

Фролов Игорь Викторович
студент магистратуры
факультет вычислительной техники
Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф.
Уткина
Россия, г. Рязань
e-mail: frolov98@mail.ru

Научный руководитель: Хруничев Роберт Вячеславович
кандидат технических наук, доцент
Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф.
Уткина
Россия, г. Рязань

НАХОЖДЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЕТЕКТОРОМ ХАРРИСА

Аннотация: В статье рассмотрен алгоритм работы детектора Харриса дано его математическое и структурное описание. Рассмотрены преимущества и недостатки метода.

Ключевые слова: ключевые точки, компьютерное зрение, детекторы, дескрипторы, обнаружение объектов, программирование, вычислительная техника.

Frolov Igor Viktorovich
master student
Ryazan state radio engineering university named after V.F. Utkin
Russia, Ryazan

Scientific adviser: Khrunichev Robert Vyacheslavovich
candidate of technical sciences, associate professor
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkina
Russia, Ryazan

FINDING KEY POINTS IN THE IMAGE BY THE HARRIS DETECTOR

Abstract: The article considers the algorithm of operation of the Harris detector and gives its mathematical and structural description. The advantages and disadvantages of the method are considered.

Key words: key points, computer vision, detectors, descriptors, object detection, programming, computer technology.

Детектор Харриса

Данный метод был впервые представлен Крисом Харрисом и Майком Стивенсом в 1988 году. Авторы улучшили детектор Моравца, добавив анизотропию по всем направлениям, т.е. рассматривать производные по направлениям. Детектор учитывает разницу в оценке угла непосредственно в зависимости от направления, вместо использования смещающихся участков для каждых 45 градусов, и, как было доказано, более точно различает кромки и углы. С тех пор метод был усовершенствован и внедрён во многие алгоритмы обработки изображений.

Принцип работы схож с детектором Моравца: для изображения так же выбирается окно W определённого размера и сдвиг этого окна на (u, v) рис. 5.

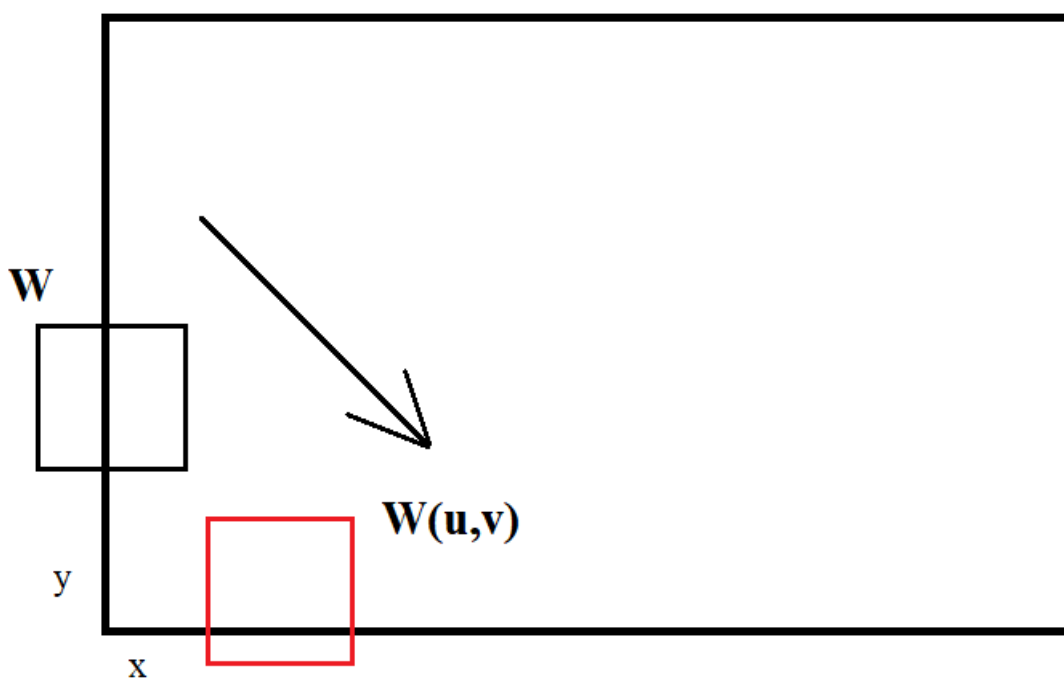


Рис. 1 – детектор Харриса

Далее вычисляется сумма квадрата разностей между сдвинутой и изначальной интенсивностью.

$$E(u, v) = \sum_{(u,v) \in W} (I(x + u, y + v) - I(x, y))^2 \quad (5)$$

где первая часть уравнения сдвинутая интенсивность;
вторая – исходная интенсивность.

