

СТРУКТУРНІ ОЗНАКИ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ТРИВИМІРНОЇ ФРАГМЕНТАЦІЇ ПОВЕРХНІ ІНТЕНСИВНОСТІ

© Мельник Р., Каличак Ю., 2011

Розглянуто метод отримання структурних ознак графічних образів за допомогою тривимірної фрагментації простору інтенсивності для розв'язання задачі індексації та пошуку зображень. Розподілені структурні ознаки формуються для тривимірних фрагментів простору інтенсивності, на які його поділено. Запропоновано коефіцієнти структуризації інтенсивності, інтегральні та розподілені структурні властивості. Продемонстровано експериментальні результати одержання ознак візуальних образів за допомогою методу.

Ключові слова: візуальний образ, зображення, інтенсивність, фрагментація, об'єм інтенсивності.

An approach to determine structural image features on the basis of 3D-fragmentation of image intensity space to resolve index and search image problem is considered. Distributed structural features are formed for the intensity of the space 3D-segments into which it is divided. Coefficients of intensity structurization, integral and distributed structural features are suggested. Some experimental results of extracting visual pattern features by means of the specified method are presented.

Keywords: visual pattern, image, intensity, fragmentation, intensity volume

Вступ

Індексування є важливим інструментом у системах знаходження зображень за їхнім вмістом. Швидкість та точність пошуку є головними критеріями якості ознак образів, що використовуються в цих системах. Адекватність ознак, їхня розмірність та складність обчислення є предметом дослідження багатьох авторів.

Гістограма зображення є одним з найпростіших за обчисленням способом індексування [1, 2], однак вона не містить просторових ознак, даючи в результаті пошуку семантично далекі образи. Група методів ґрунтується на знаходженні опису форми [3, 4], який корисний для класифікації зображень за формою, але вимагає визначення великої кількості параметрів. Для індексування використовуються структурні ознаки [5, 6], базовані на співвідношенні "ребро-структура", виділеному з карти ребер. Методи характеризуються високою складністю алгоритму та описів об'єктів. Основою великої групи методів є дискретне косинусне чи вейвлетне перетворення [7, 8], коефіцієнти яких приймаються за індекси зображень. Ці алгоритми доволі громіздкі й вимагають порівняно великих часових затрат. Системи пошуку за регіонами використовують локальні властивості регіонів (ідеальних об'єктів), на протигагу глобальним властивостям повного зображення. Прикладом такої системи є SIMPLcity [9]. Інші приклади семантичної класифікації зображень включають знаходження обличчя [10, 11]. У роботі Барла, Вебера і Перона [12] показано, що точне семантичне представлення є корисним для задач порівняння зображень.

У роботі розвивається підхід до формування ключів графічних образів на основі представлення в тривимірному просторі інтенсивності та його розбиття на структурні одиниці. В ході розбиття простір інтенсивності ділиться на тривимірні фрагменти, властивості яких є розподіленими ознаками зображення. Характер та інтенсивність розбиття є параметрами управління процесом формування ключів.

1. Фрагментування інтенсивності та інтегральні структурні ознаки образу

На рис. 1 подано тестовий образ, тривимірне представлення інтенсивності та її фронтальну проекцію.

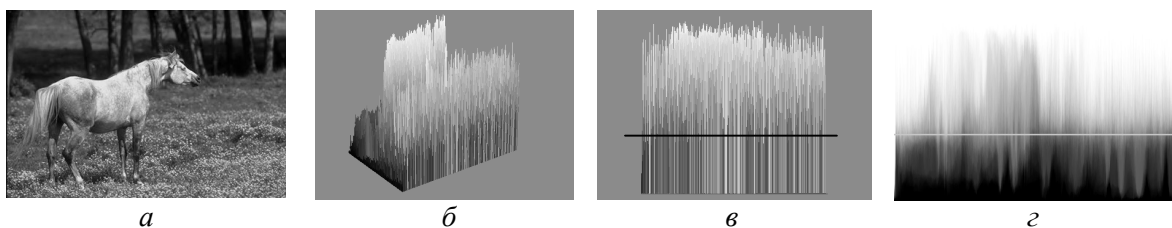


Рис. 1. Тестовий образ, його тривимірне та фронтальне представлення інтенсивності

Виконаємо фрагментацію образу на площині XOY . Розділимо площину на декілька фрагментів прямокутної форми горизонтальними та вертикальними лініями перерізу. Отримуємо плоске зображення, розділене на прямокутники R_s (рис. 2). Площі основ паралелепіпедів R_s задаємо однаковими.

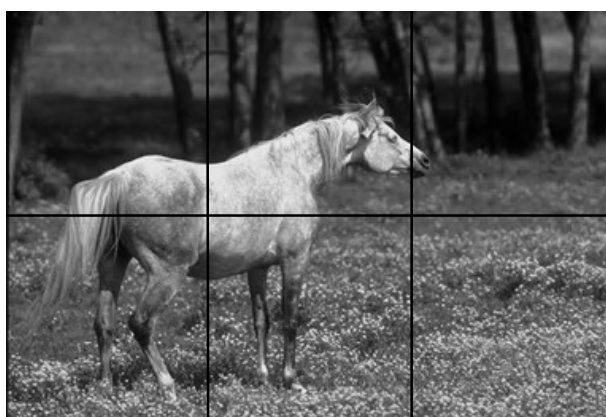


Рис. 2. Сегментування образу на площині XOY

Наступну фрагментацію виконаємо площиною на осі OZ паралельно до площини XOY . Для цього у тривимірному просторі побудуємо поверхню P_M , координата якої дорівнює середньому значенню інтенсивності пікселів зображення:

$$P_M(x, y) = 1/K \sum_{x \in X, y \in Y} B(x, y), \quad (4)$$

де X, Y – множини координат зображення, $B(x, y)$ – інтенсивність пікселя; K – загальна кількість пікселів зображення. Середню інтенсивність P_M вважаємо основною інтегральною ознакою образу. Для тестового образу з рис. 1, а поверхня P_M середнього рівня відповідає значенню 89. Вона відображена лінією на фронтальній проекції яскравості (рис. 1, в, г). Тривимірний простір представлення інтенсивності фрагментується на прямокутні паралелепіпеди R_p (рис. 3).

Фрагментування на прямокутні паралелепіпеди над площиною P_M та під нею дає змогу визначити додаткові інтегральні ознаки, що характеризують образ загалом. Зокрема, поверхня P_M середньої яскравості, перетинаючи тривимірну поверхню B_p образу, дає змогу визначити площу поперечного перерізу, об'єми та середні висоти “пагорбів” та “западин”.

Позначимо V^+ як об'єм всіх “пагорбів” яскравості, які розташовані над поверхнею $P_M(x, y)$ і під поверхнею $B(x, y)$, а V^- – об'єм “западин” під поверхнею $P_M(x, y)$ і над поверхнею яскравості $B(x, y)$. Для випадку неперервних функцій формули мають вигляд:

$$V^+ = \int_{x \in X} \int_{y \in Y} B(x, y) dx dy - \int_{x \in X} \int_{y \in Y} P_M(x, y) dx dy, \quad \text{за умови } B(x, y) \geq P_M(x, y), \quad (5a)$$

$$V^- = \int_{x \in X} \int_{y \in Y} P_M(x, y) dx dy - \int_{x \in X} \int_{y \in Y} B(x, y) dx dy, \quad \text{за умови } B(x, y) < P_M(x, y). \quad (5b)$$

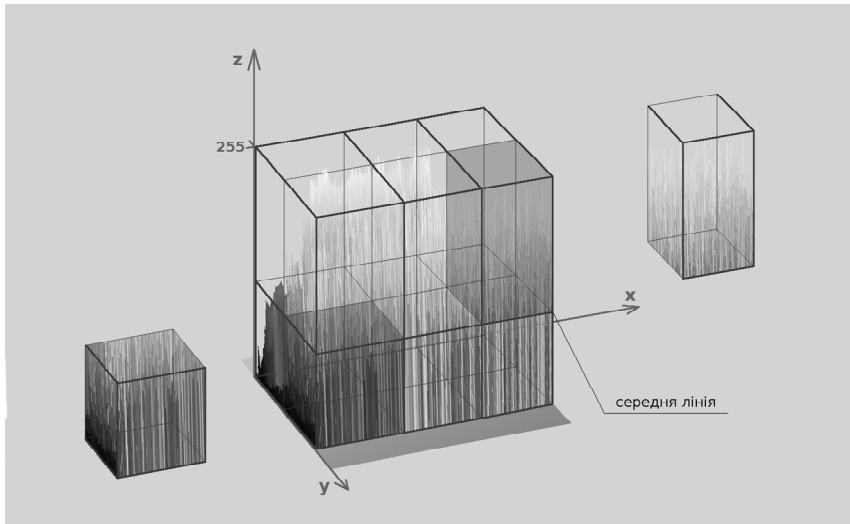


Рис. 3. Сегментування поверхні яскравості паралелепіпедами

Для повного образу ці об'єми дорівнюють один одному, оскільки вони утворені поверхнею середнього рівня. Для визначення об'ємів дискретного зображення використовуємо такі формули:

$$V^+ = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} [B(x,y) - P_M], \quad \text{за умови } B(x,y) \geq P_M(x,y), \quad (6a)$$

$$V^- = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} [P_M - B(x,y)] \quad \text{за умови } B(x,y) < P_M(x,y). \quad (6b)$$

Кількість доданків у сумах об'ємів (6) вказують на площу поперечного перерізу яскравості на поверхні площини P_M середнього рівня для всіх "горбів" та всіх "западин":

$$S^+ = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} 1, \quad \text{за умови } B(x,y) \geq P_M(x,y), \quad (7a)$$

$$S^- = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} 1, \quad \text{за умови } B(x,y) < P_M(x,y), \quad (7b)$$

Похідними інтегральними ознаками від об'єму та площі є середні висоти відповідно "пагорбів" та глибини "Западин" образу, які отримуємо як

$$H^+ = V^+/S^+, \quad H^- = V^-/S^-. \quad (8)$$

Інтегральні висоти надалі використовуємо як точки відліку для нормалізації розподілених висот сегментів зображення.

Інтегральні й не прив'язані до координат образу ознаки використовуються для розпізнавання образів як допоміжні.

2. Розподілені структурні ознаки образу

Розподілені структурні ознаки образу отримаємо, якщо формули (4), (6–8) застосуємо в межах кожного сегмента – прямокутного паралелепіпеда R_{Pi} . В кожному сегменті простору поверхня середньої яскравості P_M виділяє два значення об'єму: об'єм V_i^+ (розміщений над середньою поверхнею) та об'єм V_i^- (під поверхнею середньої яскравості – пусте місце). Ілюструємо об'єми V_i^+, V_i^- площинами повздовжнього перерізу, які утворені на вертикальних площинах перерізу простору на паралелепіпеди (рис. 4).

В загальному випадку об'єми V_i^+, V_i^- складаються з декількох незв'язних компонент, які окремо не виділяємо. Об'єм обчислюється як двовимірний інтеграл (5), границями якого виступають: бічні площини паралелепіпеда та площина середнього рівня яскравості образу. Для дискретного випадку маємо формули, подібні до (6):

$$V^+ = \sum_{x \in T_x} \sum_{y \in T_y} [B(x,y) - P_M], \quad \text{за умови } B(x,y) \geq P_M(x,y), \quad (9a)$$

$$V^- = \sum_{x \in T_x} \sum_{y \in T_y} [P_M - B(x,y)], \quad \text{за умови } B(x,y) < P_M(x,y), \quad (9b)$$

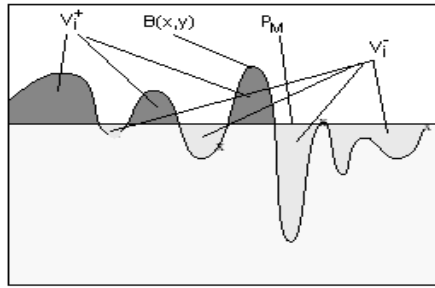


Рис.4. Об'єми яскравості на площині перерізу у паралелепіпеді

У формулах обчислюються суми довжин всіх відрізків, що проходять від значення яскравості поверхні образу B_p до значення яскравості поверхні P_M середнього рівня в межах виділеного сегмента R_{Pi} . Об'єми визначають перебором всіх точок яскравості образу, що знаходять в конкретному паралелепіпеді.

Площі поперечного перерізу “горбів” та “западин” для i -го сегмента обчислюються за формулами

$$S_i^+ = \sum_{x \in T_x} \sum_{y \in T_y} 1, \quad \text{за умови} \quad B(x, y) \geq P_M(x, y), \quad (10a)$$

$$S_i^- = \sum_{x \in T_x} \sum_{y \in T_y} 1, \quad \text{за умови} \quad B(x, y) < P_M(x, y), \quad (10b)$$

Середні яскравості сегмента та висоти i обчислюються за формулами типу (4), (8) при змінених обмеженнях на підсумовування, тобто враховується простір відповідного сегмента R_{Pi} .

Визначивши об'єми, площі, яскравості, висоти та глибини як ознаки сегментів для обчислювання функцій подібності, критерії формуємо на основі кортежів відповідних значень:

$$\begin{aligned} R_P(V^+) &= \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\}, \quad R_P(V^-) = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\}, \\ R_P(S^+) &= \{S_1^+, S_2^+, \dots, S_n^+\}, \quad R_P(S^-) = \{S_1^-, S_2^-, \dots, S_n^-\}, \\ R_P(H^+) &= \{H_1^+, H_2^+, \dots, H_n^+\}, \quad R_P(H^-) = \{H_1^-, H_2^-, \dots, H_n^-\}, \\ R_P(B) &= \{B_{M1}, B_{M2}, \dots, B_{Mn}\} \end{aligned} \quad (11)$$

де n – кількість сегментів.

Такі ж кортежі ознак образу – характеристики сегментів сформуємо для відносних величин: відношень сегментних об'ємів, площ поперечного перерізу, середніх висот та яскравості до повних об'ємів, площ, висот та яскравості: $V_i^+ / V^+, V_i^- / V^-, S_i^+ / S^+, S_i^- / S^-, H_i^+ / H^+, H_i^- / H^-, B_i / B$.

4. Подання структурних ознак

Для тестового образу з рис. 1, а при фрагментації $3 \times 2 \times 2$ (рис. 3) одержані значення об'ємів фрагментів наведено в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Абсолютні значення об'ємів фрагментів

y	1			2		
z/x	1	2	3	1	2	3
1	229438	501767	39753	294231	451311	468629
2	968385	1002985	842632	1271020	1336306	1394906

Таблиця 2

Відносні значення об'ємів фрагментів

y	1			2		
z/x	1	2	3	1	2	3
1	0,083855	0,183386	0,014529	0,107536	0,164945	0,171275
2	0,671654	0,695652	0,584434	0,881556	0,926837	0,967481

Для отриманих фрагментів матимемо значення інтегральних характеристик: середня лінія інтенсивності – 89, середній об’єм фрагмента – 733446,92 (0,45), квадратичне відхилення об’єму сегмента – 443590,63 (0,35).

Таблиця 3

Інтегральні структурні ознаки образу

	Об’єм	Площа	Середня висота
+	1939225	44737	43,3472293627199
-	1886918	52400	36,0098854961832

Різниця плюсових та мінусових значень для повного образу тут зумовлена похибкою Під час обчислення середнього значення інтенсивності (середньої лінії).

Значення середньої лінії для фрагментів подано в табл. 4. Значення обчислені відносно висоти кожного фрагмента.

Таблиця 4

Значення середньої лінії фрагментів

y	1			2			
	z/x	1	2	3	1	2	3
1		14	30	2	17	27	28
2		59	61	51	77	81	85

Знайдені плюсові та мінусові об’єми, площі поперечного перерізу та висоти для фрагментів наведено у табл. 5, 6.

Таблиця 5

Структурні характеристики сегментів (y=1)

F/F		1			2			3		
		V	S	H	V	S	H	V	S	H
1	+	184172	2863	64,32833	344733	4637	74,34397	33885	2630	12,88403
	-	8956	985	9,092386	31126	1605	19,39315	198	198	1
2	+	90485	5247	17,24509	42123	2879	14,63112	129411	5704	22,68776
	-	200188	7162	27,95141	207723	7135	29,11324	233819	7567	30,89983

Таблиця 6

Структурні характеристики сегментів (y=2)

F/F		1			2			3		
		V	S	H	V	S	H	V	S	H
1	+	170262	5546	30,69996	222321	6107	36,40429	204411	6495	31,47206
	-	30289	3344	9,057715	69414	4817	14,41021	88582	5946	14,89775
2	+	15532	2462	6,308692	5402	1335	4,046442	1485	721	2,059639
	-	105894	4653	22,75822	73564	3847	19,12243	37019	2849	12,99368

Висновки

Під час формування ключів візуальних образів для виконання пошуку необхідно розв’язати задачі точності та якості отриманих ключів з урахуванням практично можливих витрат часу. Запропоновано підхід до формування ключів графічних образів на основі представлення інтенсивності у тривимірному просторі і його розбиття на структурні одиниці. Запропоновано використання структурних коефіцієнтів для індексації та пошуку зображень у CBIR-системах.

1. Swain M.J., Ballard D.H. "Color indexing" // *International journal of Computer Vision*, vol. 7, n. 1, p. 11-32, 1991. 2. Nezamabadi-pour H., Kabir E. "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. Mokhtarian F., Abbasi S., "Shape similarity retrieval under affine transforms", *Pattern Recognition*, vol. 35, p. 31-41, 2002. 4. Jain A.K., Vailaya A. "Image retrieval using color and shape", // *Pattern Recognition*, vol. 29, n. 8, p. 1233-1244, 1996. 5. Manjunath B.S., Ma W.Y. "Texture feature for browsing and retrieval of image data" // *IEEE PAMI*, vol. 8, n. 18, p. 837-842, 1996. 6. Zhou X.S., Huang T.S., "Edge-based structural features for content-based image retrieval" // *Patt. Recog. Lett.* 22 (5), 457-468. 2001. 7. Wang J.Z., Wiederhold G., Firschein O., Wei S.X. *Content-based image indexing and searching using Dau-bechies₃ wavelets* // *Int. J. Digital Libraries 1*, 311- 338, 1997. 8. Hossein Nezamabadi-pour and Saeid Saryazdi "Object-Based Image Indexing and Retrieval in DCT Domain using Clustering Techniques" // *Proceedings of world academy of science, engineering and technology*, vol.3, p.98-102.2005. 9. Smith J.R., Li C.S. "Image classification and querying using composite region templates" // *Academic Press, Computer Vision and Understanding*, vol. 75, p. 165-174, 1999. 10. Wang J.Z., Li J., Wiederhold G. "SIMPLIcity: semantic sensitive integrated matching for picture libraries" // *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 23, n. 9, p. 947-963, 2001. 11. Yoo H.W., Jung S.H., Jang D.H., Na Y.K. "Extraction of major object features using VQ clustering for content-based image retrieval" // *Pattern Recognition*, vol. 35, p. 1115-1126, 2002. 12. Burl M.C., Weber M., Perona P. "A probabilistic approach to object recognition using local photometry and global geometry" // *Proc. European Conf. Computer Vision*, p. 628-641, 1998.

УДК 681.51

Н. Ткаченко

Національний університет "Львівська політехніка"

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ МОДЕЛЮ СКЛАДНОГО ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

© Ткаченко Н., 2011

Розроблено структуру бази даних для підприємств, залучених до складу моделі комплексу, інформаційну технологію управління роботою моделі на базі процесного підходу стандартів ISO.

Ключові слова: інформаційна база, критерії формування, інформаційні технології управління.

A database structure for companies involved to the model composition designed. Information technology management of the complex by standards ISO process approach designed.

Keywords: information base, criterions for forming, information technology for controlling.

Вступ

Промисловість України як одна з провідних галузей економіки, що створює фундамент науково-технічної трансформації, економічного зростання і соціального прогресу суспільства, має повною мірою відтворити системні зміни, що відбулись у країні у зв'язку зі зміною економічного устрою. Розроблено концепцію загальнодержавної цільової економічної програми розвитку промисловості до 2017 року [1]. Вплив глобалізації, загострення конкурентної боротьби на ринках промислової продукції, особливості світових і внутрішніх економічних процесів, становлення постіндустріальних суспільств безпосередньо пов'язані з якісними змінами у розвитку