровления. Но иногда, например, после мышечных травм, человеку необходимо разрабатывать те или иные мышцы для дальнейшего выздоровления. Поэтому вопросы реабилитации являются актуальными.

Ключевые слова: микропроцессорная техника, микроконтроллер, нейроинтерфейс

Введение. Проектировщики нейроинтерфейсов не раз способствовали развитию науки ухода за пациентами, управлением диагностикой, реабилитации и так далее. Так, например, разработчики помогают инвалидам встать на ноги, безруким обрести конечности, глухим услышать, а слепым увидеть.

В настоящее время актуально развитие систем с биологически обратной связью в различных областях деятельности человека. Данную разработку предполагается использовать в области медицины в качестве тренажера для реабилитации мышц рук детей и подростков. Так как в устройстве используются элементы игры пинг-понг, процесс тренировки и разработки мышц рук значительно упростится.

Проблема исследования состоит в создании универсального фильтра, который сможет подстроиться под каждого оператора.

Данное устройство позволит изучить степень разности импульсов мышц для каждого человека. Метод измерений и показа сигнала в виде графика позволит сделать вывод об индивидуальности сигналов и позволит в дальнейшем работать с качественным фильтром ЭМГ.

В данной статье автор описывает проект системы с биологически обратной связью, направленную на реабилитацию мышц рук в игровой форме.

При апробации устройства в качестве операторов выступали студенты-волонтеры колледжа, посетители Санкт-Петербургского международного научно-образовательного салона на площадке выставочного центра «Экспофорум».

Основная часть. Основная идея проекта заключается в том, что при подключении электродов на мышцы рук оператора, с помощью четырёх усилителей сигнала электромиограммы (ЭМГ), управляемых микроконтроллером, на дисплей выводится интерфейс игры. Через усилители сигнала ЭМГ, считывается электрическая активность мышц при сокращении, и сигнал передается в игру. В игровой форме внимание фокусируется, человек старается выиграть, от этого менее утомляется и может тренироваться дольше, чем если бы данный процесс был не игровой. В данной системе предусмотрено два режима: Человек-Человек, Человек-Бот.

В качестве управляющего устройства было принято решение использовать платформу Arduino. Фрагмент кода представлен в листинге 1.

Листинг 1. Фрагмент кода для программирования контроллера

```
Serial.begin(115200);  
myGLCD.InitLCD(LANDSCAPE);
```

```
myGLCD.clrScr();
```

```
pinMode(diod,OUTPUT);

Plat_Player.Creat(1,80,10,str.color.R[1],str.color.G[1],str.color.B[1],1,0);
Plat_Player.pos.X = str.pos.X[Plat_Player.index];
Plat_Player.pos.Y = str.pos.Y[Plat_Player.index];
Plat_Player.Draw();
col.loadSizeeData(Plat_Player.index,Plat_Player.size.X, Plat_Player.size.Y);
col.loadPositionData(Plat_Player.index,Plat_Player.pos.X, Plat_Player.pos.Y);

Plat_Bot.Creat(2,80,10,str.color.R[2],str.color.G[2],str.color.B[2],1,0);
Plat_Bot.pos.X = str.pos.X[Plat_Bot.index];
Plat_Bot.pos.Y = str.pos.Y[Plat_Bot.index];
Plat_Bot.Draw();
col.loadSizeeData(Plat_Bot.index,Plat_Bot.size.X, Plat_Bot.size.Y);
col.loadPositionData(Plat_Bot.index,Plat_Bot.pos.X, Plat_Bot.pos.Y);

Ball.Creat(0,14,14,str.color.R[0],str.color.G[0],str.color.B[0],1,1);
Ball.pos.X = str.pos.X[Ball.index];
Ball.pos.Y = str.pos.Y[Ball.index];
Ball.Draw();
col.loadSizeeData(Ball.index,Ball.size.X, Ball.size.Y);
col.loadPositionData(Ball.index,Ball.pos.X, Ball.pos.Y);

kP = (Ball.size.Y/2*-1)-(Plat_Player.size.Y-Ball.size.Y/2);
kB = Ball.size.Y;

myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
```

При изучении предметной области были сформулированы основные требования к устройству и разработана структурная схема, представленная на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема устройства.

С EMG датчика, происходит считывание сигнала мышечной активности. Данные поступают в микроконтроллер, который обрабатывает сигнал. В соответствии с этим на TFT экране прорисовывается платформа, которая двигается влево и вправо. Также прорисовывается мяч, который отбивается двигающейся платформой. Управление платформой производится при помощи напряжения мышц рук оператора.

Для демонстрации игрового процесса используется TFT экран 240x320 SPI ILI9341, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2 – TFT дисплей 240x320 SPI ILI9341.

Дисплей составляет основную часть устройства так как на нем будет выводиться игровой процесс. Ниже представлена схема подключения дисплея на рисунке 3.

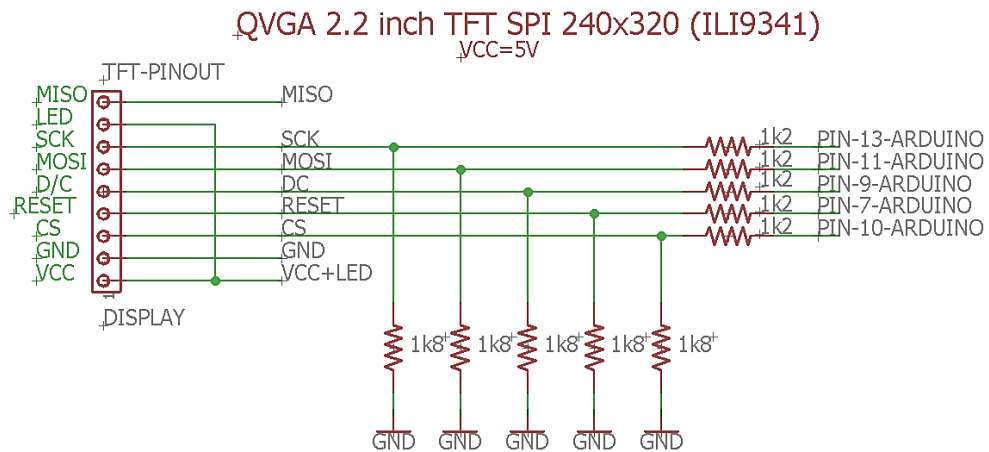


Рисунок 3 – TFT SPI дисплей 3.2" на драйвере ILI934.

Для считывания сигнала используется EMG датчик. EMG датчик – устройство принимающее значение биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека и животных при возбуждении мышечных волокон, регистрация электрической активности мышц. Схема EMG датчика представлена на рисунке 4.

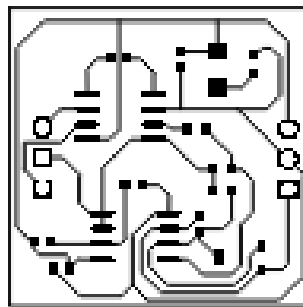


Рисунок 4 – Схема датчика Emg.

Считывание сигнала происходит с помощью электродов, расположенных на руках оператора. Далее результат их обработки отображается в дисплее в виде движения платформы. Подключение к устройству представлено на рисунке 5.

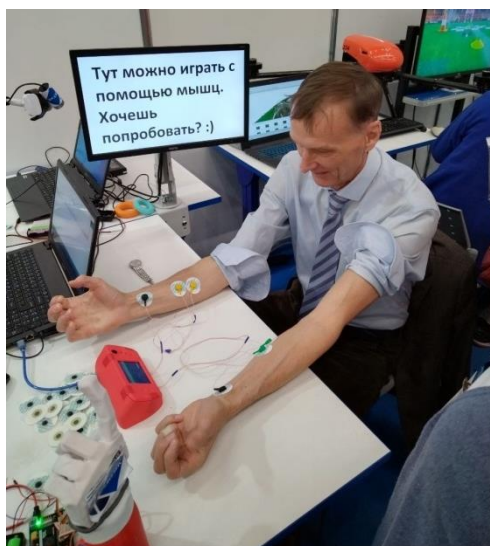


Рисунок 5 – Пример подключения устройства к человеку.

Электроды позволяют получить импульсы активности мышц и передать их датчику. Датчик обрабатывает сигнал, который поступает на плату Arduino. Данные можно увидеть в виде графика, как показано на рисунке 6.

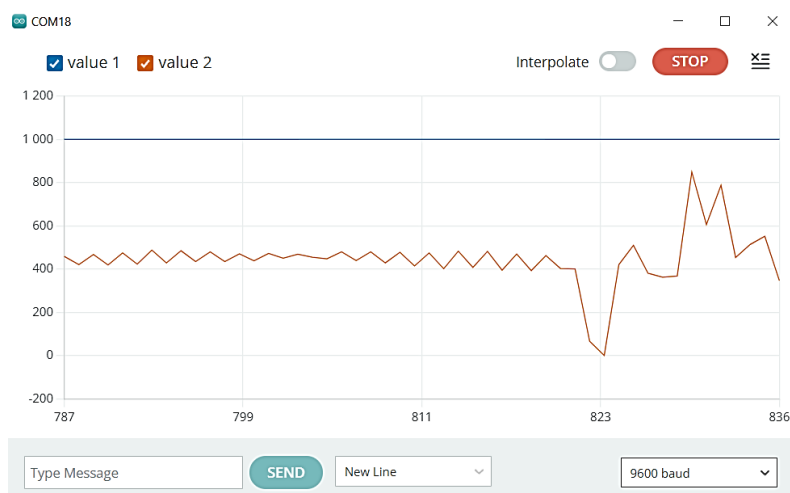


Рисунок 6 – График сигнала EMG

Голубая линия – это граница для более удобного отображения графика. Оранжевая линия – это обработанный (отфильтрованный) EMG сигнал. Ниже представлен временной отрезок от 787 до 836 мм. От 787 до 820 представлен сигнал спокойного (расслабленного) состояния, всё что идёт дальше является показателем сигнала в сжатом состоянии мышц.

Заключение. На основе аналитического обзора аналогов были рассмотрены возможности готовых решений, выявлена их стоимость, достоинства и недостатки.

Для реализации проекта был задействован микроконтроллер на платформе Arduino UNO, выполнена структурная логическая схема устройства, разработан программный код, позволяющий осуществлять управление устройством.

В результате работы было спроектировано, разработано и протестировано устройство для реабилитации мышц при разрыве. Данное устройство отличается от промышленных высокой степенью удобства, простым управлением, использованием в домашних условиях, низкой себестоимостью.

При апробации проекта были внесены изменения в код по управлению платформой и количества попыток одного игрока.

Кроме того, указанный прибор может быть доработан путем модернизации, в виде улучшения кода или изменения комплектующих.

Список литературы

1. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник. Р.В. Данилов, С.А. Ельцова, Ю.П.Ю.П. Иванов и др. Под ред. Б.Н. Файзулаева, Б.В. Тарабрина. – М.: Радио и связь, 2016. – 384 с.: ил.
2. Аналоговые и цифровые интегральные схемы: Справочное пособие. С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.И. Нисельсон и др. Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 2017.- 582 с.
3. Гильманишин Г.Г. Основы технологии печатных плат. Учебное пособие. – Казань: КГТУ, 2016. – 216с
4. Лаборатория физиологии и человеко-машинного взаимодействия [Электронный ресурс], режим доступа Лаборатория нейро-технологий, физиологии и человеко-машинного взаимодействия в компании UNIFY-LAB (дата обращения: 11 февраля 2023)
5. Разрывы и повреждения мышц [Электронный ресурс], режим доступа Разрывы и повреждения мышц: виды, симптомы, причины, диагностика и лечение в Москве в Центре Хирургии «СМ-Клиника» (centr-hirurgii.ru) (дата обращения: 9 февраля 2023)
6. КОМПАС-3D [Электронный ресурс], режим доступа КОМПАС-3D: О программе — официальный сайт САПР КОМПАС (kompas.ru) (дата обращения: 20 февраля 2023)
7. Электронеуромиография (ЭНМГ) [Электронный ресурс], режим доступа Электронеуромиография в Санкт-Петербурге (martclinic.ru) (дата обращения: 17 февраля 2023)
8. Нейрокомпьютерные интерфейсы [Электронный ресурс], режим доступа Нейрокомпьютерные интерфейсы — что это и как работает? | Блог Касперского (kaspersky.ru) (дата обращения: 09 февраля 2023)

UDC 004.5

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A REHABILITATION SIMULATOR IN THE FORM OF A PING-PONG GAME

Okonechnikov Ya.V.

*Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
"Санкт-Петербургский технический колледж управления и коммерции",
г. Санкт-Петербург, Россия*

A.N. Plyushina, teacher of professional disciplines, N.E. Novikov, teacher of professional disciplines

Annotation. Hospitals and polyclinics have various equipment that allows providing care for patients. Basically, devices in hospitals help doctors identify the disease in patients and prescribe a course of treatment. Usually, this course of treatment includes regular medication for recovery. But sometimes, after, for example, muscle injuries, a person needs to develop certain muscles for further recovery. Therefore, rehabilitation issues are relevant.

Keywords: microprocessor technology, microcontrollers, neurointerface