

УДК 007.51:004.023(045)

П.О. Приставка, В.І. Сорокопуд, А.В. Чирков

Національний авіаційний університет, Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ПІДОЗРІЛИХ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО З БЕЗПІЛОТНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА

При виконанні Збройними Силами бойових завдань значну роль відіграють розвідувальні дані. Останнім часом ефективним способом їх отримання є використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Але даний спосіб має свої особливості. Зокрема, для підвищення ефективності має сенс застосовувати автоматизовані методи обробки відеоданих з камери БПЛА. В даній публікації наведено опис експериментального зразка системи, що складається з БПЛА та наземної станції, призначеної для автоматизованого пошуку підозрілих об'єктів на відео в онлайн-режимі; на тестових прикладах показано адекватність системи, реалізованої за запропонованою схемою; зроблено висновки щодо перспектив подальшого розвитку системи, що описується.

Ключові слова: розвідка, пошук об'єктів, автоматизована система, безпілотне повітряне судно.

Вступ

Постановка проблеми. В сучасних збройних конфліктах активного застосування на тактичному рівні отримали безпілотні літальні апарати (БПЛА), при цьому їх частка збільшується щорічно. Дана тенденція зберігається завдяки високій ефективності виконання завдань по повітряній розвідці [1].

Типовими класами задач повітряної розвідки є задачі: 1) пошуку військової техніки на відео з камери БПЛА («безпілотного повітряного судна» згідно з Повітряним кодексом України [2]; даний термін і термін «БПЛА» фактично є термінами-синонімами), знятому під час польоту над територією, що представляє практичний інтерес; 2) супроводження об'єкта безпілотним літальним апаратом. Стандартний спосіб вирішення вказаних задач передбачає повний перегляд всіх отриманих відеоматеріалів оператором: в офлайн-режимі для задачі (1), або в онлайн-режимі для задачі (2). Суттєвим недоліком такого способу є людський фактор: при виконанні великого обсягу рутинної роботи негативний вплив починають чинити такі фактори як розсіювання уваги та ефект тунельного зору, внаслідок чого якість обробки відеоматеріалів оператором знижується. Практично це означає, що для задачі (1) підвищується імовірність пропуску (незнаходження) об'єкта – внаслідок розсіювання уваги; для задачі (2) області відео, відмінні від околу об'єкту, що супроводжується, фактично не розглядаються – внаслідок ефекту тунельного зору. Отже, дослідження у сфері автоматизації обробки відео з БПЛА є актуальними.

Тривіальним варіантом вирішення задачі знаходження об'єкта є використання детектора – алгоритму автоматичного пошуку – на кожному кадрі відео. Основною складністю при цьому є необхідність наявності навчальної вибірки, у якій об'єкт

пошуку повинен бути представлений за можливості якісно: знятий з максимальної кількості ракурсів та у максимально можливій кількості зовнішніх умов (освітлення, шум, тіні тощо). На практиці наявність такої вибірки не завжди можлива [3].

Інший варіант автоматизованого знаходження об'єкта – реалізація метода пошуку всіх «підозрілих» областей, в яких потенційно може знаходитись об'єкт, що представляє практичний інтерес [3], – з подальшою обробкою оператором лише знайдених областей.

Для того, щоб даний метод мав практичну цінність, необхідно розробити відповідний програмно-апаратний комплекс для збору та обробки відео з камери БПЛА.

Аналіз досліджень і публікацій. В публікації [4] розкрито окремі особливості бойового застосування безпілотних авіаційних систем в інтересах забезпечення виконання завдань за призначенням підрозділів тактичної ланки Сухопутних військ, наведено список актуальних завдань у сфері розробки безпілотних авіаційних систем, проаналізовано публікації із загальних теоретичних досліджень досвіду застосування безпілотної авіації та питань побудови та створення безпілотних комплексів і систем. По останньому питанню проведений аналіз технічних характеристик і можливостей БПЛА, стану оснащення Збройних сил України тощо, і не проведений аналіз використовуваних технологій, методів та засобів (ТМЗ), зокрема програмних, тощо.

Аналіз ТМЗ, що використовуються у БПЛА, взагалі представлений у відкритих наукових публікаціях недостатньо. Це пов'язано із тим, що, по-перше, деякі ТМЗ є продукцією подвійного призначення, і по-друге, переважну більшість БПЛА випускають приватні компанії, тому використовувані в них ТМЗ є комерційною таємницею. Тому для розуміння актуального стану даної галузі замість аналізу

наукових публікацій необхідно аналізувати відкриту документацію БПЛА, веб-сайти виробників або продавців, відповідні виставки тощо.

Найбільш відома система керування боєм (частиною якої є розвідувальні БПЛА), що розробляється в Україні – «Комбат Віжн» [5]. В даній системі БПЛА використовується для повітряної розвідки, зокрема нанесення об'єктів, що представляють інтерес, на карту. При цьому аналіз відео не автоматизований і виконується оператором, тобто описані вище проблеми потенційно можуть мати місце.

Одним із прикладів БПЛА з реалізованою функціональністю автоматичного (автоматизованого) спостереження, пошуку, ідентифікації об'єктів, що представляють інтерес, є безпілотний авіаційний комплекс «Micro C-UAS WARMATE» (Польща) [6]. Ліцензійна копія даного комплексу доступна на українському ринку ([7] та новостні веб-сайти). Він призначений для ураження супротивника методом самознищення («літак-снаряд»), тобто не є розвідувальним у чистому вигляді. Інша проблема – висока ціна, зафіксована в іноземній валюті.

В системах управління боєм тактичного рівня, зокрема [8–10], БПЛА використовуються для зйомки відео з подальшим його переглядом відповідальною особою (аналогічно [5]), або як транспортні носії для вирішення технічних задач різного роду.

Українська компанія «Matrix UAV» [11] займається продажем БПЛА різних типів для вирішення широкого кола задач, але задачі автоматизації обробки відео з камери в переліку немає.

Отже, наявні (на момент публікації даної роботи) безпілотні авіаційні комплекси не вирішують поставлену вище проблему безпосередньо. Тому виникає задача, наведена далі.

Постановка задачі. Глобально задача така: необхідно розробити програмно-апаратний комплекс із використанням БПЛА для автоматизованого пошуку підозрілих об'єктів для задач розвідки.

Мета даної публікації: запропонувати робочу схему автоматизованої системи (АС) для вирішення наведеної задачі. Перевірити принципову можливість розробки системи за вказаною схемою. Запропонувати інформаційну технологію для вирішення глобальної задачі.

Виклад основного матеріалу

Вимоги до системи. АС, що розроблюється, повинна мати таку функціональність:

- зйомка місцевості з камери БПЛА;
- формування списку підозрілих областей в автоматичному режимі;
- прив'язка до кожної з підозрілих областей параметрів, за якими є можливість обчислити її розташування: положення БПЛА в момент зйомки відповідного кадра (наприклад, GPS-координати) і

параметри телеметрії (кути рискання, тангажу, крену БПЛА);

- відбір оператором об'єктів, що представляють інтерес, з автоматично сформованого списку;
- виконання дій – в тому числі в автоматичному режимі – над відібраними об'єктами.

Така АС не може не бути багатокомпонентною, тому її розробка є нетривіальною задачею, що включає в себе ряд прикладних проблем і підзадач взаємодії складових компонент найбільш оптимальним способом.

Апаратні технології. Апаратна частина АС складається з БПЛА з цільовим обладнанням на борту, наземної станції (НС) і каналу зв'язку між ними (рис. 1).

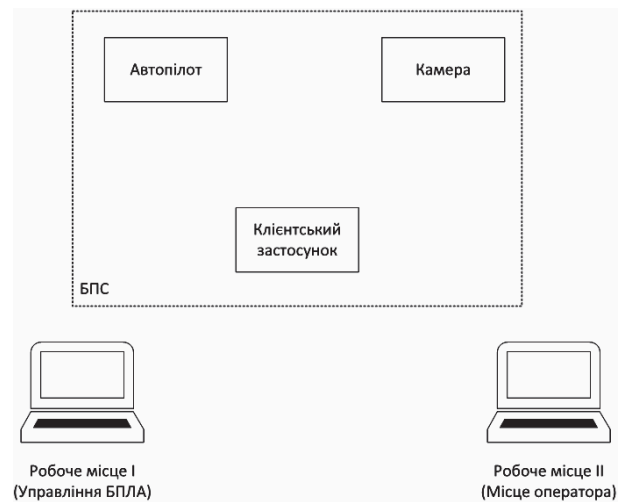


Рис. 1. Склад автоматизованої системи

Цільовим обладнанням на борту БПЛА у випадку задачі, що розв'язується, є відеофотокамера та пристрій для обробки даних. У ролі останнього виступає одноплатний комп'ютер (ОК). В публікації [12] для класу подібних задач рекомендується використання ОК Raspberry Pi 3 Model B або DragonBoard 410c.

НС призначена для обробки даних з БПЛА та управління ним. Дана задача складається з підзадач, які розв'язуються деякими методами (обробка даних) та засобами (управління). При цьому якщо даними, що оброблюються, є потік відеокадрів або фотографій, відповідні математичні методи як правило є ресурсоемними. Отже, основна вимога до частини НС з обробки даних (робоче місце оператора) – достатня обчислювальна потужність.

В польових умовах АС повинна бути мобільною: зручною для транспортування, мати високу швидкість розгортання. Використання в якості НС «потужного» ноутбука – із процесором високої обчислювальної здатності, достатнім об'ємом оперативної пам'яті та потужною відеокартою (за необхідності – для виконання частини обчислень на ній)

в якості робочого місця оператора, і ноутбука з достатніми характеристиками в якості робочого місця пілота – задовольняє всім наведеним вище вимогам. Результати практичної перевірки експериментального зразка автоматизованої системи, що описується, показують, що достатніми характеристиками ноутбука є такі: процесор Intel Core i5, 8 Гб оперативної пам'яті.

Встановлення якісного зв'язку між БПЛА та НС є складною проблемою, оскільки всі канали потенційно можуть бути заглушені або перехоплені. В рамках даної публікації для перевірки принципової можливості розробки АС для автоматизованого пошуку підозрілих об'єктів (див. постановку задачі) можна використовувати будь-який канал зв'язку з більш-менш прийнятною дальністю приймання сигналу. В експериментальному зразку АС, що описується, для зв'язку БПЛА і наземної станції використовується Wi-Fi (бездротовий канал зв'язку, що відповідає сімейству стандартів IEEE 802.11) через зручність його використання на ОК та ноутбуках.

Програмні технології. Наступною задачею є вибір програмних технологій: операційних систем (ОС) для ОК на борту БПЛА та для НС, мови програмування для розробки цільового програмного забезпечення (ПЗ), використання сторонніх програмних бібліотек за необхідності, протокол передачі даних між БПЛА та НС. Деякі аспекти перших двох питань (вибір ОС та мови програмування) з наданням рекомендацій для випадку розробки ПЗ для різних архітектур (у випадку АС, що описується, в ОК використовується процесор архітектури ARM, в НС – x86_64) наведено в публікації [13].

Найбільш використовувані на персональних комп'ютерах ОС сімейства Windows, по-перше, є платними, по-друге, не можуть бути встановлені на ОК із процесорами архітектури ARM (крім останніх версій). Альтернативою є ОС сімейства Linux. Перевагами для випадку АС, що описується, є наявність версій як для x86_64, так і для ARM; зручність оновлення, в тому числі системи на борту БПЛА; зручність програмування та встановлення специфічних бібліотек для розробки програмного забезпечення (порівняно з ОС сімейства Windows) [13].

При виборі мови програмування для розробки цільового ПЗ використовуються різні критерії на етапі розробки фінальної версії та на етапі виконання наукових або експериментальних досліджень. У другому випадку суттєвим критерієм є швидкість написання програмного коду, зокрема швидкість реалізації рутинних операцій: завантаження даних з файлу, робота з графічними форматами, наявність так званого «синтаксичного цукру», зокрема лямбда-виразів, наявність реалізованих специфічних рутинних операцій, таких як підрахунок статистичних характеристик вибірки, наявність типу даних

«багатовимірний масив» тощо. У випадку використання для розробки ОС сімейства Linux прийнятним варіантом, що відповідає вказаним вимогам, є мова програмування Python [13–14].

Розробка інтерфейсної частини ПЗ для НС є типовою задачею і вирішується із використанням стандартних засобів. У випадку АС, що описується, використовується бібліотека PyQT.

Основою автоматичної частини АС, що описується, є методи цифрової обробки зображень, зокрема методи комп'ютерного бачення (Computer Vision). Розробка програмної реалізації даних методів як правило є трудомісткою задачею, тому замість самостійної розробки має сенс використовувати відповідні програмні бібліотеки. Для задач, поставлених у даній публікації, використовується бібліотека OpenCV, в якій реалізовано значну кількість методів комп'ютерного бачення. OpenCV є бібліотекою з відкритим кодом; на практиці це означає взаємний контроль розробників і, як наслідок, підвищення якості роботи, зменшення кількості помилок і зменшення імовірності наявності так званих програмних закладок.

БПЛА та НС передають між собою дані різного характеру, тому виникає необхідність розробки протоколу їх передачі. Дана задача є типовою: протокол розроблюється на етапі проектування та реалізується (і, за необхідності, модифікується) на наступному етапі.

Крім цього, виникає задача коректного прийому даних. Прийнятним варіантом для її вирішення є використання протоколу TCP/IP; у випадку використання Wi-Fi та ОС Linux на ОК та НС така можливість є за замовчанням, у випадку використання деяких інших каналів можливо використання сторонніх бібліотек.

Пошук підозрілих областей. Для перевірки принципової можливості розробки АС відповідно до поставленої задачі в якості автоматичної частини системи використовується спрощений алгоритм пошуку підозрілих областей на відео з камери БПЛА [3] на основі аналізу гістограм [15]. Даний алгоритм є достатньо якісним: з 10 відеокадрів, що містять підозрілий об'єкт, на 8–9 кадрах він детектується коректно. Кількість неправильних спрацювань (в середньому 3–4 на кадр) є прийнятною для використання алгоритму в якості частини напіваавтоматичної системи. Швидкість роботи (до 10 кадрів/сек при виконанні на процесорі архітектури x86_64) може бути достатньою для деяких практичних задач [3].

Визначення координат області бачення камери БПЛА та цільових об'єктів є окремою нетривіальною задачею через геометричні особливості форми Земної кулі – геоїду (рис. 2). Можливі способи визначення координат точок, що представляють

інтерес, на основі положення БПЛА і кутів ризику, тангажу, крену наведено в публікаціях [16] і [17].

Структура автоматизованої системи. Принцип роботи системи в цілому такий: клієнтська частина (БПЛА з ОК) обробляє потокове відео з камери, визначає підозрілі об'єкти, отримує параметри телеметрії – GPS-координати, кути ризику, тангажу, крену БПЛА – з підсистеми «автопілот» БПЛА та відправляє на сервер (НС). Серверна частина дозволяє оператору переглядати об'єкти, які були отримані від БПЛА, у оператора є можливість вибрати конкретний об'єкт і відправити інформацію про нього назад на БПЛА, після чого БПЛА змінює режим польоту: переходить в режим пошуку обраного оператором об'єкта. Схематичний принцип роботи системи наведений на рис. 3.

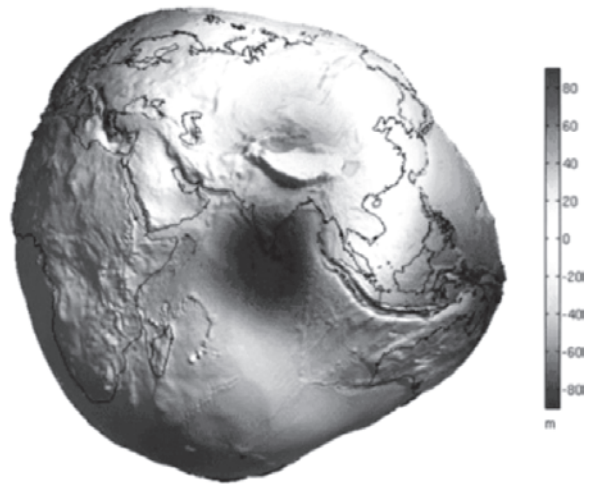


Рис. 2. Геоїд – реальна форма Земної кулі

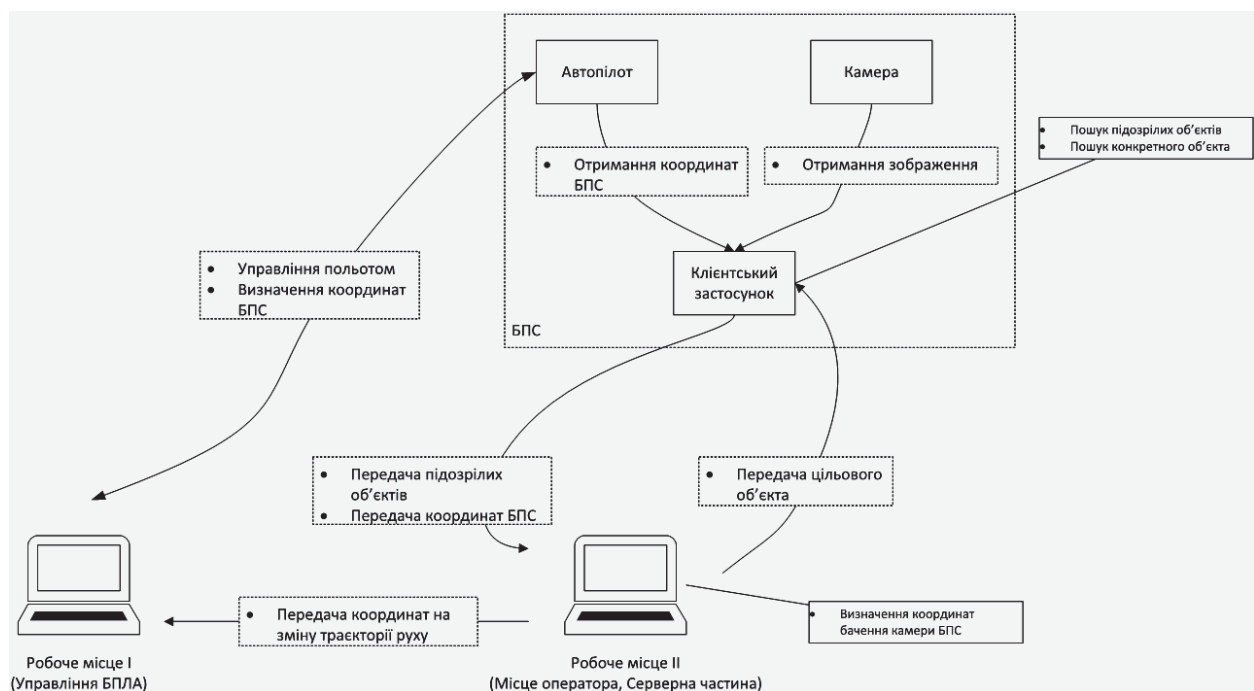


Рис. 3. Структура комплексу: взаємозв'язок між елементами

Особливістю системи, що описується, є той факт, що передача даних з БПЛА на НС відбувається не постійно, а з деякою періодичністю. Мета такого рішення – зниження ймовірності радіопеленгу при наявності можливості обробки отримуваних даних в режимі, близькому до режиму реального часу.

Таким чином, задачі клієнтської частини АС такі: обробка відео з БПЛА, пошук підозрілих об'єктів, пошук цільового об'єкта. Задачі серверної частини АС: відображення підозрілих об'єктів, організація можливості вибору конкретного об'єкта, зміна параметрів алгоритму пошуку підозрілих об'єктів, визначення координат області бачення камери БПЛА, відображення карти польоту БПЛА. На рис. 4 наведено (продубльовано) список задач

клієнтської та серверної частин АС і дані, які передаються між ними.

Оскільки система передбачає обмін інформацією між БПЛА та НС, необхідно розробити протокол обміну даними, який забезпечить надійність та зручність обміну інформацією.

Як було відмічено вище, задача розробки протоколу обміну даними є типовою. Тому детальний його опис не є необхідним в рамках постановки задачі даної публікації.

Схема процедури обміну інформацією представлена на рис. 5.

На рис. 5 операція «Пакування» – процес переведення класу визначеної структури в масив байт; «Розпакування» – обернена операція: процес переведення масиву байт у клас визначеної структури.

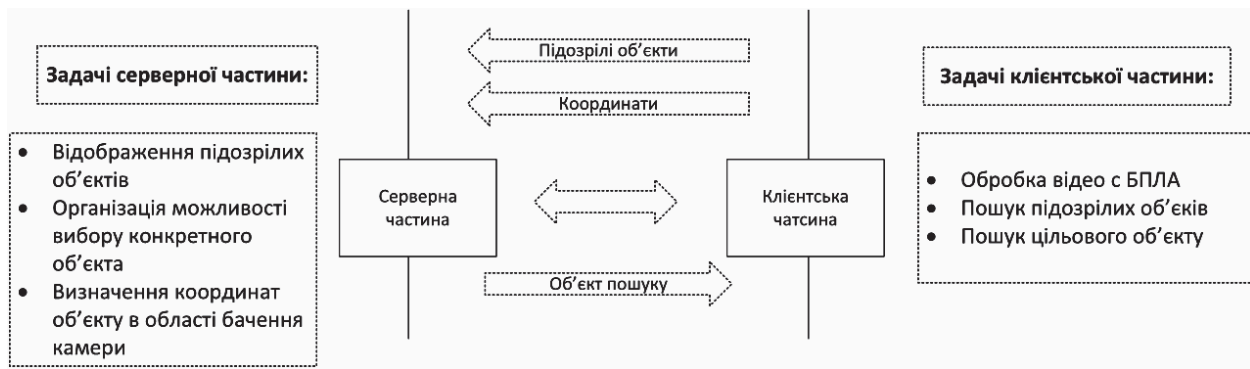


Рис. 4. Задачі клієнтської та серверної частин АС, дані, які передаються між ними

