

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Іванюка Олександра Ігоровича

«Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності»

на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 «Інформаційні технології»

за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології»

Актуальність теми дисертації.

Автономні мобільні системи мають широке застосування в задачах моніторингу розподілених систем, дистанційного дослідження неупорядкованого оточення, виконання завдань в небезпечних умовах тощо. Такі системи мають бути забезпечені можливістю переміщення вздовж заданого маршруту – вирішення особливого виду проблеми навігації. Традиційний підхід до розв'язання такого завдання спирається на циклічне здійснення автономною мобільною системою сприйняття інформації про оточення, локалізації, корегування маршруту та управління рухом. Інформація, що отримується на кожному етапі в необробленому вигляді передається на наступний етап, що може зумовлювати накопичення помилки та призводити до неможливості переміщення вздовж маршруту в умовах непередбачуваних обурень.

Таким чином, пошук нових підходів до вирішення завдання переміщення автономної мобільної системи вздовж заданого маршруту в умовах невизначеності є актуальними.

Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри інформаційних технологій.

Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи Українського державного університету залізничного транспорту «Розумні машини та інтернет речі зі штучним інтелектом», № ДР 0120U104276 та в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи Харківського національного університету радіоелектроніки «Глибинні гібридні системи обчислювального інтелекту для аналізу потоків даних та їх швидке навчання», № ДР 0119U001403.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Дисертаційна робота є особисто виконаним науковим дослідженням, у якому викладено авторський підхід до вирішення завдання навігації автономних мобільних систем. Дисертант провів аналіз сучасних досліджень,

виявив невирішені проблеми, на основі чого було сформульовано завдання роботи. Автором виконано удосконалення та адаптацію до вирішення завдання навігації автономних мобільних систем існуючої моделі нечіткого ситуаційного управління. Для забезпечення використання даної моделі в умовах виникнення непередбачуваних збурень в оточенні, дисертантом розроблено метод перепланування завдання АМС. Із пропонованими моделлю та методом, дисертантом проведено серії комп'ютерних експериментів, результати яких підтвердили ефективність розробленого рішення. Модель та метод покладенні автором в основу подальшого розвитку інформаційної технології навігації автономних мобільних систем. Дієздатність технології перевірені дисертантом в ході серії комп'ютерних експериментів.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.

Розроблені автором і викладені у дисертації наукові положення, висновки та рекомендації мають високий рівень обґрунтованості. Дисертантом опрацьовано значну кількість літературних джерел як вітчизняних, так і зарубіжних вчених.

Представлена дисертаційна робота характеризується логічним, послідовним і системним викладом матеріалу на основі наукового обґрунтування. Чітко просліджується логічна завершеність роботи. Одержані у процесі наукового дослідження результати є достовірними, оскільки вони є перевірені в ході комп'ютерних та натурних експериментів.

Крім того, обґрунтованість і достовірність отриманих результатів дослідження, наукових положень та рекомендацій дисертанта підтверджено їхньою апробацією на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Отже, вищевикладене дозволяє зробити висновок про всебічну обґрунтованість і достовірність, представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій та про високий науковий рівень розглянутої дисертації.

Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру.

В роботі виконано удосконалення та адаптацію моделі ситуаційного управління із врахуванням контексту щодо вирішення завдання переміщення автономної мобільної системи вздовж маршруту в умовах невизначеності та неповноти інформації. Вперше, на основі даної моделі запропоновано метод ситуаційного управління з переплануванням, що забезпечує успішну навігацію автономної мобільної системи в умовах виникнення заздалегідь непередбачених збурень в оточенні. На основі моделі та методу, отримала

подальший розвиток інформаційна технологія навігації автономних мобільних систем.

Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації.

Отримані наукові результати дисертаційної роботи у достатньому обсязі висвітлено у 17 наукових працях, а саме: 4 статті у наукових фахових виданнях (1 – у науковому виданні іншої держави), 1 глава в зарубіжній колективній монографії, 12 робіт у матеріалах наукових конференцій.

1. Каргін А. О., Іванюк О. І. Модель ситуаційного планування й керування переміщеннями автономного роботу. *Сучасні інформаційні системи*. 2020. Вип. 4, № 3. С. 41–51. DOI: 10.20998/2522-9052.2020.3.05.

