

Голові разової спеціалізованої вченої
ради в Національному університеті
«Одеська політехніка» доктору
технічних наук, професору, завідувачу
кафедри інформаційних систем
Навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем
Олені АРСІРІЙ

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, кандидата технічних наук, доцента, завідувачки кафедри прикладної
математики та інформаційних технологій Навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем Національного університету «Одеська політехніка»

Волкової Наталії Павлівни

на дисертаційну роботу здобувача

Кошутіної Дар'ї Валеріївни

«Методи та моделі обробки і аналізу гетерогенних даних на основі вейвлет-
перетворення»,

що подана до захисту в разову спеціалізовану вчену раду

Національного університету «Одеська політехніка»

Міністерства освіти і науки України

на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки, галузь знань 12 – Інформаційні
технології

1. Актуальність теми дисертації

Дисертацію присвячено розв'язанню актуальної науково-практичної задачі
вдосконалення методів та моделей обробки й аналізу гетерогенних даних на основі
вейвлет-перетворення. Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення

швидкодії обчислень і зниження ресурсоемності методів обробки даних різної природи при збереженні достатнього рівня достовірності отриманих рішень.

Здобувачем удосконалено методи оптимізації та кластеризації даних із застосуванням вейвлет-перетворення Хаара та гіперболічних вейвлет-функцій, що дозволило скоротити кількість обчислень цільової функції та підвищити швидкодію відповідних процедур. Також удосконалено метод нейромережевої класифікації гетерогенних даних на базі архітектури KAN із застосуванням вейвлет-функцій. Запропонована в межах цього методу модель MLP-KAN-WT продемонструвала високі показники класифікації аритмій на основі аналізу електрокардіограм.

Мета дисертаційної роботи полягає в удосконаленні методів обробки та аналізу гетерогенних даних на основі вейвлет-перетворення, що дозволяють при достатній достовірності в умовах апіорної невизначеності підвищити швидкодію та/або знизити ресурсоемність. Поставлена мета є чітко сформульованою та відповідає обраному напряму дослідження.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

У дисертаційній роботі автором обґрунтовано наявність суперечності між необхідністю ефективної обробки та аналізу гетерогенних даних та обмеженнями практичного застосування існуючих методів, пов'язаними з їх швидкодією та ресурсоемністю. Зокрема, відзначено, що існуючі підходи до обробки та аналізу сигналів і даних не завжди забезпечують необхідний баланс між достовірністю отриманих результатів, швидкодією та ресурсоемністю, що особливо важливо при роботі зі складними структурами даних та сигналами.

Здобувачем проведено ґрунтовний системний аналіз сучасного стану досліджень у галузі обробки та аналізу гетерогенних даних, що дозволило визначити шляхи підвищення швидкодії та зниження ресурсоемності відповідних методів. Опрацювання наукової літератури та критичний аналіз існуючих підходів стали підґрунтям для формулювання завдань дослідження та подальшого удосконалення методів обробки й аналізу гетерогенних даних.

Отримані в дисертації наукові результати є обґрунтованими та методологічно вивіреними. Запропоновані здобувачем удосконалені методи оптимізації та кластеризації на основі вейвлет-перетворення, а також метод нейромережевої класифікації гетерогенних даних на базі архітектури KAN спрямовані на підвищення швидкодії, зниження ресурсоемності та забезпечення достатнього рівня достовірності отриманих результатів. Ефективність запропонованих рішень підтверджено результатами експериментальних досліджень.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукові завдання дослідження визначено з урахуванням сучасного стану досліджень у цій галузі на основі опрацювання фахової періодики.

Основні елементи наукової новизни дисертації полягають у тому, що:

–*удосконалено* метод оптимізації на основі методу центрів з визначенням обмежень другого роду з ВП Хаара, що за рахунок скорочення кількості етапів обробки з ГВФ та скороченню кількості обчислень цільової функції (звернень до оракулу) дозволило підвищити швидкодію;

–*удосконалено* методи кластеризації за дисперсійною ознакою та з дрейфом центру кластера по лінійній траєкторії, особливістю яких є врахування обмежень у вигляді нерівностей та визначення належності образу до відповідного кластеру з допомогою ВФ, що завдяки скороченню кількості обчислень цільової функції (звернень до оракулу) дозволило підвищити швидкодію обчислень;

–*удосконалено* метод нейромережевої класифікації ГД на базі архітектури KAN шляхом застосування у вхідному шарі вейвлет функцій, що дозволило підвищити точність ідентифікації станів об'єктів у зашумленому середовищі при мінімізації кількості налаштовуваних параметрів та зростання швидкодії обчислень.

Дисертаційне дослідження доведено до логічного завершення, поставлені завдання виконано в повному обсязі, а отримані результати відповідають визначеній меті дослідження.

