

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Бойко Олени Олександрівни

**«Еволюційні нейро-фаззі системи в задачах
інтелектуального аналізу даних»,**

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата
технічних наук за спеціальністю 05.13.23 – системи та
засоби штучного інтелекту

Актуальність теми дисертаційної роботи. Сучасні нейро-фаззі системи успішно застосовуються для вирішення ряду прикладних задач Data Mining. Завдяки універсальним можливостям апроксимації, здатності навчатися та лінгвістичній інтерпретації результатів поєднання нейромереж та нечітких систем досить ефективно в складних умовах невизначеності, нелінійності, стохастичності, а також наявності збурень та завад. Але в той же час для ряду прикладних задач використання подібних систем з фіксованою архітектурою часто стає неефективним. Наприклад, в online режимі часто буває невідома природа нових даних, що надходять для оброблення, і системі необхідно адаптивно пристосовуватися до них. Конкретним прикладом є задача кластеризації, коли нові дані можуть утворювати нові кластери, але обмежені можливості системи з фіксованою архітектурою не допускають виявлення цих нових структур даних.

Отож можна стверджувати, що розроблення еволюційних нейро-фаззі систем обчислювального інтелекту та методів їх навчання, чому присвячена дисертаційна робота Бойко О. О., є на сьогоднішній день досить актуальними. Такі системи в процесі оброблення змінюють як синаптичні ваги та параметри функцій належності, так і саму архітектуру системи. У роботі здійснено спробу створення нових архітектур і методів навчання систем обчислювального інтелекту, поєднуючи переваги використання нейро-фаззі систем з принципами побудови та методологією еволюційних систем.



Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. У дисертаційній роботі досить коректно здійснено постановку задачі створення еволюційної нейро-фаззі системи, що призначена для інтелектуального аналізу даних у послідовному режимі оброблення. Основні припущення, що покладені в основу проведених теоретичних досліджень, є логічно викладеними, обґрунтованими і коректними.

Результативність запропонованих авторкою архітектур і методів навчання еволюційних нейро-фаззі мереж переконливо і у достатній мірі обґрунтована за допомогою аналітичних досліджень, імітаційного моделювання, а також експериментів на реальних об'єктах.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним використанням теорії штучних нейронних мереж, апарату нечіткої логіки, теорії оптимізації, імітаційного моделювання, а також результатами використання розроблених архітектур і методів їх навчання для розв'язання прикладних задач інтелектуального аналізу даних.

Новизна результатів дисертації. У цілому можна погодитися, що отримані дисертантом основні результати дослідження містять наступні конкретні ознаки наукової новизни:

1. Вперше запропоновано метод гібридного навчання еволюційної багат шарової нейро-фаззі системи, який поєднує в собі процеси еволюції архітектури, самонавчання функцій належності і навчання синаптичних ваг, що дозволяє обробляти дані, що надходять послідовно в online режимі.

2. Вперше запропоновано метод навчання еволюційних систем на основі МГУА і каскадних систем обчислювального інтелекту з використанням в якості вузлів двовходових нейро-фаззі систем Ванга-Менделя з налаштуванням усіх параметрів функцій належності і

двовходових нео-фаззі вузлів, що дозволяє обробляти дані в умовах коротких навчальних вибірок.

3. Вперше запропоновано метод адаптивного прогнозування нестационарних нелінійних часових рядів на основі еволюційної зваженої нейро(нео)-фаззі адитивної нелінійної авторегресійної моделі з екзогенними входами, що дозволяє налаштовувати як синаптичні ваги, так і архітектуру, та що призначений для обробки даних, що надходять в online режимі.

4. Удосконалено еволюційну нейро-фаззі кластерувальну мережу Кохонена і метод її налаштування, що відрізняються тим, що задача нечіткої кластеризації потоку даних вирішується в online режимі в умовах апріорної невизначеності щодо кількості кластерів.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи. Методи навчання еволюційних нейро-фаззі мереж, запропоновані в дисертаційній роботі, можуть бути використані для обробки даних, поданих у вигляді таблиць «об'єкт-властивість» або часових послідовностей. Проведені експериментальні дослідження довели, що запропоновані системи можуть бути успішно використані для вирішення прикладних задач. Зокрема, зважену ANARX-систему використано для прогнозування медичних показників, а еволюційна нейро-фаззі кластерувальна мережа Кохонена застосовувалася для вирішення задачі кластеризації земельних ділянок.

