

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003242

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-10-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Редька Михайло Олександрович

2. Mykhailo O. Redka

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5803-2772

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Освітньо-наукова програма підготовки докторів філософії за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту: 05-11-2024

Спеціальність за освітою: 123 Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 6957

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження: вул. Лешко-Попеля, буд. 15, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження: вул. Лешко-Попеля, буд. 15, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.49, 55.49.31

Тема дисертації:

1. Моделі та методи машинного навчання для аналізу динаміки та керування супутників при видаленні космічного сміття іонним променем
2. Models and methods of machine learning for dynamics analysis and control of spacecraft during space debris removal using ion beam

Реферат:

1. В цей час на навколосеземних орбітах накопичилася велика кількість об'єктів, що не виконують корисних функцій та отримали назву космічного сміття. За даними вчених, подальша діяльність людини неможлива без впровадження методів активного видалення космічного сміття. Одним із запропонованих методів є метод видалення за допомогою іонного променя, який передає імпульс сили до об'єкту космічного сміття для його видалення з орбіти. Але відомо, що впровадження подібних систем видалення ускладнюється через високу вартість та терміни розробки. У той же час, розвитку набули апаратні та програмні методи машинного навчання, зокрема глибинного навчання та навчання з підкріпленням, які добре зарекомендували себе у задачах, пов'язаних з керуванням, навігацією, а також аналізом зображень. Дослідження присвячено

підвищенню ефективності ключових задач, які необхідно вирішити для застосування методу видалення космічного сміття за допомогою іонного променя, за рахунок використання сучасних моделей та методів машинного навчання. Запропоновані методи порівняно із традиційними за показниками точності та швидкодії. Для задачі визначення сили впливу іонного променя визначено, що запропоновані методи дозволяють визначити силу щонайменш у 2 рази швидше за традиційний (аналітичний) метод за допомогою центральних проекцій на допоміжну площину. Отримано рівняння обчислювальної складності нейромережових алгоритмів у порівнянні з аналітичним. Для задачі керування орієнтацією космічного апарату, застосовано методологію навчання з підкріпленням, за допомогою якого отримано закон керування, який може уточнюватись у міру взаємодії космічного апарату з середовищем. Для задачі керування відносним положенням космічного апарату, отримано закон керування із урахуванням включень двигунів, що дозволяє зменшити витрату палива двигуною установкою. Отримані методи керування за допомогою навчання з підкріпленням порівняно із традиційними.

2. At this time, a large number of objects that do not perform useful functions and are called space debris have accumulated in Earth orbits. According to scientists, further human activity is impossible without the introduction of methods of active space debris removal. One of the proposed methods is the method of removal using an ion beam, which transmits a force impulse to the space debris object to remove it from orbit. However, it is known that the implementation of such removal systems is complicated due to the high cost and development time. At the same time, hardware and software methods of machine learning, including deep learning and reinforcement learning, have been developed and have proven themselves in tasks related to control, navigation, and image analysis. The study is devoted to improving the efficiency of key tasks that need to be solved for the application of the ion beam space debris removal method using modern models and machine learning methods. The proposed methods are compared to traditional ones in terms of accuracy and speed. For the task of determining the force of the ion beam impact, it is determined that the proposed methods allow determining the force at least 2 times faster than the traditional (analytical) method using central projections on an auxiliary plane. The equations for the computational complexity of neural network algorithms in comparison with the analytical one are obtained. For the task of controlling the orientation of the spacecraft, the methodology of reinforcement learning is applied to obtain a control law, which can be improved as the spacecraft interacts with the environment. For the task of controlling the relative position of the spacecraft, a control law was obtained taking into account engine activation, which allows reducing fuel consumption by the propulsion system. The obtained reinforcement learning control methods are compared with the traditional ones.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Хорошилов С. В., Редька М. О. Глибоке навчання для навігації, наведення та керування в космосі / Хорошилов С. В., Редька М. О. // Журнал «Космічна наука і технологія». – 2021. – 27, № 6 (133). – С. 38-52 (Scopus, Web of Science).
- Редька М. О., Хорошилов С. В. Визначення силового впливу факела іонного двигуна на орбітальний об'єкт за допомогою глибинного навчання / Редька М. О., Хорошилов С. В. // Журнал Космічна наука і технологія. 2022. Т. 28. № 5 (Scopus, Web of Science)
- Редька, М.О., Хорошилов, С.В. Згорткові нейронні мережі для визначення впливу іонного променя на об'єкт космічного сміття / Редька, М.О., Хорошилов, С. В. // Science and Innovation, 2023. 19(6), 19–30

(Scopus, Web of Science)

- Редька М. О. Визначення сили впливу іонного променю на об'єкт космічного сміття по контурах його зображень з використанням глибокого навчання / М. О. Редька // Технічна механіка. – №2, с. 51 – 63. – 2023 (фахове видання категорії Б)
- Хорошилов С. В., Редька М. О. Інтелектуальне керування орієнтацією космічних апаратів із використанням навчання з підкріпленням // Журнал «Технічна механіка» № 4, 2019 р. – Дніпро (фахове видання категорії Б)
- Хорошилов С. В., Редька М. О. Relative control of an underactuated spacecraft using reinforcement learning // Журнал «Технічна механіка» № 4, 2020 р. – Дніпро (фахове видання категорії Б)

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0121U100542

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хорошилов Сергій Вікторович
2. Serhii V. Khoroshylov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7648-4791

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження: вул. Лешко-Попеля, буд. 15, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулабухов Анатолій Михайлович
2. Anatoly M. Kulabukhov

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.07.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1139-4829

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єфименко Микола Володимирович

2. Mykola V. Yefymenko

Кваліфікація: д. т. н., доцент, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7760-8610

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пироженко Олександр Володимирович

2. Aleksander V. Pirozhenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.н.с., 01.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5240-8604

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження: вул. Лешко-Попеля, буд. 15, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Храмов Дмитро Олександрович
2. Dmitro O. Khramov

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.07.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1737-7272

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження: вул. Лешко-Попеля, буд. 15, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Алпатов Анатолій Петрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Алпатов Анатолій Петрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Редька Михайло Олександрович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна