

ПОШУК ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ОЗНАКАМИ КОНЦЕНТРАЦІЇ КОЛЬОРУ В R-, G-, B-КАНАЛАХ

Мельник Р.А., Грига І.І.

Кафедра програмного забезпечення
Національний університет “Львівська політехніка”
ramelnyk@polynet.lviv.ua, kobluchka@gmail.com

Abstract

The method for distributed features of visual pattern extracted from colour intensity channels is considered. The features of colour concentration of binary intensity segments constrained by thresholds are presented. Some main image features as well as results of similar patterns searching from known databases are discussed.

1. Вступ

Системи знаходження зображень за їх вмістом (Content-based image retrieval – CBIR) мають два етапи: індексування та пошук. Центральним елементом систем є вектор властивостей зображення. Тип вектора та алгоритм його визначення базуються на категоріях та властивостях образу та апарату їх опрацювання: гістограм інтенсивності чи кольору, взаємного розташування кольорових регіонів об'єктів, їх форми, коефіцієнтів вейвлет чи Фур'є функцій тощо. Робіт, присвячених алгоритмам екстракції ознак зображень, на сьогодні дуже багато. Зокрема, в роботах [1 – 3] здійснюється побудова регіонів, гістограм блоків кольору та їх інваріантних коефіцієнтів. В роботах [4 – 6] представлені алгоритми побудови форми основних об'єктів уваги та їх кількісних характеристик. Різноманітні характеристики текстури і алгоритми їх обчислення запропоновані в роботах [7-9]. Просторове розташування об'єктів уваги також використовується для класифікації зображень. Зокрема в роботах [10,11] введено поняття „верхній”, „нижній” тощо.

Прикладами систем CBIR є SIMPLcity [12] VisualSEEK [13]. В обох системах зображення сегментується на регіони, колір та розмірність яких входять у вектори властивостей. На етапі пошуку обчислюються властивості із образу-запиту користувача. Отриманий вектор властивостей порівнюється з векторами у базі даних візуальних властивостей. Користувач у відповідь отримує образи, які максимально відповідають запиту.

Зазначимо, що більшість перерахованих підходів є доволі складними для реалізації та потребують значних затрат часу. В представленій роботі запропонована значно простіша методика отримання декількох векторів властивостей зображення, яку можна застосувати на етапі порівняння образу-запиту з наявними в базі даних. Методика базується на фрагментації тривимірного простору інтенсивності зображення, формування сегментів з фрагментів та обчислення для кожного з них можливих статистичних характеристик, які в сукупності утворюють розподілені властивості зображення.

2. Концентрація кольору зображення

Метою роботи є визначення коефіцієнтів концентрації кольору зображення та його фрагментів для оцінки текстур в цілому.

Розглянемо три чорно-білі зображення, на яких сумарна площа чорного і білого однакова. Стверджуємо, що концентрація чорного і білого кольорів в крайньому лівому зображенні найбільша, на крайньому правому – найменша. І, навпаки, розподіл чорного і білого на крайньому правому зображенні найбільша, на крайньому лівому – найменша.

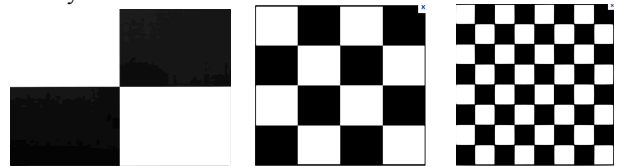


Рис.1. Зображення з різною концентрацією кольору
Для оцінки ступеня зосередженості чи розподілу кольору введемо ознаки концентрації (розподілу) кольору. Позначимо площі білого та чорного кольорів, відповідно, S_w та S_b . Знайдемо сумарну довжину (яку можна прийняти за площу) однопіксельної границі між білими та чорними фрагментами зображення :

$$S_L(b, w) = \sum_{i \in I(b, w)} L_i(b, w) \quad (1)$$

де $S_L(b, w)$ - площа границі, $I(b, w)$ - множина границь між регіонами різних кольорів, $L_i(b, w)$ - довжина фрагмента границі між двома регіонами зображення. Зауважимо, що границя регіону певного кольору включає фрагменти границі повного зображення з середовищем оточення. Тобто границю зображення окремо не виділяємо.

