

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, доцента,
завідувача кафедри штучного інтелекту

ІНІ інформаційних технологій

Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій

Зінченко Ольги Валеріївни

на дисертаційну роботу **Коваленка Данила Сергійовича** на тему:
«Моделі та алгоритми адаптивної маршрутизації для С2С логістики із
застосуванням глибокого навчання», представлену на здобуття

наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми

Дисертаційна робота Коваленка Д. С. присвячена проблематиці, що є надзвичайно актуальною в умовах швидкої трансформації логістичних процесів під впливом цифровізації, урбанізації та поширення С2С-сервісів доставки. Системи такого типу вимагають нових технологічних рішень, здатних адаптуватися до високої змінності навантаження, децентралізованого характеру учасників і обмежених обчислювальних ресурсів.

У цих умовах особливої значущості набуває розробка інтелектуальних моделей маршрутизації, які використовують алгоритми машинного навчання для прийняття рішень у реальному часі. Обрана тема дозволяє поєднати актуальні виклики транспортної логістики з потенціалом сучасних технологій, що робить дослідження не лише теоретично цінним, а й високозатребуваним у практичному контексті.

Таким чином, робота цілком відповідає сучасному стану розвитку галузі комп'ютерної інженерії, орієнтована на прикладне використання інтелектуальних систем у динамічних логістичних середовищах.

Новизна наукових результатів дослідження

В результаті наукових досліджень автором отримані наступні нові наукові результати:

1. Вперше розроблено модель прогнозування попиту та розподілу логістичних завдань, яка за рахунок використання за методу функціональної регресії для прогнозування локалізованих піків попиту та теорії стохастичної апроксимації для динамічного вибору оптимальних рішень, забезпечує адаптивний механізм розподілу задач між виконавцями на основі прогнозованих параметрів.

2. Вперше розроблено метод адаптивної маршрутизації для систем доставки типу C2C, що ґрунтується на розробленій моделі прогнозування попиту та механізмі стохастичного прийняття рішень у динамічному середовищі, та дозволяє приймати оптимальні рішення щодо виконання доставок, адаптуючись до змін у середовищі, конкуренції між агентами та з урахуванням обмежених ресурсів.

3. Вперше розроблено алгоритм адаптивної корекції маршруту, що ґрунтується на розробленому методі адаптивної маршрутизації та за рахунок використання розширеної функції винагороди та жадібної евристики з підкріплювальним навчанням для Марковського процесу прийняття рішень, забезпечує динамічне оновлення оптимального маршруту доставки згідно актуальної логістичної ситуації, що знизить критичні показники часу та вартості доставки.

Отримані наукові результати не лише засвідчують актуальність дослідження в галузі інтелектуального управління логістикою типу C2C, а й роблять вагомий внесок у розвиток сучасних технологій маршрутизації в умовах динамічного міського середовища. Запропоновані підходи сприяють формуванню нової парадигми організації процесів доставки, орієнтованої на адаптивність, прогнозованість та самонавчання систем, а також вдосконаленню існуючих методів для підвищення ефективності та гнучкості логістичних сервісів.

Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання, суть якого полягає в розробці моделі, методу та алгоритму для адаптивної маршрутизації в умовах урбанізованого середовища для С2С логістики із застосуванням технологій штучного інтелекту, виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Обґрунтованість наукових результатів та висновків

Представлені в дисертації наукові результати мають чітке логічне обґрунтування, базуються на сучасних підходах до побудови адаптивних систем і відповідають поставленим цілям дослідження. Здобувач послідовно реалізує власну дослідницьку концепцію: від формалізації задачі до математичного моделювання та програмної реалізації.

Опис методів, що використовуються в роботі, зокрема підкріплювального навчання та стохастичного прогнозування, свідчить про високий рівень обізнаності автора з сучасними науковими інструментами. Результати моделювання, а також приклади апробації в прикладних умовах підтверджують функціональну придатність запропонованих рішень та їх відповідність актуальним потребам логістичних компаній.

Усі висновки роботи чітко структуровані, підкріплені експериментальними даними та науковими дослідженнями, що дозволяє вважати дослідження цілісним і достовірним.

Практична цінність отриманих результатів

Розроблені математичні моделі прогнозування попиту та алгоритми адаптивної маршрутизації забезпечують ефективне управління доставкою в умовах динамічного міського середовища, дозволяючи оперативно реагувати на зміни в логістичному навантаженні. Запропоновані рішення відзначаються високою адаптивністю, масштабованістю та універсальністю застосування в задачах реального часу, що виходять за межі традиційної логістики.

Результати дисертаційної роботи реалізовані у вигляді моделі

прогнозування попиту та розподілу логістичних завдань, алгоритму адаптивної маршрутизації на розробленого методу адаптивної маршрутизації та використані на кафедрі Комп'ютерної інженерії Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій при проведенні лекцій, лабораторних робіт, в курсовому та дипломному проектуванні. Результати роботи, а саме програмні засоби на основі розроблених моделі, алгоритму та методу, впроваджено в Інституті програмних систем НАН України та у виробничих процесах ТОВ «УКР-ОН». Отримані результати демонструють скорочення витрат на доставку до 25% і зменшення часу виконання замовлень до 22%, що підтверджує їхню прикладну ефективність і технологічну готовність до масштабного застосування.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Коваленка Д.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Комп'ютерна інженерія». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Коваленка Д.С. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Усі теоретичні положення, методи, моделі та алгоритми, що представлені в роботі, є результатом самостійних наукових досліджень автора. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Експериментальні дослідження та моделювання проведено автором самостійно, з дотриманням принципів об'єктивності, достовірності та відтворюваності результатів. Робота відповідає вимогам щодо академічної доброчесності, визначеним чинним законодавством та нормативними

документами вищих навчальних закладів України.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською. Результати дослідження викладено систематично та логічно. Викладення матеріалу є доступним і зрозумілим, структурованим для логічного викладення основних аспектів адаптивної маршрутизації для C2C логістики із застосуванням глибокого навчання. Формулювання є точними та чіткими. Використана термінологія є адекватною для предметної області, спрямованою на фахівців у галузі інформаційних технологій

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 162 сторінки, серед яких 123 сторінки основного тексту.

Перший розділ присвячено аналізу підходів до побудови систем маршрутизації.

Другий розділ присвячено аналізу різних моделей та розробці математичної моделі адаптивної маршрутизації для C2C логістики.

Третій розділ містить розробку методу адаптивної маршрутизації та алгоритму адаптивної корекції маршруту для C2C логістики.

Четвертий розділ демонструє практичну реалізацію та оцінку ефективності розроблених методу адаптивної маршрутизації та алгоритму адаптивної корекції маршруту для C2C логістики.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати за темою дисертаційного дослідження опубліковані в 11 наукових публікаціях, серед яких чотири – у фахових виданнях України категорії Б за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія, затверджених МОН України, одна – у періодичному виданні, індексованому в наукометричній базі Scopus. Апробація відбулася на семи міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

Зміст дисертації та оформлення роботи

Дисертація є завершеною науковою роботою. Її обсяг, структура, зміст і оформлення відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій встановлених наказом МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Робота відповідає спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

Недоліки та зауваження

1. У дисертаційній роботі представлено математичну модель прогнозування попиту, однак не було розглянуто можливість врахування сезонних або соціально-економічних чинників, які можуть істотно впливати на характер та інтенсивність логістичних потоків у C2C-системах. Залучення таких змінних дозволило б суттєво підвищити точність прогнозування в умовах реальних міських сценаріїв.

2. У дисертаційній роботі обгрунтовано застосування підкріплювального навчання для задач адаптивної маршрутизації, проте відсутній глибший аналіз потенційних ризиків перенавчання агентів або нестабільності поведінки алгоритму в умовах різко змінного середовища. Такий аналіз дозволив би краще оцінити стійкість запропонованого підходу при впровадженні в практичні логістичні системи.

3. Хоча автор демонструє високу ефективність алгоритму на симуляційних даних, доцільно було б доповнити роботу аналізом обмежень застосування розроблених методів у великих розподілених системах з багатокомпонентною архітектурою, де питання затримок, обчислювальної складності та масштабування мають критичне значення.

Вказані недоліки не знижують наукової цінності та практичного значення одержаних в дисертаційній роботі наукових результатів, оскільки більшість з них є перспективними напрямками для подальших досліджень, які можуть поглибити отримані результати та розширити сферу їх застосування.

Висновок

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Коваленка Данила Сергійовича на тему «Моделі та алгоритми адаптивної маршрутизації для C2C логістики із застосуванням глибокого навчання» 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 12 Інформаційні технології. 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 Коваленко Данило Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Рецензент:

завідувач кафедри штучного інтелекту
ННІ інформаційних технологій
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій,
доктор технічних наук, доцент



Ольга ЗІНЧЕНКО

21.07.2025 р.



Підпис

ЗАСВІДЧУЮ

Учений секретар

Державного університету

інформаційно-комунікаційних технологій

О. Зінченко

