

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України

24 квітня 2024 року № 578

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Мазуренко Роман Володимирович, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2020 році Київський національний університет імені Тараса Шевченка за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерні науки».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Київського національного університету будівництва і архітектури від «31» травня 2024 року №22, у складі:

- Голови разової спеціалізованої вченої ради – Олена Веренич, доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури,
- Рецензентів - Олександр Терентьев, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури,
Тетяна Гончаренко, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури,
- Офіційних опонентів - Володимир Гнатушенко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»,
Юрій Андрашко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації Ужгородського національного університету

на засіданні «30» серпня 2024 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології Мазуренко Роману Володимировичу на підставі публічного захисту дисертації «Інтелектуальна система керування трафіком великого міста» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології».

Дисертацію виконано у Київському національному університеті будівництва і архітектури. Науковий керівник Богдан Єременко, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у тому, що:

вперше розроблено:

– інтелектуальну модель керування транспортними потоками м. Києва, що використовує результати симуляційних експериментів на моделі дорожньої мережі міста за сценарієм руху з урахуванням точок інтересу;

удосконалено:

– архітектуру розподіленої високонавантаженої інтелектуальної системи керування трафіком міста, яка на відміну від існуючих, навчається оптимізувати трафік шляхом вибору кращого рішення з множини прийнятних альтернатив, виконуючи моделювання транспортних потоків

мережею доріг цього міста;

– технологію створення систем керування трафіком великого міста в напрямку підвищення надійності і швидкості навчання моделі за рахунок закладання в основу моделювання реальних умов руху;

набули подальшого розвитку:

– понятійний апарат концепту онтологій «Транспортний потік» за рахунок наближення моделі середовища до реальних умов та надання агентам семантичного розуміння моделі середовища;

– мультиагентний підхід навчання з підкріпленням для керування трафіком в напрямку пришвидшення навчання моделей штучного інтелекту шляхом використання результатів симуляційних експериментів, застосування онтології для повторного використання знань і запуску нечітких правил керування світлофорами в реальних умовах.

Здобувач має 5 наукових публікацій за темою дисертації, із них 2 статті, опубліковано у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 1 – періодичному науковому виданні іншої держави, що входить до ЄС, а також 3 тез доповідей на наукових конференціях:

1. Мазуренко Р. В., Єременко Б. М. Інтелектуальна система керування потоками автомобільного транспорту: основні концепти онтології. Управління розвитком складних систем. Київ, 2023. № 55. С. 192 – 197, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.192-197. (*Index Copernicus International Google Scholar*)
2. Мазуренко Р. В., Єременко Б. М. Інтелектуальна система керування трафіком великого міста: концепт онтології «моделі рішень» Управління розвитком складних систем. Київ, 2024. № 57. С. 192 – 197, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.192-197. (*Index Copernicus International Google Scholar*)
3. Yeremenko B., Mazurenko R., Stetsyk O., Buhrov A., Intelligent Management of Traffic Flows in Large Cities, Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure, 2023, Part F1379, pp. 33–42, https://doi.org/10.1007/978-3-031-25863-3_4 (*Scopus*)
4. Mazurenko R., Yeremenko B., Morozov V. Development of Intelligent Traffic Control System Project. 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 28–30 April 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/sist54437.2022.9945759> (*Scopus*)
5. R. Mazurenko, O. Stetsyk, Intelligent Management of Traffic Flows in Large Cities / ACeSYRI - International Workshop on Modern Experience for PhD students and Young Researchers, November 14-18, 2022, pp.40-41, book of abstract, Zilina, Slovakia

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

– **Веренич Олена Володимирівна**, доктор технічних наук, професор кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна без зауважень.

– **Терентьєв Олександр Олександрович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Наукова новизна роботи прописана в анотації і не прописана у вступі роботи.
2. На думку рецензента, розділи 2 і 3 містять більше теоретичної інформації, ніж було використано для надання рекомендацій щодо впровадження моделі керування комплексом світлофорів в системи організації і керування дорожнім рухом.
3. У розділі 4 описані робота системи та її впровадження в мережу світлофорів міста. При цьому автор не надає даних щодо швидкодії такої розподіленої системи, хоча при керуванні мережею світлофорів затримка в часі, що потрібен на розпізнавання образів, прийняття рішення і комунікацію між агентами, може бути критичною, оскільки. Варто було б зазначити можливість системи з цього боку.
4. В роботі присутні друкарські, граматичні, стилістичні помилки.

