

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Литвиненко О.Є.

«___» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
(ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
"БАКАЛАВР"

Тема: Програмна модель мультиагентної системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА

Виконавець: _____ Архипов В. І.

Керівник: _____ Кучеров Д.П.

Нормоконтролер: _____ Тупота Є.В.

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціалізація 6.050102 "Системне програмування"
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Литвиненко О. Є.

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Архипова Вячеслава Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема проекту (роботи): Програмна модель мультиагентної системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА
затверджена наказом ректора від "04" лютого 2021 року №135/ст.

2. Термін виконання проекту (роботи): з 17.05.2021 до 20.06.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи): інформація про мультиагентні системи, інформація про супроводження цілей, мова програмування високого рівня, Microsoft Word.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

1) доцільність моніторингу земної поверхні;

2) мультиагентні системи та їх можливості;

3) проектування програмної моделі;

4) розроблення програмної моделі.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

1) діаграма діяльності;

2) діаграма взаємодії додатку;

3) екранна форма інтерфейсу;

4) приклад тест-кейсу.

6. Календарний план

№ п/п	Етапи виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів	Примітка
1	Ознайомлення з постановкою задачі на дипломний проект	17.05.2021- 18.05.2021	
2	вивчення спеціальної літератури і технічної документації	18.05.2021- 19.05.2021	
3	Аналіз основних завдань та цілей проектування	20.05.2021- 21.05.2021	
4	Підготування розділу 1.	21.05.2021- 22.05.2021	
5	Проаналізувати сучасні методи і алгоритми реалізації програмних засобів	22.05.2021- 23.05.2021	
6	Підготувати розділ 2.	24.05.2021- 25.05.2021	
7	Аналіз методів стеження за радіолокаційними цілями	25.05.2021- 26.05.2021	
8	Підготувати розділ 3	27.05.2021- 28.05.2021	
7	Провести моделювання програмного модулю, оцінити його ефективність	28.05.2021- 30.05.2021	
8	Підготувати розділ 4.	30.05.2021- 30.05.2021	
9	Оформити пояснювальну записку та пройти нормоконтроль	31.05.2021- 01.06.2021	
10	Підготувати графічний демонстраційний матеріал	01.06.2021- 02.06.2021	

7. Дата видачі завдання _____ «17» травня 2021 р.

Керівник дипломного проекту _____ Кучеров Д. П.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Архипов В. І.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Програмна модель мультиагентної системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА»: 59 с., 21 рис., 15 використаних джерел.

Ключові слова: БПЛА, МАС, *Python*, *ImageAI*.

Об'єкт дослідження – мультиагентна система для моніторингу земної поверхні.

Предмет дослідження – застосування БПЛА для моніторингу земної поверхні.

Мета дипломної роботи – розробка програмного модуля для системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА.

Отримані результати – в ході виконання роботи було розроблено програмну модель для аналізу земної поверхні, яка отримувала дані за допомоги БПЛА.

Прогнози щодо розвитку об'єкта дослідження – програмна модель буде підґрунтям для подальшого розвитку мультиагентних систем моніторингу.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 МОНІТОРИНГ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ	9
1.1. Завдання моніторингу земної поверхні	9
1.2. Проблеми моніторингу земної поверхні.....	12
1.3. Застосування БПЛА для моніторингу.....	14
1.4. Показники моніторингу.....	18
1.5. Висновки до розділу	20
РОЗДІЛ 2 МОЖЛИВОСТІ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ	21
2.1. Типи мультиагентних систем.....	21
2.2. Група БПЛА, як мультиагентна система	26
2.3. Моніторинг земної поверхні групою БПЛА	30
2.4. Мультиагентна система на основі БПЛА для моніторингу земної поверхні	33
2.5. Висновки до розділу	35
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ.....	37
3.1. Структурне проектування програмної моделі	37
3.2. Архітектурне моделювання програмної моделі	41
3.3. Розроблення алгоритму	42
3.4. Проектування інтерфейсу.....	43
3.5. Висновки до розділу	48
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ	49
4.1. Кодування	49
4.2. Тестування	51
4.3. Пропозиції до застосування програмної моделі	54
4.4. Висновки до розділу	54
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

БПЛА	–	Безпілотні літальні апарати
ПЗ	–	Програмне забезпечення
ДЗЗ	–	Дистанційного зондування землі
МАС	–	Мультиагентні системи
<i>API</i>	–	<i>Application Programming Interface</i>
<i>KIF</i>	–	<i>Knowledge Interchange Format</i>
<i>IEEE</i>	–	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>

ВСТУП

Безпілотний літальний апарат є популярною повітряною розвідувальною платформою за рахунок розвитку технологій, що дозволили застосувати велику кількість елементів конструкції та компонентів управління рухом для її створення. Останнім часом розробники безпілотних засобів звертають увагу на повітряні платформи з програмним управлінням, що мають можливості вертикального старту та посадки, до яких відносяться мультикоптери. Ці платформи здатні не тільки нести корисне навантаження, а й виконувати політ за гнучкою програмою. Їх основними завданнями можуть бути спостереження землі, виконання пошуково-рятувальних операцій, виявлення пожеж, доставка вантажів, а також військові. Перевагами БПЛА є низька вартість експлуатації, відсутність пілота, що виключає ризик втрати життя людини, програмне виконання завдань. Сьогодні все частіше використовують взаємодію БПЛА як агентів у мультиагентних системах, так як це надає значну функціональність системі моніторингу чи іншим системам.

Взаємодія є одним з найважливіших аспектів проектування мультиагентних систем. Взаємодію в мультиагентних системах можна віднести до двох типів. Мультиагентні системи можуть використовувати як локальну інформаційну взаємодію (передачу повідомлень) так і мережеву взаємодію. БПЛА спочатку використовувались збройними силами та іншими силовими структурами, проте сьогодні їх все частіше використовують у соціальних і комерційних цілях. Зазвичай БПЛА використовують для вирішення наступних завдань:

1. картографування, аерофотозйомка і відеозйомка стрельбового поля;
2. здійснення пошуку і топографічної прив'язки місць розривів боєприпасів ствольної і реактивної артилерії в реальному часі, тобто БПЛА в цьому випадку виступає як вимірювальний засіб;
3. проведення паспортизації вимірювальних пунктів полігону;
4. проведення тренувань операторів вимірювальних пунктів полігону, а також стрільців-зенітників і операторів комплексів розвідки; проведення обльотів зенітно-ракетних комплексів, звуко-теплових, оптикоелектронних і радіолокаційних засобів розвідки;

5. забезпечення своєчасного виявлення сторонніх осіб і домашнього худоби в місцях можливого падіння боєприпасів при проведенні випробувань;
6. забезпечення моніторингу об'єктів в разі виникнення аварійних та надзвичайних ситуацій, коли знаходження людей на цій місцевості неможливо з міркувань безпеки;
7. здійснення охорони (моніторингу) об'єктів полігону;
8. своєчасне виявлення степової пожежі та оцінка його масштабу, для прийняття рішення про притягнення сил і засобів щодо її гасіння.

Таким чином, мультиагентні системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА є дуже перспективною галуззю, яка почала широко розвиватись и розширювати галузі застосування.

Мета роботи – розробка програмного модуля для системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ознайомитись з типами мультиагентних систем;
- розглянути моделі для моніторингу земної поверхні;
- розглянути мови програмування і вибрати мову для розробки;
- ознайомитись з мовою програмування *Python*;
- розглянути різноманітні модулі і бібліотеки для *Python*;
- обрати бібліотеку, за допомоги якої буде реалізована модель;
- описати процес створення моделі.

Об'єкт дослідження – мультиагентна система для моніторингу земної поверхні.

Предмет дослідження – застосування БПЛА для моніторингу земної поверхні.

Для розробки моделі було використано наступні програмні засоби:

- *pyCharm Community Edition*;
- *Python 3*;

Практична значимість дослідження полягає в створенні програмної моделі, що автоматизує процес моніторингу земної поверхні на основі БПЛА.

РОЗДІЛ 1

МОНІТОРИНГ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

1.1. Завдання моніторингу земної поверхні

Дистанційні дані – найбільш універсальна форма реєстрації зображення, що несе географічну інформацію про досліджуваних об'єктах, яка забезпечує можливість інтерполяції і екстраполяції наземних даних. Останнім часом проведення наземних точкових і маршрутних досліджень доповнюється роботами, пов'язаними з запуском безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Інформація про зйомку за допомогою БПЛА в даний час розглядаються як більш дешева і оперативна альтернатива використанню супутникових даних.

Інтенсивний розвиток і вдосконалення аерокосмічних методів дослідження земної поверхні, їх широке впровадження в практику географічних досліджень і господарської діяльності стало реальністю останніх десятиліть. Рішення багатьох задач, які забезпечують прийняття обґрунтованих управлінських рішень в різних областях економічної, політичної, військової та соціальної діяльності людини, ґрунтується на даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Серед таких завдань можна вказати наступні: вивчення природних ресурсів Землі, прогноз врожайності сільськогосподарських культур, оцінка збитку від лісових пожеж та їх наслідків, природоохоронний моніторинг і ін. В загальному випадку, дистанційне зондування визначають як процес або метод отримання знань про об'єкт, ділянку поверхні або явище шляхом аналізу даних, зібраних без контакту з досліджуваним об'єктом. Даний метод є одним з найбільш перспективних з точки зору набуття знань про стан поверхні Землі.

Знання про земну поверхню можна розглянути як спеціальним чином оброблені дані ДЗЗ, які дозволяють прогнозувати поведінку досліджуваного

Кафедра КСУ				НАУ 21 01 67 000 ПЗ			
Виконав	Архипов В. .І.			Моніторинг земної поверхні	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кучеров Д. П.					9	56
Консульт.					СП-435 123		
Норм. контр.	Тупота Є. В.						
Зав. Каф.	Литвиненко О.Є.						

об'єкта при спеціальним чином організованих впливів.

Рішення значної частини завдань моніторингу на основі даних ДЗЗ базується на використанні методів обробки зображень. Під обробкою зображень будемо розуміти процедури виділення особливостей на зображенні і їх ідентифікації на підставі обраних характеристик. Актуальність досліджень в області обробки космічних знімків земної поверхні визначається необхідністю підвищення якості обробки зображень, потребою застосування ефективних методів обробки зображень земної поверхні в різних галузях економіки. Не викликає сумніву необхідність розробки нових методів і алгоритмів обробки космічних знімків, які забезпечують адекватні перетворення зображень земної поверхні з точки зору їх подальшого використання. Вирішення цієї проблеми дозволяє мінімізувати помилки у визначенні характеристик досліджуваних об'єктів на земній поверхні і забезпечує високий рівень достовірності інтерпретацій аналізованих знімків.

В даний час зміни, що вносяться людиною в природне середовище, і екологічні ефекти, породжувані його діяльністю, мають, регіональний, а часто і глобальний характер. У цій ситуації без застосування аерокосмічних засобів спостереження не можна своєчасно виявити їх, ні простежити їх динаміку, ні дати повної картини того, що відбувається навколо нас. Треба ще врахувати, що антропогенні зміни природного середовища відбуваються значно швидше, ніж природні, і встежити за ними вже неможливо. Отже, ефективно вирішити таку складну задачу можна лише єдиним способом – регулярної зйомкою земної поверхні з літаків і космічних літальних апаратів, тобто розгорнути систему регіонального (або глобального) моніторингу Землі.

Сучасні системи аерокосмічного моніторингу забезпечують систематичні спостереження за станом навколишнього середовища і створюють основу для вироблення управлінських рішень в різних областях діяльності, в тому числі з питань раціонального природокористування. Система моніторингу будь-якого рівня включає в себе чотири ешелони, згрупованих в два сегмента – наземний і орбітальний (і / або повітряний).

В цілому систему аерокосмічного моніторингу природного середовища доцільно представляти у вигляді двох підсистем: контактної (наземного забезпечення моніторингу); дистанційної (орбітальної або повітряної). Контактні (наземні) дослідження в рамках роботи першої підсистеми проводяться на спеціалізованих полігонах з еталонними ділянками та профілями і передбачають проведення так званих підсупутникових і подсамолетних експериментів. Завдання, які вирішуються за їх допомогою поділяються на два класи: дослідження природних і антропогенних об'єктів і їх взаємодії; науково-методичні завдання з відпрацювання методів досліджень, випробуванню нових технічних засобів.

Перший клас задач є визначальним для створення системи моніторингу і включає в себе дослідження впливу антропогенних і природних факторів на спектрально-відбивні і випромінювальні параметри досліджуваних об'єктів, в тому числі з урахуванням динаміки їх розвитку, проведення синхронних аерокосмічних експериментів, рішення задач ідентифікації природних і антропогенних об'єктів з використанням їх спектрально-відбивних і випромінювальних властивостей. Другий клас завдань включає в себе відпрацювання методик дослідження об'єктів, випробування і калібрування нових приладів дистанційних спостережень, технічних і програмних засобів їх обробки.

Дистанційні спостереження виконуються за допомогою засобів аерокосмічного базування. В останні роки широко застосовуються методи збору і реєстрації інформації з використанням штучних супутників Землі апаратурою зондування підстильної поверхні, що працює у видимому, інфрачервоному і радіохвильова діапазонах електромагнітного випромінювання малого, середнього, високого і надвисокої роздільної здатності.

Засоби космічного базування дають можливість отримувати узагальнену і концентровану інформацію, яка необхідна для рішення більшості завдань дистанційних досліджень природних і антропогенних об'єктів. Однак для проведення дослідницьких робіт, пов'язаних з відпрацюванням методів і технічних засобів дистанційного зондування, отриманням інформації, яка має особливо високу роздільною здатністю, для вирішення завдання тематичної обробки, що відповідає

вимогам різних міністерств і відомств, необхідні додаткові джерела інформації. З цією метою створюються засоби підсупутникових зйомок – літакові (літаки-лабораторії), які також оснащуються апаратурою видимого, спеціальними навігаційними приладами, засобами реєстрації та обробки даних. Апаратурний склад і характер польотів визначаються конкретними завданнями і, як правило, часто змінюються

1.2. Проблеми моніторингу земної поверхні

Рішення значної частини завдань моніторингу на основі даних ДЗЗ базується на використанні методів обробки зображень. Під обробкою зображень будемо розуміти процедури виділення особливостей на зображенні і їх ідентифікації на підставі обраних характеристик. Актуальність досліджень в області обробки космічних знімків земної поверхні визначається необхідністю підвищення якості обробки зображень, потребою застосування ефективних методів обробки зображень земної поверхні в різних галузях економіки. Не викликає сумніву необхідність розробки нових методів і алгоритмів обробки космічних знімків, які забезпечують адекватні перетворення зображень земної поверхні з точки зору їх подальшого використання. Вирішення цієї проблеми дозволяє мінімізувати помилки у визначенні характеристик досліджуваних об'єктів на земній поверхні і забезпечує високий рівень достовірності інтерпретацій аналізованих знімків.

Аерознімання вже протягом кількох десятиліть є ефективним інструментом для виконання геодезичних робіт, геофізичних досліджень та проведення різних видів моніторингів. Сучасні технології створення топографічних та кадастрових планів ґрунтуються саме на використанні матеріалів цифрового аерознімання. Однак собівартість застосування літаків та гелікоптерів для локального великомасштабного знімання на порядок вища. Тому альтернативним рішенням є використання для вищевказаних цілей БПЛА. Однак, для того щоб якісно виконати ці завдання, потрібно оптимізувати технологічні схеми застосування БПЛА в

аерозніманні. Використовуючи БПЛА для процесу топографічного аерознімання, необхідно розв'язати низку задач, забезпечивши:

- стабілізацію БПЛА під час проведення його за маршрутом;
- збереження заданої швидкості польоту;
- прямолінійність маршруту;
- зменшення кутів нахилу.

Тому головною проблемою є дослідження причин виникнення похибок внаслідок дії наведених вище чинників та виявлення шляхів їх усунення.

Аерокосмічні спостереження повинні здійснюватися взаємно каліброваною апаратурою і одночасно доповнювалися наземними дослідженнями обраних типових ділянок суші. Завдяки подальшого порівнянню даних з усіх трьох рівнів вдається коректно розшифрувати аеро- і космічні знімки з оцінкою достовірності одержуваної інформації. Як показує, багаторічний досвід роботи з аерокосмічною інформацією, наземні дослідження відбивної-випромінювальних характеристик природних і господарських об'єктів на таких обмежених ділянках (розглянутих як представницьких для більших районів) дають необхідну апріорну інформацію для розробки методичних питань дешифрування знімків (в т. ч. автоматизованого) з метою картографування динаміки змін наземних екосистем.

В даний час багато державних і науково-дослідні організації, пов'язані з системою територіального управління земельними ресурсами формалізували значні масиви тематичних і топографічних карт різних років видання. Ці ретроспективні карти представляють собою різночасові моделі фізико-географічного та соціально-економічного стану території та служать вихідними документами для моніторингу землекористування. Ретроспективними картами вважаються картографічні твори, що втратили свою актуальність для сучасної господарської діяльності через значних змін відображається земної поверхні. При цьому вони мають важливе наукове значення для дослідження довгострокових природних, соціальних і економічних процесів, господарського освоєння території, метричної оцінки динаміки і трансформації природних ландшафтів та інших. З цих причин вони є важливими

інформаційними ресурсами для отримання нового геознання про господарському освоєні території і надійним джерелом геоінформаційного прогнозування.

Впровадження геоінформаційної технології дозволяє автоматизувати процес використання різночасових карт, підвищує точність і оперативність досліджень, знижує рівень суб'єктивізму, забезпечує можливість маніпулювання значними обсягами геоданих. Основною проблемою автоматизації ретроспективних карт є їх прив'язка до геоінформаційного поля і подальша геометрична корекція ретроспективних об'єктних шарів на сучасній топооснові. Сучасні програми дозволяють успішно вирішувати ці завдання. Таким чином, визначення методологічних основ геоінформаційного моніторингу землекористування є перспективним дослідницьким напрямком, а розробка методики виправлення тематичного змісту ретроспективних карт на сучасній топооснові є актуальною практичною задачею.

1.3. Застосування БПЛА для моніторингу

Дистанційні дані – найбільш універсальна форма реєстрації зображення, що несе географічну інформацію про досліджуваних об'єктах, яка забезпечує можливість інтерполяції і екстраполяції наземних даних. Останнім часом проведення наземних точкових і маршрутних досліджень доповнюється роботами, пов'язаними з запуском безпілотних літальних апаратів БПЛА. Інформація про зйомку за допомогою БПЛА в даний час розглядаються як більш дешева і оперативна альтернатива використанню супутникових даних.

Основний вплив на становлення сучасної ландшафтної структури ключової ділянки надали геолого-геоморфологічні умови, що визначили формування гірничо-улоговинні рельєфу, унікальність якого полягає в поєднанні різноманітних форм в порівняно невеликих межах. Їх різноманіття і особливості будови спричиняються диференціацію мікрокліматичних ситуацій, що позначаються, в свою чергу, на зонально-висотно-поясних відмінностях в поширенні ґрунтового-рослинного покриву, що, в цілому, призводить до розвитку на даній території Гольцова і підгольцового, а

також гірничо-тайгових і підгірних тайгових геосистем. Їх функціонування протікає в умовах інтенсивного впливу сучасних екзогенних процесів, прояв яких підсилює поліхроніку ландшафтної структури. Причиною останнього «оновлення» ландшафтної диференціації геосистем стала природна катастрофа 28 червня 2014 р. коли в наслідок випадання зливових опадів по долинах гірських річок, що беруть початок зі схилів Тункинских Гольцов, пройшли паводки і зійшли селеві потоки.

В результаті в межах похилих передгірних рівнин і аллювіальної низини сформувалися акумулятивні комплекси наносів різного складу, внісши зміни в ландшафтний малюнок гірничо-тайгових і геосистем Тункинской улоговини і її гірського обрамлення.

Крім цього ландшафтна дискретність ускладнена здійсненням господарських заходів. Значні площі пологих схилів улоговини зайняті сільськогосподарськими угіддями; причиною широкого поширення похідних дрібнолистих лісів є періодично повторювані лісові пожежі, зумовлені діяльністю людини.

Як приклад застосування БПЛА для моніторингу можна привести дослідження в долині р. Кингарг. Аналіз геозображень, отриманих за допомогою БПЛА, дозволяє оцінити масштаби катастрофічних явищ, найбільшої шкоди від яких зазнають біотичні компоненти геосистем. Селеві потоки, а також потоки паводкових вод негативно відбилися на рослинному покриві, знищивши його на площах в десятки гектарів.

Так, наприклад, в результаті створення берегоукріплювальних валів в долині р. Кингарга в околицях с. Тагархай були винищені долинні комплекси, представлені ялицево-соснової рослинністю з вербовими чагарниками (рис. 1.1). Зміни, що відбулися, ймовірно, будуть мати довгостроковий характер, з огляду на, що для заростання деревними породами селевих конусів, складених валуни-галечникові матеріалом, потрібно близько 100-150 років.

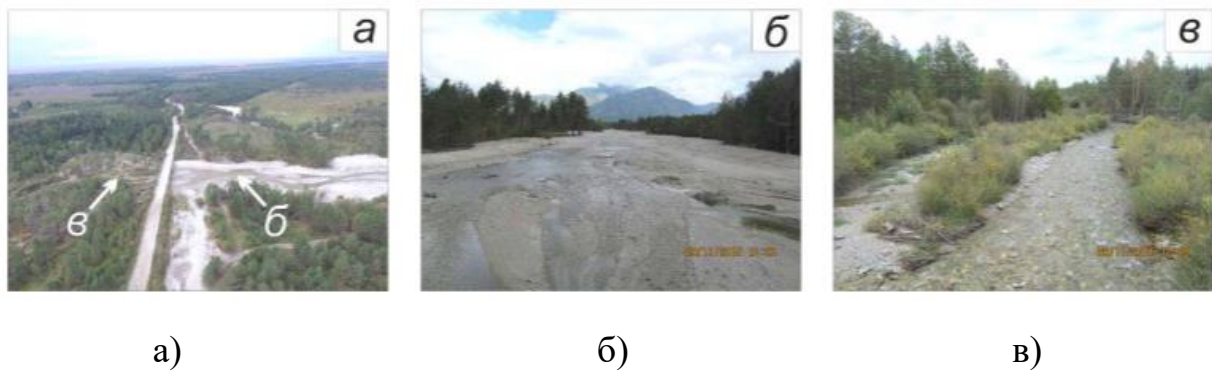


Рис. 1.1. Солезахисні заходи в долині р. Кингарга в околицях с. Тагархай: панорамний знімок БПЛА (а), що показує порушення долинних ландшафтних комплексів в результаті створення берегоукріплювальних валів вище моста через річку (б), які знищили ялицево-соснові з вербою трав'яні лісу (в), що збереглися в долині нижче моста (стрілками вказані місця, відображені на вирізках б і в).

Унікальним ландшафтним об'єктом Тункинської улоговини є урочище Бадару – піщаний масив, утворений грядами і балками, походження яких пов'язане з інтенсивним впливом еолових процесів, які беруть активну участь в даний час в перетворенні рельєфу оголених пісків на правобережжі р. Тунк.

У сучасній ландшафтній структурі не знаходять своєї присутності виростили тут раніше природні соснові бори, причиною чого є періодично повторювані лісові пожежі, які знищують тисячі гектарів лісонасаджень за один пожежонебезпечний сезон (рис. 1.2).

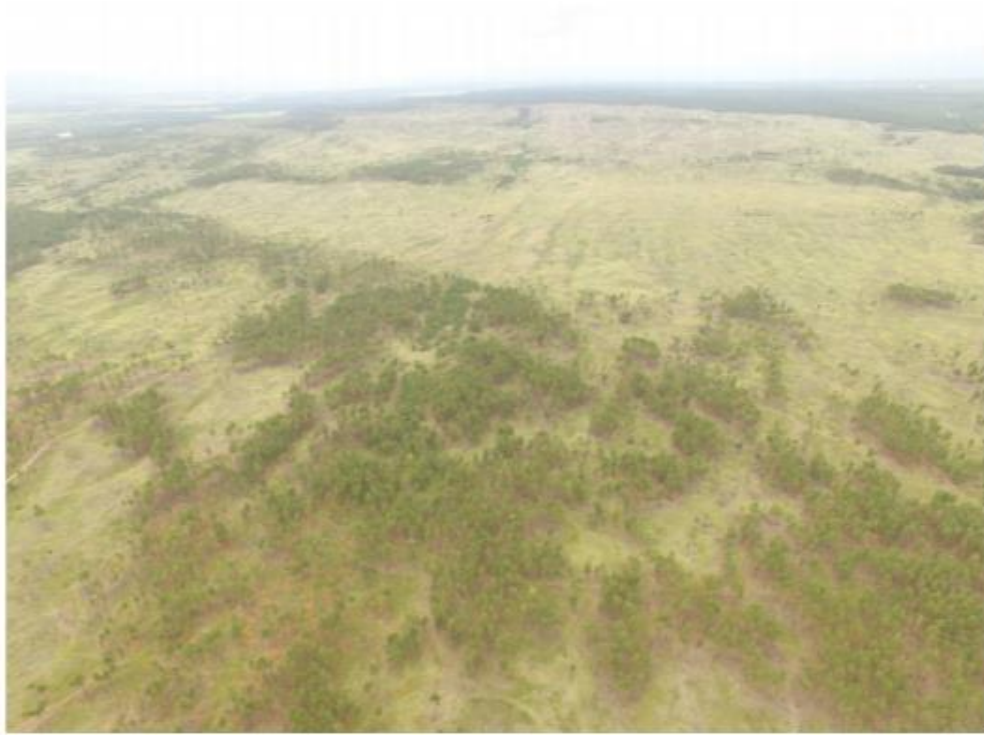


Рис. 1.2. Перспективний знімок, зроблений за допомогою БПЛА і демонструє масштаби пирогенної трансформації підгірних соснових геномів урочища Бадару, 12.07.2017 р.

Також бпла широко застосовуються в моніторингу сільськогосподарських культур. Для отримання достовірної та актуальної інформації про стан земного покриву, зараз також широко використовуються матеріали аеро і космічної зйомки. Разом з тим відзначається, що парк аерокосмічних носіїв неухильно скорочується, високі економічні витрати на обслуговування і заправку важких літальних апаратів призводять до підвищення вартості кінцевої продукції і роблять недоцільним їх використання в ряді робіт, таких як зйомка невеликих за площею територій. Сучасні методи космічної зйомки відрізняються оперативністю і високим рівнем автоматизації і дозволяють отримувати мультиспектральні знімки з високим просторовим дозволом і достатнім ступенем предобробки. Але така інформація, з необхідної для моніторингу сільськогосподарських культур, все ще залишається досить дорогою. Велику частку в відбракуванні даних вносить хмарність.

Проміжне становище між наземної і аерокосмічної зйомкою в цілях локального моніторингу територій за критерієм «ефективність – вартість» займає

зйомка на базі дистанційно-керованого БПЛА, що забезпечує проведення робіт на малих висотах і істотно більш економічного в порівнянні з традиційними носіями. Безсумнівно, що використання БПЛА додасть інноваційний характер проведених науково-дослідним роботам

1.4. Показники моніторингу

Великий перелік дослідницьких і виробничих робіт ґрунтується на обробці і аналізі просторових даних. Залежно від розв'язуваної задачі в якості зазначених даних використовуються результати застосування оптико-електронних засобів дистанційного зондування Землі, що подаються продуктами обробки зображень підстильної поверхні. Високими показниками детальності просторових даних і часових параметрів їх отримання характеризуються технології дистанційного зондування, засновані на використанні повітряних засобів – безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Просторові дані про заданому об'єкті, одержувані за результатами аерос'ємочних робіт, можуть бути представлені фотопланами та ортофотопланів відповідної місцевості. У свою чергу, теоретичні та прикладні аспекти організації і ведення аерофотозйомки в інтересах розробки зазначених просторових даних широко досліджені в існуючих роботах, на основі яких сформовані відповідні нормативні та довідкові документи. При цьому потрібна актуалізація та доопрацювання відомих досліджень, обумовлені переходом від аналогового фотографічної зйомки до цифрової оптикоелектронної реєстрації зображень і широким впровадженням в практику аерозйомки нового класу носіїв – БПЛА. При цьому недостатня увага приділена формуванню апарату аналізу ефективності застосування БПЛА з оптико-електронними бортовими спеціальними комплексами в конкретних умовах зйомки, що дозволяє виконувати обґрунтований вибір і порівняння можливостей аерокосмічних комплексів для вирішення прикладних завдань.

Частим показником ефективності застосування БПЛА з оптико-електронним бортовими спеціальними комплексами є результативність виконання аерокосмічних робіт, яка в свою чергу залежить від продуктивності використовуваних технічних засобів.

Щоб моніторинг дійсно міг надавати істотну допомогу, необхідно формування його системи на основі науково розробленої методології і практикоорієнтованих методиках. Актуальність створення такої системи в муніципальних утвореннях пов'язана з тим, що, по-перше, в сучасних умовах розвитку суспільство висуває великі вимоги до управління, зобов'язуючи до внесення істотних змін в управлінський процес. По-друге, посилення уваги до моніторингу впливає з необхідності врахування темпу трансформації зовнішнього середовища, в тому числі положення про суперечливий, але взаємопов'язаному характер цих змін. Все перераховане висуває вимогу системного підходу як до управління в цілому, так і до моніторингу зокрема. По-третє, наявність системи моніторингу в організації управління муніципальними утвореннями дозволяє звільнитися від невиправданого дублювання збору моніторингових даних різними підрозділами і організаціями. Виділені час і кошти дозволять керівництву муніципальними утвореннями використовувати їх для вирішення нагальних проблем розвитку, приділяючи увагу іншим аспектам і підсистем управління. З огляду на динамічність змін в соціально-економічній системі, такий резерв часу особливо необхідний. І, по-четверте, як показує практика, створення системи моніторингу само по собі не призводить до передбачуваних результатів. У значної частини керівників і раніше моніторинг викликає серйозні труднощі, які мають двоякий характер: одні керівники не спираються на його дані в своїй діяльності, інші надмірно захоплюються деталізованим збором моніторингових даних. Важливість управлінського моніторингу визначається тими функціями, які він повинен виконувати:

- спостереження за станом організації на основі встановлених системою показників (індикаторів);
- визначення ступеня відхилення фактично отриманих даних про діяльності муніципального освіти від передбачених;

– проведення діагностики з метою виявлення стану моніторингу, причини появи проблем в управлінні і, на основі отриманих даних про відхилення або серйозних погіршення в стані і розвитку, формування підстав для можливих шляхів їх усунення;

– пропозиція оперативних, своєчасних управлінських рішень щодо поліпшення діяльності всієї організації відповідно з поставленими стратегічними цілями і виробленими плановими показниками;

– здійснення регулярної поточної коригування цілей, включаючи стратегічні, і показників розвитку організації.

1.5. Висновки до розділу

Інтенсивний розвиток і вдосконалення аерокосмічних методів дослідження земної поверхні, їх широке впровадження в практику географічних досліджень і господарської діяльності стало реальністю останніх десятиліть. Рішення багатьох задач, які забезпечують прийняття обґрунтованих управлінських рішень в різних областях економічної, політичної, військової та соціальної діяльності людини, ґрунтується на даних дистанційного зондування Землі.

Отже, цьому розділі було розглянуто поняття моніторингу його основні завдання і проблеми, а також як використовують БПЛА для моніторингу в різних сферах життєдіяльності. БПЛА широко застосовуються в моніторингу сільськогосподарських культур, для отримання достовірної та актуальної інформації про стан земного покриву. Проблемою застосування технологій моніторингу за допомогою БПЛА є проблема складності розробки, так як зазвичай проблеми та їх рішення є вузько направленими, це тягне за собою низку технологічних складностей реалізації. Також, проблеми моніторингу за допомогою БПЛА тісно зв'язані з критеріями цього моніторингу.

РОЗДІЛ 2

МОЖЛИВОСТІ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ

2.1. Типи мультиагентних систем

Мультиагентні системи (МАС) – технологія, що з'явилася відносно недавно і ще не отримала широкого застосування в наукових роботах, ні в виробництві, але представляється перспективною завдяки можливості вести роботу децентралізовано. Ця тема знайшла своє відображення в таких працях, як "Інтелектуальні інформаційні системи", "Від багатоагентних систем до інтелектуальних організацій: філософія, психологія, інформатика", "Введення в мультиагентні системи". У роботі "Практичні та промислові застосування мультиагентних систем" описуються розробляються МАС для практичного застосування на виробництві, в той час як інші праці зупиняються в основному на теоретичній базі таких систем, приділяючи основну увагу темам координації агентів, механізмів переговорів, онтології знань агентів.

Існує велика кількість визначень, що таке агент. це створює деякі складності при визначенні того, що таке мультиагентна система. Поширена розуміння МАС стверджує, що мультиагентна система – це розподілена мережа пов'язаних саморегульованих апаратних і програмних агентів, які працюють спільно з метою досягнення деякого загального результату.

Інтелектуальні мультиагентні системи складаються з безлічі агентів – автономних програм, які здатні вирішувати завдання або самостійно, або співпрацюючи з іншими агентами. Автономія інтелектуального агента реалізується незалежним процесом, індивідуальними знаннями агента і здатністю взаємодіяти з іншими агентами і середовищем. Агент розташований в середовищі, яку він сприймає, і на стан якої він впливає за допомогою дій.

Кафедра КСУ				НАУ 21 01 67 000 ПЗ			
Виконав	Архипов В. І.			Можливості мультиагентних систем	Літера	Аркуш	Аркуші
Керівник	Кучеров Д. П.					21	56
Консульт.					СП-435 123		
Норм. контр.	Тупота Є. В.						
Зав. Каф.	Литвиненко О.Є.						

Це середовище може складатися з інших агентів, з якими він взаємодіє. Моделі агентів з сильними інтерактивними можливостями (комунікація, співробітництво і т. д.) можуть бути використані в якості основних компонентів для проектування складних мультиагентних систем.

Через невизначеність характеру взаємодії і співпраці агентів при вирішенні практичних задач необхідно використання інтелектуальних агентів з нечіткою логікою, що реалізують розподілену діяльність складної мультиагентної системи. Інтелектуальні агенти можуть виробляти більш адекватні рішення щодо своїх подальших дій з урахуванням нечіткої інформації в процесах на основі взаємодії.

Дуже часто границі "інформаційних гранул", що подаються нечіткими множинами, погано помітні, виражені деякими зонами. В цьому випадку їх можна висловити нечіткими множинами вищого типу. Так у нечітких множин типу 2 окремі значення приналежності задаються функціями належності. Враховується розмитість визначення приналежності. Вони висловлюють суб'єктивну і лінгвістичну невизначеність, пов'язану з різними відтінками сенсу інформаційних гранул. При реальній взаємодії інтелектуальних агентів передані значення (гранули) мають неточний, "розмитий" сенс.

Доречно зазначити, що створення агентів, які використовують переваги нечіткої логіки вищого типу, вимагає розробки архітектурних моделей нечітких агентів, моделей колективної поведінки групи агентів, методів координації та взаємодії таких агентів, які враховують особливості подання нечіткої інформації. Це важливо, наприклад, при вирішенні таких прикладних задач, як дослідження ефективності процесів евакуації людей в надзвичайних ситуаціях, поведінки транспортних засобів в умовах невизначеності (неповної інформації) і ряду інших завдань.

Взаємодія є одним з найважливіших аспектів проектування мультиагентних систем. Взаємодію в мультиагентних системах можна віднести до двох типів. Мультиагентні системи можуть використовувати як локальну інформаційну взаємодію (передачу повідомлень) так і мережеву взаємодію.

Локальна взаємодія. При локальній взаємодії не передбачено довгострокове зберігання повідомлень. Така взаємодія не використовує в якості посередника проміжні комунікаційні засоби. Щоб підкреслити безпосередню взаємодію між агентами, використовується поняття "передача повідомлень". При цьому типі взаємодії передача повідомлень відбувається у двох напрямках. Такий децентралізований тип взаємодії підвищує відмовостійкість унаслідок несправностей окремих агентів.

Архітектура "дошки оголошень". При взаємодії на основі даної архітектури, група агентів спільно використовує сховище даних, яке надає ефективне зберігання для пошук даних і спільно використовується агентами в групі. Типи даних, які можуть бути доступні агентам, можна контролювати з використанням керуючої оболонки (мережевого інтерфейсу), яка надсилає повідомлення агентам про зміну даних в репозиторії. Основна проблема такої архітектури пов'язана з відмовами "дошки", що може порушити взаємодію в групі агентів. Проте, при такій взаємодії можна встановити деяку надмірність сховищ і використовувати ресурси, розподілені між різними дошками.

Мова комунікації агентів. Збільшення кількості агентів і їх неоднорідність вимагає використання уніфіковані мови комунікації агентів з метою забезпечення належного взаємодії та обміну інформацією. Елементи, які мають першорядне значення при проектуванні такої мови полягають в наступному:

1. Загальний мовний формат взаємодії (протокол), який може однозначно інтерпретований усіма агентами.
2. Загальна онтологія, що забезпечує однакове значення одного і того ж переданого повідомлення в будь-якому контексті і незалежну від окремих агентів семантику таких повідомлень.

Координація є найважливішим аспектом проектування мультиагентних систем, що містять велика кількість функціонуючих паралельно агентів, часто для досягнення спільної мети. В роботі виділені основні причини, що вимагають координації між агентами: виконати глобальні обмеження завдання,

використовувати розподілені ресурси, експертні знання та інформацію, запобігти конфліктам між агентами, підвищити загальну ефективність системи.

Координація може бути досягнуто шляхом застосування обмежень на вибір дій кожного агента або шляхом використання інформації, отриманої від інших агентів. Проблема координації може бути вирішена шляхом зменшення кількості варіантів дій, що полягає в застосуванні обмежень або призначення ролі кожного агента. Після того як агенту призначається певна роль, кількість дозволених варіантів дій зменшується. Такий підхід є основою розподіленого методу координації.

Проте, при централізованому методі координації призначення ролей не потрібно, так як такий метод заснований на моделі клієнт/сервер. При такому централізованому методі для обміну інформацією між агентами використовується архітектура "дошки оголошень". Ведучий агент визначає кожному з підключених агентів обов'язок читати і оновлювати інформацію в центральному репозиторії. недолік централізованої координації полягає в дезінтеграції системи в результаті відмови сховища або агента-посередника.

Координація за допомогою протоколу. Агенти обмінюються один з одним інформацією за допомогою переговорів. Протокол взаємодії агентів в розподіленій мультиагентної системі визначає схему (розподілений алгоритм), по якій ведуться такі переговори. Протокол, як правило, задається на мовою високого рівня, який визначає спосіб координації між агентами і являє собою ряд методів розподілу завдань і ресурсів. Найбільш широко використовуваний протокол – протокол контрактних мереж (*Contract Net Protocol*), який спрощує використання розподіленого управління виконанням спільної задачі на основі співпраці. Протокол визначає, яка інформація повинна бути передана між агентами і формат цієї інформації. Для подання такої інформації може бути використаний мову низького рівня, наприклад, *KIF*.

Переговорний процес повинен відповідати таким характеристикам:

1. переговори – локальний процес між агентами, при якому не використовується централізоване управління;

2. існує можливість встановлення двостороннього зв'язку між усіма що агентами;

3. кожен агент приймає рішення про подальші переговори на основі своєї власної моделі середовища;

4. остаточну угоду проводиться за допомогою вибору загального плану дій.

Кожен агент в міру необхідності виконує ролі "Менеджер" і "Підрядник". По суті, якщо в процесі вирішення агент-менеджер не в змозі вирішити деяку задачу, він шукає інший відповідний агент, який здатний її вирішити. Його роль полягає в розбитті складного завдання на менше підзадачі і знаходженні агентів-підрядників, які можуть ефективно виконати ці завдання. Кожен агентпідрядчик контрактної мережі здатний виконувати певні завдання. Підрядник може стати агентомменеджером і розподілити підзадачу між агентами-виконавцями для того, щоб скоротити власні витрати часу на її рішення. Менеджер укладає договір (контракт) з агентом-підрядником через процес торгів (конкурсу). У процесі здійснення конкурсу, агент-менеджер задає тип необхідного ресурсу і опис розв'язуваної задачі. Агенти, які знаходяться в режимі очікування і мають ресурси, необхідні для виконання завдання, представляють пропозиції із зазначенням їх можливостей. Якщо на оголошення розв'язуваної задачі відповідають кілька агентів, то агент-менеджер, користуючись деяким критерієм, оцінює отримані заявки, вибирає найбільш підходящого підрядчика і присуджує контракт. В разі недоступності якогось придатного агента-підрядника, агент-менеджер чекає певний період часу, перш ніж повторити пропозицію контракту всім агентам.

Модель *FIPA* є прикладом агентної платформи, яка використовує протокол контрактних мереж для досягнення координації між агентами. *FIPA* – *Foundation for Intelligent Physical Agents*, фонд інтелектуальних фізичних агентів – модель, розроблена для стандартизації агентної технології. *FIPA* має свою власну мову комунікації агентів, який служить в якості основи для специфікації протоколу контрактних мереж.

Зазвичай загальна стратегія переговорів досягається за рахунок ітераційної комунікації, де параметри переговорів поступово модифікуються до досягнення

точки рівноваги. Тому для вирішення складних задач протокол контрактних мереж вимагає значної кількості обміну повідомленнями.

Теорія мовних актів. Переговори будуються з використанням невеликого числа примітивів, званих мовними актами, наприклад, *inform* (повідомити), *ask* (запросити), *confirm* (підтвердити), *reply* (відповісти), *diffuse* (поширити), асерт (погодитися). Процес переговорів починається тоді, коли агент посилає повідомлення, що містить його точку зору (позицію) по деякому питанню. За допомогою обміну повідомленнями *ask*, *inform*, *reject* агенти можуть обговорювати деяку задачу і приходити до спільного рішення. Під час переговорів агенти оновлюють свої бази знань і, тим самим, підвищують свій творчий хист взаємодії, відповідаючи на нові запити.

Поняття нечіткої множини типу два було введено як розширення поняття звичайного нечіткої множини (типу один). Нечітке безліч типу два характеризується функцією приналежності, значення приналежності для кожного елемента такого безліччя задається не окремим значенням, а функцією приналежності в діапазоні. Вибір функції приналежності є суб'єктивним процесом, це означає, що різні експерти можуть прийти до побудови різних множин для одного і того ж поняття. Це суб'єктивність відбувається через індивідуальних відмінностей у сприйнятті і вирази абстрактних понять експертами.

2.2. Група БПЛА, як мультиагентна система

Однією з найбільш перспективних тем досліджень в галузі експлуатації БПЛА на сьогоднішній день є завдання створення самоврядної групи літальних апаратів. Необхідність в такій групі виникає природним чином при вирішенні низки практичних завдань. В якості прикладу розглянемо задачу виявлення джерел радіосигналу за допомогою групи БПЛА, яка була вирішена в Університеті Карнегі-Мелоні. У цьому завданні розглядалася ситуація, коли необмежену кількість радіоджерел переміщаються по заданій території з постійною швидкістю. Один БПЛА не в змозі визначити місце розташування об'єктів із-за сильної

зашумленості вхідного сигналу і неможливості вимірювання рівня сигналу в кількох точках одночасно. У той же час групі БПЛА вдається успішно подолати ці складності шляхом побудови розподіленого байесови фільтра, який узагальнює накопичені групою знання і кластеризує їх по групах. також заслуговує на увагу система, розроблена в дослідженні, в якому перед групою БПЛА ставилося завдання побудувати на основі спостережень вільний від перешкод маршрут для наземних роботів, що рухаються з початкової точки до мети. Ця робота показує великий потенціал використання груп БПЛА для моніторингу стану доріг та виявлення транспортних ущільнень. Перевага автономної групи БПЛА стає очевидним також в завданнях, в яких можливо розпаралелювання складного завдання на кілька апаратів – наприклад, в задачі аерофотозйомки великій території. Нарешті, в місцях, в яких існує істотний ризик втрати одного або декількох апаратів, використання групи підвищує ймовірність успішного завершення.

В даний час для створення розподілених інтелектуальних систем найчастіше використовується підхід множинних інтелектуальних агентів. Цей підхід дозволяє побудувати системи зі складною стратегією, при тому що будівельні блоки цієї системи – окремі агенти, можуть керуватися досить простими стратегіями. Для організації автономних груп БПЛА також розумно використовувати Мультиагентний підхід. Серед переваг цього підходу слід особливо відзначити те, що він допускає динамічне перерозподіл завдань між агентами в групі і динамічна зміна загальної стратегії поведінки.

Мультиагентна стратегія для групи БПЛА реалізується шляхом розробки інтелектуальних агентів, що представляють логіку поведінки кожного апарату. Кожен агент зберігає свій стан і має доступ до загального ресурсу, що, через який учасники обмінюються інформацією. Розробляється алгоритм спілкування агентів, який регламентує те, як відбувається обмін інформацією. Блок, який відповідає за комунікацію, займається серіалізацією і десеріалізацією пакетів, переданих в системі. він надає для них простий клас-обгортку, який може бути перетворений в файл будь-якого формату, найчастіше в *XML*, для зручності зберігання і обробки інформації в системі. Засоби розробки мультиагентних систем надають широкий

вибір інструментів, які дозволяють підтримувати багато існуючі протоколи передачі даних.

Застосування класичних методів пошуку рішень не завжди ефективно для вирішення складних багатофакторних задач, особливо в умовах високої динаміки подій, що впливають на результати планування і узгодження окремих планів розподілених пристроїв. Яскравим прикладом такого завдання є завдання управління об'єднаною групою безпілотних літальних апаратів.

БПЛА сьогодні активно застосовуються в різних галузях економіки, часто вони використовуються для вирішення критично важливих завдань, що вимагають реагування в найкоротші терміни.

У числі подібних завдань можна відзначити використання БПЛА аварійними і рятувальними службами для пошуку постраждалих і оперативного доступу до ділянок місцевості, доступ людини до яких неможливий, небезпечний або утруднений; також до гострих завдань потребують оперативного вирішення можна віднести моніторинг і дослідження стану небезпечних і важкодоступних об'єктів, висотних споруд, трубопроводів. Названі завдання успішно вирішуються з використанням БПЛА, однак для забезпечення виконання поставлених завдань в найкоротші терміни і підвищення якості робіт доцільно використовувати спільно діючі об'єднані (виконують спільні завдання) групи пристроїв.

Однак необхідно відзначити недостатнє опрацювання інструментів планування дій і управління в реальному часі групами БПЛА. Більшість існуючих програмних рішень призначені для планування і управління діями автономних БПЛА, що діють поодиночі.

Механізми планування, контролю та управління діями об'єднаної групи БПЛА дозволив би найбільш ефективно використовувати наявні в розпорядженні ресурси (заряди акумуляторів або запаси палива, тимчасові ресурси, апаратні обчислювальні ресурси БПЛА і навісне обладнання) і, при необхідності, оперативно розподіляти надходять в режимі реального часу нові завдання між окремими апаратами групи безпосередньо в процесі виконання завдань, що дозволило б виконувати поставлені завдання якісно і в найкоротші терміни.

В рамках створення мультиагентної системи узгодженого управління дій об'єднаних груп БПЛА розглядається задача розподілу робіт між автономними безпілотними апаратами, які виконують спільний обліт деякої заданої території. Відзначимо, що обліт може бути одноразовим, а може бути багаторазовим – в такому випадку фактично ставиться завдання постійного патрулювання (багаторазового обльоту) території з метою підтримки певного рівня опізнаності («спостережливості») області.

Розглядається постановка задачі, при якій є такі вхідні дані: обмежена в розмірі територія, що задається координатами граничних точок:

1. інформація про рельєф території (карта висот), при цьому інформація може бути представлена в неповному обсязі;

2. задану кількість безпілотних апаратів. Кожен апарат може виконувати політ по заданій контрольними точками маршруту траєкторії в автономному режимі і може «узгоджувати» свої дії з іншими апаратами групи шляхом відправки та прийому інформаційних повідомлень по бездротових каналах зв'язку;

3. відомості про тактико-технічні характеристики апаратів (діапазон доступних швидкостей і висот, час зарядки батареї і ін.).

Для розподілу окремих порцій роботи між окремими групи БПЛА вводиться поняття квадрата спостереження, розмір якого визначається характеристиками БПЛА і його навісного обладнання. Загальне завдання попередньо декомпозирується на деякий набір елементарних підзадач, які в свою чергу можуть бути певним чином логічно пов'язані між собою, наприклад, утворюючи деякий маршрут БПЛА.

З кожним квадратом зв'язується відмітка часу виконання підзадачі (факту останнього прольоту БПЛА в даному квадраті). Приймається, що відмітка проставляється в момент прольоту апарату через центр квадрата (з урахуванням допустимості деякої похибки). При черговому прольоті БПЛА над квадратом території відмітка часу оновлюється. Таким чином, для кожного квадрата спостереження БПЛА може відстежувати яке час квадрат знаходився без нагляду, що актуально для місії патрулювання.

2.3. Моніторинг земної поверхні групою БПЛА

В даний час мініатюризація електронних компонентів і технологічність їх виготовлення дозволяє застосовувати невеликі і доступні безпілотні літальні апарати (БПЛА) для виконання завдань дослідження території. Незважаючи на невеликі розміри «іграшкові» літаки зараз здатні розвивати швидкість понад чотирьохсот км/год, при установці на них невеликого реактивного двигуна.

Основна ідея мультиагентної системи узгодженого управління дій об'єднаних груп БПЛА виглядає така, мережа що складається з групи БПЛА-агентів, які здатні «Спілкуватися» між собою і обмінюватися даними з базовою станцією або з мережею базових станцій. Базова станція або мережу таких станцій збирають і фільтрують інформацію і відправляють кінцевий результат комп'ютеру/користувачу.

Комплекс БПЛА, як правило, складається з одного БПЛА і базової станції під управлінням людини. Людина з базовою станцією визначає завдання для БПЛА, останній, в свою чергу виконує її і передає інформацію на базову станцію, при цьому людина здатна відстежувати хід виконання завдання. Іноді вживають кілька комплексів, при цьому кожен БПЛА прив'язаний до своєї базової станції. Обмін інформацією між комплексами відбувається тільки на землі, між базовими станціями. Таку роботу комплексу можна представити, як дворівневу систему управління.

Верхній рівень управління здійснюється базовою станцією. Тут визначається глобальна задача для БПЛА, задається висота польоту, швидкість польоту, маршрут, точки збору інформації і т.д. нижній рівень управління здійснює автопілот БПЛА, який діє по записаній на нього програмі з базовою станцією. Для виконання завдання автопілот управляє виконавчими механізмами, збирає інформацію з датчиків і відправляє дані на базову станцію.

Розглянемо більш детально постановку задачі і сценарій роботи з розробленою версією системи на прикладі взаємодії з користувачем. Є деяка територія, для якої необхідна організувати спостереження. Оператор через

програмний інтерфейс користувача відзначає точки, що обмежують деяку територію, яку потрібно спостерігати. Далі оператор визначає тип місії, наприклад, одноразовий обліт території і задає склад групи БПЛА. Таким чином, формується завдання групі БПЛА, яка відправляється на кожен апарат створеної групи БПЛА.

Після цього починається процес розподіленого планування і формується загальний план дій групі, що складається з окремих індивідуальних польотних завдань для апаратів групи. В результаті в модуль взаємодії з оператором надходять вироблені польотні завдання БПЛА, які в сукупності складають загальний план виконання задачі. Після узгодження з оператором плану виконання завдання угруповання готова до виконання польотних завдань.

У процесі виконання завдання оператор через модуль взаємодії може зупинити виконання завдання, повернути на базу будь-який апарат, змінити розмір і конфігурацію заданих ділянок спостереження, додати або видалити область спостереження, підключити до угруповання нові апарати. При зміні оператором зазначених умов виконання завдань польотний план повинен бути оновлений, і надано оператору через модуль взаємодії.

Системи управління групами робототехнічних засобів, в тому числі безпілотними літальними апаратами, активно розвиваються в даний час, при цьому перспективним напрямком їх розвитку є вироблення технічних рішень для використання в них інструментів планування узгоджених групових дій мобільних апаратів при виконанні спільної справи.

Для успішного використання таких подібних систем їх функціонал повинен крім планування завдань дозволяти проводити коректування сформованих планів виконання завдань в умовах, що змінюються, в тому числі реагувати на непередбачені ситуації шляхом перерозподілу підзадач між окремими БПЛА групи.

Описана вище систем управління комплексом і принцип застосування декількох комплексів БПЛА для групового виконання завдання характеризуються відсутністю автономної постановки нових завдань, що дозволяє групі оперативно приймати ефективні рішення щодо зміни сценарію виконання поставленого завдання.

Типовими прикладами подій, що викликають необхідність в постановці нових завдань, є: поява нової вигідної інформації, для більш ефективного виконання завдання; вихід з ладу частини наявних ресурсів; а також зміна критеріїв прийняття рішень. чим вище невизначеність, тим більш розподілений характер мають процеси прийняття рішення і чим частіше трапляються незаплановані події, тим нижче ефективність існуючих систем, не здатних самостійно приймати рішення і автоматично перебудовуватися під зміни в середовищі.

Крім того, будь-яка модифікація схем прийняття рішень в традиційних системах являє собою досить складний і трудомісткий процес і вимагає високої кваліфікації виконавців, що робить розробку і експлуатацію розглянутих систем вкрай дорогими

На мою думку, метод планування групових дій за допомогою взаємодії самих апаратів буде володіти важливими перевагами в порівнянні з централізованим плануванням.

Так, мультиагентне планування групових дій може бути організовано на обчислювальних модулях окремих апаратів.

Дані модулі реалізовані на основі одноплатних комп'ютерів з можливістю мережевої взаємодії між ними. Розроблена система дозволяє планувати і коригувати щодо подій узгодження дії БПЛА групи за допомогою взаємодії модулів і таким чином вирішувати поставлені завдання незалежно від кількості використовуваних ресурсів (складу угруповання БПЛА) та з урахуванням великої кількості введених в модель одночасно впливають на ефективності роботи критеріїв.

У число завдань БПЛА, найбільш необхідних ринку, входять:

- застосування БПЛА в пожежних і рятувальних роботах;
- моніторинг та обстеження території з метою охорони і контролю;
- оцінка індексів рослин для потреб сільського господарства;
- фото та відеозйомка рухомих об'єктів в сфері відпочинку, туризму, розваг.

2.4. Мультиагентна система на основі БПЛА для моніторингу земної поверхні

Сучасні фотограмметричні технології аерофотозйомки за допомогою цифрових фотокамер, БПЛА і великомасштабної зйомки дозволяють отримувати цифрові зображення практично будь-яких ділянок узбережжя і земної поверхні з високою роздільною здатністю. При цьому виявлення та аналіз змін берегової лінії є одним із найважливіших завдань моніторингу з метою забезпечення сталого розвитку об'єктів інфраструктури, охорони будівель і споруд. Далі більш детально розглянемо схему, що було розглянуто в попередньому розділі, роботи оновленого алгоритму узгодженого розподіленого планування групових завдань БПЛА.



Рис. 2.1. Територія спостереження розподілена на квадрати.

Будемо вважати підзадачі (квадрати) далі неподільними порціями роботи ресурсів (БПЛА). Планування польотних завдань розглядається як процес призначення підзадач на ресурси.

У момент постановки (формування) завдання оператором все підзадачі (квадрати) стають доступні планування. Вся сукупність квадратів спостереження передається механізму узгодження областей відповідальності БПЛА.

Даний механізм відповідає за початковий розподіл окремих областей території по БПЛА групи. Фактично механізм реалізує кластеризацію сукупності квадратів

спостереження, в результаті чого виділяється число кластер відповідне кількості БПЛА.

Після проведення початкової кластеризації кожен агент БПЛА отримує свою область, тобто деяку сукупність квадратів спостереження, в рамках якої агент повинен побудувати маршрут і провести обстеження даної області. Відзначимо, що в ході виконання окремими БПЛА своїх завдань дані області можуть змінюватися, в тому числі завдяки роботі механізму балансування навантаження, що дозволяє розвантажити менш продуктивні і повільні БПЛА на користь більш швидких БПЛА.

Механізм балансування забезпечує адаптивний перерозподіл окремих квадратів між БПЛА групи з метою мінімізувати різницю між часом закінчення робіт окремими БПЛА групи. Перерозподіл підзадач-квадратів виконується між двома, які беруть участь, БПЛА.

В ході виконання підзадач БПЛА обмінюються прогнозами часів завершення своїх підзадач. Якщо БПЛА визначається значна різниця між свої часом виконання і часу виконання сусіднього БПЛА (різниця більше деякого порогового значення) і прогнозне час виконання підзадач сусіднім БПЛА більше власного, то агент БПЛА розраховує, скільки квадратів має бути передано від сусіднього БПЛА, щоб скоротити загальний час виконання всього об'єкту.

Далі відправляється запит на перерозподіл зазначеного кількості підзадач, після чого квадрати перерозподіляються або агент БПЛА отримує відмову (наприклад, через інший оцінки часу виконання своїх квадратів сусіднім БПЛА, якщо він зміг уже передати частину квадратів іншому БПЛА). Таким чином, механізм адаптивної балансування за часом виконання забезпечує виконання групової місії за мінімальний час в разі різної продуктивності БПЛА і в умовах надходження незапланованих подій, наприклад, введення в групу нових БПЛА.

Процесом формування маршруту (послідовності квадратів спостереження) в рамках заданої області спостереження займається агент БПЛА.

Агент БПЛА переглядає список доступних завдань і оцінює альтернативні варіанти вибору квадратів за заданими критеріями планування. Список критеріїв планування повинен визначатися в першу чергу самим типом місії. Так для місії

одноразового обльоту були обрані два критерії планування за відстанню і по спостережливості квадрата спостереження.

При виборі чергового квадрата спостереження у нього проставляється нова позначка часу прогнозного, часу прольоту через квадрат спостереження.

У процесі планування важливо формувати маршрути апаратів таким чином, щоб траєкторія польоту мала найменшу кількість поворотів і розворотів. Для вирішення цього завдання було запропоновано за аналогією із способом генерувати ділянки маршруту, квадрати підзадачі яких лежать на одній лінії, для цього на початковому етапі агентом апарату в першу чергу вибираються і поміщаються в буфер нові, суміжні з поточним квадратом підзадачі, що лежать на одній лінії з уже запланованими, і лише за відсутності підзадач, які відповідають даним умовам, агентом розглядається інші варіанти.

В ході планування і в процесі безпосереднього виконання завдань підзадачі можуть перерозподілятися між пристроями в залежності завантаженості їх буферів (для забезпечення балансування завантаження пристроїв). Пропонований підхід дозволяє в режимі реального часу проводити розподіл і балансування підзадач і, на відміну від схожих способів формування маршруту, спочатку призначений для групи спільно виконуючих завдань пристроїв, а одержувані з його допомогою рішення залежать від ступеня задоволеності агентів по декільком одночасно існуючими критеріями.

2.5. Висновки до розділу

Мультиагентні системи (МАС) – технологія, що з'явилася відносно недавно і ще не отримала широкого застосування в наукових роботах, ні в виробництві, але представляється перспективною завдяки можливості вести роботу децентралізовано.

В даний час мініатюризація електронних компонентів і технологічність їх виготовлення дозволяє застосовувати невеликі і доступні безпілотні літальні апарати для виконання завдань дослідження території.

У цьому розділі було розглянуто можливості мультиагентних систем, типи мультиагентних систем, як групи БПЛА утворюють мультиагентні системи, як здійснюється моніторинг земної поверхні за допомогою мультиагентна система на основі БПЛА.

Головною перевагою мультиагентних систем є їх ефективність та функціональність.

Частим застосуванням мультиагентних система на основі БПЛА є вирішення задач моніторингу земної поверхні, а саме будь-яких ділянок узбережжя і земної поверхні з високим, при цьому виявлення та аналіз змін берегової лінії є одним із найважливіших завдань моніторингу з метою забезпечення сталого розвитку об'єктів інфраструктури, охорони будівель і споруд.

Також часто їх застосовують і в інших сферах, як наприклад виявлення джерел радіосигналу.

Головним недоліком мультиагентних систем є складність розробки систем, та управління групою агентів з найбільшою ефективністю та механізмом балансування, що забезпечує адаптивний перерозподіл окремих підзадач.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Структурне проектування програмної моделі

Структурне проектування розуміється як методологія побудови алгоритмів, програм і систем, в тому числі інформаційних, в основі якої лежить виявлення структури завдання, визначення складових компонент і виділення зв'язків між ними. Процес поділу складних завдань (об'єктів, систем) на відносно незалежні один від одного підзадачі (частини, підсистеми) називається декомпозицією.

Процедура декомпозиції може застосовуватися повторно до окремих компонентів, виділених на попередніх етапах структурування. Процес зупиняється в тому випадку, коли отримують компоненти, які, на думку проектувальника, в подальшій декомпозиції не потребують, наприклад, коли виділені елементарні операції або коли отримані підзадачі, розробка яких не викликає ускладнень.

Процедура багаторазового застосування декомпозиції отримала назву покрокової деталізації. Виділяють наступні типові методи структурного проектування:

- спадне проектування;
- модульне програмування.

Розробка буде виконуватись по методу модульного програмування.

Тож для початку оберемо мову програмування. На початковому етапі створення програми так чи інакше стає питання вибору мови програмування. Хтось вибирає мову тільки з особистих переваг, хтось тільки тому, що знає тільки цю мову, хтось про це навіть не замислюється. Однак, даний етап розробки є дуже важливим, так як від нього в майбутньому можуть виникнути проблеми, а можуть і не виникнути – дивлячись як підійти до питання.

Кафедра КСУ				НАУ 21 01 67 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Архипов В. І.</i>			Розроблення програмної моделі мультиагентної системи	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Кучеров Д. П.</i>					37	56
<i>Консульт.</i>					СП-435 123		
<i>Норм. контр.</i>	<i>Гупота Є. В.</i>						
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Литвиненко О.Є.</i>						

На даний момент існує величезна кількість мов для реалізації будь-яких задач. Є і компільовані й інтерпретовані мови. Вибір мови програмування під час створення програми є дуже важливим моментом, від якого залежить дуже і дуже багато – швидкість створення програми, швидкість тестування, можливість перенесення на інші платформи, можливість швидкого внесення змін, швидкість виконання кінцевого продукту і так далі.

При цьому варто пам'ятати, що ідеальної мови не існує, всі вони володіють своїми позитивними і негативними якостями, які будуть так чи інакше впливати на процес розробки.

Отже, загалом можна виділити такі критерії для вибору мови програмування для свого проекту:

1. швидкість роботи кінцевого продукту;
2. обсяг займаної оперативної пам'яті;
3. швидкість розробки програми;
4. орієнтованість на комп'ютер або людини;
5. кросплатформеність;
6. швидкість внесення змін, швидкість тестування;

За версією інституту *IEEE* в рейтингу найбільш популярних мов програмування, перше місце зайняв *Python*.

Також за версіями інших не менш популярних видань *Python* зазвичай входить в трійку найбільш популярних, хоч ця з'явилась не так давно, як *C* або *C++* (рис. 3.1).

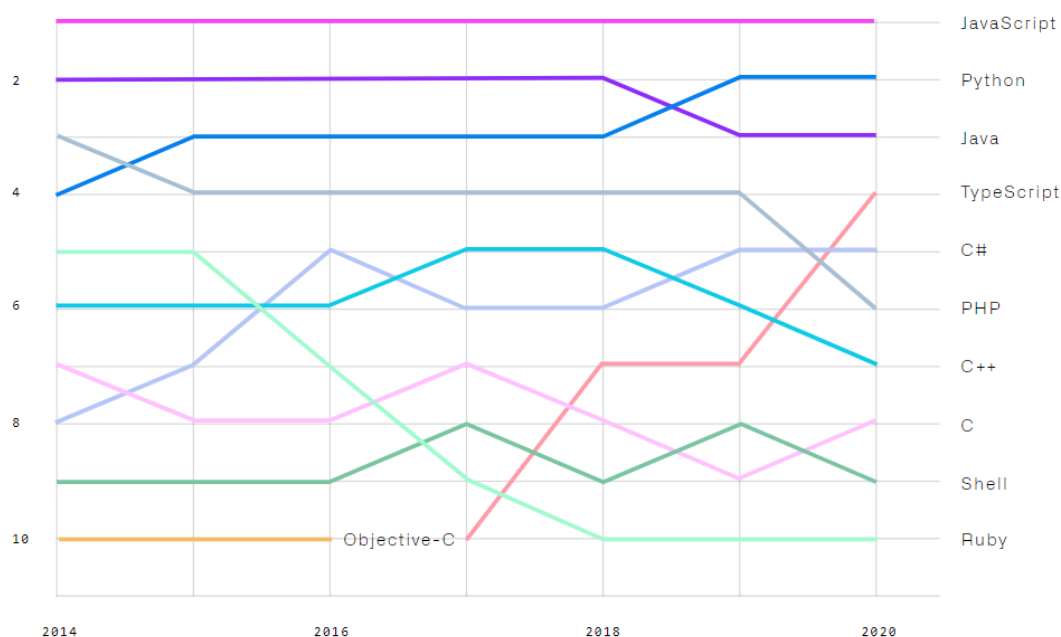


Рис. 3.1 Рейтинг мов програмування

Після дослідження всіх критеріїв було виділено дві мови програмування *Python* та *C++*. *C++* – компільована строго типізована мова програмування загального призначення. Підтримує різні парадигми програмування: процедурну, узагальнену, функціональну; найбільшу увагу приділено підтримці об'єктно-орієнтованого програмування.

Розробка мови почалася в 1979 році. Метою створення *C++* було доповнення *C* можливостями, зручними для масштабної розробки ПЗ, зі збереженням гнучкості, швидкості і портабельності *C*. Разом з тим творці *C++* прагнули зберегти сумісність *C*: синтаксис першого заснований на синтаксисі останнього, і більшість програм на *C* працюватимуть і на *C++*.

Переваги *C++*: велика безпека, можливість писати узагальнений код за допомогою шаблонів, можливість використовувати об'єктно-орієнтований підхід, управління ресурсами за допомогою *RAII*, спрощення коду за рахунок перевантаження функцій і операторів, більш проста обробка помилок за рахунок винятків.

Недоліками C++ є складність мови і архітектури програми, створених нею, та відсутність менеджера завантаження готових модулів.

Python – високорівнева мова програмування загального призначення з динамічною строгою типізацією і автоматичним управлінням пам'яттю, орієнтований на підвищення продуктивності розробника, читання коду і його якості, а також на забезпечення переносимості написаних на ньому програм. Мова є повністю об'єктно-орієнтованим – все є об'єктами. Незвичайною особливістю мови є виділення блоків коду пробільними відступами. Синтаксис ядра мови мінімалістичний, за рахунок чого на практиці рідко виникає необхідність звертатися до документації. Мова відома і використовується в написанні скриптів. Недоліками мови є часто більш низька швидкість роботи і більш високе споживання пам'яті написаних на ньому програм в порівнянні з аналогічним кодом, написаним на компільованих мовах, таких як C або C++. Отже після деяких досліджень було вирішено обрати *Python*. Однією з переваг є те, що він має бібліотеку *ImageAI*. *ImageAI* – це бібліотека *python*, створена для розширення можливостей розробників, дослідників та студентів для створення додатків та систем із автономними можливостями глибокого навчання та *Computer Vision*. Документація надається для детального розуміння всіх класів та функцій, доступних у *ImageAI*, разом із низкою прикладів коду. *ImageAI* – це проект, розроблений Мойсеєм Олафенвою та Джоном Олафенвою, командою *DeepQuest AI*. *ImageAI* вимагає встановлення *Python* 3.7.6, а також деяких інших бібліотек та фреймворків *Python*.

Після визначення з мовою програмування необхідно вибрати БПЛА. Безпілотні літальні апарати, є безпілотним авіаційним комплексом, відмінною рисою, яких є відсутність пілота на борту. Політ такого комплексу може функціонувати з різним ступенем автономії: з допомогою пульта дистанційного управління; за допомогою системи автоматичного пілотування, що функціонує як на самому пристрої, так і на пристрої моніторингу та управління польотом. У порівнянні з пілотованими літальними апаратами, БПЛА призначені для виконання місій, які представляють істотну небезпеку для людей, а також місій, мають невиправданий велика витрата ресурсів на виконання примітивних дій. У БПЛА може бути встановлено відповідне

програмне забезпечення на виконання різних завдань у автономному режимі, тобто без участі людини, таким наш БПЛА має бути.

Різноманіття сфер застосування БПЛА передбачає використання їх різних типів. Одним з найбільш поширених БПЛА є квадрокоптер загального користування. Такі безпілотні літальні апарати вільно продаються в магазинах і використовуються в основному для відеозйомки, розваг, транспортування невеликих вантажів і навісного обладнання. Разом з тим, збільшення таких БПЛА в містах тягне серйозні проблеми через імовірність зіткнення з перешкодами і не мають відповідної кваліфікації управлінням.

Отже наш БПЛА це квадрокоптер загального користування, який буде керуватись за допомоги програмного забезпеченням. БПЛА також зможе відсилати дані напряму на сервер, через мережу інтернет, без додаткових комутацій.

Для розробки програмної моделі буде обрана архітектура взаємодії БПЛА "дошка оголошень". При взаємодії на основі даної архітектури, група агентів спільно використовує сховище даних, яке надає ефективне зберігання для пошук даних і спільно використовується агентами в групі. В групі буде три агенти.

3.2. Архітектурне моделювання програмної моделі

Архітектура програмного забезпечення – це представлення системи програмного забезпечення, що дає інформацію про компоненти складають систему, про взаємозв'язки між цими компонентами і правилах, що регламентують ці взаємозв'язки, які призначене для ефективної розробки проекту такої системи.

Архітектура ПЗ стосується не тільки його структури і поведінки, але й вимог та особливостей використання, функціональності, продуктивності, гнучкості, можливості повторного застосування коду, зрозумілості, економічних і технологічних обмежень та компромісів, а також естетичних питань.

В попередньому розділі ми з'ясували що наша модель буде включати групу агентів із трьох БПЛА. Агенти в групі будуть відправляти дані на сервер і розділяти дані за допомогою сервера. В нашій моделі сервер це комп'ютер з високою

обчислювальною можливістю. Вона необхідна щоб обробляти дані які надсилають клієнти-БПЛА. Завдяки операторам, на сервері будуть формуватись задачі, які потім розділяються на під-задачі для кожного агента. Діаграма активності зображена на рис. 3.2.

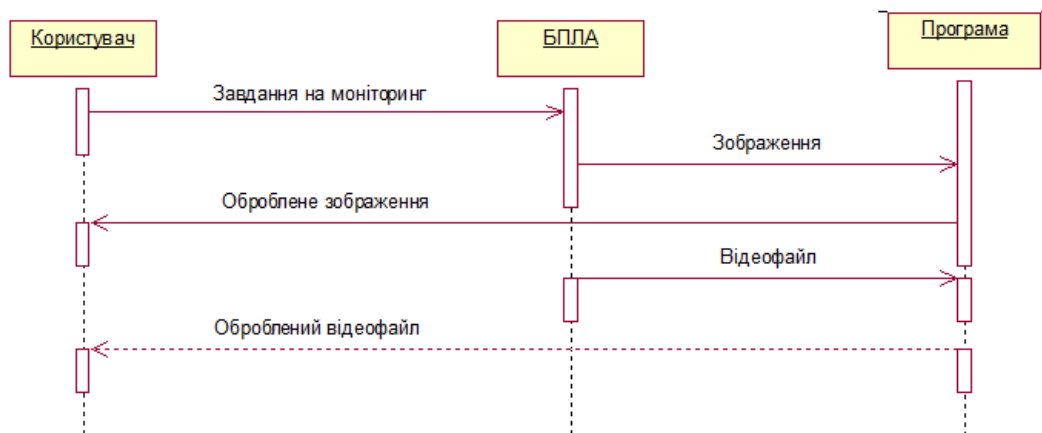


Рис. 3.2. Діаграма взаємодії

3.3. Розроблення алгоритму

Алгоритмізацією називається розробка оригінального або адаптацію відомого алгоритму. Це складний процес, що носить в значній мірі творчий характер. Формалізація (постановка) завдання і її алгоритмізація зазвичай складають 30% загального часу на розробку програми. Складність і відповідальність реалізації даного етапу пояснюється тим, що для вирішення однієї і тієї ж задачі, як правило, існує безліч різних алгоритмів.

До числа найбільш актуальних проблем в програмуванні належать питання вибору і реалізації алгоритмів розв'язання базових і спеціальних завдань. Причини введення дисципліни «Розробка алгоритмів і програм промислового призначення» полягають в необхідності знайомства слухачів із завданнями алгоритмізації, програмування і основними структурами даних, що застосовуються в системному і

прикладному програмуванні. Алгоритм моделі зображено у вигляді діаграми станів на рис. 3.3.

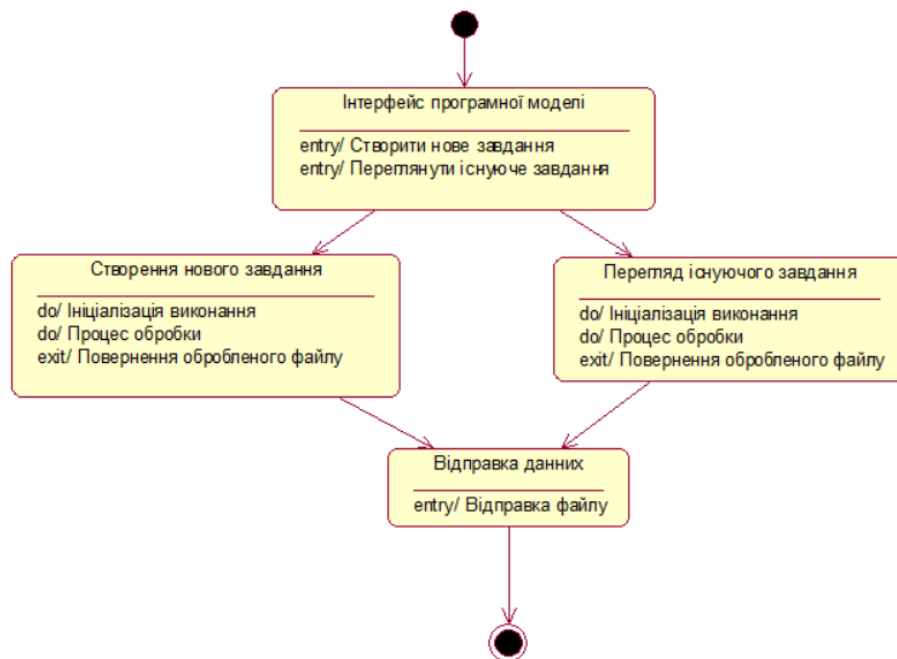


Рис. 3.3. Алгоритм моделі

3.4. Проектування інтерфейсу

Графічний інтерфейс користувача (*GUI*) – різновид призначеного для користувача інтерфейсу, в якому елементи інтерфейсу (меню, кнопки, значки, списки), представлені користувачеві на дисплеї, виконані у вигляді графічних зображень

У *GUI* користувач має довільний доступ (за допомогою пристроїв введення з клавіатури, миші, джойстика) до всіх видимих екранних об'єктів (елементів інтерфейсу) і здійснює безпосереднє керування ними.

Графічний інтерфейс користувача є частиною призначеного для користувача інтерфейсу і визначає взаємодію з користувачем на рівні візуалізованою інформації.

Можна виділити наступні види графічного інтерфейсу користувача:

– простий: типові екранні форми і стандартні елементи інтерфейсу, що забезпечуються самою підсистемою *GUI*;

– істинно-графічний, двомірний: нестандартні елементи інтерфейсу і оригінальні метафори, реалізовані власними засобами програми або сторонньої бібліотекою;

– тривимірний.

Проектування графічного інтерфейсу користувача являє собою міждисциплінарну діяльність. Воно вимагає зусиль багатofункціональної бригади – одна людина, як правило, не володіє знаннями, необхідними для реалізації багатоаспектного підходу до проектування *GUI*-інтерфейсу. Належне проектування *GUI*-інтерфейса вимагає об'єднання навичок художника-графіка, фахівця з аналізу вимог, системного проектувальника, програміста, експерта за технологією, фахівця в галузі соціальної психології, а також, можливо, деяких інших фахівців, в залежності від характеру системи.

Для програмної моделі мультиагентної системи моніторингу земної поверхні на основі БПЛА було вирішено обрати простий вид інтерфейсу. Так як цей вид інтерфейсу володіє необхідною простотою і універсальністю. Інтерфейс буде розроблятися за допомогою програми *QT Designer*.

Qt Designer – кроссплатформне вільне середовище для розробки графічних інтерфейсів (*GUI*) програм що використовує бібліотеку *Qt*. Входить до складу *Qt framework*.

Qt Designer дозволяє створювати графічні інтерфейси користувача за допомогою ряду інструментів. Існує панель інструментів «Панель віджетів», в якій доступні для використання елементи інтерфейсу – віджети, такі як, наприклад, «випадає» *ComboBox*, «поле введення» *LineEdit*, «кнопка» *PushButton* і багато інших. Кожен віджет має свій набір властивостей, що визначається відповідним йому класом бібліотеки *Qt*. Властивості віджета можуть бути змінені за допомогою «Редактора властивостей». Для кожного класу властивостей віджета існує свій спеціалізований редактор. Характерною особливістю *Qt Designer* є підтримка візуального редагування сигналів і слотів. Так, наприклад, можна зв'язати сигнал, що генерується з переключення стану віджета *CheckBox* зі слотом відповідає за доступність іншого віджета.

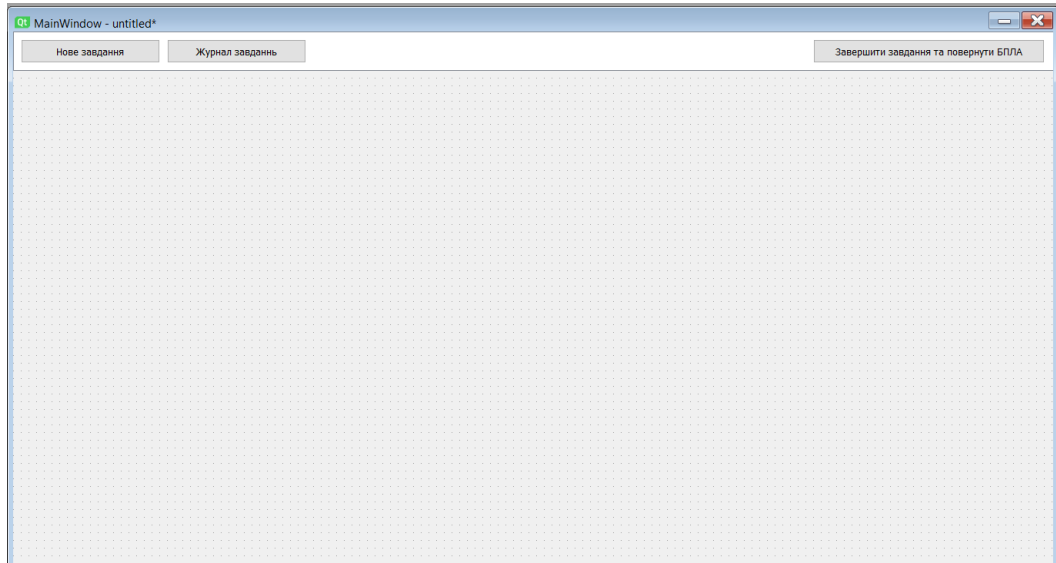


Рис. 3.4. Інтерфейс програмної моделі. Базові функції

На рис. 3.4 ми можемо бачити кнопку створення нового завдання, відповідно користувач буде натискати її при необхідності може додати нові завдання чи нову територію. При натисканні на кнопку створення нового завдання буде з'являтися нове, яке потрібно заповнити і натиснути «ОК», після чого буде додане нове завдання, це вікно показано на рис 3.5.

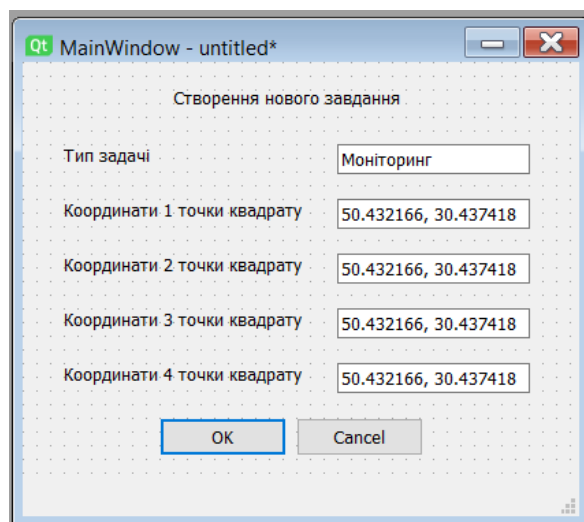


Рис . 3.5. Інтерфейс програмної моделі. Створення завдання.

При натисканні кнопки журнал завдань, користувач зможе переглянути всі завдання які були виконані чи додані, ця функція буде реалізована в новому вікні яке буде з'являтися при натисканні це видно на рис. 3.6.

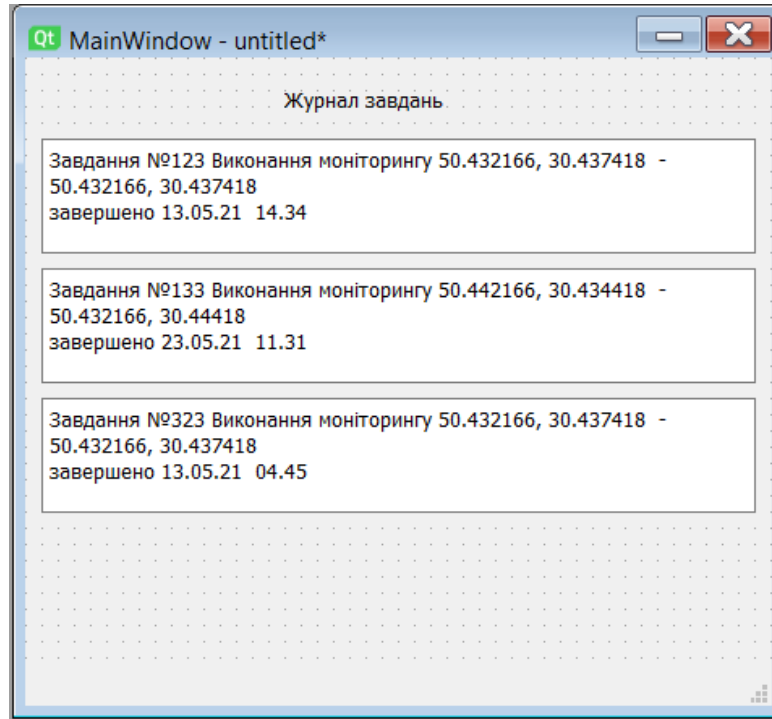


Рис. 3.6. Інтерфейс програмної моделі. Журнал завдань.

Кнопка «завершити завдання та повернути БПЛА» аварійно завершує виконання під-задач для всіх агентів. Також додана кнопка початку виконання, що знаходиться зверху посередині.

Далі було додано область, яка знаходиться під кнопками «нове завдання», «Журнал завдань», в якій буде відображатись виконуване завдання, ця область буде мати назву «*running job*». Під цією областю знаходиться область, що відображає дані від кожного агента, також є можливість включати в цю область дані з декількох БПЛА або з всіх одночасно за допомогою чекбоксів, що знаходяться між областями для завдань і даних. Також було додано таймер, що знаходиться біля кнопки аварійного завершення, Таймер буде показувати скільки виконується поточне завдання. Це все можна побачити на рис. 3.7.

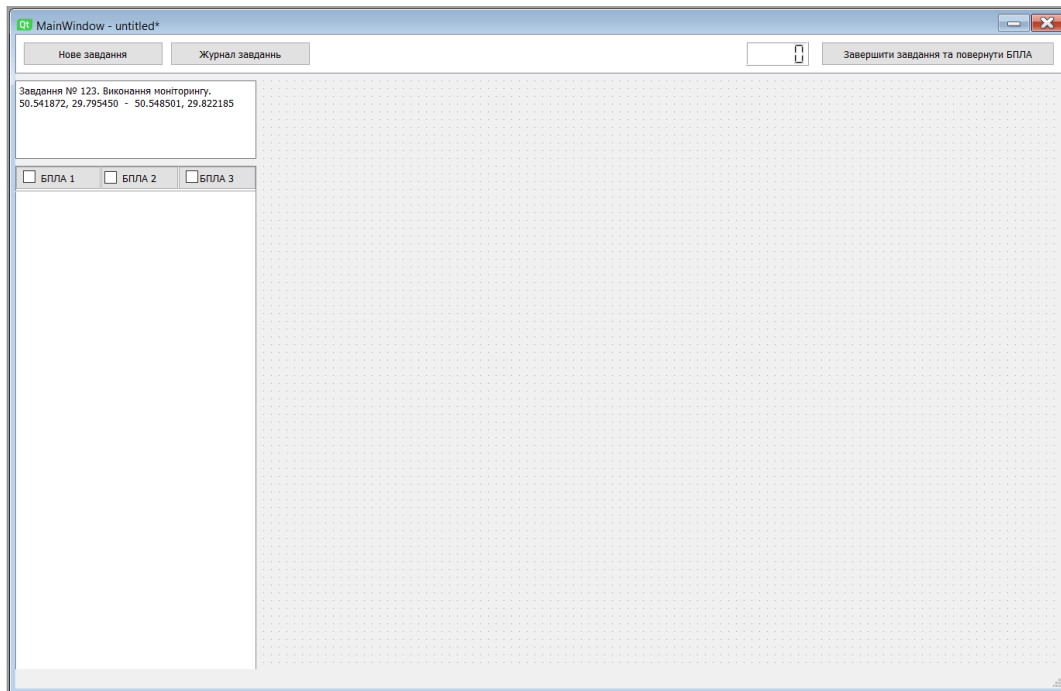


Рис. 3.7. Екрана форма інтерфейсу. Реалізація інтерфейсу

І в результаті розробки інтерфейси маємо приклад роботи програм що зображено на рис. 3.8.

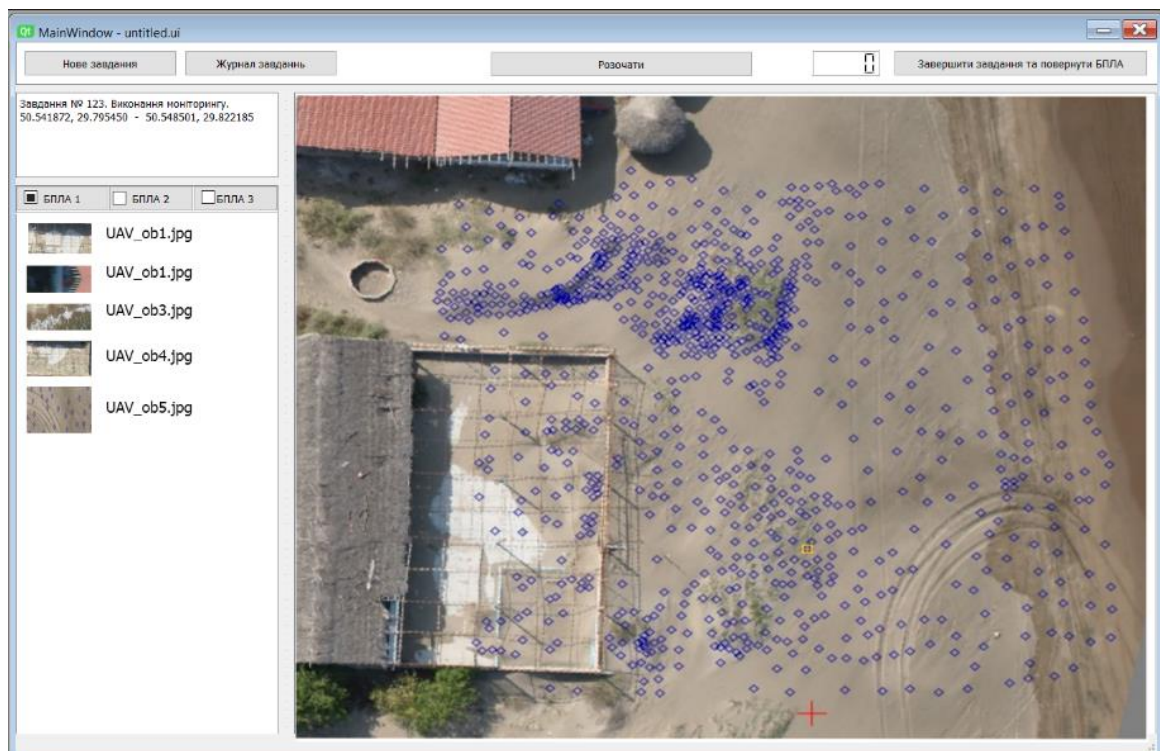


Рис. 3.8 Інтерфейс програмної моделі. Приклад тест-кейсу.

