

Голові спеціалізованої вченої ради ID 1684
Національного університету «Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
Мельнику Анатолію Олексійовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, завідувача кафедри
інтелектуальної мехатроніки і роботики, Національного
університету «Львівська політехніка»

Івахіва Ореста Васильовича

на дисертаційну роботу Кушніра Дмитра Олександровича на тему:
«Методи та засоби пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях
на мобільній платформі в реальному часі» подану на здобуття
ступеня доктора філософії в галузі знань
12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

1. Актуальність теми

Тема дисертації "Методи та засоби пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільній платформі в реальному часі" актуальна в сучасному світі, оскільки стосується двох важливих аспектів: опрацювання відеоданих і мобільних технологій.

По-перше, зростання доступності потужних мобільних пристроїв і розвиток їх функціональних можливостей дозволяють розглядати їх як потенційні платформи для опрацювання відеоданих у реальному часі. Такі можливості широко застосовуються в таких галузях, як комп'ютерне зорове спостереження, безпека, автономні транспортні засоби, розширена реальність, медична діагностика тощо.

По-друге, пошук і розпізнавання об'єктів у відеозображеннях є актуальною задачею в сфері комп'ютерного зору. Завдяки значним досягненням у глибокому навчанні та штучному інтелекті, методи розпізнавання об'єктів значно покращилися. Однак існуючі методи часто вимагають потужних обчислювальних

ресурсів і часу для виконання, що ставить певні обмеження на їхнє застосування на мобільних платформах.

Тому, розробка методів та засобів пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільних платформах у реальному часі стає важливим завданням. Це дозволяє забезпечити швидке та ефективне опрацювання відеоданих без необхідності використання потужних зовнішніх обчислювальних ресурсів.

Дослідження у цій галузі можуть мати значний вплив на розвиток таких сфер, як мобільні додатки, безпека, медицина, ігрова індустрія та багато інших. Інноваційні методи та засоби, розроблені для розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільних платформах, можуть спричинитися до появи нових можливостей та додаткової функціональності для мобільних пристроїв, що полегшить повсякденне життя користувачів і сприятиме технологічному прогресу.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечена коректним використанням методів комп'ютерної інженерії та системного аналізу.

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

- результатами виконаних автором низки експериментальних досліджень;
- публікацією статті у науковому періодичному виданні іншої держави, яка входить до міжнародних наукометричних баз;
- публікацією статей в фахових виданнях України;
- апробацією отриманих наукових результатів на двох міжнародних наукових конференціях;
- виконанням частини дисертаційних досліджень в межах держбюджетної науково-дослідної роботи.

3. Повнота викладу результатів дисертаційної роботи у наукових публікаціях

У результаті проведених досліджень, які були описані у дисертаційній роботі, було опубліковано 11 наукових праць. Серед них – 4 статті в українських наукових фахових виданнях, 1 стаття – в науковому фаховому виданні, що входить до

міжнародних наукометричних баз даних, 2 матеріали міжнародних наукових та науково-практичних конференцій, які індексуються у базі Scopus, 1 матеріал міжнародної наукової та науково-практичної конференцій, 3 наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Матеріали дисертаційної роботи повністю відображені у вище згаданих опублікованих працях.

4. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Основні наукові результати та висновки дисертації було апробовано на міжнародних наукових конференціях та висвітлено в публікаціях у фахових та закордонних виданнях.

Зокрема, дисертант отримав наступні наукові результати:

- Розроблено модель масштабованого створення згорткової нейронної мережі для мобільної платформи, яка полягає в автоматизованому анотуванні вхідного класу зображень, тренуванні моделі згорткової нейронної мережі та конвертації у CoreML формат для мобільної операційної системи iOS.
- Метод кластеризації при інтеграції у модель згорткової нейронної мережі на мобільній платформі, який полягає у використанні методу k -середніх++ разом з мінімізаційними та згладжуючими фільтрами, який, у порівнянні із звичайним методом k -середніх, поліпшує точність розпізнавання в середньому на 5% за метриками mAP, F1 та Recall.
- Підхід до квантизування моделі згорткової нейронної мережі на основі афінних перетворень для мобільної платформи, який дозволив збільшити продуктивність моделі в середньому на 7% за метриками реального часу у порівнянні з не квантизованими моделями при зменшенні показника метрики mAP до 4%.

