

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Паладієва Олександра Олеговича

на тему «Методи та програмні засоби для вирішення задачі класифікації на

основі тривимірних нейронних мереж»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології

за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертаційного дослідження є актуальною, що зумовлено стрімким розвитком інформаційних технологій, орієнтованих на обробку тривимірної інформації. У сучасних умовах цифровізації, коли зростає обсяг і складність просторових даних (використання сканерів, дронів, CAD-систем, медичної томографії), бізнес та наука стикаються з потребою ефективно класифікувати об'єкти у тривимірному просторі. Стандартні архітектури глибокого навчання часто не враховують специфіку топологічних структур 3D-середовищ, що призводить до перевитрат ресурсів та втрати точності. Дисертаційна робота пропонує інноваційні рішення для оптимізації зв'язків у таких мережах, що безпосередньо впливає на продуктивність програмних засобів і є особливо важливим у контексті розробки прикладного програмного забезпечення, орієнтованого на аналіз просторових об'єктів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Один із ключових результатів роботи — впровадження нової тривимірної топології з'єднань, яка враховує як локальність, так і симетрію відносно центру простору. Рішення має практичну спрямованість: дозволяє суттєво зменшити щільність мережі без втрати якості класифікації. Надійність оцінок базується на серії випробувань із реальними вхідними 3D-даними. В обґрунтуванні результатів використано аналітичний підхід, детально описаний у розділі 3.3.
2. Запропонований метод побудови міжшарових зв'язків дозволяє оптимізувати перехід від тривимірних до одновимірних представлень. Це рішення забезпечує ефективну роботу з векторами ознак, не втрачаючи локальних просторових залежностей, що підтверджено в розділі 4.3. Такий підхід відкриває можливість гнучкої адаптації до різних архітектур без втрати топологічної узгодженості.

3. У роботі реалізовано нестандартний підхід до динамічної оптимізації структури нейромережі — шляхом видалення неефективних з'єднань та генерації нових у зонах високої активності. Така гнучкість структури дає змогу покращити співвідношення між продуктивністю і точністю. Результати підтверджуються як експериментально, так і теоретично (розділи 3.4 і 4.3).

4. Вартий уваги і блок, присвячений кольоровій обробці: автор впроваджує опонентну модель у задачі машинного навчання, що не є загальноприйнятою практикою. Результати показують, що попереднє перетворення кольору дозволяє краще структурувати вхідні дані, що сприяє зменшенню похибок навчання. Доказова база — у вигляді порівняльного аналізу з іншими методами — виглядає переконливо.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Паладієва О.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інженерія програмного забезпечення.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям програмної інженерії.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Паладієва Олександра Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація написана чіткою та технічно грамотною мовою. Автор демонструє володіння професійною термінологією, використовуючи її коректно та без надмірностей. Виклад побудований логічно, що дозволяє поступово розкривати складні технічні аспекти. Текст структурований, із добрим балансом між теоретичним і прикладним змістом. Використання загальноприйнятих наукових понять та точність формулювань свідчать про високий рівень володіння тематикою.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 212 сторінок.

У вступі автор чітко формулює суть досліджуваної проблеми, яка пов'язана з необхідністю покращення структур нейронних мереж для обробки тривимірної інформації. Обґрунтовано актуальність теми, яка зумовлена зростаючим попитом на 3D-аналіз у прикладних сферах — від автономної навігації до технічної діагностики. Визначено наукову мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, обрано відповідні методи. Зазначено елементи новизни та сфери практичного застосування розробок.

Перший розділ зосереджено на аналізі сучасного стану проблеми. Проведено огляд існуючих підходів до класифікації тривимірних об'єктів, описано бібліотеки та інструменти, які використовуються у професійних середовищах. Окремо звернено увагу на їх обмеження — зокрема, пов'язані з продуктивністю, складністю модифікацій та недостатньою гнучкістю в роботі зі специфічними просторовими структурами. У результаті сформульовано завдання, яке й лягло в основу дисертації.

Другий розділ присвячено теоретичному обґрунтуванню запропонованого підходу. Автор розробляє власну концепцію архітектури з локалізованими просторовими з'єднаннями, яка враховує як близькість нейронів, так і їхнє розташування в об'ємному середовищі. Детально описано принципи побудови розрідженої топології, способи адаптації кількості зв'язків, а також застосування опонентної моделі кольору для покращення обробки вхідних даних. Показано, як ці елементи поєднуються в цілісну структуру.

Третій розділ демонструє технічну реалізацію розробленої архітектури. Описано архітектуру програмного рішення, особливості реалізації спеціалізованих шарів, маскування зв'язків між нейронами та механізми динамічного керування структурою. Робота реалізована із застосуванням .NET-середовища, що є цінним з прикладної точки зору. Наведено приклади коду, структуру модулів та принципи інтеграції компонентів, що підтверджує не лише концептуальну, а й інженерну завершеність підходу.

У четвертому розділі представлено результати тестування запропонованої моделі. Проведено навчання та оцінку точності на різних типах даних, зокрема воксельних структурах. Здійснено порівняння з базовими підходами, подано графіки, таблиці та узагальнення. Автор не лише демонструє, що модель працює, а й показує, наскільки вона ефективніша за альтернативи в умовах обмежених ресурсів, що підтверджує практичну придатність рішень.

У висновках автор узагальнює виконану роботу, формулює основні результати, співвідносить їх із початковими завданнями та визначає перспективи подальшого вдосконалення методів. Робота виглядає цілісною, завершеною та обґрунтованою як з теоретичної, так і з прикладної точки зору.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 1 науковій фаховій конференції.

Результати, отримані в межах дисертаційного дослідження, знайшли відображення у трьох наукових статтях, опублікованих у рецензованих фахових виданнях категорії «Б». Зміст публікацій повністю відповідає тематиці та структурі дисертації, що свідчить про завершеність та наукову обґрунтованість представлених напрацювань. У підготовці публікацій автор дотримався стандартів академічної етики та принципів доброчесності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Час виконання k NN згладжування (розділ 2.1.2) не виміряно, за великого обсягу даних цей етап може бути потенційним обмежувальним елементом конвеєра.
2. Після динамічного розширення мережі (підпункт 3.4.2) не наведено даних щодо зміни обсягу використаної графічної пам'яті (VRAM), що є критичним для високороздільних воксельних сіток.
3. Не виконано експериментального аналізу впливу різних схем регуляризації (dropout, weight decay) на показники якості SNNO та базових 3DCNN, що ускладнює оцінювання стійкості моделей до перенавчання.
4. Процес конвертування 3D сіток у вокселі описано без зазначення параметрів дискретизації (розмір вокселя, величина відступу, нормалізація координат), що перешкоджає незалежному відтворенню експериментів.
5. У розділі 4.3.1 відсутні матриці помилок і показники precision та recall для кожного з 40 класів, що звужує можливості поглибленого аналізу результатів.
6. Графіки тривалості навчання та інференсу (рис. Г.35–Г.36) подано без інтерпретації спостережуваних пікових та аномально низьких значень, що ускладнює їхнє практичне використання.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Паладієва Олександра Олеговича на тему «Методи та програмні засоби для вирішення задачі класифікації на основі тривимірних нейронних мереж» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Паладієв Олександр Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри технологій
цифрового розвитку,
Державного університету
інформаційно-комунікаційних
технологій
доктор технічних наук, професор



Вікторія ЖЕБКА

Підпис д.т.н., проф. Вікторії Жебки засвідчую.

Учений секретар Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій



Галина ШЧЕВА

« 05 » 06 2025 року