

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Редька Михайло Олександрович, 1995 року народження, громадянина України, освіта вища: закінчив у 2019 році Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет" за спеціальністю "Комп'ютерна інженерія", не працює, виконав акредитовану освітньо-наукову програму за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Разова спеціалізована вчена рада утворена наказом Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (ІТМ НАНУ і ДКАУ), м. Дніпро від 12 вересня 2024 року № 12-А, зі змінами, внесеними наказом від 03 жовтня 2024 року № 15-А та наказом від 04 жовтня 2024 року № 16-А, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – Анатолія Алпатова, члена-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора, завідділу ІТМ НАНУ і ДКАУ

Рецензентів – Олександра Пироженка, доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника ІТМ НАНУ і ДКАУ
Дмитра Храмова, кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника, старшого наукового співробітника ІТМ НАНУ і ДКАУ

Офіційних опонентів – Анатолія Кулабухова, кандидата технічних наук, доцента по кафедрі систем автоматизованого управління Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, доцента кафедри кібербезпеки і комп'ютерно-інтегрованих технологій фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України

Миколи Єфименка, доктора технічних наук, доцента по кафедрі комп'ютерних систем та мереж Запорізького національного технічного університету, професора кафедри інформаційних технологій електронних засобів Національного університету "Запорізька політехніка" Міністерства освіти та науки України

на засіданні 05 листопада 2024 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування Михайлу Редьці на підставі публічного захисту дисертації "Моделі та методи машинного навчання для аналізу динаміки та керування супутників при видаленні космічного сміття іонним променем" за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Дисертацію виконано в Інституті технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України, м. Дніпро.

Науковий керівник – Сергій Хорошилов, доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи ІТМ НАНУ і ДКАУ.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису на 206 сторінках, який складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків. Дисертацію виконано фаховою українською мовою, текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури.

Робота присвячена актуальній науково-практичній проблемі, яка полягає у створенні моделей та методів машинного навчання для підвищення ефективності методу видалення космічного сміття за допомогою іонного променя. Застосування нейронних мереж дозволяє відмовитись від дорогого тестового обладнання, знизити терміни та вартість розробки.

Здобувач має 14 наукових публікацій за темою дисертації: з них 3 статті у виданнях категорії А, проіндексованих в базах даних Scopus та Web of Science Core Collection, 3 статті у наукових фахових виданнях України категорії Б та 8 тез доповідей на конференціях.

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати:

1. Хорошилов С. В., Редька М. О. Глибоке навчання для навігації, наведення та керування в космосі / Хорошилов С. В., Редька М. О. // Космічна наука і технологія. – 2021. – 27, № 6 (133). – С. 38 – 52. (Scopus, Web of Science)

2. Редька М. О., Хорошилов С. В. Визначення силового впливу факела іонного двигуна на орбітальний об'єкт за допомогою глибинного навчання / М. О. Редька, С. В. Хорошилов // Космічна наука і технологія. – 2022. – Т. 28, № 5. – С. 15 – 26. (Scopus, Web of Science)

3. Редька, М. О., Хорошилов, С. В. Згорткові нейронні мережі для визначення впливу іонного променя на об'єкт космічного сміття / М. О. Редька, С. В. Хорошилов // Science and Innovation. – 2023. – 19(6). – С. 19–30. (Scopus, Web of Science)

4. Хорошилов С. В., Редька М. О. Інтелектуальне керування орієнтацією космічних апаратів із використанням навчання з підкріпленням // Технічна механіка. – 2019. – № 4. – С. 29 – 43 (фахове видання категорії Б).

5. Хорошилов С. В., Редька М. О. Relative control of an underactuated spacecraft using reinforcement learning // Технічна механіка. – 2020. – № 4. – С. 43 – 54 (фахове видання категорії Б).

6. Редька М. О. Визначення сили впливу іонного променя на об'єкт космічного сміття по контурах його зображень з використанням глибокого навчання / М. О. Редька // Технічна механіка. – 2023. – №2. – С. 51 – 63 (фахове видання категорії Б).

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради:

Анатолій Алпатов, член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, завідділу ІТМ НАНУ і ДКАУ. Оцінка позитивна без зауважень.

Олександр Пироженко, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник ІТМ НАНУ і ДКАУ. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. При запровадженні системи координат, що пов'язана з об'єктом космічного сміття, некоректно використано поняття "інерційні вісі".
2. Деякі скорочення, що використовуються в дисертації, або розшифровуються нижче за текстом, або взагалі не розшифровуються. Оскільки в дисертації використовується багато скорочень, то бажано було б зробити в дисертаційній роботі їх перелік.
3. На сторінці 81 вказано, що "Еталонні вихідні значення сили були розраховані за допомогою методології, що представлена у розділі 1.", але розділ 1 не містить опису такої методології.
4. Векторні та матричні величини бажано виділяти від написання скалярних величин.
5. На сторінці 91 "Як було сказано, значення вектору сили були розраховані за допомогою функції, яка була розроблена за методологією, яка описана у розділі 2.5.1." однак розділу 2.5.1 в дисертаційній роботі не існує.
6. Назва пункту 2.4 "Порівняння обчислювальної складності нейромережових моделей з аналітичним розв'язком для задачі визначення сили електро-реактивного двигуна для видалення ОКС з орбіти." містить логічну неточність. Порівняння здійснюється з чисельним рішенням на основі аналітичного описання сили.
7. На сторінці 128 переплутано назви кутів орієнтації: " ψ , ϕ , та θ (крен, тангаж, ристання)."
8. В рівняннях (3.3) додано зайву похідну за часом.
9. У фразі: "центральні моменти інерції КА відносно відповідних осей" слово "центральні" зайве.
10. "Перехід від лінійного керування для системи (8) до нелінійного керування для початкової системи (1), (2)" описано незрозуміло – не вистачає посилання. Формула (3.10), що описує цей перехід, не повна.
11. Фраза на сторінці 142 "Для цього розрахункового випадку, сумарні вартості для лінійного та інтелектуального регуляторів склали 882.491 і 720.718, відповідно." потребує пояснення.
12. Фраза на сторінці 146 "Оскільки сучасна система керування космічним апаратом являє собою дискретну комп'ютерну систему" здається не зовсім коректною. Наведені зауваження відносяться до оформлення дисертаційної роботи та не зменшують цінності її змісту.

