УДК 778

ВИЗНАЧЕННЯ КЛЮЧОВИХ ТОЧОК У HDR-ЗОБРАЖЕННЯХ

В. В. Пилип'юк, О. Б. Цімер

Українська академія друкарства,
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

Досліджується питання визначення ключових точок у HDR-зображеннях. Ця проблема включає в себе розпізнавання зображень, панорамні частини яких ми маємо з'єднати. Пропонується спосіб створення панорамних зображень з послідовно створених HDR-зображень. Перевагою цього методу є можливість забезпечити вищий рівень якості отриманої панорами. Розглядається особливість SIFT алгоритму для визначення відповідних пунктів. За допомогою цього алгоритму охарактеризовано й ідентифіковано зображення за локальними ознаками.

Ключові слова: *ключова точка, динамічний діапазон, HDR-зображення, SIFT алгоритм, локальні ознаки, різниця Гауса.*

Постановка проблеми. У сучасних електронних виданнях усе частіше використовують панорамні зображення, що значно розширює інформативність публікацій. Актуальним на сьогодні є питання створення якісних панорамних зображень.

Звичайний спосіб створення панорамних зображень передбачає створення послідовних зображень з невисоким динамічним діапазоном яскравостей, у яких можуть бути різні значення експозиції. Потім відбувається процес вирівнювання кожної експозиції і суміщення усіх зображень [1].

Такі операції зазвичай є складними в технічній реалізаціїї, а в кожному окремому випадку — дуже специфічними для сюжетів фотозйомки, що унеможливлює уніфікацію технології опрацювання зображень і її автоматизацію.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значна кількість авторів досліджували у своїх працях теоретичні засади і проблематику створення фотографічних панорам. Фундаментальні праці з'явилися одночасно зі створенням технологічних і апаратних підстав, коли ряд фірм запропонували для фотографів відповідне фотообладнання. Серед теоретичних слід зазначити праці Блумберга (2000), Ван Гола, (2000), Миколайчика та Шміда, (2002); Шафаліцького і Цісермана (2002); Брауна і Лоу (2002).

Мета статті. Вивчення і формування теоретичних засад і підходів для опрацювання методу створення фотопанорам з HDR-зображень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відомо, що HDR-зображення мають високий динамічний діапазон яскравостей (HDR — high dynamic range) і характеризуються більшою інформативністю у реєстрації сюжетів фотозйомки [6]. Пропонується метод створення фотопанорам з послідовності HDR-зображень. Перевагою цього методу є можливість забезпечити вищий рівень якості отриманої панорами. Сучасні фотокамери, що здатні робити HDR-фотографії стають все популярнішими. Такий підхід до створення панорам є найперспективнішим. Проте проблеми виникають як зі суміщенням сюжету

фотографій, так і з вирівнюванням експозицій у приєднаних фотографіях. Для вирішення цих проблем переважно застосовуються прямі методи та методи, які побудовані на ознаках зображення.

Прямі методи, як правило, багаторазово оцінюють параметри камери мінімізуючи помилки, які відбуваються через різницю в інтенсивності в ділянці суміщення. Перевага прямих методів полягає в тому, що в них використовують всі наявні дані зображення, внаслідок чого забезпечується достатній рівень суміщення. Недоліком таких методів є припущення, що яскравість усіх пікселів у ділянці суміщення зображень має бути однаковою, а отже, експозиції пари суміщених зображень після вирівнювання значень яскравості пікселів можна сполучати («сталість яскравості») [2].

Інший метод передбачає встановлення і досягнення відповідності між точками, лініями або іншими геометричними фігурами у парах зображень, які сполучаються [2]. Ці відповідності називаються локальними ознаками.

У жодному з цих методів неможливо змінювати зображення без втрати якості, наприклад масштабування, поворот сюжету, вирівнювання яскравості. Тому вони не забезпечують точності відтворення.

