

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

Доктора технічних наук, професора

Філатова Валентина Олександровича

на дисертаційну роботу Іванюка Олександра Ігоровича на тему

«Модель та метод інформаційної технології навігації

автономних мобільних систем в умовах невизначеності»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

галузь знань 12 – Інформаційні технології

Актуальність обраної теми

Інформаційні технології ефективно застосовуються в різних сферах життєдіяльності сучасного суспільства, та особливе місце займають в додатках, пов'язаних з моніторингом різних ситуацій: екологічних, економічних, техногенних, виробничих. В даний час увагу науковців, фахівців та розробників зосереджено на інтелектуальних системах, які можуть виявляти небезпечні ситуації, а інформацію для прийняття рішень можна отримати завдяки мобільним пристроям, які оснащені розвиненими сенсорними системами і здатні переміститися до ділянки для проведення більш детальної оцінки на потрібному місці. При цьому, сучасні технології роблять доступними як за ціною, так і за розмірами різноманітні сенсорні і мікропроцесорні компоненти, засоби обміну інформацією.

Все це сприяє використанню принципу розподіленого моніторингу небезпечних ситуацій із застосуванням інформаційних технологій «розумного» будинку, або «розумних машин». Системи такого класу реалізовані на пристроях, що переміщуються в просторі об'єкта моніторингу.

Досягнення заданої позиції в умовах невизначеності можливо на основі застосування адаптивного підходу, сенс якого полягає в використанні поточної інформації, одержуваної в результаті окремих дій вибору, що дозволяє компенсувати недолік апріорної інформації і реалізувати оптимальну на класі систем стратегію управління.

Таким чином, актуальним завданням є розробки моделей, методів та інформаційних технологій навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності, неповноти та нечіткості інформації.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі задач, створенні наукових положень, висновків та рекомендацій здобувачем застосовані дані, які одержані з літературних джерел, з результатів аналізу сучасного стану та перспектив розвитку методів та технологій навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності, тому їх можна вважати досить обґрунтованими.

Крім того, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується даними комп'ютерних досліджень та практичними результатами, які підтверджуються наведеними результатами практичного використання із позитивним ефектом.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації, підтверджена результатами теоретичних та експериментальних досліджень, коректним застосуванням математичного апарату, сучасних методів моделювання, а також впровадженням інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності, неповноти та нечіткості інформації.

Зв'язок теми з планами наукових досліджень установи, де виконувалась дисертація.

Дисертаційна робота виконувалась за науковими темами відповідного рівня з достатньою участю дисертанта у виконанні цих тем, а саме: в рамках науково-дослідної роботи Українського державного університету залізничного транспорту «Розумні машини та INTERNET 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.

Наукова новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дисертаційна робота вирішує актуальне наукове завдання, важливе для галузі навігації автономних мобільних систем. Можна погодитись, що вона містить раніше незахищені наукові положення та отримані автором нові науково обґрунтовані результати. А саме:

- вперше розроблено модель ситуаційного управління переміщенням автономних мобільних систем з переплануванням маршруту, яка, на відміну від існуючих, враховує вплив наперед 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;

- удосконалено метод ситуаційного управління з урахуванням контексту, який адаптовано до завдання управління переміщенням автономних мобільних систем вздовж заданого маршруту, що дозволяє на цій підставі вирішувати завдання навігації мобільних автономних систем в умовах невизначеності й неповної інформації;

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

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Кількість публікацій за темою дисертаційної роботи достатня, результати дисертації опубліковані у 17 наукових працях, з них: 3 статі у наукових фахових виданнях України, 1 стаття, опублікована у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Європейського Союзу, 1

глава в зарубіжній колективній монографії (Springer), 12 публікацій у матеріалах міжнародних наукових конференцій (з них 1 внесена до бази даних Scopus). Результати досліджень викладені у чотирьох розділах дисертаційної роботи. Вимоги Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 21.10.2020 №979 до кількості публікацій виконано.

Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності. В цілому у дисертаційній роботі порушень академічної доброчесності не виявлено.

Аналіз змісту та форми дисертаційної роботи.

Робота написана на достатньому мовностилістичному рівні. У вступі обґрунтовано актуальність вирішення завдання розробки методу ситуаційного управління із динамічним переплануванням маршруту автономної мобільної системи в умовах непередбачених збурень.

Перший розділ дисертаційного дослідження присвячено аналізу поточного стану сфер застосування та перспектив використання автономних мобільних систем. Розглянуто відомі підходи до вирішення задачі навігації автономних мобільних систем, сутність задач, що формують навігаційний цикл: сприйняття інформації про оточення, локалізація та картографування, планування маршруту, керування рухом.

Автором розкрито сутність підходу ситуаційного управління, його переваги та досвід застосування в інших предметних областях. На підставі наведеного аналізу зроблено висновки щодо, факторів які накладають обмеження на використання методів й моделей навігації в автономних мобільних системах.

На основі проведеного огляду сучасного стану даної задачі сформульовано мету і завдання дослідження.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено дослідженню, застосування підходу ситуаційного управління до задачі навігації автономних мобільних систем з урахуванням контексту.

Автором розглянуто модель сприйняття, заснованої на правилах, показали спроможність її адаптації для класу задач навігації мобільних систем. Розроблена модель інтегрована з модифікованою моделлю Такагі-Сугено-Канга, що вирішує завдання ситуаційного управління переміщенням мобільної системи вздовж маршруту і задовольняє вимогам щодо автономних систем та має переваги в порівнянні з методами програмного та евристичного управління.

