

Відгук

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора, професора кафедри інформаційних систем та технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

Жураковського Богдана Юрійовича

на дисертаційну роботу **Ганенко Людмили Дмитрівни** на тему «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дослідження обумовлена розвитком робототехнічних систем та зростанням потреби у впровадженні автономних мобільних роботів у середовище із присутністю людей. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій автономні мобільні роботи дедалі частіше застосовуються у логістичних комплексах, медичних закладах, сервісних службах, інтелектуальних виробництвах та інших сферах, де виникає необхідність безпечної взаємодії людини і робота.

Особливістю таких середовищ є динамічність та наявність рухомих об'єктів зі стохастичною поведінкою. Традиційні підходи до навігації роботів переважно орієнтовані на уникнення фізичних перешкод і не враховують соціальні аспекти взаємодії між людиною та роботом. У результаті виникає проблема формування навігаційних стратегій, які одночасно забезпечують ефективність пересування, безпеку та соціальну прийнятність поведінки автономного агента.

Особливого значення набуває застосування методів глибинного навчання з підкріпленням, які дозволяють формувати навігаційну політику на основі досвіду взаємодії із середовищем. Проте сучасні алгоритми характеризуються такими недоліками, як розрідженість функції винагороди, повільна збіжність процесу навчання та недостатня адаптивність до

невизначеності динамічного середовища. Тому розробка нових методів інтелектуальної навігації, які поєднують механізми прогнозування поведінки людей, оцінювання невизначеності та адаптивного навчання, є актуальним і важливим науково-практичним завданням.

Таким чином, дисертаційне дослідження Ганенко Л. Д. на тему «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням», спрямоване на розробку моделей та методів інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів, є актуальним та має важливе значення для розвитку сучасної робототехніки та комп'ютерної інженерії.

Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність

Достовірність наукових результатів дисертаційної роботи Ганенко Л. Д. забезпечується комплексним використанням методів глибинного навчання з підкріпленням, теорії ймовірностей, імітаційного моделювання та технологій програмної реалізації робототехнічних систем.

Обґрунтованість наукових положень базується на формалізації задачі соціально-адаптивної навігації у вигляді марковського процесу прийняття рішень, використанні алгоритмів навчання з підкріпленням, механізмів Curriculum Learning та архітектури прогнозування LSTM-MDN. Запропонована модель та методи логічно узгоджені між собою і підтверджують досягнення поставленої мети дослідження.

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведенням серії експериментальних досліджень у симуляційному середовищі, створеному на основі Gymnasium. Отримані результати демонструють підвищення успішності навігації та зменшення кількості критичних зіткнень.

Основні результати дослідження представлено на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, де вони отримали позитивну оцінку

фахівців з робототехніки та комп'ютерної інженерії. Висновки дисертаційної роботи мають належне теоретичне й експериментальне підтвердження та можуть бути використані під час створення інтелектуальних робототехнічних систем.

Повнота викладення основних результатів в опублікованих наукових працях

Основні положення дисертаційного дослідження достатньою мірою висвітлені у наукових публікаціях автора. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць: 6 статей у фахових наукових виданнях України, 11 публікацій у матеріалах науково-практичних конференцій, з яких 1 публікація у виданні, що індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus.

Характер видань і зміст наукових праць відповідають вимогам встановленим для повноти висвітлення отриманих результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Теоретична та практична значимість результатів дисертації

Теоретична значимість дисертації полягає у подальшому розвитку методів інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів шляхом удосконалення моделі соціально-адаптивної навігації, розробки методу навчання навігаційної політики на основі глибинного навчання з підкріпленням та Curriculum Learning, а також створення методу адаптивного формування винагороди з урахуванням прогнозу невизначеності середовища.

Практичне значення результатів полягає у створенні інструментарію, який дозволяє автономним мобільним роботам формувати безпечні та соціально прийнятні траєкторії руху в умовах динамічного середовища із

присутністю людей. Розроблені методи можуть бути використані під час створення сервісних роботів, логістичних платформ, автономних транспортних систем та інших кіберфізичних систем.

