МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Альонушкіна Тетяна Йосипівна

УДК 61:621:397

УДОСКОНАЛЕННЯ БЛОКІВ ПРИЛАДІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРОЦЕДУР ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат
магістерської роботи
на здобуття кваліфікації магістра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Миколаїв – 2021

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Трунов Олександр Миколайович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Рецензент: Кандидат технічних наук, доцент
Крайник Ярослав Михайлович

Завідувач кафедри комп’ютерної інженерії
Консультант: кандидат технічних наук, доцент
Щербак Юрій Георгійович,
ЧНУ імені Петра Могили,
Медичний інститут,
доцент кафедри екології

Захист відбудеться «24» червня 2021 р. о 10 ^{00} на засіданні Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-407.

З магістерської роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням http://chmnu.edu.ua

Автореферат оприлюднений «10» червня 2021 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: розвиток комп'ютерно-інтегрованих технологій сьогодення дозволяє простежити існуючі ланцюги засобів, що принципово дозволять реалізувати моніторинг за допомогою технологічних пристроїв та мобільних додатків. Рівень якості і надійності віддаленого спостереження за перебігом у часі показників стану здоров'я пацієнтів відповідно до переліку та методик визначення, що затверджено МОЗ України, який несуттєво поступається традиційним особистим зустрічам з пацієнтами, але надає, як лікареві так і пацієнту більше часу для аналізу і використання інструментів комп'ютерно інтегрованих технологій та дозволяє зробити графік прийому і роботи більш гнучким та рентабельним.

Стратегічний план досліджень і розробок у використанні реабілітаційної робототехніки для відновлювальної терапії та трансформації втручань за допомогою роботів в стандарти надання медичної допомоги.

Роботизована терапія пропонує обсяг рухової практики, необхідний для повторного навчання руховим навичкам з меншою допомогою терапевта.

Актуальність теми обумовлена необхідністю впровадження сучасних засобів нейрореабілітації після інсульту та необхідність дослідження не тільки динаміки тренувань, але й здатність імітувати підйом або спуск по сходах, дослідити тренування ураженої кінцівки як в статичному (дискретному), так і в рухомому (динамічному) стані та використовувати розроблений пристрій для динамічних тренувань новим способом на підставі отриманих даних на мінімально можливій швидкості для імітації дискретного кроку.

Мета: дослідити можливість підвищення ефективності роботи блоків та процесів автоматизованих приладів індивідуального відновлення шляхом здійснення інтерактивного моніторингу двосторонньої координації рухів, яка є показником інтегрованої (спільної) роботи обох півкуль мозку та має безпосередній вплив на відновлення моторних функцій верхніх та нижніх

кінцівок. Розробити і впровадити роботизовані впливи в якості стандартної клінічної практики для пацієнтів, які перенесли неврологічну травму (інсульт, травма спинного мозку або розсіяний склероз).

Для досягнення поставленої мети в магістерській роботі поставлено та вирішено наступні **задачі:**

1. проаналізувати апаратне забезпечення, необхідне для реалізації пристрою індивідуального відновлення м’язової та рухової активності та обрати технічні засоби для побудови програмно-апаратного комплексу.
2. розробити функціональну блок схему приладу когнітивного контролю рухливості рук;
3. обрати середовище розробки програмного забезпечення, засоби збору, зберігання та передачі даних;
4. розробити та реалізувати схему у середовищі Ардуіно, макет і програмне забезпечення апаратної частини здатне керувати процесом діагностування і навчання процесу контролю рухової активності;
5. розробити функціональну блок схему стенду підтримки примусової рухової активності м’язів плеча та руки;
6. розробити та дослідити динаміку двигуна постійного струму із вбудованим редуктором;
7. проаналізувати недоліки системи, визначити шляхи розвитку та вдосконалення;
8. розробити систему захисту даних для передачі у телемедичних системах.
9. вирішити окремі питання охорони праці та безпеки захисту даних.

Об’єкт: прилад когнітивного контролю та індивідуального відновлення м’язової рухливості рук;

Предмет: сучасні методи та засоби удосконалення блоків приладів автоматизованих процедур індивідуального відновлення, збору та обробки даних.

Практичне значення: матеріали проведеного дослідження можуть бути впроваджені для реалізації пристрою когнітивного контролю та індивідуального відновлення м'язової рухливості рук та системи автоматизованого моніторингу двосторонньої координації рухів. Роботизовані втручання та програмно-апаратний комплекс можуть бути впроваджені в якості стандартної клінічної практики для пацієнтів, які перенесли неврологічну травму.

Апробація результатів: магістерської роботи відбулася підчас XV Міжнародної наукової конференції «Ольвійський форум-2021: Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»

Публікації:

1. Трунов О.М., Альонушкіна Т.Й.: «Організація процесу віддаленого моніторингу стану пацієнта з використанням сучасних веб-технологій» / «Ольвійський форум-2021: Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»: XV Міжнародна наукова конференція: тези доповідей: Комп'ютерні науки. Технічні науки, Миколаїв, 10-13 червня 2021 р. // ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. С. 93-97.

Структура та обсяг роботи: магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел, додатків.

Основна частина роботи містить 96 сторінок, серед яких 48 рис., 6 таблиць, 3 додатка, 54 посилання.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету, завдання методи дослідження, подано інформацію про апробацію, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** магістерської роботи **«Аналіз тенденцій розвитку приладів для індивідуального реабілітаційного відновлення в домашніх умовах»** проведено аналіз існуючих методів індивідуального відновлення м’язової та рухової активності.

Проведено аналіз інновацій в терапії відновлення, принцип їх роботи, основні функції та приклади, що демонструють перспективи, можливості і проблеми реалізації.

Сформовано та детально описано технічне завдання на розробку та дослідження магістерської роботи.

У **другому розділі** магістерської роботи **«Розвиток маніпуляційних систем рухового відновлення м’язів»**:

- сформовані кінематична та структурна схеми вузлів антропоморфного серійного паралелограмного маніпулятора та пристрою відновлення м’язів рук, долоні та пальців;

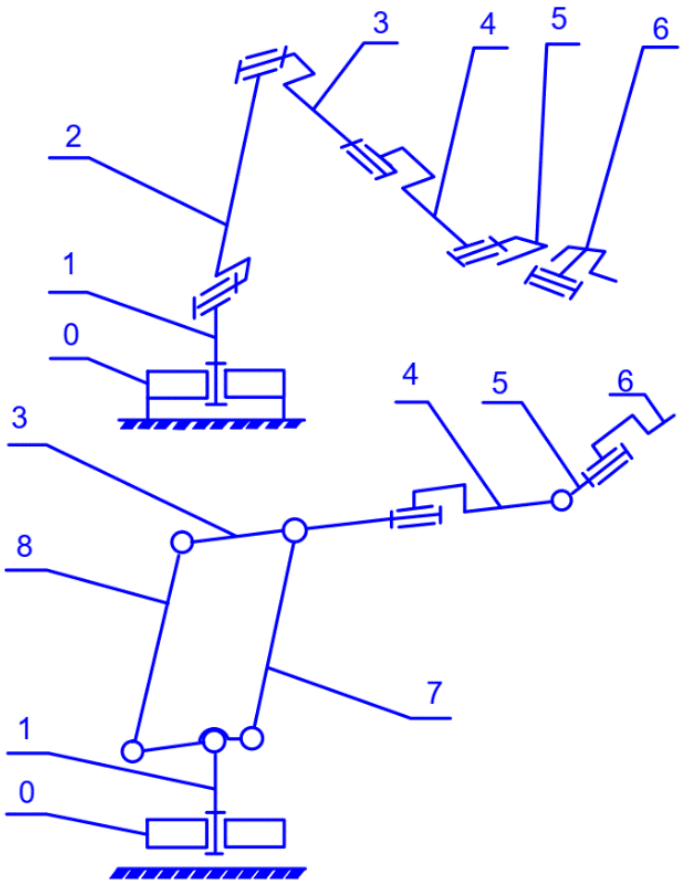

Рисунок 1 Кінематична схема антропоморфного серійного парелелограмного маніпулятора

- представлені математичні моделі та перетворення координат для n – кількості рухомих ланок та механізму захоплення об’єкта, які описують динаміку і кінематику об'єкта дослідження;

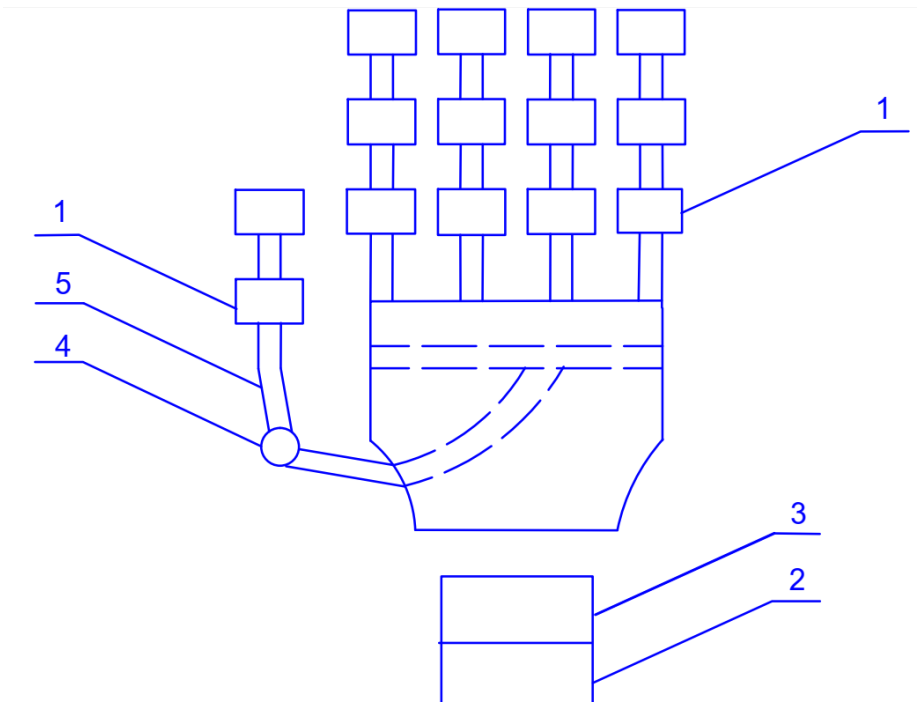

Рисунок 2 Структурна схема системи відновлення м'язових рухів руки

- представлена блок-схема методів контролю синхронного двигуна з постійними магнітами і реактивного двигуна;
- представлена базова блок-схема приводної системи СДПМ;

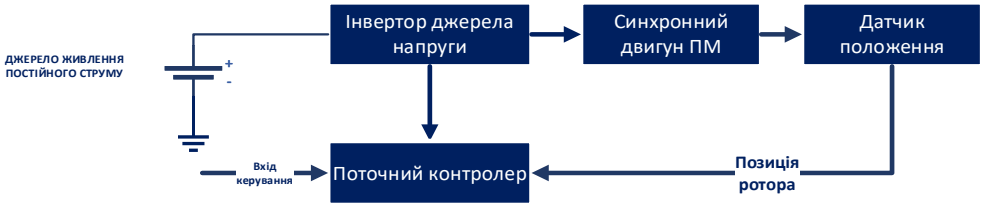

Рисунок 3 Базова блок-схема приводної системи СДПМ

- на базі ітеративної платформи програмування, числових обчислень, аналізу даних, розробки алгоритмів і створення моделей Matlab зібрана та досліджена модель двигуна постійного струму:
    - у середовищі для багатодоменного графічного моделювання Simulink;
    - у просторі станів з перетворенням безперервної системи у дискретну;

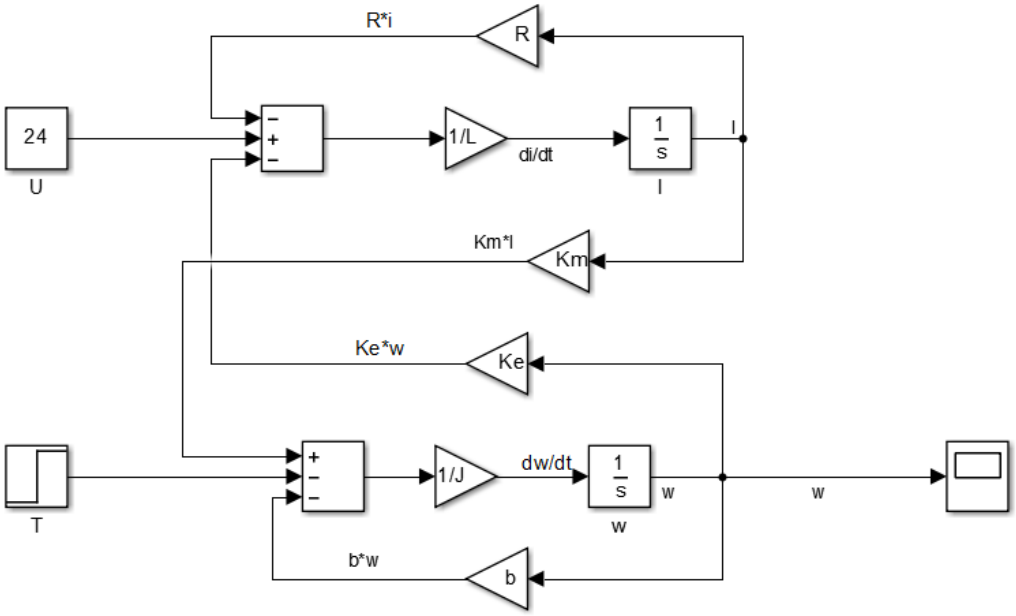

Рисунок 4 Зібрана у середовищі блок-схем для багатодоменного графічного моделювання Simulink на базі Matlab модель двигуна постійного струму

- зібрана та досліджена у середовищі блок-схем для багатодоменного графічного моделювання Simulink на базі Matlab модель асинхронного двигуна зі збудженням від постійних магнітів та широтно – імпульсним модулятором;

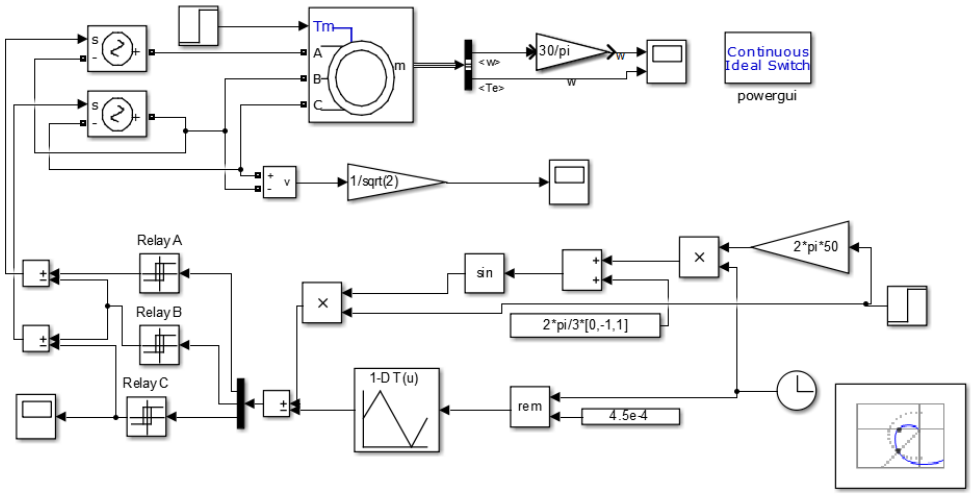

Рисунок 5 Електропривід на базі трифазного асинхронного двигуна ПМ з ШІМ зібраний у середовищі для багатодоменного графічного моделювання Simulink.

- досліджено динаміку приводу засобами комп’ютерного моделювання та обрані типи приводів вузлів маніпуляційних систем рухового відновлення м’язів;

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розвиток інтерфейсів маніпуляційних систем рухового відновлення м'язів»**:

- досліджені інтерфейси керування засобами відновлення рухової активності м'язів рук;
- розроблено алгоритм роботи програмного забезпечення та описано принцип роботи;
- розроблено схему з'єднання модулів та описаний процес підключення апаратного забезпечення;
- досліджено інтерфейси навчання та моніторингу реакцій на підготовку до вибору режимів відновлення рухової активності м'язів рук;

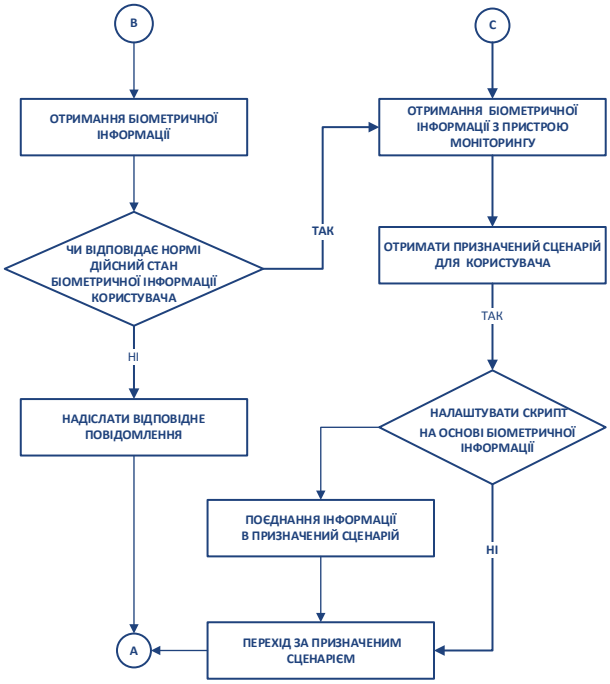

Рисунок 6 Фрагмент блок-схеми, що ілюструє виконувані сервером етапи процесу моніторингу

- розроблено алгоритм виконання реабілітаційних вправ та представлена схема алгоритму їх виконання.

У **четвертому розділі** магістерської роботи **«Охорона праці та безпека захисту медичних даних»** описані вимоги техніки безпеки при роботі зі складним медичним обладнанням і безпека захисту медичних даних: іноваційні

процеси та підвищення якості охорони здоров'я потребують надійних заходів захисту даних для забезпечення конфіденційності пацієнта.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи:

1. проведено аналіз тенденцій розвитку приладів для індивідуального реабілітаційного відновлення в домашніх умовах;
2. сформовані кінематична та структурна для розвитку маніпуляційних систем рухового відновлення м’язів;
3. досліджено динаміку приводів засобами комп’ютерного моделювання та обрані типи приводів вузлів маніпуляційних систем рухового відновлення м’язів;
4. розроблено програмне забезпечення апаратного модуля маніпуляційної системи рухового відновлення м’язів;
5. обрано середовище розробки програмно забезпечення та засіб зберігання медичних даних;
6. розглянуті питання охорони праці та вимоги безпеки захисту медичних даних.

