

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, кандидата технічних наук, доцента кафедри комп'ютерних наук
Сумського державного університету **Барченко Наталії Леонідівни**,
на дисертацію П'ятаченка Владислава Юрійовича
«Моделі та методи інформаційної технології розпізнавання системою
керування протезом кінцівки руки електроміографічних біосигналів»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми роботи

Ампутація верхньої кінцівки створює велике навантаження на людей з інвалідністю, знижує якість їхнього життя та обмежує їхню продуктивність у повсякденній діяльності. Реалізація природного контролю протезів рук має вирішальне значення для покращення якості життя людей з ампутованими кінцівками. Сигнал поверхневої електроміографії є одним із найбільш широко використовуваних біологічних сигналів для прогнозування рухової інтенції верхньої кінцівки, що є важливим елементом систем контролю біонічного протезу руки. Перетворення сигналів електроміографії в ефективні контрольні сигнали часто вимагає великої обчислювальної потужності та складного процесу. Існуючі ж комерційні протези рук можуть забезпечити природний контроль лише для дуже небагатьох активних ступенів свободи.

В рамках машинного навчання можна ефективно підвищити точність розпізнавання шаблонів сигналів і зменшити вплив заважаючих факторів. Втім електроміографічний сигнал є складним до обробки через умови його формування, значний вплив фізіологічних особливостей користувача та його м'язів, недоліки системи реєстрації сигналів. Тому побудова за результатами машинного навчання вирішальних правил, здатних адаптуватись до варіативності сигналу та ознак розпізнавання, вимагає глибокого дослідження методів машинного навчання, які дозволять навченій системі класифікувати сигнали в реальному часі.

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.

Таким чином, дисертаційна робота П'ятаченка В.Ю. є актуальною, оскільки вона спрямована на розв'язання важливої науково-практичної задачі підвищення функціональної ефективності неінвазивних протезів кінцівок шляхом наближення їх до функціональних можливостей інвазивних протезів при збереженні відносно низьких витрат.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження П'ятаченка В.Ю. «Моделі та методи інформаційної технології розпізнавання системою керування протезом кінцівки руки електроміографічних біосигналів» виконано в рамках науково-дослідних робіт кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету, зокрема держбюджетним науково-дослідним роботам «Інтелектуальний протез кінцівки, що самонавчається» (ДР № 0117U002248), «Інформаційна технологія автономної навігації безпілотного літального апарату за наземними природними та інфраструктурними орієнтирами» (ДР № 0122U000786), до яких здобувач був залучений у якості виконавця.

Результати наукових досліджень також включено в план дослідно-конструкторських робіт ТОВ «НВП «Метекол», м Ніжин, Україна.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих в дисертації

Аналіз та теоретичне узагальнення широкого кола наукових праць вітчизняних та зарубіжних авторів, присвячених дослідженням розпізнавання електроміографічних сигналів та систем керування протезами дозволив автору обґрунтувати особисто одержані наукові положення, висновки та практичні рекомендації.

Наукові положення та результати, викладені здобувачем є достатньо обґрунтованими та логічно викладеними. Висновки роботи обґрунтовані та підтверджуються результатами досліджень.

Основні напрями досліджень чітко структуровані, зокрема щодо висвітлення наукової проблеми синтезу вхідного математичного опису системи за електроміографічними сигналами та класифікаційних вирішальних правил.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях, також були опубліковані в фахових виданнях.

Наукова і практична цінність дисертації, наукова новизна

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.

Вперше розроблено функціональні категорійні моделі і на їх основі створено метод інформаційно-екстремального машинного навчання за ієрархічною структурою даних у вигляді декурсивного бінарного дерева, який відрізняється способом побудови декурсивного дерева, що дозволяє оптимізувати структуру дерева і у результаті підвищити достовірність та оперативність розпізнавання електроміографічних біосигналів та забезпечити гнучкість при перенавчанні у разі розширення алфавіту класів розпізнавання;

Вперше розроблено модель та метод інформаційно-екстремального машинного навчання з оптимізацією рівня квантування електроміографічних біосигналів, що дозволяє збільшити повну ймовірність правильного прийняття класифікаційних рішень через використання зрідженої навчальної матриці;

Удосконалено метод інформаційно-екстремального машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки з оптимізацією періоду квантування за часом електроміографічних біосигналів.

