

Виявлення точок інтересу методом інтегральних проекцій

В основі алгоритмів оцінки векторів руху відео зображень лежить знаходження нової позиції блоків зображення. При стисненні відео послідовностей вихідним матеріалом, як правило, є повні кадри, отримані в результаті зйомки камерою, які вміщують лише шум камери, який має невелику інтенсивність і представляє собою білий шум, відліки якого не корельовані між собою. В цих умовах вибір блоків для оцінки руху може бути довільним. Тобто практично для кожного блока буде знайдено коректне його положення в новому кадрі. Для стиснення відео зображень найчастіше використовуються алгоритми з втратами точності. В результаті відновлені кадри відрізняються, і часто суттєво, від оригінальних. В цих умовах деякі блоки виявляються спотвореними до невпізнання. Два блоки, однакові в двох оригінальних кадрах, в відновлених кадрах виявляються зовсім різними. Тому їх використання для оцінки руху не має сенсу. Особливо це стосується блоків з низькою яскравістю та контрастом.

На практиці частіше доводиться мати справу зі стиснутими відео послідовностями, тому необхідно застосовувати алгоритми виявлення блоків, які придатні для відстежування зміни їх розташування.

Такі блоки або точки зображення називають точкам інтересу, особливими точками, або кутками. Остання назва витікає з того, що найчастіше такі блоки вміщують точку стикування ліній, розташованих під різними кутами, або точку, в якій лінія змінює напрям. Точку інтересу можна визначити як точку, в якій зміна інтенсивності зображення в будь-якому напрямку є достатньо великою. На практиці достатня величина зміни інтенсивності визначається величиною порогу прийняття рішення про фіксацію точки інтересу в точці (або блоці), яка розглядається.

Один з найбільш популярних методів виявлення точок інтересу запропонований Харрісом [1]. Метод базується на аналізі власних чисел матриці виду:

$$M(x, y) = \sum_{i=x-\frac{L_x}{2}}^{x+\frac{L_x}{2}-1} \sum_{j=y-\frac{L_y}{2}}^{y+\frac{L_y}{2}-1} w(i, j) \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial I(i, j)}{\partial i} \right)^2 \frac{\partial I(i, j)}{\partial i} \frac{\partial I(i, j)}{\partial j} \\ \frac{\partial I(i, j)}{\partial i} \frac{\partial I(i, j)}{\partial j} \left(\frac{\partial I(i, j)}{\partial j} \right)^2 \end{bmatrix}$$

Власні числа матриці M несуть важливу інформацію про властивості зображення в околиці точки (x, y) [1, 2]. Точка є точкою інтересу, якщо обидва власних числа приймають великі за модулем значення, незалежно від орієнтації границь зображення в околиці точки. Для практичного застосування цього критерію йому не вистачає простоти. Тому в роботі Харріса запропоновано для визначення точок інтересу використовувати величину

$$F_{CH}(x, y) = \det(M(x, y)) - k * \text{tr}(M(x, y))^2$$

де k – константа чутливості, значення якої визначається експериментально.

В якості точок інтересу вибираються точки, в яких $F_{CH}(x, y)$ формує локальний максимум, величина якого перевищує заданий позитивний поріг. Точки, в яких функція приймає негативні значення і формує локальний мінімум в напрямку x або y , належать до границі. При реалізації обробки відео зображень в мобільних приладах, вбудованих системах, системах на кристалі часто використовуються процесори, які не мають спеціалізованого арифметичного блока для швидкого виконання операцій множення і операцій з плаваючою крапкою. В цих умовах реалізація метода Харріса, який потребує виконання значної кількості операцій множення, може виявитися надто повільною. Тому постає задача розробки такого метода, який би потребував виконання лише найпростіших арифметичних операцій і дозволяв реалізацію повністю в цілих числах.

Пропонується метод оцінки точок інтересу з використанням критерію, оснований на інтегральних проекціях блоку зображення, що оточує поточну точку. Інтегральна проекція на вертикальну вісь координат обчислюється як сума інтенсивностей точок в кожному рядку.

Відповідно, проекція на горизонтальну вісь представляє собою суми інтенсивностей точок зображення по колонкам:

$$P_y(x, y, j) = \frac{1}{L_x} \sum_{i=-\frac{L_x}{2}}^{\frac{L_x}{2}-1} I(x+i, y+j, j = -\frac{L_y}{2} \dots \frac{L_y}{2} - 1)$$

$$P_x(x, y, j) = \frac{1}{L_y} \sum_{i=-\frac{L_y}{2}}^{\frac{L_y}{2}-1} I(x+j, y+i, j = -\frac{L_x}{2} \dots \frac{L_x}{2} - 1)$$

Ознакою точки інтересу є виконання нерівності

$$C_x(x, y) + C_y(x, y) > Th$$

де

$$C_x(x, y) = \frac{\max_j P_x(x, y, j) - \min_j P_x(x, y, j)}{\max_j P_x(x, y, j)}$$

$$C_y(x, y) = \frac{\max_j P_y(x, y, j) - \min_j P_y(x, y, j)}{\max_j P_y(x, y, j)}$$

Th=0...2 - поріг прийняття рішення про наявність точки інтересу.

Для перевірки роботи програми пошуку точок інтересу використано тестове зображення [3].

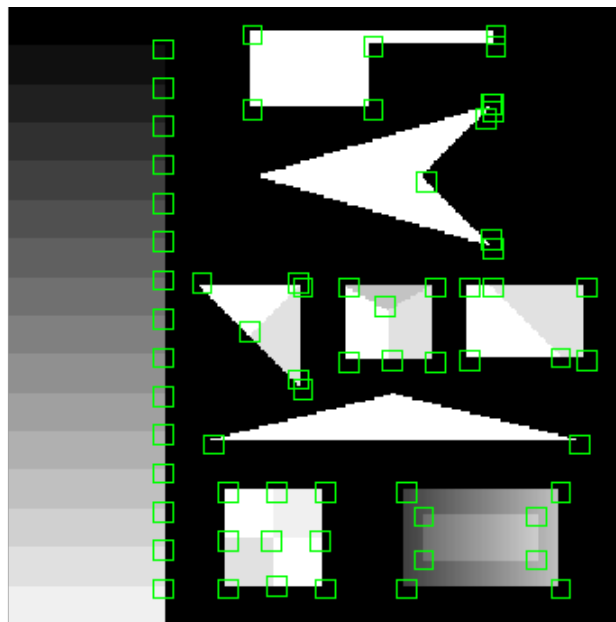


Рис. 1. Результат обчислення точок інтересу методом інтегральних проекцій на тестовому зображенні. Розмір блока 4x4, поріг Th = 0.1. Для наочності розмір блока на зображенні збільшено удвічі.

Література. 1. Harris C., Stephens M. A combined corner and edge detector. Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference, 1988, pp. 147-151. 2. Burger W., Burge M.J. Principles of digital image processing. Core Algorithms. – Springer-Verlag London Limited, 2009, 328 с., іл. 3. Інтернет ресурс Corner Detectors. Режим доступу: kiwi.cs.dal.ca/~dparks/CornerDetection/index.htm, Дата доступу 20.02.

Відомості про авторів

Бритов Олексій Анатолійович

старший викладач, Кафедра системного проектування ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ»

Петренко Анатолій Іванович

доктор технічних наук, професор, Кафедра системного проектування ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ»