

ВІДГУК

рецензента на дисертаційну роботу

Кравчука Олександра Анатолійовича

на тему «Метод оцінювання ризиків життєвого циклу моделей штучного інтелекту геопросторового сприйняття для інформаційних підсистем

роїв безпілотних літальних апаратів»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації

Актуальність дослідження обумовлена двома головними факторами. Перший фактор – це збільшення сфер застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та масштабності завдань, які ними виконуються. Це призводить до необхідності розвитку ройових рішень та відповідних алгоритмів керування з використанням елементів штучного інтелекту (ШІ).

Другий фактор полягає в тому, що надійність інформаційної системи рою БпЛА визначається складною залежністю від топології, властивостей каналів зв'язку, положення джерела помилки в мережі та здатності системи локалізувати хибну інформацію. В той час як наявні стандарти та підходи до управління ризиками ШІ охоплюють питання якості даних, надійності моделей, оцінювання невизначеності, валідації та експлуатаційного моніторингу, вони не поєднують структурування ризиків за стадіями життєвого циклу ШІ-моделей, їх кількісне пріоритизування, перевірку стійкості результатів оцінювання, експериментальне дослідження проявів ризиків та аналіз наслідків поширення локальних помилок через взаємодію агентів.

У реальних умовах топологія взаємодії агентів змінюється через мобільність, завади, втрату вузлів, затримки та обмежену доступність каналів. За таких умов локальна помилка геопросторового сприйняття може поширюватися мережею, а її наслідки – посилюватися механізмами консенсусу. Тому ризик потрібно оцінювати одночасно на рівні моделі, окремого агента та ройової системи. Представлена робота спрямована саме на поєднання цих рівнів. Автор структурує ризики за стадіями життєвого циклу ШІ-моделі, виконує їх сценарне пріоритизування та досліджує поширення локальної помилки через граф взаємодії. Така постановка відповідає сучасним завданням комп'ютерних наук, теорії складних мереж і забезпечення стійкості розподілених інформаційних систем.

Новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертації полягає в таких трьох положеннях:

1. Розроблено метод комплексного оцінювання ризиків, що виникають на різних стадіях життєвого циклу ШІ-моделей геопросторового сприйняття для інформаційних підсистем роїв БпЛА. Метод поєднує структурування і класифікацію ризиків за стадіями життєвого циклу, кількісне пріоритизування, аналіз стійкості результатів оцінювання та врахування можливих системних наслідків локальних помилок сприйняття.

2. Розроблено таксономію ризиків, відмінністю якої є пов'язування ризиків зі стадіями селекції знань, аналізу знань, навчання й експлуатації моделі та їх розподіл за людськими і технологічними факторами.

3. Удосконалено процедуру кількісного пріоритизування ризиків на основі МАІ шляхом використання кількох профілів змодельованих експертних суджень і моделювання Монте-Карло з контролем узгодженості матриць попарних порівнянь.

Графова модель, система показників і результати експериментів належать до засобів реалізації та перевірки розробленого методу. Їх не слід трактувати як додаткові самостійні пункти наукової новизни.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Мета та наукове завдання дисертації полягають в розробленні методу комплексного оцінювання, який забезпечує ідентифікацію, класифікацію та кількісне пріоритизування ризиків, що виникають на різних стадіях життєвого циклу ШІ-моделей геопросторового сприйняття для інформаційних підсистем роїв БпЛА. Метод має забезпечити також перевірку стійкості результатів оцінювання, врахування системних наслідків локальних помилок сприйняття та визначення пріоритетних напрямів зниження ризиків.

Об'єктом дослідження є процес комплексного оцінювання ризиків, що виникають на різних стадіях життєвого циклу ШІ-моделей геопросторового сприйняття для інформаційних підсистем роїв БпЛА. Предметом дослідження є метод комплексного оцінювання цих ризиків з урахуванням можливих системних наслідків поширення локальних помилок сприйняття, а також моделі, критерії, показники та процедури, які забезпечують його реалізацію і перевірку результатів оцінювання.

Логіка дослідження є послідовною. На підставі аналізу стандартів, підходів до управління ризиками та властивостей ройових систем

сформульовано вимоги до методу. Далі побудовано таксономію, виконано кількісне пріоритизування за МАІ, проаналізовано стійкість ваг і рангів за допомогою Монте-Карло-моделювання та проведено два блоки перевірки. Перший стосується проявів помилкової просторово-геометричної інтерпретації, другий – поширення хибних оцінок через взаємодію агентів.

Обґрунтованість висновків підтримується відтворюваними конфігураціями, відкритими програмними матеріалами, контролем узгодженості матриць і прямим зазначенням меж застосовності. Автор не ототожнює вагу МАІ з імовірністю події, а булевий результат перевірки – з частотою, інтенсивністю або тяжкістю прояву ризику.

Таким чином, здобувач проявив здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук у науковій.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення визначається можливістю застосування методу для відтворюваного оцінювання і відносного пріоритизування ризиків, а також для планування тестування, валідації та моніторингу ШІ-моделей геопросторового сприйняття.

Ядро таксономії з 20 ризиків призначене для первинного оцінювання без надмірного збільшення кількості попарних порівнянь. Розширена таксономія з 71 ризику може використовуватися як деталізований реєстр із механізмами виникнення, індикаторами раннього попередження, заходами зниження та способами перевірки. Прикладне значення мають також сценарії експериментальної і симуляційної перевірки та рекомендації щодо контролю невизначеності, корельованих помилок і зв'язності графа.

Отримані результати можуть підтримувати визначення пріоритетних напрямів тестування і зниження ризиків. Водночас вони не замінюють оцінювання фактичної частоти й тяжкості ризику та не становлять завершеної моделі оптимального розподілу ресурсів випробувань.

Повнота викладення основних результатів у наукових публікаціях

Основні результати дисертації подано у чотирьох наукових статтях. Дві з них опубліковано у фахових виданнях України категорії «Б», дві – у виданнях, що індексуються Scopus; одна стаття належить до видання першого квартіля за даними SCImago Journal and Country Rank. Це свідчить, що здобувач набув здатності виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та

дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

Додатково результати апробовано у чотирьох публікаціях за матеріалами конференцій.

Публікації охоплюють аналіз ройових систем, застосування штучного інтелекту в управлінні роєм і розроблену процедуру оцінювання ризиків. Заявлений особистий внесок відповідає змісту дисертації.

Оцінка змісту та структури дисертації, її завершеності й дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертацію викладено на 185 сторінках, з яких 112 сторінок становить основний текст. Вона складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку з 93 джерел та чотирьох додатків. Робота містить 9 рисунків і 17 таблиць.

У вступі коректно визначено наукове завдання, мету, об'єкт, предмет і вісім завдань дослідження. Положення наукової новизни узгоджуються зі структурою основної частини.

Перший розділ містить аналіз ройових систем, ШІ-моделей геопросторового сприйняття, стандартів управління ризиками та передумов колективних збоїв. За результатами аналізу сформульовано вимоги до методу.

У другому розділі описано чотири стадії життєвого циклу моделі, таксономію ризиків, ієрархію МАІ та процедуру формування кількох сценарних профілів. Введено очікуваний і спостережуваний профілі та маску завершених перевірок. Визначено правила версіонування і деталізації таксономії.

У третьому розділі виконано пріоритизування ядра та розширеної таксономії. Встановлено, що для ядра ризику помилкової просторово-геометричної інтерпретації та каскадного поширення помилок входять до п'ятірки найпріоритетніших у всіх чотирьох профілях. Після розширення таксономії спільної п'ятірки найпріоритетніших окремих ризиків не отримано, але збережено дві стійкі тематичні групи. Такий висновок є більш точним, ніж формальне перенесення рангів ядра на деталізований реєстр.