– **Гончаренко Тетяна Андріївна**, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій, Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. У вступі не зазначена наукова новизна, яка сформульована і наведена в анотації.
2. У розділі 1 зазначається можливість використання даних Traffic Index, карт стану трафіку та дані GPS в якості інформаційного ресурсу для інтелектуальної системи керування трафіком

великого міста. Надалі в роботі не зрозуміло, як саме при моделюванні трафіку міста використовувалися ці дані.

3. У розділі 2 при формалізації задачі керування комплексом світлофорів розглянуто питання впровадження моделей і методів штучного інтелекту в комплекси керування дорожнім рухом великого міста, однією з суттєвих характеристик якого є наявність аномалій. Не зовсім зрозуміло яким чином ця частина дослідження використовується (чи буде використано) в подальших дослідженнях.

4. В розділі 2 надаються онтологія та автомат Мура, як складові гібридної моделі прийняття рішень для керування комплексами світлофорів. Однак їх взаємозв'язок та доцільність їх використання не є очевидними і потребують додаткових роз'яснень.

5. У розділі 3 при виборі баз даних для інтелектуальної системи керування трафіком великого міста розглядалися архітектури, що вже добре зарекомендували себе серед користувачів і належать до нереляційних баз даних різних типів, а саме Монго, Редіс і Касандра. Чому в цьому списку немає ArangoDB?

6. У розділі 4 порівнюються моделі керування світлофорами за алгоритмами Q-learning, Deep Q-Network, Proximal Policy Optimization і True Online Temporal-Difference Learning; виконано тренування і порівняльний аналіз результатів навчання. На основі проведених симуляційних експериментів автором надано рекомендацію впровадження у систему керування транспортними потоками моделі, навченої за алгоритм True Online Temporal-Difference Q-learning. В той же час існують роботи, в яких показано доцільність використання моделі, навченої за алгоритмом Q-learning, що містить протиріччя, яке потребує обґрунтування та пояснення.

7. У роботі присутні незначні друкарські, граматичні та стилістичні помилки, є неузгодженість в нумерації формул.

– **Гнатушенко Володимир Володимирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка». Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Вступ дисертації не містить опису наукової новизни одержаних автором результатів, хоча усі пункти наукової новизни сформульовані і наведені в анотації.

2. В науковій новизні одержаних результатів заявлено, що технологію проектування систем керування трафіком великого міста удосконалено в напрямку підвищення надійності і швидкості навчання моделі. З тексту дисертації не зрозуміло, на яких висновках базується ця заява автора.

3. На жаль автором чітко не сформульовано, зокрема у загальних висновках по роботі, ЯКА САМЕ важлива науково-прикладна задача розв'язана в дисертаційному дослідженні.

4. Висновки до розділів бажано б було закінчувати фразою: «Основні наукові результати розділу опубліковані в працях автора [...]». Посилання на власні праці автора дало б змогу легко пересвідчитися у виконанні вимоги щодо обов'язкової публікації основних результатів дисертації.

5. В розділі 2 дисертантом описана гібридна стохастична модель, використання якої в подальшому не очевидне. Якщо ця теоретична частина стосується подальших симуляційних досліджень за іншими сценаріями, то можливо і її можна було б описати у відповідному ансамблі?

6. В розділі 3 здобувачем показані переваги і недоліки децентралізованих багатоагентних алгоритмів навчання з підкріпленням, але не зрозуміло, чому не розглядається можливість застосування інших підходів, таких як централізовані алгоритми і графово-рекурентна мережа, що також розроблялась для задачі покращення трафіку великих міст.

7. Поза увагою залишені питання числової стійкості та необхідних обчислювальних ресурсів розроблених автором моделей та методів при їхній комп'ютерній реалізації.

8. В тексті дисертації зустрічаються невдалі формулювання, друкарські помилки, стилістичні вади, деякі невідповідності в формулах і помилки в їх нумерації (наприклад, у другому розділі присутні дві формули з номером (2.10) на стор. 75 і стор.78).

– **Андрашко Юрій Васильович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації Ужгородського національного університету. Оцінка позитивна із зауваженнями:

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.

Результати відкритого голосування:

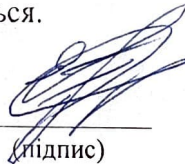
«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Мазуренко Роману Володимировичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



(підпис)

Олена ВЕРЕНИЧ

Підпис прор. Веренич О.В. засвідчує
Секретар вченої ради ІСКТВМ
Жел- М.О. Кривошиць



Директор департаменту
атестації кадрів вищої кваліфікації

Світлана Криштоф