

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 004.4.2(045)

**П.О. Приставка<sup>1</sup>**  
**А.А. Рогатюк<sup>2</sup>****МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА СУПРОВОДУ  
РУХОМОГО ОБ'ЄКТА В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ВІДЕО**Національний авіаційний університет,  
просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна, 03680  
E-mails: <sup>1</sup>chindakor@mail.ru; <sup>2</sup>arogatuk@gmail.com

*Розглянуто та проаналізовано методи класифікації рухомого об'єкта на відео. Запропоновано модифіковані методи класифікації та ведення рухомої цілі на основі гістограмних оцінок і метод ідентифікації рухомих точок на відео на основі міжкадрової різниці. Отримано алгоритми, які використовуються для розроблення інформаційної технології оброблення відео.*

**Ключові слова:** методи класифікації; оброблення відео даних; розпізнавання рухомих об'єктів; супровід рухомої цілі.

**Постановка проблеми**

Протягом останнього десятиріччя з розвитком комп'ютерних технологій стало можливим та перспективним дослідження методів і технологій оброблення даних у потоці цифрового відео. У цьому контексті одним з важливих завдань є потреба в розпізнаванні рухомих об'єктів на відео в режимі реального часу, що повною мірою натеper не вирішено. Тут під рухомих об'єктом на відео будемо розуміти об'єкт, координати якого на кожному відеокадрі змінюються відносно інших об'єктів сцени. Рухомою ділянкою на відео вважатимемо частину відеокадру, що охоплює певний рухомий об'єкт.

Методи класифікації рухомого об'єкта на відео ґрунтуються на методах розпізнавання об'єктів на знімку, оскільки відеодані мають вигляд набору послідовних кадрів растрового зображення. Однією з основних вимог до таких методів є швидкодія, оскільки класифікація повинна виконуватись у режимі реального часу. Тому важливо розробити не стільки точні методи класифікації об'єкта, скільки прості щодо ефективної їх реалізації. Тут під простотою розуміємо низьку обчислювальну складність методу щодо реалізації у відповідному програмному забезпеченні.

Актуальними подібні дослідження є для розроблення засобів різноманітного візуального спостереження як стаціонарних (охоронних систем, контролю дорожнього руху тощо), так і мобільних, наприклад, оброблення, відеоінформації з безпілотних повітряних кораблів.

В основу проблематики роботи покладемо дослідження підходу до оброблення цифрового відео для розпізнавання та супроводу рухомих об'єктів на підставі простих та швидкодійних методів, які ґрунтуються на порівнянні гістограм деяких ділянок на відеокадрах потоку.

**Аналіз публікацій**

Надалі під супроводом будемо розуміти визначення місцеположення об'єкта спостереження після його фіксації протягом його перебування в ділянці «бачення» камерою. Відмінність розпізнавання від детектування рухомого об'єкта полягає в тому, що в ситуації надлишку рухомих об'єктів одна або більше конкретних цілей за певним критерієм обираються для подальшого аналізу та супроводу, а інші рухомі об'єкти ігноруються.

Розглянемо деякі існуючі методи розпізнавання та супроводу рухомого об'єкта на відео. У праці [2] виділено загальні вимоги до алгоритмів:

- низьку обчислювальну складність і роботу в реальному часі;
- надійне виявлення в різний час доби за наявності штучного освітлення;
- надійну роботу в будь-який час року за будь-яких погодних умов.

У праці [6] описано загальний алгоритм методу обчислення міжкадрової різниці двох кадрів у разі оброблення кольорового відео в форматі RGB, який виглядає так:

- на вхід алгоритму надходять два відеокадри – дві послідовності байтів у форматі RGB;

- обчислюються попіксельно міжкадрові різниці;

- для кожного пікселя обчислюється середнє значення між значеннями трьох компонентів кольору;

- середнє значення порівнюється із заданим порогом.

У результаті формується двійкова маска, одному елементу якої відповідають три компоненти кольору пікселя двох вихідних кадрів. Одиниці в масці розміщуються там, де, можливо, наявний рух, однак на цьому етапі можуть бути і неправильні спрацьовування окремих елементів маски, помилково встановлених в одиницю. Як два вхідні кадри можна використовувати два послідовні кадри з потоку, однак можливе використання кадрів з великим інтервалом, наприклад, від одного до трьох кадрів. Цей метод простий для реалізації. Недоліком є фіксація шуму апаратури під час реєстрації даних.

У праці [1] для точної локалізації об'єкта та виявлення повільних об'єктів розглядається метод різниці поточного і базового кадрів (кадрів фона). У методі базового кадру істотно на якість детектування руху впливає спосіб нагромадження базового кадру, оскільки він повинен мати декілька властивостей:

- якщо кадр являє собою кадр реального зображення, він має мінімально відставати за часом від поточного кадру;

- якщо базовий кадр готується штучно, він повинен містити мінімальну кількість рухомих елементів, інакше неминучі помилкові спрацьовування на об'єкти, яких на поточному кадрі вже немає, проте базовий кадр містить деякі їх елементи;

- мінімальний рівень шуму.

Перед оновленням базового кадру необхідно проводити фільтрацію [6].

Тобто основною метою в процесі формування фонового кадру є не допущення включення в нього ділянок, на яких виявлено рух. Перевагою методу є менша чутливість до шумів на зображенні сцени.

Відмінність між методами міжкадрової різниці та виділення фону полягає в такому:

- для отримання прийнятної оцінки фону частіше використовують декілька десятків кадрів, у той час, як міжкадрова різниця по суті є тим самим, але як оцінку зображення фону використовують попередній кадр;

- на попередньому кадрі об'єкти розміщені майже на тих самих позиціях що й на наступному, що призводить до ослаблення сигналу для однорідних об'єктів на відміну від алгоритму оцінювання фону, в якому корисний сигнал на значній площі об'єкта віднімається не сам із себе, а із фону [4];

- оцінювання фону потребує оброблення більшої кількості кадрів, що ускладнює процедуру виконання, тим самим зменшуючи швидкодію алгоритму.

Процес ідентифікації на основі методу розпізнавання за допомогою шаблонів ґрунтується на розпізнанні образів і полягає в тому, що зображення невідомого об'єкта порівнюється із зображеннями відомих, що зберігаються в базі даних. Процес ідентифікації можна розбити на три основні етапи: реєстрацію та нормалізацію зображень; розподіл особливостей; класифікацію.

Метод морфологічного оброблення [6] являє собою аналіз зображення відносно форми об'єктів. Математичну морфологію застосовують у різних системах, у яких обробляються зображення, на різних етапах та для досягнення різних цілей:

- поліпшення візуальних характеристик зображення (яскравості, контрастності тощо);

- відновлення зіпсованих зображень, наприклад, реставрація фотознімків;

- виявлення контурів;

- зниження рівня шуму.

Метод кореляції [5] зазвичай використовують для обчислення ступеня подібності ділянок на різних кадрах. Функція взаємної кореляції двох зображень повинна давати єдиний максимум лише в разі двох однакових зображень. Максимальним значенням функції за повної збіжності першого растра з прямокутником на другому растрі буде одиниця. Недоліком методу кореляції є висока обчислювальна складність.

Один з алгоритмів, який безпосередньо стежить за переміщенням певного об'єкта по кадрі – це алгоритм відстеження центра мас об'єкта, який розглянуто у праці [3]. Ідея алгоритму – щоразу знаходити центр об'єкта і слідкувати за його подальшим переміщенням. Суть цього алгоритму полягає в тому, що кольорові компоненти всіх пікселів кадру порівнюються послідовно із тим пікселем (еталонним), на якому раніше програмою був зафіксований рух за такою формою

$$A_{i,j} = 30(r - rc)^2 + 59(g - gc)^2 + 11(b - bc)^2, \quad (1)$$

де  $r, g, b$  – кольорові компоненти еталонного пікселя;

$rc, gc, bc$  – кольорові компоненти поточного пікселя, що обробляється.

