

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
(тип кваліфікаційної роботи)

_____магістра

(освітній ступінь)

на тему «Виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного
навчання»

XAI.302.367.23O.122.83132 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 367
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

_____Черкашин В.С.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: _____доц. каф. 302, к.т.н.

_____Слізева А.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: _____Чалий С.Ф.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2023

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів
 Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
 (код та найменування)
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ФЕДОРОВИЧ

(підпис) (ім'я та прізвище)
 «07» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Черкашину Віталію Сергійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання

керівник кваліфікаційної роботи Єлізева А.В., к.т.н., доц. каф. 302,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 1968-уч. від «06» листопада 2023 року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 10.01.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) датасет із зображеннями для навчання моделі, детектор YOLOv7, Raspberry Pi 4

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) аналіз проблем та особливостей виявлення об'єктів за допомогою методів комп'ютерного зору; аналіз проблем та підходів до виявлення дефектів дорожнього покриття; проектування інтелектуальної системи виявлення вибоїн на дорогах; побудова та навчання моделі виявлення вибоїн на дорогах на основі детектора YOLO; проведення експериментів з виявлення вибоїн на дорогах

5. Перелік графічного матеріалу задачі виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів комп'ютерного зору; ціль та задачі дослідження; огляд підходів до автоматизації виявлення вибоїн на дорогах; опис дефектів

дорожнього покриття; детектор об'єктів у реальному часі YOLO; YOLO еволюція; YOLOv7: ефективність; концепція та архітектура пропонуваного рішення; проектування системи; набір даних; навчання та оцінка; результати передбачення; перевірка роботи в режимі реального часу для відео потоку з камери

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з основної частини	Єлізева А. В. доц. каф. 302		
з спеціального розділу	Єлізева А. В. доц. каф. 302		
з економіки та управління	Малєєва Ю. А. доц. каф. 302		

Нормоконтроль _____ Олександр ПРОХОРОВ «___» _____ 20__ р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

7. Дата видачі завдання «_06_» _вересня_ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ	06.09 – 20.09	
2	ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН НА ДОРОЗІ	21.09 – 28.09	
3	РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН НА ДОРОЗІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	29.09 – 20.11	
4	ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН	21.11 – 20.12	
6	Економічні розрахунки	20.12 – 25.12	

Студент _____ Віталій ЧЕРКАШИН
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Аліна ЄЛІЗЄВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання – Черкашин Віталій, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 74, кількість таблиць 16, кількість рисунків 28, кількість джерел літератури 15.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: дефекти дорожнього покриття, вибоїни, машинне навчання, детектор, виявлення об'єктів.

ЦІЛЬ: автоматизація виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання в режимі реального часу.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процеси виявлення об'єктів в режимі реального часу.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи, моделі та засоби комп'ютерного зору для виявлення вибоїн на дорогах у режимі реального часу.

ЗАДАЧІ: аналіз проблем та особливостей виявлення об'єктів за допомогою методів комп'ютерного зору; аналіз проблем та підходів до виявлення дефектів дорожнього покриття; проектування інтелектуальної системи виявлення вибоїн на дорогах; побудова та навчання моделі виявлення вибоїн на дорогах на основі детектора YOLO; проведення експериментів з виявлення вибоїн на дорогах.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи машинного навчання; методи комп'ютерного зору.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення для виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання.

UDC 004.8

ABSTRACT

Detection of potholes on roads using machine learning methods – Vitalii Cherkashyn, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 74, amount of tables 16, amount of figures 28, amount of literature’s sources 15.

KEYWORDS: road surface defects, potholes, machine learning, detector, object detection.

PURPOSE OF RESEARCH: automating the detection of potholes on roads using machine learning methods in real time.

OBJECT OF RESEARCH: object detection processes in real time.

SUBJECT OF RESEARCH: methods, models and means of computer vision for detecting potholes on roads in real time.

