МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра інформаційних технологій проектування

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра

на тему

«Моделювання поведінки групи дронів»

ХАІ.105.166.24В.122.1801102 ПЗ

Виконав: здобувач ІІ маг. курсу, групи 166
Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма: «Інформаційні технології проектування»

Олександра КРАВЦОВА
(прізвище та ініціали студента)

Керівник Дмитро КРИЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Рецензент Леонід РЕБЕЗЮК
(прізвище та ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра 105 «Інформаційних технологій проектування»

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ **Андрій БИКОВ**

__.0_.202_ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кравцова Олександра Олександрівна

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Моделювання поведінки групи дронів

керівник кваліфікаційної роботи канд. техн. наук, доцент, Крицький Дмитро Миколайович

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

затверджені наказом Університету від «__»_____ року № _____

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи_____

3. Вихідні дані до роботи Файли анімації поведінки групи дронів, скрипт моделювання поведінки групи дронів

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) провести аналіз актуальності обраної теми, визначити головні поняття (мета, предмет тощо), проаналізувати прототипи системи, визначити задачі роботи, провести деталізації головної задачі, описати алгоритми рішення підзадач, розробити програмне забезпечення, провести тестування, зробити висновки на основі отриманих результатів та передбачити подальший розвиток додатку

5. Перелік графічного матеріалу тема, ПІБ; об’єкт, предмет, мета; актуальність роботи; предметна область; аналіз прототипів; деталізація завдання автоматизації; основні алгоритми розв’язання задачі; архітектура програмного забезпечення; структура інтерфейсу; тестування та отримані результати.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основний	канд. техн. наук, доцент, Крицький Дмитро Миколайович		

Нормоконтроль _____ Олександр КАРАТАНОВ «____» __.20__ р.
(підпис) (ім’я та прізвище)

Перевірка на антіплагіат _____% _____ Ольга КРИЦЬКА «____» __.20__ р.
(відсоток) (підпис) (ім’я та прізвище)

7. Дата видачі завдання __.__.202_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Утвердження теми кваліфікаційної роботи	23.10.23 – 24.10.23	Виконала
2	Визначення основних задач роботи, аналіз прототипів системи	25.10.23 – 01.11.23	Виконала
3	Визначення інструментального середовища, технічної платформи	02.11.23 – 07.11.23	Виконала
4	Створення анімації поведінки групи	08.11.23 – 18.11.23	Виконала
5	Тестування анімації	19.11.23 – 22.11.23	Виконала
6	Оформлення пояснювальної записки, презентаційних матеріалів	23.11.23 – 04.01.2024	Виконала
7	Представлення на рецензування	05.01.24 – 11.01.24	Виконала
8	Захист кваліфікаційної роботи	17.01.24	Виконала

Здобувач _____ Олександра КРАВЦОВА
(підпис) (ім’я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Дмитро КРИЦЬКИЙ
(підпис) (ім’я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1 ПЕРЕДПРОЕКТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ 9
1.1 Опис предметної області, що підлягає автоматизації 9
1.2 Аналіз прототипів системи 12
1.3 Обґрунтування вибору інструментального середовища для розробки програмного забезпечення 16
1.4 Обґрунтування вибору технічної платформи, що розробляється 17
1.5 Задачі дипломного проєкту 18
2 ДЕТАЛІЗАЦІЯ ЗАВДАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 20
2.1 Формулювання загальної задачі інформаційної системи 20
2.2 Призначення операндно-результатної множини 21
2.3 Деталізація задачі 22
2.4 Контроль коректності аналізу комплексу першого рівня 23
2.5 Деталізація підзадачі «Створення анімації поведінки групи дронів» 24
2.5.1 Налаштування сцени з використанням примітивних об’єктів 25
2.5.2 Заміна примітивних об’єктів 3D моделями дрона 25
2.5.3 Редагування скрипту анімації поведінки групи дронів 26
2.5.4 Тестування анімації поведінки групи дронів 27
2.5.5 Конвертація анімації 28
2.5.6 Контроль коректності деталізації підзадачі «Створення анімації поведінки групи дронів» 28
2.6 Деталізація підзадачі «Запуск змодельованої поведінки групи дронів за допомогою серверу» 29
2.6.1 Підключення дронів до серверу 30
2.6.2 Відправка файлів анімації на дрони 31
2.6.3 Запуск змодельованої поведінки групи дронів 32

2.6.4 Контроль коректності деталізації підзадачі «Запуск змодельованої поведінки дронів за допомогою серверу» 33
3 АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ 34
4 КОНСТРУЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 41
4.1 Архітектура програмного забезпечення 41
4.2 Інтерфейс користувача 53
5 ТЕСТУВАННЯ І ДОСЛІДНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМИ 77
ВИСНОВКИ 86
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 89

ВСТУП

В сучасному світі відбувається стрімкий розвиток технологій, які впливають на різні аспекти нашого життя. Наразі безпілотні літальні апарати (або іншими словами дрони) є однією з найперспективніших галузей в області роботизації та автономних технологій. Безпілотники (БПЛА) – літальні апарати без екіпажу на борту, володіють різним ступенем автономності – від керованих дистанційно до повністю автоматичних, а також відрізняються за конструкцією, призначенням і безліччю інших параметрів [1].

Управління БПЛА може здійснюватися епізодичною подачею команд або безперервно. В останньому випадку БПЛА називають дистанційно-пілотованим літальним апаратом (ДПЛА). Дрони можуть діяти як індивідуально, так і в групах.

Існують такі поняття як «рій дронів» [2] та «група дронів», що використовуються для опису сукупностей безпілотних літальних апаратів, але мають трохи різну семантику і вживаються в різних контекстах. Різниця полягає у ступені координації та синхронності між дронами. Рій дронів зазвичай передбачає високу ступінь синхронності та подібність до поведінки рою тварин, тоді як група дронів може бути більш різноманітною і функціональною, де кожен дрон може мати свою роль та завдання, і вони можуть взаємодіяти на різних рівнях [3].

Дрони в рої можуть бути програмовані для ефективної координації своїх рухів та взаємодії для досягнення спільної мети. Це може включати синхронізацію маршрутів, розподіл завдань і взаємодопомогу в разі втрати дронами зв'язку чи несправностей.

Рій дронів може використовуватися для виконання різноманітних завдань, таких як зйомка з повітря, надання реального часу інформації, пошук та рятування, моніторинг довкілля, агрокультури, транспортування вантажів і багато іншого [4].

Рій дронів потребує ефективної системи управління, яка може координувати всі аспекти їх роботи. Це може включати в себе алгоритми для прийняття рішень, управління трафіком, уникнення зіткнень та взаємодії з іншими системами. Рій може бути легко масштабованим, додаванням або вилученням дронів залежно від потреби, що дозволяє швидко адаптувати систему до різних завдань.

Дрони в групі можуть бути програмовані або управлятися так, щоб їхні рухи та дії були узгодженими і синхронізованими. Це може бути важливим для уникнення конфліктів та максимізації ефективності. Кожен дрон в групі може мати свої унікальні можливості або спеціалізовані функції, що дозволяє групі в цілому виконувати більше завдань, ніж окремі дрони. Група дронів може охоплювати велику площу одночасно, що робить їх ефективними для використання в сценаріях, де потрібно збільшити зону покриття.

Але у будь-якому випадку мета і рою, і групи – це виконувати різноманітні завдання, починаючи від моніторингу кліматичних змін до надання медичної допомоги в ускладнених обставинах, від аерофотозйомки та доставки вантажів до моніторингу довкілля, і навіть використання у військових операціях [5]. Іноді ефективніше використати команду скоординованих БПЛА, бо вони можуть швидше охопити задану ділянку або одночасно робити фотографії з різних кутів.

Актуальність обраної теми полягає у тому, що за останні декілька років дрони стали вже звичайною складовою нашого повсякденного життя, і тенденція на використання дронів та їх груп зростає. Моделювання поведінки групи дронів – це процес створення математичних або обчислювальних моделей, які описують та передбачають спосіб, яким група дронів взаємодіє та функціонує під час виконання завдань або місій. Це дозволяє аналізувати та оптимізувати роботу груп дронів в різних умовах та сценаріях без фактичного використання реальних дронів, дозволяє вирішувати завдання визначення оптимальних маршрутів та забезпечення безпеки польотів, допомагає розробляти стратегії та тактики використання. Наразі використання дронів вже надає можливість дістатися до

недоступних раніше областей для наукових досліджень, і з розвитком цієї галузі зростають і потреби у поглибленому вивченні поведінки БПЛА.

До переваг саме моделювання поведінки групи дронів можна віднести, те, що моделювання може допомогти визначити оптимальні маршрути для групи дронів, щоб мінімізувати час та витрати енергії, аналіз під час моделювання може включати врахування перешкод, зон обслуговування, швидкості вітру та інших факторів, що впливають на рух дронів. Також моделювання дозволяє висвітлити ефективні стратегії координації між дронами, дослідження різних алгоритмів управління може призвести до удосконалення системи для досягнення кращої взаємодії та виконання завдань, розробка ефективних алгоритмів уникнення може сприяти зменшенню ризику подій, таких як зіткнення чи перешкоджання один одному.

Під час моделювання є можливість випробовувати та оптимізувати алгоритми управління без необхідності фізичного тестування, спрощується процес навчання моделей за допомогою штучного інтелекту, з’являється можливість визначити, які параметри (наприклад, швидкість, висота, розмір групи) впливають на продуктивність групи дронів.

Об’єктом дипломного проєкту виступає процес моделювання поведінки групи дронів.

Предметом дипломного проєкту є анімація поведінки групи.

Мета дипломного проєкту – змоделювати поведінку групи дронів.