

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Переверзева Олексія Андрійовича

на тему «Відкриті нейронні мережі в алгоритмах розпізнавання візуальної інформації для електронних систем безпеки»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

за спеціальністю 171 «Електроніка»

Актуальність теми дисертації.

Електронні системи безпеки вирішують численну кількість різноманітних технічних задач, починаючи від забезпечення охорони приміщень і завершуючи контролем середовища на вулицях з міською забудовою та щільним дорожнім трафіком. Водночас якість та швидкодія таких систем має бути на найвищому рівні, особливо коли умови фіксації зображень з камер можуть бути не найкращі. До цих умов можна віднести як погодні умови на вулиці, так і умови освітлення в приміщенні, залежно від того де використовується ця система безпеки. З іншого боку, до роботи електронних систем безпеки висуваються вимоги отримання чіткої якісної картинки в режимі реального часу. Одним з актуальних підходів щодо забезпечення цих умов, може бути застосування нейронних мереж і моделей на їх основі. Враховуючи стрімке зростання популярності інноваційних технологій у сфері безпеки, а також значущість розробки стійких до складних умов алгоритмів, тема використання нейронних мереж для аналізу візуальної інформації з електронних систем безпеки є надзвичайно актуальною як у науковому, так і у практичному сенсі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше розроблено модифіковану систему розпізнавання зображень, яка дозволяє ідентифікувати об'єкти холодної зброї в інфрачервоному режимі та в умовах низької видимості.
- удосконалено роботу нейронної мережі згорткового типу, яка дозволяє при обробленні зображень зменшувати адитивний яскравісний шум

зображення у випадку, коли сам рівень шуму може змінюватись в при аналізі секвенції зображень.

- удосконалено оптичну систему розпізнавання тексту, яка характеризується стійкістю до заважаючих фонових елементів у формі кривих Без'є.

- удосконалено архітектуру моделі YOLO V7 за рахунок додавання капсульного шару, внаслідок чого, отримано покращені результати виявлення об'єктів у складних сценах із частковим перекриттям або зміною форми останніх, а також в умовах зменшеної видимості об'єктів зображення за наявності та відсутності освітлення.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Акустичних та мультимедійних електричних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках ініціативної науково-дослідної теми “Автоматизована система суб'єктивного та об'єктивного оцінювання якості мовлення” (№ держреєстрації 0116U008959).

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо розроблення алгоритмів точної фіксації спеціальних об'єктів зображення для електронних систем безпеки за різних умов освітлення при використанні інструментарію нейронних мереж виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Переверзева О.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 «Електроніка» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроніка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям розроблення електронних засобів систем безпеки з підтримкою нейронних мереж.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Переверзева Олексія Андрійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Робота вирізняється доступністю викладення основних положень, стиль мовлення є науковим з використанням стандартної термінології, яка прийнята в галузі електроніки та прикладної акустики.

Дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку літератури та двох додатків. Робота містить 39 рисунків та 16 таблиць. Загальний обсяг дисертації складає 140 сторінок.

У вступі наведено актуальність теми дослідження, її мету та завдання, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

В першому розділі дослідження зазначено, найбільш популярні на сьогодні алгоритми виявлення об'єктів на зображенні ґрунтовані на двох ключових підходах - аналіз вхідних даних, зокрема оброблення окремих пікселів, виділення ключових точок або класифікацію сукупностей пікселів, які відповідають за певний об'єкт (метод Optical Flow) та динамічне оновлення моделей, які здатні адаптуватися до змін середовища, таких як освітлення, рух чи часткове перекриття об'єктів (нейронні мережі). Для порівняння з методом Optical Flow автором розглянуто алгоритм Optical Flow, який аналізує зміни інтенсивності пікселів між кадрами, і широко застосовується для задач із динамічним рухом, але вимагає значних обчислювальних ресурсів і є чутливим до шуму. Додатково наведено порівняння нейронних мереж із традиційними методами обробки зображень. Так нейронні мережі є більш складним і точним інструментом для обробки зображень, проте вони дозволяють автоматично вивчати ознаки об'єктів із великих наборів даних і ефективно адаптуватися до різних умов фіксації зображень. Як приклад практичного застосування нейронних мереж обрана модель YOLO, яка широко використовується в таких сферах, як відеоспостереження, автономне водіння, аналіз аерофотозйомки.

Другий розділ дослідження охоплює питання аналізу можливостей використання нейронних мереж та моделі YOLO для динамічних зображень які містять об'єкти з різними розмірами та характеризуються складним фоном. Окремо показано алгоритм зменшення шуму зображення на основі згорткових нейронних мереж. Для цього сама мережа поділена на три частини задля того, щоб реалізувати виділення з зображення елементів шуму, паттерни якого далі подаються на елемент електронного суматора, який працює в режимі "віднімання". Відокремлення ознак на поверхні зображення реалізовано на основі підключення згорткового шару з 64 фільтрами. Додатково розраховано метрики PSNR та SSIM та індекс структурної подібності SSIM для оцінки якості очищення зображення від шуму. Додатково, для серії зображень з різним наповненням об'єктів проведена перевірка можливостей функціонування моделі YOLO v7 з певними видами модифікацій. В рамках практичного експерименту визначено для кожного з 10 зображень один з класів об'єктів і проаналізовано, які значення довірчих оцінок характерні для цього класу.

Третій розділ дослідження спрямований на практичну перевірку моделі YOLO v.7 у випадку, коли об'єкт на зображенні невідомий мережі і є спеціальної форми (холодна зброя). При цьому, з метою ускладнення, фіксація цих об'єктів проводиться за різних умов освітлення та на різних відстанях від камери електронної системи безпеки. Додатково наведено структурну схему розробленої електронної системи безпеки з вибором обладнання та визначені можливі модифікації для покращення функціонування цієї системи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 4 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 1 науковій фаховій конференції.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В п.3.3 (стор.82) при навчанні нейронної мережі в рамках моделі YOLO v7 автором сформовано спеціалізований дата сет з різних видів холодної зброї, але при цьому в самому тексті дисертації не зазначено об'єм цього датасету.

2. При створенні схеми електронної системи безпеки краще було б використати принцип уніфікації обладнання з підбором та налаштуванням складових системи від одного виробника.

3. На стор.58 роботи наведено приклад використання вейвлет-перетворення для вирішення завдання аналізу текстових символів на зображенні при цьому за рисунком наведено англійські фрази. У зв'язку з цим не зовсім зрозуміло чи можна використати алгоритм для розпізнавання українських слів або словосполучень.

4. Пункт 1.7.2 де міститься інформація про особливості використання нейронних мереж у військових системах варто було б текстову частину доповнити декількома графічними зображеннями.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Переверзєва Олексія Андрійовича на тему «Відкриті нейронні мережі в алгоритмах розпізнавання візуальної інформації для електронних систем безпеки» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 р. № 44.

Здобувач Переверзєв Олексій Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 171 «Електроніка».

Рецензент:

Доцент кафедри акустичних та
мультимедійних електронних систем
КПІ ім. Ігоря Сікорського

К.Т.Н., доцент

/  /

Юрій ОНИКІЄНКО

«19» червня 2025 року