Рекомендується продовжити дослідження з розроблення та використання методів, моделей та інструментальних засобів інтелектуального аналізу даних на основі нейро-фаззі мереж у Харківському національному університеті радіоелектроніки, споріднених ВНЗ та у прикладних системах розпізнавання динамічних образів та Data Mining.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках держбюджетних НДР «Нейро-фаззі системи для поточної кластеризації та класифікації послідовностей даних за умов їх

викривленості відсутніми та аномальними спостереженнями» (№ ДР 0113U000361) та «Динамічний інтелектуальний аналіз послідовностей нечіткої інформації за умов суттєвої невизначеності на основі гібридних систем обчислювального інтелекту» (№ ДР 0116U002539), які виконувалися згідно наказів Міністерства освіти і науки України за результатами конкурсного відбору проектів наукових досліджень.

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових роботах: 6 статей у періодичних фахових виданнях з технічних наук (3 статті у виданнях з переліків МОН України, 3 статті за кордоном), 6 публікацій у матеріалах наукових конференцій. Опубліковані статті входять до міжнародних наукометричних баз, зокрема дві – до SCOPUS і одна – до Web of Science.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам. За результатом загального аналізу дисертаційної роботи можна стверджувати, що вона є завершеним і цілісним дослідженням з логічним викладенням матеріалу і чіткою структурою. Матеріал викладено з використанням сучасної науково-технічної термінології.

Оформлення дисертації проведено згідно з вимогами пп. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМУ №567 від 24 липня 2013 р.), а також вимогам МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Стиль викладення матеріалів досліджень, наукових положень та результатів імітаційного моделювання забезпечує доступність сприйняття дисертаційної роботи.

Зміст автореферату повністю розкриває сутність основних наукових положень дисертаційної роботи. Автореферат лаконічно і адекватно відображає отримані результати. Оформлення автореферату за обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам.

Зауваження по дисертаційній роботі. Серед недоліків дисертації слід зазначити такі:

1. У другому розділі роботи автору слід було б навести рекомендації щодо формального визначення чи діапазону змінювання для параметру числа h функцій належності, що використовуються у запропонованих системах.

2. Для еволюційної багат шарової нейро-фаззі системи з гібридним навчанням пропонується використовувати гаусиани, але чомусь відсутнє порівняння щодо можливого використання інших функцій належності. Незрозуміло також, яким чином для навчання цієї системи обирається величина радіуса сусідства r .

3. Для розробленої еволюційної нечіткої кластерувальної нейронної мережі Кохонена (розділ 3) відсутні рекомендації щодо вибору параметра порогу Δ . Цей параметр є ключовим і безпосередньо залежить від аналізованої сукупності даних.

4. Із матеріалів дослідження незрозуміло, за рахунок чого запропоновані системи зможуть обробляти вибірки з пропущеними та викривленими даними. Треба було б більш детально виокремити клас чи параметри задач, для яких призначено розроблені методи та системи.

5. У розділі 4 при проведенні експериментальних досліджень щодо створених нейронних мереж, що в якості вузлів використовують нео-фаззі нейрони, варто було б порівняльно також дослідити ефективність застосування B -сплайнів різного порядку.

6. У дослідженні відсутній аналіз потенціальної кількості шарів, що можуть сформуватися для заснованих на МГУА систем, та допустиму кількість каскадів в еволюційних каскадних системах.

7. Матеріал дисертації та автореферату дещо перевантажено значною кількістю математичних викладок та численних зображень

архітектур нейронних мереж. На мій погляд, досліднику треба було у більшій мірі зосередитися на поясненні особливостей та обґрунтуванні ефективності новацій, що запропоновано ним особисто.

Наведені зауваження суттєво не впливають на позитивну оцінку проведених досліджень.

Загальні висновки по дисертаційній роботі. Тема і зміст дисертаційної роботи Бойко О. О. відповідають паспорту спеціальності 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту, зокрема п. 11 «Створення математичних моделей на принципах нечіткої логіки для застосування в системах штучного інтелекту», п. 14 «Аналіз, синтез та моделювання нейронних мереж, розроблення методів їх проектування, оптимізації та навчання». Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, що містить науково обґрунтовані результати, які мають важливе прикладне значення. Автореферат оформлений згідно з вимогами, він повністю описує суть отриманих результатів та відповідає змісту дисертації.

Дисертація відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМУ № 567, від 24 липня 2013 р.) щодо кандидатських дисертацій, а її автор Бойко Олена Олександрівна заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту.

Офіційний опонент:

професор кафедри інформаційних технологій та вищої математики Харківського навчально-наукового інституту ДВНЗ «Університет банківської справи, доктор технічних наук, професор



В. О. Гороховатський

Підпис Гороховатського В. О. засвідчую
Провідний фахівець відділу кадрів

О.М. Скорікова

10.07.2017р.