

Спеціалізованій вченій раді ДФ 26.055.046
Державного торговельно-економічного
університету,
(02156, м. Київ, вул. Кіото, 19)

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора

професора кафедри інформаційних технологій видавничої справи

Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Національного університету «Львівська політехніка»

Назаркевич Марії Андріївни

на дисертаційну роботу Хорольської Карини Вікторівни

на тему «Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на
основі нейронної мережі»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дослідження обумовлюється факторами важливості розпізнавання графічної інформації, практичного застосування теоретичних основ розпізнавання графічної інформації на основі високоефективних рішень. На даному етапі розвитку практичного застосування теоретичних основ розпізнавання графічної інформації залишаються невирішеними проблеми: якісного виділення контурів; автоматизованого виділення об'єктів; варіабельності просторового розташування об'єктів та їх розпізнавання; практичного застосування методологічних розробок в розпізнаванні графічної інформації; якісної класифікації об'єктів розпізнавання.

Таким чином, посилення вимог до ефективності систем розпізнавання графічної інформації та для подальшої трансформації моделей 2D у 3D, перспективність використання нейромережових засобів для цих завдань, малодоступність практичного аспекту розпізнавання графічної інформації для критичного аналізу внаслідок широкого використання розробок рівня «ноу-хау», які захищені власниками відповідних програмних застосунків, недостатня взаємопов'язаність існуючих нейромережових методів та засобів розпізнавання графічної інформації для подальшої трансформації моделей 2D у 3D обумовлюють актуальність обраної теми дисертаційного дослідження.

Зважаючи на викладене, дисертаційна робота Хорольської К.В., яка присвячена розвитку існуючих та побудові нових моделей розпізнавання графічної інформації на основі застосування нейронної мережі в задачах розпізнавання креслень та її подальшої трансформації з 2D зображень у 3D модель, є **актуальною**.

Значення дисертації для науки й практики

Наукова новизна одержаних результатів визначається наступним:

вперше:

- визначено генезу інформаційної технології розпізнавання графічної інформації як комплекс методик на основі концепції нейромережевого підходу, що застосовуються для її перетворення із двовекторного простору у тривекторний з можливістю перенесення точних деталей креслення у 3D модель;
- розроблено модель класифікатора графічних зображень на основі покриття класів та елементарних класифікаторів примітивів для підвищення ефективності навчання згорткової нейронної мережі.

удосконалено:

- архітектуру згорткової нейронної мережі, яка, на відміну від чинних рішень, враховує логічні процедури навчання на основі пошуку інформативних фрагментів описів для інтелектуального визначення

наявності або відсутності конкретних графічних примітивів у системі розпізнавання креслень;

- контекстну модель інформаційної технології розпізнавання графічної інформації, яка, на відміну від інших, аналізує взаємодію процесів всередині нейронної мережі та зовнішні впливи на неї, що дозволяє представити інформаційну технологію як в агрегованому системному контексті (макрорівень), так і в деталізованому контексті у вигляді простих проєкцій (мікрорівень) із визначенням впливу рівнів декомпозиції на процес прийняття рішень щодо розпізнавання графічної інформації.

набули подальшого розвитку:

- систематизація та узагальнення методів, моделей, алгоритмів та програмного забезпечення задачі розпізнавання графічної інформації, що, на відміну від існуючих підходів, базуються на методах штучного інтелекту і дозволяють використовувати згорткові нейронні мережі в задачі розпізнавання креслень;
- етапи трансформації 2D зображень у 3D модель, які є узагальненням моделі автоматизованої підготовки виробництва для задачі розпізнавання креслень, і сприяють подальшій автоматизації проєктно-конструкторських та проєктно-технологічних робіт;
- принципи конструювання логічних процедур навчання нейронної мережі з використанням апарату логічних функцій, які, на відміну від існуючих рішень, на етапі конструювання множини елементарних класифікаторів для креслярських примітивів зводяться до знаходження допустимих та максимальних кон'юнкцій для функції опису класу графічних об'єктів, що дозволить на практиці створювати ефективні програмні рішення CNN у задачах розпізнавання креслень та їх трансформації.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що спроектована в роботі засобами CASE-технології ERwin інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі, розпізнавання креслень та трансформації з визначеними зовнішніми впливами на неї та взаємодії процесів всередині системи дає можливість програмно реалізувати програмні застосунки для розв'язання завдань розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі та перетворення інформаційних масивів із двовекторного простору у тривекторний. Розроблені алгоритми та архітектура програмного додатку, які базуються на створеній моделі класифікатора графічних зображень на основі покриттів класів та ЕК примітивів для підвищення ефективності навчання CNN, дозволяють в 1,5-2 рази зменшити обчислювальні витрати на навчання CNN та до 2 разів зменшити сумарну похибку навчання CNN, що забезпечує зменшення ресурсоемності та похибки розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі та перетворення інформаційних масивів із двовекторного простору у тривекторний.

Практична цінність роботи, також, підтверджується актами впровадження основних результатів дослідження, що додаються до дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їхня достовірність і новизна

Обґрунтованість наукових результатів, висновків та рекомендацій забезпечена коректним використанням апробованого математичного апарату, повнотою врахування початкових даних та визначенням і дотриманням доцільних обмежень та припущень.

Достовірність наукових положень підтверджена результатами апробації моделей, методів і процедур, які було розроблено у процесі дослідження.

