

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВІДМІННОСТІ КОЛЬОРУ ПІКСЕЛІВ НА ЗОБРАЖЕННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проаналізовано критерії відмінності кольору з використанням колірному простору Lab й з використанням інформаційної ентропії зображення. Дані критерії є актуальними як для багатьох задач сегментації й класифікації зображень, так і для окремих застосувань. Зокрема, наведено алгоритми реалізації методу компресії RLE з використанням обох критеріїв..

Ключові слова: колір, піксель, колірна модель, зображення, колірна різниця.

Abstract

The criteria of color difference by means of Lab color model and image information entropy has been analyzed. These criteria are actual both for segmentation and classification tasks and some specific applications. In particular, RLE implementation algorithms with using of both criteria has been offered.

Keywords: color, pixel, color model, image, color difference.

Вступ

У багатьох практичних задачах, пов'язаних зі сферою обробки зображень, постає необхідність відокремлювати колірні значення пікселів таким чином, щоб не було помітної різниці для людського зору. До таких задач можна віднести сегментацію, класифікацію й компресію зображень. Встановивши певний поріг подібності пікселів, можна визначити до якого сегменту чи класу віднести той чи інший піксель, а також можна стискати зображення без помітних втрат його якості. В даній роботі досліджуються критерії відмінності пікселів з ціллю їх застосування у алгоритмі компресії RLE, який є частиною комплексного алгоритму компресії зображень, блок-схема якого наведена у роботі [1]. Алгоритм модифікується під алгоритм компресії з втратами з метою підвищення коефіцієнта стиснення, в той же час без суттєвої втрати якості.

Метою даної роботи є дослідження критеріїв відмінності кольору для подальшого вибору найбільш оптимального з них. Метою розробки модифікованого алгоритму RLE з втратами – підвищення коефіцієнта стиснення без помітної для людського зору втрати якості за рахунок використання критерію відмінності кольору.

Результати дослідження

У колірному просторі Lab значення яскравості відокремлюється від значення хроматичної складової кольору (тон, насиченість). Яскравість задається координатою L (варіюється від 0 до 100, тобто від найтемнішого до найсвітлішого), хроматична складова — декартовими координатами a і b. Перша координата визначає положення кольору в діапазоні від зеленого до червоного, друга — від синього до жовтого.

На відміну від колірних моделей RGB і СМҮК, які являють собою набір апаратних даних для відтворення кольору на папері або екрані монітору (колір може залежати від типу принтера, марки фарб), колірна модель Lab однозначно описує колір. Тому Lab широко використовується у програмному забезпеченні для обробки зображень в якості проміжного колірному простору, через який відбувається конвертація даних між іншими колірними просторами (наприклад, з RGB сканера у СМҮК для друку). Редагування зображення у просторі Lab є потужним інструментом колірної корекції.

Завдяки характеру визначення кольору у Lab надається можливість окремо працювати з яскравістю, контрастом зображення і з його кольором. Дві найбільш поширені формули визначення відмінності кольору пікселів, які використовуються в програмах обробки зображень — CIEDE1976, яка

розраховується як відстань між точками у евклідовому просторі (корінь квадратний із суми квадратів різниць координат), і CIEDE2000, більш новий стандарт, який дає значно кращий результат, але в той же час формула є занадто складною для обчислень [2].

У даній роботі було проаналізовано стандарт CIEDE1976. Міжнародний комітет CIE визначає колірну різницю через метрику ΔE_{ab}^* .

Використовуючи координати (L_1^*, a_1^*, b_1^*) і (L_2^*, a_2^*, b_2^*) в колірному просторі Lab колірну різницю можна обчислити за формулою:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (1)$$

Значення $\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ приблизно відповідає мінімальному значенню колірної різниці, яка розрізняється людським оком [3,4].

На рис.1 наведено алгоритм використання метрики ΔE_{ab}^* у якості критерію оцінки відмінності пікселів в алгоритмі компресії RLE.

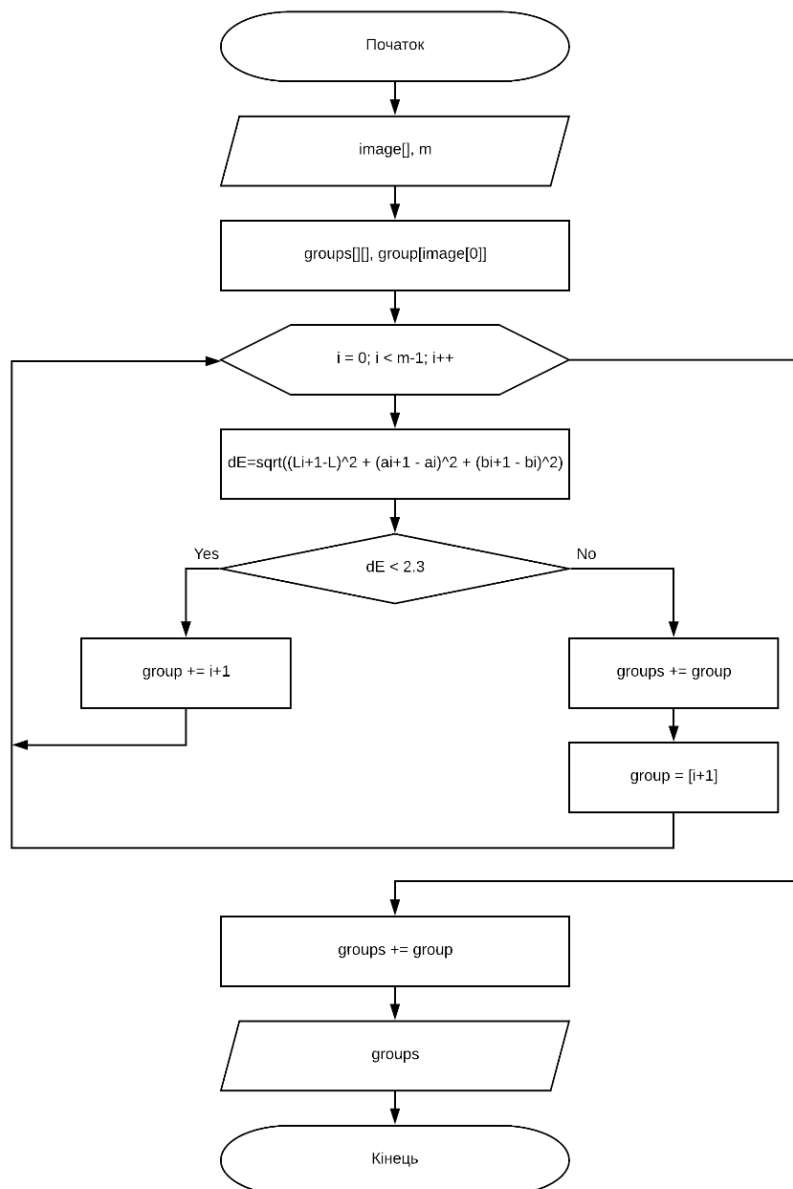


Рис. 1. Алгоритм використання метрики ΔE_{ab}^* у RLE

Також було досліджено використання ентропії зображення як критерію відмінності кольору.

Згідно з визначенням Шеннона ентропія є мірою, яка встановлює середню кількість інформації на символ зображення. Для послідовності з m статистично незалежних символів, ймовірність появи яких складає p_i , ентропія розраховується наступним чином:

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

де \log_2 – двійковий логарифм, i – номер символу.

Якщо ймовірність появи деякого символу повідомлення дорівнює одиниці, а інших нулю (невизначеність появи даного символу відсутня), то відповідно й ентропія дорівнюватиме нулю. А у випадку, коли ймовірності появи усіх символів однакові

$$p_i = \frac{1}{m}, \quad (3)$$

ентропія досягає свого максимального значення, що становить:

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \log_2 \frac{1}{m}. \quad (4)$$

Вищеописана інформація стосується випадку, коли суміжні растрові елементи зображення є статистично незалежними, (коли в якості зображення розглядається білий шум). Однак у реальних зображеннях значення яскравостей суміжних пікселів взаємно корельовані. Таким чином, враховуючи значення сигналу, що являє собою яскравість певного пікселя, можна з певною ймовірністю передбачити значення сигналів сусідніх пікселів. З цього випливає, що інформація, яка вноситься наступним пікселем у випадку знання попереднього, буде меншою, ніж у випадку, коли сигнали, що являють собою значення яскравості пікселів, були б статистично незалежними. При розрахунку значення ентропії H для цього випадку використовується уже інша формула:

$$H = - \sum_i^m p(i) \sum_j^m p_i(j) \log_2 p_i(j), \quad (5)$$

де $p_i(j)$ – умовна ймовірність появи j -го символу, якщо попереднім був i -ий символ.

Формула (5) є більш узагальненою і для випадку, коли статистичний зв'язок між пікселями відсутній, вона переходить у формулу (2). Якщо $p_i(j)$ від i не залежить, його можна замінити на $p(j)$ і записати:

$$H = - \sum_i^m p(i) \sum_j^m p(j) \log_2 p(j), \quad (6)$$

а оскільки внутрішня сума не залежить від i , то суми можна замінити місцями:

$$H = - \sum_j^m p(j) \log_2 p(j) \sum_i^m p(i). \quad (7)$$

Але так як $\sum_i^m p(i) = 1$, формула (7) переходить у формулу (2), що й потрібно було довести [5,6].

