

УДК 004.932

DOI: 10.31673/2412-9070.2020.053539

Л. П. КРЮЧКОВА, доктор техн. наук, доцент;  
В. І. СТРЕЛЬНИКОВ, ст. викладач;  
М. В. АКУЛІНІЧЕВА, магістр;  
О. С. БОРТНИК, магістр;  
О. А. ДІБРІВНИЙ, аспірант,  
Державний університет телекомунікацій, Київ

## АЛГОРИТМИ ВИОКРЕМЛЕННЯ КОНТУРІВ ЗОБРАЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

*Виокремлення контурів зображень об'єктів в інтелектуальних системах відеоспостереження є однією з основних операцій під час оброблення зображення для його подальшого аналізу, оскільки контур містить всю потрібну інформацію для розпізнавання об'єктів за їх формою. Цей підхід дає змогу не розглядати внутрішні точки зображення і в такий спосіб істотно скоротити обсяг інформації, що обробляється, надаючи можливість здійснювати аналіз зображень у режимі реального часу.*

*У статті розглянуто проблему виокремлення контурів зображень об'єктів у задачах виявлення тривожних подій інтелектуальними системами відеоспостереження. З метою поліпшення основних характеристик інтелектуальних систем відеоспостереження запропоновано алгоритми виокремлення контурів зображень об'єктів, необхідних для забезпечення виявлення чотирьох типів тривожних подій: появу та перебування об'єкта в зоні спостереження, переміщення об'єкта в забороненому напрямі, залишення предмета і перекидання предмета.*

**Ключові слова:** інтелектуальні системи відеоспостереження; відеоаналітика; виявлення тривожних подій; цифрове оброблення зображень; виявлення об'єктів; відстеження об'єктів; контури зображень об'єктів; контурний аналіз.

### Вступ

Системи відеоспостереження стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Існує широке коло завдань, в яких зображення розглядаються як джерело інформації, на основі якої потрібно ухвалити певне рішення. Інтенсивний розвиток засобів отримання та передавання цифрових зображень створює проблему оброблення величезних обсягів відеоінформаційних потоків. Оператори систем відеоспостереження вимушені виконувати монотонну роботу протягом тривалого часу, звідки постає проблема стомленості і зниження концентрації уваги. Як зазначено в [1], у разі безперервного спостереження за відеоінформацією протягом 12 хв оператор починає пропускати 45% потенційно тривожних подій, а зі збільшенням часу спостереження до 22 хв відсоток пропуску зростає до 95%. Це зумовлює потребу створення інтелектуальних систем відеоспостереження [2], в яких не тільки поліпшуються технічні характеристики відеокамер спостереження, а й здійснюється автоматичний контроль за задалегідь визначеними подіями з оперативним сповіщенням оператора системи про настання таких подій.

Важливими завданнями, які мають вирішувати інтелектуальні системи відеоспостереження, є ідентифікація об'єктів і визначення траєкторій їх руху; вимірювання швидкості руху об'єктів, виявлення тривожних подій у задачах об'єктно-територіального захисту в режимі реального часу.

Увесь спектр завдань, які доводиться вирішувати у процесі розпізнавання об'єктів на зображеннях, можна поділити на дві групи:

- 1) розпізнавання або класифікація зображень;
- 2) пошук і розпізнавання об'єктів (специфічних локальних ділянок) на зображеннях.

Такий поділ пов'язаний з особливостями реалізації процесу розпізнавання. У першій групі завдань розпізнавання або класифікація здійснюється для всього зображення в цілому. Тобто все зображення в процесі розпізнавання зараховують до одного з кількох класів. Таким чином, вирішенням завдання розпізнавання в цій групі є реалізація відображення: зображення — умовний номер класу.

У завданнях другої групи процес розпізнавання належить до технології оброблення зображення, пов'язаної з пошуком геометричних об'єктів на всій ділянці спостереження. Об'єктами в такій ситуації є відносно невеликі локальні ділянки, поява яких може статися в будь-якій точці зображення. Причому інформація про наявність об'єктів на зображенні, їх кількість, орієнтацію, розміри тощо найчастіше відсутня. Результатом вирішення задачі розпізнавання в цій ситуації є не тільки клас знайденого об'єкта, а й його характеристики: стан, можливо розмір, колір, орієнтація об'єкта в площині зображення тощо.

