

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри системного аналізу та теорії оптимізації ДВНЗ «Ужгородський національний університет» Андрашка Юрія Васильовича на дисертаційну роботу Мазуренка Романа Володимировича «Інтелектуальна система керування трафіком великого міста» що представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертації

Сучасні мегаполіси стикаються зі значним збільшенням транспортних потоків, що призводить до серйозних заторів. Це має негативний вплив на економіку, навколишнє середовище та якість життя мешканців. Зменшення заторів і оптимізація руху ведуть до скорочення витрат на паливо, зниження рівня забруднення повітря та поліпшення загальної екологічної ситуації в містах. Відомі методи управління дорожнім рухом часто виявляються недостатньо ефективними в умовах сучасних міських агломерацій, що потребує впровадження нових підходів і інструментів для оптимізації транспортних потоків. Використання технологій штучного інтелекту та інформаційних систем відкриває нові можливості для створення ефективних рішень у сфері управління дорожнім рухом. Інтелектуальні системи здатні адаптуватися до змін у реальному часі, що значно підвищує їхню ефективність. Використання алгоритмів машинного навчання та навчання з підкріпленням для моделювання та управління трафіком є новаторським підходом. Цей підхід відкриває нові горизонти в розвитку інтелектуальних транспортних систем.

Таким чином, дослідження спрямоване на вирішення актуальних проблем сучасних великих міст, пов'язаних з транспортними заторами, і пропонує інноваційні рішення, засновані на використанні передових технологій та методів штучного інтелекту, є актуальним.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Результати, представлені в даній дисертації, належним чином підтверджені та аргументовані, відображаючи всебічний процес дослідження. Ці результати

ефективно ілюструються через авторські публікації та перевірені часом. Основні наукові висновки дисертації були представлені на міжнародних наукових форумах, включаючи конференції та семінари, де вони отримали визнання та апробацію вченої спільноти. Ці результати також підкріплені відповідними публікаціями дослідника та офіційною довідкою про їхнє впровадження, що свідчить про високий рівень наукової значущості та практичної цінності проведених досліджень. Загалом, рівень наукового дослідження в дисертації відповідає сучасним стандартам у вказаній галузі, а отримані результати, висновки та рекомендації заслуговують на визнання та подальше вивчення.

Наукова новизна отриманих автором результатів

У дослідженні "Інтелектуальна система керування трафіком великого міста" розроблено інтелектуальну модель керування транспортними потоками у місті з урахуванням точок інтересу. Проведено навчання цієї моделі для міста Київ. Удосконалено архітектуру розподіленої високонавантаженої інтелектуальної системи керування трафіком міста з можливістю навчання. Також удосконалено технологію проектування систем керування трафіком великого міста в частині покращення швидкості і надійності навчання.

Ці результати сприяють поглибленню теоретичних та практичних знань у сфері управління транспортними потоками у великому місті на основі використання нейронних мереж та нечіткої логіки.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів

Наукові результати дисертації забезпечують можливість швидко, просто та економно впроваджувати розумне керування трафіком великого міста. Особливістю запропонованої інформаційної системи є модульна архітектура, що забезпечує додаткову гнучкість на етапі впровадження. Результати, отримані в результаті дослідження, як з теоретичної, так і з практичної точки зору, створюють основу для подальших розвідок, націлених на керування трафіком великих міст у режимі реального часу, в динамічному стохастичному частково-спостережуваному середовищі.

Впровадження результатів дослідження в діяльність КП «Центр організації дорожнього руху» та навчальний процес в Київському національному університеті будівництва і архітектури підтверджує практичне значення цих результатів.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях

Ознайомлення з дисертацією та науковими публікаціями Мазуренка Романа Володимировича дозволяє зробити висновок, що основні положення дисертаційної роботи в основному висвітлені в 5 наукових публікаціях, у тому числі 3 наукових статтях у фахових виданнях, одна із яких індексується в наукометричній базі SCOPUS та 2 працях апробаційного характеру у збірках матеріалів конференцій.

Зміст дисертації

Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів та висновків.

Анотація в повній мірі розкриває зміст дисертаційної роботи, а основні положення, наведені в анотації, ідентичні основним положенням дисертаційної роботи.

У першому розділі формалізовано певні завдання в галузі дорожнього руху, зокрема завдання мінімізації транспортних заторів у великих містах. Досліджено підходи до вирішення цих завдань і методи моделювання трафіку. Проведено огляд відомих інформаційних та інтелектуальних систем керування трафіком, підкреслено значення моделей штучного інтелекту для оптимізації маршрутів та керування світлофорами в режимі реального часу. Визначено ознаки середовища, які потрібно враховувати при проектуванні інтелектуальних систем керування трафіком, та окреслено обмеження використання навчання з підкріпленням у таких системах.

