รายการอ้างอิง

1. J. Huang. Color-Spatial Image Indexing and Applications. Doctoral dissertation, Graduate School, Cornell University, 1998.

2. W. Hsu, T. S. Chua, and H. K. Pung. An Integrated Color-Spatial Approach to Content-based Image Retrieval. Proceedings of ACM multimedia (San Francisco) (November 1995): 305-313.

3. L. G. Shapiro and G.C. Stockman. Computer vision. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

4. I. S. Gradshteyn and I. M. Ryzhik. Tables of Integrals, Series, and Products. San Diego, CA: Academic Press, 2000.

5. R. O. Duda and P. E. Hart. Pattern classification and scene analysis. John Wiley & Sons Inc., 1973.

6. D. P. Huttenlocher, G. A. Klanderman, and W. J. Rucklidge. Comparing images using the Hausdorff distance. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence 15, (1993): 850–863.

7. R. Mehrotra and J. E. Gary. Feature-based retrieval of similar shapes. Proc. 9th Data Engineering Conference (Vienna) (1993): 108–115.

8. W. Ma. NETRA. A Toolbox for Navigating Large Image Databases. Doctoral dissertation, Department of Electrical and Computer Engineering, University of California at Santa Barbara, 1997.

9. Roop K. Goyal. Similarity Assessment for Cardinal Directions Between Extended Spatial Objects. Doctoral dissertation, Spatial Information Science and Engineering, Graduate School, University of Maine, 2000.

10. J. Hong. Qualitative Distance and Direction Reasoning in Geographic Space. Doctoral dissertation, Department of Surveying Engineering, University of Maine, 1994.

11. M. Egenhofer and R. Franzosa. Point-Set Topological Spatial Relations. International Journal of Geographical Information Systems 5, 2 (1991): 161-174.

12. M. J. Swain and D. H. Ballard. Color Indexing. International Journal of Computer Vision 7, 1 (1991): 11-32.

13. J. Matas, R. Marik, and J. Kittler. On Representation and Matching of Muti-Coloured Objects. Fifth International Conference on Computer Vision (1995): 726-732.

14. G. Pass, R. Zabih, and J. Miller. Comparing Images using Color Coherence Vectors. ACM Conference on Multimedia (Boston) 4 (1996).

15. N. Sebe, M. S. Lew, and D. P. Huijsmans. Multi-Scale Sub-Image Search. Proceedings of ACM multimedia (Orlando USA) (1999): 79-82.

16. R. C. Gonzalez, and R. E. Woods. Digital Image Processing. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

17. J. R. Smith, and Shih-Fu Chang. Tools and Techniques for Color Image Retrieval. IS&T/SPIE Proceedings in Storage & Retrieval for Image and Video Databases IV 2670 (1996): 1-12.

18. R. B. Yates, and B. R. Neto. Modern Information Retrieval. U.S.A.: Addison-wesley Publishing Company, 1999.

19. S. Winter. Topological Relations in Hierarchical Partitions. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin 1661 (1999): 141-154.

20. R. Crane. A Simplified Approach to Image Processing. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทความที่นำเสนอในงานการประชุมวิชาการ

บทความเรื่อง "A Feasibility Study for Image Indexing by Color Region Correlation" นำเสนอในงานประชุมวิชาการ Information and Computer Engineering Postgraduate Workshop 2002 จัดที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 17-18 มกราคม พ.ศ. 2545 บทความนี้ตีพิมพ์ไว้ใน Proceedings ICEP 2002 หน้า 48 – 50

A FEASIBILITY STUDY FOR IMAGE INDEXING BY COLOR REGION CORRELATION

C. Paiboolsirikul and N. Covavisaruch

Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Bangkok 10330, Thailand
42702956@student.chula.ac.th and nongluk.c@chula.ac.th

ABSTRACT

This paper presents a feasibility study to use a proposed image feature, *color region correlation (CRC)*, as a tool for image indexing. CRC is a middle-level image feature that represents images as region correlation within the bounding territory of the region being considered by the regions' color-pair relationship. In this study, the usage of CRC as an image-indexing tool is tested. The experimental results reveal that this proposed image feature can be used as a tool in this particular task. However, further investigation and experiments are now being researched.

KEYWORDS

Image indexing, color region correlation, bounding territory, minimum bounding rectangle.