Результати розрахунків формули (1) для кожного пікселя записуються у матрицю  $A$ . Після оброблення кадру та обчислення всіх значень обирається декілька елементів масиву  $A$ , що мають найменше значення, і серед відповідних їм координат  $(i, j)$  обчислюється середнє значення, що й буде координатами центра мас. Недоліком цього алгоритму є висока обчислювальна складність [3].

З аналізу згаданих методів випливає можливість розроблення на їх основі модифікованих методів розпізнавання та ведення цілі на відео.

Формально постановка задачі така: нехай відеокадри подано у вигляді масиву

$$V = \{v_k, k = \overline{1, K}\}, \quad (2)$$

де  $v_k$  – кадр потокового відео  $V$  на  $(k - 1)\lambda$  мілісекунді;

$K$  – кількість знімків.

Кожний  $v_k$  кадр подано послідовністю пікселів

$$P^k = \{p_{i,j}^k\},$$

де  $p_{i,j}^k$  – кольорова складова растра;

$\{(i, j)\}$  – індекс пікселя растра:

$i = \overline{0, N - 1}$  (відповідає за горизонтальну координату пікселя зображення, де  $N$  – розмір зображення по горизонталі);

$j = \overline{0, M - 1}$  (відповідає за вертикальну координату пікселя зображення, де  $M$  – розмір зображення по вертикалі).

Верхній лівий піксел має координати  $(0; 0)$ .

Нехай на  $k$ -му відеокадрі зафіксовано (у будь-який спосіб) рухомий об'єкт  $Q$  з центром в точці з координатами  $(i^{q,k}, j^{q,k})$ ; надалі цей об'єкт називатимемо еталонним.

**Мета роботи** – на  $k + 1$  кадрі визначити координати знаходження центра рухомого об'єкта  $Q$ .

### Виявлення рухомого об'єкта на відео

Насамперед для об'єкта  $Q$  визначимо рухому ділянку. З відповідної множини  $P^k = \{p_{i,j}^k\}$   $k$ -го відеокадру виділимо підмножину  $Q^k$ :

$$Q^k = \{q_{x,y}^k\}, \quad x = \overline{(i^{q,k} - R), (j^{q,k} + R)},$$

$$y = \overline{(i^{q,k} - R), (j^{q,k} + R)},$$

де  $R$  – величина, що задає квадратні межі рухомої ділянки.

Надалі послідовність  $Q^k$  вважатимемо еталонним зразком.

Як контрольні зразки на  $k + 1$  кадрі зафіксуємо множину рухомих об'єктів  $\{Q_w^{k+1}\}$  з центрами у точках  $(i_w^{q,k+1}, j_w^{q,k+1})$ , причому

$$i_w^{q,k+1} = i^{q,k} + mR;$$

$$j_w^{q,k+1} = j^{q,k} + mR;$$

$$i = \overline{-2, 2};$$

$$w = \overline{1, W},$$

де  $W$  – кількість контрольних зразків ( $W = 25$ ).

Кожен об'єкт  $Q_w^{k+1}$  подано у вигляді відповідної послідовності пікселів:

$$Q_w^{k+1} = \{q_{x,y}^{k+1}\};$$

$$x = \overline{(i_w^{q,k+1} - R), (j_w^{q,k+1} + R)};$$

$$y = \overline{(i_w^{q,k+1} - R), (j_w^{q,k+1} + R)}.$$

Використовуючи методи класифікації, знаходимо з послідовності  $\{Q_w^{k+1}\}$  об'єкт  $Q^{k+1}$ , який максимально відповідає об'єкту  $Q^k$ .