Дмитро Храмов, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник ІТМ НАНУ і ДКАУ. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. У розділі 2, під час застосування нейронних мереж, не вказано про існуючі обмеження використання такого підходу. Наприклад, чи можливо використовувати такі моделі для об'єктів космічного сміття довільної форми.
2. У розділі 2 для методу визначення сили за допомогою ознак, отриманих при обробці зображення, не визначено яка саме кількість ознак необхідна для забезпечення необхідної точності визначення сили?
3. На рис. 2.1 – 2.8 позначення виконано англійською мовою.
4. У розділі 3 не наведено відомості про збурюючі моменти, які були враховано при аналізі динаміки обертального руху космічного апарата.

Зазначені зауваження не впливають на загальний рівень поданої дисертаційної роботи. Автором досягнуто результатів які мають наукову цінність, що дозволяє оцінити дисертацію як цілісне, завершене та актуальне наукове дослідження.

Анатолій Кулабухов, кандидат технічних наук, доцент по кафедрі систем автоматизованого управління Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, доцент кафедри кібербезпеки і комп'ютерно-інтегрованих технологій фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. У роботі використовуються скорочення. Було б доцільно їх навести на окремому аркуші.
2. У п. 4 наукової новизни замість "...Крім цього, можливе покращення якості керування орієнтацією КА у процесі його функціонування завдяки використанню алгоритму навчання із підкріпленням "критик-виконавець" та Гаусівської регресії" краще було б "... що дає можливість покращити", бо "можливе покращення" може бути тільки після наступних досліджень.
3. У висновках відсутні кількісні показники, що покращуються.
4. З висновків не зрозуміло чи впроваджені або використовуються десь результати досліджень.
5. У висновках про рішення 6 задачі досліджень, а саме "Розробити алгоритми імпульсного керування ..." в алгоритмі не відображено "імпульсне" керування.
6. Не визначено який розмір навчальних вибірок є достатнім для кожної з трьох моделей у розділі 3.
7. В розділі 4 не відзначено чи враховувались при моделюванні шуми сенсорів та затримки в контурі керування.
8. В розділі 4 відсутня інформація про те, яким чином визначався показник "Mon", що використовується для аналізу якості керування.
9. У назвах рисунків і таблиць є незначні відхилення від стандартів, наприклад, замість "Рисунок 4.47. Залежність ..." повинно бути "Рисунок 4.47. – Залежність ...". Висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову і практичну цінність результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому.

Микола Єфименко, доктор технічних наук, доцент по кафедрі комп'ютерних систем та мереж Запорізького національного технічного університету, професор кафедри інформаційних технологій електронних засобів Національного університету "Запорізька політехніка" Міністерства освіти та науки. Оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Аналіз літературних джерел варто було б доповнити аналізом сучасного стану застосування пасивних та активних методів відводу космічного сміття, визначити чинники, які заважають впровадженню таких систем відводу у поточний час та у найближчому майбутньому.
2. Нейромережеві моделі для визначення сили порівнюються з методом центральних проєкцій на допоміжну площину. Однак, незрозуміло, чи цей метод розрахунку є оптимальним для вирішення цієї задачі – варто було б звернути увагу на порівняння з іншими методами розрахунку сили.

3. У 3 та 4 розділах роботи пошук керування реалізовано шляхом мінімізації відомого квадратичного критерію, що враховує вектор стану та керування, але не відзначено чи можливо використовувати запропоновану методологію для інших можливих критеріїв оптимальності.

4. У 3 розділі у якості параметрів орієнтації використовуються кути Ейлера – Крилова. Ця модель має суттєвий недолік: нелінійність кінематичних рівнянь обертання і наявністю в них обчислювальних особливостей, що істотно ускладнює синтез законів керування. Особливо це проявляється при знаходженні оптимального керування. Тому доцільніше було використовувати модель кутового руху КА, в якій для опису орієнтації використовуються параметри Родріга-Гамільтона.

Вказані зауваження не є суттєвими та не змінюють загальну позитивну оцінку роботи, підготовленої автором. Рукопис дисертації написано із використанням фахової термінології. Для тексту характерні наступні ознаки: цілісність змісту та завершеність.

Вважаю, що дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, передбаченим "Порядком 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 12.01.2022 р. № 44, а її автор, Редька М. О., заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Михайлу Олександровичу Редьці ступінь доктора філософії з галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради



Анатолій АЛПАТОВ