

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003721

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Самойленко Олег Андрійович

2. Oleh Samoilenko

Кваліфікація: 113

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4466-4004

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Математичні проблеми механіки та обчислювальна математика

Дата захисту: 15-09-2026

Спеціальність за освітою: 113 Прикладна математика

Місце роботи здобувача: Інститут математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16562

Повне найменування юридичної особи: Інститут математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, 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 математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Англійська

Коди тематичних рубрик: 27.41.23, 27.47.15, 28.23.15

Тема дисертації:

1. Прикладні математичні задачі візуальної локалізації об'єктів за умови обмежених ресурсів
2. Applied mathematical problems of visual objects localization under resource constraints

Реферат/анотація:

1. У дисертації розв'язано прикладну математичну задачу на перетині комп'ютерного зору, обробки зображень та робототехніки: візуальну локалізацію мобільної платформи в середовищах, де сигнал глобальної системи позиціонування (GPS) є ослабленим або недоступним, за умови явних обмежень ресурсів бортової вбудованої апаратної платформи. Практичний контекст задачі формують дві лінії досліджень, що розвивалися здебільшого незалежно. Перша, з боку зору, полягає у виявленні та геометричній перевірці візуальних відповідностей; друга, з боку оцінювання стану, полягає у рекурсивному злитті зашумлених вимірювань сенсорів. У дисертації їх розглянуто як єдину задачу рекурсивного оцінювання стану мобільної платформи на площині, у яку якість візуального зіставлення входить як сигнал адаптації, що масштабує коваріацію вимірювання. Виявлення ознак, зіставлення та оцінювання стану мають виконуватися лише на центральному процесорі, тому точність кожного методу оцінюється відносно його обчислювальної вартості, а не ізольовано. Мета дисертації: розробити методику злиття сенсорів для локалізації мобільного робота на площині, яка поєднує колісну одометрію та GPS, розширити її візуальним спостереженням положення,

отриманим із зіставлення супутникових знімків, коваріація вимірювання якого масштабується сигналом якості зіставлення на етапі геометричної перевірки, та підкріпити це порівняльним дослідженням класичних і вивчених дескрипторів локальних ознак за умови обмежених ресурсів. Об'єкт дослідження: задача оцінювання стану мобільного робота на площині з сенсорами колісної одометрії та GPS разом із конвеєром зіставлення зображень за локальними ознаками, який постачає візуальне спостереження положення. Предмет дослідження: рівняння прогнозу та корекції фільтра Калмана для злиття колісної одометрії та GPS на платформі з диференціальним приводом; додавання візуального спостереження положення з адаптивною коваріацією вимірювання, керованою якістю зіставлення зображень; математичні моделі конвеєра зіставлення, що продукує візуальне спостереження, а саме класичних дескрипторів SIFT і ORB, нейромережевого детектора-дескриптора SuperPoint на основі згорткової нейронної мережі та геометричної перевірки RANSAC (методу консенсусу випадкової вибірки). Наукова новизна дисертації полягає в такому. Вперше розроблено та експериментально підтверджено на еталонних даних у симуляції методику злиття сенсорів, що поєднує колісну одометрію та GPS для мобільного робота на площині. Вперше запропоновано та чисельно оцінено для всіх трьох дескрипторів єдиний показник якості зіставлення пари зображень, а саме коефіцієнт валідних відповідностей (Inlier Ratio): частку зіставлень дескрипторів, які проходять геометричну перевірку; цей показник слугує незалежною від дескриптора величиною, яка пов'язує бік зору з боком оцінювання стану. Класичні дескриптори SIFT і ORB та вивчений дескриптор SuperPoint уперше оцінено на єдиному наборі супутникових знімків за одного конвеєра геометричної перевірки та запропонованого показника якості зіставлення, спільно за точністю та часом виконання на обладнанні лише з центральним процесором; зіставлення знімків безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з геоприв'язаними опорними знімками набуло подальшого розвитку. Вперше коваріацію вимірювання візуального спостереження в кроці корекції фільтра Калмана зроблено явною функцією запропонованого показника якості зіставлення, так що ненадійним спостереженням м'яко зменшують ваговий коефіцієнт, а не відсікають їх порогом чи призначають фіксовану коваріацію; адаптивна фільтрація Калмана параметрів руху набула подальшого розвитку. Практичне значення одержаних результатів визначається їх безпосередньою застосовністю до бортової локалізації. Порівняльне дослідження дескрипторів дає кількісну основу для вибору методів виявлення ознак для вбудованих апаратних платформ; злиття колісної одометрії та GPS, розширене візуальним спостереженням, може бути використане для мобільних роботів і безпілотних літальних апаратів, що працюють у середовищах без GPS; адаптивна схема коваріації, керована показником якості зіставлення, може бути використана, з відповідними коригуваннями, в інших задачах злиття сенсорів з корекцією за зображенням.

2. The thesis addresses an applied mathematics problem at the intersection of computer vision, image processing, and robotics: the visual localization of a mobile platform in environments where the Global Positioning System (GPS) is degraded or unavailable, under the explicit resource constraints of onboard embedded hardware. Two research lines shape the practical setting: the extraction and geometric verification of visual correspondences on the vision side, and the recursive fusion of noisy sensor measurements on the state estimation side; the two have evolved largely independently. The thesis treats them as a single problem of recursive state estimation for a planar mobile platform, into which the quality of the visual matching enters as an adaptation signal that scales the measurement covariance. Feature detection, matching, and state estimation are required to run on CPU-only platforms, so the accuracy of every method is quantified against its computational cost rather than in isolation. The objective of the thesis is to develop a sensor fusion framework for the localization of a planar mobile robot that combines wheel odometry and GPS, to extend it with a visual position observation derived from satellite image matching whose measurement covariance is scaled by the matching quality signal of the geometric verification stage, and to support this with a comparative study of classical and learned local feature descriptors under explicit resource constraints. The research object is the planar mobile robot state estimation problem with wheel odometry and GPS sensors, together with the local feature image matching pipeline that supplies the visual position observation. The research subject comprises the Kalman filter prediction and update equations for the fusion of wheel odometry and GPS on a differential-drive platform; the addition of a visual position observation

with an adaptive measurement covariance driven by the image matching quality; and the mathematical models of the matching pipeline that produces the visual observation, namely the SIFT and ORB classical descriptors, the SuperPoint detector-descriptor based on a convolutional neural network, and RANSAC (random sample consensus) geometric verification. The scientific novelty of the thesis as follows. First, a sensor fusion framework combining wheel odometry and GPS for a planar mobile robot was developed and experimentally validated against ground truth in simulation. Second, a single matching quality metric for an image pair, the Inlier Ratio (the fraction of descriptor matches that survive geometric verification), was proposed and numerically evaluated across all three descriptors, and serves as the descriptor-agnostic quantity that couples the vision side to the state estimation side. Third, the classical SIFT and ORB descriptors and the learned SuperPoint descriptor were, for the first time, evaluated on a single satellite imagery dataset under one geometric verification pipeline and the proposed Inlier Ratio metric, jointly for accuracy and runtime on CPU-only hardware; the matching of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery against georeferenced reference imagery has been advanced. Fourth, for the first time the measurement covariance of the visual observation in the Kalman update was made an explicit function of the proposed Inlier Ratio metric, so that unreliable observations are softly down-weighted rather than gated or assigned a fixed covariance; the adaptive Kalman filtering of motion parameters has been further developed. The practical significance of the obtained results is determined by their direct applicability to onboard localization. The comparative descriptor study provides a quantitative basis for selecting feature-extraction methods for embedded platforms; the fusion of wheel odometry and GPS, extended by the visual observation, can be used for mobile robots and unmanned aerial vehicles operating in GPS-denied environments; and the adaptive covariance scheme, driven by the matching quality metric, can be used, with appropriate adjustments, in other vision-aided sensor fusion settings.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Samoilenko O. Mathematical problems of feature matching for visionguided vehicles with limited resources. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics and Mathematics. 2025;81(2):138–41. 10.17721/1812-5409.2025/2.21 (Scopus Q4, SJR Q4, фаховий журнал категорії A).
- Samoilenko O. Studying sensor fusion for mobile robot localization. Neliniini Kolyvannya. 2025;28(4):528–41. 10.3842/nosc.v28i4.1545 (фаховий журнал категорії A).
- Samoilenko O. Mathematical analysis of image matching techniques. Proceedings of the Institute of Applied Mathematics and Mechanics NAS of Ukraine. 2025;39(1):90–105. 10.37069/1683-4720-2025-39-8 (фаховий журнал категорії B).
- Samoilenko O. Neuromorphic computing: is it worth it? International Conference of Young Mathematicians. Kyiv, Ukraine, 2023. <https://www.imath.kiev.ua/~young/youngconf2023/Abstracts 2023/AMC M/Samoilenko.pdf>
- Samoilenko O. Mathematical problems of feature matching for visionguided mechanical system with limited resources. VIII International Scientific Conference "Modern Problems of Mechanics". Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv, Ukraine, 2025:54. http://tamd.univ.kiev.ua/wpcontent/uploads/2025/08/ABSTRACTS_MPM_2025.pdf

- Samoilenko O. Sensor fusion for mobile robot localization via Kalman filtering. International Conference of Young Mathematicians. Kyiv, Ukraine, 2026.

<https://www.imath.kiev.ua/~young/youngconf2026/abstracts/Samoilenko.pdf>

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

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0121U100317 0120U104004 0123U100853 0125U000299

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тимоха Олександр Миколайович

2. Oleksandr M. Tymokha

Кваліфікація: д. ф.-м. н., академік НАН України, 01.01.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6750-4727

Додаткова інформація:

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/1874978>; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603557851>; <https://scholar.google.no/citations?user=HimAPTAAAAJ&hl=no&oi=ao>

Повне найменування юридичної особи: Інститут математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, 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. Приставка Пилип Олександрович

2. Pylyp O. Prystavka

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0360-2459

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний авіаційний університет

Код за ЄДРПОУ: 01132330

Місцезнаходження: проспект Любомира Гузара, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ніколаєвська Олена Анатоліївна

2. Olena A. Nikolaievska

Кваліфікація: к. ф.-м. н., пров.н.с., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5145-0189

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03187, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ситник Дмитро Олексійович

2. Dmytro O. Sytnyk

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.01.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3065-4921

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мазко Олексій Григорович

2. Oleksii H. Mazko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, чл-кор.НАН України, 01.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8609-7736

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут математики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417207

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Василик Віталій Богданович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Василик Віталій Богданович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Локазюк Олександра Вікторівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна