

МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В данной статье представлено портативное многоканальное устройство на базе микроконтроллера семейства Arduino с пятью модулями 3-х осевого гироскопа и 3-х осевого акселерометра GY-521 (MPU 6050) для оценки параметров тремора при ранней диагностике заболеваний центральной нервной системы.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы появилось много технологий, методологий и систем для ведения, мониторинга и оценки общего состояния пациентов пациентов с заболеваниями центральной нервной системы, сопровождающих их двигательных симптомов, таких как брадикинезия, тремор, застывание походки, постуральная нестабильность, ригидность и др. Технологические достижения в области датчиков и сенсорных технологий, беспроводной связи в сочетании с современными алгоритмами обработки сигналов и машинного обучения позволяют создать диагностические комплексы, ориентированные на пациента и персонализированный подход к диагностике, подбору лекарств, и мониторингу их эффективности а также, при необходимости, коррекции схемы лечения.

Для контроля двигательных симптомов и клинической оценки эффективности лекарств необходимы высокочувствительные шкалы. Среди таких шкал врачи и пациенты все чаще используют данные, полученные с постоянно носимых портативных устройств (миографов и акселерометров), которые для удобства пациента могут быть выполнены в виде колец, браслетов, умных часов и перчаток. Такие устройства чаще всего имеют модули передачи данных на смартфоны, планшеты со специальным программным обеспечением и доступом в Internet, что позволяет врачу контролировать состояние пациента и получать данные в режиме реального времени.

I. АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

Модуль GY-521 построен на базе микросхемы MPU6050. На плате модуля также расположена необходимая обвязка MPU6050, включая подтягивающие резисторы интерфейса I2C. Гироскоп используется для измерения линейных ускорений, а акселерометр – угловых скоростей. Совместное использование акселерометра и гироскопа позволяет определить движение тела в трехмерном пространстве. На рисунке 1 представлена ориентация модуля GY-521 в пространстве [1].

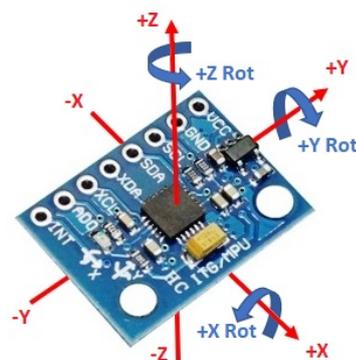


Рис. 1 – Модуль GY-521

Библиотека MPU6050 позволяет настраивать датчик на диапазоны $\pm 2g$, $4g$, $8g$ и $16g$. Входные данные преобразовываются из аналоговых сигналов в цифровые с помощью 16-битного АЦП (аналого-цифровой преобразователь)[2].

II. ПОРТАТИВНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА НА БАЗЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

Портативное устройство организует в себе пять каналов получения данных о движении пальцев верхних конечностей человека. Устройство считывает данные с каждого датчика в отдельности. На рисунке 2 представлена схема портативного устройства для исследования параметров тремора с одним каналом.

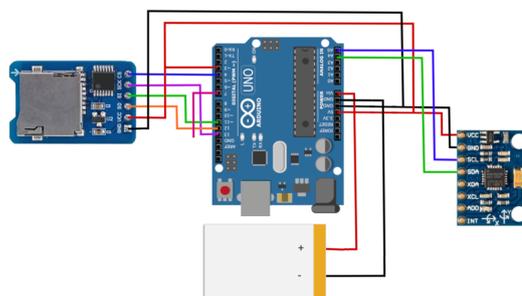


Рис. 2 – Схема портативного устройства для регистрации тремора

Принцип работы портативного устройства заключается в следующем. Данные с каждого акселерометрического датчика на базе микросхемы MPU6050 (значения проекций ускорения по трем осям a_x , a_y и a_z) в виде уже преобразованного с помощью встроенного АЦП аналогового сигнала в цифровой с считываются портативным устройством на основе микроконтроллера семейства Arduino с чипом ATmega32U4. Общение с MPU6050 осуществляется при помощи интерфейса I2C.

Портативное устройство имеет SD модуль для сохранения данных на карту памяти. Автономность работы обеспечивает наличие аккумуляторной батареи, используемой в качестве элемента питания.

Наличие автономного режима работы у портативного устройства позволяет проводить мониторинг движения конечностей при ведении пациентом обычного образа жизни, что является важным для диагностики заболеваний центральной нервной системы на ранних стадиях, когда тремор слабо выражен и появляется время от времени.

Изготовленное портативное устройство представлено на рисунке 3.

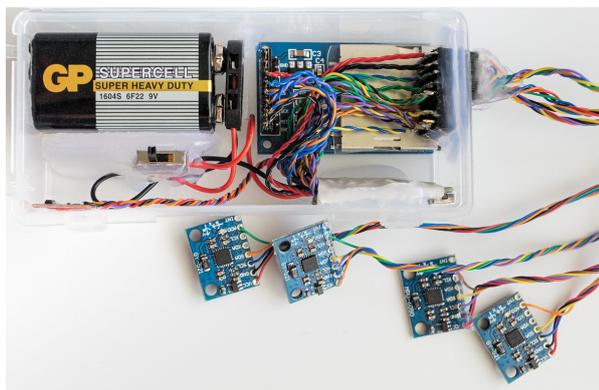


Рис. 3 – Портативное устройство для регистрации параметров тремора

Дальнейшая обработка сигнала осуществляется базовым устройством (персональный компьютер, ноутбук, планшет или смартфон) и включает в себя фильтрацию, исключение шумов и наводок, а затем проводится частотный анализ, расчет параметров тремора (амплитуда, частота и мощность) и поиск паттернов патологии двигательных функций верхних конечностей.

Боброва Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры теоретических основ электротехники БГУИР, t.bobrova@bsuir.by

Протченко Екатерина Владимировна, аспирант кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, protchenko@bsuir.by

Научный руководитель: Давыдов Максим Викторович, первый проректор БГУИР, кандидат технических наук, доцент, davydov-mv@bsuir.by

стей, характерных для того или иного заболевания центральной нервной системы.

На рисунке 4 представлены данные, полученные с помощью разработанного устройства.

```
x, y, z, nfinger
656,40,0,1finger
4672,128,0,2finger
0,0,5376,3finger|
768,0,4,4finger
36,64,512,5finger
```

Рис. 4 – Выходные данные с устройства, сохраненные на SD карту

Длительная регистрация помогает решить проблему получения типичных фрагментов (паттернов) анализируемого тремора. Такой режим позволит выявить и эссенциальный тремор, который появляется при движении конечностей. При этом могут фиксироваться: частота появления тремора (пропорция времени, в течение которого регистрируется ритмическая активность внутри определенного периода), средняя мощность и частота тремора в пределах конкретного временного интервала и т.д.

III. Выводы

Таким образом, разработанное портативное устройство с использованием акселерометрического модуля GY-521 может использоваться для оценки параметров тремора при заболеваниях центральной нервной системы, сопровождающихся нарушением моторных функций, позволяет проводить мониторинг движения конечностей в течение длительного времени, тем самым повысить качество диагностики заболеваний на ранних стадиях.

Список литературы

1. Обзор модуля GY-521 (MPU-6050) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/obzormodulya-gy-521/>. – Дата доступа: 23.04.2021.
2. MPU-6050 Datasheet (PDF) - List of Unclassified Manufacturers [Electronic resurs]. – URL: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/517744/ETC1/MPU-6050.html>