Прикладом завдань другої групи є завдання об'єктно-територіального захисту, які полягають у виявленні в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: руху об'єкта в забороненому напрямі,

перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета, відслідковування переміщення об'єкта поєднаними відеокамерами [3]. Слід зазначити, що невизначеність у низці характеристик об'єктів робить задачу їх пошуку і розпізнавання на зображенні в математичному і обчислювальному плані складнішою порівняно із завданнями першої групи.

Побудова опису зображення на основі його подання з використанням ознак – одне з найскладніших завдань у процесі побудови будь-якої системи розпізнавання візуальної інформації. При цьому, якщо в межах деяких математичних моделей вдалося формалізувати процес класифікації, то процес вибору ознак досі залишився процедурою евристичною і залежною як від предметної сфери, так і від розробника. Водночас певний досвід, нагромаджений за роки використання засобів розпізнавання образів і оброблення зображень для вирішення практичних завдань, дає можливість виокремити низку основних груп ознак, які успішно застосовуються для опису та розпізнавання зображень.

Досить часто як класифікаційні ознаки беруть ознаки, засновані на використанні геометричних характеристик, поданих на зображенні об'єктів (геометричні розміри зображеного об'єкта за вертикаллю чи горизонталлю; відстань між найбільш віддаленими точками на зображеному об'єкті; периметр і площа зображеного об'єкта; компактність об'єкта як відношення між його площею і периметром; числові характеристики описаних або вписаних у зображення об'єкта геометричних фігур, зокрема кола, багатокутники тощо).

Однією з основних операцій під час оброблення зображення для його подальшого аналізу є виокремлення контурів, оскільки контур несе основну інформацію про зображення і саме за контурами здійснюється виявлення об'єктів або їх складових елементів [4].

**Метою статті** є розгляд алгоритмів виокремлення контурів зображень об'єктів у задачах виявлення тривожних подій інтелектуальними системами відеоспостереження.

### Основна частина

Контурний аналіз є сукупністю методів виокремлення, опису та оброблення контурів зображень, які дають можливість описувати, зберігати, порівнювати і відшукувати об'єкти, подані у вигляді своїх зовнішніх обрисів-контурів, а також ефективно вирішувати основні проблеми розпізнавання образів — перенесення, повороту і зміни масштабу зображення об'єкта [4]. При цьому під контуром розуміється просторово-протяжний розрив, перепад або стрибкоподібна зміна значень яскравості.

Слід зазначити, що контур цілком визначає форму зображення і містить всю необхідну інформацію для розпізнавання зображень за їх формою. Такий підхід дає змогу не розглядати внутрішні точки зображення, істотно скорочуючи обсяг інформації, яка опрацьовується під час аналізу зображення, а отже, надає можливість здійснювати аналіз зображень у режимі реального часу.

Існує низка проблем під час виокремлення контурів зображення:

- розриви контуру в місцях, де яскравість змінюється не дуже швидко;
- наявність помилкових контурів внаслідок шуму на зображенні;
- широкі контурні лінії через розмитість або шум.

Нині застосовуються різноманітні методи контурного аналізу [5; 6] і кількість нових вирішень продовжує зростати. До найбільш поширених методів опису контуру, які використовуються також і для розв'язання завдань розпізнавання, належать ланцюгові коди Фрімена (Freeman Chain Code) [7].

Контур об'єкта подається в дискретному полі (решітці) у вигляді послідовності відрізків прямих ліній певної довжини і напрямку. В основі цього подання лежить чотири- або восьмизв'язна модель (рис. 1). Довжина кожного відрізка визначається роздільною здатністю решітки, а напрями задаються вибраним кодом. Для побудови коду фіксується початкова точка відліку, потім здійснюється обхід контуру у вибраному напрямі з подальшим описом послідовністю цифр. За допомогою відносно простих чисельних методів можна виконати масштабування, повороти або інші перетворення, необхідні для розпізнавання.

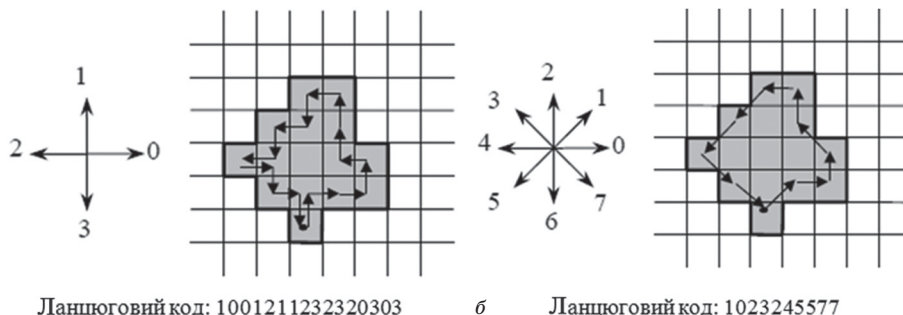


Рис. 1. Приклади побудови ланцюгового коду: а — чотиризв'язна модель; б — восьмизв'язна модель

Практично всі підходи до виокремлення контурів зображень об'єктів можна поділити на дві категорії [8]: методи, засновані на відшуканні максимумів, і методи, засновані на відшуканні нулів.

Більшість алгоритмів, за якими здійснюється виокремлення контурів зображень об'єктів, базується на обчисленні градієнта зображення. Для функції  $f$  градієнт набирає вигляду

$$\nabla = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f \\ \frac{\partial}{\partial y} f \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Обчислення градієнта зображення полягає в отриманні частинних похідних  $\partial f/\partial x$  і  $\partial f/\partial y$  для кожної точки.

Один із найбільш ранніх алгоритмів виокремлення контурів зображення об'єкта належить Лоуренсу Робертсу. Цей алгоритм базується на диференціюванні амплітуди сигналу, що рівнозначно обчисленню дискретних різниць амплітуд відліків [9]:

$$\partial f(x,y)/\partial x \approx \Delta f_x(x,y) = f(x,y) - f(x-1,y); \quad (2)$$

$$\partial f(x,y)/\partial y \approx \Delta f_y(x,y) = f(x,y) - f(x,y-1). \quad (3)$$

Градієнт зображення розраховується за допомогою матриць згортки:

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} * A, \quad G_y = \begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} * A, \quad G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}, \quad (4)$$

де  $A$  — зображення;  $*$  — оператор згортки;  $G$  — градієнт зображення.

Для підвищення швидкості обчислення градієнта зі зниженою точністю оператор Робертса спрощується:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad A' = |a_{11} - a_{22}| + |a_{12} - a_{21}|, \quad (5)$$

де  $A'$  — оброблене зображення.

Найбільш простим і швидким методом виокремлення контурів є перехресний градієнт Робертса

$$R(i,j) = \sqrt{(B_{i,j} - B_{i-1,j-1})^2 + (B_{i-1,j} - B_{i,j-1})^2}, \quad (6)$$

або

$$R_1(i,j) = |B_{i,j} - B_{i-1,j-1}| + |B_{i-1,j} - B_{i,j-1}|; \quad (7)$$

та попарно різницевий оператор

$$G_1(i,j) = |B_{i-1,j} - B_{i+1,j-1}| + |B_{i,j-1} - B_{i,j+1}|, \quad (8)$$

де  $B_{i,j}$  — яскравість елемента.

Для підвищення ефективності підкреслення контурів довільного напрямку використовують об'єднаний оператор

$$G_2(i,j) = [R_1(i,j) \geq \varepsilon] \vee [G_1(i,j) \geq \varepsilon]. \quad (9)$$

Доктор Джудіт Превітт (Judith Prewitt) для виявлення контурів медичних зображень застосувала оператор, маски якого отримали її ім'я (Prewitt operator). Оператор Prewitt ґрунтується на понятті центральної різниці [9]:

$$\partial f(x,y)/\partial x = (f(x+1,y) - f(x-1,y))/2; \quad (10)$$

$$\partial f(x,y)/\partial y = (f(x,y+1) - f(x,y-1))/2. \quad (11)$$

Оператор обчислює градієнт інтенсивності зображення в кожній точці, задаючи напрям максимально можливого зростання від світлого до темного і швидкість зміни в цьому напрямі. Таким чином, результат показує, наскільки «різко» або «плавно» змінюється зображення в цій точці і, отже, наскільки ймовірно, що частина зображення є краєм, а також те, як цей край, ймовірно, буде орієнтований.

Градієнт зображення обчислюється за матрицями згортки:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \cdot A, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & +1 \end{bmatrix} \cdot A, \quad G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (12)$$

Як недолік оператора Prewitt можна зазначити його чутливість до шуму на зображенні.

Оператор Собела (Sobel), що застосовується частіше, також ґрунтується на понятті центральної різниці. Однак вага центральних пікселів зростає вдвічі:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \cdot A, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} \cdot A, \quad G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (13)$$

Це дає можливість знизити вплив шуму кутових елементів, що істотно під час роботи з похідними.