TASKS: analysis of problems and features of object detection using computer vision methods; analysis of problems and approaches to identifying road surface defects; designing an intelligent system for detecting potholes on roads; construction and training of a road pothole detection model based on the YOLO detector; conducting experiments to detect potholes on roads.

METHODS OF RESEARCH: machine learning methods; methods of computer vision.

RESULTS: developed software for detecting potholes on roads using machine learning methods.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ	9
1.1 Задачі виявлення вибоїн на дорогах.....	9
1.2 Аналіз підходів до виявлення вибоїн на дорогах	10
1.3 Опис дефектів дорожнього покриття	16
1.4 Опис детектору об'єктів у реальному часі YOLOv7	17
Висновки за розділом.....	25
2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН НА ДОРОЗІ.....	26
2.1 Концепція та архітектура пропонованого рішення	26
2.2 Вимоги до системи	26
2.3 Проектування системи.....	29
Висновки за розділом.....	31
3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН НА ДОРОЗІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	32
3.1 Опис датасету	32
3.2 Побудова моделі машинного навчання для виявлення вибоїн: початкові налаштування	33
3.2.1 Завантаження набору даних.....	34
3.2.2 Клонування репозиторію YOLOv7	35
3.2.2 Створення файлу YAML Dataset	35
3.3 Навчання крихтної моделі YOLOv7 з фіксованою роздільною здатністю..	36
3.4 Навчання моделі YOLOv7 з кількома роздільними здатностями.....	40
3.5 Навчання з фіксованою роздільною здатністю YOLOv7	41
3.6 Навчання YOLOv7 з кількома роздільними здатностями	45
Висновки за розділом.....	47
4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ВИЯВЛЕННЯ ВИБОЇН.....	48
4.1 Виявлення з використанням моделей YOLOv7-Tiny.....	48
4.2 Виявлення з використанням моделей YOLOv7	49
4.3 Експерименти з кількістю епох навчання	50
4.4 Експерименти з швидкодією	52
Висновки за розділом.....	52
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	53
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	67

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

У контексті автомобільного транспорту виявлення нерівностей дорожнього покриття, зокрема вибоїн, має першочергове значення через їх вплив на комфорт водіння, витрати на транспортування та можливі аварії. Виробники автотранспортних засобів вже декілька років працюють над створенням та удосконаленням систем, що включають низку сенсорів, які виявляють вибоїни на дорозі, коли автомобіль проїжджає їх. Отримані дані можуть транслюватися як комунальним службам (для усунення виявлених проблем дорожнього покриття), так і іншим учасникам дорожнього руху. Деякі виробники зазначають, що розроблені технології також дозволять виявляти пошкоджені кришки зливних стоків та кришки каналізаційних люків. В результаті застосування цієї технології є можливість знизити збитки, завдані транспортним засобам.

З розвитком методів комп'ютерного зору на базі машинного навчання та досягненнями останніх років з'являється можливість для виявлення вибоїн на дорозі використовувати саме ці методи в режимі реального часу. Тому тема роботи, що присвячено розробці системи виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання є актуальною. Важливість цієї задачі підкреслюється станом доріг, що пошкоджені в результаті військової агресії.

Мета дослідження – автоматизація виявлення вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання в режимі реального часу.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- аналіз проблем та особливостей виявлення об'єктів за допомогою методів комп'ютерного зору;
- аналіз проблем та підходів до виявлення дефектів дорожнього покриття;
- проектування інтелектуальної системи виявлення вибоїн на дорогах;
- побудова та навчання моделі виявлення вибоїн на дорогах на основі детектора YOLO;
- проведення експериментів з виявлення вибоїн на дорогах.

Об'єкт дослідження – процеси виявлення об'єктів в режимі реального часу.

Предмет дослідження – методи, моделі та засоби комп'ютерного зору для виявлення вибоїн на дорогах у режимі реального часу.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення виявлення та відстеження вибоїн на дорогах з використанням методів машинного навчання.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 74 сторінки, в тому числі: 28 рисунків; 16 таблиць; 1 додаток на 8 сторінках; перелік посилань з 15 найменувань на 2 сторінках.