

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Броннікова Артема Ігоровича «Моделі та методи адаптивного візуального керування роботами», що подана до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Обрана Бронніковим А.І. тематика дослідження пов'язана із впровадженням нових моделей та методів адаптивного керування, нових програмно-апаратних рішень щодо візуального керування мобільними роботами під час забезпечення виконання виробничих та транспортних операцій, що реалізуються у гнучких інтегрованих виробничих систем (ГІВС) є актуальною. Гнучкість сучасних виробничих систем означає вимогу адаптації до змін завдань та станів виробничого середовища в умовах швидкого переходу до випуску інших типів продукції та реалізується впровадженням роботизованих систем та технологічного обладнання із числовим програмним керуванням. Завданням ГІВС є забезпечення виконання виробничих функцій, спрямованих на підвищення ефективності виробництва за рахунок безперервності функціонування всієї системи. Функціонування технологічного обладнання ГІВС в реальних умовах стикається з впливом зовнішніх чинників різного роду: статичних та рухомих об'єктів виробничого простору, людей, іншого обладнання та оснащення. При цьому суттєво підвищується роль систем моніторингу виконання виробничих завдань, в тому числі на основі широкого застосування засобів адаптивного візуального керування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт у відповідності до планів Міністерства освіти і науки України в Харківському національному університеті радіоелектроніки в рамках НДР кафедри комп'ютеризованих інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки за держбюджетними темами: «Створення мікрооптоелектромеханічних засобів для інтелектуальних технологічних систем промислового обладнання та робототехніки» (ДР №0115U002433), «Безскладальні гнучко-жорсткі конструкції зі змінною конфігурацією для мікросистемної техніки та інтелектуальних роботів» (ДР №0117U002529), «Інтелектуальна багатоцільова робототехнічна платформа з удосконаленими маніпуляційними можливостями» (ДР №0121U109909). У вказаних роботах здобувач брав участь у якості виконавця.

Оцінка змісту дисертації.

Матеріал дисертації викладений логічно і послідовно сучасною науково-технічною мовою. Стиль викладення матеріалу дисертації забезпечує доступність їх сприйняття.



Дисертаційна робота включає вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації складає 222 сторінки, з них – 194 сторінок основного тексту. Список літератури з 107 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність наукового завдання та теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, сформульовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію, публікації та особистий внесок здобувача.

Перший розділ присвячено огляду сучасного стану інтелектуального керування виробництвом, зокрема методів інтелектуального керування та навігації мобільними роботами, що працюють у складі ГІВС і виконують транспортувальні операції. Тут за результатами аналізу навігаційних систем з'ясовано, що для сучасного одиничного, дрібносерійного або серійного виробництва за умов гнучкості для навігації краще використовувати саме системи комп'ютерного зору, завдяки легкості їх інтеграції та здатності до швидкого переналагоджування.

У другому розділі автором розроблено інформаційно-логічну модель робочого простору, що відображає об'єкти ГІВС, характерні для завдань інтелектуального керування роботами та зв'язки між об'єктами, а також розроблено функціональну модель ГІВС, яка забезпечує взаємодію об'єктів на рівні виконання поставлених перед ГІВС виробничих, транспортувальних, сервісних, моніторингових, управлінських та інших завдань.

У третьому розділі представлено вдосконалений метод адаптивного візуального керування та отримала подальший розвиток модель керування мобільним роботом у просторі ГІВС. Функціонування методу адаптивного візуального керування підтримується розробкою моделі розпізнавання та ідентифікації об'єктів, в тому числі, на основі нечіткого опису параметрів керування, а також отримала подальший розвиток модель розпізнавання та ідентифікації об'єктів ГІВС за допомогою методів комп'ютерного зору. Побудована модель керування мобільним роботом виходить з наявності технічних особливостей конструкції шасі МР, наявності сенсорної системи певного рівня, здатності виконувати маніпуляції з об'єктами РП.

У четвертому розділі виконано моделювання запропонованих моделей і методу в середовищі GNU Octave. Запропонована та змодельована схема адаптивної системи керування двигунами, схема системи нечіткого адаптивного керування роботом. Результати моделювання цих систем показали високий ступінь адаптації до навколишніх впливів.

У п'ятому розділі наведено реалізацію програмного забезпечення для адаптивного візуального керування роботами. Розроблене програмне забезпечення практично реалізує запропоновані у другому розділі інформаційно-логічну модель і модель розпізнавання та ідентифікації об'єктів у робочому просторі мобільного робота.

У висновках сформульовані основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

В додатках наведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи, а також код розроблених автором програм із реалізації адаптивного візуального керування роботизованими засобами гнучких інтегрованих систем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові положення, практичні результати досліджень і рекомендації дисертації ґрунтуються на коректному застосуванні методів теорії множин – для розробки інформаційно-логічної моделі робочого простору ГІВС, функціональної моделі ГІВС, а також для удосконалення моделей розпізнавання та ідентифікації об'єктів, керування мобільним роботом у просторі ГІВС; методи теорії автоматичного керування та нечітких множин – для моделювання роботи адаптивної системи керування роботом; методи теорії обробки зображень – для програмної реалізації завдань, що входять до складу системи адаптивного візуального керування.

