

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

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Хорольської Карини Вікторівни
«Інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі
нейронної мережі»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122- Комп'ютерні науки

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Розвиток сучасних інформаційних технологій та впровадження систем комп'ютерного зору в сфері людської діяльності стали причиною різкого зросту інтересу широкого кола користувачів до проблеми графічного розпізнавання, що визначається значущістю обробки та інтерпретації візуальної інформації, а також необхідністю практичної імплементації теоретичних концепцій на основі ефективних методик. В сучасному контексті реалізації теоретичних підходів до графічного розпізнавання існують недоліки у сферах контурної обробки, автоматичного виділення об'єктів, варіативності їх розташування та методів класифікації.

Обробка візуальних даних є ключовим аспектом автоматизованих та інтелектуальних інформаційних систем розпізнання графічної інформації. Проблематика ідентифікації та категоризації об'єктів на основі обмеженого спектра атрибутів важлива в таких областях як робототехніка, візуальний аналіз даних і штучний інтелект. Зокрема, методики алгоритмічної обробки та класифікації зображень застосовуються у системах безпеки, контролю доступу, віртуальній реальності та пошукових інструментах. Враховуючи розгортання віртуальної реальності та прогрес геймдев-індустрії, що передбачає конвертацію 2D графіки в 3D моделі, виникає потреба в оптимізації процесів перетворення зображень, отже тема є **актуальною** та **затребуваною** в науковому та практичному контекстах.

2. Наукова новизна результатів роботи

Дисертація є комплексним дослідженням з моделювання, розробки та застосування інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі. Виходячи з того, що нові наукові результати – це нові знання в певній галузі фундаментальних чи прикладних наук, основними науковими результатами дисертації можна вважати:

- 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;

- вперше 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;

- удосконалено 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;

- набула 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;

- набули подальшого розвитку 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

- набули подальшого розвитку 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.

3. Достовірність наукових результатів

Точність та достовірність одержаних в роботі результатів підтверджується апробацією та впровадженням в наступних продуктових компаніях: ТОВ «ФЬЮЧЕ 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», виконавцем якої є здобувач, а її результати включають наукові дослідження зазначеної теми.

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

4. Цінність дисертаційної роботи для науки

Цінність дисертації полягає в тому, що в ній запропоновано нове рішення важливої науково-технічної задачі в теорії розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі, тобто обробці графічних зображень у вигляді креслень та їх подальшої трансформації у 3D-модель з використанням логічних процедур навчання згорткової нейронної мережі.

5. Практична корисність роботи

Практична корисність роботи обумовлена тим, 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.

6. Структура роботи

Дисертаційна робота містить вступ, 3 розділи, перелік використаних джерел, висновки та додатки.

У першому розділі виконано огляд та аналіз попередніх досліджень та підходів у питаннях розпізнавання графічної інформації з креслярсько-технічної документації та для подальшої трансформації моделей 2D у 3D. Встановлено, що науково-технічне завдання, пов'язане з розпізнаванням креслень та трансформацією з 2D у 3D на основі проєкційних зображень. Розглянуто потенціал застосування різних методів штучного інтелекту в задачі розпізнавання креслень та трансформації з 2D у 3D. Систематизовано етапи трансформації 2D зображень у 3D модель в класичних підходах.

Другий розділ присвячено архітектурі згорткової нейронної мережі з модулем елементарних класифікаторів графічних примітивів для вирішення задачі розпізнавання креслень та трансформації з 2D у 3D. Розроблено модель класифікатора графічних зображень на основі покриттів класів та елементарних класифікаторів примітивів для підвищення ефективності навчання нейронної мережі. Показано, що парадигмою побудови бази примітивів на навчання нейронної мережі є пошук інформативних фрагментів описів відповідних графічних примітивів. Викладено основні принципи конструювання логічних процедур навчання з використанням апарату логічних функцій, що дозволить на практиці створювати ефективні програмні рішення у задачах розпізнавання креслень та трансформації з 2D у 3D. Показано, що конструювання множини елементарних класифікаторів для креслярських примітивів зводиться до знаходження допустимих та максимальних кон'юнкцій для функції, що описує аналізований клас графічних об'єктів.

Третій розділ присвячено розробці концептуальної моделі інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі, яка відображає всі етапи та процеси перетворення із 2D зображення в 3D

модель. Спроектвана засобами CASE-технології ERwin інформаційна технологія розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі з визначеними зовнішніми впливами на неї та взаємодії процесів всередині системи. Описана генеза інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі як комплекс методик та концепції, які застосовуються для розпізнавання графічної інформації та перетворення її із двовекторного простору у тривекторний. Показано, що основою інформаційної технології розпізнавання графічної інформації є нейронна мережа, основною задачею якої є розпізнавання та трансформація графічної інформації у тривимірний простір. Запропонована архітектура програмної реалізації концептуальної моделі інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі.

7. Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи та автореферату

1. У першому розділі дисертаційної роботи розглянуті сучасні методи і моделі розпізнавання графічної інформації, але необхідний більш ґрунтовний аналіз з точки зору їх використання в різних сферах людської діяльності.

2. При навчанні згорткової нейронної мережі, яка використовується для розпізнавання та перетворення двовимірних об'єктів у тривимірні, автору слід було залучити більше первинних даних та відобразити практичний результат навчання.

3. В третьому розділі автором представлені схеми декомпозиції розробленої інформаційної технології розпізнавання графічної інформації за стандартом IDEF0, до яких доцільно зробити більш деталізований опис зв'язків.

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

8. Загальна оцінка дисертації

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що в дисертації отримано нове рішення важливої науково-технічної задачі, спрямованої на комплексне дослідження з моделювання, розробки та застосування інформаційної технології розпізнавання графічної інформації на основі нейронної мережі..

Дисертаційна робота Хорольської Карини Вікторівни на тему «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 автор, Хорольська Карина Вікторівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Офіційний опонент

доцент кафедри автоматичних
та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка
Національного університету
біоресурсів і природокористування України,
кандидат технічних наук, доцент

 **Микола КІКТЄВ**

