

УДК 378: 004.738.5.

В.В. Завгородній, Ф.М. Цивільський, Є.А.Дроздова

Херсонський національний технічний університет

E-mail: jennydr@ukr.net

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ НАВЧАННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОТЕЗОМ

У роботі проаналізована проблема необхідності навчання навичкам використання протезів до його придбання. Для вирішення цієї проблеми запропоновано систему навчання. Для системи запропоновано структурну схему роботи, на основі якої спроектовано комп'ютерну систему, що допомагає користувачеві навчитися контролювати протез. В якості датчика зняття сигналів скорочення м'язів був обраний EMG Muscle Sensor, який за допомогою шини SIG передає сигнали в мікроконтролер Atmega. Комп'ютер видає завдання і відображає дії користувача на екрані. Використовуючи систему, користувач зможе спостерігати у реальному часі за рухом кінцівки, що відображається на екрані комп'ютера. За допомогою створеної системи можливо зчитувати дані з скорочення м'язів, для проходження навчання та створення протезів.

Ключові слова: м'язи, протез, інженерія, медицина, Arduino, комп'ютер.

V.Zavhorodnii, F. Tsyvylskiy, Ye. Drozdova Computer system for training in prosthetic control. This paper analyzes the problem of the need to teach denture skills before purchasing it. A training system is proposed to solve this problem. The system provides a flow chart that builds a computer system that helps the user learn how to control the prosthesis. EMG Muscle Sensor was selected as the sensor for signaling muscle sorghum, which transmits signals to the Atmega microcontroller using the SIG bus. The computer issues tasks and displays the user's actions on the screen. Using the system, the user will be able to watch in real time the movement of the limb displayed on the computer screen. With the system created, it is possible to read muscle contraction, training and prosthesis data.

Keywords: muscles, prosthesis, engineering, medicine, Arduino, computer.

В.В. Завгородній, Ф.Н. Цивільський, Е.А.Дроздова Компьютерная система для обучения управлению протезом. В работе проанализирована проблема необходимости обучения навыкам использования протезов до его приобретения. Для решения этой проблемы предложена система обучения. Для системы предложена структурная схема работы, на основе которой спроектирована компьютерная система, помогающая пользователю научиться контролировать протез. В качестве датчика снятия сигналов сокращения мышц был выбран EMG Muscle Sensor, который с помощью шины SIG передает сигналы в микроконтроллер Atmega. Компьютер выдает задание и отражает действия пользователя на экране. Используя систему, пользователь сможет наблюдать в реальном времени за движением конечности, которое отображается на экране компьютера. С помощью созданной системы можно считывать данные с сокращения мышц для прохождения обучения и создания протезов.

Ключевые слова: мышцы, протез, инженерия, медицина, Arduino, компьютер.

Актуальність. Наприкінці 20 та на початку 21 століть розвиток мікроелектроніки, матеріалознавства, медицини, нейрофізіології створив умови для появи протезів, максимально наближених за своїми функціями до людських кінцівок. Сучасний біонічний протез кінцівок являє собою електронно-механічний пристрій, що приводиться до руху нервовими імпульсами.

При очевидному прогресі в біонічному протезуванні, створення штучних органів і кінцівок стикається з низкою проблем:

- Недосконалість конструкції. Наявні серійні і дослідні моделі рук і ніг все ще працюють недостатньо вільно і точно через обмежені можливості сервоприводів.

- Обмеження в передачі сигналу. В існуючих міоелектричних і енцефалографічних протезах через опосередженість та «зашумленість» переданого сигналу спостерігається невелика, але відчутна затримка в їх роботі. Це обмежує використання протезів в тих випадках, коли важлива швидкість реакції - наприклад, при управлінні транспортом.

- Висока ціна. Більшість моделей, що серійно випускаються, через складність конструкції і виробництва коштують дуже дорого, що обмежує їх масове впровадження.

Постановка завдання. Для полегшення адаптації користувача к протезу постає необхідність в створенні навчального тренажеру, який би міг допомогти користувачам навчанню використанням протезу завдяки відображенню скорочення м'язів в реальному режимі на моніторі. Після проходження навчання, користувач матиме досвід та навички, що допоможуть йому керувати промисловим протезом.

Рішення завдання. В даний час на ринку протезування можна виділити кілька видів протезів верхніх кінцівок, серед яких можна виділити:

- Механічні протези, керовані м'язовою активністю. Такі пристрої, як правило, виконані з металу, мають велику міцність, але володіють тільки двома ступенями свободи - стиснення і розтискання.