3.5. Висновки до розділу

В цьому розділі було розглянуто структурні проектування – розуміється як методологія побудови алгоритмів, програм і систем, в тому числі інформаційних, в основі якої лежить виявлення структури завдання, визначення складових компонент і виділення зв'язків між ними. Процес поділу складних завдань (об'єктів, систем) на відносно незалежні один від одного підзадачі (частини, підсистеми) називається декомпозицією.

Також важливою складовою є архітектура програмного забезпечення – це представлення системи програмного забезпечення, що дає інформацію про компоненти складають систему, про взаємозв'язки між цими компонентами і правилах, що регламентують ці взаємозв'язки, які призначене для ефективної розробки проекту такої системи.

В цьому розділі було розроблено програмну моделі мультиагентної системи. Було розроблено структуру програми і архітектуру її алгоритм. Також було представлено можливий інтерфейс.

В ході розділу було запропоновано декілька мов програмування для реалізації, проте було обрано, як найзручнішу мову, *Python*.

На прикладі інтерфейсу було розглянуто приклад виконання завдання моніторингу земної поверхні на основі мультиагентної системи із трьох БПЛА.

Отже, в цьому розділі було розглянуто такий важливий процес як розроблення програмної моделі, і в результаті було пройдено всі етапи розробки програмної моделі для мультиагентної системи.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ

4.1. Кодування

У зв'язку з нестачею апаратного забезпечення, а саме БПЛА агентів, розробляється модуль який відповідає за аналіз фото і відео файлів для обдого агента БПЛА в умовах міських задач. Програма буде аналізувати готові відео і фото файли і в результаті створювати новий файл, на якому буде позначено розпізнані об'єкти. Раніше було обрано бібліотеку *ImageAI*. Для початку потрібно інсталиювати необхідні для роботи модулі, які наведено на рис 4.1.

```

Terminal: Local x +
s3transfer 0.3.6
scikit-learn 0.24.2
scipy 1.4.1
Send2Trash 1.5.0
setuptools 52.0.0.post20210125
sip 4.19.13
six 1.15.0
tensorboard 2.5.0
tensorboard-data-server 0.6.1
tensorboard-plugin-wit 1.8.0
tensorflow 2.4.0
tensorflow-estimator 2.4.0
termcolor 1.1.0
terminado 0.9.4
testpath 0.4.4
text-unidecode 1.3
threadpoolctl 2.1.0
tornado 6.1
tqdm 4.59.0
traitlets 5.0.5
typing-extensions 3.7.4.3
urllib3 1.26.4
wcwidth 0.2.5
webencodings 0.5.1
Werkzeug 1.0.1
wheel 0.36.2
widgetsnbextension 3.5.1
win-inet-pton 1.1.0
wincertstore 0.2
wrap 1.12.1
    
```

Рис 4.1. Модулі

Кафедра КСУ				НАУ 21 01 67 000 ПЗ			
Виконав	Архипов В. І.			Розроблення програмної моделі	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кучеров Д. П.					49	56
Консульт.					СП-435 123		
Норм. контр.	Тупота Є. В.						
Зав. Каф.	Литвиненко О.Є.						

Для початку імпортуємо модулі *tensorflow*, *imageai* перша необхідна для роботи другої, код показано на рис 4.2.

```
1 import tensorflow as tf
2 print(tf.__version__)
3 from imageai.Detection import VideoObjectDetection
4 import os
```

Рис. 4.2. Імпортування бібліотек

Далі підключимо модуль *YOLOv3*, цей модуль необхідний для бази даних вже вивчених об'єктів штучним інтелектом, код наведено на рис 4.3.

```
6 execution_path = os.getcwd()
7 detector = VideoObjectDetection()
8 detector.setModelTypeAsYOLOv3()
9 detector.setModelPath(os.path.join(execution_path, "yolo.h5"))
10 detector.loadModel()
```

Рис. 4.3. Імпортування *YOLOv3*

Далі перейдемо до безпосереднього аналізу відео і його подальшого виводу, код наведений на рис. 4.4.

```
12 video_path = detector.detectObjectsFromVideo(
13     input_file_path=os.path.join(execution_path, "video.mp4"),
14     output_file_path=os.path.join(execution_path, "video2.mp4"),
15     frames_per_second=4,
16     log_progress=True
17 )
18
19 print(video_path)
```

Рис. 4.4. Старт аналізу

4.2. Тестування

Для тестування знайдемо декілька зображень та запусимо аналіз. Спробуємо перевірити зображення що знаходиться на рис. 4.5.



Рис. 4.5. До застосування аналізу

В результаті бачимо такі знайдені об'єкти як: літак, людина (див. рис. 4.6).



Рис. 4.6. Після застосування аналізу

Далі спробуємо аналізувати зону з фото другого ракурсу рис. 4.7.



Рис. 4.7. До застосування аналізу

Після аналізу було знов визначено літак, також з'явилися нові об'єкти такі як авто, вони теж були ідентифіковані (див. рис. 4.8).

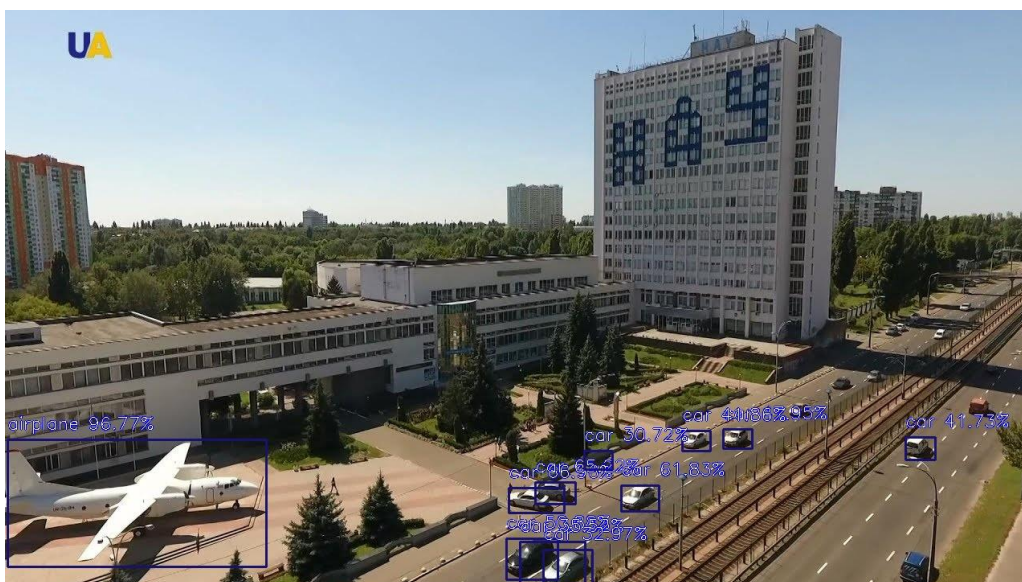


Рис. 4.8. Після застосування аналізу

Далі спробуємо фото з більшою кількістю об'єктів рис. 4.9.



Рис. 4.9. До застосування аналізу

В результаті на рис 4.10 бачимо, що було ідентифіковано велику кількість автомобілів різних розмірів.



Рис. 4.10. Після застосування аналізу

4.3. Пропозиції до застосування програмної моделі

Програма може застосовуватись для моніторингу в міських умовах. Наприклад для відстеження заторів, або неправомірних дій з боку громадян. Також в майбутньому з розвитком логістичних технологій невиключено що даний модуль можна буде застосувати для доставки товарів клієнтам. Програмна модель зможе знаходити відповідні будівлі на зображенні карти та здійснювати доставку туди.

4.4. Висновки до розділу

Кодування – процес написання сирцевого коду обраною або обраними мовами програмування з метою реалізації певного алгоритму або алгоритмів. В більш точному сенсі – процес перетворення моделей проектування в моделі реалізації обраною мовою програмування.

Було створено програмний модуль для аналізу фото та відео файлів. Програма на вході отримує зображення яке аналізує і опізнає об'єкти на ньому. Тож в результаті ми маємо фото чи відео файл на якому виділені об'єкти які програма змогла знайти.

Модуль був створений на базі бібліотеки *Imageia*. Ця бібліотека працює на основі штучного інтелекту .

У ході роботи над даним розділом було визначено що програма працює стабільно та без помилок. В залежності від заданого відсотку імовірності програма буде виділяти різні об'єкти проте більшість із них було визначено вірно. Загалом бібліотека *ImageAI* легкий модуль для інсталюванні і використанні. Але можливі пролеми з використанням модуля *tensorflow*.

ВИСНОВКИ

Мультиагентна система – це розподілена мережа пов'язаних саморегульованих апаратних і програмних агентів, які працюють спільно з метою досягнення деякого загального результату.

Все частіше з'являються задачі для вирішення яких необхідна саме мультиагентна система, одною із таких задач є задача моніторингу земної поверхні на основі БПЛА. Такі задачі все частіше виникають в різних сферах життєдіяльності, найчастіше в сфері сільського господарства та наукових напрямках геодезії.

Тому однією з найбільш перспективних тем досліджень в галузі експлуатації БПЛА на сьогоднішній день є завдання створення самоврядованої групи літальних апаратів. Мультиагентна стратегія для групи БПЛА реалізується шляхом розробки інтелектуальних агентів, що представляють логіку поведінки кожного апарату.

У першому розділі було розглянуто недоліки у мультиагентних систем. Один зі головних недоліків полягає в дезінтеграції системи в результаті відмови сховища або агента-посередника.

Так як мультиагентні системи розробляються для конкретних цілей, то вони потребують взаємодії розробників із спеціалістами галузей для якої розробляється дана система моніторингу.

Вході проекту було детально описано всі переваги і недоліки мультиагентних систем для моніторингу земної поверхні на основі БПЛА та розроблено програмну модель.

У четвертому розділі було розглянуто приклад програмного модулю для системи моніторингу на основі БПЛА.

Підводячи підсумки дипломного проекту, можна зробити висновок, що мультиагентні системи не мають аналогів або ж мають значні переваги над звичайними не на мультиагентними системами моніторингу. Тому таких систем з'являється все більше і більше.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *TensorFlow* що це, та як використовують [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.coatch?v=zRY5lx-So-c>
2. Мова програмування *Python* [Електронний ресурс]. – URL: <https://web-creator.ru/articles/python>
3. Пошук об'єктів за допомогою *AI* [Електронний ресурс]. – URL: <https://itproger.com/news/raspoznavanie-obaektov-na-python-glubokoe-mashinnoe>
4. Документація для *ImageAI* [Електронний ресурс]. – URL: <https://imageai.readthedocs.io/en/latest/>
5. Ресурс *ImageAI* [Електронний ресурс]. – URL: <https://github.com/OlafenwaMoses/ImageAI/tree/master/imageai/Detection/>
6. *Python to Windows* [Електронний ресурс]. – <https://datatofish.com/add-python-to-windows-path/>
7. Модулі для *Python* [Електронний ресурс]. – URL: https://github.com/jeffheaton/t81_558_deep_learning/blob/master/tensorflow.yml
8. Драйвер *cUda* [Електронний ресурс]. – URL: <https://developer.nvidia.com/cuda-10.1-download-archive-base>
9. *Unmanned aerial vehicle* [Електронний ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
10. Високорівнева мова програмування [Електронний ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python>
11. Мультиагентні системи БПЛА [Електронний ресурс]. – URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua>
12. Фото панорама для аналізу [Електронний ресурс]. – URL: <https://comers.com.ua/wp-content/uploads/2016/06/nau-kiev-iniver-1.jpg>
13. Бойченко С.В., Іванченко О.В. Положення про дипломні роботи (проекти) випускників Національного авіаційного університету. – К.: НАУ, 2017. – 63 с.
14. ДСТУ ГОСТ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».