

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001191

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Медвідь Андрій Ярославович

2. Andrii Y. Medvid

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-4128-4973

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12956

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.05

Тема дисертації:

1. Методи планування шляху без колізій для надлишкового багатосуглобового шарнірного маніпулятора
2. Methods for Collision-Free Path Planning for a Redundant Multi-Joint Articulated Manipulator

Реферат:

1. Медвідь А. Я. Методи планування шляху без колізій для надлишкового багатосуглобового шарнірного маніпулятора. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки. – Національний університет «Львівська політехніка» МОН України, Львів, 2026. Зміст анотації. Дисертаційну роботу присвячено розв'язанню науково-прикладної задачі підвищення ефективності планування шляху без колізій для надлишкових багатосуглобових роботизованих маніпуляторів у тривимірних середовищах. Під ефективністю в роботі розуміється сукупність показників, серед яких основними є час планування траєкторії, частота успішного знаходження безколізійного шляху, а також довжина отриманого шляху. Актуальність дослідження зумовлена широким застосуванням роботизованих маніпуляторів у промислових і сервісних сценаріях, які характеризуються високою розмірністю конфігураційного простору, складною геометрією робочого середовища та жорсткими обмеженнями на час обчислень. У роботі показано, що для надлишкових маніпуляторів із кількістю ступенів вільності, більшою за мінімально необхідну для керування положенням і

орієнтацією робочого інструменту, класичні методи планування шляху стикаються з істотними обмеженнями, пов'язаними зі зростанням простору пошуку та високою обчислювальною вартістю перевірки колізій. Основну увагу в дисертації зосереджено на методах планування в просторі кутів суглобів із використанням вибіркового і евристичних підходів, а також на зменшенні кількості дорогих геометрично точних перевірок колізій. Розроблено метод планування шляху на основі рекурсивного введення випадково згенерованих проміжних станів, який дозволяє будувати безколізійні траєкторії без побудови глобальних графових або деревоподібних структур у багатовимірному конфігураційному просторі. Метод базується на ітеративній декомпозиції задачі планування на підзадачі меншої складності та використовує евристичну оцінку допустимості дискретизованих сегментів траєкторії. Розроблений метод орієнтований на практичне застосування в умовах обмеженого часу обчислень і не передбачає гарантій повноти чи оптимальності, що є характерним для багатьох стохастичних алгоритмів планування. У роботі удосконалено методи прискорення оптимізації траєкторій шляхом повторного використання інформації про колізії, накопиченої на етапі планування шляху. Показано, що інтеграція відомостей про раніше виявлені зіткнення в процедури перевірки сегментів траєкторії дозволяє суттєво зменшити кількість повторних перевірок на колізії зі збереженням безпечності оптимізованих траєкторій. Запропоновано евристики, що враховують кількісні характеристики колізій, зокрема глибину проникнення, для спрямування пошуку та реалізації адаптивної стратегії раннього виходу в методі рекурсивних випадкових проміжних станів. Окрему увагу приділено задачі попереднього прогнозування колізійних характеристик конфігурацій маніпулятора. Розроблено метод, заснований на використанні нейронних мереж Колмогорова–Арнольда, для прогнозування самоколізій роботизованої системи, а також метод поланкового прогнозування глибини проникнення у робочих середовищах з урахуванням локального геометричного контексту. Такі моделі розглядаються як наближені фільтри станів, що дозволяють зменшити кількість фізично точних перевірок колізій у алгоритмах планування заснованих на вибірці. У дисертації також розглянуто суміжну задачу оцінювання якості конфігурацій маніпулятора з точки зору їх придатності до подальшого керування робочим інструментом. Запропоновано задач-орієнтований показник маніпульованості, який кількісно характеризує здатність надлишкового маніпулятора підтримувати рух у наперед визначених примітивних напрямках з урахуванням кінематичних і колізійних обмежень. Ефективність розроблених методів підтверджено результатами обчислювальних експериментів у симульованих тривимірних середовищах, а також впровадженням методів у практичних робототехнічних застосуваннях. Отримані результати можуть бути використані в системах керування роботизованими маніпуляторами для підвищення швидкодії, надійності та передбачуваності планування шляху в умовах реального середовища.