Для попереднього оброблення кожному з послідовностей  $Q^k, Q_w^{k+1} = \{q_{x,y}^{k+1}\}, w = \overline{1, W}$  розглядаємо як одновимірні масиви даних:

$$\Omega_{1,L} = (p_l; l = \overline{1, L});$$

$$L = (2R + 1)^2.$$

Кольорову складову растра  $p_l \in R_l$  можна подати так:

– десятковий запис трьох пар шістнадцяткових цифр (наприклад #ffffff):

$$0 \leq p_l \leq 16777216; \quad (3)$$

– у колірній моделі RGB:

$$p_l = r_l 256 + b_l 65536. \quad (4)$$

Маючи початковий масив даних, для яких виконується умова (3), для проведення гістограмної оцінки на всій осі реалізації задається рівномірне розбиття  $\Delta_{h_p}$  з кроком  $h_p > 0$ :

$$\Delta_{h_p} : p_z = zh_p, z = \overline{1, Z},$$

де  $0 < Z \leq 16777216$  – кількість елементів розбиття.

Виконується підрахунок кількості спостережень з початкової вибірки, які потрапили до кожного  $z$ -го елемента розбиття:

$$n_z = \sum_{l=1}^L I_z(p_l), L = (2R+1)^2,$$

де

$$I_z(p_l) = \begin{cases} 1, & p_l \in [p_z; p_{z+1}); \\ 0, & p_l \notin [p_z; p_{z+1}). \end{cases}$$

Для кожного  $z$ -го елемента розбиття розраховуються відносні частоти

$$f_z = \frac{n_z}{L}.$$

У результаті отримується масив

$$\{f_z, z = \overline{1, Z}\}.$$

Якщо початковий масив даних подано у вигляді (4), тоді гістограма являє собою графічне зображення залежності частоти потрапляння величини яскравості пікселів зображення, що аналізується, від інтервалів групування, які подано 256 значеннями яскравості кадру:

$$f_b \approx \frac{n(b)}{L},$$

де  $n(b)$  – кількість пікселів, що мають амплітуду  $r_b$  у межах апертури аналізованого зображення;

$r_b$  – квантовий амплітудний рівень, що міститься в діапазоні  $0 \leq b \leq Z-1$  ( $Z = 256$ );

$L$  – загальна кількість значень пікселів в аналізованому зображенні.

Так само виконується гістограмна оцінка за іншими двома складовими –  $g, b$ ).

У результаті отримаємо масив

$$\{f_z, z = \overline{1, 256}\}.$$

Зауважимо, що такий метод не виключає можливості комбінування складових колірної моделі RGB.

Нехай маємо гістограмну оцінку еталонного зразка у вигляді масиву даних:

$$\{f_z^{(k)}, z = \overline{1, Z}\}$$

та гістограмні оцінки відповідних контрольних зразків:

$$\{f_z^{(k+1), w}, z = \overline{1, Z}, w = \overline{1, W}\}.$$

На підставі отриманих оцінок вводимо правила визначення максимально відповідного контрольного зразка з еталонним: на основі мінімальної відстані між гістограмами та інтервальний метод.

Розглянемо правило на підставі мінімальної відстані між гістограмами. Визначаємо евклідову відстань між відповідними гістограмними оцінками еталонного зразка та контрольних зразків:

$$|Q^k - Q_w^{k+1}| = d_w = \sqrt{\sum_{z=1}^Z (f^{(k)}(z) - f_w^{(k+1)}(z))^2},$$

де  $w = \overline{1, W}$ .

У результаті отримуємо масив відстаней:

$$D = \{d_w, w = \overline{1, W}\}.$$

Будемо вважати, що контрольний зразок  $Q_w^{k+1}$ ,  $w = \overline{1, W}$  максимально подібний до  $Q^k$ , якщо  $\min_w d_w = d_s$ .

Не практиці будь-який рухомий об'єкт на відео зі зміною його положення може змінити свої розміри та візуально змінити текстуру. Тобто значення складових кольорового растра однієї і тієї ж точки на об'єкті може варіювати в певному діапазоні. Тому доцільно використовувати методи класифікації, що ґрунтуються на порівнянні значень гістограм зразків у певних діапазонах.

В інтервальному методі на підставі даних еталонного зразка визначаються інтервали на всій області визначення гістограми, до яких сумарна відносна частота потрапляння значень інтенсивності пікселів буде перевищувати певну задану величину  $0 < \beta < 1$ , а максимальна кількість будь-яких послідовних нульових проміжків не перевищуватиме величину  $0 < \varepsilon \leq Z$ .

У результаті отримаємо масив інтервалів:

$$U = \{(u_c^1, u_c^2), c = \overline{1, C}\};$$

$$0 \leq u_1^1 < u_1^2 < u_2^1 < \dots < u_C^2 \leq Z;$$

$$\sum_{z=u_c^1}^{u_c^2} f^{(k)}(z) > \beta, c = \overline{1, C},$$

де  $C \leq Z$  – кількість отриманих інтервалів.

Для кожного контрольного зразка визначаємо величину  $q^w$ :

$$q^w = \sum_{c=1}^C \sum_{z=u_c^1}^{u_c^2} f^{(k+1), w}(z).$$

Вважаємо, що контрольний зразок  $Q_s^{k+1}$  з послідовності  $\{Q_w^{k+1}\}$ ,  $w = \overline{1, W}$  максимально подібний до  $Q^k$ , якщо  $\max_w q^w = q^s$ .

Відповідно до розглянутих методів виконується класифікація рухомих об'єктів у певних ділянках. Тому ймовірно, що для проведення гістограмної оцінки рухомих ділянок буде взято до уваги точки фону, що не належать рухомому об'єкту. Тому доцільно розробити методи ідентифікації на певній ділянці відео рухомих точок, що дозволило б не обробляти некоректні дані.

Нехай маємо масив послідовних відеокадрів (2). Необхідно ідентифікувати рухомі точки на  $k$ -му кадрі, який подано послідовністю

$$P^k = \{p_{i,j}^k, i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, M-1}\}.$$

Отже, з початкового масиву (2) отримуємо підмножину  $A$  послідовних  $H$  відеокадрів:

$$A = \{a_\lambda, \lambda = \overline{1, H}\},$$

де  $a_\lambda = v_{k+\lambda}$ .

Кожний обраний кадр подано послідовністю пікселів

$$P^\lambda = \{p_{i,j}^\lambda, i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, M-1}\},$$

для кожного елемента з даного масиву  $A$  знаходимо значення  $D^\lambda$ :

$$D^\lambda = \{d_{i,j}^\lambda, i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, M-1}\},$$

$$d_{i,j}^\lambda = |p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k|, \lambda = \overline{1, H}.$$

Зауважимо, що величину  $|p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k|$  можна отримати у вигляді:

$$1) |p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k|,$$

де  $p_{i,j}$  подано у вигляді (3);

$$2) |p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k| = |r_{i,j}^\lambda - r_{i,j}^k|;$$

$$3) |p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k| = |g_{i,j}^\lambda - g_{i,j}^k|;$$

$$4) |p_{i,j}^\lambda - p_{i,j}^k| = |b_{i,j}^\lambda - b_{i,j}^k|,$$

де  $r, g, b$  – кольорова складова растра піксела у колірній моделі RGB.

