

УДК 514.18

АДАПТИВНЕ РОЗТЯГНЕННЯ ГІСТОГРАМИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОНТРАСТНОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ В КОНТЕКСТІ ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ

Отрох С.І., д.т.н.,

2411197@ukr.net, ORCID: 0000-0001-9008-0902

Федорова Ю.Є.,

yuliafedorova051@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5728-6626

Кублій Л.І., к.т.н.,

kublii_l_i@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1015-3209

Тарнавський Ю.А., к.ф.-м.н.,

tarnavski.yu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3226-3107

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Адаптивне розтягнення гістограми є потужним методом для покращення контрастності зображень. Ця техніка дозволяє адаптувати діапазон яскравості в залежності від локальних характеристик зображення, забезпечуючи покращену візуальну якість і збереження деталей.

У цій статті розглянуто метод адаптивного розтягнення гістограми і його вплив на контрастність зображень для виявлення небезпечних та вибухових пристроїв. Стаття починається з постановки проблеми, де розглядається нестача контрастності в зображеннях і її вплив на виявлення небезпечних об'єктів. Проводиться аналіз останніх досліджень і публікацій в цій області, включаючи існуючі методи для покращення контрастності зображень. Далі сформовано цілі статті, які включають дослідження і розробку алгоритму адаптивного розтягнення гістограми, а також оцінку його ефективності на реальних зображеннях з небезпечними та вибуховими пристроями. У основній частині статті детально розглянуто принципи роботи адаптивного розтягнення гістограми. Пояснюється процес розбиття зображення на регіони, обчислення гістограми для кожного регіону та застосування адаптивного розтягнення для покращення контрастності в кожному регіоні. Описується експериментальна методика, включаючи вибір набору зображень з небезпечними та вибуховими пристроями, налаштування параметрів алгоритму та проведення об'єктивної оцінки результатів.

Дослідження демонструє потенційність адаптивного розтягнення гістограми як ефективного методу для покращення контрастності зображень з небезпечними та вибуховими пристроями. Використання цього методу може допомогти виявляти ці об'єкти з більшою точністю та надійністю, сприяючи підвищенню безпеки.

Ключові слова: адаптивне розтягнення гістограми, контрастність зображень, виявлення небезпечних пристроїв, комп'ютерне зорове сприйняття, обробка зображень.

Постановка проблеми. Виявлення небезпечних та вибухових пристроїв є критичним завданням у безпекових системах та оборонній сфері. Однак, нерівномірність контрастності зображень може ускладнити процес виявлення цих об'єктів. Тому покращення контрастності зображень стає важливою задачею для забезпечення ефективного виявлення небезпечних об'єктів. У цій статті розглянуто проблему покращення контрастності зображень для виявлення небезпечних та вибухових пристроїв з використанням адаптивного розтягнення гістограми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі розглянуто статтю, в якій розглядається метод адаптивного розтягнення гістограми зі збереженням яскравості [1]. Вона пропонує підхід, який покращує контрастність зображень, зберігаючи при цьому загальну яскравість. Результати показують покращення візуальної якості зображень. Книга, яка є однією з основних джерел з обробки цифрових зображень, надає широкий огляд методів покращення контрастності, включаючи адаптивне розтягнення гістограми [2]. Книга містить детальний теоретичний опис та аналіз різних алгоритмів. Також розглянуто публікацію, яка має різні варіації адаптивного розтягнення гістограми. Публікація пропонує різні методи для пристосування розтягнення гістограми до локальних особливостей зображення [3]. Дослідження зосереджене на покращенні контрастності зображень з медичного аспекту. Публікація має вичерпну інформацію про метод кумулятивного адаптивного розтягнення гістограми [4]. Вона пропонує алгоритм, який враховує глобальні та локальні особливості зображень для досягнення покращення контрастності. Результати експериментів свідчать про ефективність запропонованого методу.

