

УДК 681.785

Й. Й. Білинський, к. т. н., доц.;

І. В. Клименко, асп.;

Т. М. Крисак

АДАПТИВНИЙ МЕТОД ПОРОГОВОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Запропоновано адаптивний метод порогової обробки зображень, який дозволяє автоматично визначати значення порога шляхом використання спеціальної трипікової гістограми, виконувати поелементне перетворення яскравості зрізу, в результаті якого можна отримати не тільки бінарне, але й контурне зображення.

Вступ

Порогова обробка напівтонового зображення полягає в розділенні зображення на два класи за ознакою яскравості: об'єкт та фон. Таке перетворення здійснюється для зменшення інформаційної надмірності зображення, в результаті якого залишається лише та інформація, яка потрібна для вирішення конкретного завдання, наприклад, для контуризації об'єктів.

Типовими прикладами застосування порогової обробки є машинописний текст, креслення, медичні проби під мікроскопом тощо. Основною проблемою в таких задачах є вибір порога. Такі зображення мають, як правило, гістограму у вигляді двох вузьких піків, що відповідають щільності розподілу ймовірності яскравості об'єкта і фону. Величина порога, у такому випадку, відповідає будь-якому значенню яскравості, що знаходиться між піками. Оскільки зображення може мати шум, нерівномірне розподілення яскравості як по фону, так і по об'єкту, то вибір порогу ускладнюється в результаті розмивання функції щільності розподілення ймовірності.

Аналіз попередніх досліджень

Існують декілька основних методів порогової обробки зображень. Перший базується на апроксимації ділянки гістограми (рис. 1а) між піками будь-якої гладкої функції. Другий метод полягає в тому, щоб підібрати моделі окремо для щільності розподілу ймовірності яскравості об'єкта та фону. Тоді можна здійснити апроксимацію гістограми сумою щільності ймовірностей. Після оцінки параметрів можна вибрати поріг відповідно принципу максимальної правдоподібності. Основними недоліками методів є складність апроксимації, а також можливість неправильного вибору порогового значення яскравості, тобто порогу [1, 2].

Реалізація та експериментальні дослідження методу зсуву

Запропоновано адаптивний метод визначення порогового значення яскравості, який ґрунтується на застосуванні просторової фільтрації, що дозволяє отримати характерні точки межових кривих в ре-

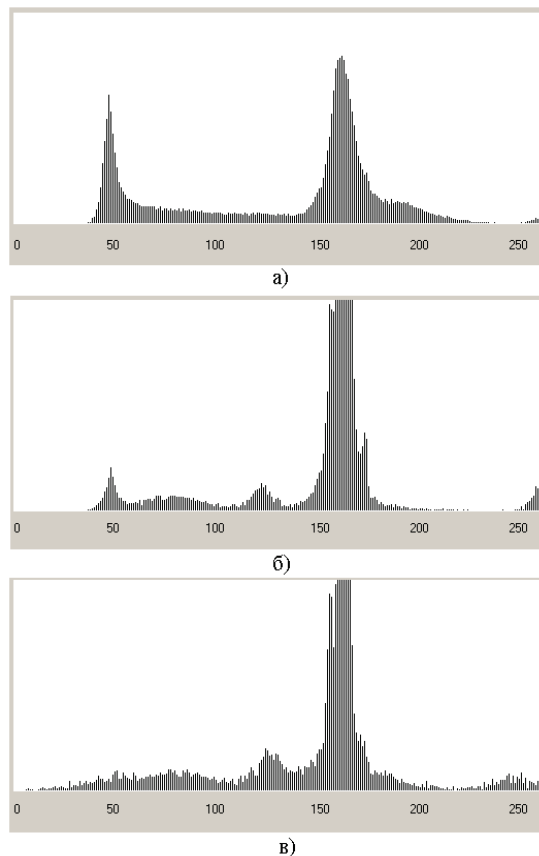


Рис. 1. Гістограми зображення препарату крові а) двохпікова гістограма вхідного зображення; б) трипікова гістограма точок перетину вхідного та згладженого зображення; в) трипікова гістограма точок перетину вхідного та згладженого зображення з шумом

зультаті накладання вхідного та фільтрованого зображення.

Вхідне зображення, яке представлено у вигляді функції $I(x, y)$, піддається операції згладжування за допомогою згортки з гауссіаном [3]

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

де σ — параметр ступеня згладжування.

Особливістю гауссіана є те, що виконуючи згортку гауссіана з гауссіаном отримуємо ще один гауссіан. Таким чином, можна отримати сильно згладжене зображення шляхом повторного згладження, але при цьому використовувати гауссове ядро невеликих розмірів. Крім цього згладжування знижує дисперсію шуму, що дозволяє застосовувати даний підхід до зашумлених зображень.

Гауссове ядро дискретного гауссіана може бути зображено у вигляді маски розмірами 3×3 , 5×5 і т. д., що має згладжувальні властивості з невід'ємними коефіцієнтами, та є фільтром низьких частот. В результаті використання такого фільтра формується сигнал перепаду інтенсивності в області примежової кривої, який містить єдину спільну точку з примежовою кривою вхідного сигналу.

Для зменшення впливу сусідніх пікселів, що не мають відношення до даної межової кривої, було запропоновано використовувати одиничні однонаправлені маски на основі гауссової функції, що мають можливість виконувати згладжування у чотирьох напрямках згідно з градієнтом поширення межової кривої.

Запропоновано використовувати особливий тип гістограми, так звану трипікову гістограму (рис. 1б). Така гістограма являє собою щільність розподілу ймовірності яскравостей точок перетину вхідного та фільтрованого зображення, яка має не два основних піки фону й об'єкта, а три. Це піки щільності розподілу ймовірності яскравості точок перетину вхідного та фільтрованого зображення, що мають яскравість вищу та нижчу, ніж значення порога, а також середній пік, що відповідає значенню яскравості границі примежової кривої. Максимальне значення середнього піку може бути прийняте як порогове $I_0 = I(x_0, y_0)$.

На рис. 1в показана гістограма цього ж зображення, але з накладеним адитивним шумом. Форма такої гістограми розмита за рахунок розкиду яскравостей, але значення яскравості середнього піку залишилось попереднім.

Визначення порогового значення в результаті апроксимації ділянки гістограми дозволяє в автоматичному режимі виконати поелементне перетворення яскравості зрізу

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f(x, y) \geq l_0; \\ 0, & \text{якщо } f(x, y) < l_0 \end{cases} \quad (2)$$

та отримати бінарне зображення за ознакою яскравості: об'єкт і фон (рис. 2).

Точне знаходження порогу дозволяє виконати ще одну процедуру обробки зображення — виділення його контуру шляхом виконання операції

$$k_0 = \frac{I^2(x, y)}{l_0}, \quad (3)$$

та поелементного перетворення зображення

$$h(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{якщо } f(x, y) = k_0; \\ 0 & \text{якщо } f(x, y) \neq k_0. \end{cases} \quad (4)$$

На рис. 2 показано зображення препарату крові та, відповідно, отримане його бінарне й контурне зображення.

Таким чином, запропонований метод порогової обробки передбачає такі кроки:

- реєстрацію зображення;
- побудову безперервної функції інтенсивності світлового сигналу.
- виконання просторової фільтрації за допомогою відповідної маски;

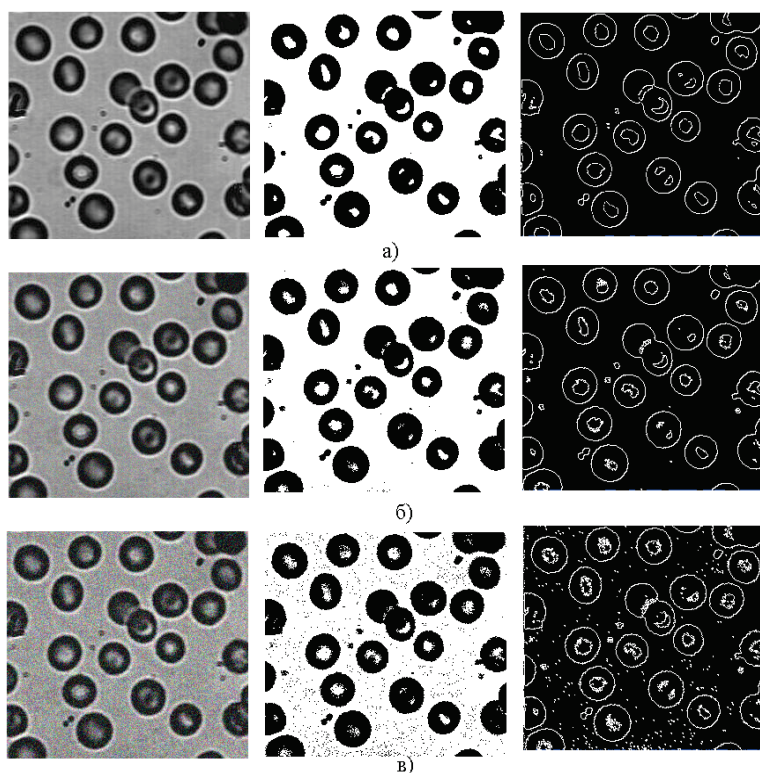


Рис. 2. Результати порогової обробки зображення препарату крові:
 а) вхідне та його бінарне й контурне зображення, відповідно;
 б) вхідне з 10 % шумом та його бінарне й контурне зображення, відповідно; в)
 вхідне з 20 % шумом та його бінарне й контурне зображення, відповідно

методу, оскільки, за наявності зашумленого зображення значення яскравості середнього піку його гістограми залишається незмінним.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сойфер В. А. Методы компьютерной обработки изображений. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 784 с.
2. Beucher, F. Meyer, The Morphological Approach to Segmentation: The Watershed Transformation, in «Mathematical Morphology in Image Processing», E. R. Dougherty Editor, Marcel Dekker, Inc, New York. 1992. — P. 433—481,
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом III Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2007)» (31.05—2.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.09.07
 Рекомендована до друку 04.10.07

Білинський Йосип Йосипович — доцент, **Клименко Ігор Володимирович** — аспірант
 Кафедра проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури;
Крисак Тетяна Миколаївна — студентка Інституту радіотехніки, зв'язку та приладобудування.
 Вінницький національний технічний університет

— побудову трипікової гістограми щільності розподілу вірогідності яскравостей точок перетину вхідного та фільтрованого зображення;

— знаходження значення середнього піку в результаті апроксимації ділянки гістограми, яке приймається за порогове;

— виконання бінаризації на основі поелементного перетворення зображення;

— виконання контуризації на основі поелементного перетворення зображення.

Висновки

Запропоновано адаптивний метод порогової обробки зображень, який дозволяє автоматично визначити порогове значення в результаті апроксимації ділянки трипікової гістограми, що говорить про його адаптивний характер й дозволяє застосовувати його не тільки для порогової обробки, але й для виділення контуру зображення.

Отримані зображення свідчать про високий рівень завадостійкості