

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Головатенка Іллі Анатолійовича

на тему «**Методи та засоби управління
автономними логістичними кіберфізичними системами
з використанням технологій штучного інтелекту**»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

Актуальність теми дисертації.

Вирішення проблеми логістики в інформаційних системах є однією з найбільш затребуваних від сучасних систем роздрібної торгівлі. При розповсюдженні інтернет-магазинів та маркетплейсів системи доставки на базі поштових та/або кур'єрських служб потребують постійної оптимізації процесів. Збільшення оборотності товарів призводить до зменшення витрат на складські потужності. Зменшення часу на доставку збільшує задоволення клієнтів та створює додаткові конкурентні переваги.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: достовірність наукових результатів підтверджується приведеними даними в четвертому розділі дисертації. Приведені в додатках вихідні програмні коди дозволяють пересвідчитися в правильності проведених симуляцій та відтворити моделі для практичного застосування. Обґрунтованість результатів можна прослідкувати за допомогою наведених симуляцій. Нажаль відсутні впровадження результатів на реальному виробництві або в патентах на

винаходи чи корисні моделі. Підтвердженням новизни та актуальності може слугувати впровадження результатів наукової роботи в навчальний процес кафедри інформаційних систем та технологій.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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 Головатенка І. А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 12 Інформаційні технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми 126 Інформаційні системи та технології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у інженерно-технологічний науковий напрям.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Головатенка І. А. 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 характеризується послідовністю та доступністю при викладенні матеріалу. Стиль мовлення грамотний та з доречним використанням загальноприйнятої термінології, в тому числі, термінів та скорочень англійською мовою. Єдиною незручністю є приведення англійських аббревіатур без перекладу на українську мову в «Переліку скорочень, визначень та умовних позначень».

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 148 сторінок.

У вступі зазначені актуальність теми наукової роботи; зв'язок роботи з актуальними науковими програмами, планами та темами; мета та завдання дослідження; об'єкт, предмет та методи дослідження; наукова новизна отриманих результатів; особистий внесок; апробація результатів тощо.

В першому розділі представлені теоретичні аспекти управління автономними логістичними кіберфізичними системами, в тому числі, з використанням штучного інтелекту.

В другому розділі розглянуті алгоритми побудови логістичних кіберфізичних систем A^* (з модифікацією), D^* , мурашиний (з модифікацією), Mixed-Integer Quadratic Programming (з модифікацією), а також методи штучного потенційного поля та методи, засновані на нейронних мережах. Крім того, представлені підходи по моделюванню кіберфізичних систем на основі аналізу формальних понять з використанням BPMN-нотації (версії 2.0) та проектування, яке ґрунтується на моделі побудови динамічних систем.

В третьому розділі запропонований метод SMART- A^* та проведено впровадження у A^* безпекових обмежень, згладжування траєкторії, ідентифікації небезпечних ділянок та реагувань на перешкоди у реальному часі, а також представлений детальний опис архітектури програмного рішення та її практичної реалізації.

В четвертому розділі проведені комп'ютерні симуляції для перевірки адекватності роботи запропонованих методів та моделей, які розбиті на етапи: побудови карти середовища, поставлення задачі логістичним менеджером, первинного планування шляху модифікованим алгоритмом A^* , згладжування первинної траєкторії, аналізу траєкторії на небезпечні ділянки та корекції траєкторії, віднаходження траєкторії об'їзду та повернення на первинну траєкторію.

Загальні висновки підсумовують результати наукового дослідження та вказують, як запропоновані методи та моделі вирішують наукові завдання.

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 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 1 стаття у виданні, віднесеному до третього квартиля (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports. Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях. А також 1 розділ у колективній монографії у співавторстві з науковим керівником, проіндексований у базі Scopus.

Наукові публікації здобувача виконані на високому науковому рівні. Порушення принципів академічної доброчесності в публікації не було виявлено.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

В науковій роботі виявлені наступні основні зауваження:

1. У другому розділі дисертаційної роботи абсолютно вірно визначені алгоритми побудови логістичних кіберфізичних систем. Проте не всі з них набули подальшого розвитку та належного обґрунтування. Так в моделі, описаній формулою (9) на сторінці 36, присутнє математично неточне формулювання, також у формулі (16) на сторінці 41 відсутні дужки, що впливає на наступні розрахунки.

2. Для опису процесів автором вибрана BPMN нотація, але апарат опису задіяний не в повній мірі, а деяким деталям бракує точності, наприклад, у ексклюзивних шлюзів на рисунках 3.7 та 3.8 відсутні умови переходу токена.

3. Робота має багатий ілюстративний матеріал, який в повній мірі дозволяє зрозуміти представлені методи та алгоритми, але на деяких рисунках сприйняття ускладнюється через дуже дрібні елементи (див. рис. 2.2), скорочення (див. скор. «ОДВ» на рис. 2.3), використання англійської мови (рис. 3.1, 3.5–3.15, 3.17). А також деякі підрозділи (4.3–4.7) закінчується рисунком без кінцевих пояснень.

4. Слід зазначити, що в роботі присутнє неточне використання термінології, наприклад, основне з понять КФС приведене в двох варіантах «кібер-фізична система» (з дефісом) та «кіберфізична система» (без дефісу), а поняття «управління» та «керування» використані в синонімічному значенні. Використання аббревіатур в тексті дисертації непослідовне, а в назвах деяких розділів використані скорочення.

5. Список використаних джерел має посилання на Вікіпедію [48], яка не є авторитетним джерелом. В основному тексті роботи відсутні посилання на деякі джерела [46, 47, 57]. А при оформленні джерел використані різні стилі (мінімум чотири), а використання лапок і великих літер в англійських назвах джерел носить несистемний характер. В певній мірі, робота за джерелами ускладнена через різне оформлення DOI [51, 52] або його відсутність [46, 68]. Також в самому тексті роботи порушена послідовність нумерації джерел [59, 58].

6. Також можна виділити недоліки, які ускладнюють роботу з текстом дисертації: так УДК роботи потребує уточнення; відсутня нумерація сторінок; назви деяких розділів описують їх зміст лиш частково (див. 3.5); деякі підрозділи мають лише по одному пункту (див. пп. 1.3.1, 2.1.1, 2.3.1, 2.4.1 та 3.6.1); посилання на формули вказані безпосередньо перед формулами; нумерація формул та таблиць зазначена без прив'язки до розділу; вирівнювання нумерації формул має бути по правому краю; при нумерації додатків використані літери «Є» і «З».

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 Головатенка І. А. на тему «Методи та засоби управління автономними логістичними кіберфізичними системами з використанням технологій штучного інтелекту» 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 пп. 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 Головатенко І. А. заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

Офіційний опонент:

доцент кафедри інформаційної
та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка
Київського столичного університету імені Бориса Грінченка

к.т.н., доцент

Володимир СОКОЛОВ