Робота пройшла апробацію на XV Міжнародній науковій конференції «Ольвійський форум-2021: Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі», за результатами надруковано публікацію.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ:

1. Трунов О.М., Альонушкіна Т.Й.: «Організація процесу віддаленого моніторинга стану пацієнта з використанням сучасних веб-технологій» / «Ольвійський форум-2021: Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»: XV Міжнародна наукова конференція: тези доповідей: Комп’ютерні науки. Технічні науки, Миколаїв, 10-13 червня

2021 р. / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. С. 93-97.

АНОТАЦІЯ

Альонушкіна Т.Й. «Удосконалення блоків приладів автоматизованих процедур індивідуального відновлення». – Кваліфікаційна магістерська робота зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2021.

Магістерська робота спрямована на вдосконалення розробки програмного та апаратного забезпечення для комплексу індивідуального відновлення м’язової та рухової активності.

Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає в тому, що апаратно-програмний комплекс може бути впроваджений в якості стандартної клінічної практики для пацієнтів, які перенесли неврологічну травму.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та трьох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об’єкт, предмет, завдання дослідження та розроблення магістерської роботи.

У **першому розділі** розглянуті методи та засоби індивідуального відновлення м’язової та рухової активності. Проведено порівняльний аналіз сучасних приладів, визначено їх основні переваги та недоліки.

У **другому розділі** проводиться дослідження апаратного та програмного забезпечення необхідного для побудови пристрою індивідуального відновлення м’язової та рухової активності. Розроблено функціональну схему пристрою.

Третій розділ містить розробку та тестування апаратно-програмного забезпечення; схему електричних з’єднань модулів та алгоритм їх роботи;

програмне забезпечення для мікроконтролера; алгоритм та принцип роботи програмного забезпечення.

У **четвертому розділі** описано проблеми охорони праці та безпеки захисту медичних даних.

Додатки містять результати апробації лістинг коду для роботи пристрою індивідуального відновлення м’язової та рухової активності, макет системи керування, схему алгоритму керування виконуваних сервером етапів процесу моніторингу, структурну схему роботи системи керування моніторингом, принципову схему пристрою.

Магістерська робота містить 96 сторінок, серед яких 48 рис., 6 таблиць, 3 додатка, 54 посиланя.

Ключові слова: автоматизована система, реабілітаційна робототехніка, нейрореабілітація, дистанційний моніторинг, відновлення, реабілітаційні пристрої, маніпуляційна система, відновлення м’язів.

ABSTRACT

Alyonushkina T.I. "Improvement of the units of devices for automated procedures for individual recovery". - Qualifying master's thesis in the specialty 151 Automation and computer-integrated technologies. - Petro Mohyla Black Sea National University, 2021.

The master's work is aimed at improving the development of software and hardware for a complex of individual recovery of muscle and motor activity. The practical significance of the research and development results lies in the fact that the hardware-software complex can be implemented as a standard clinical practice for patients who have suffered neurological trauma.

The explanatory note of the master's work consists of an introduction, four chapters, a conclusion and three appendices.

In **the introduction**, the relevance of the topic is determined, the goal, object, subject, tasks of research and development of the master's work are formulated.

The first section discusses methods and means of individual recovery of muscle and motor activity. A comparative analysis of modern devices is carried out, their main advantages and disadvantages are determined.

In **the second section**, a study of the hardware and software necessary for building a device for individual recovery of muscle and motor activity is carried out. The functional diagram of the device has been developed.

The third section contains the development and testing of hardware and software; wiring diagram of modules and algorithm of their operation; microcontroller software; algorithm and principle of software operation.

The fourth section describes the health and safety issues of protecting medical data.

The appendices contain the results of approbation, listing of the code for the operation of the device for individual recovery of muscular and motor activity, the layout of the control system, the scheme of the control algorithm for the monitoring process stages performed by the server, the block diagram of the operation of the monitoring control system, and the schematic diagram of the device.

The master's work contains 96 pages, including 48 figures, 6 tables, 3 applications, 54 references.

Keywords: automated system, rehabilitation robotics, neurorehabilitation, remote monitoring, recovery, rehabilitation devices, manipulation system, muscle recovery.