Коефіцієнтами концентрації білого та чорного кольорів приймаємо

$$K_k(w) = S_w / S_L(b, w), \quad (2)$$

$$K_k(b) = (S_b - S_L(b, w)) / S_L(b, w),$$

У формулах (2) площу границі віднімаємо від площі того кольору, пікселі якого призначені границі. Обернені величини представляють коефіцієнти розподілу кольорів :

$$K_d(w) = 1 / K_k(w), K_d(b) = 1 / K_k(b) \quad (3)$$

Для представлених зображень на рис.1 маємо відповідні значення концентрації білого та чорного без врахування пікселів зовнішньої границі (площі однакові):

$$K_k(b) = 1, K_k(b) = 1/3, K_k(b) = 1/7,$$

Якщо врахувати частини периметрів, що є одночасно границею зображення, то для концентрації чорного кольору отримуємо величини :

$$K_k(b) = 1/2, K_k(b) = 1/4, K_k(wb) = 1/8$$

Врахування границь зображення для обчислення ознак не змінює характеру залежностей, однак дає можливість знаходження ознак теоретичного повністю чорного чи білого прямокутника зображення :

$$K_I(b) = S_I / S_{L_I} \quad (4)$$

де S_I – площа зображення, S_{L_I} – площа (довжина) периметра зображення.

3. Визначення площі та периметра

Для визначення площі кожного кольору та довжин периметрів фігур, які формуються конкретними кольорами, розроблена процедура сканування зображення квадратом 2x2 пікселя (рис. 2). В кожному рядку квадрат пересувається з кроком в один піксель вправо. При досягненні правої границею квадрата правої границі зображення формується сканувальна фігура у виді прямокутника розміром в два пікселя : 2x1. Таким чином, рядок на n пікселів сканується $n-1$ квадратами і одним прямокутником. Таке сканування здійснюється $m-1$ разів (m – кількість рядків зображення). В m -ому рядку сканування здійснюється прямокутником розміром 1x2. На рис.2а проілюстровано процес сканування, а на рис.2б перетворення областей сканування для кінцевих стовпця, рядка і пікселя.

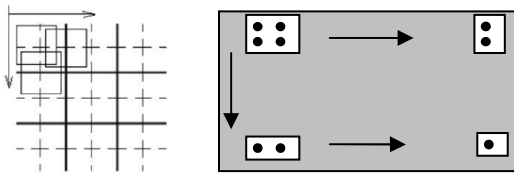


Рис. 2. Сканування зображення

В процесі сканування накопичуються значення горизонтальних та вертикальних складових і меж між різними кольорами. Перевірки здійснюються щодо першого пікселя для формування необхідних векторів та матриць.

Для спрощення задачі тонові зображення перетворювались у бінарні. На рис.3 наведено приклади бінарних зображень та значення обчислених алгоритмом концентрацій чорного та білого кольорів.



Рис. 3. Приклади бінаризованих зображень з концентраціями чорного і білого кольорів:
3, 11; 8, 20;

Для співставлення концентрацій кольорів зображень різних розмірів використовуємо коефіцієнт збільшення (зменшення) концентрації кольору даного зображення :

$$r_{hw} = \sqrt{r_h * r_w}$$

Де r_h, r_w - коефіцієнти збільшення (зменшення) висоти і ширини даного зображення по відношенню до співставленого. Знайдені для зображення концентрації кольорів множаться на коефіцієнт r_{hw} .

4. Визначення концентрації кольору в r-, g-, b-каналах зображення

Сформуємо ознаки зображення як набір ознак концентрації кольору окремих каналів, з яких формуються пікселі зображення. У кожному каналі діапазон можливої інтенсивності становить 0-255. У попередніх пунктах концентрація визначалась для білого ($I=0$) і для чорного кольорів ($I=255$). Для визначення концентрації червоного, зеленого і синього кольорів в розподіленому інтервалі інтенсивності застосуємо поняття порогу та бінаризації. Емпірично задаються значення одного, двох, тощо значень порогів (збільшення їх кількості сповільнює обчислювальні процеси), в яких здійснюється умовна бінаризація частини зображення з пікселями, інтенсивність яких не перевищує порогу. Умовна означає відсутність зміни значень інтенсивності на зображенні, а врахування відповідного їх інтервалу до порогу при обчисленні складових величини концентрації.

Таким чином, отримуємо вектор концентрації для порогів t, \dots, s та каналів r, g, b ;

$$K = \{K_1(t, r), \dots, K_k(t, b), \dots, K_1(s, r), \dots, K_k(s, b)\}$$

компоненти якого приймаються ключами для класифікації чи пошуку зображень за змістом.

Нижче на рисунках наведено приклади зображень та значення концентрації чорного кольору та білого кольору – насправді, відтінків червоного, зеленого і синього нижче і вище порогу. Значення порогів і відповідних концентрацій занесені в таблицях.



Таблиця 1. Пороги і концентрації кольорів «автобуса»

Пороги Канали	70	140	200
R			
	Конц. ч.: 2 Конц. б.: 5	Конц. ч.: 3 Конц. б.: 3	Конц. ч.: 12 Конц. б.: 3
G			
	Конц. ч.: 3 Конц. б.: 3	Конц. ч.: 5 Конц. б.: 2	Конц. ч.: 17 Конц. б.: 3
B			
	Конц. ч.: 3 Конц. б.: 3	Конц. ч.: 5 Конц. б.: 3	Конц. ч.: 11 Конц. б.: 2



Таблиця 2. Пороги і концентрації кольорів «троянди»

Пороги Канали	50	110	160
R			
	Конц. ч.: 23 Конц. б.: 37	Конц. ч.: 21 Конц. б.: 29	Конц. ч.: 15 Конц. б.: 12
G			
	Конц. ч.: 19 Конц. б.: 29	Конц. ч.: 18 Конц. б.: 21	Конц. ч.: 11 Конц. б.: 4
B			
	Конц. ч.: 12 Конц. б.: 9	Конц. ч.: 20 Конц. б.: 3	Конц. ч.: 62 Конц. б.: 1

5. Експериментальні результати

Знайдені ознаки використані для класифікації зображень та пошуку за змістом. Спочатку для ряду бінарних зображень текстур обчислені коефіцієнти концентрації чорного та білого кольорів. Сортування за сумою квадратів різниць значень ознак зображення дозволяє класифікувати текстури за концентрацією кольору (рис.5):

Зображення				
Концентрація чорного	30	20	15	15
Концентрація білого	30	20	15	15

Рис. 5. Класифікація текстур

Формування ключів як ознак концентрації кольору в каналах дозволяє здійснювати пошук подібних за змістом у базі зображень. У базі малої розмірності тестових, різних за типами зображень для запити – «автобус» на перших місцях розташувались наявні в групі автобуси (рис.6): виведено 10 зображень, посорттованих за функцією подібності. Вказано назву зображення і значення функції подібності.

Кількість порогів для всіх зображень прийнято 3.



Рис. 6. Результати пошуку «автобуса»

У цій же базі різних за типами зображень для запити – «троянда» на перших місцях розташувались наявні в групі квітки (рис.7): виведено 10 зображень, посорттованих за функцією подібності. Кількість порогів для зображень прийнято 3