Уравнение (5) в матричной форме имеет следующий вид:

$$\sum_{(u,v) \in W} (u, v) \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad (6)$$

Далее выполнив аппроксимацию уравнения с малым сдвигом, то уравнение принимает вид:

$$\sum_{(u,v) \in W} (u, v) M \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad (7)$$

где M – представляет автокорреляционную матрицу.

Переписав M для вычисления оконной функции уравнение (7) примет вид:

$$M = \sum_{(u,v) \in W} w(u, v) \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Далее вычисляется трассировка и нахождение определителя матрицы M для нахождения уравнения R. Уравнение R – это уравнение значение, которого определяет является ли точка углом или нет.

$$\Delta M = \lambda_1 \lambda_2 \quad (9)$$

$$\text{trace} M = \lambda_1 + \lambda_2 \quad (10)$$

$$R = \Delta M - k(\text{trace} M)^2 \quad (11)$$

где λ – собственные значения матрицы;

k – эмпирическая константа, представляющая меру отклика;

$k \in (0,04 - 0,06)$.

Далее рассчитывается R относительно k и вычисляется является ли данная точка ключевой.

$$R = \Delta M - k(\text{trace} M)^2 > k \quad (12)$$

Окончательным этапом является анализ полученных результатов:

- Если $R \geq 0$ и значение R велико, то область является углом, т.е. собственные значения велики и приблизительно равны;
- Если одно собственное значение гораздо больше другого и R отрицательное, но большое по величине, то область является ребром;
- Значение R невелико, то область плоская.

Данный анализ проиллюстрирован на рисунке 6.

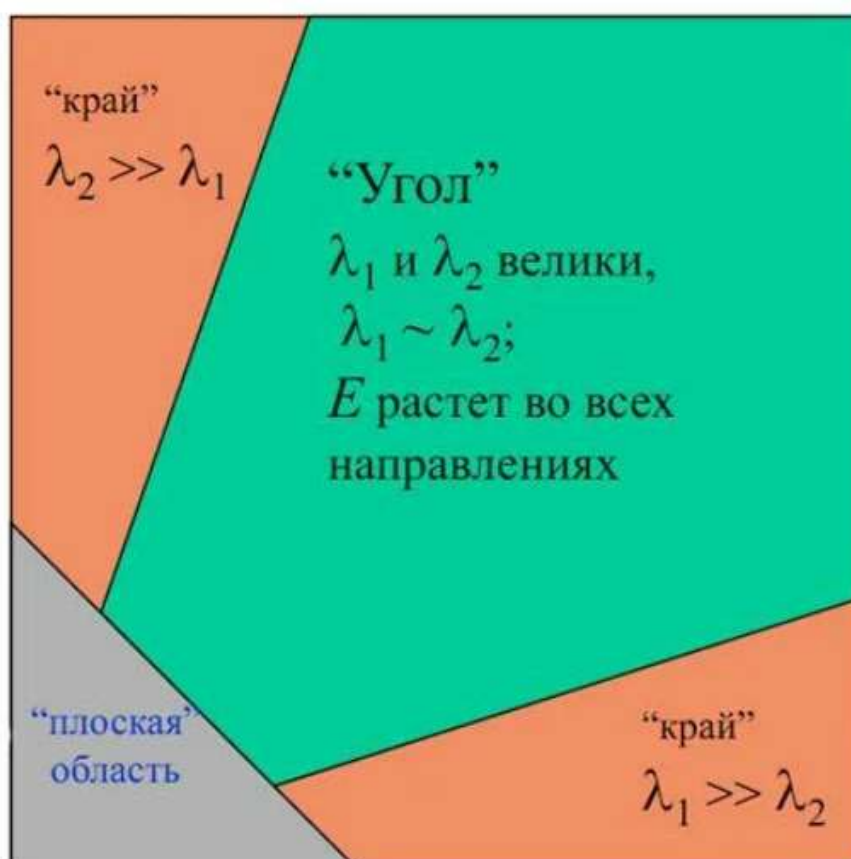


Рис. 2 – анализ полученных данных

Можно утверждать, что собственные значения матрицы M определяют, является ли область угловой или нет.

