

АДАПТИВНА СИСТЕМА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ «GROMM»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі досліджено особливості інтеграції адаптивної системи штучного інтелекту в плату керування програмно-апаратним комплексом для відновлення руху кисті руки «GROMM». Наведено переваги використання такої системи.

Ключові слова: адаптивна система, програмно-апаратний комплекс, реабілітаційна рукавичка, відновлення руху кисті руки.

Abstract

In this work, the features of integrating an adaptive artificial intelligence system into the control board of the hardware–software complex for restoring hand movement “GROMM” are examined. The advantages of using such a system are presented.

Keywords: adaptive system, hardware–software complex, rehabilitation glove, restoration of wrist movement..

Вступ

У рамках розробки інтелектуального програмно-апаратного комплексу для відновлення руху кисті руки «GROMM» важливим етапом є впровадження адаптивної системи штучного інтелекту, безпосередньо інтегрованої в головну керуючу плату пристрою. Застосування алгоритмів машинного навчання підвищує автономність роботи реабілітаційної рукавички, забезпечує персоналізацію режимів реабілітації та мінімізує ручне калібрування, яке зазвичай займає значні ресурси фахівців.

Результати дослідження

Штучний інтелект виступає центральним елементом адаптивної системи керування інтелектуальним програмно-апаратним комплексом для відновлення руху кисті руки «GROMM», що реалізує такі ключові функції [1]:

- автоматичне налаштування під анатомічні особливості користувача (на основі даних від сенсорів (IMU, тензодатчики, EMG-сенсори) система аналізує розміри кисті, довжину пальців, форму долоні, кутові характеристики суглобів і формує індивідуальну карту руки);
- врахування типу шкіри та її електропровідності (інтелектуальний модуль автоматично коригує параметри електростимуляції, залежно від вологості шкіри, її товщини та реакції на імпульси, забезпечуючи комфорт і безпечний рівень інтенсивності);
- контроль тиску пристрою на тканини руки (на основі даних сенсорів «рукавичка» адаптує силу прилягання, щоб запобігти надмірному тиску, подразненням або порушенню кровообігу);
- температурний аналіз стану кінцівки (оптоволоконні або терморезистивні датчики дозволяють контролювати зміну температури, що є маркером м'язової втоми або перевантаження);
- визначення рівня втоми кінцівки (алгоритм аналізує зміни електроміографічних сигналів, локальне підвищення температури, падіння сили стискання та зниження амплітуди руху — на основі цього система автоматично зменшує інтенсивність тренування або запускає відновлювальний режим).

До впровадження такої інтелектуальної системи, налаштування рукавички здійснювалося технічним спеціалістом вручну. Процедура включала визначення оптимальних режимів електростимуляції, підлаштування механічної підтримки під розмір руки, перевірку сенсорів, корекцію сили притиску та тестування рухів пальців. У середньому повне налаштування однієї рукавички займало приблизно 2 години, що значно обмежує можливості масштабування технології та збільшує витрати на впрова-

дження [2].

Інтеграція штучного інтелекту дозволила скоротити цей час у чотири рази. Завдяки автоматизованим алгоритмам обробки даних первинна калібрування виконується за 30 хвилин [3].

Перевагами такої інтелектуальної системи є те, що:

- система одночасно аналізує сигнал з усіх сенсорів;
- параметри підлаштовуються без участі оператора;
- штучний інтелект використовує накопичені моделі попередніх калібрувань, прискорюючи адаптацію;
- необхідність повторних тестів і ручних корекцій мінімальна.

Вбудована система штучного інтелекту створює можливості для впровадження модульної архітектури реабілітаційної рукавички, що дозволяє розширювати її функціональність залежно від потреб конкретного користувача. Головна плата містить спеціальний модульний інтерфейс, через який додаткові сенсори та функціональні блоки можуть бути швидко підключені, розпізнані та інтегровані у роботу системи без необхідності ручного налаштування [4].

Штучний інтелект автоматично визначає тип підключеного модуля, проводить його калібрування та інтеграцію в загальну модель аналізу стану користувача. Це дозволяє не тільки розширювати можливості пристрою, а й робить процес використання максимально адаптивним та зручним.

Різні користувачі можуть мати індивідуальні особливості організму або супутні стани, що потребують постійного контролю під час реабілітації. Наприклад, пацієнти з серцево-судинними захворюваннями потребують моніторингу пульсу, а користувачі з дихальними порушеннями — контролю сатурації, у то час, коли пацієнти з неврологічними розладами вимагають відстеження динаміки рухів та навантаження на кисті руки, а люди з ризиком перевтоми — контролю температури та сили м'язового тону.

Вбудований штучний інтелект забезпечує автоматичну роботу наступних типів модулів:

- датчик пульсу (PPG або ECG-типу) — контролює частоту серцевих скорочень у режимі реального часу;
- модуль контролю сатурації крові (SpO_2) — вимірює рівень насичення крові киснем, важливий при навантаженнях;
- лічильник згинів та амплітуди руху — аналізує кількість і якість виконаних вправ, що дозволяє точно оцінювати динаміку реабілітації;
- монітор часу використання — відстежує тривалість тренування та контролює дотримання медичних рекомендацій;
- температурний модуль — контролює температуру шкіри та тканин як індикатор перевтоми або запалення;
- модуль тиску — відстежує силу притиску рукавички до руки та попереджає надмірне стискання.

Завдяки модульній системі, рукавичка може бути персоналізована під конкретні медичні потреби, що підвищує безпеку, ефективність та інформативність реабілітаційного процесу.

Висновки

Впровадження адаптивної системи штучного інтелекту в програмно-апаратний комплекс «GROMM» забезпечує суттєве підвищення ефективності та автономності роботи реабілітаційної рукавички. Завдяки використанню алгоритмів машинного навчання система здатна самостійно налаштовувати параметри під конкретного користувача, оптимізувати режими відновлення рухів та зменшувати потребу в трудомісткому ручному калібруванні. Це дозволяє покращити якість реабілітаційного процесу, підвищити комфорт пацієнта та знизити навантаження на медичних фахівців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. MedicalExpert. Методи реабілітації : [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://medicalexpert.com.ua/uk/rehabilitation/metodi-reabilitatsiji>
2. ORTHOHEALING.SHOCKWAVE THERAPY VS. ULTRASOUND: ACOMPARISON: [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.orthohealing.com/shockwave-therapy-vs-ultrasound-a-comparison/>

3. ІОН Інститут. Лазерна терапія : [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ionclinic.com.ua/lazerna-terapiya/>

4. ВашЛІКАР. Електростимуляція : [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://vashvrach.com.ua/elektromiostimulyatsiya-uk/>

Озеранський Володимир Сергійович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Сімончук Сергій Володимирович — асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Наумчук Максим Андрійович — студент групи 1КН-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ozeransky Volodymyr — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Sciences Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Simonchuk Sergiy — Assistant of Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Naumchuk Maksym — student of Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.