

ПРИМЕНЕНИЕ МОМЕНТНЫХ ИНВАРИАНТОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНОВАНИЯ ОБРАЗОВ ВАСКУЛЯРНОГО РИСУНКА ЛАДОНИ

Ш.Ш. Монгуш, каф. РЗИ, студентка 4 курса

Проект ГПО РЗИ-1001 – Система контроля и управления доступом

Научный руководитель А.В.Максимов, инженер кафедры РЗИ

г. Томск, ТУСУР, РФ, shoraanamongysh@yahoo.com

Во многих задачах обработки цифровых изображений нашли широкое применение моментные характеристики изображений и рассчитываемые на их основе моментные инварианты. Инварианты момента стали важнейшим инструментом для распознавания образов независимо от их особого положения, ориентации, угла обзора и других изменений. Основным достоинством моментных инвариантов являются нечувствительность их к поворотам изображения, что делает их применение эффективными в качестве признаков в задаче обнаружения и распознавания на изображении объектов неизвестной ориентации [1]. Инварианты отличаются чрезвычайной сложностью решения, особенно в случае одновременного воздействия на изображение всех трех компонент геометрического преобразования (сдвиг, поворот, масштабирование) [3].

Инвариант – это величина, остающаяся неизменной при тех или иных преобразованиях. Первоначально теория инвариантов имела приложение только при исследовании свойств чисел, но по мере своего развития эта теория получила большое значение в новейшей геометрии. Вследствие частого приложения к различным математическим исследованиям, учение об инвариантах получило большое развитие и в настоящее время составляет самостоятельную отрасль математики.

На практике распознаваемый образ отличается друг от друга масштабом представления, поворотом и сдвигом. Для образов одного и того же класса в большинстве таких случаев исходят из того, что распознаваемый образ появился в результате геометрического преобразования (масштабирования, поворота в плоскости XU и циклического сдвига). Если последовательно выполнять все возможные геометрические преобразования образа и при этом сравнивать результат преобразования с распознаваемым образом, то можно зарегистрировать те параметры преобразований, при которых наступает наивысшее значение меры подобия [3].

ИНВАРИАНТЫ МОМЕНТОВ

Инварианты моментов – это признаки изображения, построенные на основе степенных моментов и описывающие силуэт некоторого объекта. В соответствии со своим названием данные признаки являются инвариантными к аффинным преобразованиям изображения.

Для обработки цифровых изображений используются дискретные аналоги моментных характеристик. Формула момента порядка (k, s) записывается в следующем виде [1]:

$$\mu_{ks} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} m^k n^s x(m, n), \quad k, s = 0, 1, \dots \quad (1)$$

Обычно в задачах распознавания используются центральные моменты, обладающие инвариантностью к сдвигу изображения:

Соответствующий центральный момент задаётся формулой:

$$\mu_{ks} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (m - \bar{m})^k (n - \bar{n})^s x(m, y) dm dn, \quad k, s = 0, 1, \dots, \quad (2)$$

где: $\bar{m} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$; $\bar{n} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$; - координаты центра тяжести изображения. Очевидно, что центральные моменты (2) выражаются через моменты (1):

$$\mu_{ks} = \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^s (-1)^{i+j} C_k^i C_s^j \bar{m}^{k-i} \bar{n}^{s-j} t_{ij}, \quad (3)$$

где: C_k^i, C_s^j - биномиальные коэффициенты. Для центрированного изображения (при $\bar{m} = \bar{n} = 0$) значения моментов (1) и (2) совпадают.

Центральные моменты (2) могут нормироваться для обеспечения инвариантности к масштабированию изображения.

С помощью центральных моментов определяются характеристики, инвариантные к повороту изображения (моментные инварианты).

Имея набор характеристик, можно определить следующие семь аффинных преобразований моментных инвариантов, которые инвариантны относительно сдвигов, поворотов, а также растяжений и сжатий (масштабирований) [4].

$$\Phi_1 = \mu_{20} + \mu_{02}, \quad (4)$$

$$\Phi_2 = (\mu_{20} + \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2, \quad (5)$$

$$\Phi_3 = (\mu_{30} + 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} - \mu_{03})^2, \quad (6)$$

$$\Phi_4 = (\mu_{30} + 3\mu_{12})^2 + (\mu_{21} - \mu_{03})^2, \quad (7)$$

$$\Phi_5 = (\mu_{30} + 3\mu_{12})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] + (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2], \quad (8)$$

$$\Phi_6 = (\mu_{20} + \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] + 4\mu_{11}(\mu_{30} - \mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03}), \quad (9)$$

$$\Phi_7 = (3\mu_{21} + \mu_{03})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] - (\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2]. \quad (10)$$

В данном наборе используются только моменты до порядка (k,s) при $k+s \leq 3$.

ПРОЦЕСС ВЫЧИСЛЕНИЯ ДАННОГО ИНВАРИАНТА В СРЕДЕ MATLAB

1. Изображение получено из исходного изображения с размером 200×200 пикселей при помощи команды

```
>> fp=padarray(A,[84 84], 'both');
>> imshow(A);
```

2. Поворот изображений

Для поворота изображений используется функция *imrotate*. При использовании функции *imrotate* нужно указать два основных аргумента:

1. изображение, которое нужно повернуть;
2. угол поворота.

Угол поворота можно задать в градусах. Если задать положительное значение, то функция *imrotate* будет вращать изображение против часовой стрелки, если задать отрицательное значение, то функция *imrotate* будет вращать изображение по часовой стрелке[2]. Рассмотрим пример поворота изображения *A* на 45°, 9°, 180°, градусов против часовой стрелки. Над каждым исходным образом приведены значения угла его поворота в плоскости *XU* и масштаба его изменения по отношению к первому образу. Отчетливо заметен циклический сдвиг геометрического преобразования вдоль оси *X* - развернутого полярного угла.

```
>>a_rotated_180_degrees=imrotate(A,180);
>>a_rotated_9_degrees=imrotate(A,90);
>>a_rotated_45_degrees=imrotate(A,45);
>>figure(1),imshow(A),title('originalimage');
>>figure(2),imshow(a_half),title('half sized image');
>>figure(3),imshow(a_rotated_180_degrees),title('image rotated by 180');
>>figure(4),imshow(a_rotated_9_degrees),title('image rotated by 9');
>>figure(5),imshow(a_rotated_45_degrees),title('image rotated by 45');
```

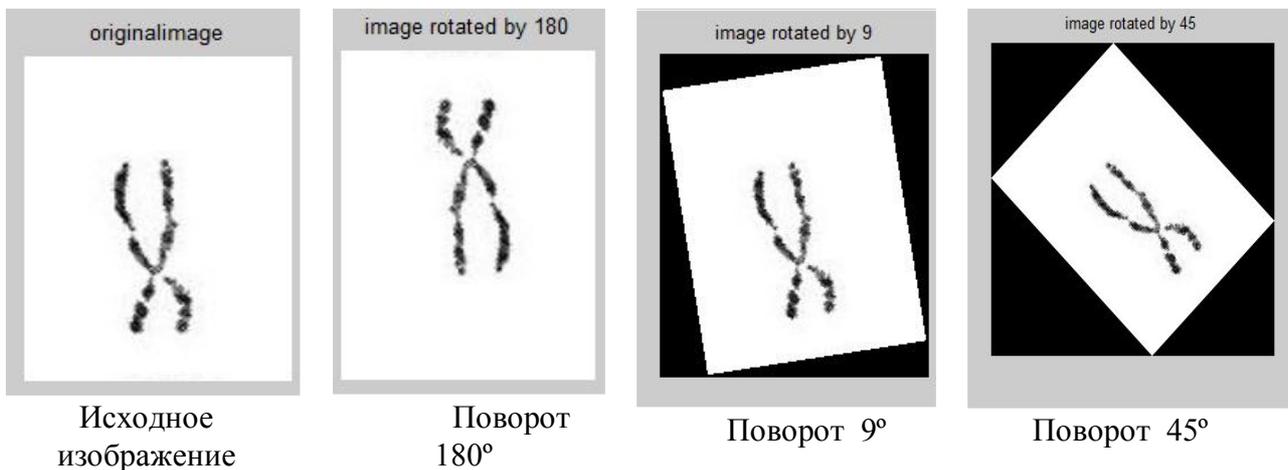


Рис. 2. Разные повороты изображений

- При моментных инвариантах размерности *x* и *y* можно масштабировать или вырезать при сдвиге. Параллельные линии остаются параллельными, прямые линии остаются прямыми. Линейные конформные преобразования являются подмножеством аффинных инвариантов. Выражение для инвариантных моментов аналогично выражению для линейных конформных преобразований: $[u \ v] = [x \ y \ 1] T$. Параметр *T* представляет собой матрицу 3x2 с различными элементами.

```
>>T=[1 0.1;
     1 1;
     0 0];
>>t_aff=maketform('affine', T);
|>>A_affine=imtransform(A, t_aff, 'FillValues', .3);
>>subplot(333)
>>imshow(A_affine)
>>title('affine')
```

