

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора,
професора кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки
імені професора Володимира Бурячка
Київського столичного університету імені Бориса Грінченка,
Коршун Наталії Володимирівни

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»

1.Актуальність теми дисертації

Сучасний розвиток робототехнічних систем характеризується активним впровадженням автономних мобільних роботів у середовища, в яких необхідна постійна взаємодія з людьми. Особливістю таких середовищ є їх динамічний характер, наявність рухомих об'єктів та високий рівень невизначеності. Зазначені особливості суттєво ускладнюють процес навігації автономних мобільних роботів.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю вирішення низки науково-практичних проблем, пов'язаних із забезпеченням ефективної та безпечної навігації автономних мобільних роботів у середовищах із присутністю людей. По-перше, класичні методи планування руху здебільшого орієнтовані на уникнення фізичних перешкод і недостатньо враховують соціальні аспекти взаємодії між людиною та роботом. По-друге, стохастичний характер поведінки людей та невизначеність динамічного середовища значно ускладнюють навігаційний процес та потребують застосування інтелектуальних методів прийняття рішень. По-третє, існуючі методи навігації автономних мобільних роботів мають певні обмеження

щодо адаптації до змін умов функціонування. Зазначені проблеми обумовлюють необхідність подальшого розвитку інтелектуальних підходів до керування рухом у динамічному середовищі.

Перспективним напрямом розв'язання зазначених проблем є застосування методів глибинного навчання з підкріпленням, які забезпечують формування ефективних стратегій керування на основі накопиченого досвіду взаємодії із середовищем. Водночас сучасні підходи потребують подальшого розвитку в частині підвищення швидкості навчання, врахування невизначеності динамічних об'єктів та забезпечення соціально прийнятної поведінки автономного мобільного робота.

Таким чином, дисертаційна робота Ганенко Л. Д. «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням», спрямована на розробку методів навчання навігаційної політики, адаптивного формування винагороди з урахуванням невизначеності динамічного середовища та забезпечення соціально-адаптивної поведінки автономних мобільних роботів, є своєчасною, теоретично обґрунтованою та має безпосереднє практичне спрямування на підвищення ефективності й безпеки навігації робототехнічних систем у середовищах із присутністю людей.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність

Аналіз дисертаційного дослідження Ганенко Л. Д., а також опублікованих за темою роботи наукових праць, дозволяє зробити висновок про належний рівень обґрунтованості та достовірності викладених наукових положень, отриманих результатів і сформульованих висновків із використанням достатнього спектру наукових спеціальних методів.

Загальна оцінка змісту дисертаційної роботи свідчить, що наукове дослідження виконано автором самостійно та є завершеною, ґрунтовною й

аргументованою науковою працею, яка характеризується високим рівнем теоретичної та практичної значущості. Дисертація відзначається чіткою та логічно вибудованою структурою, що засвідчує системний характер наукового підходу до визначення й реалізації завдань відповідно до поставленої мети дослідження.

Наукові положення, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, актуальними та підтверджуються результатами проведених експериментальних досліджень.

3. Повнота викладення основних результатів в опублікованих наукових працях

Основні результати дисертаційного дослідження достатньою мірою відображені у наукових працях автора. У тому числі:

- 1 наукова стаття у неперіодичному науковому виданні, що індексується наукометричною базою Scopus;
- 6 наукових статей у періодичних виданнях України включених до «Переліку наукових фахових видань України»;
- 10 тез доповідей та матеріалів наукових конференцій.

Ключові теоретичні засади, методичні підходи та практичні результати дослідження доповідалися на науково-практичних конференціях, де отримали позитивну оцінку.

Внесок автора у роботи, опубліковані у співавторстві достатньою мірою конкретизовано в переліку наукових праць. На захист дисертації виносяться авторські розробки.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Теоретичне значення дисертаційної роботи полягає у розвитку методологічних засад 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.

Наукова новизна дослідження полягає в удосконаленні моделі соціально-адаптивної навігації та розробці методів навчання навігаційної політики і формування функції винагороди для автономних мобільних роботів.

Практичне значення результатів дисертації. Основний прикладний результат полягає у створенні методів інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів, впровадження яких дозволяє підвищити ефективність руху автономних мобільних роботів у динамічному середовищі та зменшити ризик виникнення конфліктних ситуацій під час взаємодії з людьми. Розроблені алгоритми адаптивного формування винагороди та навчання навігаційної політики забезпечують формування безпечних і соціально прийнятних стратегій руху автономного мобільного робота. Практична реалізація запропонованих рішень сприяє підвищенню надійності, безпеки та автономності робототехнічних систем, призначених для функціонування в соціально орієнтованих середовищах. Практична значущість підтверджена результатами імітаційного моделювання та актами впровадження наукових результатів дисертації в науково-практичну діяльність ТОВ «Byte Orchard Consulting», в початковий процес Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій та Київського столичного університету імені Бориса Грінченка

Базою дослідження є науково-дослідні роботи «Актуальні питання сучасної інформатики та інформаційних технологій в освіті та науці» (Державний реєстраційний номер 0124U001430) Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка та «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. Метою дослідницьких робіт було вивчення проблем вдосконалення та впровадження технологій керування інтелектуальними системами.

5. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Ганенко Л. Д. «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на високому науковому рівні.

Текст роботи викладено українською мовою в науковому стилі. В дисертації логічно та послідовно сформульовані мета та задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет, наукова новизна та актуальність. Наукові першоджерела відповідають тематиці дисертації, оформлені згідно із загально визначеними рекомендаціями. Це дозволяє стверджувати, що робота виконана у відповідності з вимогами та нормами до дисертаційних робіт за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Дисертаційна робота Ганенко Л. Д. «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» є кваліфікованим завершеним науковим дослідженням.

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Автор дисертації Ганенко Л. Д., при виконанні роботи дотримувалась принципів та норм академічної доброчесності, тому можна стверджувати, що дисертаційне дослідження є завершеною кваліфікаційною науковою працею.

За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність

академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерела для текстових та ілюстрованих запозичень, що дозволяє зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності та дотриманням здобувачем всіх необхідних принципів та норм. Наукові положення, прикладні розробки, висновки отримані особисто здобувачем.

7. Дискусійні положення та зауваження

Поряд з позитивною оцінкою дисертаційної роботи, за результатами її вивчення необхідно висловити наступні дискусійні положення та зауваження.

1. У третьому розділі запропоновано метод адаптивного формування функції винагороди на основі прогнозу невизначеності динамічного середовища. Разом із тим, доцільно було б більш детально висвітлити вплив окремих компонентів функції винагороди на поведінку автономного мобільного робота та ефективність навігації в різних сценаріях взаємодії з людьми.

2. При формуванні навігаційної політики основна увага приділяється уникненню зіткнень та дотриманню соціальних норм. Водночас заслуговує на увагу питання поведінки системи у випадках виникнення критичних або аварійних ситуацій, які потребують негайної зміни траєкторії руху.

3. У четвертому розділі наведено результати дослідження запропонованих методів у низці навігаційних сценаріїв. Разом із тим, заслуговує на увагу питання функціонування запропонованої системи в умовах часткової спостережуваності середовища, зокрема тимчасової втрати даних від сенсорів.

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальна оцінка дисертаційної роботи, її відповідність встановленим вимогам

Дисертаційна робота ГАНЕНКО Людмили Дмитрівни на тему «Методи та модель інтелектуальної навігації автономних мобільних роботів у динамічному середовищі на основі глибинного навчання з підкріпленням» є завершеним науковим дослідженням, яке за актуальністю, достовірністю отриманих результатів, їхньою науковою новизною і практичною цінністю відповідає вимогам «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 року №44, а її автор, ГАНЕНКО Людмила Дмитрівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент:
Професор кафедри
інформаційної та кібернетичної безпеки
імені професора Володимира Бурячка
Київського столичного
університету імені Бориса Грінченка
доктор технічних наук, професор

Наталія КОРШУН



ВЛАСНИЙ ПІДПИС
ЗАСВІДЧУЮ