Формулювання цілей статті. Дослідження адаптивного розтягнення гістограми як методу для покращення контрастності зображень з небезпечними та вибуховими пристроями та розробка ефективного алгоритму адаптивного розтягнення гістограми, який зможе пристосовувати діапазон яскравості до локальних особливостей зображення.

Основна частина. Адаптивне розтягнення гістограми є одним з методів підсилення контрастності зображень, який дозволяє збільшити різницю між яскравими та темними областями зображення. Цей метод застосовується для поліпшення візуальної якості та деталізації зображень, особливо у випадку, коли контрастність між об'єктами на зображенні недостатня.

Принцип роботи адаптивного розтягнення гістограми полягає у вирахуванні гістограми яскравості зображення та зміні розподілу значень яскравості таким чином, щоб відповідні пікселі займали більший діапазон

значень. Це досягається шляхом перетворення гистограми зображення, так щоб вона була розтягнута на всю шкалу значень яскравості.

Однак, адаптивне розтягнення гистограми відрізняється від класичного глобального розтягнення гистограми тим, що воно застосовується локально до окремих регіонів зображення замість всього зображення в цілому. Це дозволяє враховувати різні рівні контрастності в різних частинах зображення.

Адаптивне розтягнення гистограми можна описати наступними кроками:

1. Обчислення гистограми зображення: Гистограма яскравості зображення показує розподіл пікселів за їх яскравістю. Це можна зробити шляхом підрахунку кількості пікселів для кожного значення яскравості від 0 до 255.
2. Обчислення глобальних меж контрастності: Глобальні межі контрастності визначаються як найнижче та найвище значення яскравості, які представлені на зображенні. Ці значення використовуються для розтягнення гистограми на всьому зображенні.
3. Поділ зображення на локальні блоки: Зображення розбивається на локальні блоки розміром $N * N$ пікселів.
4. Обчислення локальних меж контрастності: Для кожного локального блоку обчислюються межі контрастності, використовуючи гистограму яскравості для цього блоку. Це дозволяє враховувати особливості контрастності в різних частинах зображення.
5. Розтягнення гистограми: Гистограма яскравості для кожного блоку розтягується на основі локальних меж контрастності. Це здійснюється шляхом перетворення значень яскравості пікселів згідно з формулою:

$$x_{new} = \frac{x_{old} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \times 255 \quad (1)$$

де x_{new} - нове значення яскравості пікселя після розтягнення,

x_{old} - початкове значення яскравості пікселя,

x_{min} - локальна мінімальна межа контрастності,

x_{max} - локальна максимальна межа контрастності.

6. Об'єднання локальних блоків: Зображення повертається до свого початкового розміру шляхом об'єднання розтягнутих локальних блоків.

У даній роботі було проведено експериментальне дослідження з використанням адаптивного розтягнення гистограми для покращення контрастності зображень з метою виявлення небезпечних та вибухових пристроїв. Для цього було використано набір тестових зображень, що містили різноманітні типи об'єктів і рівні контрастності. Результати дослідження представлені на рис. 1-4.



Рис.1. Початкове зображення



Рис.2. Зображення, яке було піддане адаптивному розтягненню гистограми



Рис.3. Початкове зображення



Рис.4. Зображення, яке було піддане адаптивному розтягненню гистограми

Для аналізу результатів було використано кілька метрик, таких як покращення контрастності, рівень деталізації та сприйняття небезпечних об'єктів. Порівняльний аналіз був проведений між вхідними зображеннями та зображеннями, які були піддані адаптивному розтягненню гистограми. Результати експериментів показали, що адаптивне розтягнення гистограми дійсно сприяє покращенню контрастності зображень. Зображення, які були оброблені цим методом, виявили виразні покращення у візуальному сприйнятті та деталізації. Важливою особливістю адаптивного розтягнення гистограми є здатність зберігати деталі в темних та світлих областях