4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність, повнота викладення результатів в опублікованих працях та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційне дослідження Кошутіної Д. В. повністю відповідає вимогам освітньо-наукової програми підготовки PhD за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», що належить до галузі знань 12 «Інформаційні технології». Робота є завершеним науковим дослідженням, у якому здобувачка демонструє особистий внесок у розвиток методів обробки та аналізу гетерогенних даних.

Науковий доробок здобувача оприлюднено у 15 публікаціях. Цей перелік включає 4 статті у фахових виданнях України за профілем спеціальності, а також 11 інших публікацій, до яких належать праці та матеріали міжнародних наукових конференцій і колективна монографія. Серед зазначених праць 4 публікації, а саме 1 стаття та 3 матеріали конференцій, проіндексовані у наукометричній базі SCOPUS. Опубліковані праці достатньо повно відображають основні наукові результати дисертаційного дослідження. Комплексний аналіз наукового доробку підтверджує, що всі положення та висновки, винесені на захист, були сформульовані автором самостійно. Порушень принципів академічної доброчесності в матеріалах дослідження не виявлено.

5. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційну працю написано українською мовою із застосуванням належної професійної науково-технічної термінології. Викладений у роботі матеріал вирізняється логічною послідовністю, системністю та достатньою повнотою висвітлення поставлених питань.

Структура дослідження охоплює вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 174 сторінки, при цьому основний текст займає 130 сторінок.

Оформлення дисертаційної роботи виконано згідно з чинними вимогами, передбаченими наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

6. Значення роботи для науки та практики

Результати наукових досліджень здобувачки є практично значущими та знайшли застосування при розв'язанні низки прикладних завдань.

Розроблені в дисертаційній роботі методи та моделі обробки гетерогенних даних із використанням адаптивної вейвлет–декомпозиції, обмежень–нерівностей другого порядку та нейромережевих архітектур KAN були використані для підвищення обчислювальної ефективності, швидкодії та завадостійкості процесів аналізу даних у складних системах.

Розроблене програмне забезпечення для швидкої обробки та аналізу гетерогенних даних дозволяє адаптувати запропоновані рішення до актуальних задач комп'ютерних наук, зокрема для автоматизованої технічної діагностики, 3D–реконструкції сцен у системах технічного зору та оперативного моніторингу динамічних сигналів.

7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Дисертація містить результати власних досліджень автора. Усі використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Фактів порушення академічної доброчесності в дисертації здобувачки не виявлено.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

1. У частині експериментальних досліджень швидкодія оцінюється переважно за часом виконання, що залежить від обчислювального середовища. Доцільно було б доповнити оцінювання апаратно-незалежними показниками, зокрема обчислювальною складністю або кількістю основних операцій.

2. При дослідженні удосконаленого методу кластеризації з ВФ на основі методу центрів (с. 84) недостатньо обґрунтовано вибір кроку дискретизації $dx = 6$ для ВФ Хаара та $dx = 1$ для гіперболічної ВФ.

3. Можливості удосконалених методів оптимізації з використанням ВФ досліджено на обмеженому наборі тестових функцій. Доцільно було б розширити набір функцій для експериментальної перевірки запропонованих методів.

4. При описі комбінованого ентропійно-енергетичного критерію наявна неузгодженість: у тексті його визначено як відношення ентропії до енергії H/E , тоді як у формулі (2.15) наведено відношення енергії до ентропії. Доцільно узгодити текстовий опис та математичне подання критерію.

5. У формулі (2.15) (с. 96) використано позначення C_j , тоді як далі в тексті для цієї ж величини використовуються позначення c_i (с. 97–98) та C_i (с. 108). Доцільно уніфікувати відповідні позначення.

6. Опис моделі MLP-KAN-WT потребує уточнення: у науковій новизні зазначено застосування вейвлет-функцій у вхідному шарі, тоді як в описі архітектури – у KAN-Wavelet шарі.

7. У тексті дисертації трапляються окремі орфографічні й граматичні помилки, а також стилістичні та термінологічні неточності, які потребують редакційного уточнення.

Наявні зауваження жодним чином не зменшують загальної високої оцінки дисертаційного дослідження. Вони не впливають на наукову та практичну значущість отриманих результатів і можуть бути враховані автором у подальшій науковій роботі.

9. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Кошутіної Дар'ї Валеріївни «Методи та моделі обробки і аналізу гетерогенних даних на основі вейвлет-перетворення» є цілісним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що вирішує важливе науково-прикладне завдання, має теоретичну і практичну цінність у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

На підставі вищезазначеного можна констатувати, що дисертаційна робота Кошутіної Д.В. відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої

освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. No 44, а її автор – Кошутіна Дар'я Валеріївна – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Рецензент,
канд. техн. наук, доцент,
завідувачка кафедри прикладної математики
та інформаційних технологій
Навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем
Національного університету
«Одеська політехніка»

Наталія ВОЛКОВА