Девід Лоу запропонував алгоритм SIFT (Scale-invariant feature transform) для визначення локальних ознак зображення, які є інваріантними до зміни масштабу зображення, його обертання, та частково інваріантними до змін в експозиції [3]. Фактично цим алгоритмом можна характеризувати й ідентифікувати зображення за локальними ознаками. А це потребує введення поняття ключової точки.

Основні етапи отримання локальних ознак зображення: виявлення просторової шкали екстремуму; локалізація ключової точки; призначення орієнтації; генерація дескрипторів ключової точки.

Першим кроком у використанні SIFT алгоритму є визначення «точок інтересу». Це реалізується шляхом створення багаторівневої піраміди зображень різниці Гауса (Difference-of-Gaussian).

Обчислення розмиття зображення за Гаусом:

$$L(x,y,\sigma) = G(x,y,\sigma)*I(x,y), \quad (1)$$

де x,y — позиція пікселя, σ — позначення рівня розмиття, $L(x,y,\sigma)$ — розмите зображення, $G(x,y,\sigma)$ — функція розмиття Гауса.

$$G(x,y,\sigma) = 1/(2\pi\sigma^2)\ exp^{-(x2+y2)}/\sigma^2, \quad (2)$$

$I(x,y)$ — розмите зображення.

Кожен рівень піраміди складається з:

$$D(x,y,\sigma) = L(x,y,k\sigma) - L(x,y,\sigma), \quad (3)$$

де D — зображення, обчислене з різниці двох сусідніх рівнів, розділених постійним мультиплікативним фактором $k = \sqrt{2}$.

Піраміда Гауса і піраміда різниці Гауса зображені на рис. 1. Кількість рівнів піраміди не є фіксованою і може відрізнятися в будь-яких реалізаціях.

Для виявлення ключових точок ми маємо встановити максимум і мінімум між рівнями в піраміді Гауса за значеннями яскравостей. Кожен піксель порівнюється зі своїми вісьмома сусідами на тому ж рівні і ще з дев'ятьма пікселями

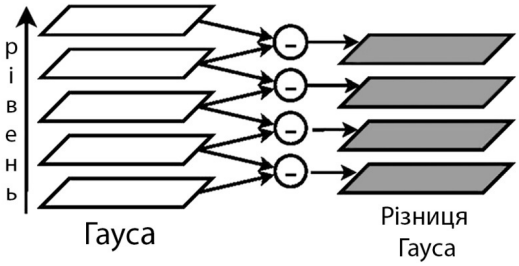


Рис. 1. Суміжні розмиті зображення з функцією Гауса віднімаються для отримання різниці зображень Гауса

на рівнях вищому і нижчому (рис. 2). Якщо така точка є локальним мінімумом або максимумом, то вона має бути позначена як «кандидатна точка».

Слід ігнорувати ті точки поміж точок-кандидатів, в яких контраст надто низький (різниця між його яскравістю і яскравістю сусідів незначна), і виключаються значення кутових точок. Якщо початкова стадія закінчується, то можна створити набір ключових точок (рис. 3).

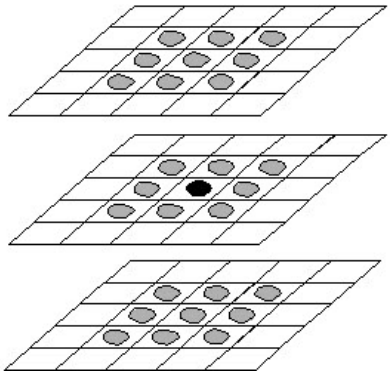


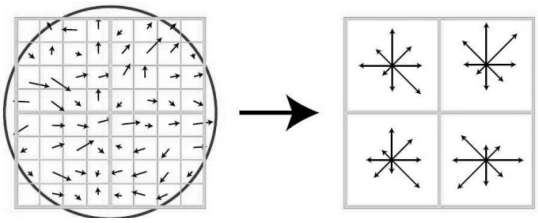
Рис. 2. Центральний піксель порівнюється з його 26 «сусідами» в матриці рівнів 3x3x3, яка охоплює суміжні зображення різниці Гауса

Рис. 3. Два з’єднані зображення і їх ознаки

Наступним кроком є призначення орієнтирів ключової точки. Для того, щоб встановити ці орієнтири, гістограма градієнта обчислює орієнтацію зміни яскравостей навколо ключової точки. Внесок кожного сусіднього пікселя зважується за величиною градієнта і вікном Гауса із сигмою, що в півтора разу більше за значення в ключовій точці [3]. Орієнтація відповідає гістограмі з максимальним значенням (гістограма має 36 значень).