Експеримент А показує типові просторово-геометричні помилки мультимодальних ШІ-систем. Експеримент В досліджує локальні, частково корельовані та інші збурення в трьох базових топологіях. Показано підвищену вразливість центрального агента в топології «зірка» та зростання тривалості впливу помилки за ослаблення зв'язності.

Четвертий розділ містить практичні рекомендації, пов'язані з веденням реєстру ризиків, контролем невизначеності та підтримкою колективної стійкості. Структура роботи відповідає поставленим завданням, а загальні висновки випливають з отриманих результатів.

У тексті наведено посилання на використані джерела та відокремлено власні результати здобувача. Відомості про особистий внесок у публікаціях зі співавторами подано окремо. Автор прозоро повідомляє про використання ChatGPT для пошуку, первинного опрацювання літератури та мовного редагування, залишаючи відповідальність за науковий зміст за собою.

Зауваження та дискусійні положення

1. В роботі недостатньо уваги приділено поясненню обмежень певних класів методів оцінювання ризиків, що унеможливлюють їхнє застосування для даної інформаційної системи. Порівняльний аналіз існуючих кількісних методів оцінювання ризиків підсилив би демонстрування здатності здобувача до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

2. Розроблена модель взаємодії агентів на графі дала змогу виокремити та дослідити основні механізми поширення локальної помилки між агентами, втім включення до симуляційного дослідження часово змінних графів та асиметричних каналів взаємодії сприяло б повнішому розкриттю одержаних результатів. А урахування мобільності вузлів, часової зміни зв'язків і різних характеристик прямого та зворотного каналів дозволило б оцінити стійкість установлених закономірностей за складніших умов інформаційної взаємодії.

3. Визначаючи відносні пріоритети ризиків, запропонований метод створює обґрунтовану основу для встановлення черговості їх подальшої перевірки. Повніше розкрити його практичний потенціал могло б поєднання отриманих ваг з експлуатаційними оцінками частоти прояву, тяжкості наслідків, вартості перевірки та допустимого рівня ризику.

4. В оформленні окремих табличних і допоміжних матеріалів трапляються технічні та стилістичні розбіжності. Таблиці на с. 102 і 117, а також частину табличних матеріалів у додатках подано без номерів і заголовків. Додатки В і Г починаються після тексту попередніх додатків, а не з нових сторінок. Поряд з основним скороченням «ШІ» в окремих таблицях використано форму «AI», а назви топологій і сценаріїв у додатку В частково наведено англійською мовою. Проте зазначені розбіжності стосуються оформлення і не ускладнюють сприйняття основних положень дисертації.

5. Розширена таксономія забезпечує детальне подання ризиків за механізмами виникнення, індикаторами, заходами зниження та способами

перевірки. Додаткову простежуваність під час її подальшого використання забезпечили б правила зіставлення послідовних версій, збереження зв'язків між узагальненим ризиком і його деталізованими складниками, фіксування причин зміни рангів та виявлення інверсії рангів після декомпозиції.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Кравчука Олександра Анатолійовича «Метод оцінювання ризиків життєвого циклу моделей штучного інтелекту геопросторового сприйняття для інформаційних підсистем роїв безпілотних літальних апаратів» є завершеним самостійним науковим дослідженням. У роботі розв'язано актуальне наукове завдання. Дисертація містить обґрунтовані положення наукової новизни та результати, що мають практичне значення для оцінювання ризиків складних розподілених інформаційних систем. Робота свідчить, що її автор оволодів методологією наукової діяльності на високому рівні і продемонстрував здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

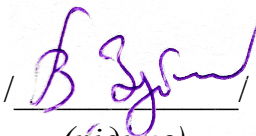
Дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Кравчук Олександр Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Рецензент:

виконуючий обов'язки заступника директора з наукової роботи
Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова
Національної академії наук України

доктор технічних наук,
старший дослідник

 / Віталій ЗУБОК
(підпис)