

**УДК: 004.93**

**МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ  
НЕЧЕТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Тавбоев Сирожиддин Ахбутаевич**

*кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизация и управление  
производственных процессов*

**Каршибоев Низомиддин Абдумаликович**

*докторант кафедры автоматизация и управление производственных  
процессов*

**Джизакский политехнический институт, г. Джизак,**

**Респ. Узбекистан**

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы улучшения контраста изображений с использованием аппарата нечетких множеств. В частности, приведены методы улучшения контраста изображений при нечеткой исходной информации, а также улучшения качества исходного изображения с использованием аппарата нечетких множеств.

**Ключевые слова:** цифровая обработка изображений, нечеткие множества, нечеткие правила, повышение качества изображений, объект, контраст, яркость.

**METHODS FOR IMPROVING IMAGE CONTRAST WITH FUZZY  
SOURCE INFORMATION**

**Tavboev Sirojiddin Akhbutaevich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of  
Automation and Management of Production Processes*

**Karshiboev Nizomiddin Abdumalikovich**

*Doctoral student of the Department of Automation and Management of  
production processes*

**Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh,  
Rep. Uzbekistan**

**Abstract:** The article deals with the issues of improving the contrast of images using the fuzzy sets device. In particular, methods for improving the contrast of images with fuzzy source information, as well as improving the quality of the original image using the fuzzy set device, are presented.

**Keywords:** digital image processing, fuzzy sets, fuzzy rules, image quality enhancement, object, contrast, brightness.

Концепция нечеткой обработки и идентификации изображений предполагает использование подходов проблемно-ориентированной предварительной обработки, сохраняющей информационные признаки объектов. Она позволяет упростить и ускорить процесс обучения и выделения (идентификации) объекта на изображении для нечеткой обработки за счет использования информации об иерархии признаков, что сокращает затраты времени на обработку. В этом разделе рассматривается нечеткое описание повышения контраста при нечеткой исходной информации.

Известно, что искаженные элементы изображения часто весьма заметно отличаются от соседних элементов. Это наблюдение послужило основой для многих алгоритмов, обеспечивающих подавление шума [1,2,3]. Если яркость данного элемента превышает среднюю яркость группы ближайших элементов на некоторую пороговую величину, яркость элемента заменяется на нечеткую среднюю яркость.

При обработке изображений для визуализации получили распространение методы, в которых часто отсутствуют строгие математические критерии оптимальности, их заменяют качественные представления о целесообразности той или иной обработки, опирающиеся на субъективные оценки результатов.

Подавляющее большинство процедур обработки для получения результата в каждой точке изображения привлекает входные данные из некоторого множества точек исходного изображения, окружающих обрабатываемую точку. Однако имеется группа процедур, где осуществляется поэлементная обработка. При размытом изображении каждый элемент можно рассматривать как нечеткое множество.

Сущность поэлементной обработки изображений сводится к следующему. Пусть  $f(x, y)$  и  $g(x, y)$  - значения яркости исходного и получаемого после обработки изображений соответственно в точке кадра, имеющей декартовы координаты  $x$  – номер строки и  $y$  – номер столбца.

Поэлементная обработка означает, что существует функциональная зависимость между этими яркостями

$$g(x, y) = F(f(x, y)),$$

позволяющая по значению исходного сигнала определить значение выходного сигнала.

Задача контрастирования связана с улучшением согласования динамического диапазона изображения и экрана, на котором выполняется визуализация. Если для цифрового представления каждого отсчета изображения отводится 1 байт (8 бит) запоминающего устройства, то входной или выходной сигналы могут принимать одно из 256 значений. Обычно в качестве рабочего используется диапазон 0..255, при этом 0 соответствует при визуализации уровню черного, а значение 255 – уровню

белого. Предположим, что минимальная и максимальная яркости исходного изображения равны  $f_{\min}$  и  $f_{\max}$  соответственно.

Если эти параметры или один из них существенно отличается от граничных значений яркостного диапазона, то визуализированное изображение выглядит как неудобное, утомляющее при наблюдении.

Часто бывает удобно рассматривать изображение как реализацию нечеткого случайного процесса. Введем порождающую изображения непрерывную случайную функцию  $f(x, y)$  двух переменных пространственных координат  $x, y$ . Случайный процесс  $f(x, y)$  полностью описывается совместной плотностью вероятности  $P[A]$ .

Пусть  $\{R^n, \sigma, P\}$  - вероятностное пространство, в котором  $R$  – пространство  $n$ -мерных вещественных векторов;  $\sigma$  – поле борелевских множеств в  $R^n$ ;  $P$  – вероятностная мера на  $R^n$ .