Нарівні з градієнтними методами широко використовуються методи, засновані на лапласіані зображення [9]

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2}{\partial x^2} f + \frac{\partial^2}{\partial y^2} f, \quad (14)$$

важливою особливістю якого є його інваріантність до обертання.

Для обчислення лапласіану використовуються частинні похідні другого порядку:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \approx ((f(x+1,y) - f(x,y)) - (f(x,y) - f(x-1,y))) = f(x+1,y) - 2f(x,y) + f(x-1,y); \quad (15)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \approx ((f(x,y+1) - f(x,y)) - (f(x,y) - f(x,y-1))) = f(x,y+1) - 2f(x,y) + f(x,y-1). \quad (16)$$

сума яких дорівнює:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x+1,y) + f(x-1,y) - 4f(x,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1). \quad (17)$$

Двовимірні диференційні оператори Лапласа або Гамільтона можуть бути записані в такому вигляді:

- лапласіан (оператор Лапласа)

$$L_{(i,j)} = B_{i-1,j} + B_{i+1,j} + B_{i,j-1} + B_{i,j+1} - 4B_{i,j}, \quad (18)$$

- модуль градієнта (оператор Гамільтона)

$$G(i,j) = \sqrt{(B_{i,j} - B_{i-1,j})^2 + (B_{i,j} - B_{i,j-1})^2}. \quad (19)$$

До контурних належать елементи, для яких виконується умова

$$B_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } L(i,j) > \varepsilon, \\ 0, & \text{якщо } L(i,j) < \varepsilon. \end{cases} \quad (20)$$

Розмір порога в більшості випадків вибирається пропорційно до середнього значення яскравості сусідніх елементів:

$$\varepsilon = p \frac{B_{i,j} + B_{i-1,j} + B_{i+1,j} + B_{i,j-1} + B_{i,j+1}}{5}, \quad (21)$$

де  $p$  — коефіцієнт пропорційності.

Слід зазначити, що підкреслення контурів, як будь-яка диференційна операція, підсилює одночасно просторові шуми. Для їх згладжування і для виявлення лінійних складових елементів зображення використовують операції підсумовування уподовж прямолінійних контурних елементів. Алгоритм виявлення лінійного краю об'єкта на рівномірному за яскравістю фоні може бути записано так:

$$\left\{ \sum_j^i |B_{j\phi} - B_{j\circ}| \geq \varepsilon_1 \right\} \in K, \quad (22)$$

де  $B_{j\phi}$  і  $B_{j\circ}$  — яскравість елементів відповідно фону і об'єкта;  $l$  — протяжність лінійного краю;  $\varepsilon_1$  — поріг, що визначає належність контуру зображення краю  $K$  об'єкта.

Якщо яскравість фону нерівномірна, то його елементи можуть бути яскравішими або темнішими за елементи об'єкта, а в окремих зонах можуть збігатися за яскравістю з об'єктом. У цьому разі спостерігається ефект «зникнення» частини краю об'єкта, і за алгоритмом (22) об'єкт не може бути виявлений:

$$\left\{ \sum_j^i |B_{j\phi} - B_{j\circ}| < \varepsilon_1 \right\} \notin K. \quad (23)$$

Однак ця сама умова буде характеризувати і наявність на рівномірному за яскравістю фоні лінійного краю об'єкта, довжина якого менша за задану ( $l_1 < l$ ). Для розкриття цієї невизначеності потрібна додаткова інформація про властивості (структури) фону, на якому перебуває об'єкт пошуку. Стосовно виявлення поодинокого локального об'єкта на заданому полі фон може бути описаний двома спрощеними операторами:

$$\left\{ \left[ \sum_j^l \Delta B_{j\phi} < \varepsilon_2 \right] \leftrightarrow [D_{l\phi} < \varepsilon_2] \right\} \in \bar{B}_\phi; \quad (24)$$

$$\left\{ \left[ \sum_j^i \Delta B_{j\phi} > \varepsilon_2 \right] \leftrightarrow [D_{l\phi} > \varepsilon_2] \right\} \in \tilde{B}_\phi. \quad (25)$$

Тут  $\Delta B_{j\phi}$  — різниця яскравості елементів фону  $j$ ;  $D_{l\phi}$  — дисперсія яскравості фону вздовж протяжності лінійного краю  $l$ ;  $\varepsilon_2$  — поріг,  $\bar{B}_\phi$  і  $\tilde{B}_\phi$  — відповідно рівномірний і нерівномірний за яскравістю фон.