1. INTRODUCTION

Image retrieval is a challenging research topic in image and vision computing. The techniques involved generally compose of two parts. The former part is to index images in database by their image feature(s). In the letter part, the images' indices from the first part are used to search for the images of which features are most similar to those of the query images'. Visual image features used in the indexing process can be defined in 3 levels[1]. A low-level feature deals with the feature in the pixel-based level, such as color of each pixel feature. For middle-level, feature information is linked to regions or blobs resulted from image segmentation. Objects, semantic categories or types of events depicted in images are high-level features.

Color is one popular feature chosen in the image indexing task. Color histogram, which exposes the distribution of colors in an image, is frequently used as such tool. In 1991, Swain and Ballard [2] have proposed to use histogram for identifying object in an image and for image retrieval. In 1996, Pass et al. [3] has classified histogram bins by spatial coherence of pixels. A pixel is coherent if it is a part of some "sizeable" similar-colored region, and incoherent otherwise. This classification method is called "color coherence vector". Since color histogram generally represents global image by the distribution of colors in an image with no spatial relationship involved, Jing Huang [1,4] has proposed color correlogram for indexing images in 1997. This image feature represents an image with spatial correlation of color changes within a distance. Because the size of color correlogram is quite large, color auto-correlogram has also been proposed. Color auto-correlogram is often used instead of color correlogram.

In this study, we propose an image feature, color region correlation (CRC), as a tool for image indexing. This paper is organized as follows: The proposed image feature, color region correlation, is introduced in section 2. Section 3 illustrates experiments and results while section 4 includes discussion and conclusion.

2. COLOR REGION CORRELATION (CRC)

As previously mentioned, both color histogram and color correlogram represent images with low-level feature. Therefore, in order to take benefits from the nature of images that there normally is interpixel correlation within an image, we propose CRC to represent an image with spatial correlation of color changes in region-based ...stead of pixel-based as that of color correlogram.

Let I be an $m \times n$ image, and p be a pixel. The size of I is denoted as $|I| = m \times n$. The colors in I are quantized into l colors, $c_1, c_2 ..., c_l$. A region $R_{c_i}(I)$ is a group of connected pixels of color c_i in I.

CRC is simply a table of numbers representing the correlation of regions by color-pair relationship. Each value in CRC table, $CRC_{c_i,c_j}(I)$, represents the average number of regions of color c_j within a *minimum bounding rectangle* (MBR) of $R_{c_i}(I)$, defined as $MBR\left(R_{c_i}(I)\right)$. The MBR must fit to the region being considered. Therefore, before $CRC_{c_i,c_j}(I)$ can be computed, the number of $R_{c_j}(I)$ within $MBR\left(R_{c_i}(I)\right)$, denoted as $NCRC_{c_i,c_j}(I)$, must be counted as follows:

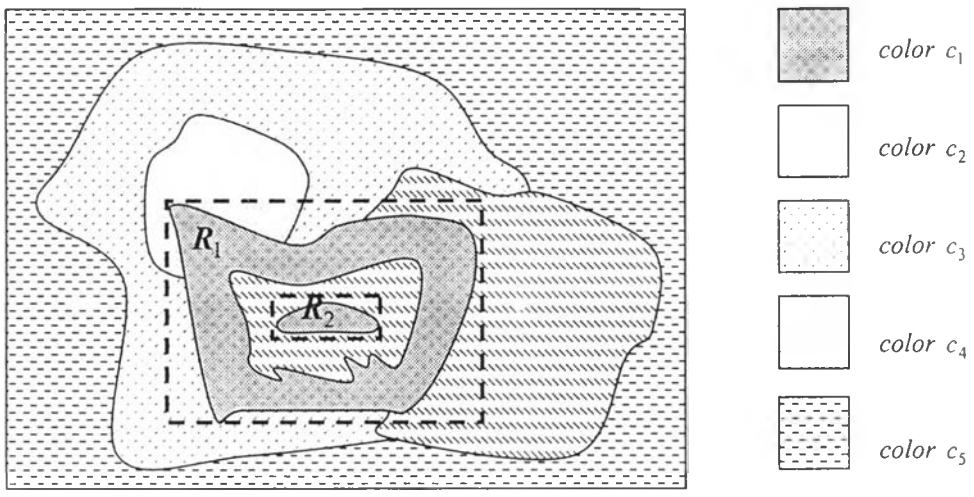

Fig. 1 MBRs of regions R_1 and R_2 of color c_1 are illustrated.

$$NCRC_{c_i,c_j}(I) \triangleq \left|\left\{R_{c_j}(I) \in MBR\left(R_{c_i}(I)\right)\right\}\right| \quad (1)$$

And then compute $CRC_{c_i,c_j}(I)$ by equation (2).

$$CRC_{c_i,c_j}(I) = \frac{NCRC_{c_i,c_j}(I)}{\left|R_{c_i}(I)\right|} \quad (2)$$

Where $\left|R_{c_i}(I)\right|$ is number of regions of color c_i in I.

Figure 1 illustrates MBRs of regions R_1 and R_2 of color c_1 presented by dashed-line rectangles. From figure 1, the $NCRC_{c_i,c_j}(I)$ for region R_1 arc as follows:

$NCRC_{c_1,c_1} = 1$, $NCRC_{c_1,c_2} = 1$, $NCRC_{c_1,c_3} = 1$, $NCRC_{c_1,c_4} = 2$ and $NCRC_{c_1,c_5} = 0$.

For region R_2:

$NCRC_{c_1,c_1} = 0$, $NCRC_{c_1,c_2} = 0$, $NCRC_{c_1,c_3} = 0$, $NCRC_{c_1,c_4} = 1$, and $NCRC_{c_1,c_5} = 0$.

Therefore, for this sample image:

$NCRC_{c_1,c_1}(I) = 1$,

$NCRC_{c_1,c_2}(I) = 1$ $NCRC_{c_1,c_3}(I) = 1$,

$NCRC_{c_1,c_4}(I) = 3$ and $NCRC_{c_1,c_5}(I) = 0$.

Hence,

$CRC_{c_1,c_1}(I) = 1/2 = 0.5$,

$CRC_{c_1,c_3}(I) = 1/2 = 0.5$,

$CRC_{c_1,c_4}(I) = 3/2 = 1.5$

and $CRC_{c_1,c_5}(I) = 0/2 = 0$.

However, this paragraph only illustrates the correlations of region of color c_1 and other colors. For complete CRC table, correlations of other regions of all colors must be computed.

3. EXPERIMENTS AND RESULTS

In this study, applying CRC for image indexing has been experimented. The image database used in the experiments consists of 584 color JPEG images. Image colors are quantized with RGB color space to 64 colors. Twenty image queries have been tested. Relative distance measure (d_1) [1] is used to compare image feature. The d_1 distance measure for CRC is as follows:

$$\left|I - I'\right|_{CRC,d_1} = \sum_{i \in I} \frac{\left|CRC_{c_i}(I) - CRC_{c_i}(I')\right|}{1 + CRC_{c_i}(I) + CRC_{c_i}(I')} \quad (3)$$

From our experiments, the relevant images have been retrieved with high ranks. Examples of query images and retrieved results are shown in figure 2.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

In this paper, we propose color region correlation that is a middle-level image feature as a tool for image indexing. After regions in an image are segmented, color region correlation is determined by the regions' correlation of their color-pair. The experimental results reveal that CRC is a highly feasible to use in image indexing. Currently, we are concentrating on the pre-processing, particularly on region segmentation algorithms, and the testing on larger image database with different types of images.

REFERENCES

[1] J. Huang, "Color-Spatial Image Indexing and Applications," A Dissertation, Faculty of the Graduate School of Cornell University, August 1998.

[2] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing," International Journal of Computer Vision, Vol. 7, No. 1, pp.11-32, 1991.

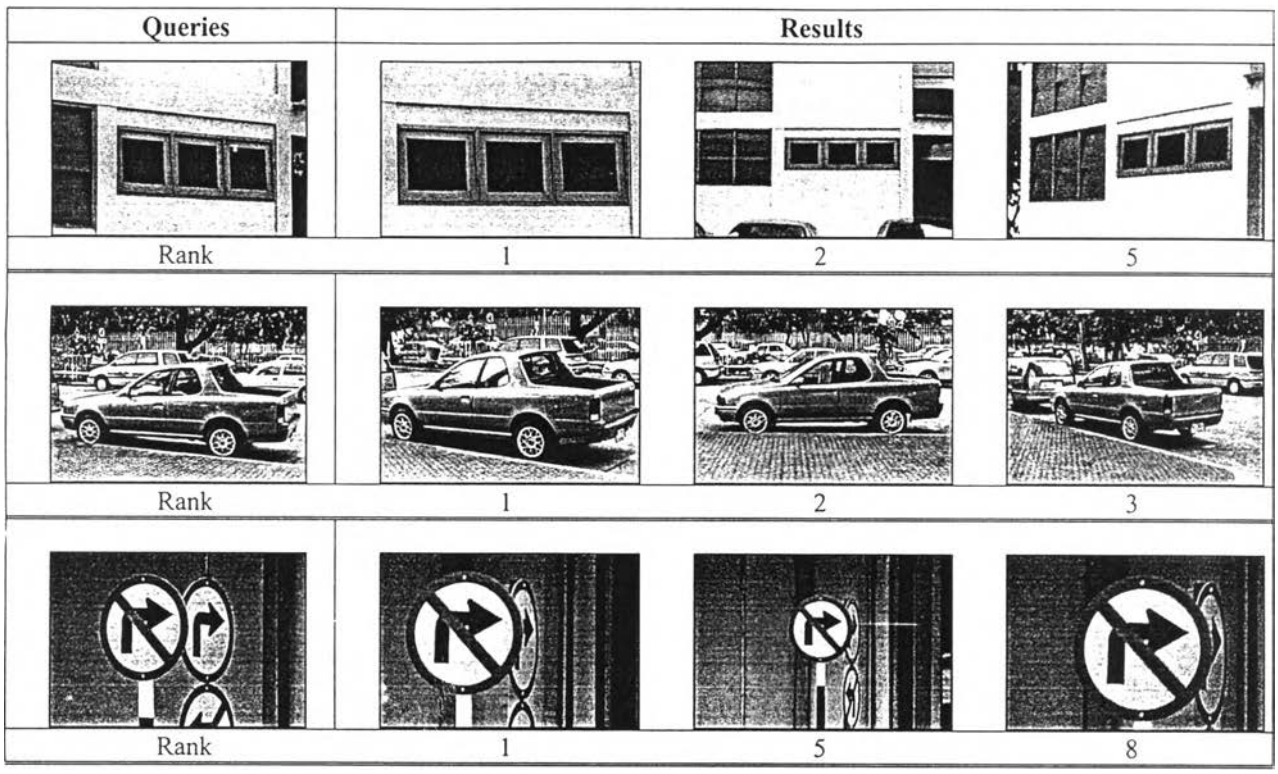

Fig. 2 Examples of query images and retrieved results.

[3] G. Pass, R. Zabih, and J. Miller, "Comparing Images using Color Coherence Vectors," 4th ACM Conference on Multimedia, Boston, 1996.

[4] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Image Indexing using Color Correlogram," IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 762-768, Puerto Rico, 1997.

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองค้นคืนภาพ

บทนี้เป็นการแสดงผลการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลภาพโดยใช้ภาพสอบถามเป็นบางส่วนของภาพที่ได้จากการทดลองในบทที่ 5 ซึ่งมีทั้งหมด 5 การทดลอง โดยแต่ละการทดลองมีผลการทดลองอยู่ในแผ่นซีดีที่แนบมา ดังต่อไปนี้

ข.1 ผลการทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพที่สร้างขึ้นและภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood

ผลการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม แสดงไว้ในรูปที่ ข.1.1 ถึง ข.1.54 ในแฟ้มข้อมูลชื่อ AppdixB1.pdf

ข.2 ผลการทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพที่สร้างขึ้นและภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Bilinear

ผลการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม แสดงไว้ในรูปที่ ข.2.1 ถึง ข.2.54 ในแฟ้มข้อมูลชื่อ AppdixB2.pdf

ข.3 ผลการทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพทั่วไปและภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood

ผลการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม แสดงไว้ในรูปที่ ข.3.1 ถึง ข.3.56 ในแฟ้มข้อมูลชื่อ AppdixB3.pdf

ข.4 ผลการทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพทั่วไปและภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Bilinear

ผลการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม แสดงไว้ในรูปที่ ข.4.1 ถึง ข.4.56 ในแฟ้มข้อมูลชื่อ AppdixB4.pdf

ข.5 ผลการทดลองค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการถ่ายวัตถุเดียวกันหลายครั้ง

ผลการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม แสดงไว้ในรูปที่ ข.5.1 ถึง ข.5.33 ในแฟ้มข้อมูลชื่อ AppdixB5.pdf

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชาตฉกรรจ์ ไพบูลย์สิริกุล เกิดวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลังจากนั้นได้เข้ามาศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542