

АЛГОРИТМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Байматова Мавлюда

магистр

Ташкентский университет информационных технологий имени
Мухаммада ал-Хоразми

АННОТАЦИЯ

Данная статья описывает алгоритм предварительной обработки изображения с помощью нечетких множеств. В статье рассмотрены основы нечеткой логики, а также шаги алгоритма, включающие сегментацию изображения на нечеткие регионы, оценку степени принадлежности каждого пикселя к каждому нечеткому региону, применение операций над нечеткими множествами для улучшения изображения и визуализацию результатов. Также приведены примеры применения этого алгоритма для устранения шумов на изображении, улучшения контрастности изображения и извлечения информации из изображений с низким разрешением. В заключении отмечается перспективность использования данного алгоритма в будущем.

Ключевые слова: предварительная обработка, алгоритм, нечеткие множества, сегментация изображения, метод Оцу.

Abstract: This article describes the algorithm of image preprocessing using fuzzy sets. The basics of fuzzy logic are discussed, as well as the steps of the algorithm, including segmentation of the image into fuzzy regions, estimation of the degree of membership of each pixel to each fuzzy region, application of operations on fuzzy sets to improve the image, and visualization of the results. Examples of applying this algorithm to remove noise from images, improve image contrast, and extract information from low-resolution images are also provided. In conclusion, the potential of using this algorithm in the future is noted.

Keywords: preprocessing, algorithm, Fuzzy sets, image segmentation, method Otsu.

ВВЕДЕНИЕ

Современная цифровая обработка изображений является важной и быстро развивающейся областью науки. В настоящее время все больше данных

представлено в виде фото и видео, что требует эффективных методов и алгоритмов для их анализа и обработки. Особое внимание уделяется развитию систем компьютерного зрения и распознавания объектов на изображении.

Это исследование соответствует стратегии развития «Цифровой Узбекистан-2030», которая нацелена на активное развитие цифровой экономики и широкое внедрение современных информационно-коммуникационных технологий во все отрасли и сферы. Внедрение методов предварительной обработки изображений с использованием нечетких множеств может повысить точность и эффективность обработки изображений, что способствует развитию цифровой экономики и улучшению качества жизни людей в республике Узбекистан.

Предварительная обработка изображений – это процесс подготовки изображения для последующей обработки или анализа. Она включает в себя широкий спектр операций, таких как фильтрация, улучшение контрастности, удаление шума и т.д. Для эффективной предварительной обработки изображений часто используются нечеткие множества. Нечеткие множества позволяют работать с неопределенностью и нечеткостью в данных, что является особенно важным при обработке изображений, где могут быть различные искажения и шумы.

Нечеткая обработка изображений - это метод, который использует нечеткие множества и правила вывода для улучшения качества изображений, распознавания объектов и классификации. Она позволяет сохранять детали изображения, удаляя шумы и размытие. Также нечеткая обработка изображений позволяет учитывать неопределенность и нечеткость при определении принадлежности объекта к классу. Это может быть полезно во многих областях, включая медицину, робототехнику, автоматизацию производства и транспорта. Нечеткие множества используются в различных алгоритмах предварительной обработки изображений, например, при сегментации изображений. Сегментация – это процесс разделения изображения на отдельные объекты или регионы.

Нечеткие множества позволяют определить границы между объектами на изображении, учитывая различные факторы, такие как цвет, яркость, текстуру и т.д.



Рис 1. Алгоритм предварительной нечеткой обработки изображения.

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B \quad (1)$$

где Y – новое значение цвета, R – интенсивность красной составляющей цвета, G – интенсивность зеленой составляющей цвета, а B – интенсивность синей составляющей цвета. Выход каждого алгоритма оттенка серого между 0 и 1. Для преобразования изображений в использующие только оттенки серого существует некоторые методов. В методе определения светлоты используется среднее значение между двумя наиболее и наименее значимыми цветами:

$$G_{lightness} = \frac{1}{2}(\max(R, G, B) + \min(R, G, B)) \quad (2)$$

В методе среднего используется среднее значение всех трёх цветов:

$$G_{lightness} = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (3)$$

Эта формула основана на том, что человеческий глаз наиболее чувствителен к зеленому цвету, а наименее - к синему. Поэтому зеленый цвет имеет наибольший вес в формуле, а синий - наименьший.

После преобразования изображения в оттенки серого, можно приступить к нечеткой обработке. Для этого используются различные методы, такие как фильтры Гаусса, медианные фильтры и другие. Эти методы позволяют удалить шумы и размытие, сохраняя при этом детали изображения.

Преобразование изображения в бинарное

Бинаризация изображения предполагает разделение изображения на фон и объекты, которые представляют интерес для последующих этапов работы с изображением. Бинаризация изображения выполняется согласно правилу

$$B(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) > T, \\ 0, & f(x, y) \leq T, \end{cases} \quad (4)$$

где $f(x, y)$ — яркость пикселя (x, y) исходного изображения, $B(x, y)$ — значение пикселя результирующего изображения, T — порог бинаризации.

Среди методов бинаризации наиболее известными являются методы, предложенные такими авторами, Оцу (Otsu), Гонсалес (Gonzales), Вудс (Woods), Эйквил (Eikvil), Бредли (Bradley), Рут (Roth), Саувола (Sauvola), Волф (Wolf).

Изображения, получаемые в различных проблемных областях, имеют свои особенности. В связи с этим, методы бинаризации, успешно работающие в одних областях, могут давать неудовлетворительные результаты в другой предметной области.

Рассмотрим более подробно наиболее известные методы с тем, чтобы определить, какие методы дают лучшие результаты при обработке изображений.

Метод Оцу (англ. Otsu's method) — это алгоритм вычисления порога бинаризации для полутонового изображения, используемый в области компьютерного распознавания образов и обработки изображений для получения чёрно-белых изображений.

Алгоритм позволяет разделить пиксели двух классов («полезные» и «фоновые»), рассчитывая такой порог, чтобы внутриклассовая дисперсия была минимальной. Метод Оцу также имеет улучшенную версию для поддержки нескольких уровней изображения, который получил название мульти-Оцу метод.

Метод Оцу ищет порог, уменьшающий дисперсию внутри класса, которая определяется как взвешенная сумма дисперсий двух классов:

$$\sigma_o^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t)$$

где веса ω_i — это вероятности двух классов, разделенных порогом t , σ_i^2 — дисперсия этих классов.

Оцу показал, что минимизация дисперсии внутри класса равносильна максимизации дисперсии между классами:

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_o^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2$$

которая выражается в терминах вероятности ω_i и среднего арифметического класса μ_i , которое, в свою очередь, может обновляться итеративно. Эта идея привела к эффективному алгоритму:

Пусть дано полутоновое изображение $G(i, j), i = \overline{1, Height}, j = \overline{1, Width}$. Счетчик повторений $k=0$.

1. Вычислить гистограмму $p(l)$ изображения и частоту $N(l)$ для каждого уровня интенсивности изображения G .

2. Вычислить начальные значения для $w_1(0), w_2(0)$ и $\mu_1(0), \mu_2(0)$.

3. Для каждого значения $t = \overline{1, \max(G)}$ — полутона — горизонтальная ось гистограммы:

1. Обновляем ω_1, ω_2 и μ_1, μ_2

2. Вычисляем $\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2$.

3. Если $\sigma_b^2(t)$ больше, чем имеющееся, то запоминаем σ_b^2 и значение порога t .

4. Искомый порог соответствует максимуму $\sigma_b^2(t)$.

$$N_T = \sum_{i=0}^{\max(G)} p(i),$$

$$\omega_1(t) = \frac{\sum_{i=0}^{t-1} p(i)}{N_T} = \sum_{i=0}^{t-1} N(i), \omega_2(t) = 1 - \omega_1(t),$$

$$\mu_T = \frac{\sum_{i=0}^{\max(G)} i \cdot p(i)}{N_T} = \sum_{i=0}^{\max(G)} i \cdot N(i),$$

$$\mu_1(t) = \frac{\sum_{i=0}^{t-1} i \cdot p(i)}{N_T \cdot \omega_1(t)} = \frac{\sum_{i=0}^{t-1} i \cdot N(i)}{\omega_1(t)}, \mu_2(t) = \frac{\mu_T - \mu_1(t) \cdot \omega_1(t)}{\omega_2(t)}.$$

а)

б)



Рис. 2. а) исходное изображение, б) бинаризация с порогом по Оцу.

Заключение

Предварительная обработка изображения является важным этапом обработки изображений. В ходе исследования было рассмотрено несколько

методы и этапы предварительной обработки изображений и так же ранее существующие алгоритмы как Оцу. Итак мы рассмотрели применение метода Оцу для обнаружения объектов на изображениях. Достоинствами этого метода являются:

- простота реализации,
- метод хорошо адаптируется к различного рода изображения, выбирая наиболее оптимальный порог.
- быстрое время выполнения.

Исходя из данной статьи видно, что каждый из представленных методов и типов имеют свою функцию в обработке изображении и при предварительной обработки изображении наша вероятность достижения поставленной перед нами цели с помощью этих методов может достигать гораздо более высокого уровня.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Hafemann, L.G. Offline handwritten signature verification — Literature review / L.G. Hafemann, R. Sabourin, L.S. Ol-iveira // Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA) - 2017. 8 p. D01:10.1109/ipta.2017.8310112
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.
3. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / ЛШапиро, Дж.Стокман; Пер. с англ. — 3-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 763 с.
4. Грузман, И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А Спектор. - Новосибирск.: Новосиб. гос. техн. ун-т., 2003. - 352 с.
5. Cheriet M., Kharna N., Liu C-L., Suen C. Y. Character recognition systems: A guide for students and practitioners. — Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience, 2007.326 p.
6. Mori S., Nishida H., Yamada H. Optical character recognition. — Hoboken, New Jersey: Wiley, 1999. 560 p.
7. Sharif A. E., Movahhedinia N. On skew estimation of Persian/Arabic printed documents // J. Appl. Sci., 2008. Vol. 8.Is. 12. P. 2265–2271.
8. Воробель, Р. А. Повышение контраста изображений с помощью модифицированного метода кусочного растяжения. Отбор и обработка информации/ Р.А. Воробель, И.М. Журавель -М.: 2000, -№14 (90), -С. 116-121.
9. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений/ Р. Гонсалес, Р. Вудс -М.: Техносфера, 2005. -1072 с.