Результати комп'ютерних експериментів підтвердили можливості щодо автономного виконання завдання шляхом переключення на іншу стратегію у ситуаціях коли виникають перешкоди та недостатньо інформації для вирішення завдання мобільній системі.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено дослідженню та розробці моделі ситуаційного управління автономною мобільною системою з переплануванням маршруту. Запропонована автором модель забезпечує використання знань автономної мобільної системи про відомі фрагменти маршрутів для синтезу нових маршрутів руху з метою забезпечення досягнення цілі в умовах зміни оточення.

Для врахування випадкових змін, що можуть виникати в умовах частково недетермінованого оточення, автор пропонує модель динамічного ситуаційного перепланування, яка забезпечує адаптацію поточного маршруту до непередбачених збурень. Дана модель використовує апріорні знання про можливі маршрути руху та поточну інформацію про оточення, сформовану за допомогою сенсорних систем.

Синтез типових фрагментів маршруту, що використовуються для динамічного планування нових маршрутів, запропоновано виконувати використовуючи навчання з підкріпленням. Такий підхід забезпечує використання статистичних даних, отриманих в процесі функціонування мобільних систем в заданому середовищі, для формування обмеженої

множини субоптимальних фрагментів маршрутів. Для перевірки адекватності розробленої моделі проведено серії комп'ютерних експериментів, що підтверджують здатність моделі до вирішення задачі перепланування маршрутів руху для уникнення непередбачуваних перешкод.

У четвертому розділі автор досліджує інформаційні технології навігації автономних мобільних систем та пропонує її модифікацію на основі моделі управління та методу перепланування для проведення натурних експериментів. Метою експериментів було проведення комплексного тестування запропонованої інформаційної технології на предмет можливості її застосування для вирішення завдання моніторингу просторово розосереджених об'єктів. В ході експериментів здійснювалось варіювання повноти бази маршрутів мобільних систем та динамічно додавались перешкоди в оточенні, що унеможливлювали рух за відомими маршрутами.

За результатами експериментів було встановлено придатність запропонованої мобільної системи для умов, коли досяжність цільової точки руху є принципово можливою, або самостійно побудувати маршрут в умовах появи динамічних перешкод, що поєднує поточне місцезнаходження з цільовим. Для випадку, коли принципове досягнення цільової точки є неможливим автономна мобільна система здатна переходити у режим випадкового руху, який дозволяє здійснити поповнення поточної бази знань.

У висновках сформульовано основні результати дисертаційної роботи.

У додатках представлено акти, довідки впровадження опис розробленого програмного забезпечення.

Анотація дисертації відображає її основні положення.

Зауваження до дисертаційної роботи.

В цілому дисертація і анотація до неї, які представлені на відгук, оформлені з дотриманням стандартів на оформлення результатів науково-дослідних робіт. Однак необхідно зауважити:

1. У першому розділі дисертаційної роботи при аналізі сучасного стану задачі навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності автор не в повному обсязі розглядає платформу мехатроніки, на якій

планується вирішувати комплекс завдань навігації та її вплив на програмно-апаратний комплекс.

2. У другому розділі дисертаційного дослідження автор наводить п'ятирівневу базу знань «модель стратифікації бази знань за рівнями абстрагування..» але в подальшому не уточнює її формат, структуру та специфікацію.

3. У другому розділі на рисунку 2.6. та у його опису застосовується термінологія «механізм абстрагування, механізм переключення уваги, механізм відстеження контексту..» вважаючи присутність в дослідженні елементів дійсної механіки, не зрозуміло це елемент мехатронічної реалізації або інформаційний. Мабуть доцільне використання у цьому випадку термін «алгоритм».

4. У четвертому розділі наведено детальний опис тестування технології навігації автономних мобільних систем в рамках полігону автономних мобільних систем. Однак в дисертаційному дослідженні не наведено клас об'єктів, для яких розроблена технологія найбільш ефективна в застосуванні, та вимоги до мехатронічної платформи.

5. Коректному сприйняттю наведеного матеріалу заважають наявність орфографічних і стилістичних помилок по тексту дисертації та анотації, а також похибки в оформленні схем та зайві повтори.

Загальні висновки та оцінка дисертації

Перелічені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати дослідження та ніяким чином не зменшують наукову і практичну цінність роботи та позитивне враження від впровадження її результатів.

Дисертаційна робота, яка представлена на відгук, є закінченою кваліфікаційною науковою працею, яка містить раніше не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області розробки моделей, методів та інформаційних технологій навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності, неповноти та нечіткості інформації.

В підсумку з оглядом на актуальність проблеми, високий рівень виконаних досліджень та результати практичного впровадження вважаю, що дисертаційна робота «Модель та метод інформаційної технології навігації автономних мобільних систем в умовах невизначеності» відповідає вимогам Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 21.10.2020 №979 та чинним вимогам МОН України, а її автор Іванюк Олександр Ігорович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю – 126 Інформаційні системи та технології, галузь знань – 12 Інформаційні технології.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри штучного інтелекту Харківського
національного університету радіоелектроніки

« 5 » квітня _____ 2021 р

В.О. Філатов

Підпис В.О. Філатов засвідчую:

Учений секретар
Харківського національного університету
радіоелектроніки



« 5 » квітня _____ 2021 р.

І.В. Магдаліна