- Біонічні протези, в яких кожен палець управляється окремим мотором - це дає більшу перевагу в плані маніпуляцій з предметами.[1][2]

Найбільш перспективними є біонічні протези.

Особливий інтерес представляє також функціональне протезування, що дозволяє пацієнтові виконувати різні рухові функції. Кожному пацієнту функціональний протез підбирається індивідуально, залежно від побажань і майбутньої активності пацієнта.

Раніше під «біонічними» протезами фахівці мали на увазі такі пристрої, які схожі на частину тіла, яку вони заміщають. З точки зору сучасних понять ці протези - ті, які управляються електронікою і біострумами, тобто використовують міографії або енцефалограму.

Британська компанія RSLSteeper, що має на даний момент близько 90 років досвіду в протезуванні, вивела біонічний протез кисті руки BeBionic на міжнародний ринок в 2010 році. На той момент штучна рука для дорослого мала тільки чотири функціональних захвати, але вже дозволяла їсти, пити, друкувати, повертати ключ у замку, використовувати банкомат і тримати маленькі предмети. Користувач за допомогою пристрою може розбивати яйця і тримати в руці одноразовий стаканчик - тому що навіть сила натискання регулюється командами, які знімаються датчиками з м'язів.[3]

Відсутність масового попиту і низька конкуренція - основна причина, з якої біонічні протези дуже дорого коштують. У 2013 році протез долоні коштував до ста тисяч доларів.

Для здешевлення протезу потрібно зробити дешевшим його виробництво. У 2013 році успішно завершилася краудфандінгова кампанія на IndieGoGo по створенню відкритого та доступного протеза долоні, більшу частину деталей для якого можна роздрукувати на 3D-принтері. Пристрій має незалежні приводи для кожного пальця, тактильний зворотний зв'язок і зчитує сигнали через шкіру для управління. В долоні пристрою знаходяться електроприводи і керуюча плата на Arduino.

Проект Limbitless Solutions виробляє недорогі протези. І що дуже важливо - завдяки друку на 3D-принтері собівартість цього протеза зменшилась. Сам проект робить ці протези в основному для дітей, сім'ї яких не можуть собі дозволити витратити 30-100 тисяч доларів на біонічну руку[4].

У 2014 році в госпіталі Університету Джона Хопкінса розробили протез обох рук і випробували його на людині, яка втратила обидві руки від плеча і нижче. Для управління протезом система зчитувала сигнали з грудних м'язів.[5]

Розроблена в Великобританії фірмою RSL Steeper кисть bebionic розширює межі можливостей багатопальцевих міоелектричних протезів кистей рук. Об'єднання передових технологій та інноваційного дизайну дозволило створити зручний, точний, найбільш реалістичний і простий у використанні, заснований на інтуїтивності міоелектричний протез кисті. Даний інноваційний протез має широкий діапазон опцій і представлений в різних розмірах, має особливі технічні характеристики, такі як окремі двигуни в кожному пальці, пропорційне регулювання швидкості, обиране положення великого пальця або 14 різних типів захоплення. Типи захоплення можна вибрати залежно від положення великого пальця: протипоставлене і латеральне.[6, 7]

Опис роботи запропонованої структурної схеми. Зважаючи на те, що сучасні біонічні протези коштують досить дорого, доцільним було б ще до придбання або замовлення такого протезу запропонувати майбутньому користувачу пройти курс навчання керування протезом «на тренажері». Запропонована структурна схема комп'ютерної системи навчання управління протезом зображена на рис.1.

Система складається з наступних блоків:

- скорочення м'язів;
- зчитування скорочення м'язів;
- передача даних на мікроконтролер;

- отримані дані обробляються на персональному комп'ютері;
- керування пристроєм.



Рис.1 Структурна схема системи навчання управління протезом

Запропонована структурна схема навчання управлінню протезом кінцівки складається з п'яти або шести блоків (за необхідності), які взаємодіють між собою. Користувач при роботі за тренажером виробляє скорочення м'язів передпліччя, сигнали якого зчитує датчик EMG Muscle Sensor [8] та, за допомогою шини даних SIG, передає їх до мікроконтролера Atmega. На персональному комп'ютері, до якого підключено через USB-port мікроконтролер, виконується обробка даних. Передача з мікроконтролера відбувається в реальному часі. Відображення роботи м'язів демонструється відповідним програмним забезпеченням на екрані комп'ютера, або іншому мультимедійному пристрої. При необхідності до комп'ютера можливо підключення пристрою для керування ним м'язами користувача.