У другому розділі запропоновано концептуальну модель інтелектуальної системи керування трафіком великого міста та окреслено напрямки формування гібридних моделей керування трафіком. Формалізовано базові поняття для забезпечення моделювання трафіку. Розроблено уніфіковану модель чотиристороннього перехрестя, обґрунтовано застосування автомата Мура для

керування світлофорами в умовах невизначеності та описано процес кодування внутрішніх станів і функцій виходів автомата.

У третьому розділі розглянуто архітектуру інтелектуальної системи керування трафіком. На основі аналізу ключових компонентів системи підібрано взаємопов'язані одиниці, здатні керувати транспортними потоками. Обґрунтовано застосування нереляційної бази даних архітектури Касандра, описано модель прийняття рішень та алгоритми для інтелектуального керування світлофорами. Обговорено математичну основу навчання з підкріпленням, процес спілкування агентів контролерів світлофорів та їх здатність до адаптації.

У четвертому розділі розглянуто програмні пакети для моделювання міського і регіонального трафіку, обґрунтовано вибір пакета Simulation of Urban Mobility для моделювання дорожнього руху. Описано процес створення моделі дорожньої мережі, запуску симуляції і формування набору даних для навчання з підкріпленням. Наведено приклад моделювання транспортних потоків для м. Києва, виконано тренування моделей керування світлофорами за різними алгоритмами і порівняльний аналіз результатів. Рекомендовано модель керування світлофорами, навчену за алгоритмом True Online Temporal-Difference Learning, для практичного впровадження.

У висновках перелічені отримані наукові результати, які повністю відповідають меті та задачам дисертаційного дослідження.

Зауваження

У цілому позитивно оцінюючи подану до захисту дисертацію, водночас, варто звернути увагу на окремі дискусійні положення дисертаційної роботи:

1. У вступі до дисертації не сформульована наукова новизна одержаних результатів. Проте, наукову новизну наведено в анотації. Необхідно навести наукову новизну одержаних результатів у вступі.

2. В розділі 3.1 описано архітектуру ІСКТВМ, реалізація якої передбачає використання Apache Hadoop, Spark, Kafka та СУБД Cassandra, проте в роботі не вказані результати тестування системи (чи її прототипу) яке б підтвердило «підвищення надійності», що заявлено в науковій новизні одержаних результатів.

3. В розділі 4 наведена детальна інструкція проведення симуляції в SUMO, що беззаперечно є корисно, проте в дисертаційному дослідженні варто б зосередити більше уваги на описі результатів проведених симуляцій, тобто конкретизувати кількісні та якісні характеристики тестових даних та отриманих результатів. Також варто було б представити в більш зрозумілому для людини форматі процедуру запуску симуляції, зокрема описати параметри кроків (стр. 123-125), та вміст файлу маршрутів.

4. Теоретичні результати дослідження достатньо повно висвітлені в публікаціях здобувача. Отримані практичні результати, зокрема результати навчання та тестування моделей керування транспортними потоками (стор. 127-138) опубліковані частково. Доцільно висвітлити отримані результати в окремій публікації.

5. В роботі присутні певні неточності в формулах, наприклад: в формулі (2.4) вказаний доданок δs , хоча із контексту випливає, що йдеться про δt ; до формули (4.4) входить функція $P(s, a, s')$, яку не описано в роботі; алгоритм DQN містить посилання на рівняння (3), яке відсутнє в роботі, тощо. Також, в роботі наявні деякі інші синтаксичні та пунктуаційні помилки і описки.

Водночас, висловлені зауваження та пропозиції мають, в основному, рекомендаційний і дискусійний характер, впливають із складності й багатогранності досліджуваної теми та окреслюють перспективні напрями подальших наукових розробок досліджуваної проблематики. Саме тому вони не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційного дослідження, його наукової та практичної цінності.

Висновок

Зазначені зауваження не впливають на високий науковий та прикладний рівень поданої дисертації. Вважаю, що дисертація Мазуренка Романа Володимировича «Інтелектуальна система керування трафіком великого міста» є завершеною науковою працею, в якій отримані обґрунтовані наукові результати.

Дисертація відповідає вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт, зокрема зміст дисертації загалом відповідає галузі знань 12 "Інформаційні технології", спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», та

«Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.05.2019 № 759) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502), а її автор, – Мазуренко Роман Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 "Інформаційні технології" зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

Офіційний опонент,

доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

кандидат технічних наук, доцент

02.08.2024



Юрій АНДРАШКО