Остаточно будемо вважати, що точка з координатами  $(i, j)$  є рухомою, якщо для всіх

$\lambda = \overline{1, H}$  виконується:

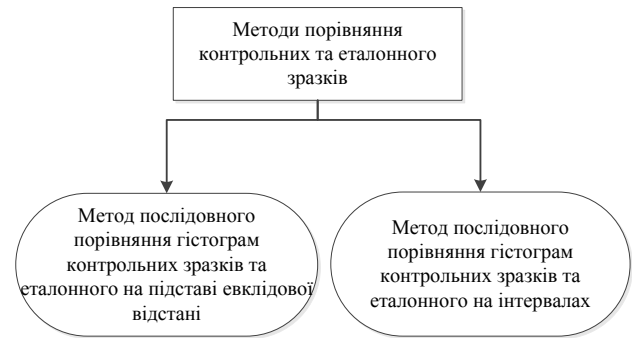
$$d_{i,j}^\lambda > \alpha,$$

де  $\alpha \geq 0$  – деяке порогове значення.

Загальні схеми методів, використаних в процедурі класифікації рухомого об'єкта на відео, показано на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Загальна схема методів проведення гістограмної оцінки та порівняння зразків

Для тестування запропонованих методів розроблено програмне забезпечення Video Object Tracking на базі технології Flex та архітектури, що будується на основі MVC концепції [7].

Для роботи програми потрібен персональний комп'ютер, який працює під керуванням операційних систем сім'ї Windows XP/Vista/7; мінімальний обсяг операційного запам'ятовуючого пристрою – 2 Гбайт.

Програму призначено для класифікації на відеокадрах рухомої ділянки за заданим еталонним зразком та ідентифікації на відеокадрах рухомих точок.

Для тестування алгоритму класифікації рухомого об'єкта відповідно до методу порівняння гістограм на підставі евклідової відстані обрано відео з подібними типами текстур, надане

навчально-виробничим центром «Віраж» Національного авіаційного університету. На послідовних відеокадрах проведено процедуру класифікації рухомого об'єкта (дерево). Виділені ділянки на рис. 2 відображають результати тестування.

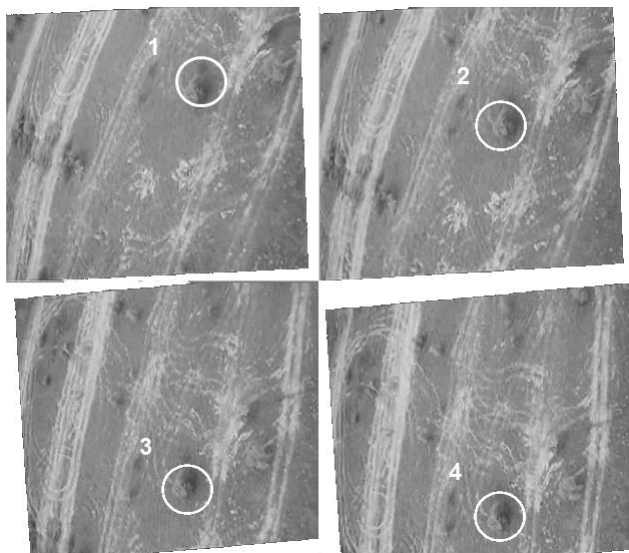


Рис. 2. Результати процедури ведення однієї цілі методом послідовного порівняння гістограм: 1, 2, 3, 4 – послідовні відеокадри, затримка між якими 25 мс

Для тестування алгоритму класифікації рухомого об'єкта на підставі інтервального методу обрано відео з максимальною кількістю рухомих об'єктів різної однорідності, що під час руху, змінюють свої розміри (рис. 3).



Рис. 3. Результати реалізації програмою Video Object Tracking процедури ведення цілі

## Висновки

Проаналізовано існуючі методи розпізнавання та ведення рухомого об'єкта на відео. Розроблено на базі існуючих модифіковані методи класифікації та ведення рухомої цілі: методи класифікації рухомого об'єкта на підставі гістограмних оцінок зразків та метод ідентифікації рухомих точок на відео з використанням міжкадрової різниці. На підставі даних методів розроблено програмне забезпечення Video Object Tracking на базі технології Flex, що виконує ведення рухомого об'єкта на відео з різними типами текстур та за різної динаміки руху, в режимі реального часу та ідентифікує рухомі точки.

