

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук,
професора Каргіна Анатолія Олексійовича на дисертаційну роботу
Сорокіна Антона Романовича на тему «Локалізація та навігація мобільних
колісних роботів з використанням методів обчислювального інтелекту»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.13.23 – «Системи та засоби штучного інтелекту»

Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами.

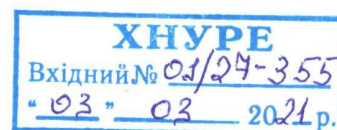
Створенню систем локалізації та навігації сьогодні присвячено велику кількість досліджень, зокрема для таких рухомих об'єктів, як мобільні роботи або інші мобільні керовані пристрої. Дослідження методів керування такими об'єктами, що обладнані засобами визначення місцезнаходження та алгоритмами визначення маршруту, було і залишається актуальним завданням програмістів та інженерів.

Розроблені на сьогоднішній час інформаційні системи та технології позиціонування і навігації, що мають наземне та космічне устаткування не дозволяють ефективно вирішувати завдання локалізації всередині будівель, що стало актуальним завдяки розвитку навігації рухомих об'єктів у виробництві, оборонній промисловості, моніторингу надзвичайних станів тощо, тому розробка моделі та методу є актуальною науково-практичною задачею.

Результати теоретичних та практичних досліджень виконані автором в межах держбюджетної теми №ДР0110U000458 «Еволюційні гібридні методи і моделі інтелектуальної обробки інформації зі змінною структурою за умов невизначеності», що виконувалась у Харківському національному університеті радіоелектроніки, де автор брав участь як виконавець.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Сорокіна А. Р. є актуальною.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Аналіз публікацій за вирішуваними в роботі задачами дозволив здобувачеві визначити переваги та недоліки існуючих підходів до реалізації систем локалізації та навігації мобільних роботів, сформулювати та обґрунтувати мету та завдання дисертаційної роботи, визначити об'єкт та предмет дослідження. Припущення, покладені в основу теоретичних досліджень, є коректними, а отримані результати не суперечать відомим уявленням теорії обчислювального інтелекту. Подальша перевірка



теоретичних результатів з використанням імітаційного моделювання підтвердила високій ступінь їх адекватності для досліджуваного класу задач. Отримані ключові результати засновані на коректному застосуванні випробуваного математичного апарату теорії штучного інтелекту (зокрема, методів нечіткої логіки та машинного навчання з підкріпленням), методів цифрової фільтрації, методів оптимізації маршрутів на графах), а також сучасних технологій визначення положення рухомих об'єктів та класичних методиках комп'ютерного моделювання.

Достовірність наукових положень, результатів та висновків, наведених в дисертаційній роботі, підтверджується даними моделювання, їх застосуванням в навчальному процесі для підготовки та модифікації курсу «Вбудовані системи в інтелектуальній робототехніці», відповідними актами впровадження, а також достатньою апробацією на міжнародних конференціях.

Наукова новизна результатів дисертації. Автором дисертаційної роботи отримані такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано метод локалізації та навігації МР за умов обмежених можливостей використання систем дистанційного керування, що дає можливість переходу режиму керування МР до стану автономної навігації з застосуванням нечіткої моделі та навчання з підкріпленням;

2. Удосконалено метод локалізації мобільних об'єктів з застосуванням технології iBeacon у середовищі з відомими картами приміщень, що дозволило скоротити кількість необхідних для локалізації передавальних пристроїв;

3. Удосконалено метод визначення положення автономних МР із застосуванням процедур калманівської фільтрації, що дозволяє враховувати особливості локалізації положення робота за умов наявності або відсутності даних з сенсорних датчиків;

4. Удосконалено метод автономної навігації МР в середовищі з перешкодами різних типів з застосуванням нечіткої моделі, що дозволяє реалізувати різні стратегії поведінки робота в умовах наявності і відсутності даних датчиків;

5. Набув подальшого розвитку метод визначення маршруту руху мобільних об'єктів з використанням модифікованого алгоритму побудови

шляху по стрибковим точкам, що дозволило зменшити складність обчислень в порівнянні з базовим алгоритмом.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи. Отримані здобувачем теоретичні результати були досліджені експериментально на тестових і реальних даних. Реалізація інтелектуальних методів локалізації та навігації мобільних об'єктів дозволяє в подальшому перейти до їх практичного використання в системах керування рухом МР за умов наявності перешкод різних видів та обмеженого доступу до ресурсів GPS. Результати тестування свідчать про те, що запропоновані здобувачем методи дають можливість визначати в поточному часі стратегію навігації МР для поліпшення якості їх функціонування. Результати дисертаційної роботи прийнято для впровадження в ТОВ «Автомейшн Сістем» (м. Харків) та в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки для викладання дисципліни «Вбудовані системи в інтелектуальній робототехніці», що підтверджується відповідними актами.

