

Спеціалізованій вченій раді ДФ 26.055.050
Державного торговельно-економічного
університету,
(02156, м.Київ, вул. Кіото 19)

РЕЦЕНЗІЯ

**на дисертаційну роботу Хорольської Карини Вікторівни
на тему «Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації
на основі нейронної мережі»
подане на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122- Комп'ютерні науки,
кандидата технічних наук, доцента Власенко Лідії Олександрівни**

Актуальність теми та загальна характеристика дослідження.

Актуальність теми дисертаційної роботи визначено необхідністю вдосконалення методів розпізнавання графічних даних, а також ефективною імплементацією теоретичних знань у практичні алгоритми та системи. Задачі, пов'язані з ідентифікацією і класифікацією об'єктів та сигналів на основі обмеженого набору властивостей, є актуальними в галузях, таких як робототехніка, інформаційний пошук, моніторинг і аналіз візуальних даних, а також у дослідженнях штучного інтелекту. У сучасних умовах застосування теоретичних підходів до розпізнавання графічної інформації існують значущі виклики, такі як оптимізація процесів виділення контурів, автоматичне визначення об'єктів, адаптація до змін у просторовому розміщенні об'єктів, практична реалізація методологічних рішень у сфері розпізнавання графічної інформації та її трансформації з 2D у 3D.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Наукові положення, результати, висновки дисертаційного дослідження підтверджуються публікаціями у наукових виданнях та їх апробацією на науково-практичних конференціях. Опубліковано 22 наукові праці, у тому числі 8 статей в періодичних фахових виданнях України категорії «Б», з яких 3 одноосібні, 1 стаття в міжнародному фаховому виданні, 8 статей в журналах, що індексуються в науко-метричних базах Scopus, DBLP та 5 тез доповідей на міжнародних, Всеукраїнських наукових конференціях.

Мета та завдання дисертаційного дослідження.

Метою дисертаційної роботи є моделювання, розробка та застосування інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

У дисертаційній роботі вирішено наступні завдання:

- Проведено критичний аналіз методів, моделей, алгоритмів та відповідного програмного забезпечення, що використовуються в задачі розпізнавання креслень та їх подальшої трансформації у 3D модель.
- Оцінено потенціал використання методів штучного інтелекту в задачі розпізнавання креслень та їх трансформації у 3D модель.
- Проаналізовано існуючі підходи до трансформації 2D зображень у 3D модель.
- Розроблено модель класифікатора графічних зображень на основі покриттів класів та елементарних класифікаторів.
- Удосконалено принципи конструювання логічних процедур навчання з використанням апарату логічних функцій в задачах розпізнавання креслень та їх трансформації у 3D модель.

- Розроблено новий підхід до визначення генези інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі використання нейронної мережі.
- Проведено декомпозицію інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі та визначено внутрішні й зовнішні фактори, що впливають на процес прийняття рішень в задачі розпізнавання графічної інформації.

Наукова новизна отриманих результатів.

Основними результатами, що мають наукову новизну і характеризують особистий внесок автора, є:

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.

набуло 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 проектно-конструкторських та проектно-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.

Практична значимість та впровадження наукових результатів.

Спроектвана 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 елементарний класифікатор 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.

Узагальнюючи, обґрунтованість отриманих результатів підтверджується чотирма Актами впровадження, що робить їх аргументованими і переконливими.

Результати інформаційної технології розпізнавання графічної інформації апробовані і впроваджені в наступних продуктових компаніях: ТОВ «ФБЮЧЕ КОНСАЛТИНГ», ТОВ «ІНТЕРНЕТ ІНВЕСТИЦІЙНА ГРУПА».

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету. НДР № 0122U001549 «Моделювання інтелектуальних систем управління діяльністю підприємств», (довідка від 29.08.2023 №1453/24), виконавцем якої є здобувач, а її результати включають наукові дослідження зазначеної теми.

Результати дисертаційного дослідження використано у навчальному процесі Державного торговельно-економічного університету .

Аналіз змісту дисертації.

У першому розділі досліджено підходи до розпізнавання графічної інформації з технічної документації та їх трансформацію з 2D у 3D. З'ясовано актуальність зазначеної проблематики в контексті сучасних інформаційних технологій та систем автоматизованого проєктування. Встановлено, що завдання розпізнавання креслень та їх трансформація з 2D у 3D на основі проєкційних зображень потребувало подальшого вдосконалення, зокрема в алгоритмічному та програмному аспектах. Розглянуто можливість застосування методів штучного інтелекту, в тому числі нейронних мереж, для ефективного вирішення поставленої задачі. Наголошено на важливості систематизації процесів при переході від 2D до 3D.

У другому розділі запропонована архітектура згорткової нейронної мережі з модулем елементарних класифікаторів примітивів для трансформації 2D креслень у 3D. Розроблена модель класифікатора на основі покриттів класів з метою підвищення ефективності навчання CNN. Визначено інформативні фрагменти графічних примітивів для оптимізації систем розпізнавання на базі CNN. Описано принципи побудови логічних процедур навчання з використанням апарату логічних функцій для задач розпізнавання креслень. Сконструйована множина елементарних класифікаторів для примітивів та базується на аналізі допустимих кон'юнкцій графічних об'єктів.

У третьому розділі розроблено концептуальну модель інформаційної технології на основі нейронних мереж для розпізнавання та трансформації 2D графіки у 3D модель, забезпечуючи деталізованість передачі інформації. Застосування CASE-технології ERwin дозволило створити контекстну модель з чітко визначеними взаємодіями процесів, яка деталізується у нотаціях IDEF0 та IDEF3. Генеза розробленої інформаційної технології ґрунтується на застосуванні нейронних мереж для трансформації графічної

інформації з 2D у 3D, а представлена архітектура програмної реалізації підтверджує практичний потенціал концепції.

Дотримання академічної доброчесності.

Всі використані джерела у дисертаційному дослідженні правильно цитовані, мають посилання в тексті та списку літератури, у відповідності з встановленими стандартами цитування. Дослідження є оригінальним і не містить вже опублікованих або відомих результатів, а результати дисертаційного дослідження є особистою розробкою здобувача.

Зауваження та дискусійні положення дисертації.

1. В дисертаційній роботі в п. 2.1 недостатньо глибоко описані застосовані критерії розподілення графічних примітивів за приналежністю до джерела отримання інформації.

2. У формулі 2.2 недостатньо описані всі змінні та коефіцієнти.

3. В роботі присутня низка технічних описок та неузгоджень у відмінках.

4. Недостатньо широко розкрита багатоваріантність практичного застосування моделі інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

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

Загальний висновок.

Тема дисертаційної роботи є актуальною. Висновки сформульовані за результатами дослідження та корелюють відповідно до поставлених завдань, характеризуються науковою новизною і практичною значущістю. Структура дисертації відповідає меті та завданням дослідження, сприяє послідовному розкриттю її змісту, підведенню до основних висновків, які й обумовлюють наукову новизну результатів роботи.

Дисертаційне дослідження Хорольської Карини Вікторівни на тему «Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі» є завершеною кваліфікаційною науковою працею щодо вирішення питання моделювання, розробки та застосування інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

Аналіз тексту дисертаційної роботи свідчить про відсутність порушення автором вимог академічної доброчесності. У роботі наявні посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримано вимоги норм законодавства про авторське право; надано достовірну інформацію про результати наукової діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації. Зокрема, у рецензованій праці не виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації.

Враховуючи зазначене, дисертаційне дослідження 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 №4, а її автор, Хорольська Карина Вікторівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Рецензент:

**доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення та
кібербезпеки**

**Державного торговельно-
економічного університету,
кандидат технічних наук, доцент**

Лідія ВЛАСЕНКО



Підпис Лідія Власенко засвідчую
Начальник відділу кадрів Н. Шевченко

Лідія Власенко
засвідчую
Генеральний секретар
Ольгою О. І.