На рис. 2 наведено алгоритм використання ентропії у якості критерію оцінки відмінності пікселів в алгоритмі компресії RLE.

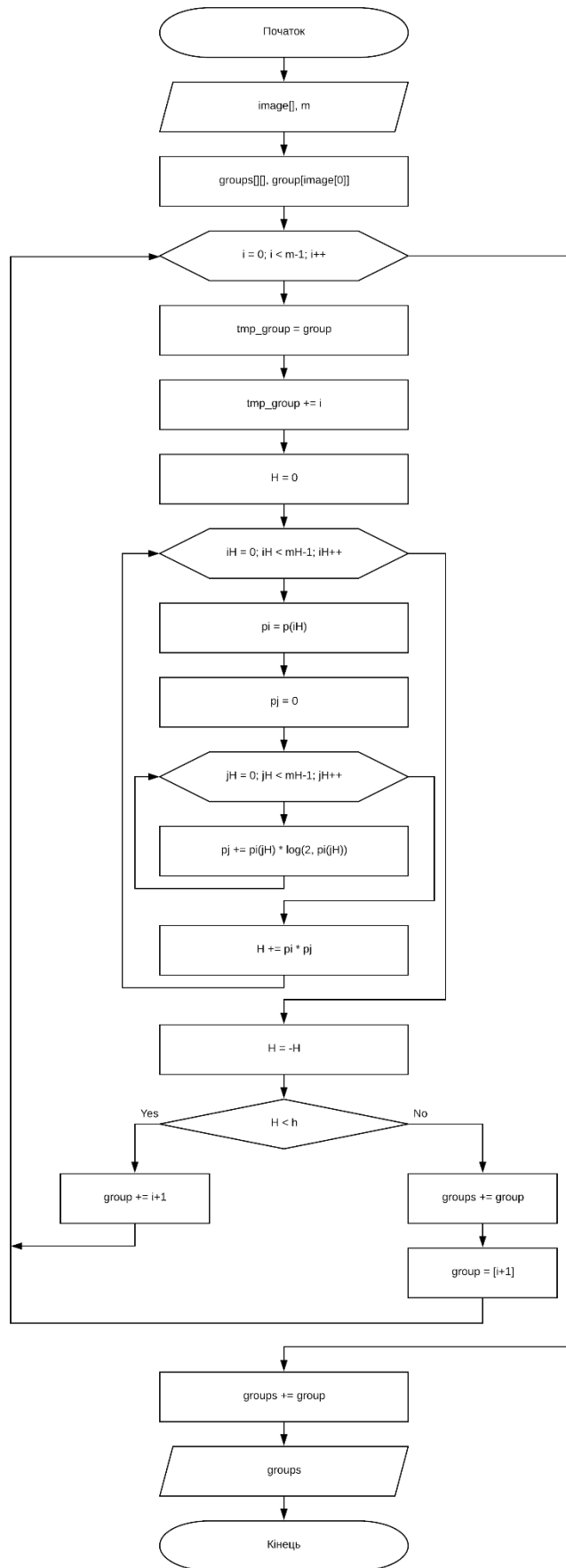


Рис. 2. Алгоритм використання ентропії зображення у RLE

Висновки

Проаналізовано критерії відмінності кольору пікселя на зображенні з використанням кольорового простору Lab й з використанням інформаційної ентропії зображення. На їх основі розроблено алгоритми реалізації методу стиснення RLE з втратами. Даний метод використовуватиметься як складова частина комплексного методу компресії [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Олесенко А.В. Багатокритеріальна класифікація сегментів зображення / А.В. Олесенко, Р.Н. Кветний // Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». – В. : ВНТУ, 2017. - № 2. – С.82-87. – ISSN 1999-9941.
2. LAB [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki/LAB>. – Назва з екрану.
3. Формула цветового отличия [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://ru.wikipedia.org/wiki/Формула_цветового_отличия. – Назва з екрану.
4. Gaurav Sharma Digital Color Imaging Handbook /Sharma Gaurav — CRC Press, 2003. — Pp.30-32. — ISBN 084930900X.
5. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. Л. И. Рубанова, П. А. Чочиа. – М: Техносфера, 2012. – 1104 с. – ISBN 978-5-94836-331-8.
6. Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D и 3D изображений / Н.Н. Красильников // Учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 608 с. – ISBN 978-5-9775-0700-4.

Кветний Роман Наумович — д.т.н., професор кафедри автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rkvetny@sprava.net.

Олесенко Алла Василівна — аспірант, асистент кафедри автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olesenkoalla@gmail.com.

Roman N. Kvyetnyy — D.Sc., Professor of Automatics and Information-Measuring Techniques Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rkvetny@sprava.net.

Alla V. Olesenko — Postgraduate Student of Automatics and Information-Measuring Techniques Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olesenkoalla@gmail.com.