Для проведення експериментальних досліджень розроблених моделей та методів адаптивного візуального керування мобільними роботами, практичної перевірки результатів роботи, розробки програмного забезпечення використано мови програмування C/C++ та Python.

Достовірність і наукова новизна отриманих результатів.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані теоретичними та розрахунковими дослідженнями, проведеними здобувачем. Обґрунтованість та достовірність представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується відповідністю отриманих результатів комп'ютерного моделювання відомим результатам; коректним використанням математичних методів, а також тим, що теоретичні положення роботи базуються на вихідних посилках і припущеннях, які обґрунтовані в існуючих роботах в даній області наук і не суперечать відомим положенням і результатам досліджень, опублікованим в літературі. Представлена дисертаційна робота характеризується грамотним, послідовним і системним викладом матеріалу на основі повного наукового обґрунтування. Чітко прослідковується авторська позиція та логічна завершеність роботи.

В рамках поставленої мети наукового дослідження автор отримав наступні наукові результати:

вперше розроблено:

- інформаційно-логічну модель робочого простору гнучких інтегрованих виробничих систем;
- функціональну модель гнучких інтегрованих виробничих систем;

вдосконалено:

- метод адаптивного візуального керування;

отримала *подальший розвиток*:

– модель керування мобільним роботом у робочому просторі гнучких інтегрованих виробничих систем;

Повнота викладення положень дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертації достатньо повно висвітлені в 38 наукових публікаціях, серед них 19 статей, у тому числі – 1 стаття у науковому фаховому виданні у Турецькій республіці, 16 статей в наукових фахових виданнях України з технічних наук, 2 статті у наукових виданнях інших держав. Апробація результатів роботи була проведена у 19 тезах доповідей, що опубліковані в матеріалах міжнародних наукових конференцій, з яких 2 включено до наукометричної бази даних Scopus.

Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертаційної роботи, висвітлює всі отримані результати, зроблені висновки та запропоновані рекомендації.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Броннікова А.І. задовольняє вимогам "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" до робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук і відповідає спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Автореферат адекватно відображає зміст дисертації.

До змісту дисертації є наступні зауваження:

1. У першому розділі роботи суттєва увага приділяється концепції інтелектуальних виробничих систем, проте надалі в тексті дисертації вона не знаходить розвитку або використання.

2. З другого розділу не зовсім зрозуміло, яким чином розмежовується сфера застосування інформаційно-логічної та функціональної моделей.

3. У описі моделі нечіткого адаптивного керування мобільним роботом (розділ 3) недостатня увага приділена вибору діапазонів значень лінгвістичних змінних та відповідних ним вагових коефіцієнтів.

4. У четвертому розділі не обґрунтоване використання GNU Octave.

5. З матеріалів п'ятого розділу не зовсім зрозуміло, яким чином практично реалізується метод адаптивного візуального керування, описаний у теоретичній частині роботи.

6. З опису практичної реалізації результатів роботи незрозуміло, яким чином здійснюється перетворення координат засобів візуального спостереження у координати мобільної платформи.

7. У п'ятому розділі надто великий обсяг займає опис коду програм, розроблених автором.

Наведені зауваження не зменшують загального позитивного враження від дисертаційної роботи в цілому.

Важливість одержаних результатів для науки і практики та шляхи їх використання.

На основі викладеного матеріалу можна зробити висновок, що отримані моделі та методи адаптивного візуального керування мобільними роботами забезпечують підвищення ефективності процесів керування гнучкими інтегрованими виробничими системами.

Результати роботи забезпечують нові проектні рішення з автоматизації керування роботизованими засобами гнучкого інтегрованого роботизованого виробництва за рахунок впровадження моделей та методу адаптивного візуального керування, інтелектуальну підтримку прийняття рішень щодо функціонування роботизованих засобів, адаптацію виконання технологічних маршрутів і окремих операцій.

Практична цінність отриманих результатів підтверджується відповідними актами впровадження.

Оцінка дисертації в цілому.

Дисертація Броннікова А.І. є завершеною науковою працею, в якій викладено нові теоретично обґрунтовані результати, що розв'язують актуальне наукове завдання розробки моделей та методів адаптивного візуального керування мобільними роботизованими засобами. Вирішення цієї задачі має велике значення для розвитку теорії та практики створення гнучких інтегрованих виробничих систем.

З урахуванням вищезазначеного вважаю, що дисертаційна робота Броннікова А.І. на тему «Моделі та методи адаптивного візуального керування роботами» відповідає пп.9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 із змінами та доповненнями, вимогам до кандидатських дисертацій за спеціальністю 05.13.07 — автоматизація процесів керування, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент

професор кафедри обчислювальної техніки та програмування

Харківського національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

кандидат технічних наук, доцент



І.П. Хавіна

«30» 08 _____ 2021 р.

Підпис І.П. Хавіної засвідчую

Вчений секретар

Харківського національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

