

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

УДК 681.32; 621.38

Я. Г. Скорюкова, к. т. н., доц.;

С. І. Кормановський, к. т. н., доц.;

О. П. Мельник, к. т. н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ КОНТУРНИХ ОЗНАК БІНАРНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Запропоновано структурно-зв'язнісну модель бінарного зображення для використання її в задачах виділення контуру та формування центру зв'язності.

Вступ

Однією з найважливіших складових процесу цифрового оброблення зображень є розпізнавання. Існує велика кількість методів розпізнавання. Один з них — структурний, який передбачає створення інформативного простору геометричних ознак. Цей метод є доречним якщо зображення, що підлягають розпізнаванню, є контурними або бінарними, і передбачають виділення контуру. Саме структурний метод дозволяє розпізнавати велику множину класів складних об'єктів шляхом використання невеликої кількості непохідних елементів з наступним лінгвістичним або геометричним аналізом [1, 2]. Структурний опис зображення зводиться до представлення форми об'єктів, що його складають, та опису співвідношень між ними [3].

Найвідоміші геометричні ознаки, такі як периметр, площа фігури без дір, площа дір, максимальна відстань між зовнішніми паралельними дотичними і границями, відстань у напрямку між зовнішніми паралельними дотичними — діаметри Фере, число Ейлера не завжди забезпечують необхідну достовірність розпізнавання. Особливо, це стосується обробки плямоподібних напівтонних зображень, які в процесі обробки перетворюються на бінарні і мають складну форму. Тому актуальним є створення моделі бінарного зображення, що дозволить визначати ознаки, які відповідають критеріям простоти та інформативності, і в сукупності з відомими дають підвищення достовірності розпізнавання.

Пропонується новий узагальнений підхід визначення ознак значного класу двовимірних бінарних зображень, який базується на аналізі контурних точок.

Зв'язність, як геометрична ознака бінарного зображення

В роботі досліджені зображення у вигляді плоских геометричних фігур в декартовій системі координат. Для побудови зв'язної моделі можна скористатися відомими в літературі [2] поняттями «сусідства». Відомо, що при квадратному растрі можлива чотиризв'язність (тобто сусідніми вважаються елементи, що прилягають до сторін); восьмизв'язність (тобто елементи, що дотикаються у кутах, також вважаються «сусідами»). В подальшому будемо користуватися принципом восьмизв'язності [4].

Означення 1. Одиничний елемент $b(m, n)$ бінарної матриці $B(M, N)$ є зв'язаним, як що хоча б один з сусідніх з ним елементів $b(m, n + 1)$, $b(m + 1, n)$, $b(m + 1, n + 1)$, $b(m - 1, n)$, $b(m, n - 1)$, $b(m - 1, n - 1)$, $b(m + 1, n - 1)$, $b(m - 1, n + 1)$ є також одиничним, де m, n — координати елементу b по рядках та стовпцях.

Означення 2. Зв'язаність $\delta^k(m, n)$ одиничного елемента $b^k(m, n)$ у межах даного бінарного зображення за номером k визначається сумою одиничних елементів, що з ним зв'язані, тобто:

$$\begin{aligned} \delta^k(m, n) = & b^k(m+1, n) + b^k(m-1, n) + b^k(m, n+1) + b^k(m, n-1) + b^k(m+1, n+1) + \\ & + b^k(m-1, n-1) + b^k(m+1, n-1) + b^k(m-1, n+1), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\forall b^k(m, n) = 1.$$

Означення 3. Зв'язаність Δ^k бінарного зображення за номером k є сумою зв'язностей його елементів (або половиною суми) і визначається за формулою

$$\Delta^k = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \delta^k(m, n) / 2. \quad (2)$$

Використання структурно-зв'язнісної моделі бінарного зображення для задач виділення контуру

Деякі задачі обробки та аналізу зображень передбачають виділення контуру бінарного зображення для його подальшого використання в задачах розпізнавання та класифікації. Застосуємо запропоновану ознаку зв'язності для вищевказаної задачі. Нехай вхідне зображення представлено матрицею $B^0(M, N)$, елементи $b^0(m, n)$ якої приймають значення нуля (фон) або одиниці (зображення).

1. Подамо елементи бінарного зображення $B^0(M, N)$ значеннями власних зв'язностей із сусідніми елементами, тобто, замість одиничного елемента зображення записується значення його зв'язності. Будемо називати таку модель зображення $Z(M, N)$ зв'язнісним зображенням

$$z(m, n) = \begin{cases} \delta^k(m, n), & \text{якщо } b^0(m, n) = 1, \\ 0, & \text{якщо } b^0(m, n) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

2. Визначається стартова точка на зв'язнісному зображенні. Це може бути будь-яка точка, що належить контуру. Вона може бути визначена як перша ненульова точка при послідовному перегляді зображення. Їй присвоюється мітка контуру. Тобто: якщо $z(m, n) \neq 0$, то $z(m, n)$ — стартова і, відповідно, формується матриця контурного зображення $B^1(M, N)$: $b^1(m, n) = 1$.

3. Аналізуються значення точок, що сусідять зі стартовою. Серед них обирається сусідня, мінімальна за значенням, ненульова точка

$$z_{\min} = \text{MIN} \{ z(m-1, n), z(m+1, n), z(m-1, n-1), z(m, n+1), z(m+1, n-1), \\ z(m-1, n+1), z(m-1, n-1), z(m+1, n+1) \}.$$

Їй також присвоюється мітка контуру. До неї здійснюється перехід.

4. Далі розглядаються точки, що сусідять з новою точкою. Серед них обирається сусідня мінімальна за значенням ненульова точка, за виключенням попередньої.

Пункт 4 повторюється до тих пір, поки до сусідніх точок не потрапить стартова. Тобто, контур замикається. Процес виділення завершений. На рис. 1 показано приклад роботи цього методу.

У даному випадку зв'язнісне зображення $Z(M, N)$, яке визначається правилом 3, є структурною моделлю вхідного бінарного зображення. За даним методом складений алгоритм та написана програма на мові програмування C, яка підтвердила, що точність виділення контуру підвищується на $N/2$ пікселів, де N — кількість контурних пікселів, що є сусідніми і дотикається в кутах під 45° . Так, для плямоподібних бінарних зображень точність виділення контуру підвищилася на 20 % [5].

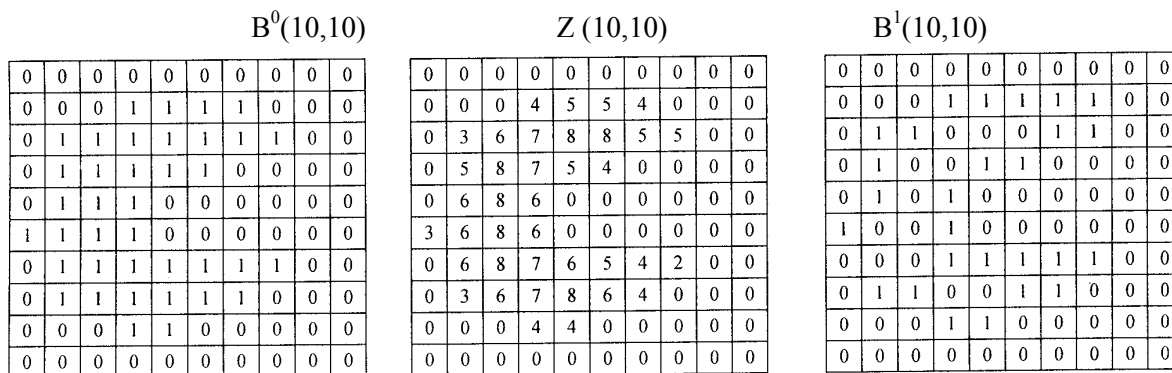


Рис. 1. Приклад роботи методу виділення контуру бінарного зображення за ознакою зв'язності: $V^0(10,10)$ — вхідне зображення, $Z(10,10)$ — зв'язнісне зображення, $V^1(10,10)$ — контурне зображення

Формування центру зв'язності контурних зображень

В основі методу визначення зв'язності лежить цифрова модель, отримана на базі розрахунків точок прямокутного растра, поля безупинного зображення [6]. Метод заснований на способі урівноваження сум зв'язності [7, 8]. Дискретні елементи контурного зображення мають логічні ознаки, які приймають значення 1 чи 0 (рис. 2а) і визначаються з умови належності до лінії контуру. Насамперед, визначається сума зв'язності всіх елементів, які мають значення 1 (рис. 2б), потім зв'язність кожного елементу 0 з елементами 1 (рис. 2в). Далі зображення зміщуються, та обчислюється сума всіх елементів (рис. 2г), а бінарного зображення — окремо по горизонталі і вертикалі. Методом урівноваження визначається рівність сум зв'язності по вертикалі і горизонталі. Отримані, таким чином, дві взаємоперпендикулярні лінії формують координати центра зв'язності (рис. 2д).

На основі вищерозглянутого метода побудована математична модель урівноваження отриманих елементів бінарного зображення.

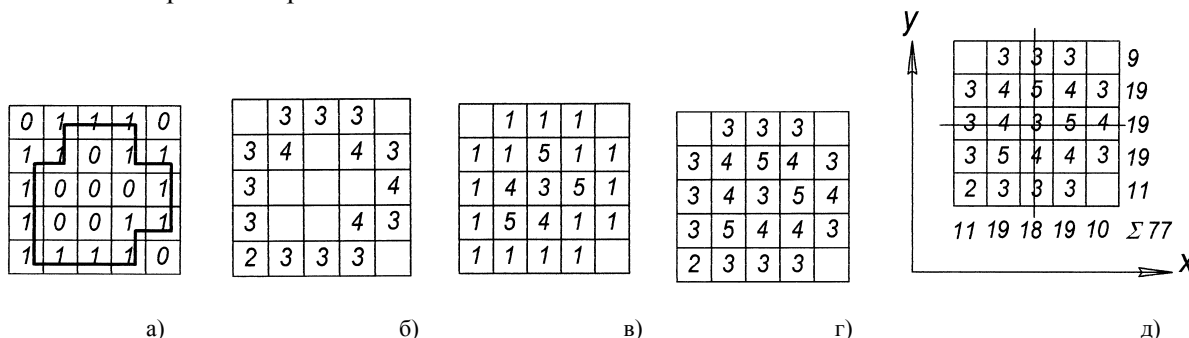


Рис. 2. Приклад формування центру зв'язності

Позначимо через $a_{i,j}^1$ — зв'язність одиничного елемента i, j , а через $a_{i,j}^0$ — зв'язність нульового елемента i, j . Урівноважування по стовпцях і рядках повинне задовольняти такій системі умов:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{u_j^*} (a_{i,j}^1 + a_{i,j}^0) = \sum_{i=u_j^*+1}^N (a_{i,j}^1 + a_{i,j}^0), & u_j^* \in \{1, 2, \dots, N\}; \\ \sum_{j=1}^{u_i^*} (a_{i,j}^1 + a_{i,j}^0) = \sum_{j=u_i^*+1}^N (a_{i,j}^1 + a_{i,j}^0), & u_i^* \in \{1, 2, \dots, N\}. \end{cases} \quad (4)$$

Таким чином, застосувавши операцію узагальненого контурного препарування і операцію урівноважування по стовпцях і рядках, застосувавши систему (4), можна сформувати прості ознаки для розпізнавання контурних зображень.

Висновки

1. Представлена модель дозволяє підвищити точність виділення контуру у порівнянні з відомими методами, за рахунок апроксимації кутових елементів зображення. Особливо доцільно використовувати цю модель обробляючи зображення, коли напівтонові зображення представлені сукупністю бінарних зображень, а також, якщо значення зв'язностей елементів зображення вже обчислені у попередній обробці. Структурна зв'язнісна модель бінарного зображення також може бути використана для визначення певних геометричних форм об'єкта при розпізнаванні та класифікації. Використання цієї моделі також є доречним для організації паралельності операцій обчислювання.

2. Запропонований метод визначення центра зв'язності, заснований на способі урівноваження сум зв'язності, дозволяє зменшити розмірність простору інформаційних ознак (не більше десяти) на порядок, сформувані прості ознаки для розпізнавання контурних зображень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Русын Б. П. Структурно-лингвистические методы распознавания изображений в реальном времени. — К.: Наукова думка, 1986. — 126 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. В 2-х книгах, ч. 1. — 310 с., ч. 2. — 790 с. — М.: Мир, 1982.
3. Бутаков Е. А., Островский В. И., Фадеев И. Л. Обработка изображений на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1987. — 240 с.
4. Тимченко Л. І., Скорюкова Я. Г., Тишківська В. О. Сегментація зображень об'єктів за ознаками зв'язності для задач технічного зору // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — № 2. — 2004. — С.70—72.
5. Скорюкова Я. Г. Структурні моделі сегментації на півтонових зображеннях за ознакою зв'язності: Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 01.05.02 / Вінницький нац. техн. ун-т. — Вінниця, 2005. — 20 с.
6. Кожемяко В. П., Тимченко Л. И., Лысенко Г. Л., Кутаев Ю. Ф. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники. — К.: УМК ВО, 1990. — 251 с.
7. Холковский Ю. Р., Кормановский С. И. Алгоритм определения центра связности // Прикладная геометрия и инженерная графика. — Киев. — 1995. — Вып. 58. — С. 190—192.
8. Кормановський С. І., Швейкі Нафез, Тимченко Л. І. Підхід до визначення центру зв'язності зображення // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2001. — № 4. — С. 71—73.

Рекомендована кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки

Надійшла до редакції 30.05.07
Рекомендована до друку 05.06.07

Скорюкова Яніна Германівна — доцент, **Кормановський Сергій Іванович** — доцент, **Мельник Ольга Петрівна** — завідувач кафедри.

Кафедра інженерної та комп'ютерної графіки, Вінницький національний технічний університет