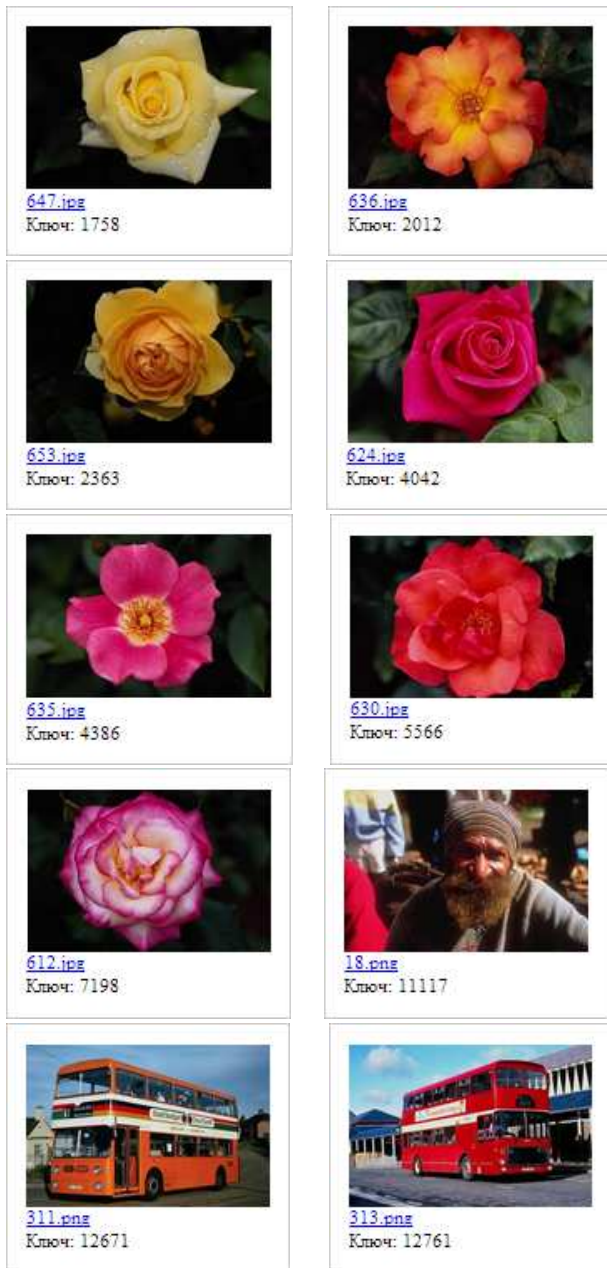


Рис. 7. Результати пошуку «троянди»

6. Висновок

Для зображень запропоновано ознаки, отримані в трьох складових каналах кольору: інтенсивності червоно, зеленого і синього. Для заданих порогів інтенсивності зображення бінаризуються у відповідних каналах та за введеними правилами формуються і обчислюються значення концентрації сегментів зображення, що задають порогови. Вони приймаються ключами до оцінювання наявності зображення в базі даних. Складність алгоритмів обчислення ознак лінійна до розмірності зображення. Складність залежить лінійно від кількості каналів та порогів у них. Ознаки і зображення зберігаються в базах даних.

В порівнянні з методом пошуку зображень за концентрацією відтінків сірого [16] у запропонованому методі можливе знаходження кольорових та сірих зображень.

7. Посилання

- [1] *J. R. Smith and S.-F. Chang.*, Tools and techniques for colour image retrieval // Proceedings of Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, Storage & Retrieval for Image and Video Databases IV, vol. 2670, p.1-12, 1996.
- [2] *H. Nezamabadi-pour, E. Kabir,* “Image retrieval using histograms of unicolor and bicolor blocs and directional changes in intensity gradient” // Pattern Recognition Letters, vol. 25, n. 14, p. 1547-1557, 2004.
- [3] *T. Gevers, A. Smeulder,* Content-based image retrieval by viewpoint invariant color indexing // Image Vision Comput, n.17,)p. 475–488, 1999.
- [4] *F. Mokhtarian, S. Abbasi,* “Shape similarity retrieval under affine transforms” // Pattern Recognition, vol. 35, p. 31-41, 2002.
- [5] *A.K. Jain, A. Vailaya,* “Image retrieval using colour and shape” // Pattern Recognition, vol. 29, n. 8, p. 1233-1244, 1996.
- [6] *V. Mezaris, I. Kompatsiaris, M.G. Strintzis,* An ontology approach to object-based image retrieval // Proceedings of the ICIP, vol. II, p. 511–514, 2003.
- [7] *B.S. Manjunath, W.Y. Ma,* “Texture feature for browsing and retrieval of image data” // IEEE PAMI, vol. 8, n. 18, p. 837-842, 1996.
- [8] *J. Liu, X Zhou, W.Y. Ma,* Extraction of texture features from arbitrary-shaped regions for image retrieval, International Conference on Multimedia and Expo p. 1891–1894, 2004.
- [9] *P.W. Huang, S.K. Dai,* Image retrieval by texture similarity // Pattern Recognition 36 (2003) 665–679.
- [10] *Y. Song, W. Wang, A. Zhang,* Automatic annotation and retrieval of images // J. World Wide Web, n. 6 (2), p. 209–231, 2003.
- [11] *A.Mojsilovic, B. Rogowitz,* ISee: perceptual features for image library navigation, Proceedings of the SPIE, Human Vision and Electronic Imaging, vol. 4662, p. 266–277, 2002.
- [12] *J.Z. Wang, J. Li, G. Wiederhold,* “SIMPLiCity: semantic sensitive integrated matching for picture libraries” // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, n. 9, p. 947-963, 2001.
- [13] *John R. Smith, Shih-Fu Chang.* VisualSEEK: a fully automated content-based image query system // Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia for Image Technology for New Media, .1996.
- [14] FEI data base, <http://fei.edu.br>.
- [15] База 1000 тестових зображень <http://wang.ist.psu.edu/~jwang/test1.tar> (Wang) (2009).
- [16] *Melnyk Roman., Hryga Ivan.* Image Classification and Retrieval by Color Concentration Features // Proceedings of the VII-th International Conference on Computer Science and Engineering (CSE'2013). – Lviv, 2013. p. 204-207.,