

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Запорізька
політехніка»
д.т.н., професору Михайлу ПОЛЯКОВУ

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук,
професора БЕРЕЗЬКОГО Олега Миколайовича
про дисертацію ЛЕОЩЕНКА Сергія Дмитровича
**«Методи синтезу рекурентних нейромережевих
моделей для діагностування»,**

яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»

Актуальність обраної теми

Дослідження складних нелінійних об'єктів і процесів технічного та біомедичного характеру пов'язано з необхідністю оброблення історичних даних про об'єкт. Для оброблення даних з метою вирішення завдань діагностування широко застосовуються методи і засоби обчислювального інтелекту, ефективними інструментами якого є машинне навчання та штучні нейронні мережі. Так штучні нейронні мережі використовуються у якості основи для діагностичних моделей, а методи машинного навчання використовуються для синтезу таких моделей. Проте відомі методи синтезу рекурентних нейронних мереж характеризуються значними витратами часу, а синтезовані моделі, як правило, мають надлишкову структуру та недостатню точність, що спричиняє низькі рівні узагальнення та інтерпретованості даних. Це суттєво обмежує практичне застосування рекурентних нейронних мереж на практиці.

Таким чином, дисертаційне дослідження Леоценка С.Д. присвячено вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми – підвищення точності та зменшення часу побудови діагностичних моделей, збільшення їхніх інтерпретованості та узагальнювальних здатностей шляхом розроблення нових та удосконалення існуючих методів синтезу рекурентних нейромережевих

діагностичних моделей, які поєднують принципи інтелектуальних та паралельних обчислень.

Вивчення та детальний аналіз змісту дисертаційної роботи показав, що вона виконана здобувачем під час аспірантської підготовки на кафедрі програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка» в рамках держбюджетних тем: «Розроблення та дослідження методів синтезу діагностичних моделей на основі методів обчислювального інтелекту» (номер державної реєстрації – 0119U100360), «Розроблення методів та засобів для аналізу та прогнозування динамічної поведінки нелінійних об'єктів» (номер державної реєстрації – 0121U107499), «Інтелектуальні методи та засоби діагностування та прогнозування стану складних об'єктів» (номер державної реєстрації – 0122U000972). У зазначених НДР здобувач брав участь як виконавець, удосконалив та розробив методи нейроеволюційного синтезу рекурентних нейронних мереж.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Розроблені у дисертаційній роботі методи синтезу рекурентних нейромережових діагностичних моделей обґрунтовано шляхом проведення аналітичних та експериментальних досліджень. Автором здійснено коректну постановку завдання дослідження та обрано перспективні підходи до його вирішення.

Достовірність результатів підтверджується експериментальними дослідженнями технічних об'єктів і відповідністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень. Наукові положення дисертації мають належне теоретичне обґрунтування. Матеріали дисертаційної роботи обговорювалися на численних міжнародних наукових конференціях і семінарах.

Стислий зміст дисертаційного дослідження. Основні наукові результати досліджень та їх наукова новизна

Дисертаційна робота складається з переліку скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. Обсяг дисертації становить 195 сторінок тексту.

Критичний огляд існуючих методів синтезу рекурентних нейромереж дав змогу здобувачу сформулювати постановку задачі досліджень, як розроблення нових та удосконалення існуючих методів синтезу рекурентних нейромережевих діагностичних моделей для підвищення точності та зменшення часу побудови діагностичних моделей, збільшення їхніх інтерпретованості та узагальнювальних здатностей.

Здобувачем запропоновано новий генетичний метод синтезу діагностичних моделей на основі рекурентних нейронних мереж, який використовує механізм секвенування, а також критерії регулювання розміру та напрямку розвитку нейромереж, і таким чином дозволяє підвищити точність синтезованих моделей та оптимізувати витрати ресурсів пам'яті обчислювальної системи під час синтезу для подальшого підвищення якості діагностування. Розроблено паралельний генетичний метод синтезу діагностичних моделей на основі рекурентних нейронних мереж з імплементацією механізмів селективного тиску, в якому основні етапи процесу нейроеволюційного синтезу рекурентних нейромоделей виконуються на паралельних обчислювальних вузлах, а використання механізмів селективного тиску та рівномірного схрещування дозволяє підтримувати розміри популяції, скорочуючи обчислювальні витрати на опрацювання малопристосованих особин, таким чином, більш контрольовано використовувати механізм багатобатьківського схрещування та знизити вимоги до ресурсів пам'яті та обчислювальних потужностей електронно-обчислювальних машин під час синтезу моделей. Розроблено метод структурної оптимізації діагностичних нейромоделей для підвищення характеристик інтерпретабельності моделей, що

направлено на оптимізацію роботи складних топологій нейронних мереж із великими даними, за рахунок спрощеної та прорідженої структури попередньо синтезованої нейромоделі, що дозволяє прорідити та оптимізувати структуру нейронної мережі, прискорюючи роботу нейромоделі та видаляючи міжнейронні зв'язки, що кодують зашумлені дані. Удосконалено систему індикаторів для оцінювання рівня складності задачі з метою визначення механізмів доналаштування параметрів нейронних мереж, яка відрізняється врахуванням характеристик вхідного набору даних та характеристик задачі, що дає можливість точно обрати варіант доналаштування діагностичної моделі, без використання надмірних обчислювальних ресурсів для повторного синтезу нейромоделей або додаткової побудови моделі, що значно знижує ресурсоемність.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновані методи синтезу діагностичних моделей доведені алгоритмів, які практично реалізовані та виконують побудову та структурну оптимізацію діагностичних моделей, що базуються на рекурентних нейронних мережах та відрізняються вищими рівнями точності та зручні для подальшого аналізу та використання на практиці.

Практичні розробки дисертації впроваджено у товаристві з обмеженою відповідальністю «Аптека Магнолія» та товаристві з обмеженою відповідальністю «Запорізький ливарно-механічний завод».

Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Виходячи із важливості, актуальності та якості одержаних наукових та практичних результатів, дослідження доцільно розвивати і використовувати в

наукових та проєктних організаціях, де виконуються роботи з розробки, дослідження, впровадження та експлуатації інтелектуальних систем діагностування у галузях машинобудування, медицини, біології, екології, інших сфер промислової діяльності, у навчальному процесі закладів вищої освіти України.

Рекомендується продовжити дослідження з розробки та використання інтелектуальних методів обробки інформації у Національному університеті «Запорізька політехніка».

Запропоновані здобувачем методи та програмні засоби видобування асоціативних правил можуть бути використані в роботах, пов'язаних із необхідністю побудови діагностичних моделей складних нелінійних об'єктів та процесів.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

За темою дисертації 25 публікацій, з яких 8 наукових публікацій розкривають основний зміст дисертації, зокрема опубліковано 8 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (7 статей включено до міжнародної наукометричної бази Web of Science), 1 розділ монографії, що опубліковані у закордонних виданнях мовами країн ЄС. Опубліковано 15 тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій (15 англійською мовою, включені в міжнародні наукометричні бази Scopus та/або Web of Science).

Положення та результати дисертаційних досліджень доповідались та обговорювались на міжнародних наукових конференціях і семінарах.

Всі положення та результати дисертації одержані здобувачем особисто, повністю викладені в опублікованих наукових працях.

Зауваження

Основні зауваження на дисертаційну роботу такі.

1. При застосуванні штучних нейронних мереж перед дослідниками стоять три основні задачі: адаптація відомих топологій нейронних мереж для своїх задач, підготовки даних для навчання нейронних мереж і початку нейронних мереж. Особливо критичною є ситуація, коли навчальні вибірки об'єктів є об'єктивно малі за розміром. Тому у дисертаційній роботі доцільно було б проаналізувати особливості формування історичних даних для технічних об'єктів.

2. Під час опису запропонованих методів синтезу рекурентних штучних нейронних мереж на основі нейроеволюційного підходу, доцільно було б формалізувати опис механізмів селекції особин для схрещування. Це б спростило рівень сприйняття одержаних результатів.

3. У підрозділі 2.2.3 наведено додаткові критерії оцінки особин з метою розширення рангової селекції – формули (2.9) та (2.10), проте недостатньо розкрито значимість обраних характеристик оцінювання нейромоделі.

4. У підрозділі 2.2 слід було б розвинути механізми імплементації стратегій ройового інтелекту при паралелізації генетичного методу з імплементацією механізмів селективного тиску. Ці результати були б корисними для розробок та розвитку відповідних паралельних методів синтезу нейромереж.

5. У підрозділі 2.2 виконано теоретичне обґрунтування розробленого паралельного генетичного методу з імплементацією механізмів селективного тиску, проте відсутнє обґрунтування його обчислювальної складності та її порівняння із складністю послідовного методу.

6. В розділі 3, важко зрозуміти, як здійснюється знаходження значень індикаторів оцінки складності задачі в розробленій індикаторній системі при визначенні механізмів доналаштування штучних нейронних мереж. Представлення механізму знаходження значень у вигляді формули значно спростило би сприйняття.

7. У тексті дисертації зустрічаються термінологічні, синтаксичні та граматичні помилки.

Вважаю, що наведені зауваження не впливають на загальну високу позитивну характеристику дисертаційної роботи здобувача, не зменшують її актуальності, наукової новизни та практичної значущості досліджень.

Висновок

У дисертаційній роботі здобувача Леоценка Сергія Дмитровича, відповідно до поставленої мети, наведено теоретичне узагальнення та нове розв'язання наукової задачі в галузі розробки інтелектуальних систем діагностування, що полягає у створенні методів синтезу рекурентних нейромережових діагностичних моделей. У порівнянні з існуючими методами та моделями, одержані наукові та практичні результати мають суттєві переваги, дозволяють будувати моделі на рекурентних нейронних мережах, які характеризуються більш високими рівнями інтерпретабельності та узагальнення. Одержані нові результати мають важливе наукове та практичне значення для розвитку теорії інтелектуальних систем і нейронних мереж.

Враховуючи якість одержаних нових наукових результатів, їх значення для теорії та практики, вважаю: дисертаційна робота здобувача Леоценка Сергія Дмитровича є завершеним важливим науковим дослідженням, присвяченим розробці методів синтезу рекурентних нейромережових діагностичних моделей для підвищення рівнів узагальнювальних здатностей синтезованих діагностичних моделей.

Дисертаційна робота здобувача С.Д. Леоценка відповідає спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки».

Виконана робота відповідає високому рівню виконання поставленого наукового завдання та засвідчує оволодіння здобувачем методології наукової діяльності.

Всі результати дисертаційної роботи здобувачем одержано особисто, опубліковано у науково-технічних виданнях та апробовано на міжнародних наукових конференціях і семінарах. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні і відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова КМУ № 44, від 12 січня 2022 р.). Вважаю, що Леоценко Сергій Дмитрович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент:
професор кафедри
комп'ютерної інженерії
Західноукраїнського
національного університету
доктор технічних наук,
професор

Олег БЕРЕЗЬКИЙ