Детектор Харриса инвариантен к поворотам и частично инвариантен к изменениям интенсивности, однако, чувствителен к масштабированию и наличию шумов на изображении. Результат алгоритма представлен на рис.7

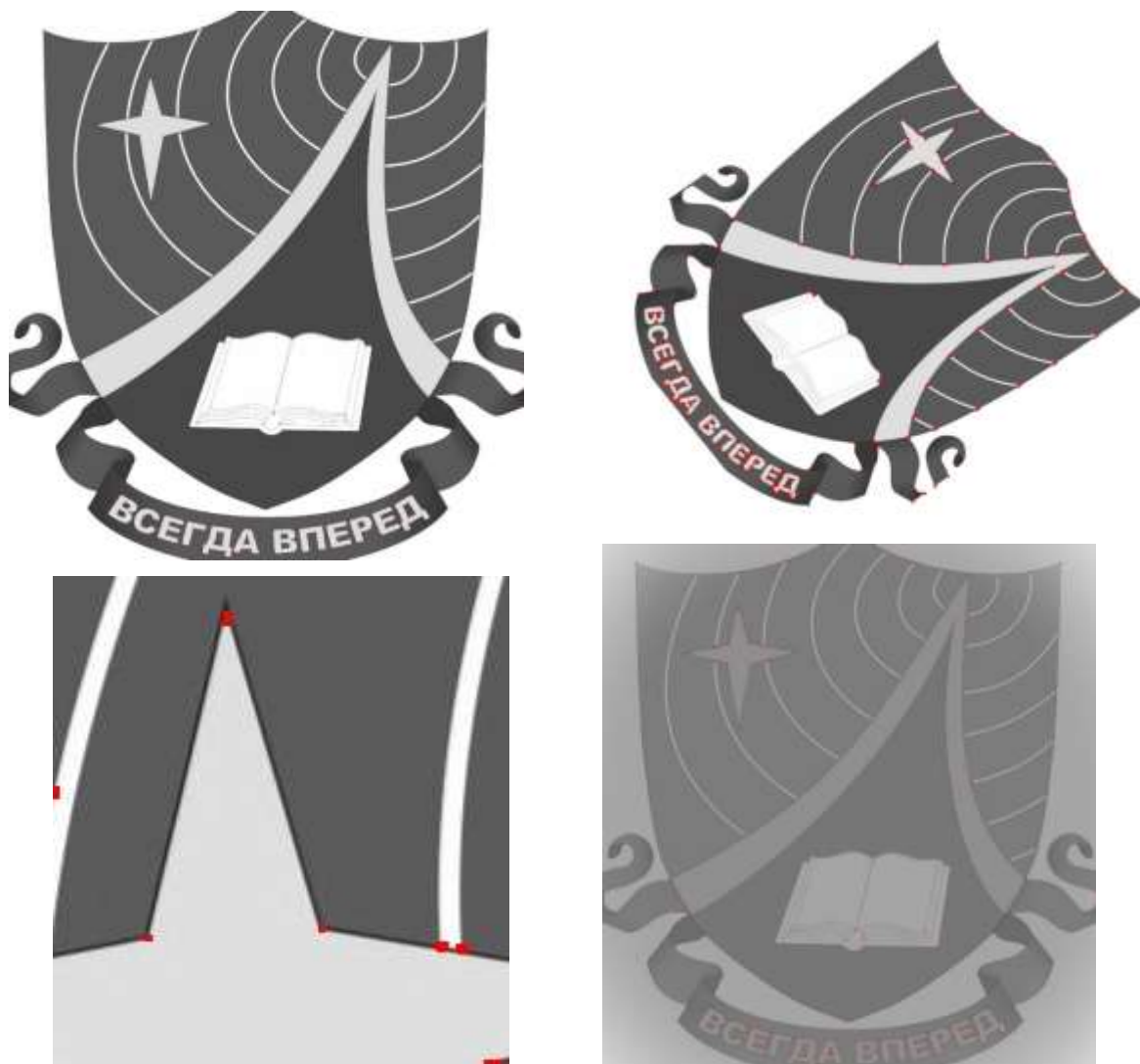


Рис. 3 – результат работы алгоритма

Список литературы:

1. Детекторы углов. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://habr.com/ru/articles/244541/> (дата обращения: 04.12.2023 г.).
2. Рейнхард Клетте Компьютерное зрение теория и алгоритмы / пер. с англ. А. А. Слинкин. М.: ДМК Пресс, 2019. 506 с.
3. Детекторы углов. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://www.baeldung.com/cs/harris-corner-detection> (дата обращения 04.12.2023 г.).