Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101337

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-11-2023

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. П'ятаченко Владислав Юрійович
2. Vladyslav Piatachenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7464-3119

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: 122 Комп’ютерні науки

Дата захисту: 21-11-2023

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): 2488

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, 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. Римського-Корсакова, буд. 2, 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: 28.23.29

Тема дисертації:

1. Моделі та методи інформаційної технології розпізнавання системою керування протезом кінцівки руки електроміографічних біосигналів

2. Models and methods of information technology for recognition of electromyographic biosignals by the hand prosthesis control system

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена підвищенню точності виконання протезом кінцівки руки когнітивних команд шляхом створення інформаційної технології машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки для розпізнавання електроміографічних біосигналів в рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів природного інтелекту при формуванні та прийнятті класифікаційних рішень. За результатами аналізу сучасного стану та тенденцій розвитку інтелектуалних протезів кінцівок показано, що протези з інвазивною системою зчитування електроміографічних біосигналів характеризуються більшою точністю виконання когнітивних команд у порівнянні з неінвазивною системою. Але інвазивна система зчитування біосигналів потребує хірургічного втручання, створює для особи з інвалідністю некомфортні умови і не забезпечує через недосканалість існуючих інформаційних технологій розпізнавання електроміографічних сигналів відновлення втрачених функцій руки. У порівнянні з протезами

руки з інвазивною системою зчитування біосигналів протези з неінвазивною системою зчитування є суттєво дешевшими та зручнішими при їх використанні. Але через високу зашумленість біосигналів, багатовимірність простору ознак розпізнавання і суттєвий перетин в просторі ознак розпізнавання класів розпізнавання, які характеризують основні рухи протезу, розробка інтелектуальних протезів вимагає подолання ускладнень науково-методологічного характеру, на які впливають такі фактори:довільні початкові умови формування електроміографічних біосигналів, обумовлених пошкодженням когнітивно-нервового тракту проходження біосигналу; перетин класів розпізнавання, що утворює у просторі ознак апріорно нечітке їх розбиття; багатовимірність словника ознак і алфавіту класів розпізнавання; вплив неконтрольованих факторів, пов'язаних, наприклад, із щільністю прилягання електроміографічних датчиків, їх місцезнаходженням, змінами параметрів живлення, емоційно-психічного стану особи з інвалідністю тощо, що обумовлює зашумленість та спотворення електроміографічних біосигналів відповідних когнітивних команд. Саме через такі причини алгоритми машинного навчання системи керування протезом руки з використанням відомих методів технології Data Mining, включаючи нейроподібні структури, не забезпечують високу точність виконання когнітивних команд. Тому дисертаційна робота, яка виконана у науковій проблемній лабораторії кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету, є актуальною, оскільки спрямована на розв'язання важливої науково-практичної задачі підвищення функціональної ефективності протезів руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів і наближення їх до функціональних можливостей інвазивних при збереженні відносно невисокої собівартості є актуальною. У дисертаційній роботі дослідження виконувалися у рамках створеної в Сумському державному університеті так званої інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології аналізу даних, яка ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи керування в процесі машинного навчання. Ідея розроблених методів інформаційно-екстремального машинного навчання системи керування протезом кисті руки для розпізнавання електроміографічних біосигналів як і в штучних нейронних мережах полягає в адаптації в процесі машинного навчання вхідного математичного опису до максимальної повної ймовірності прийняття правильних діагностичних рішень. Але основна перевага методів інформаційно-екстремального машинного навчання перед нейроподібними структурами полягає в тому, що вони розроблені у рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів, притаманних людині при формуванні та прийнятті класифікаційних рішень. Такий підхід на відміну від штучних нейронних мереж дозволяє методам інформаційно-екстремального машинного навчання надати гнучкість при перенавчанні системи через розширення алфавіту класів розпізнавання. Водночас побудовані в рамках геометричного підходу вирішальні правила практично є інваріантними до багатовимірності словника ознак розпізнавання. Крім того, для формування навчальної матриці потрібно на порядок менше зразків, що є важливою перевагою перед нейроподібними структурами. У дисертаційній роботі розв'язано важливе науково-практичне завдання розроблення інформаційної інтелектуальної технології машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів в рамках функціонального підходу до моделювання когнітивних процесів. На основі запропонованих моделей, методів та алгоритмів реалізовано засоби інформаційної технології машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки, які включають модулі формування вхідного математичного опису, машинного навчання, побудови вирішальних правил та функціонування системи в режимах функціонального тестування та екзамену.

