

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Марущака Василя Миколайовича на тему «Інформаційні технології оперативного формування звітних документів за результатами дешифрування авіаційних та космічних зображень», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю

122 - Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційне дослідження Марущака Василя Миколайовича присвячене розробці та впровадженню сучасних інформаційних технологій і автоматизованого формування звітно-інформаційних документів на основі дешифрування авіаційних та космічних знімків. Особливу увагу зосереджено на підвищенні ефективності обробки дистанційних зображень для моніторингу об'єктів інфраструктури, природного середовища та техногенних змін. Водночас, у рамках державних ініціатив з цифрової трансформації, посилюється потреба у створенні універсальних, адаптивних, масштабованих систем, які б забезпечували повний цикл – від прийому даних до формування звітно-інформаційних документів, що містить геопросторово прив'язані, класифіковані та верифіковані об'єкти. При цьому критично важливою є не лише технічна реалізація, а й логічна модель побудови документа, система оцінки достовірності та наявність універсального шаблону для різних застосувань. У контексті таких досліджень, розробка та впровадження інформаційної технології формування звітних інформаційних документів на основі результатів автоматизованого дешифрування авіаційних і космічних зображень є надзвичайно актуальним завданням. Запропоноване дослідження поєднує в собі методи машинного навчання, обробки зображень, шаблонного структурування документів і цифрової верифікації, що дозволяє не лише підвищити оперативність обробки, але й забезпечити високу якість, масштабованість та адаптивність отриманих результатів у реальних умовах застосування.

Наукова новизна дослідження полягає в інтеграції алгоритмів штучного інтелекту, геопросторового аналізу та засобів цифрової верифікації в єдину архітектуру автоматизованої системи формування звітно-інформаційних документів. Практичне значення полягає у зменшенні часу реакції на події, зниженні навантаження на аналітиків, підвищенні достовірності та прозорості результатів. У процесі дослідження було також проведено апробацію методики на різних типах місцевості, включаючи урбанізовані, лісові та прибережні зони. Розроблені підходи довели свою ефективність при обробці даних з мікросупутників та малих безпілотних літальних апаратів, що розширює спектр можливих джерел інформації. Особлива увага приділялася питанню

кіберзахисту каналів передавання даних, що є критично важливим для військових і розвідувальних операцій. Перспективи розвитку включають інтеграцію з системами штучного прогнозування ризиків для підвищення рівня ситуаційної обізнаності.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів полягає у наступному:

- вперше запропоновано нові алгоритми злиття просторової інформації, що забезпечують підвищену точність і узгодженість результатів аналізу в мультизнімковому середовищі;

- вперше розроблено псевдокод функціонування системи AutoZID та формалізовано шаблон структури ЗІД для подальшого автоматизованого наповнення за допомогою модульного підходу;

- розроблено науково-методичні засади предметно-орієнтованої оцінки об'єктів моніторингу на основі даних авіаційного та космічного дистанційного зондування із застосуванням геоінформаційних систем та алгоритмів автоматизованого дешифрування;

- удосконалено методи та моделі виявлення техногенних змін середовища шляхом використання гібридного дешифрування, яке інтегрує лабораторно-польові вимірювання із супутниковими даними в єдиному інформаційному середовищі формування ЗІД;

- подальшого розвитку набули інформаційно-аналітичні моделі оцінки антропогенного впливу в межах локальних зон моніторингу шляхом інтеграції наземних спостережень з даними дистанційного зондування, що сприяє підвищенню точності прогнозування змін екологічного стану територій.

Достовірність отриманих наукових результатів у дисертаційній роботі забезпечується комплексним і методологічно обґрунтованим підходом до дослідження, який базується на використанні широкого спектра аналітичних і прикладних інструментів. Зокрема, у роботі застосовано методи системного аналізу для декомпозиції складних інформаційних процесів, а також методи математичного програмування для оптимізації структури та функціонування розроблених моделей.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Марущака Василя Миколайовича повністю відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Робота є завершеною науковою працею, яка свідчить про глибоку обізнаність автора в предметній області та його особистий внесок у вирішення наукової задачі. Звіт про перевірку на

текстові збіги підтверджує, що дисертація є самостійним дослідженням, не містить елементів плагіату та має належні посилання на використані джерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено структуровано, послідовно та з використанням коректної наукової термінології.

Структура дисертації є класичною та логічно обґрунтованою, забезпечуючи послідовний перехід від постановки проблеми до її вирішення та верифікації результатів. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 150 сторінок, з них 135 – основного тексту; 28 – ілюстрацій, 8 – таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність завдання автоматизації формування звітно-інформаційних документів в умовах зростання обсягів аерокосмічних зображень, навантаження на дешифрувальників та потреби у стандартизації результатів. Визначено взаємозв'язок теми з науковими програмами в галузі геоінформаційних технологій та прикладного використання методів штучного інтелекту. Сформульовано наукову новизну, практичну цінність, а також перелік задач, що вирішуються в межах дослідження.

У першому розділі представлено огляд літератури щодо методів обробки зображень, технологій дистанційного зондування Землі, алгоритмів сегментації, класифікації та геоприв'язки об'єктів на знімках. Запропоновано загальну концепцію розробки інтегрованої системи автоматизованого формування звітно-інформаційних документів як комплексного інструменту оперативного аналізу. Проведений аналіз враховує еволюцію алгоритмів комп'ютерного зору — від класичних методів фільтрації та морфологічної обробки до сучасних глибинних згорткових нейронних мереж, що дозволяє обґрунтувати вибір оптимальних підходів для задач дешифрування.

У другому розділі обґрунтовано архітектуру системи як модульної платформи, що включає блоки попередньої обробки зображень, сегментації та класифікації об'єктів за допомогою нейронних мереж (YOLOv5, EfficientDet), модуль геокорекції з використанням координатної системи WGS-84, інтегратор звітів та модуль верифікації через QR-кодування. Особливу увагу приділено моделюванню стійкості системи до кібератак та забезпеченню інформаційної безпеки при передачі даних, а також сценаріям інтеграції з безпілотними платформами нового покоління. Завдяки відкритій архітектурі система може бути інтегрована з існуючими інформаційними системами оборонного та цивільного призначення.

У третьому розділі представлено повний цикл обробки: від завантаження знімка до генерації електронного документа зі структурованим змістом, координатами об'єктів та цифровим підписом. Наведено алгоритми фільтрації,

нормалізації, векторизації та трансформації даних. Описано механізми генерації та перевірки QR-кодів, які забезпечують автентичність та захист даних. Передбачено механізми логуювання подій для аудиту дій користувача та контролю якості результатів. Система підтримує мультикористувацький доступ із розмежуванням прав — оператор, аналітик, адміністратор.

У четвертому розділі проведено серію експериментальних досліджень на зображеннях, що надходили з технічно складних та нестабільних територій східної частини України. Система продемонструвала високу точність (точність – 91 %, повнота – 87 %, інтегральний показник – 89 %, загальна точність – 93 %), середній час обробки одного знімка становить 6,4 секунди, формування звітно-інформаційного документа — 3,2 секунди. Дослідження також виявило, що використання системи знижує потребу у залученні великої кількості операторів для аналізу даних. Результати досліджень підтверджують ефективність системи навіть за умов відсутності стабільного інтернет-з'єднання, що відкриває можливості для автономної роботи у віддалених регіонах.

Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» й відзначається структурованістю, академічною логікою викладу та науковою обґрунтованістю запропонованих рішень.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

За темою дисертації опубліковано 13 наукових робіт. З них 4 – у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у наукометричній базі «SCOPUS», 7 статей в міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференціях.

Порушень принципів академічної доброчесності у публікаціях не виявлено, що свідчить про належну апробацію результатів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

При загальній позитивній оцінці дисертаційної роботи, варто виділити такі дискусійні питання та зауваження.

1. На мою думку, у першому розділі треба було детальніше провести аналіз вибору згорткових нейронних мереж і показати їх переваги над іншими методами для задач дешифрування.

2. У другому розділі наведено опис елементів системи AutoZID, проте в дисертаційній роботі бажано б подати розгорнутий опис взаємозв'язків між модулями та семантичними базами знань, які реалізують інтеграцію на етапі інтерпретації.

3. У розділі 3 описано методику формування інтегрального індексу довіри IDC⁺ для автоматизації процесу прийняття рішень. Проте потребує

уточнення чи аналізувалась його чутливість до зміни вагових коефіцієнтів та порівняння з іншими критеріями достовірності.

4. У четвертому розділі роботи використано інтегровану інформаційну систему AutoZID, однак не достатньо розглянуто технічні виклики, які виникають під час впровадження системи в підрозділах з обмеженими ресурсами.

5. У тексті дисертації наявні поодинокі стилістичні неточності та друкарські помилки, наприклад в 4 розділі невірна нумерація пунктів.

Висловлені зауваження не є принциповими, мають дискусійний характер і не зменшують загальну наукову та практичну цінність отриманих результатів.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Марущака Василя Миколайовича на тему «Інформаційні технології оперативного формування звітних документів за результатами дешифрування авіаційних та космічних зображень» є завершеним дослідженням. 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 інформаційних технологій. 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 КМУ від 12 січня 2022 року №44.

Здобувач Марущак Василь Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Декан факультету інформатики та обчислювальної техніки, професор кафедри інформаційних систем та технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук,
професор

