

# **ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ НОРМАЛІЗАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДЕСКРИПТОРІВ ХАРАКТЕРНИХ ТОЧОК**

Чугаєв А. А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Яковлева О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Інформатики, тел. (057) 702-14-19)  
e-mail: oleksii.chuhaiov@nure.ua

The given work is devoted to the study of the possibility of using the image characteristic points to eliminate geometric transformations that distinguish images. This process is called normalization and has a very important practical value. Characteristic points were determined on SURF descriptor based. For experimental research, the language of JAVA, the IntelliJ IDEA development environment, OpenCV library were used. The research, carried out in the work, allows us to conclude that it is expedient to use descriptors of characteristic points for the image normalization.

Одним з фундаментальних підходів до побудови оператора нормалізації є використання функціоналів [1]. Підхід на основі функціоналів дуже складно використовували в умовах афінних або проектних перетворень.

Метою даної роботи було знайти альтернативний підхід до нормалізації зображень при наявності складних геометричних перетворень, таких як афінні і проектні, на основі аналізу характерних точок зображень.

В основі даного підходу лежить відома властивість афінного і проективного перетворення про те, що будь-які три точки в разі афінного перетворення і чотири в разі проективного, що не лежать на одній прямій, і їх образи однозначно задають афінне або відповідно проективне перетворення.

В роботі запропоновано використовувати для пошуку відповідних точок дескриптори, які визначають і описують характерні точки зображення. На сьогоднішній день існує велика кількість дескрипторів, які відрізняються швидкістю обчислення, інваріантністю до геометричних спотворень, можливістю комерційного використання. Наприклад дескриптори SURF, SIFT, ORB, BRISK, AKAZE та ін. В роботі використовувався дескриптор SURF, який виконує два завдання - пошук особливих точок зображення та створення їх дескрипторів, інваріантних для масштабу та обертання [2]. Це означає, що опис ключової точки буде однаковий, навіть якщо зразок змінить розмір. SURF розглядає зображення як єдине ціле і виділяє особливості всього зображення, тому він погано працює з об'єктами простої форми. Загалом, техніка для досягнення масштабною інваріантності полягає в тому, щоб дослідити зображення в

різних масштабах, масштабному просторі, використовуючи гаусові ядра. SURF розподіляє масштабний простір на рівні та октави.

Після обчислення множини дескрипторів  $D = \{d_i\}, i = 1 \dots |D|$ , вхідного зображення  $B$  і множини дескрипторів  $D_0 = \{d_{0j}\}, j = 1 \dots |D_0|$ , еталона  $B_0$ , де  $d_i, d_{0j}$  – вектора ознак дескрипторів, необхідно знайти відповідні пари точок  $(d_i, d_{0j})$  на цих зображеннях, де  $d_i \in D, d_{0j} \in D_0$ . Для цього використовується метод найближчого сусіда, а для відкидання помилкових відповідностей метод RANSAC. Метод найближчого сусіда полягає в тому, що для кожного дескриптора  $d_i \in D$  вибираються два йому найближчих з множини  $D_0$  навпаки. Якщо у вибраного дескриптора вже є відповідні два дескриптора, то він пропускається і пошук триває. У підсумку кожному дескриптору на одному зображенні, відповідає два дескриптора на іншому зображенні. Схема роботи алгоритму RANSAC полягає в циклічному повторенні пошуку матриці трансформації  $H$  між випадково вибраними чотирма особливими точками на одному зображенні і відповідно їм чотирьом точкам на другому. Зв'язок між двома відповідними точками  $t_i$  і  $t'_i$  в однорідних координатах задається як:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ 1 \end{bmatrix},$$

де  $h_{ij}$  – параметри матриці гомографії  $H$ ;

$(x_i, y_i), (x'_i, y'_i)$  – координати точок  $t_i$  і  $t'_i$  відповідно.

Краща матриця трансформації вважається тою, в якій досягнутий мінімум суми відхилень будь-яких спеціальних точок зображень при перетворенні. Таким чином, метод RANSAC дає можливість отримати матрицю гомографії, а саме, матрицю геометричних перетворень, що відрізняє два зображення, яку в роботі пропонується використовувати для нормалізації.

Для проведення експериментальних досліджень було використано мову JAVA, середовище розробки IntelliJ IDEA, бібліотеку OpenCV.

Проведені в роботі дослідження дозволяють зробити висновок про доцільність застосування дескрипторів характерних точок для нормалізації зображень.

### Список використаних джерел:

1. Путятин Е.П., Аверин С.И. Обработка изображений в робототехнике. М: Машиностроение, [Текст]: учеб. пособие / 1990. – 320 с.
2. Bay H. Surf: Speeded up robust features [Text] / H. Bay, T. Tuytelaars, L. Van Gool // European Conference on Computer Vision. – 2006. – P.404 – 417.