Отримав подальший розвиток метод агломеративного кластер-аналізу, що дозволяє автоматично формувати ієрархічну структуру найближчих сусідніх класів розпізнавання для машинного навчання системи керування протезом кінцівки руки з неінвазивною системою зчитування біосигналів.

Одержані наукові результати у вигляді інформаційного та програмного забезпечення використано в плані дослідно-конструкторських робіт ТОВ «НВП «Метекол» (акт від 31 липня 2023 р.) та впроваджено у навчальний процес Сумського державного університету (акт від 9 серпня 2023 р.).

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертації викладено в 15 наукових працях, зокрема 4 статей у наукових фахових виданнях України, 10 публікацій у збірниках матеріалів міжнародних конференцій. Крім того, отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір «комп'ютерна програма», що відповідає реалізації складових інформаційного забезпечення системи керування протезу кінцівки руки. Сукупність усіх публікацій відображає викладені в дисертації результати дослідження, що відповідає вимогам п. 8, 9 вимог до присудження ступеня доктора філософії «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 22 січня 2022 р.

Академічна доброчесність

За результатами перевірки дисертаційної роботи П'ятаченка Владислава Юрійовича на тему «Моделі та методи інформаційної технології розпізнавання системою керування протезом кінцівки руки електроміографічних біосигналів», на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерела для текстових та ілюстративних запозичень; навмисних

спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

Оформлення дисертації

Матеріали дисертації викладено українською мовою, послідовно за формально-логічною структурою з дотриманням наукового стилю написання.

Зауваження щодо змісту дисертації

1. У тексті роботи багато спеціальних термінів, зокрема англомовного походження, які не мають загальновідомих визначень, що ускладнює сприйняття окремих розділів. На сторінці 72 використано термін "унімодальний гіперферичний контейнер класу розпізнавання", для якого варто було б пояснити його специфіку.

2. На сторінці 86 в формулі 2.24 та сторінці 98 в формулі 3.14 відсутнє пояснення параметру $U_{m,i}$.

3. На рисунку 3.2, де подана схема симетричного поля допусків на ознаки розпізнавання, слід було б позначити ознаку для якої побудоване це поле.

4. При опису функціональної категорійної моделі (рис.2.8) екзаменаційний вектор, що розпізнається, помилково позначено як множина.

5. В переліку літератури більшість джерел закордонні публікації. Серед українських компаній комерційною розробкою біонічних протезів руки займаються, наприклад, Esper Bionics. Доцільно було розглянути досягнення українських авторів в цій тематиці.

6. В четвертому розділі здобувач при описі програмної реалізації наводить використання шаблонів програмування для покращення користувацького досвіду, втім крім наведених Model-View-Controller, Memento та Facade доцільно було розглянути і шаблони проектування розподілених систем для реалізації взаємодії протезу з комп'ютером через системні порти, наприклад Proxu або Bridge.

Вище подані зауваження не впливають на рівень наукової цінності поданої на захист дисертаційної роботи П'ятаченка Владислава Юрійовича, в які

представлено результати вирішення нової актуальної наукової задачі, що має теоретичне і практичне значення.

Висновок

Дисертаційна робота П'ятаченка Владислава Юрійовича на тему «Моделі та методи інформаційної технології розпізнавання системою керування протезом кінцівки руки електроміографічних біосигналів» за актуальністю проблеми, методичними підходами, обсягом, ґрунтовністю аналізу та інтерпретацією отриманих даних, повнотою викладу принципів наукових положень, науково-теоретичним та практичним значенням повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктор філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а дисертант, з урахуванням виконання у повному обсязі освітньої складової освітньо-наукової програми та індивідуального плану наукової роботи, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук
Сумського державного університету

Н.С.

Наталія БАРЧЕНКО

