

Нова координатна колірна система VX2X3

Загребнюк В. І.

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, vampiter@raqmblеr.ru

The VX2X3 color coordinate systems have been proposed in this paper. Its characteristics are defined by the image color content. This system has decorrelating properties that may be useful for the image compressing systems. The method of color differences, hue and saturation evaluation have been carried out taking into account that the VX2X3 is affine system

ВСТУП

Колірні простори використовуються у системах оброблення, аналізу та розпізнавання зображень [1,2], системах пошуку по зображенням, видалення шумів на зображенні, у системах стиску зображень (наприклад, YCrCb, YUV), тощо.

Не зважаючи на велику кількість досліджень у цьому напрямі актуальною залишається задача розроблення такої колірної координатної системи, що задовольняла б вимогам щодо ефективного оброблення та стиску зображень [3]. Серед проблем, що ускладнюють оброблення та стиснення зображень виділимо наступні. По-перше, для обчислення колірних відмінностей практично в усіх координатних колірних системах використовується метрика Евкліда, що не завжди є коректним (наприклад, простір CIELab є нелінійним з додатною кривизною), а інші координатні системи (наприклад, YCrCb та YUV) є афінними. По-друге, компоненти колірних просторів є сильно корельованими, тому для стиску зображень використовуються ортогональні перетворення, що мають декорелюючі властивості. Виходячи з цього метою даної роботи є розроблення колірної координатної системи, що має декорелюючі властивості та адаптивно налаштовується на колірний контент зображення, а також методу коректного обчислення колірних відмінностей.

КООРДИНАТНА КОЛІРНА СИСТЕМА VX2X3

Світлочутлива матриця влаштована так, що у ній зелених світлочутливих елементів у двічі більше ніж червоних або синіх. Не зважаючи на це у формування колірного контенту цифрового зображення превалюючий внесок, крім зеленого, можуть давати червоний або синій кольори. Виходячи з цього будемо розглядати множину значень інтенсивності компонент R, G та B цифрового зображення, як випадкові величини. Для того щоб визначити внесок кожної з цих випадкових величин у формування цифрового зображення, по компонентам простору RGB розрахуємо коваріаційну матрицю та обчислимо її власні значення λ_i ($\sum_i \lambda_i = 1$). Впорядкуємо власні значення у порядку спадання $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$, а компоненти простору RGB у відповідності з їх власним значеннями та позначимо їх C_1, C_2, C_3 . З урахуванням цього, побудуємо лінійне перетворення з простору RGB у простір, що враховує внесок компонент R, G та B у формування цифрового зображення. Це перетворення має вид

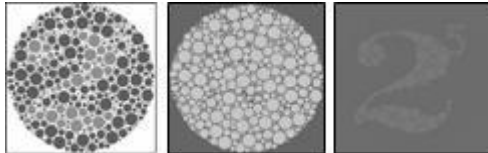
$$\begin{pmatrix} B_a \\ X2 \\ X3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \\ -\lambda_1 & 1-\lambda_2 & -\lambda_3 \\ -\lambda_1 & -\lambda_2 & 1-\lambda_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix}.$$

Тут B_a - ахроматична компонента, що має сенс яскравості, X2 та X3 – хроматичні компоненти, що відображають колірний контент зображення, та приймають нульові



а) б) в)
Рисунок 2 – Насиченість та колірний тон

значення для ахроматичних кольорів. Аналіз превалюючого внеску компонент RGB, у формування цифрового зображення на множині 100 тестових зображень показав, що у 73% зображень превалює компонента R ($C_1 = R$), компонента G ($C_1 = G$) – 22% зображень, компонента B ($C_1 = B$) – 5%.



а) б) в)
Рисунок 1 – Хроматичні компоненти

У якості ілюстрації адаптивного налаштування простору VX2X3 на колірний контент, на рис.1 наведені зображення двійки та п'ятірки, колірний тон яких є комбінацією синього та зеленого, у колі з тлом близьким до зеленого тону (рис. 1а), а також візуалізація хроматичних компонент X2 (рис 1б) та X3 (рис. 1в).

Як видно з наведеного рисунку в результаті перетворення простору RGB у VX2X3 кольори вхідного зображення розділяються по хроматичним компонентам, так що X2 містить тло, а X3 – цифри. Отже для сегментації такого зображення нема необхідності використовувати спеціальні методи.

Простір VX2X3 має декорелюючі властивості. Дійсно, на множині тестових зображень коефіцієнти кореляції між компонентами простору RGB у середньому близькі до одиниці, у той час як для компонент простору VX2X3: $cor(B_a, X2) = -0,38$, $cor(B_a, X3) = -0,35$, $cor(X2, X3) = 0,34$. Цією властивістю можна скористатись при розробленні систем кодування та стиску зображень.

Для коректного визначення колірних відмінностей норму вектора $\vec{d} = \vec{B}_a + \vec{X}2 + \vec{X}3$ необхідно обчислювати з використанням рівності Парсеваля: $\|d\| = \sqrt{\vec{d} \cdot \vec{d}}$, за умови що вектори \vec{B}_a , $\vec{X}2$ та $\vec{X}3$ не ортогональні. Крім колірних відмінностей для аналізу зображень використовуються насиченість $\vec{S} = \vec{X}2 + \vec{X}3$ та колірний тон – кут між векторами \vec{S} та $\vec{X}2$. На рис 2а наведено зображення однотумбового кнехту червоного кольору, небо і море, пірс та берегова лінія. На рис. 2б наведена візуалізація насиченості, а на рис. 2в – колірного тону. Як видно з цього рисунку, при використанні насиченості та колірного тону простору VX2X3, також суттєво спрощується аналіз зображень зі складним колірним контентом.

ВИСНОВКИ

Запропонована координатна колірна система VX2X3 адаптивно налаштовується на колірний контент зображення та має декорелюючі властивості, що можна використати у

системах стиску зображень. Завдяки коректному визначенню колірних відмінностей, насиченості та колірного тону можна суттєво спростити аналіз цифрових зображень.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Hamilton Y. Chong, Steven J. Gortler, Todd Zickler A Perception-based Color Space for Illumination-invariant Image Processing [Електронний ресурс] <http://www.cs.harvard.edu/~sjg/papers/cspace.pdf>
L. Busin, J. Shi, N. Vandenbroucke, L. Macaire Color Space Selection for Color Image Segmentation by Spectral Clustering [Електронний ресурс] <http://lagis-vi.univ-lille1.fr/~lb/publication/ICSIPA09.pdf>
Ramesh Neelamani, Richard G. Baraniuk, Ricardo de Queiroz Compression color space estimation of JPEG Images using lattice basis reduction [Електронний ресурс] <http://image.unb.br/queiroz/papers/icip01lattice.pdf>

