

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003690

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-09-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Супруненко Микита Костянтинович

2. Mykyta Suprunenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-8342-3003

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 25599 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

Дата захисту: 09-09-2025

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Сумський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 04718013

Місцезнаходження: вул. Герасима Кондратьєва, буд. 160, Суми, Сумський р-н., 40021, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10567

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 76.03.29, 20.54

Тема дисертації:

1. Моделі і методи інформаційної технології машинного навчання системи розпізнавання електроміографічних біосигналів у протезуванні
2. Models and Methods of Information Technology for Machine Learning of Electromyographic Biosignal Recognition Systems

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена підвищенню функціональної ефективності машинного навчання системи розпізнавання електроміографічних біосигналів (ЕМГ-біосигналів) для створення інтелектуального протезу шляхом побудови в рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів природнього інтелекту високо достовірних і оперативних вирішувальних правил. Об'єктом дослідження є слабоформалізований процес машинного навчання системи розпізнавання ЕМГ-біосигналів для керування протезом кисті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів за умови неповної визначеності даних. Предметом досліджень є моделі і методи інформаційної технології інформаційно-екстремального машинного навчання системи розпізнавання ЕМГ-сигналів для керування протезом кисті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів. Обрані методи дослідження базуються на принципах і методах інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології машинного навчання для побудови високо

достовірних і оперативних вирішувальних правил; методах теорії ймовірностей і математичної статистики для оцінки випадкових величин і перевірки статистичних гіпотез; методах та характеристиках теорії інформації для оцінки точності машинного навчання системи розпізнавання ЕМГ-біосигналів, які характеризують реакцією м'язів передпліччя на когнітивні команди відповідних жестів кисті та пальців руки; об'єктно-орієнтованій методології проектування складних систем для розробки інформаційного алгоритмічного та програмного забезпечення системи розпізнавання ЕМГ-сигналів, що навчається. Обґрунтовано актуальність теми дисертації, зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про практичне використання, апробацію результатів та їх висвітлення у публікаціях. За результатами аналізу сучасного стану та тенденцій розвитку протезування кінцівок людини з обмеженими функціональними можливостями показано, що перспективним напрямом підвищення функціональної ефективності протезу кисті руки з неінвазивною системою зчитування ЕМГ-сигналів є їх інтелектуалізація на основі машинного навчання. Незважаючи на значну кількість досліджень із вдосконалення взаємодії особи з інвалідністю з протезом кінцівки, зручність, функціональність та поширеність активних протезів в побуті все ще залишається на невисокому рівні. Якщо для формування вхідного математичного опису розроблено широку номенклатуру комп'ютерно-інтегрованих ЕМГ-сенсорів з фільтрацією і нормалізацією ЕМГ-біосигналів, то розроблення методів машинного навчання з високою точністю і оперативністю прийняття класифікаційних рішень все ще залишається проблематичним. Застосування традиційних методів інтелектуального аналізу даних Data Mining, включаючи штучні нейронні мережі (ШНМ), для інформаційного синтезу інтелектуального протезу не завжди забезпечує високу функціональну ефективність машинного навчання через високий ступінь перетину в просторі ознак класів розпізнавання. Показано перспективність використання в дисертаційних дослідженнях ідей і методів розробленої в Сумському державному університеті науковою школою професора Довбиша А. С. так званої інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (IEI-технології) аналізу даних, яка ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи в процесі машинного навчання. Але основна перевага методів інформаційно-екстремального машинного навчання полягає в тому, що вони на відміну від нейроподібних структур розробляються в рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів людини при формуванні та прийнятті класифікаційних рішень, тобто безпосередньо моделюють природний механізм прийняття рішень. Такий підхід на відміну від структурних методів дозволяє методам інформаційно-екстремального машинного навчання надати гнучкість при перенавчанні системи через розширення абетки класів розпізнавання. Крім того, побудова в рамках геометричного підходу вирішувальних правил робить їх практично інваріантними до багатовимірності словника ознак розпізнавання і суттєво підвищує оперативність прийняття класифікаційних рішень, що особливо важливо при керуванні інтелектуальними протезами. Водночас варто підкреслити, що методи інформаційно-екстремального машинного навчання здійснюються не в інтерактивному режимі, як це відбувається в штучних нейронних мережах, а в автоматичному і водночас потребують для формування навчальної матриці менше ніж на порядок зразків ЕМГ-сигналів. У дисертаційній роботі розв'язано важливе науково-практичне завдання розроблення інформаційної інтелектуальної технології машинного навчання системи розпізнавання ЕМГ-біосигналів для керування протезом кисті руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів.

2. The dissertation research is devoted to improving the functional efficiency of machine learning for electromyographic biosignal (EMG biosignal) recognition systems to create intelligent prostheses by constructing highly reliable and operational decision rules within the framework of a functional approach to modeling cognitive processes of natural intelligence. The object of research is the weakly formalized process of machine learning for EMG biosignal recognition systems for controlling hand prostheses with non-invasive biosignal reading systems under conditions of incomplete data certainty. The subject of research comprises models and methods of information technology for information-extreme machine learning of EMG biosignal recognition systems for controlling hand prostheses with non-invasive biosignal reading systems. The selected research methods are

based on principles and methods of information-extreme intelligent technology for machine learning to construct highly reliable and operational decision rules; methods of probability theory and mathematical statistics for evaluating random variables and testing statistical hypotheses; methods and characteristics of information theory for assessing the functional efficiency of machine learning systems for recognizing EMG biosignals that characterize forearm muscle reactions to cognitive commands for corresponding hand and finger gestures; object-oriented methodology for designing complex systems to develop information algorithmic and software support for learning EMG biosignal recognition systems. The relevance of the dissertation topic is substantiated, the connection of the work with scientific themes is indicated, the purpose and objectives of the research are formulated, the object, subject, and research methods are defined, the scientific novelty and practical significance of the obtained results are demonstrated, and information about practical use, approbation of results, and their coverage in publications is provided. Based on the analysis of the current state and development trends of prosthetics for people with limited functional capabilities, it is shown that a promising direction for improving functional efficiency of hand prostheses with non-invasive electromyographic signal (EMG biosignal) reading systems is their intellectualization based on machine learning. Despite a significant number of studies on improving the interaction between disabled individuals and limb prostheses, the convenience, functionality, and prevalence of active prostheses in everyday life still remain at a low level. While a wide range of computer-integrated EMG sensors with filtering and normalization of EMG signals has been developed for forming input mathematical descriptions, the development of machine learning methods with high accuracy and operational speed for classification decisions remains problematic. The application of traditional intelligent data analysis methods, including artificial neural networks (ANNs), for information synthesis of intelligent prostheses does not always ensure high functional efficiency of machine learning due to the aforementioned scientific-methodological limitations. The research demonstrates the prospects of using ideas and methods of the so-called information-extreme intelligent technology (IEI-technology) for data analysis, developed at Sumy State University by the scientific school of Professor Dovbysh A. S., which is based on maximizing the information capacity of the system during machine learning. However, the main advantage of information-extreme machine learning methods is that, unlike neural-like structures, they are developed within the framework of a functional approach to modeling human cognitive processes in forming and making classification decisions, directly modeling the natural decision-making mechanism. This approach, unlike structural methods, allows information-extreme machine learning methods to provide flexibility when retraining the system through expansion of the recognition class alphabet. Furthermore, constructing decision rules within the geometric approach makes them practically invariant to the multidimensionality of the recognition feature vocabulary and significantly increases the operational speed of classification decisions, which is especially important for controlling prosthetic devices. It should be emphasized that information-extreme machine learning methods are implemented not in interactive mode, as occurs in ANNs, but automatically and simultaneously require an order of magnitude fewer EMG signal samples for forming the training matrix. The dissertation solves an important scientific-practical problem of developing information intelligent technology for machine learning of EMG biosignal recognition systems for controlling hand prostheses with non-invasive biosignal reading systems.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Suprunenko M. K., Zborshchuk O. P., Sokolov O. Information-extreme machine learning of wrist prosthesis control system based on the sparse training matrix. Journal of Engineering Sciences, 2022. № 9(2). P. E28-E35

- Dovbysh A. S., Piatachenko V. Y., Myronenko M. I., Suprunenko M. K., Simonovskiy J. V. Hierarchical information-extreme machine learning of hand prosthesis control system based on decursive data structure. Journal of Engineering Sciences, 2024. № 11(2). P. E1–E8

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U000786 0118U006971

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Довбиш Анатолій Степанович
2. Anatoliy Dovbysh

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1829-3318

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Купін Андрій Іванович
2. Andrii Kupin

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7569-1721

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Криворізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 37664469

Місцезнаходження: ул. Віталія Матусевича, буд. 11, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чухрай Андрій Григорович

2. Andriy Chukhray

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8075-3664

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Барченко Наталія Леонідівна

2. Nataliia Barchenko

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.01.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5439-8750

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Москаленко В'ячеслав Васильович

2. Viacheslav Moskalenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6275-9803

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, буд. 116, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Павленко Іван Володимирович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Павленко Іван Володимирович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна