

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

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**на дисертаційне дослідження 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,  
доктора фізико-математичних наук, професора Гамалія  
Володимира Федоровича**

### **Актуальність теми та загальна характеристика дослідження.**

З інтеграцією інформаційних технологій у різноманітні галузі виробництва, такі як машинобудування, розробка комп'ютерних ігор, легка промисловість, виготовлення меблів, медицина і багато інших, спостерігається важливий глобальний тренд - перехід від традиційної паперової конструкторської документації, зокрема, креслень, до електронних носіїв. Ця тенденція не лише спрощує процеси редагування, тиражування, зберігання та обміну оцифрованою інформацією, але й сприяє більш оперативному впровадженню нових технологій. Цей аспект особливо актуальний у випадку переходу від 2D-модельовання графічних об'єктів до 3D-моделей.

Наукова цінність роботи полягає створенні моделі інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі розробленої моделі

класифікатора графічних зображень на основі покриття класів та елементарних класифікаторів примітивів для підвищення ефективності навчання згорткової нейронної мережі.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 22 наукові праці у тому числі: 8 статей у фахових виданнях України, 8 статей у виданнях наукометричної бази Scopus, 1 стаття і міжнародному фаховому виданні та 5 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських наукових конференціях та симпозіумах. Оpubліковані наукові праці дисертаційної роботи відображають зміст дисертації та отримані науково-практичні результати дослідження. Основні положення дисертації обговорені та схвалені на наукових і науково-практичних конференціях різних рівнів.

Наукові положення та висновки дисертаційного дослідження Хорольської К.В. є достатньою мірою обґрунтованими.

#### **Мета та завдання дисертаційного дослідження.**

Дисертаційне дослідження Хорольської К.В. присвячена моделюванню, розробці та застосуванню інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

Здобувачем у дисертаційному дослідженні вирішено низку завдань:

1. Проведено критичний аналіз методів, моделей, алгоритмів та відповідного програмного забезпечення, що використовуються в задачі розпізнавання креслень та їх подальшої трансформації у 3D модель.

2. Оцінено потенціал використання методів штучного інтелекту в задачі розпізнавання креслень та їх трансформації у 3D модель.

3. Проаналізовано існуючі підходи до трансформації 2D зображень у 3D модель.

4. Розроблено модель класифікатора графічних зображень на основі покриттів класів та елементарних класифікаторів.



5. Удосконалено принципи конструювання логічних процедур навчання з використанням апарату логічних функцій в задачах розпізнавання креслень та їх трансформації у 3D модель.

6. Розроблено новий підхід до визначення генези інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі використання нейронної мережі.

7. 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 дисертаційного дослідження.**

У дисертаційному дослідженні отримані наступні наукові результати:  
**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 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.**

1. 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.

2. Розроблені алгоритми та архітектура програмного додатку, які базуються на створеній моделі класифікатора графічних зображень на основі покриттів класів та елементарних класифікаторів 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.

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

#### **Аналіз змісту дисертації.**

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження, його зв'язок із науковими програмами, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, поставлено мету та завдання, вказано наукову новизну, практичне значення, апробацію та структуру роботи, а також зазначено особистий внесок дослідника.

У першому розділі «Проблеми розпізнавання графічної інформації та трансформації 2D в 3D»:

- Проведено аналіз попередніх досліджень у сфері розпізнавання графічної інформації та її подальшої трансформації.
- Розглянуто можливості застосування методів штучного інтелекту в цих задачах. Завершено розділ висновками, що слугують основою для подальших досліджень.

У другому розділі «Застосування згорткової нейронної мережі для розпізнавання креслень і трансформації 2D в 3D»:

- Сформульовано загальну задачу, розроблено математичну модель та визначено загальну модель розв'язання цієї задачі.
- Представлено архітектуру згорткової нейронної мережі із модулем елементарних класифікаторів для оптимізації навчання.
- Наведено основні принципи конструювання логічних процедур навчання нейронної мережі.

У третьому розділі «Моделювання інформаційної технології розпізнавання графічної інформації для створення 3D моделей на основі 2D зображень»:

- Побудовано інформаційну систему, що враховує процеси перетворення 2D зображень в 3D моделі.
- Подано концептуальну та контекстну моделі інформаційної технології з визначенням етапів і процесів.
- Продемонстровано архітектуру для програмної реалізації даної моделі.

Висновки по дисертаційному дослідженню містять науковий практичний зміст та підтверджені довідками про впровадження наукових досліджень (додатки в дисертаційній роботі) та довідками ДТЕУ про впровадження в освітній процес.

Обґрунтованість і достовірність експериментальних результатів підтверджено практичною апробацією результатів дослідження. Поставлені в роботі завдання достатньо широко представлені та відображені у висновках. Висновки до роботи містять підсумок усіх результатів теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень.



### **Зауваження та дискусійні положення дисертації.**

1. В дослідженні є деякі висловлювання, які потребують редакційних правок.
2. В першому розділі, зокрема в оглядовій частині доцільно було б розширити пул досліджуваних програмних продуктів для трансформації двовимірних зображень у тривимірні моделі.
3. Доцільно було б більш детально описати кожен елемент рисунку 2.3. «Принципова схема CNN із модулем елементарних класифікаторів графічних примітивів для розпізнавання креслярсько-технічної документації», а не тільки модуль елементарних класифікаторів.
4. При описі контекстної моделі інформаційної технології графічної інформації на основі нейронної мережі, зазначеної в розділі 3, описані види даних, але недостатньо описано типи даних, які можуть бути використані як вхідна інформація для навчання нейронної мережі під час програмної реалізації розробленої інформаційної технології.

Проте, висловлені зауваження та рекомендації не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дослідження та не зменшують вагомість результатів дисертаційної роботи.

### **Загальний висновок.**

Дисертаційне дослідження Хорольської Карини Вікторівни на тему «Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій науково обґрунтовані теоретико-методичні і прикладні результати щодо вирішення важливої проблематики - моделювання, розробки та застосування інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

Наукові публікації та дисертаційне дослідження виконані Хорольською К.В. із дотриманням принципів академічної доброчесності, а

ідеї, наукові результати, матеріали наукових досліджень виконані здобувачем особисто і не містять текстових запозичень інших авторів без посилання на відповідне джерело.

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 Вікторіна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

**Рецензент:**

**професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу**

**Державного торговельно-економічного університету, доктор фізико-математичних наук, професор**

*Гамалій*

**Володимир ГАМАЛІЙ**

