

УДК 681.3

В.В. Ларін, В.В. Ткачук, Є.М. Лисенко

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ЗАСОБИ ВІДЕОАНАЛІТИКИ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ НА ОСНОВІ ОТРИМАНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

*В статті представлено швидкий метод кодування ознак рухомих об'єктів за допомогою використання методу центральних моментів зображень на основі порівняння результатів розпізнавання кольорового зображення з попередньою обробкою і без неї.*

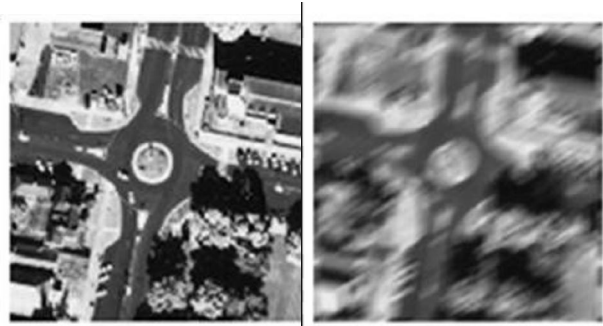
**Ключові слова:** суміщення зображень, соляризація, бінаризація, фрагментизація зображень, метод центральних моментів.

### Вступ

**Постановки проблеми.** В сучасних комплексних системах безпеки (КСБ) велику роль займають системи відеомоніторингу. Це очі всієї системи безпеки. На відміну від інших підсистем КСБ, системи відеоспостереження представляють користувачу інформацію про стан безпеки на об'єкті не у вигляді тієї чи іншої комбінації мигаючих світлодіодів, а у звичному для сприйняття візуальному вигляді. Саме системи відеоспостереження являються найбільш інформативними для користувача і саме вони забезпечують можливість персоналу служби безпеки оперативно приймати рішення в залежності від обстановки на об'єкті, який знаходиться під охороною. Основний напрямок систем відеоспостереження – це впровадження в них найновіших методів аналізу відеоінформації. Виконання службових обов'язків військовослужбовцями наповнено великою кількістю загроз для життя та здоров'я: злочинність, теракти, порушення правил дорожнього руху та безліч іншого. Одним з рішень зменшення цих загроз є системи відеоспостереження. Завдання розпізнавання образів вирішується в самих різних областях: аерокосмічна розвідка; навігація літальних апаратів; системи безпеки; керування за допомогою систем технічного зору; медицина й біологія. Методи виявлення, класифікації й ідентифікації об'єктів перебувають у неперервній розробці. Єдиної теорії розв'язку цих завдань поки не існує. Розв'язання зазначених завдань майже неможливо, якщо відеозображення перевернуто, розфокусоване та розмите. Розв'язання принципово неможливо, якщо зображення зашумлене.

На рис. 1 наведено приклад спектру зображення для чіткого та розмитого відеозображень, отриманих системою відеоспостереження. На цьому прикладі можна затверджувати, що актуальною є розробка апаратно-програмних комплексів для попередньої обробки зображень. Такі системи, зазвичай, поєднують у собі підсистему відеоспостереження, підсистему тривожних кнопок та підсистему контролю за

дорожнім рухом. В останній час ці системи дуже активно впроваджуються у багатьох військових частинах України.



а б  
Рис. 1. Спектр зображення  
а – чітке відеозображення;  
б – розмите відеозображення

Завдання забезпечення безпеки військових частин не зводяться виключно до відеомоніторингу ситуації і спостереження за різними об'єктами [1, 2]. Система, покликана гарантувати безпеку військовослужбовців і об'єктів військової інфраструктури, повинна підтримувати інтелектуальну аналітичну обробку даних для того, щоб роль людини полягала лише в ухваленні остаточного рішення. Відеоспостереження, у склад якого інтегрована система розпізнавання образів, здатне радикально знизити імовірність помилки оператора і тому підвищити ефективність безпеки системи в цілому [2].

**Метою даної роботи** є аналіз математичних засобів відеозахоплення рухомої цілі в відеопотоці та її супроводу апаратними методами.

### Результати досліджень

При розпізнаванні рухомих цілей [1, 2] основними задачами, що підлягають розв'язку, є такі:

- виявлення об'єкту в кадрі,
- визначення параметрів об'єкту за зображенням,
- визначення напрямку руху і швидкості об'єкту,
- визначення відстані в полі обраних для ідентифікації параметрів об'єкта спостереження і образу,

отримання висновку щодо доцільності його супроводження апаратними засобами.

При постановці задач розпізнавання намагаються користуватися математичною мовою, стараючись, на відміну від теорії штучних нейронних мереж, де основою є досягнення результату шляхом експерименту, замінити експеримент логічними міркуваннями й математичними доказами [1]. Найчастіше в задачах розпізнавання образів розглядаються монохромні зображення, що дає можливість розглядати зображення як функцію на площині. Якщо розглянути множину точок на площині  $T$ , де функція  $f(x, y)$  виражає в кожній точці зображення його характеристику – яскравість, прозорість, оптичну щільність, то така функція є формальним записом зображення.

Тобто розв'язку підлягає вся сукупність задач, що є типовими для систем розпізнавання образів:

а) прості задачі розпізнавання – віднесення пред'явленого об'єкта за його описом до одного із заданих класів;

б) задача автоматичної класифікації – розбивка множини об'єктів, ситуацій, явищ по їхніх описах на систему класів, що не перетинаються;

в) задача вибору інформативного набору ознак при розпізнаванні;

г) задача приведення вихідних даних до виду, зручного для розпізнавання; динамічне розпізнавання й динамічна класифікація;

д) задача прогнозування – суть попередній тип, у якому рішення повинне стосуватися деякого моменту в майбутньому, що використовується для визначення доцільного спрямування відеокамери чи передачі об'єкта спостереження для супроводження іншої камері.

При необхідності відеозахоплення рухомої цілі і її супроводу апаратними засобами необхідно забезпечити узгодження швидкості і напрямку пересування цілі з динамічними параметрами системи відеоспостереження.

При проектування таких систем слід враховувати обмеженість граничних швидкостей пересування відеокамери і потенційних граничних швидкостей можливих цілей.

Розглянемо визначення напрямку і швидкості руху об'єкту. Спочатку необхідно виділити об'єкт з відеопотоку за зміною кольорових характеристик або яскравості деякої області відеоряду, для чого можуть використовуватися математичні процедури нормалізації, квантування, фільтрації, фрагментизації, диференціювання і об'єднання ознак. Для окремих зображень попередня обробка зображення може полягати в проведенні соляризації чи бінарізації зображення, застосування методу виділення об'єктів для систем реального часу на основі вертикальних зрізів чи методу підвищення роздільної здатності з

використанням апарату теорії нечітких множин (нехай  $E$  – універсальна множина,  $x$  – елемент  $E$ , а  $R$  – певна властивість) [1], тоді:

$$A = \{mA(x)/x\},$$

де  $m_A$  – характеристична функція, що приймає значення 1, якщо  $x$  задовольняє властивості  $R$ .

При наявності групи зображень частіше використовують такі методи:

метод кореляційної прив'язки;

векторно-кореляційний метод суміщення зображень з використанням кореляційного аналізу і векторного поля, який порівняно з відомим методом кореляційної прив'язки дає часову перевагу у 1.8 – 2.0%;

метод суміщення зображень, який дає перевагу у часі на 5 – 8% при обробці одного зображення;

метод фільтрування набору однотипних зашумлених зображень з використанням математичної статистики, який дає змогу автоматизувати виділення шуму в наборі;

методи підвищення роздільної здатності та виділення об'єктів уваги для систем реального часу;

метод виділення об'єктів уваги з потоку даних з використанням апарату лінійної алгебри, для одночасної ідентифікації будь-яких за геометричною формою об'єктів у реальному часі;

метод суміщення зображень на основі методів математичної статистики, який в порівнянні з методом класичної кореляційної прив'язки дає змогу на 5 – 8% пришвидшити процес суміщення.

Часова перевага деяких методів виділення об'єктів для систем реального часу наведена у табл. 1.

Таблиця 1  
Застосування методів виділення об'єктів для систем реального часу

Метод	Часова перевага(%)
Кореляційна прив'язка	1.8-2.0
Суміщення зображень	5.0-8.0
Фільтрування набору однотипних зашумлених зображень	2.9-3.3
Підвищення роздільної здатності об'єктів уваги для систем реального часу	4.6-5.8

Для визначення напрямку руху, кадр співвідноситься з умовною системою координат, та виконується порівняння двох кадрів для виявлення області зображення, що різняться між собою, тобто для визначення факту появи об'єкта в кадрі. За окремою системою правил визначається за формою і кольоровими ознаками належність об'єкта до класу, що підлягає відстеженню. Вектор напрямку руху визначається шляхом порівняння кадрів при нерухомій відеокамері. Швидкість пересування об'єкту визначається шляхом визначення часу між моментами

зйомки двох порівнювальних кадрів та визначення співвідношення між відстанню між двома положеннями об'єкту та визначеним часом.

Завдяки отриманим характеристикам руху об'єкту можна таке:

по-перше, керувати положенням відеокамери,  
по-друге – уточнити належність об'єкту до певного класу за додатковою ознакою – швидкістю руху.

Для кодування ознак рухомих об'єктів може використовуватися метод центральних моментів, який полягає в тому, що для кадру на площині ознак апріорно визначаються координати характерних точок на цій площині (наприклад, координати точок початку та кінця корпусу, координати палубної надбудови для суден, кабіни і кузова для автомобілів чи кінцівок крил для літаків тощо). Ці координати беруться відносно середніх значень всієї множини точок, що розглядаються.

Центральні моменти для рухомого об'єкту розраховуються по формулі [3]:

$$M_{pq} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - X_{cp})^p (Y_i - Y_{cp})^q,$$

де  $X_i, Y_i$  – координати  $i$ -ої точки зображення на площині ознак  $X, Y$ ;

$X_{cp}, Y_{cp}$  – координати середніх значень по множині з  $N$  точок;

$p, q$  – довільний ступень (звичайно  $p = q = 2$ ).

Звичайно отримують додаткові ознаки, наприклад, у вигляді моментів:

$$M_1 = M_{20} + M_{02};$$

$$M_2 = (M_{20} - M_{02})^2 + 4M_{11};$$

$$M_3 = (M_{30} + 3M_{12})^2 + (3M_{21} - M_{03})^2.$$

Тут подвійні індекси означають відповідні значення ступенів  $p, q$ .

Отримані значення моментів є кодами – складовими багатовимірною вектору, що описує кожний контур на площині ознак  $X, Y$ .

З досвіду практичного використання методу центральних моментів [3] відомо, що при такій класифікації кілька однотипних об'єктів різних класів можуть потрапити у один клас, що неприпустимо. Тому для коректної роботи системи при використанні методу центральних моментів необхідно вводити жорстку класифікацію об'єктів.

## Висновки

Проведено аналіз математичних засобів відео захоплення рухомої цілі в відеопотоці та її супроводу апаратними методами. В результаті аналізу засобів відеоаналітики, доцільних для застосування при відеозахопленні і апаратному супроводі рухомих цілей визначено, що структура інтелектуальної системи розпізнавання повинна містити блоки інтерфейсу, блок вводу даних, блок попередньої обробки зображень, що здійснює нормалізацію зображення, коригування яскравості, контрастності, фрагментизацію зображення тощо, блок методів обробки ряду зображень, блок визначення динамічних властивостей об'єкту спостереження, блок методів розпізнавання, блок порівняння результатів за різними методами та блок прийняття рішень, а також блок узгодження з системою керування відеокамерою.

## Список літератури

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
2. Решетняк В.В. Видеонаблюдение. Новые технологии и перспективы развития / В.В. Решетняк // Информационно-керуючі системи і комплекси: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів, молодих вчених. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 79-80.
3. Кутковецький В.Я. Розпізнавання образів: навчальний посібник / В.Я. Кутковецький. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могилы, 2003. – 196 с.

Надійшла до редколегії 24.11.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.В. Бараннік, Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## МЕТОДЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ ПОДВИЖНЫХ ЦЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПОЛУЧЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В.В. Ларин, В.В. Ткачук, Е.М. Лысенко

*В статье представлен быстрый метод кодировки признаков подвижных объектов с помощью использования метода центральных моментов изображений на основе сравнения результатов распознавания цветного изображения с предыдущей обработкой и без нее.*

**Ключевые слова:** совмещение изображений, соляризация, бинаризация, фрагментизация изображений, метод центральных моментов.

## METHODS OF ANALYTIC VIDEOGEOMETRY OF MOBILE AIMS ON EXAMPLE HALF-SCIENTIST OF IMAGE

V.V. Larin, V.V. Tkachuk, Ye.M. Lisenko

*In the article the rapid method of code of signs of mobile objects is presented by the use of method of central moments of images on the basis of comparing of results of recognition of the coloured image to previous treatment and without it.*

**Keywords:** combination of images, solarization, binarization, fragmentation images, method of central moments.