Висновки та рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів

Результати інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі апробовані і впроваджені в наступних продуктивних компаніях: ТОВ «ФБЮЧЕ КОНСАЛТИНГ», ТОВ «ІНТЕРНЕТ ІНВЕСТИЦІЙНА ГРУПА».

Повнота викладу в опублікованих працях

Основні положення дисертаційного дослідження висвітлені у 22 працях, з них: 8 статей опубліковано у фахових виданнях України категорії «Б», 1 в міжнародному фаховому виданні, 8 статей проіндексовані в міжнародній науково-метричній базі Scopus та 5 тез доповідей на всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення

За своїм змістом дисертація Хорольської Карини Вікторівни відповідає діючим вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії і являє собою наукову працю, яка містить сукупність наукових положень та результатів, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора у науку.

Оформлення дисертації відповідає вимогам державних стандартів України. Текст дисертації написаний грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, об'єкт, предмет, завдання дослідження, наукову новизну одержаних результатів, практичне значення результатів, зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами досліджень. Визначено особистий внесок здобувача, відомості про апробацію результатів роботи, публікації.

У *першому розділі* дисертації Хорольської К.В. виявлено актуальність проблеми розпізнавання графічної інформації з креслярсько-технічної документації та трансформації 2D у 3D для систем автоматизованого проєктування. Науково-технічне завдання пов'язане з цією проблемою

залишається невирішеним і потребує розвитку як алгоритмічної, так і програмної складової. Штучний інтелект, зокрема штучні нейронні мережі, можуть бути корисні для вирішення цієї проблеми та спростити процес. Також було оглянуто застосування різних методів штучного інтелекту в цій галузі та визначено існування інтересу до неї в науковому і практичному співтоваристві. Таким чином, розглянуто потенціал трансформації $2D \rightarrow 3D$ на основі штучного інтелекту.

У другому розділі дисертації здобувачем Запропонована архітектура згорткової нейронної мережі для розпізнавання креслень та трансформації $2D \rightarrow 3D$. Розроблена модель класифікатора графічних зображень для покращення навчання згорткових нейронних мереж. Знайдено інформативні фрагменти описів графічних примітивів для системи розпізнавання. Розглянуто основні принципи конструювання логічних процедур навчання. Визначено, що побудова множини елементарних кон'юнкцій для креслярських примітивів полягає у знаходженні допустимих та максимальних кон'юнкцій для функцій, що описують клас графічних об'єктів. Отже, дослідження підтверджують успішний розвиток методів розпізнавання графічної інформації на основі нейронних мереж для задач розпізнавання креслень та трансформації $2D \rightarrow 3D$.

Третій розділ дисертації здобувач присвятив розробці концептуальної моделі інформаційної технології, яка дозволяє перетворювати $2D$ зображення в більш деталізовані $3D$ моделі. Спроектовано інформаційну технологію з використанням CASE-технології ERwin, включаючи впливи зовнішніх факторів та внутрішню взаємодію процесів в системі. Описано генезу технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронних мереж та методики для перетворення графічної інформації в тривимірний простір. Показано, що нейронні мережі є основою технології розпізнавання та трансформації графічної інформації в $3D$ простір. Запропоновано архітектуру програмної реалізації концептуальної моделі інформаційної технології.

У висновках наводяться основні наукові та практичні результати.

Отже поставлені наукові завдання в повному обсязі вирішені та наведені в дисертаційній роботі. Вищенаведене дозволяє зробити висновок про відповідність назви дисертації її змісту.

Дискусійні положення та зауваження

1. У розділі 1 важливо було б надати більше інформації про «потенціал покращення роботи згорткової нейронної мережі» та як цей потенціал може бути реалізований без екстенсивного розширення архітектури мережі.

2. У розділі 2 дисертаційної роботи описано необхідність модифікації алгоритму для обробки складних проєкцій, але не надано конкретних деталей щодо того, як саме ця модифікація буде проводитися. Було доцільно додати більше інформації щодо можливих шляхів модифікації.

3. У тексті дисертаційного дослідження не вказано, чи порівнювалися результати даного дослідження з іншими сучасними методами розпізнавання креслень та трансформації 2D→3D. Важливо було б визначити, наскільки цей підхід кращий або гірший, ніж інші доступні методи.

4. У третьому розділі наведено Use-flow діаграму, яка складається з чотирьох основних блоків, але не надається докладних пояснень стосовно структури цих блоків та їх взаємодії. Доцільно було б надати докладну структуру діаграми та опис взаємодії між блоками.

5. Третій розділ описує важливість оптимальної архітектури програмного комплексу, але не наведено детальної інформації щодо цієї архітектури. Необхідно було б надати короткий огляд архітектури та основні принципи, на яких вона базується.

Проте, зазначені недоліки не знижують ступінь наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових результатів і, відповідно, позитивну оцінку роботи у цілому.

Висновки

Дисертаційна робота Хорольської Карини Вікторівни «Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі» є

завершеним науковим дослідженням, яке за актуальністю, достовірністю отриманих результатів, їхньою науковою новизною і практичною цінністю відповідає вимогам «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 року №44, а її авторка, Хорольська Карина Вікторівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент

професор кафедри інформаційних систем та мереж Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка»

доктор технічних наук, професор

Марія НАЗАРКЕВИЧ

«10» листопада 2023 року

Підпис професора кафедри інформаційних систем та мереж М.А. Назаркевич засвідчую

Вчений секретар Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