

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 «Розробка системи пошуку та розпізнавання військової техніки у відеопотоці з дрону»

XAI.302.367.22O.122. 9652059 ПЗ

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

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

_____Козар О.Я.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: _____проф. каф. 302, д.т.н.

_____Прохоров О.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: _____Литвинов А.Л.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2022

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)
 «01» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

- Козар Олександр Ярославович
 (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка системи пошуку та розпізнавання військової техніки у відеопотоці з дрону
 керівник кваліфікаційної роботи Прохоров О.В., д.т.н., проф. каф. 302,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом Університету № 1602-уч. від « 17 » листопада 20 22 року
2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 15.12.2022
3. Вихідні дані до проекту (роботи) набір даних для виявлення та розпізнавання рухомих і стаціонарних цілей (MSTAR), фреймворк TensorFlow, мова Python
4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) аналіз задач та особливостей виявлення військової техніки на аерофотознімках; попередня обробка даних та налаштування моделі; розробка моделі класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки; програмна реалізація моделей, проведення експериментальних досліджень та порівняння результатів

5. Перелік графічного матеріалу використання супутників та аерофотознімків для ідентифікації військових об'єктів; ціль та задачі дослідження; набір даних для навчання нейромережі; тестування нейромережі; метрики оцінювання; проста модель багатшарового перцептрона; Convolutional Neural Network (CNN); VGG-19 архітектура; удосконалення моделі. Data augmentation; власна архітектура; висновки; майбутня робота необхідна у наступних напрямках

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

Нормоконтроль _____ Олександр ПРОХОРОВ « ____ » _____ 20 ____ р.
(підпис) (імя та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 06 » вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ЗНІМКАХ СУПУТНИКІВ ТА БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	06.09 – 20.09	
2	РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ, ОГЛЯД НАБОРУ ДАНИХ ТА ВІБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ	21.09 – 28.09	
3	ПОПЕРЕДНІ НАЛАШТУВАННЯ МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА АЕРОФОТОЗНІМКАХ	29.09 – 20.10	
4	РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА АЕРОФОТОЗНІМКАХ	21.10 – 28.10	
5	Проведення експериментальних досліджень	29.10 – 20.11	
6	Економічні розрахунки	20.11 – 25.11	

Студент

_____ Олександр КОЗАР
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Олександр ПРОХОРОВ
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Розробка системи пошуку та розпізнавання військової техніки у відеопотоці з дрону – Козар Олександр, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 72, кількість таблиць 8, кількість рисунків 24, кількість джерел літератури 17.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: аерофотознімки, супутникові знімки, розпізнавання військової техніки, машинне навчання, нейромережі.

ЦІЛЬ: побудувати модель класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процеси обробки зображень супутникової та аерофотозйомки.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи та засоби класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки.

ЗАДАЧІ: провести аналіз задачі та особливості виявлення військової техніки на аерофотознімках; провести попередню обробку даних та налаштування моделі; розробити моделі класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки; здійснити програмну реалізацію моделей, провести експериментальні дослідження та порівняти результати.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: мова, фреймворки TensorFlow, Keras.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення машинного навчання для виявлення та розпізнавання військової техніки за заданим зображенням чи відеокадром, що отримано супутниковою або аерофотозйомкою.

UDC 004.8

ABSTRACT

Development of the system to search and recognize military equipment in a video stream from a drone – Oleksandr Kozar, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 72, amount of tables 10, amount of figures 24, amount of literature’s sources 17.

KEYWORDS: aerial photographs, satellite images, recognition of military equipment, machine learning, neural networks.

PURPOSE OF RESEARCH: build a classification model of satellite and aerial images for the search and recognition of military equipment.

OBJECT OF RESEARCH: image processing processes of satellite and aerial photography.

SUBJECT OF RESEARCH: methods and means of classification of satellite and aerial images for the search and recognition of military equipment.

TASKS: analyze the task and features of military equipment detection on aerial photographs; carry out data pre-processing and model settings; to develop classification models of satellite and aerial images for the search and recognition of military equipment; implement software implementation of models, conduct experimental studies and compare results.

METHODS OF RESEARCH: Python language, TensorFlow and Keras frameworks.

RESULTS: developed machine learning software for detecting and recognizing military equipment based on a given image or video frame obtained by satellite or aerial photography.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ЗНІМКАХ СУПУТНИКІВ ТА БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	9
1.1 Задачі та особливості виявлення транспортних засобів на аерофотознімках	9
1.1 Задачі та особливості виявлення військової техніки на аерофотознімках ...	11
1.3 Застосування нейронних мереж для задач розпізнавання об'єктів	13
Висновки за розділом.....	14
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ, ОГЛЯД НАБОРУ ДАНИХ ТА ВІБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ.....	15
2.1 Структура системи	15
2.2 Короткий огляд екосистеми TensorFlow	16
2.3 Набір даних для навчання нейромережі.....	19
3 ПОПЕРЕДНІ НАЛАШТУВАННЯ МОДЕЛІ ВІЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА АЕРОФОТОЗНІМКАХ.....	23
3.1 Згорткові нейронні мережі	23
3.2 Метрики оцінювання	27
3.3 Попередні налаштування.....	28
3.4 Попередня обробка даних	29
3.5 Визначення показників та функції оцінювання.....	32
4 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВІЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА АЕРОФОТОЗНІМКАХ	34
4.1 Проста модель багатошарового персептрона	35
4.2 Згорткова нейронна мережа	37
4.3 Удосконалення моделі.....	42
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	51
5.1 Мета розділу	51
5.2 Визначення тривалості і розрахунок собівартості розробки програмного продукту (перший варіант)	51
5.3 Визначення тривалості і розрахунок собівартості розробки програмного продукту (другий варіант).....	57
Висновки за розділом.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	64

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

За час російського вторгнення в Україну було висвітлено багато використання супутникових зображень та зображень з безпілотників журналістами, правозахисними організаціями та аналітиками розвідки з відкритих джерел. Зображення високої роздільної здатності створюються операторами приватних і державних супутників майже в режимі реального часу, і інформація використовується для відстеження переміщень військ, перевірки атак у недоступних районах, оцінки пошкоджень інфраструктури та документування можливих військових злочинів.

Оскільки супутникові та аерофото зображення стали дуже важливими в сучасних конфліктах, ми хочемо дослідити можливість використання моделей глибокого навчання для ідентифікації та точної класифікації різних типів військових транспортних засобів, які можуть бути знайдені на полі бою. Дедалі більше використання зображень супутникової та аерофотозйомки для відстеження конфліктів призвело до відповідного збільшення величезного обсягу створюваних зображень, і завдяки цьому рішення, розроблене для автоматичної ідентифікації різних транспортних засобів, може допомогти швидше аналізувати ті, що містять предмети інтересу.

Мета дослідження – побудувати модель класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки.

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

1. Провести аналіз задачі та особливості виявлення військової техніки на аерофотознімках.
2. Провести попередню обробку даних та налаштування моделі.
3. Розробити моделі класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки.
4. Здійснити програмну реалізацію моделей, провести експериментальні дослідження та порівняти результати.

Об'єкт дослідження – процеси обробки зображень супутникової та аерофотозйомки.

Предмет дослідження – методи та засоби класифікації супутникових та аерофото зображень для пошуку та розпізнавання військової техніки.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення машинного навчання для виявлення та розпізнавання військової техніки за заданим зображенням чи відеокадром, що отримано супутниковою або аерофотозйомкою.

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 72 сторінок, в тому числі: 24 рисунка; 8 таблиць; 1 додаток на 9 сторінках; перелік посилань з 17 найменувань на 2 сторінках.