

# Вибір параметрів для послідовної нормалізації складних афінних перетворень

Зройчикова О. В.

аспірант кафедри інформатики, ХНУРЕ, lenchik979@yandex.ru

*This paper is devoted to finding parameters for consequent normalization of complex affine transformations. Consequent normalization is based on affine group decomposition into basic transformations. This research shows efficiency of using proposed parameters based on moment features in image normalization.*

## ВСТУП

Незважаючи на велику кількість досліджень в області комп'ютерного зору, інтерес до них з кожним днем невпинно зростає. З поширенням нових і вдосконалених комп'ютерних технологій полегшується обчислення, моделювання, з'являються нові методи вирішення проблем цієї сфери. Особливе місце займає задача нормалізації зображень, оскільки її вирішення дозволяє привести зображення до деякого еталонного вигляду. Актуальність даної задачі не випадкова та цілком зрозуміла, адже різноманітні зображення знаходять своє застосування в різних сферах людського життя.

Метою даного дослідження є вибір параметрів послідовної нормалізації зображень в умовах складних афінних перетворень. Також необхідно показати, що такі параметри дають високі показники точності нормалізації.

## РОЗКЛАД АФІННОЇ ГРУПИ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ ПОСЛІДОВНОЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ

Задача нормалізації зображень зводиться до того, щоб знайти параметри геометричних перетворень, що спотворюють вхідне зображення [1, 2]. Метод послідовної нормалізації складних афінних перетворень є доволі поширеним і популярним. Порівняно

з паралельним підходом цей метод має такі переваги, як незначна обчислювальна складність, можливість відстежити нормалізацію кожного окремого найпростішого перетворення на певному етапі.

Група афінних перетворень  $G_a$  є дуже поширеною в обробці зображень. Серед базових перетворень цієї групи можна виділити такі, як зсув  $G_c$  вздовж осей координат, поворот  $G_a$  на кут  $\alpha$ , зміни масштабу  $G_d$ , косий зсув  $G_{h,x}$ ,  $G_{h,y}$ , дзеркальне відображення  $G_s$ , гіперболічний поворот  $G_q$ . Будь-яка комбінація цих груп найпростіших перетворень утворює афінну групу.

Для нормалізації геометричних перетворень вхідних зображень можна представити афінну групу у вигляді розкладів на найпростіші:

$$G_a = G_u G_s G_d G_u G_c, \quad (1)$$

$$G_a = G_u G_s G_d G_h G_c. \quad (2)$$

Таким чином, для того щоб нормалізувати вхідне зображення, спотворене складним афінним перетворенням, необхідно знайти параметри базових перетворень з наведених розкладів (1), (2).

## ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

За основу обчислення параметрів нормалізації найпростіших геометричних перетворень афінної групи можна взяти моментні характеристики зображень. Тому перш за все необхідно знайти моменти

нульового, першого та другого порядків за формулою [1, 3]:

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^M B(x, y) x^p y^q,$$

де  $B(x, y)$  – зображення,

$N \times M$  – розміри растру зображення,

$p, q$  – показники порядку моменту,

$p, q = 0, 1, 2$ .

Моменти  $m_{01}$  та  $m_{10}$ , нормовані за допомогою моменту  $m_{00}$ , показують параметри нормалізації зсуву вздовж координатних осей  $Ox$  та  $Oy$  відповідно. Кут повороту для компенсації відповідного геометричного перетворення можна знайти за допомогою співвідношення

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2m_{11}}{m_{20} - m_{02}}.$$

Для приведення вхідного зображення до розмірів еталонного вигляду необхідно застосувати перетворення масштабу. Для цього окрім моментів вхідного зображення (*in*), треба також знайти відповідні моментні характеристики еталонного зображення (*et*). Тоді параметри нормалізації масштабу  $\lambda$  вздовж осі  $Ox$  та  $\mu$  вздовж осі  $Oy$  можна обчислити наступним чином:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{m_{20et}}{m_{20in}}}, \quad \mu = \sqrt[4]{\frac{m_{02et}}{m_{02in}}}.$$

Геометричне перетворення косоного зсуву також здійснюється вздовж координатних осей. Для нормалізації цього перетворення необхідно знайти параметр  $h$ , який у випадку зсуву вздовж осі  $Ox$  дорівнює  $\frac{m_{11}}{m_{20}}$ , а вздовж

$$Oy - \frac{m_{11}}{m_{02}}.$$

У випадку нормалізації перетворення дзеркального відображення можна використовувати характерну точку. Обравши її, для компенсації даного перетворення

доцільно використовувати нормалізатор  $F(B) = B(x \operatorname{sign} x(B), y \operatorname{sign} y(B))$ .

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході експериментального дослідження використовувалися напівтонові зображення розміром  $256 \times 256$  пікселів. Вхідні зображення були спотворені складними афінними перетвореннями. Після приведення вхідного зображення до еталонного вигляду було знайдено коефіцієнт кореляції між отриманим зображенням  $B_{norm}$  та еталоном  $B_0$ :

$$\delta(B_{norm}, B_0) = \frac{\sum_{i,j \in D} B_{norm}(i, j) B_0(i, j)}{\sqrt{\sum_{i,j \in D} B_{norm}^2(i, j) \sum_{i,j \in D} B_0^2(i, j)}}.$$

Використовуючи значення цього коефіцієнта, було оцінено точність нормалізації складних афінних перетворень. У результаті нормалізації зображень за допомогою розкладів (1), (2) було отримано дуже близькі до одиниці коефіцієнти кореляції.

## ВИСНОВКИ

Результати дослідження показали доцільність використання послідовного методу нормалізації складних афінних перетворень з обраними параметрами нормалізації базових перетворень. У ході експериментів було отримано високі показники точності.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Путятин Е.П. Обработка изображений в робототехнике [Текст] / Е.П. Путятин, С.И. Аверин. – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.
- [2] Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебн. пособие [Текст] / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых и др. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.
- [3] Kotoulas, L. Image analysis using moments [Text] / L. Kotoulas, I. Andreadis // 5th Int. Conf. on Technology and Automation. – Greece, 2005. – P. 360–364.