Грубий поділ фону на рівномірний  $\bar{B}_\phi$  і нерівномірний  $\tilde{B}_\phi$  може бути уточнений додатковим поділом останнього (нерівномірного) фону на простий  $\Pi_\phi$  і складний  $C_\phi$  за кількістю перепадів яскравості фону, що перевищують певний заздалегідь виставлений поріг  $\varepsilon_3$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} n \leq N \\ \Delta B_{i\phi} > \varepsilon_3 \end{array} \right\} \in \Pi_\phi; \quad (26)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n > N \\ \Delta B_{i\phi} > \varepsilon_3 \end{array} \right\} \in C_\phi. \quad (27)$$

У більшості випадків об'єкти або їхні краї характеризуються рівномірною яскравістю. Однак у разі камуфлювання об'єкта або накладання на нього структури фону яскравість поверхні об'єкта буде нерівномірною. За аналогією з описом фону (формули (24) і (25)) може бути визначено алгоритм віднесення об'єкта для випадку рівномірної  $\bar{B}_o$  і нерівномірної  $\tilde{B}_o$  яскравості зображення

$$\left\{ \left[ \sum_j^l \Delta B_{j_o} < \varepsilon_2 \right] \leftrightarrow [D_{l_o} < \varepsilon_2] \right\} \in \bar{B}_o; \quad (28)$$

$$\left\{ \left[ \sum_j^l \Delta B_{j_o} > \varepsilon_2 \right] \leftrightarrow [D_{l_o} > \varepsilon_2] \right\} \in \tilde{B}_o. \quad (29)$$

Як і для фону, опис нерівномірної яскравості об'єкта може бути додатково уточнений урахуванням зв'язності елементів контуру або краю об'єкта. При цьому зв'язаними вважаються елементи контуру  $K$ , яскравість  $B_{i_o}$  яких менша за деяке порогове значення  $B_n$  на інтервалі, меншому від деякого наперед заданого значення  $\delta$ :

$$l_2 - l_1 = \Delta l \leq \delta; \quad (30)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_{i_o} \leq B_n \\ \Delta l \leq \delta \end{array} \right\} \in K; \quad (31)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_{i_o} \leq B_n \\ \Delta l > \delta \end{array} \right\} \in K. \quad (32)$$

Таким чином, визначено умови, за яких можливе виявлення зображень об'єктів і знайдено алгоритми виявлення, що враховують основні і додаткові ознаки відмінності об'єкта від оточуючого фону.

### Висновки

Виокремлення контурів зображень об'єктів є однією з основних операцій попереднього аналізу зображення в інтелектуальних системах відеоспостереження.

Істотним недоліком розглянутих алгоритмів виокремлення контурів зображень об'єктів є висока ймовірність помилки, яка істотно зростає за наявності на зображенні шуму або текстури. Практично всі розглянуті алгоритми потребують наявності рівномірного фону, на якому розташовані досить контрастні об'єкти. Помилки зумовлюють появу помилкових точок, які ідентифікуються як контурні або як розриви дійсних протяжних контурних ліній. Причину таких невдач закладено в самому підході, оскільки для прийняття рішення про наявність контуру в кожній точці зображення аналізується фактично лише малий окіл цієї точки.

Наявні вузькоспрямовані алгоритми, призначені для ефективного вирішення завдання в конкретній постановці, потребують виконання низки обмежувальних умов.

Розглянуті алгоритми можуть використовуватись незалежно від типів відеокамер, задіяних в інтелектуальній системі спостереження. Однак слід зважати на те, що збільшення кількості камер призво-



дять до істотного зростання трафіку через локальну обчислювальну мережу через передавання більшої кількості кадрів. Відповідно, зростуть потік інформації, що надходить для аналізу, та його складність.

Перспективним напрямком подальших досліджень є розроблення алгоритмів виокремлення контурів зображень об'єктів, які реалізують двомасштабну статистичну модель зображення.

#### Список використаної літератури

1. Ainsworth T. Buyer Beware // *Security Oz*. 2002. Vol. 19. P. 18–26.
2. Сальников И. И. Критерии отнесения устройств и систем обработки информации к интеллектуальным // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. С. 11–15.
3. Крючкова Л. П., Кременський М. С. Методи виявлення тривожних подій в інтелектуальних системах відеоспостереження // *Сучасний захист інформації*. 2019. №3. С. 64–69.
4. Heikkila M., Pietikainen M. A texture-based method for modeling the background and detecting moving objects // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2006. Vol. 28, no. 4. P. 657–662.
5. Сакович И. О., Белов Ю. С. Обзор основных методов контурного анализа для выделения контуров движущихся объектов // *Инженерный журнал: наука и инновации: электрон. версия журн*. 2014. Вып. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1280.html>
6. Сирота А. А., Соломатин А. И. Статистические алгоритмы обнаружения границ объектов на изображениях // *Вестник ВГУ*. 2008. № 1. С. 58–64 (Сер. Системный анализ и информационные технологии).
7. Хачумов М. В. Сжатие, передача и распознавание контуров ригидных объектов, описанных цепными кодами // *Современные наукоемкие технологии: электрон. версия журн*. 2020. № 8. С. 79–85. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38177> (дата обращения: 24.09.2020).
8. Shih Frank. *Image processing and pattern recognition: fundamentals and techniques* // IEEE Press, 2010. 537 p.
9. Гонсалес Р. С., Вудс Р. Э. *Цифровая обработка изображений: 3-е изд., испр. и доп.* Москва: Техносфера, 2012. 1104 с.

Л. П. Крючкова, В. И. Стрельников, М. В. Акулиничева, А. С. Бортник, О. А. Дибривный

#### АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Выделение контуров изображений объектов в интеллектуальных системах видеонаблюдения является одной из основных операций при обработке изображения для его дальнейшего анализа, поскольку контур содержит всю необходимую информацию для распознавания объектов по их форме. Такой подход позволяет не рассматривать внутренние точки изображения и тем самым существенно сократить объем обрабатываемой информации. Это дает возможность осуществлять анализ изображений в режиме реального времени.

В статье рассмотрена проблема выделения контуров изображений объектов в задачах обнаружения тревожных событий интеллектуальными системами видеонаблюдения. С целью улучшения основных характеристик интеллектуальных систем видеонаблюдения предложены алгоритмы выделения контуров изображений объектов, необходимых для обеспечения обнаружения четырех типов тревожных событий: появления и пребывания объекта в зоне наблюдения, перемещения объекта в запрещенном направлении, оставления предмета и перебрасывания предмета.

**Ключевые слова:** интеллектуальные системы видеонаблюдения; видеоаналитика; выявление тревожных событий; цифровая обработка изображений; выявление объектов; отслеживание объектов; контуры изображений объектов; контурный анализ.

L. P. Kryuchkova, V. I. Strelnikov, M. V. Akulinicheva, O. S. Bortnyk, O. A. Dibrivnyi

#### ALGORITHMS FOR SELECTING THE OUTLINES OF OBJECTS IMAGES IN INTELLECTUAL VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Intensive development of means of receiving and transmitting digital images creates the problem of processing huge amounts of video information flows. There is a wide range of tasks in which images are considered as a source of information on the basis of which it is necessary to make a decision. Important tasks to be solved by intelligent video surveillance systems are: identification of objects and determination of their trajectories; measuring the speed of objects; detection of alarming events in the tasks of object-territorial protection in real time.

*One of the main operations in intelligent video surveillance systems in image processing for further analysis is the selection of contours of images of objects, because the contour contains all the necessary information to recognize objects by their shape. This approach allows you to not consider the internal points of the image and, thus, significantly reduce the amount of information processed. This makes it possible to analyze images in real time.*

*Contour analysis is a set of methods for selecting, describing and processing image contours that allows you to describe, store, compare and search for objects presented in the form of their external contours, as well as effectively solve the main problems of pattern recognition — transfer, rotate and zoom image of the object. In this case, the contour means a space-length gap, difference or abrupt change in brightness values.*

*The purpose of the publication is to consider the algorithms for selecting the contours of images of objects in the problems of detecting alarming events by intelligent video surveillance systems.*

*The problem of selection of contours of images of objects in problems of detection of disturbing events by intelligent systems of video surveillance is considered. In order to improve the basic characteristics of intelligent video surveillance systems, algorithms for contouring images of objects are proposed to ensure the detection of four types of alarming events: the appearance and presence of the object in the surveillance zone, moving the object in the forbidden direction, leaving the object and overturning the object.*

**Keywords:** intelligent video surveillance systems; video analytics; alarm detection; digital image processing; object detection; object tracking; object image contours; contour analysis.