2. Medvid A. Y. Methods for Collision-Free Path Planning for a Redundant Multi-Joint Articulated Manipulator. – On the rights of the manuscript. Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 122 – Computer science. – Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2026. Abstract content. The dissertation is devoted to solving the scientific and applied problem of improving the efficiency of collision-free path planning for redundant multi-joint robotic manipulators in three-dimensional environments. In this work, efficiency is understood as a set of performance indicators, the primary ones being trajectory planning time, the success rate of finding a collision-free path, and the length of the resulting path. The relevance of the study is motivated by the widespread use of robotic manipulators in industrial and service applications, which are characterized by high dimensionality of the configuration space, complex geometry of the working environment, and strict computational time constraints. The work demonstrates that for redundant manipulators with a number of degrees of freedom exceeding the minimum required to control the position and orientation of the end-effector, classical motion planning methods face significant limitations due to the growth of the search space and the high computational cost of collision checking. The dissertation focuses on joint-space planning methods based on sampling and heuristic approaches, as well as on reducing the number of expensive geometrically exact collision checks. A path planning method based on the recursive introduction of randomly generated intermediate states is developed. The method enables the construction of collision-free trajectories without building global graph or tree structures in high-dimensional configuration spaces. It relies on iterative

decomposition of the planning problem into simpler subproblems and uses heuristic evaluation of discretized trajectory segments. The developed method is oriented toward practical use under limited computational time and does not aim to provide guarantees of completeness or optimality, which is typical for many stochastic planning algorithms. A method to accelerate trajectory optimization by reusing collision information accumulated during motion planning is developed. It is shown that integrating previously detected collision data into trajectory segment evaluation procedures significantly reduces the number of repeated collision checks while maintaining safety of optimized trajectories. Heuristics based on quantitative collision characteristics, particularly penetration depth, are proposed to guide the search process and implement an adaptive early-exit strategy within the recursive random intermediate states method. Special attention is paid to the problem of preliminary prediction of collision characteristics of manipulator configurations. A learning-based method using Kolmogorov-Arnold neural networks is developed for predicting robot self-collisions, as well as a per-link penetration depth prediction method that takes into account the local geometric context of the environment. These models are considered as approximate state filters that reduce the number of physically accurate collision checks in sampling-based planning algorithms. The dissertation also addresses a related problem of evaluating the quality of manipulator configurations with respect to their suitability for subsequent end-effector control. A task-oriented manipulability index is proposed, which quantitatively characterizes the ability of a redundant manipulator to sustain motion in predefined primitive directions under kinematic and collision constraints. The effectiveness of the developed methods is confirmed by computational experiments in simulated three-dimensional environments, as well as by the implementation of methods in practical robotic applications. The obtained results can be used in robotic control systems to improve the performance, reliability, and predictability of motion planning in real-world environments.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Медвідь А. Я., Яковина В. С. Інтеграція даних про колізії для пришвидшення оптимізації траєкторії руху роботизованої руки. Науковий вісник НЛТУ України. 2024. Т. 34, № 5. С. 136–143.
<https://doi.org/10.36930/40340518>
- 2. Medvid A., Yakovyna V. Redundant robotic arm path planning using recursive random intermediate state algorithm. Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2025. № 3 (74). С. 173–181.
<https://doi.org/10.15588/1607-3274-2025-3-16>
- 3. Medvid A., Yakovyna V. Per-link collision depth prediction for redundant manipulators in operational environments. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2025. № 4. С. 112–126.
<https://doi.org/10.32620/reks.2025.4.08>
- 4. Medvid A., Yakovyna V. Estimation of task-specific manipulability scores for a robotic manipulator in vacuuming scenarios. Вісник сучасних інформаційних технологій. 2025. Vol. 8, № 4. Р. 434–446.
<https://doi.org/10.15276/hait.08.2025.27>

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U109527

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яковина Віталій Степанович

2. Vitaliy S. Yakovyna

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0133-8591

Додаткова інформація: 6602569305

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савенко Олег Станіславович

2. Oleh S. Savenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4104-745X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фесенко Герман Вікторович

2. Herman V. Fesenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4084-2101

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190123735>;

<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=9zZ8AzYAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кочан Роман Володимирович

2. Roman V. Kochan

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1254-1982

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гентош Леся Ігорівна

2. Lesia I. Hentosh

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4957-1512

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Медиковський Микола Олександрович

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

Медиковський Микола Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Віктор Михайлович Хавалко

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна