

Методи та Алгоритми Посекторного Сканування в Оптико-електронних Станціях Кругового Моніторингу Повітряного Простору

Андрій Тевяшев
завідувач кафедри прикладної математики
Харківський національний університет
радіоелектроніки
Харків, Україна
tad45ua@gmail.com

Антон Колядін
кафедра прикладної математики
Харківський національний університет
радіоелектроніки
Харків, Україна
antonkoliadin@gmail.com

Methods and Algorithms for Sectoral Scanning in Optical-electronic Stations of Circular Airspace Monitoring

Andrew Tevyashev
Department of Applied Mathematics
Kharkiv National University
of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
tad45ua@gmail.com

Anton Koliadin
Department of Applied Mathematics
Kharkiv National University
of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
antonkoliadin@gmail.com

Анотація—В даній роботі розглядається проблема розробки оптичного аналогу радіолокаційних станцій ближнього радіусу дії, алгоритми та методи посекторного сканування з використанням камер з широким кутом зору та камер з вузькоспрямованим полем видимості.

Abstract—This paper reviews the problem of developing an optical analogue of short-range radars, algorithms and methods of sector scanning using wide-angle cameras and narrow-field cameras.

Ключові слова—інформаційно-аналітична технологія, оптичний потік, дескриптори особливих точок, супровід повітряних об'єктів, тепловізійна камера.

Keywords— *opto-electronic system, monitoring, radar system, aerial objects search, airspace security, sectoral scanning, thermal imager.*

I. ВСТУП

Оптичні системи на перевагу від радіолокаційних мають набагато вищу точність через меншу довжину хвиль, більш низьку вартість та ширший круг вирішуваних задач. В оптичному діапазоні значно

ускладнено використання технології зменшення помітності [4]. На відміну від РЛС виявлення та супровід можливо виконати у повністю пасивному режимі, якщо не використовувати лазерний далекомір та підсвітку [3].

Структура комплексу:

- а) Опорно-поворотний пристрій на якому встановлені:
- б) камера оптичного діапазону з об'єктивом високої кратності;
- в) тепловізор з телеоб'єктивом;
- г) лазерний далекомір;
- д) GPS приймач для геодезичної прив'язки;
- е) лазерний рівень горизонту для позиціонування опорно-поворотного пристрою;
- й) інформаційно-аналітична система.

II. ПЕРЕВАГИ ОПТИЧНОЇ СТАНЦІЇ МОНІТОРИНГУ

Переваги оптичної станції моніторингу і супроводу в порівнянні з радіолокаційними:



Інформаційні системи та технології ICT-2019

Секція 4.

Розпізнавання образів, цифрова обробка зображень і сигналів.

- а) висока точність вимірювання,
 - б) можливість пасивного режиму роботи без можливості виявлення супроводжується об'єктом факту його виявлення,
 - в) нижче ціна компонентів,
 - г) нижче доступність технологій малопомітності в оптичних і інфрачервоних діапазонах,
 - д) можливість виявляти цілі з композитних матеріалів і малих лінійних розмірів.
- недоліки:
- а) сильна залежність якості роботи від погодних умов,
 - б) менші дальності роботи.

III. ПРОБЛЕМА КУТУ ОГЛЯДУ ВІДЕОКАМЕР

Для моніторингу верхньої напівкулі повітряного простору стає актуальною проблема охоплення одночасно невеликої частки простору камерою. В для кута огляду камері 60 градусів ця величина становить близько 1/6, а при використанні 30 кратного оптичного зуму, що необхідний для виявлення та супроводу повітряних об'єктів на відстанях більше 1км 1/5400. Тому необхідне постійне сканування завдяки керування камерою. Траєкторія має розраховуватися в залежності від апіорної ймовірності знаходження об'єктів у кожній частині неба. Також необхідне постійне керування кратністю зуму, для отримання піраміди зображень з різним рівнем наближення [6].

IV. ОСНОВНІ МЕТОДИ

Для роботи в режимі кругового моніторингу найбільшу важливість мають алгоритми виявлення і захоплення об'єктів. Для це передбачається використовувати захоплення контрастних нагрітих цілей за допомогою тепловізора, розпізнавання типів об'єкта за допомогою рекурентної згорткової нейромережі та нейромереж глибокого навчання, методами аналізу динамічних змін фону [7].

Виявлення відбувається на піраміді зображень, отриманих з різним рівнем зуму камери, на кожному шарі уточнюючи положення цілі [8].

При переході в режим супроводу обраної цілі (вибір цілі може відбуватися автоматично на підставі типу та інформації про лінійні розміри і швидкість цілі), включається відпрацьована інформаційно-аналітична технологія високоточного супроводу повітряних об'єктів.

Інформаційно-аналітична система складається з обчислювальної машини (персональний комп'ютер архітектури x64) та програмного забезпечення, яке базується на інформаційно-аналітичній технології (ІАТ). ІАТ це впорядкована послідовність процедур отримання, обробки, аналізу відеоінформації, прийняття та реалізації рішень для досягнення заданої цілі в умовах високої апіорної невизначеності щодо поведінки об'єкта спостереження і навколишнього середовища. Програмна реалізація ІАТ представляє ієрархічно упорядкований

комплекс бібліотек методів оптимальної обробки відеопотоку та керування. ІАТ представляє генералізацію для множини математичних моделей та алгоритмічних методів.

ІАТ складається з окремих блоків, що містять множину методів, кожен з яких виявляється оптимальним для окремого власного випадку поєднання параметрів навколишнього середовища та об'єкта супроводу.

Методи вибираються в залежності від:

- а) траєкторії руху (лінійний рух, рух із зупинками, різкі зміни напрямку руху, обертання і повороти);
- б) зашумленості картини (власні шуми камери, хмари і об'єкти фону, зміни освітлення, контрасту);
- в) можливості повного, часткового або тривалого виходу об'єкта за межі прямої видимості.

Для підвищення стійкості супроводу можливе використання паралельної роботи декількох методів та обирання найкращої апроксимації на кожному етапі обробки шляхом голосування або шляхом евристичної оцінки результатів обчислень.

Інформаційно-аналітична технологія моніторингу повітряного простору забезпечує отримання відеопотоків і управління камерами і лазерним далекоміром; фільтрацію зображення, автоматичне детектування, розпізнавання і класифікацію повітряних об'єктів; вибір конкретного об'єкта і точки супроводу на ньому; автоматичне обчислення параметрів траєкторій руху об'єкта і їх дисперсій; прогнозування координат точки супроводу; пошук втраченого об'єкта; аналіз дисперсії помилок супроводу.

Основні функціональні блоки ІАТ:

- а) блок отримання зображення;
- б) блок попередньої фільтрації зображення;
- в) блок захоплення цілей;
- г) блок пошуку зниклих об'єктів;
- д) блок розташування точок супроводу на цілі;
- е) блок супроводу цілей;
- ж) блок фільтрації точок, які відстежуються;
- з) блок прогнозування траєкторії;
- к) блок апроксимації траєкторії в минулі моменти;
- л) блок розрізнення перетинів цілей з іншими цілями та формами рельєфу;
- м) блок аналізу похибок супроводу;
- н) блок керування сервоприводами.

V. ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ

Області застосування лазерної оптико-електронної системи моніторингу повітряного простору:



Інформаційні системи та технології ICT-2019

Секція 4.

Розпізнавання образів, цифрова обробка зображень і сигналів.

а) Моніторинг повітряного простору в видимому і інфрачервоному діапазонах.

- 1) Круговий огляд повітряного простору;
- 2) Моніторинг обраного сектора повітряного простору;
- 3) Детектування і розпізнавання повітряних об'єктів;
- 4) Високоточний супровід обраного об'єкта;
- 5) Обчислення і аналіз параметрів траєкторії повітряних об'єктів.

б) Системи наведення.

- 1) Виявлення об'єктів в повітряному просторі.
- 2) Множинне супровід групи цілей з тимчасовим поділом вимірювальних каналів.
- 3) Високоточне супровід обраного об'єкта.
- 4) Обчислення і прогнозування параметрів траєкторії вибраного об'єкту.
- 5) Передача цілевказань для інших бойових одиниць.
- 6) Побудова траєкторії об'єктів на топоснові.
- 7) Передача цілевказань для управління системами вогневого, лазерного, електромагнітного ураження повітряних цілей.
- 8) Наведення вузько засобів РЕБ для придушення каналів управління, зв'язку та систем позиціонування.

VI. ВИСНОВКИ

Запропонований підхід використання інформаційно-аналітичної технології для керування та обробки інформації у складі лазерної оптико-електронної системи моніторингу повітряного простору дозволяє об'єднати сукупність точних аналітичних методів та наближених чисельних до програмної реалізації складної багатомодульної системи.

Оптико-електронна система моніторингу повітряного простору в видимому та інфрачервоному діапазонах підходить для вирішення широкого кола завдань моніторингу повітряного простору; виявлення всіх рухомих об'єктів; автоматичного детектування і розпізнавання типу літального об'єкта; вибір конкретного об'єкта для супроводу; високоточне супровід повітряного об'єкта; автоматичне обчислення параметрів траєкторій в місцевій і глобальній системі координат; передачі отриманої інформації в місцеві навігаційні системи та бортове обладнання.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Додонов А.Г. Построение информационно-аналитической системы научно-исследовательского испытательного полигона / А.Г. Додонов, В.Г. Путятин, В.А. Валетчик // Управляющие системы и машины. – 2006. – № 4. – С. 3 – 14.
- [2] Додонов А.Г. Наземные оптические, оптико-электронные и лазерно-телевизионные средства траекторных измерений / А.Г. Додонов, В.Г. Путятин // Математичні машини і системи. — 2017. — № 4. — С. 30-56.
- [3] Ming-Kuei Hu “Visual pattern recognition by moment invariants” in Information Theory, IRE Transactions, 1962, pp. 179–187.
- [4] Система обработки информации материалов видеорегистрации при испытаниях образцов авиационной техники и вооружения / Митрофанов Е.И., Волотов Е.М., Ефимов Н.А., Митрофанов И.В. // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». Пенза: Пензенский государственный университет, 2014. Т.2. С.10-15.
- [5] Волотов Е.М. Метод определения фокусного расстояния видеокамеры при оценке летно-технических характеристик летательного аппарата // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. Пенза: Пензенский государственный университет, 2012. №4. С.76-83.
- [6] Волотов Е.М., Халютин С.П. Метод определения направлений на объект при использовании видеосредств // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. - М.: Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2012. №185(11). С. 69-76.
- [7] Чупахин А.П., Савин М.Л. Оценка скорости полета малых летательных аппаратов с помощью видеоаппаратуры // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2014. Вып. 9. Ч. 1. С. 126-130.
- [8] Додонов А.Г. Радиотехнические средства внешнетраекторных измерений / А.Г. Додонов, В.Г. Путятин // Математичні машини і системи. — 2018. — № 1.