5. Практичне значення одержаних результатів

Запропоновані методи та засоби пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільній платформі у реальному часі, мають практичну цінність і допомагають полегшити процес визначення, відстежування та рахування довільного класу об'єктів на мобільних кіберфізичних системах. Поліпшений метод кластеризації дозволяє точніше визначати об'єкт на відеозображенні. Метод квантизації моделі згорткової нейронної мережі дозволяє суттєво збільшити

швидкодiю процесу пошуку та розпiзнавання на пристроях з обмеженими апаратними можливостями.

Результати досліджень було використано в навчальному процесі кафедри електронних обчислювальних машин Національного університету «Львівська політехніка». Частина дисертаційних досліджень виконана в межах держбюджетної науково-дослідної роботи в Національному університеті «Львівська політехніка».

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеності загалом і оформлення

Дисертація є завершеною науковою роботою, що містить анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список джерел і додатки.

У вступі відображено загальну характеристику дисертації, обґрунтовано всі процедурні аспекти та окреслено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Перший розділ присвячений огляду новітніх наукових досліджень щодо методів та засобів пошуку та розпiзнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільній платформі. На основі аналізу літературних джерел було визначено сукупність задач до виконання в ході дисертаційного дослідження.

У другому розділі визначаються метрики оцінки методів пошуку та розпiзнавання. Описуються методики, якими проводились дослідження щодо завдань розпiзнавання та відстеження руху об'єктів.

У третьому розділі, описано алгоритми, моделі та засоби пошуку й розпiзнавання об'єктів у реальному часі. Описано засоби масштабування системи пошуку та розпiзнавання, висвітлено кожен модуль такої системи.

У четвертому розділі було створено систему пошуку та розпiзнавання об'єктів на двох мобільних платформах: iOS та Jetson Nano (Linux), використовуючи визначені у 3 розділі засоби масштабування. Виконано апробацію результатів досліджень, використовуючи метрики визначені у другому розділі.

Отримані у дисертації висновки надають повну інформацію щодо виконання поставлених завдань та відповідають вимогам до наукових результатів, а також пропонують ефективні підходи та методи розв'язання конкретних завдань. Ці результати мають значний науковий та практичний потенціал та можуть бути використані як основа для подальших досліджень у цій галузі.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій аспіранта Кушніра Дмитра Олександровича порушень академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації тексту в роботі відсутні.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загалом позитивно оцінюючи наукове і практичне значення одержаних дисертантом результатів, вважаю за потрібне зазначити певні побажання та зауваження дискусійного характеру:

1. Варто уточнити у записці, за якими ознаками ефективності було вибрано систему Docker як платформу PAAS для масштабування та контейнеризації розроблюваної системи.
2. Висновок до першого розділу доцільно було б заповнити не переліком аналізованих об'єктів, а результатами їх аналізування.
3. Потрібно уточнити: чим оцінюється розмір моделі і який зв'язок розміру моделі з точністю розпізнавання. Також варто уточнити, з яких міркувань вибирається розмір тренувальної вибірки – 424 зображення (стор.141).
4. У тексті зустрічаються граматичні та синтаксичні недолатності. Наприклад, різнобій у написаннях функції активації «ReLU» та «Relu» (ст. 26, 62, 120, 121); мережі YoIo та YOLO (ст. 17, 42, 44). Деякі терміни вимагають заміни, наприклад «обробка» - «опрацювання» (ст. 21, 126), «помилка» - «похибка» (ст. 29, 101).

9. Висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Кушніра Дмитра Олександровича «Методи та засоби пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільній платформі в

реальному часі», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія є актуальною, завершеною науковою працею, що виконана на належному науково-теоретичному рівні з доступно викладеним матеріалом який відповідає чинним вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії.

У роботі розв'язано складне науково-практичне завдання пошуку та розпізнавання об'єктів у відеозображеннях на мобільній платформі в реальному часі. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації відображені в наукових публікаціях претендента. Наведенні зауваження не знижують цінність результатів дисертаційної роботи, а лише служать рекомендаціями до майбутніх досліджень автора.

Здобувач Кушнір Дмитро Олександрович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Рецензент

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інтелектуальної
мехатроніки і роботики, Національного
університету «Львівська політехніка»



Орест ІВАХІВ

Підпис д.т.н., професора Івахіва О.В.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного
університету «Львівська політехніка»

«07» червня 2023 р.



Роман БРИЛИНСЬКИЙ