Нечеткое случайное событие  $A$  в  $R^n$  есть нечеткое множество, функция принадлежности которого  $\mu_A(x) \in \{R^n \rightarrow [0,1]\}$  измерима по Борелю при  $x \in X$ . Вероятность нечеткого случайного события  $A$  равна математическому ожиданию функции принадлежности  $\mu_A$  и определяется при помощи интеграла Лебега-Стилеса в виде

$$P[A] = \int_{R^n} \mu_A(x) dP(x) = M[\mu_A].$$

Другой способ описания случайного процесса состоит в вычислении средних по ансамблю.

Так как операции дополнения, объединения, пересечения, суммы и произведения нечетких событий  $A$  и  $B$  используют  $1 - \mu_A$ ,  $\max\{\mu_A, \mu_B\}$ ,  $\min\{\mu_A, \mu_B\}$ ,  $\mu_A + \mu_B$ ,  $\mu_A \cdot \mu_B$ , которые измеримы по Борелю, поскольку измеримы  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ , то можно сказать, что нечеткие события в

отношении операций дополнения, объединения и пересечения образуют борелевскую  $\sigma$ -алгебру, и можно определить нечеткое вероятностное пространство, индуцированное вероятностным пространством  $\{R^n, \sigma, P\}$ .

Это позволяет определить основные характеристики случайных нечетких событий, такие, как математическое ожидание, дисперсия, начальные и центральные моменты и т.д.

$$M[A] = \frac{1}{P(A)} \int_{R^n} x \mu_A(x) dP(x),$$

$$\sigma^2[A] = \frac{1}{P(A)} \int_{R^n} [x - M[A]]^2 \mu_A(x) dP(x),$$

$$m_v[A] = \frac{1}{P(A)} \int_{R^n} x^v \mu_A(x) dP(x),$$

$$M_v[A] = \frac{1}{P(A)} \int_{R^n} [x - M[A]]^v \mu_A(x) dP(x).$$

При рассмотрении дискретных нечетких множеств и случайных событий следует учитывать, что функция принадлежности задается только на дискретном множестве элементов из  $X$  или  $R^n$ , а интеграл следует заменить соответствующей суммой. Приведем выражения для трех основных вероятностных характеристик нечеткого полного случайного события:

$$P[A_\Theta] = \sum_{j=1}^n \mu_j p_j,$$

$$M[A_\Theta] = \frac{\sum_{j=1}^n \theta_j \mu_j p_j}{\sum_{j=1}^n \mu_j p_j},$$

$$\sigma^2[A_\Theta] = \frac{\sum_{j=1}^n [\theta_j - M[A_\Theta]]^2 \mu_j p_j}{\sum_{j=1}^n \mu_j p_j}.$$

Ниже приводим алгоритм линейного повышения контраста при нечеткой исходной информации.

Функции принадлежности  $\mu^f(x, y)$  и  $\mu^g(x, y)$  определяются следующим образом:

1. Нормализация:

$$u(x, y) = l \frac{f(x, y) - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}.$$

2. Фаззификация:

$$\mu_i^f(x, y) = \frac{1}{1 + \frac{u(x, y) - c_i}{\sigma_f}}, \quad i = \overline{1, k}.$$

3. Уточнение фаззификации:

$$\mu_i^f(x, y) = \begin{cases} 2(\mu_i^f(x, y))^2, & 0 \leq \mu_i^f(x, y) \leq \frac{1}{2}, \\ 1 - 2(1 - \mu_i^f(x, y))^2, & \frac{1}{2} < \mu_i^f(x, y) \leq 1. \end{cases}$$

4. Нормализация:

$$v(x, y) = l \frac{g(x, y) - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}.$$

5. Фаззификация:

$$\mu_i^g(x, y) = \frac{1}{1 + \frac{v(x, y) - c_i}{\sigma_g}}, \quad i = \overline{1, k}.$$

6. Уточнение фаззификации:

$$\mu_i^g(x, y) = \begin{cases} 2(\mu_i^g(x, y))^2, & 0 \leq \mu_i^g(x, y) \leq \frac{1}{2}, \\ 1 - 2(1 - \mu_i^g(x, y))^2, & \frac{1}{2} < \mu_i^g(x, y) \leq 1. \end{cases}$$

Здесь  $c_i$ ,  $\sigma_f$  и  $\sigma_g$  параметры функции принадлежности.

Анализ результатов показывают, что в начальный момент времени точки зоны контакта движутся к оси симметрии, а затем от оси [6].