2. The dissertation is devoted to increasing the accuracy of the execution of cognitive commands by prosthetic limbs by creating an information technology of machine learning of the hand prosthesis control system for recognition of EMG biosignals within framework of a functional approach to modeling cognitive processes of natural intelligence in forming and making classification decisions. According to the results of analysis of the current state and trends in development of intelligent limb prostheses, it is shown that prostheses with an invasive system for recording EMG biosignals are characterized by greater accuracy in the execution of cognitive commands in comparison with a non-invasive system. In contrast invasive biosignal recording system requires surgical intervention, creates uncomfortable conditions for a person with a disability, and does not ensure the restoration of lost hand functions due to the imperfection of existing information technologies for recognizing

EMG signals. Prostheses with a non-invasive recording system are significantly cheaper and more convenient to use compared to hand prostheses with an invasive biosignal recording system. Due to high noise of biosignals, the multidimensionality of recognition features space and the significant intersection in the features space of recognition classes that characterize main movements of the prosthesis, the development of intelligent prostheses requires overcoming scientific and methodological complications, which are influenced by the following factors: arbitrary initial conditions for the formation of EMG biosignals caused by damage to cognitive-nerve path of biosignal transmission; recognition classes intersection, which creates an a priori unclear division of the feature space; multidimensionality of the feature dictionary and the alphabet of recognition classes; the influence of uncontrollable factors related to density of attachment of EMG sensors, their position, changes in power parameters, the emotional and mental state of a person with a disability, etc., which causes noise, artifacts and distortion of EMG biosignals of the corresponding cognitive commands. It is for these reasons that the machine learning algorithms of the hand prosthesis control system within known methods of Data Mining technology, including neuro-like structures, do not ensure high accuracy of cognitive command execution. Therefore, the dissertation, which was carried out in the scientific laboratory of the Department of Computer Sciences of Sumy State University, is relevant, as it is aimed at solving an important scientific and practical task of increasing the functional efficiency of hand prostheses with a non-invasive biosignal recording system and bringing them closer to the functional capabilities of invasive while maintaining a relatively low cost is relevant. In the dissertation, the research was carried out within the framework of the information-extreme intelligent technology of data analysis created at Sumy State University, which is based on maximizing the information capacity of control system in the process of machine learning. The idea of the developed methods of information-extreme machine learning of the hand prosthesis control system for recognition of EMG biosignals, as well as in artificial neural networks approach, is to adapt the input mathematical description to the maximum full probability of making correct diagnostic decisions in the process of machine learning. Despite this the main advantage of information-extreme machine learning methods over neuro-like structures is that they are developed within the framework of a functional approach to modeling cognitive processes inherent in humans when forming and making classification decisions. This approach, unlike artificial neural networks, allows the methods of IEIT machine learning to provide flexibility in retraining the system through the expansion of the alphabet of recognition classes. At the same time, decisive rules constructed within the framework of geometric approach are practically invariant to multidimensionality of the dictionary of recognition features. In addition, the formation of the training matrix requires an far fewer samples, which is an important advantage over neuro-like structures. In the dissertation work, an important scientific and practical task of developing the information intelligent technology of machine learning of the hand prosthesis control system with a non-invasive system for recording biosignals within the framework of a functional approach to modeling cognitive processes is solved. On the basis of proposed models, methods and algorithms, the means of information technology of machine learning of the hand prosthesis control system have been implemented, which include modules for the formation of input mathematical description, machine learning, construction of decisive rules and functioning systems in the modes of functional testing and examination.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Dovbysh A. S. , Piatachenko V. Y., Simonovskiy J. V., Shkuropat O. A. Information-extreme hierarchical machine learning of the hand brush prosthesis control system with a non-invasive bio signal reading system. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2020. № 4. P. 178–187.

- Довбиш А. С., Москаленко В. В., П’ятаченко В. Ю. Інформаційно екстремальне машинне навчання системи керування протезом руки. Радіоелектронні і комп’ютерні системи, 2017. №4. С. 40-49.
- Dovbysh A. S., Budnyk M. N., Piatachenko V. Yu., Myronenko M. I. Information-Extreme Machine Learning of On-Board Vehicle Recognition System. Cybernetics and Systems Analysis, 2020. № 56(4). P. 534-543.
- П’ятаченко В. Ю., Довбиш А. С. Інформаційно-екстремальне машинне навчання системи керування протезом кінцівки руки для розпізнавання елекетроміографічних біосигналів за розрідженою навчальною матрицею. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2023. №2(139). С. 87-93.

Наукова (науково-технічна) продукція: програмні продукти, програмно-технологічна документація; інформаційна технологія розпізнавання електроміографічних сигналів на основі машинного навчання

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя осіб з інвалідністю

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір "Комп’ютерна програма" №88975 №100201 №107707

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0117U002248, 0122U000786

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Довбиш Анатолій Степанович
2. Anatolii 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. Римського-Корсакова, буд. 2, 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. Удовенко Сергій Григорович
2. Sergii Udovenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5945-8647

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Код за ЄДРПОУ: 02071211

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 9-а, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Купін Андрій Іванович
2. Andriy 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:

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. Римського-Корсакова, буд. 2, 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. Коробов Артем Геннадійович
2. Artem Korobov

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3239-1977

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, 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