Результати дисертаційної роботи мають перспективи їх практичного використання в для вирішення завдань побудови інтелектуальних мобільних роботів (зокрема, роботів-транспортів).

Повнота публікації основних результатів в наукових виданнях та їх апробація. За результатами досліджень здобувачем опубліковано 18 наукових робіт: 9 статей (з яких 4 статті у періодичних фахових виданнях України з технічних наук та 1 стаття у виданні, що включено до бази Scopus) та 9 публікацій в матеріалах конференцій, одну з яких включено до бази Scopus.

Кількість та рівень публікацій та апробації результатів дисертації відповідають необхідним вимогам.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам. Зміст автореферату є ідентичним змісту розділів дисертації, автореферат адекватно відображає її основні результати.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. При загальній оцінці дисертаційної роботи Сорокіна А.Р. слід зазначити, що вона є завершеним і цілісним дослідженням з чіткою структурою і логічним викладом матеріалу, узагальнює дослідження автора, написана сучасною науково-технічною мовою. Оформлення дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження

наукових ступенів». Стиль викладення наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації забезпечує доступність її сприйняття.

Відповідність дисертації паспорту спеціальності. За темою та змістом дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.23 – системи і засоби штучного інтелекту (п. 2 – теоретичні засади та прикладні проблеми створення інтелектуалізованих робототехнічних систем; п.7 – розроблення інтелектуальних систем керування автономними роботами та робототехнічними комплексами; п.11 – створення математичних моделей на принципах нечіткої логіки для застосування в системах штучного інтелекту).

Зауваження по дисертаційній роботі. Слід зазначити такі зауваження по дисертаційній роботі:

1. Аналіз методів навігації мобільних роботів з використанням сучасних інтелектуальних засобів, наведений у першому розділі, є занадто скороченим та не охоплює світового досвіду інтелектуальної роботизації.

2. Не цілком зрозуміло, яким чином методи фільтрації Калмана та Байєсу в задачах локалізації положення роботів, розглянуті в підрозділі 2.3, використовуються в наведених в третьому розділі схемах керування рухом автономного мобільного роботу.

3. Практичне застосування алгоритму, який реалізує розглянутий здобувачем метод фільтрації Калмана в складі схеми локалізації положення роботу (стор. 88), призводить до використання квадратичної функції числа станів, що ускладнює обчислення. Слід було б навести оцінку обчислювальної трудомісткості запропонованого методу.

4. Функції належності для двох керованих змінних (відстані від АМР до мети і кута між поточною орієнтацією АМР і поточною орієнтацією мети) в роботі представлені миттєвими імпульсами. Слід було розглянути доцільність застосування більш складних різновидів цих функцій.

5. Доцільно було б навести в роботі формалізований опис процедури перемикання режиму керування роботом в стан автономної навігації з комбінованим застосуванням нечіткої моделі і методів навчання з підкріпленням.

Втім, ці недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку отриманих в роботі результатів, що характеризуються зазначеними вище науковою новизною та практичною значимістю.

Загальні висновки по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Сорокіна А.Р. є завершеним науковим дослідженням, де вирішено актуальну науково-практичну задачу розробки методів визначення поточного положення та навігації мобільних колісних роботів з використанням засобів обчислювального інтелекту, які можуть бути застосовані для підвищення якості навігації рухомих об'єктів у середовищах з обмеженою можливістю дистанційного керування.

Виконані в дисертації дослідження та отримані наукові результати відповідають паспорту спеціальності 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту. Автореферат оформлений згідно з чинними вимогами та достатньо повно відображає основні наукові результати роботи.

Вважаю, що за актуальністю обраної тематики, новизною виконаних досліджень, обґрунтованістю наукових положень та науково-практичною значимістю результатів дисертація відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Сорокін Антон Романович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри
інформаційних технологій
Українського державного університету
залізничного транспорту
доктор технічних наук, професор



Анатолій КАРГІН

Підпис Каргіна А.О. засвідчую.

Вчений секретар
Харківського національного
автодорожнього університету



Особистий підпис
засвідчую _____ 20__ р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Анатолій Каргін