Изображения, вводимые в компьютер, часто оказываются малоконтрастными, то есть у них изменения яркости мало по сравнению с её средним значением. При этом яркость меняется не от черного к белому, а от серого к чуть более светлее серого. То есть реальный диапазон яркости оказывается намного меньше допустимого (шкалы яркости). Задача повышения контраста заключается в «растягивании» диапазона яркости изображения на всю шкалу.

Сегодня современные компьютерные технологии активно внедряются во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе в образовании. [7]

Эту задачу можно решать при помощи поэлементного преобразования линейного контрастирования

$$g(x, y) = af(x, y) + b$$

т.е. берутся такие  $a$  и  $b$ , которые приводят нечеткие значения поля яркости к некоторым стандартным величинам. Здесь предварительно оценивается  $M[f(x, y)]$ ,  $\sigma[f(x, y)]$  и коэффициенты  $a$ ,  $b$  выбираются так, чтобы для выходного поля получить  $M[g(x, y)]$ ,  $\sigma[g(x, y)]$ :

$$\begin{aligned}\bar{g}(x, y) &= \frac{f(x, y) - M[f(x, y)]}{\sigma[f(x, y)]} \cdot \sigma[g(x, y)] + M[g(x, y)] = \\ &= \frac{\sigma[g(x, y)]}{\sigma[f(x, y)]} f(x, y) + M[g(x, y)] - M[f(x, y)] \frac{\sigma[g(x, y)]}{\sigma[f(x, y)]}\end{aligned}$$

т.е.

$$a = \frac{\sigma[g(x, y)]}{\sigma[f(x, y)]}; \quad b = M[g(x, y)] - M[f(x, y)] \frac{\sigma[g(x, y)]}{\sigma[f(x, y)]};$$

Здесь:

$$M[f(x, y)] = \frac{\sum_{i=1}^k f_i(x, y) \cdot \mu_i^f(x, y)}{\sum_{i=1}^k \mu_i^f(x, y)}, \quad M[g(x, y)] = \frac{\sum_{i=1}^k g_i(x, y) \cdot \mu_i^g(x, y)}{\sum_{i=1}^k \mu_i^g(x, y)};$$

$$g(x, y) = F(f(x, y)) = \begin{cases} 0, & \bar{g}(x, y) < 0 \\ \bar{g}(x, y), & 0 \leq \bar{g}(x, y) \leq 255 \\ 255, & \bar{g}(x, y) > 255 \end{cases}$$

Таким образом, при обработке изображений требуется по некоторым признакам выделять некоторые однородные области изображения. Этапы предварительной обработки изображения позволяют уменьшить влияние искажений на процесс распознавания [3,4]. Тем не менее, имеет место распознавание в условиях неполной и нечеткой информации. Наиболее подходят для ее решения технологии нечеткой логики, нечеткая логика при этом выступает в роли классификатора. Применение нечеткой логики в задачах обработки визуальной информации обосновывается также свойством обучаемости или адаптивности нечеткой логики к новым задачам, при этом сохраняются архитектура сети и алгоритм ее функционирования.

### **Список литературы**

1. Atanassov K.T. Intuitionistic Fuzzy Sets: Theory and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Physica –Verlag, Heidelberg, 1999.
2. Atanassov K.T. and Gargov G. Interval valued intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets Syst., vol. 31, pp. 343–349, 1989.
3. Burillo P. and Bustince H. Construction theorems for intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets Syst., vol. 84, pp. 271–281, 1996.
4. Тавбоев С., Савурбоев А., Туракулов О. Архитектура системы обработки изображений средствами теории нечетких множеств // Журнал «Ученый XXI века» №3 (1), 2016, - с.126-129.
5. Тавбоев С., Хасанов У., Баратов Ж., Алтмишева И. Анализ особенностей задачи обработки изображений с использованием аппарата нечетких множеств // Журнал «Научный прогресс» №11, 2017, - с.33-35.
6. А.Савурбоев, Н.А.Дангалов, Г.М.Шертойлоков, Ш.У.Эшонкулов Алгоритм расчета переходного процесса при ударе цилиндрического кольца о жесткое полупространство. Молодой ученый, 246-250 2014 год.



7. Эшонкулов Ш., Бурлиев А., Эшонкулова Ш. Научно-методический подход к созданию электронного учебника. – 2019. ГГТУ им. ПО Сухого
8. Tovbaev Sirojiddin Karshiboev Nizomiddin International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 4 Issue 4, June 2020 Available Online: [www.ijtsrd.com](http://www.ijtsrd.com) e-ISSN: 2456 – 6470
9. Tavboyev Sirojiddin Akbutayevich, Qarshiboyev Nizomiiddin Abdumalikovch Application of the theory of indistinct sets in the estimation of quality of educational process // Journal of Critical Reviews ISSN-2394-5125 Vol 7, Issue 12.2020