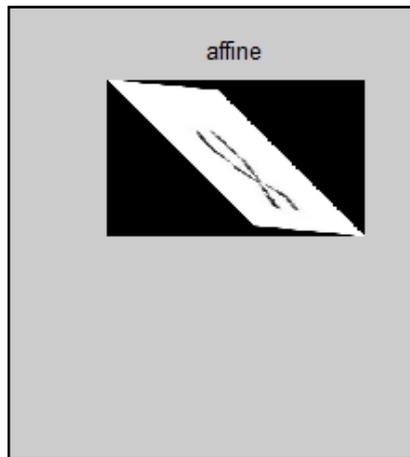


Рис. 3. Аффинный момент инвариантов

Если изображение сжать например с коэффициентом $\frac{1}{2}$, а затем растянуть с коэффициентом 2, все точки изображения вернутся в исходные положения, следовательно для распознавания васкулярных рисунков при масштабировании, сдвиге и повороте можно распознавать и инвариантные изображения.

На рисунке 4 представлены исходные данные и их моментные инварианты.

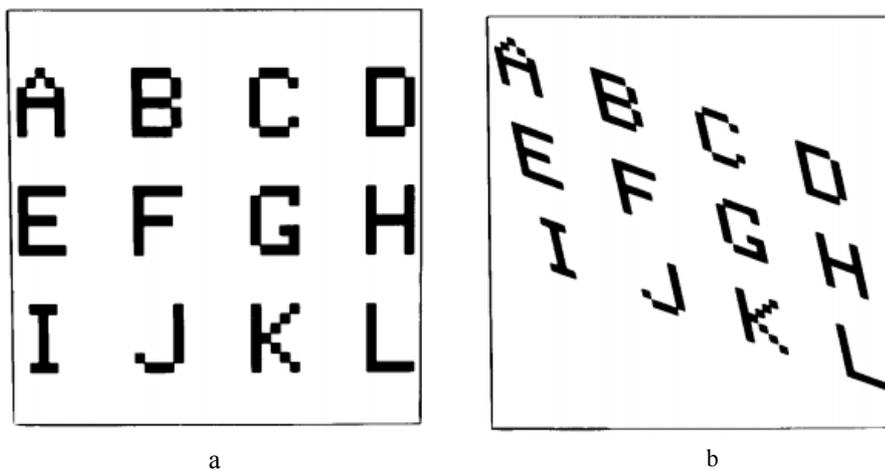


Рис. 4. Исходные данные (a) и их моментные инварианты (b).

Из рисунка видно, что вычисленные новые образы остаются неизменными независимо от размера цифр и их циклического сдвига в плоскости XU . Поворот исходного образа в декартовой системе координат на некоторый угол заменяется соответствующим циклическим сдвигом инварианта, представленного в полярной (развернутой) системе координат.

На рисунке 5 представлены моментные инварианты для 6-х различных образов.

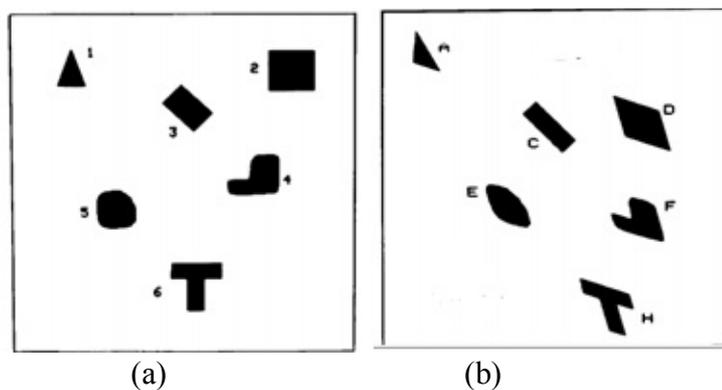


Рис. 5. Образы (a) и соответствующие им моментные инварианты (b).

Из приведенных примеров видно, что полученные результаты моментных преобразований не вызывает трудностей, поэтому их можно рекомендовать для применения в задачах распознавания васкулярного рисунка ладони.

В данной работе развивается общий подход к построению моментов и формированию из них функционально независимого набора признаков.

На основании теоретических исследований и проведенных вычислительных экспериментов в среде *Matlab*, можно сделать вывод о том, что рассмотренные в данной статье моментные инварианты можно использовать в качестве дескрипторных характеристик изображения при решении задач распознавания васкулярного рисунка ладони. Моментные инварианты строятся именно на сравнении инвариантов их геометрических преобразований[3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Глумов Н.Г. Построение и применение моментных инвариантов для обработки изображений в скользящем окне, 9с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB
3. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека.-СПб.: Политехника, 2001.- 240с., ил.
4. Самарина О.В. Геометрический подход к определению инвариантов изображения. 2008.-8с.