зображення, що дозволяє виявляти небезпечні об'єкти, навіть коли вони знаходяться у складних умовах освітлення. Додатково, було порівняно ефективність адаптивного розтягнення гистограми з іншими методами покращення контрастності, такими як глобальне розтягнення гистограми та локальне вирівнювання контрастності. Виявлено, що адаптивне розтягнення гистограми має переваги в контексті виявлення небезпечних об'єктів, оскільки зберігає деталі та забезпечує кращу контрастність в різних частинах зображення. Обговорюючи отримані результати, варто зазначити, що адаптивне розтягнення гистограми є потужним інструментом для покращення контрастності зображень. Його можна успішно використовувати для виявлення небезпечних та вибухових пристроїв, де точність і чіткість зображень мають вирішальне значення. Дана методика може бути застосована в безлічі областей, таких як безпека, медицина, промисловість та багато інших, де важливо виявляти та аналізувати деталі зображень.

Загалом, результати дослідження підтверджують ефективність адаптивного розтягнення гистограми для покращення контрастності зображень.

Висновки. У цій статті було розглянуто адаптивне розтягнення гистограми як метод покращення контрастності зображень для виявлення небезпечних та вибухових пристроїв. В результаті проведених експериментів і аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що застосування адаптивного розтягнення гистограми дозволяє досягти значного покращення контрастності зображень, що позитивно впливає на їх візуальне сприйняття та деталізацію. Також адаптивне розтягнення гистограми є більш ефективним методом порівняно з глобальним розтягненням гистограми, оскільки воно враховує особливості контрастності в різних областях зображення.

Література

1. Smith J. Image Contrast Enhancement Using Adaptive Histogram Equalization With Brightness Preservation. 2017.
2. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. Global Edition, 2018. 1024p.
3. Adaptive Histogram Equalization and Its Variations. S. M. Pizer et al., 1987. [https://doi.org/10.1016/S0734-189X\(87\)80186-X](https://doi.org/10.1016/S0734-189X(87)80186-X)
4. Ahmed H. M., Hussein A. Adaptive Image Enhancement Using Cumulative Histogram Equalization. 2020)

ADAPTIVE HISTOGRAM STRETCHING TO IMPROVE IMAGE CONTRAST IN THE CONTEXT OF DANGEROUS AND EXPLOSIVE DEVICE DETECTION

Otrokh Serhiy, Fedorova Yuliia, Kublii Larysa, Tarnavskiy Yuriy

Adaptive histogram stretching is a powerful technique for improving image contrast. This technique allows you to adapt the brightness range depending on the local characteristics of the image, providing improved visual quality and preservation of details.

This article discusses the method of adaptive histogram stretching and its effect on the contrast of images for the detection of dangerous and explosive devices. The article begins with a problem statement, which considers the lack of contrast in images and its effect on the detection of dangerous objects. An analysis of the latest research and publications in this area is carried out, including existing methods for improving the contrast of images. Next, whole articles were formed, which include the research and development of the adaptive histogram stretching algorithm, as well as the evaluation of its effectiveness on real images with dangerous and explosive devices. In the main part of the article, the working principles of adaptive stretching of the histogram are considered in detail. Explains the process of dividing an image into regions, calculating a histogram for each region, and applying adaptive stretching to improve the contrast in each region. The experimental methodology is described, including the selection of a set of images with dangerous and explosive devices, setting the parameters of the algorithm and conducting an objective evaluation of the results.

The study demonstrates the potential of adaptive histogram stretching as an effective method for contrast enhancement of hazardous and explosive device images. Using this method can help detect these objects with greater accuracy and reliability, contributing to increased security.

Keywords: adaptive histogram stretching, image contrast, detection of dangerous devices, computer vision, image processing.

References

1. Smith J. (2017) "Image Contrast Enhancement Using Adaptive Histogram Equalization With Brightness Preservation".
2. Gonzalez R. C., Woods R. E. (2018) Digital Image Processing.
3. Adaptive Histogram Equalization and Its Variations (authors: S. M. Pizer et al., 1987)
4. Ahmed H. M., Hussein A. (2020) Adaptive Image Enhancement Using Cumulative Histogram Equalization