

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Іванюка Олександра Ігоровича
«Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності», подану на здобуття наукового ступеня
доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 126 – інформаційні системи та технології

1. Актуальність обраної теми

На сучасному етапі розвитку технологій все більш поширеними стають системи, що забезпечують автономне виконання покладених на неї завдань. Одним із типів таких систем є мобільні системи, в тому числі наземні роботи. Одним із завдань автономних мобільних систем є навігація – здатність до орієнтування на місцевості, точної побудови та проходження маршрутів, створення карти оточення та локалізації об'єктів на ній. Складність завдання навігації може сильно варіюватися в залежності від обсягу та якості апріорної інформації, типу наявних сенсорних даних, характеристик оточення тощо. Сильним обмеженням на поширені підходи до вирішення завдання навігації є відсутність доступу до глобальної системи позиціонування та використання простих типів сенсорних систем, що характеризуються низькою вартістю.

Дослідженню завдання навігації мобільних систем присвячено велику кількість досліджень. Існуючі сьогодні методи навігації забезпечують достатньо ефективно вирішення завдань локалізації, планування, сприйняття та управління в умовах незмінного або детермінованого оточення. Існують також системи, що забезпечують вирішення окремих завдань в автономному режимі. Втім, підвищення рівня автономності функціонування мобільних систем в умовах змінного оточення є важливим і актуальним науковим завданням.

2. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, результатів та висновків, наведених в дисертаційній роботі, підтверджується наступними фактами:

- 1) аналізом достатньої кількості сучасних зарубіжних та вітчизняних наукових досліджень за темою дисертації;
- 2) коректним застосуванням сучасних методів наукових дослідження та математичного апарату;

3) результатами комп'ютерних та натурних експериментальних досліджень запропонованої моделі;

4) публікацією результатів дисертації у рецензованих фахових виданнях;

5) апробацією результатів дисертації на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

6) впровадженням результатів дисертації у процесі виконання НДР;

7) застосуванням результатів дисертації в навчальному процесі при викладанні курсів «Нейро й нечітке моделювання в робототехніці», «Машинне навчання», що підтверджується актами впровадження;

3. Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

У дисертаційній роботі Іванюка О.І. вирішене важливе наукове завдання з розробки моделі та методу інформаційної технології навігації автономних мобільних систем у недетермінованому частково спостережуваному оточенні.

Автором уперше розроблено модель ситуаційного управління переміщенням автономної мобільної системи з переплануванням маршруту, яка враховує вплив передбачених та непередбачених збурень, що унеможливають переміщення до цільової позиції маршруту, та завдяки ситуаційному переплануванню на підставі сенсорних даних про поточну ситуацію дозволяє автономній мобільній системі досягнути цілі.

Дисертантом удосконалено метод ситуаційного управління з урахуванням контексту, який адаптовано до завдання управління переміщенням автономної мобільної системи вздовж заданого маршруту, що дозволяє на цій підставі вирішувати завдання навігації мобільних автономних систем в умовах невизначеності.

Окрім того, набула подальшого розвитку інформаційна технологія навігації автономної мобільної системи за рахунок використання моделі та методу ситуаційного управління з переплануванням маршруту, що дозволяє розширити застосування автономних мобільних систем в автономному режимі у частково недетермінованому оточенні, коли відсутня можливість або економічно необґрунтоване упорядкування оточення.

4. Практична цінність результатів дисертації

Практична значимість результатів дисертації полягає у можливості їх застосування при створенні систем різного роду, що містять у своєму складі мобільних агентів, покликаних виконувати завдання в автономному режимі в умовах недетермінованого оточення. Застосування запропонованої автором

моделі може забезпечити автономне виконання завдань мобільним агентом при недостатньому обсягу бази знань агента про оточення та непередбачених змінах в оточенні.

Проведені в роботі натурні експерименти чітко показали можливість застосування результатів дисертації до вирішення завдання моніторингу просторово розосереджених об'єктів.

Практичне запровадження результатів дисертації підтверджується отриманими актами впровадження.

5. Основний зміст роботи

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми дослідження, сформульовано мету та завдання дослідження, зазначено наукову новизну та практичну значимість результатів роботи.

Перший розділ присвячено аналізу відомих підходів до вирішення завдання навігації автономних мобільних систем. Висвітлено сутність завдань, що формують навігаційний цикл: сприйняття інформації про оточення, локалізація та картографування, планування маршруту, керування рухом. Виявлено обмеження застосування відомих методів в умовах змінного недетермінованого частково спостережуваного оточення. На підставі проведеного аналізу сформульовано мету та завдання дослідження.

У другому розділі викладено застосування підходу ситуаційного управління з урахуванням контексту до завдання навігації автономних мобільних систем. Запропоновано модель управління переміщенням автономної мобільної системи. Модель представляє собою ієрархічну структуру, на кожному рівня якої розташовані нечіткі правила типу Такагі-Сугено-Канга, що описують певні знання автономної мобільної системи про оточення. Обробка правил здійснюється модифікованою нечіткою моделлю Такагі-Сугено-Канга. Описано комп'ютерні експерименти, результати яких показали, що модель є ефективною для застосування в умовах незмінного або детермінованого оточення.

У третьому розділі запропоновано метод ситуаційного перепланування, що виконує корегування маршрутів руху автономної мобільної системи при виникненні непередбачуваних змін в оточення. Для цього використовуються апріорні та поточні знання автономної мобільної системи про оточення. Для оптимізації апріорних знань автономної мобільної системи про оточення

запропоновано застосування навчання з підкріпленням. Розроблений метод інтегровано з моделлю управління переміщенням автономної мобільної системи шляхом внесення змін у структуру правил верхніх двох рівнів. З отриманою моделлю проведено комп'ютерні експерименти, що підтвердили можливість її застосування в умовах змінного недетермінованого оточення.

Четвертий розділ присвячено розвитку інформаційної технології навігації автономних мобільних систем на основі запропонованої моделі управління переміщенням із методом динамічного перепланування. Для отриманої інформаційної технології запропоновано структуру програмного забезпечення.

Із отриманою інформаційною технологією проведено натурні експерименти з метою виконання її комплексного тестування щодо можливості застосування для вирішення завдання моніторингу просторово розосереджених об'єктів. За результатами експериментів було встановлено придатність запропонованої технології для умов, коли досяжність цільової точки руху є принципово можливою, враховуючи апіорні знання автономної мобільної системи.

У висновках наведено основні результати роботи.

6. Повнота викладу результатів дисертації в наукових публікаціях

За результатами досліджень здобувачем опубліковано 17 наукових робіт: 4 статті, з яких 3 статті у періодичних фахових виданнях України з технічних наук та 1 стаття у закордонному виданні (Болгарія), 1 глава у закордонній колективній монографії та 12 публікацій в матеріалах конференцій, одну з яких включено до бази Scopus.

Кількість та рівень публікацій та апробацій результатів дисертації відповідають встановленим вимогам. Наукові праці на належному рівні висвітлюють зміст дисертації.

7. Дотримання академічної доброчесності

Аналіз дисертаційної роботи та наукових праць, що розкривають її основні положення, дає підстави стверджувати про дотримання автором вимог академічної доброчесності. Рисунки, ідеї, висновки та інші результати робіт що не належать автору, мають посилання на відповідні джерела.

Формалізації, моделювання, експериментальні дослідження та інші результати роботи, що складають її наукову новизну, не містять ознак фабрикації, фальсифікації та інших порушень норм академічної доброчесності.

8. Недоліки та зауваження

У якості недоліків у роботі потрібно зазначити наступне:

1. Аналіз, представлений у першому розділі, приділяє занадто велику увагу завданню побудови маршрутів руху. Не зрозуміло, чому саме це завдання розкрито так детально.

2. Модель ситуаційного управління, розроблена в дисертації, спирається на використання даних від сенсорів та враховує вплив невизначеності, що обумовлюється наявністю похибок у роботі сенсорних систем. В той же час, автором не приділено уваги ситуації, в якій певні компоненти сенсорної системи можуть виходити з ладу. Не зрозуміло, яким чином автономна мобільна система зможе подолати вплив такого характеру.

3. Метод ситуаційного перепланування не є порівняним за точністю та ефективністю з іншими аналогічними рішеннями, в тому числі такими, що спираються на підхід планування на основі прецедентів.

4. В роботі не досліджувався вплив розміру бази знань маршрутів автономної мобільної системи на результати застосування методу динамічного перепланування маршрутів руху.

5. З тексту роботи не зрозуміло, яким чином відбувається корегування апріорних знань автономної мобільної системи при виявленні змін в оточенні.

6. Робота містить експериментальні дослідження, що підтверджують дієздатність запропонованої моделі, але не містить порівнянь із існуючими системами.

7. Натурні експерименти, проведені в роботі, не містять опису алгоритмів, що було використано у системі керування рухом автономної мобільної системи.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не знижують високого наукового рівня дисертації.

9. Загальні висновки

У цілому, дисертаційне дослідження Іванюка О.І. на тему «Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності» виконано на достатньо високому рівні без порушень норм академічної доброчесності. Робота є завершеною науковою працею, що містить вирішення актуального наукового завдання, нові наукові та практично важливі результати.

Дисертація за своїм змістом, обсягом та оформленням відповідає вимогам до оформлення дисертації (наказ МОН України № 40 від 12.01.2017 р. зі змінами).

Наукові праці, опубліковані за темою дисертації, на належному рівні висвітлюють результати дисертаційної роботи та не містять порушення вимог академічної доброчесності.

Таким чином, дисертація на тему «Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності» відповідає вимогам пунктів 9, 10, 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р., а її автор заслуговує присудження наукового ступня доктора філософії у галузі знань 12 – інформаційні технології за спеціальністю 126 – інформаційні системи та технології.

Опонент:

Професор кафедри
обчислювальної техніки і програмування
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор

“ 2 ” квітня 2021 р.



Підпис: *Georgiy Kuchuk* **Георгій КУЧУК**
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕРНІЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Oleksandr Zakovorotnyi **Заковоротний О.Ю.**
20 4 р.