Коли вже призначено місцезнаходження ключової точки, дескриптор цієї точки обчислюється з набору орієнтирів гістограм у матриці 4x4 сусідніх пікселів (рис. 4). Орієнтовні гістограми співвідносяться з орієнтирами ключової точки, дані орієнтири отримують із зображення Гауса, наближаючи їх до рівня ключових точок. Внесок кожного сусіднього пікселя зважується за величиною градієнта і вікном Гауса [4].

Кожна гістограма має вісім значень, кожен дескриптор складається з матриці 4x4 гістограм ключової точки, створюючи 4x4x8 = 128 елементи векторних ознак SIFT.



Градієнт зображення Дескриптор ключової точки

Рис. 4. Ознаки дескриптора ключової точки

Ознаку дескриптора потрібно нормалізувати для поліпшення інваріантності зміни в експозиції.

Висновки. У певних аспектах цей метод можна вдосконалити. Він не застосовується до динамічних об’єктів, які по-різному виглядають на двох різних фотографіях. Простий метод з’єднання зображень за ключовими точками, який ми застосовували, можна замінити на надійнішу технологію перемінної роздільної здатності [5]. Інша незручність використання запропонованого методу пов’язана зі спотворенням фотографій через перспективне перетворення, якщо поле огляду сюжету зображення є малим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. HDRSOFT. Technical report, 2005. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.hdrsoft.com/examples.html.
2. Brown M. Recognising Panoramas / M. Brown, D. Lowe // Ninth IEEE International Conference on Computer. Vision (ICCV’03) — 2003. — Vol. 2.
3. David G. Lowe. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints / David G. Lowe. Computer Science Department University of British Columbia — Vancouve, 2004.
4. Brown M. Recognising Panoramas – slides / M. Brown, D. Lowe. — University of British Columbia, 2004.
5. Burt J. A Multiresolution Spline With Application to Image Mosaics / J. Burt, E. H. Adelson — RCA David Sarnoff Research Center, 1983.

6. Greg Ward. High Dynamic Range Imaging. Exponent Failure Analysis / Greg Ward. — Assoc, 2001.

REFERENCES

1. HDRSOFT: Technical report (2005), available at: http://www.hdrsoft.com/examples.html.
2. Brown M. (2003), Recognizing Panoramas, Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Computers. Vision (ICCV'03), Vol. 2.
3. David G. Lowe (2004), Distinctive Image Features from Scale-Invariant Key points, University of British Columbia press, Vancouver.
4. Brown M. (2004), Recognizing Panoramas in slides, University of British Columbia press, Vancouver.
5. Burt J. (1983), A Multiresolution Spline with Application to Image Mosaics, RCA David Sarnoff Research Center.
6. Greg Ward. (2001), High Dynamic Range Imaging. Exponent Failure Analysis, Associations.

KEY POINTS IDENTIFICATION IN THE HDR-IMAGES

V. V. Pylypyuk, O. B. Tsimer

Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
vlodko88@gmail.com

The issue of identifying key points in the HDR-images has been analyzed. The issue includes image recognition, the panoramic parts of which should be connected. The method for creating of the panoramic images from the consecutively created HDR-images has been proposed. The advantage of this method is providing the highest level of quality of the panorama received. The SIFT algorithm features to determine the relevant items have been considered. Based on the algorithm the local image characteristics have been described and identified.

Keywords: *key point, dynamic range, HDR-image, SIFT algorithm, local features, difference of Gaussian.*

Стаття надійшла до редакції 09.12.2014.
Received 09.12.2014.