Результати дослідження попередньо було опрацьовано в науково-дослідних роботах:

1. «Актуальні питання сучасної інформатики та інформаційних технологій в освіті та науці» (Державний реєстраційний номер 0124U001430) Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка.

2. «Комплексна розробка прикладних ІТ-рішень для підвищення продуктивності комп'ютерних систем у комерційному та соціальному секторі» (Державний реєстраційний номер 0125U003178), Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Розробки отримали впровадження в наукову діяльність та науково-практичні дослідження наступних установ:

1. Акт від 16 березня 2026 року про впровадження результатів наукових досліджень Ганенко Л. Д. в науково-практичну діяльність ТОВ «Byte Orchard Consulting».

2. Акт від 07 квітня 2026 року про впровадження результатів наукових досліджень Ганенко Л. Д. в навчальний процес Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

3. Акт від 21 квітня 2026 року про впровадження результатів наукових досліджень Ганенко Л. Д. в освітній процес Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Порушення академічної доброчесності

Дисертаційне дослідження Ганенко Л. Д. виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності. За результатами перевірки на плагіат підтверджено коректність посилань на першоджерела та відсутність

порушень норм цитування. Усі наукові положення та прикладні розробки отримані здобувачем особисто, що свідчить про високу самостійність та достовірність проведеного дослідження.

Дискусійні положення та зауваження

Позитивно оцінюючи науковий рівень та практичну значущість дисертаційного дослідження Ганенко Л. Д., доцільно висловити певні зауваження та дискусійні побажання щодо змісту роботи:

1. У другому розділі автором запропоновано модель соціально-адаптивної навігації автономного мобільного робота. Варто було б детальніше висвітлити вимоги до обчислювальних ресурсів програмно-апаратної платформи, необхідних для реалізації запропонованих алгоритмів у режимі реального часу.

2. У третьому розділі розглядається прогнозування поведінки динамічних об'єктів із використанням архітектури LSTM-MDN. Варто було б детальніше висвітлити питання впливу похибок прогнозування траєкторій людей на якість прийняття навігаційних рішень автономним мобільним роботом та стійкість запропонованої системи керування.

3. Під час експериментальної апробації основну увагу приділено дослідженням у симуляційному середовищі. Роботу б підсилило додаткове висвітлення можливостей перенесення розроблених алгоритмів із симуляційного середовища на реальні робототехнічні платформи з урахуванням особливостей сенсорного обладнання.

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Ганенко Людмили Дмитрівни «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» за змістом і структурою є цілісною, самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею. В дисертації логічно та послідовно сформульовані мета та задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет, наукова новизна та актуальність.

Дисертаційна робота Ганенко Людмили Дмитрівни «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» є кваліфікованим завершеним науковим дослідженням. Отримані результати та запропоновані дисертантом рішення є достовірними, науково обґрунтованими та логічно випливають з проведених досліджень. Основні положення дисертації пройшли широку апробацію та були оприлюднені на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Аналіз дисертації Ганенко Л. Д. та її наукових праць дозволяє констатувати, що висвітлені наукові положення повністю вирішують поставлений перелік завдань і забезпечують досягнення мети дисертаційного дослідження.

За змістом, оформленням, актуальністю, обґрунтованістю вирішення наукових проблем, рівнем наукової новизни, теоретичним та практичним значенням одержаних результатів представлена дисертаційна робота «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» повністю відповідає спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2017 р. за № 155/30023, та «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, а її автор Ганенко Людмила Дмитрівна заслуговує на присудження ступеню доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
професор, професор кафедри
інформаційних систем та
технологій Національного
технічного університету
України «Київський
політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»



Особистий підпис Богдана ЖУРАКОВСЬКОГО засвідчую

Богдан ЖУРАКОВСЬКИЙ

Селетин
Жураковський В.І. Селетин