2. Ivaniuk O. Navigation of Autonomous Systems based on Situation Control with Dynamic Replanning. *Information Processing Systems*. 2020. № 3 (162). P. 44–51. DOI: 10.30748/soi.2020.162.05.

3. Martovytskyi V., Ivaniuk O. Approach to Building a Global Mobile Agent Way Based on Q-learning. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2020. № 3 (13). P. 43–51. DOI: 10.30837/itssi.2020.13.043.

4. Kargin A., Ivaniuk O., Cherneva G. Autonomous Robot Path Planning Methods Analysis. *Mechanics. Transport. Communications*. 2020. № 2020/2. P. 28–35.

5. Kargin A., Ivaniuk O., Panchenko A., Muhitovs R. Motion Control of Smart Autonomous Mobile System Based on the Perception Model. *ICTE in Transportation and Logistics 2019. ICTE ToL 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure / edited by Ginters E., Ruiz Estrada M., Piera Eroles M. Springer, Cham, 2019. P. 145-153. DOI: 10.1007/978-3-030-39688-6_20.*

6. Kargin A., Ivaniuk O., Galych G., Panchenko A. Polygon for smart machine application. *2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*. IEEE, 2018. P. 464-468. DOI: 10.1109/DESSERT.2018.8409178.

7. Каргін А. О., Іванюк О. І. Застосування модифікованої моделі нечіткого виводу Такагі-Сугено-Канга в задачах когнітивної робототехніки. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 33-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2020. С. 16–17.

8. Каргін А. О., Іванюк О. І. Багаторівнева модель навігації автономного роботу, заснована на динамічному ситуаційному управлінні. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2020»*. Одеса: ОНАХТ, 2020. С. 291–293.

9. Каргін А. О., Іванюк О. І. Представлення картографічних знань про оточення в моделях когнітивної робототехніки. *Тези доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій»*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. С. 124–126.

10. Каргін А. О., Іванюк О. І. Полігон для натурних експериментів з моделями когнітивної робототехніки. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 32-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2019. С. 68–69.

11. Каргін А. О., Іванюк О. І., Лучников Д. В. та ін. Система дистанційного управління мобільним роботом за допомогою голосових команд. *Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод»*. Краматорськ: ДДМА, 2019. С. 19–21.

12. Каргін А. О., Іванюк О. І. Застосування часової логіки в алгоритмах дослідження оточення мобільного робота. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 31-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»* Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 74–75.

13. Бриксін В. О., Іванюк О. І., Матюхова Н. О. та ін. Реалізація програмного та ситуаційного управління мобільним роботом. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 31-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 72–73.

14. Іванюк О. І. Обробка первинних сенсорних даних для представлення у гранулярних обчисленнях. *Тези доповідей 80-ї міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 43–44.

15. Каргін А. О., Іванюк О. І., Лахно О. Г. Організація взаємодії розумних машин та інтелектуальних сенсорів в інтернеті речей. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 30-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2017. С. 80–81.

16. Каргин А. А., Иванюк А. И. Об одном подходе к построению систем мониторинга ситуаций на основе колесных роботов. *Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності»*. Львів: НАСВ, 2017. С. 21.

17. Каргин А. А., Петренко Т. Г., Иванюк А. И. О научном полигоне для апробации решений индустриальной революции 4.0 в железнодорожной отрасли. *Материалы 6-й Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию В.В. Свиридова «Информационные системы и технологии»*. Коблево-Харьков: ХНУРЭ, 2017. С. 51–52.

Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо.

Ключові результати дисертаційної роботи були представлені на таких конференціях: 6-та Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні системи та технології» (Коблево, 11-16 вересня 2017 р.); 30-та, 31-ша, 32-га, 33-тя Міжнародні науково-практичні конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» (Харків, 26-27 жовтня 2017 р., 24-26 жовтня 2018 р., 24-25 жовтня 2019 р., 30 жовтня 2020 р.); Науково-практична конференція «Застосування Сухопутних військ Збройних сил України у конфліктах сучасності» (Львів, 16 листопада 2017 р.); 80-та Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (Харків, 24-26 квітня 2018 р.); 9th International IEEE Conference Dependable Systems, Services and Technologies (Київ, 24-27 травня 2018 р.); III Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» (Краматорськ, 18-20 квітня 2019 р.); X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій» (Запоріжжя, 07-09 жовтня 2020 р.); XIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології і автоматизація – 2020» (Одеса, 22-23 жовтня 2020 р.).

Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати.

Отримані у дисертаційній роботі наукові результати мають істотне теоретичне значення та можуть бути використані у подальших дослідженнях науковців, що займаються розробкою інтернету речей та розумних машин і у навчальних курсах «Розумні машини», «Нейро й нечітке керування в робототехніці» тощо. Модель та метод ситуаційного управління з переплануванням будуть корисними при створенні систем управління автономними, мобільними та інтелектуальними машинами.

Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані.

Модель та метод інформаційної технології навігації, що запропоновані в роботі, мають прикладне значення для вирішення завдання управління

автономними мобільними системами в умовах неупорядкованого та змінного оточення.

Окремі фрагменти роботи впроваджені у держбюджетну науково-дослідну роботу, навчальний процес кафедри інформаційних технологій Українського державного університету залізничного транспорту.

Отримані результати можуть бути застосовані в галузі залізничного транспорту при створенні новітніх зразків транспорту, а саме розумних поїздів та вагонів, а також мобільних роботів телеприсутності, що обслуговуватимуть об'єкти залізничної інфраструктури.

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.

Структура дисертації є чіткою та зрозумілою, мова викладення є грамотною, стиль відповідає прийнятому в науковій літературі.

Загалом, структура, мова та стиль викладення дисертації відповідають вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. Дисертаційна робота не містить обґрунтування щодо вибору механізму виведення, заснованого на нечіткій моделі Такагі-Сугено-Канга.

2. З тексту дисертації не зрозуміло яким чином було обрано форму термів, що входять до уніфікованої лінгвістичної змінної, яка використовується в моделі. Не наведено результатів дослідження впливу виду функцій належності термів на результати нечіткого виведення.

3. Дисертаційна робота містить експериментальні (комп'ютерні та натурні) дослідження запропонованих моделі та методу, результати яких оцінювались експертно, але не містить кількісних критеріїв, що дозволили б порівняти модель та метод з існуючими рішеннями.

4. Запропонована модель ситуаційного управління з динамічним переплануванням містить перебірний алгоритм пошуку, обчислювальна складність якого не є оціненою в роботі.

5. Модель перепланування, описана в роботі, спирається на базу відомих автономній мобільній системі типових маршрутів, які формуються глобальним планувальником, заснованим на навчанні з підкріпленням. Дисертація не містить обґрунтування вибору глобального планувальника саме такого виду.

6. В дисертації вказано, що запропонована інформаційна технологія забезпечує можливість використання автономної мобільної системи в умовах повної відсутності або недостатнього обсягу наявних знань для пошуку можливих шляхів руху, але даний режим роботи не є описаним.

Загальне враження від дисертації позитивне, а вказані недоліки не зменшують наукового теоретичного та практичного значення даної

дисертаційної роботи, мають рекомендаційне спрямування і не знижують наукову цінність дисертації.

Відповідність дисертації вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Розглянувши дисертацію Іванюка Олександра Ігоровича за темою «Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності» (науковий керівник – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій Каргін А.О.) та наукові праці, у яких висвітлені основні наукові результати, визначивши особистий внесок дисертанта та співавторів, вважаємо, що робота є актуальною та виконана на високому науковому рівні з науковою новизною, а також практичною значимістю одержаних результатів. У роботі відсутні порушення академічної доброчесності.

Дисертація Іванюка Олександра Ігоровича за темою «Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності» є закінченим науковим дослідженням, у якому отримані нові науково обґрунтовані результати.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, передбаченим п.10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 року (зі змінами, затвердженими постановою КМУ від 21 жовтня 2020 р. № 979) відносно дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та може бути рекомендована до офіційного захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Рецензенти:

д.т.н., професор,
професор кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем

Марина МІРОШНИК

д.т.н., доцент,
доцент кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем

Сергій ДОЦЕНКО

«22» січня 2021 р.



Марина Мірошник
Сергій Доценко
Олександр Овчарук