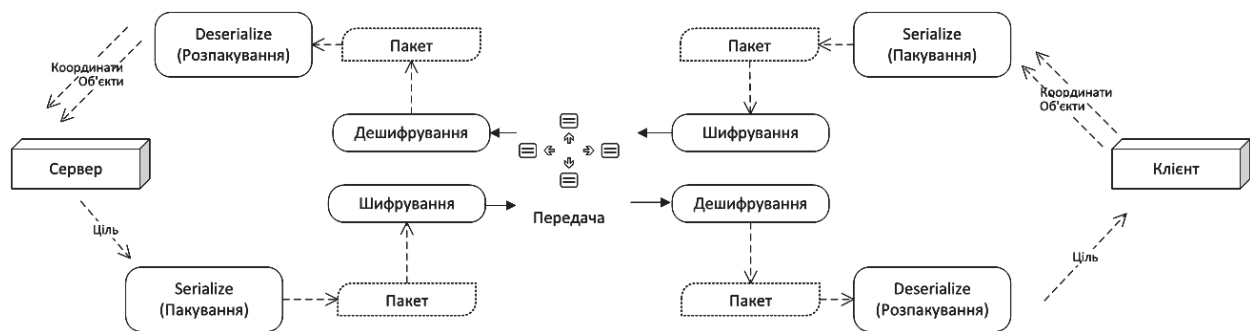


Рис. 5. Структура комплексу: схема процедури обміну інформацією

З метою захисту даних від несанкційного перегляду їх має зміст шифрувати.

Шифрування даних є окремою задачею, що вирішується з урахуванням значної кількості факторів, і також не входить у рамки постановки задачі даної публікації.

Інтерфейс користувача. Однією з головних задач серверної частини (НС) є взаємодія з користувачем (оператором). Для її організації був розроблений графічний інтерфейс як частина серверного застосунку. Структура взаємодії користувача і графічного інтерфейсу представлена на рис. 6.

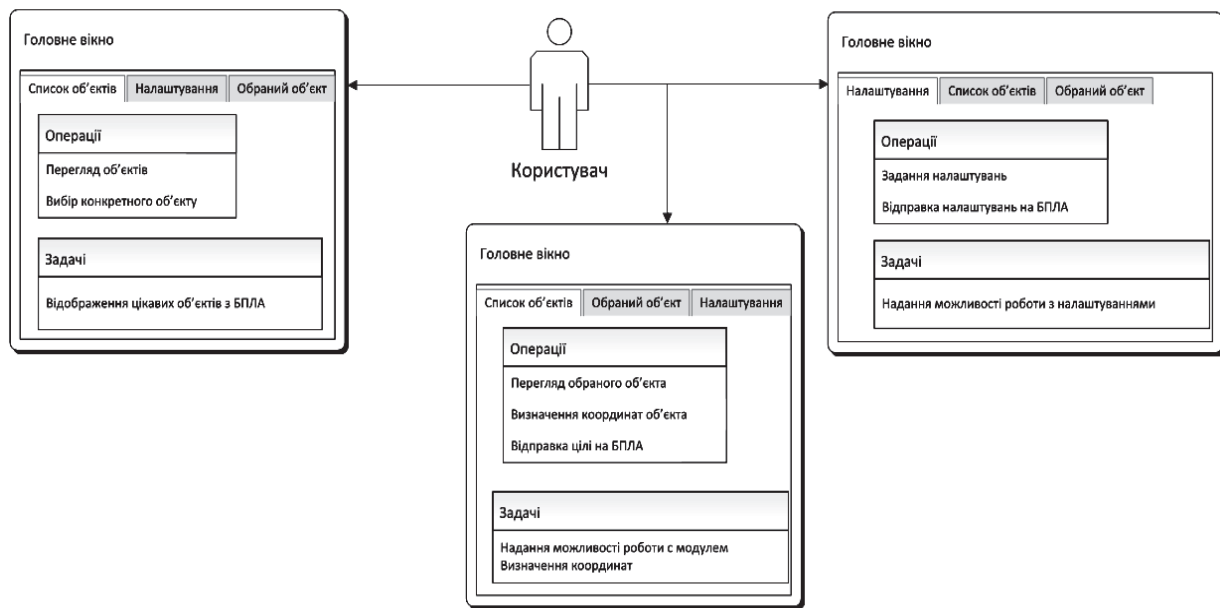


Рис. 6. Структура взаємодії користувача і графічного інтерфейсу

Вигляд вкладки «Налаштування» головного вікна серверної частини наведено на рис. 7. Вигляд

вкладки зі списком об'єктів, переданих на НС, які алгоритм розпізнав як підозрілі, наведено на рис. 8.

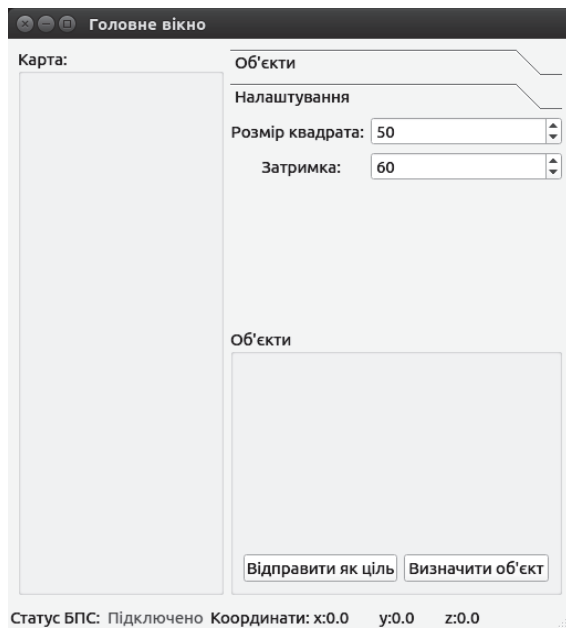


Рис. 7. Головне вікно: вкладка «Налаштування»

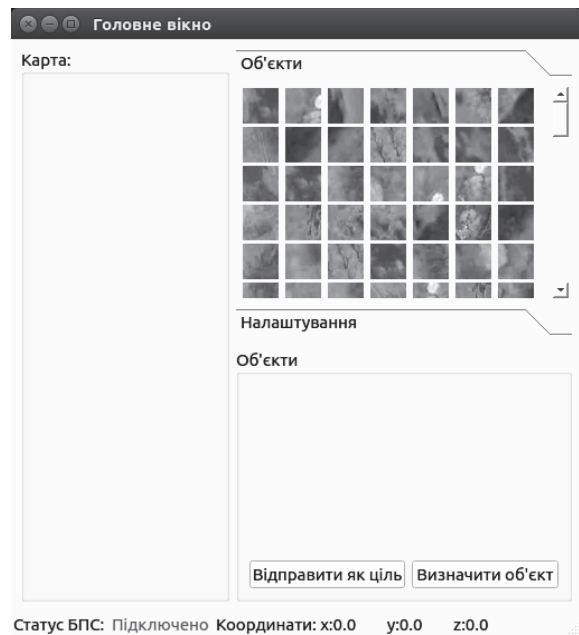


Рис. 8. Головне вікно: список підозрілих об'єктів, отриманих з БПЛА

Вище було відмічено, що алгоритм пошуку підозрілих об'єктів на відеокдрах з камери БПЛА має високий процент правильних спрацювань, але разом із тим значну кількість неправильних. Приклад роботи алгоритму наведено на рис. 9.



Рис. 9. Приклад роботи алгоритму пошуку підозрілих об'єктів (клієнтська частина – БПЛА)

Порядок роботи із системою такий:

1. Налаштувати канал зв'язку Wi-Fi.
2. Запустити серверний застосунок на НС. Дізнатись IP-адресу НС.
3. Запустити клієнтський застосунок на БПЛА. При запуску вказати IP-адресу НС.
4. Запустити БПЛА по необхідній траєкторії.
5. Під час польоту переглядати підозрілі об'єкти, які АС пересилає з БПЛА на НС з деякою періодичністю. За необхідності змінити налаштування (параметри алгоритму).
6. У випадку появи у списку об'єкта, що представляє інтерес, виділити його і дати команду БПЛА

виконувати відносно нього автоматичні дії (наприклад, перевести БПЛА в режим автоматичного супроводження).

7. Після завершення виконання завдання посадити БПЛА, завершити роботу клієнтського та серверного застосунків.

Висновки відносно розробленої АС та можливі напрямки подальших досліджень наведено далі.

Висновки

Реалізовано експериментальний зразок автоматизованої системи – БПЛА і НС – яка забезпечує автоматичне формування списку підозрілих об'єктів, вибір з нього об'єкта, що представляє інтерес. Систему було протестовано на відео – записках з камери БПЛА, знятих на Сході України у зоні проведення бойових дій. Результати тестування показали адекватність АС.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на виконання польотних випробувань для тестування АС в умовах, наближених до реальних; та розробку відповідного програмно-апаратного комплексу для застосування в реальних умовах для вирішення реальних задач, пов'язаних із пошуком на відео об'єктів, що представляють інтерес.

Список літератури

1. Метод забезпечення безпеки відеоінформаційного ресурсу на основі багаторівневої селективної обробки в телекомунікаційних системах / О.Г. Оксіюк, Д.С. Гаврилов, П.М. Гуржій, Б.О. Демідов // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: зб. наук. праць.* – 2017. – №1 (26). – С. 46-48.
2. *Повітряний кодекс України від 19.05.2011 №3393-VI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>.*

3. Чирков А.В. Пошук підозрілих об'єктів на відео з камери безпілотного літального апарата на основі аналізу гістограм / А.В. Чирков // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем: збірник наукових праць. – 2016. – № 13. – С. 126-135.

4. Особливості застосування безпілотного авіаційного комплексу в інтересах підрозділів тактичної ланки Сухопутних військ / Ю.Г. Даник, І.В. Пулеко, Р.М. Осадчук, Д.А. Іщенко // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем: збірник наукових праць. – 2015. – № 10. – С. 37-42.

5. ComBat Vision [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://combat.vision/>.

6. Warmate | WB Electronics [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://wb.com.pl/warmate-en/?lang=en>.

7. Warmate (БПЛА) — Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Warmate_\(%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Warmate_(%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90)).

8. Defence Software | Command and Control | Interoperability [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://systematic.com/defence/>.

9. Warfighter Information Network-Tactical (WIN-T) - General Dynamics Mission Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://gdmissionsystems.com/c4isr/warfighter-information-network-tactical-win-t/>.

10. Force XXI Battle Command Brigade and Below (FBCB2) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://pdfs.semanticscholar.org/cb40/aeb3ca16cec0a0008c21409ebb9ff008084c.pdf>.

11. Matrix UAV [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://mav.com.ua/>.

12. Шевченко А.К. Порівняльний аналіз мікрокомп'ютерів для обробки даних / А.К. Шевченко // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних

систем: тези доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ (Дніпро), 16–18 листопада 2016 р., Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – Дніпропетровськ (Дніпро): ДНУ ім. Олеся Гончара, 2016. – С. 251-252.

13. Чирков А.В. Методика реалізації програмних рішень для обробки даних на борту безпілотного літального апарату / А.В. Чирков // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ, 18–20 листопада 2015 р., Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – Дніпропетровськ: ДНУ ім. Олеся Гончара, 2015. – С. 245-246.

14. What are the advantages of Python over C++? [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.quora.com/What-are-the-advantages-of-Python-over-C++>.

15. Prystavka Philip The Mathematical Foundations of Foreign Object Recognition in the Video from Unmanned Aircraft / Philip Prystavka, Anastasia Rogatyuk // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – № 3(64). – Pp. 133-139.

16. Нічіков Є.П. Інформаційна технологія визначення області бачення камери цільового призначення безпілотного повітряного судна / Є.П. Нічіков, А.В. Чирков // Проблеми інформатизації та управління: збірник наукових праць. – 2015. – № 4 (52). – С. 106-112.

17. Buryi P. Automatic Definition the Field of View of Camera of Unmanned Aerial Vehicle / P. Buryi, P. Prystavka, V. Sushko // Наукоємні технології. – 2016. – № 2(30). – Pp. 151-155.

Надійшла до редколегії 9.06.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. П.М. Павленко, Національний авіаційний університет, Київ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕО С БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Ф.А. Приставка, В.И. Сорокопуд, А.В. Чирков

При выполнении Вооружёнными Силами боевых заданий значительную роль играют разведывательные данные. В последнее время эффективным способом их получения является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Но данный способ имеет свои особенности. В частности, для повышения эффективности имеет смысл применение автоматизированных методов обработки видеоданных с камеры БПЛА. В данной публикации приведено описание экспериментального образца системы, состоящей из БПЛА и наземной станции, предназначенной для автоматизированного поиска подозрительных объектов в онлайн-режиме; на тестовых примерах показана адекватность системы, реализованной по предложенной схеме; сделаны выводы касательно перспектив дальнейшего развития описываемой системы.

Ключевые слова: разведка, поиск объектов, автоматизированная система, беспилотное воздушное судно.

EXPERIMENTAL VERSION OF AUTOMATIC SYSTEM FOR SUSPICIOUS OBJECTS SEARCH ON VIDEO STREAM FROM UNMANNED AIRCRAFT

P. Prystavka, V. Sorokopud, A. Chyrkov

When the Armed Forces perform combat missions, military intelligence data have a significant role. Last time using unmanned aircraft vehicles (UAV) is an effective way for its mining. But this way has some specificities. In particular it takes sense to apply automatic methods to handle UAV videodata for efficiency increase. This publication describes experimental version of a system, which consists of UAV and ground station, for automatic search of suspicious objects on the video stream in online mode; shows adequacy of a system implemented at the proposed way on test examples; makes conclusions about further development of the described system.

Keywords: military intelligence, object search, automatic system, unmanned aircraft vehicle.