Надалі передбачається проведення аналізу та модифікація методів розпізнавання типів текстур на відео, розроблення алгоритмів відстежування рухомих об'єктів заздалегідь невідомої текстури та створення технологій багатопотокового оброблення на підставі запропонованих методів.

## Література

1. *Абдуллин Ю.Э.* Формирование кадра фона в задаче обнаружения движения системами технического зрения / Ю.Э. Абдуллин // Исследования в России: электронный научный журнал. – 2007. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/124.pdf>
2. *Вороной А.С.* Методы и способы поиска событий в видеопотоке / А.С. Вороной // Материалы региональной конференции «Компьютерный мониторинг и информационные технологии». – Донецк: ДонНТУ, 2007.
3. *Коваль М.І.* Дослідження та модифікація алгоритмів виявлення та відстеження рухомих об'єктів у потоці відеоданих / М.І. Коваль // Вісник КДУ ім. М. Остроградського. – 2010. – № 64. – С. 49–53.
4. *Обухова Н.А.* Методы видеонаблюдения, сегментации и сопровождения движущихся объектов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: специальность 05.12.04 «Радиотехника» / Н.А. Обухова. – СПб., 2007. – 20 с.
5. *Торубка Т.В.* Дослідження алгоритму виявлення рухомих літальних апаратів на відеозображенні сцени / Т.В. Торубка, В.Я. Пуйда // Комп'ютерні системи та мережі: зб. наук. пр. – Львів, 2011. – С. 178–181.
6. *Черкаєв О.А.* Розробка методів обробки відео зображення під час охорони об'єктів великої протяжності / Черкаєв О.А. – Донецьк: ДонНТУ,

2010. – Режим доступу: <http://masters.donntu.edu.ua/2010/frt/cherkaev/diss/indexu.html>.

7. Model-View-Controller [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>.

## References

1. Abdullin, Yu.E. 2007. *Background frame segmentation in computer vision-based motion detection*. Electronic scientific journal “Investigated in Russia”. Available from Internet: <<http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2007/124.pdf>> (in Russian).

2. Voronoy, A. 2007. *Methods and ways of searching of events in the video stream*. Proceedings of the Regional Conference “Computer monitoring and information technology”. Donetsk, Donetsk National Technical University.

3. Koval, M. 2010. *Analysis and modification algorithms for detecting and tracking moving objects in a video stream*. Visnyk KNU named

Michael Ostrogradskiy. N 64: 49–53 (in Russian).

4. Obukhova, N. *Surveillance methods, segmentation and tracking of moving objects*. Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences: 05.12.04 specialty “Radio”. St.-Petersburg. 20 p. (in Russian).

5. Torubka, T.; Puyda, V. 2011. *Algorithm research of detecting moving aircraft on the video scene*. Computer systems and networks: collection of scientific papers. Lviv: 178–181 (in Ukrainian).

6. Cherkayev, O. 2010. *Development of methods for processing video images of objects during the long, thesis*. Donetsk, Donetsk National Technical University. Available from Internet: <<http://masters.donntu.edu.ua/2010/frt/cherkaev/diss/indexu.htm>>.

7. Model-View-Controller [Online resource]. – Access mode: <<http://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>>.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2013.

**Приставка Пилип Олександрович** (1974). Доктор технічних наук. Професор. Завідувач кафедри прикладної математики, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Освіта: Дніпропетровський національний університет, Дніпропетровськ, Україна (1996). Напрямок наукової діяльності: прикладна математика та інформаційні технології. Кількість публікацій: 130. E-mail: [chindakor@mail.ru](mailto:chindakor@mail.ru)

**Рогатюк Анастасія Анатоліївна** (1989). Аспірант. Кафедра прикладної математики, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Освіта: Національний авіаційний університет, Київ, Україна (2011). Напрямок наукової діяльності: інформаційні технології. Кількість публікацій: 3. E-mail: [arogatuk@gmail.com](mailto:arogatuk@gmail.com)

## **P. Prystavka<sup>1</sup>, A. Rogatyuk<sup>2</sup>. Mathematical providing of recognition and maintaining of moving objects in real time for video**

National Aviation University, Kosmonavta Komarova avenue, 1, Kyiv, Ukraine, 03680  
E-mails: <sup>1</sup>[chindakor@mail.ru](mailto:chindakor@mail.ru), <sup>2</sup>[arogatuk@gmail.com](mailto:arogatuk@gmail.com)

The analysis of recognition and maintaining of moving object methods is conducted. A general requirement for these algorithms, the use of real-time is specified. Methods frame-to-frame difference method, method of separation background, recognition method using templates, morphological processing method, correlation method and algorithm of tracking the center of mass are considered. Compared and analyzed these methods in terms of ease of implementation and performance. Found out a necessity to develop modified methods of classification of moving objects in the video for the implementation of real-time. A modification of method of classification and maintaining moving target based on the histogram estimation method and identify the moving points method based on frame-to-frame difference method is offered. Based on this information technology developed software Video Object Tracking. The software recognizes the moving points in the video frame and maintaining moving targets.

**Keywords:** classification methods; maintaining moving targets; recognitions moving object; video data processing.

**Prystavka Philip** (1974). Doctor of Engineering. Professor. Head of Applied Mathematics Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. Education: National University of Dnipropetrovsk, Dnipropetrovsk, Ukraine (1996). Research area: applied mathematics and information technologies. Publications: 130. E-mail: [chindakor@mail.ru](mailto:chindakor@mail.ru)

**Rogatyuk Anastasia** (1989). Postgraduate student.  
Applied Mathematics Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.  
Education: National Aviation University, Kyiv, Ukraine (2011).  
Research area: Information Technology.  
Publications: 3.  
E-mail: arogatuk@gmail.com

**Ф.А. Приставка<sup>1</sup>, А.А. Рогатюк<sup>2</sup>. Математическое обеспечение распознавания и сопровождения движущегося объекта в режиме реального времени для видео**

Национальный авиационный университет, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, Украина, 03680  
E-mails: <sup>1</sup>chindakor@mail.ru, <sup>2</sup>arogatuk@gmail.com

Проанализированы существующие методы распознавания и сопровождения движущегося объекта на видео. Выделены общие требования к данным алгоритмам при использовании в режиме реального времени. Рассмотрены методы межкадровой разницы, выделения фона, распознавания с помощью шаблонов, морфологической обработки, корреляции и алгоритм отслеживания центра масс. Проведено сравнение этих методов с точки зрения простоты реализации и быстродействия. Выявлена целесообразность разработки модифицированных методов классификации движущихся объектов на видео для реализации в режиме реального времени. Предложены модифицированные методы классификации и ведения движущейся цели на основе гистограммных оценок образцов и метод идентификации движущихся точек на видео на основе метода межкадровой разницы, реализованные в информационной технологии обработки видеоданных. На основе данной информационной технологии разработано программное обеспечение Video Object Tracking, выполняющее распознавание движущихся точек на видеокдрах и ведение движущейся цели.

**Ключевые слова:** методы классификации; обработка видеоданных; распознавание движущегося объекта; сопровождение цели.

**Приставка Филипп Александрович** (1974). Доктор технических наук. Профессор.  
Заведующий кафедрой прикладной математики, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.  
Образование: Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск, Украина (1996).  
Направление научной деятельности: прикладная математика и информационные технологи.  
Количество публикаций: 130.  
E-mail: chindakor@mail.ru

**Рогатюк Анастасия Анатольевна** (1989). Аспирант.  
Кафедра прикладной математики, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.  
Образование: Национальный авиационный университет, Киев, Украина (2011).  
Направление научной деятельности: информационные технологии.  
Количество публикаций: 3.  
E-mail: arogatuk@gmail.com