Після підключення датчика зчитування скорочень м'язів EMG Muscle Sensor кінцівки користувача програма пропонує завдання для імітування руху втраченої кінцівки. Для коректного управління протезом необхідно, щоб користувач пройшов декілька етапів вправ, що допоможуть керувати протезом надалі. До таких справ включено: рух кожного пальця окремо, спільна робота пальцями, поворот за і проти годинникової стрілки кістю руки. Пристрій побудовано на платформі мікрокомп'ютера Arduino Uno. (див. рис.2)

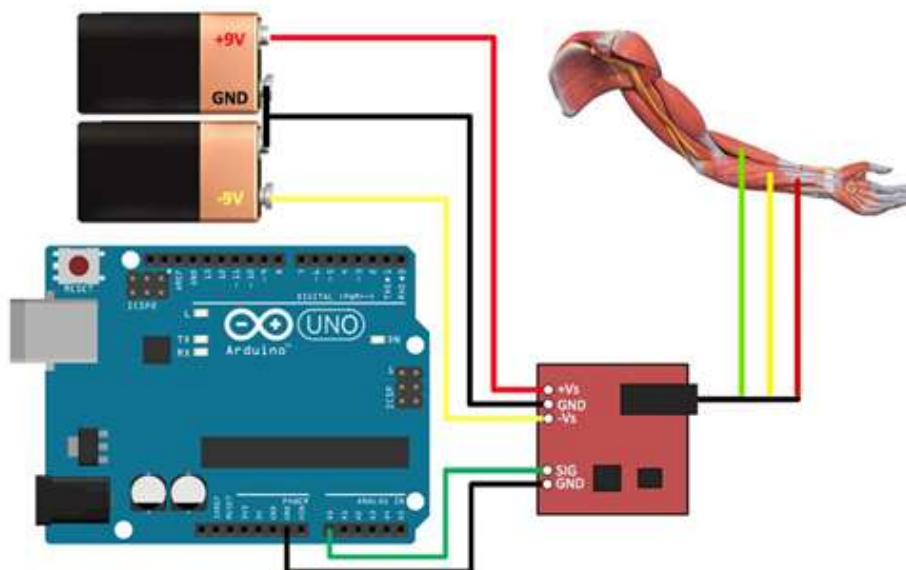


Рис. 2. Запропонований пристрій зняття сигналу з м'язів передпліччя

Висновки. У роботі проаналізована проблема необхідності навчання навичкам використання протезів до його покупки. Для вирішення цієї проблеми запропоновано систему навчання. Сучасні біонічні протези коштують досить дорого, тому поставленим завданням було створення комп'ютерної системи, яка дозволяла би навчати людину з частково ампутованою рукою керувати протезом. Користувач мав би змогу спостерігати скорочення м'язів на екрані комп'ютера, чи на готовому протезі, який би керувався від комп'ютера до якого був би підключений.

Для системи запропоновано структурну схему роботи, на основі якої спроектовано комп'ютерну систему, що допомагає користувачеві навчитися контролювати протез. Використовуючи систему, користувач зможе спостерігати у реальному часі за рухом кінцівки, що відображається на екрані комп'ютера.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Бионические руки: история, будущее и реальность [Электронный ресурс] // habr. – 2016– URL: <https://habr.com/ru/post/394579/>.
2. Бионические протезы: история, принцип работы, последние достижения [Электронный ресурс] // Robosapiens. – 2017 – URL: <https://robo-sapiens.ru/stati/bionicheskie-protezyi/>.
3. Праця та зайнятість осіб з інвалідністю в Україні: нац. доп. / Мельник С., Гаврюшенко Г., Коропець П. [та ін.]. — Луганськ: НДІ соц.-труд. відносин, 2009. — 226 с.
4. Greenway D. Meet Handie, the affordable 3D printed bionic hand URL:/ D. Greenway. – Электрон. журн. – Htxt.africa, 2012 – URL: <http://www.htxt.co.za/2013/11/04/meet-handie-the-affordable-3d-printed-bionichand/>, свободный.
5. Предвосхищая будущее: последние разработки в протезировании [Электронный ресурс] // Моторика. – 2017. – URL: <https://motorica.org/predvosxishhaya-budushhee-poslednie-razrabotki-v-protezirovanii>.
6. Современные технологии протезирования: как ИТ помогает людям жить [Электронный ресурс] // dislife. – 2010. – URL: <https://dislife.ru/articles/view/9718>.
7. Как работает киберпротез? [Электронный ресурс]// postnauka. – 2016. – URL: <https://postnauka.ru/faq/63738>.
8. Muscle Sensor v3 Kit [Электронный ресурс] - URL: <https://www.sparkfun.com/products/retired/11776>