

การกรองรูปภาพโดยใช้เทคนิคเรสโครไฮต์เบอร์**

Image Filtering using Raised Cosine-Blur**

ทรงพล นครเตรื่องศักดิ์*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

Songpol Nakateruangskul*

Faculty of Science and Technology, Southeast Bangkok College

บทคัดย่อ

การกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพในโดเมนตำแหน่ง เทคนิคเกาส์เซียนเบลอจะเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เพราะสามารถกรองสัญญาณรบกวนได้ดี แต่ต้องอาศัยการประมาณค่าและการคำนวณค่าเกาส์เซียนฟังก์ชันที่ซับซ้อน งานวิจัยนี้ต้องการเสนอเทคนิคใหม่ที่สามารถลดสัญญาณรบกวนภายในภาพได้เช่นเดียวกับเทคนิคเกาส์เซียนเบลอ แต่มีความซับซ้อนน้อยกว่าและสามารถคำนวณค่าต่างๆได้จากสมการที่กำหนด ซึ่งเรียกว่าเทคนิคเรสโครไฮต์เบอร์ โดยนำมาทดลองกรองสัญญาณรบกวนกับภาพ “Peppers.png” ที่เพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนระดับ 0.0062 เข้าไปในภาพ แล้วทำการสร้างเรสโครไฮต์มาร์สจากสมการเรสโครไฮต์แบบ 2 มิติ มาทำคอนโวลูชันกับภาพผลการทดลองพบว่าเทคนิคเรสโครไฮต์เบอร์ สามารถกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพได้ดีจึงสามารถนำมาใช้ทดแทนเทคนิคเกาส์เซียนเบลอได้

คำสำคัญ : การกรองสัญญาณภาพ เรสโครไฮต์เบอร์เรสโครไฮต์มาร์ส

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)

e-mail: Songpon_n@hotmail.com

**งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

Abstract

Gaussian-blur is widely used in many research in the area of Spatial Image Filtering. It is a good technique for noise filtering in image processing. However, it needs to be approximated and it has complicated calculation. This paper presents a novel technique for Image filtering. We called it "Raised Cosine-blur". It reduced complexity and calculated values of variable from specific equation. We have chosen "peppers.png" as an example image and added Gaussian noise level 0.0062 to image. Consequently, we created Raised Cosine Mask from two dimensional Raised Cosine and used it to convolute with image processing. Experimental results can show that the Raised Cosine blur gives the same with results as Gaussian-blur.

Keywords : Image Filtering, Raised Cosine Blur, Raised Cosine Mask

บทนำ

การเกิดสัญญาณรบกวนภายในภาพส่งผลให้เกิดการสูญเสียรายละเอียดบางส่วนของภาพไป และไม่สามารถนำภาพนั้นไปใช้งานได้ การกำจัดสิ่งรบกวนภายในภาพด้วยวิธีการกรองภาพ (Image Filtering) เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพรูปแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ เพื่อปรับปรุงภาพให้มีคุณภาพจนสามารถนำไปใช้งานได้ เทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ (Gaussian Blur) เป็นเทคนิคหนึ่งที่นักวิจัยจำนวนมากเลือกใช้เพื่อกำจัดสิ่งรบกวนนี้ เช่น Zhaoxue et al. (2008) วิธีการแบ่งส่วนของต้นแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคเกาส์เซียนเบอร์กับภาพแบบไบนารีและ Zhang et al. (2011) นำเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ไปปรับเปลี่ยนกระบวนการของวิธีแยกคุณลักษณะของเท็กซ์เจอร์โดยทำงานบนพื้นฐานของความแตกต่างระดับของสีเทาซึ่ง Bukhari et al. (2011) เสนอการวิเคราะห์การแยกบรรทัดของตัวอักษรในหนังสือ โดยใช้เทคนิคการกรองแบบเกาส์เซียนเบอร์ร่วมกับการตรวจจับสันนูนของขอบหนังสือซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีและ Chen et al. (1987) ได้นำเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์มาปรับปรุงใช้ร่วมกับเทคนิคลาปลาเซียนเพื่อสร้างมาร์สแล้วนำมาใช้ในการหาขอบของวัตถุในภาพ และ Gedvaite (2011) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ในการแบ่งและการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพแล้วหาค่าที่เหมาะสมไปใช้กับภาพทางการแพทย์ถึงแม้เทคนิคเกาส์เซียนเบอร์จะสามารถกรองสัญญาณรบกวนได้ดี จนถูกนำมาใช้ในงานวิจัยอย่างกว้างขวาง แต่ต้องใช้การสุ่มและการประมาณค่า (Approximation) รวมทั้งมีความซับซ้อนในการคำนวณค่าเอกซ์โพเนนเชียล ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพวิธีใหม่ที่มีวิธีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน และไม่ต้องอาศัยการประมาณค่า โดยสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ ได้จากสมการที่กำหนดเทคนิคนี้เรียกว่า เรสโคไรซ์เบอร์

ในการการวิจัยนี้ได้อธิบายวิธีการทดลองไว้ในส่วนที่ 2 และอธิบายพร้อมทั้งวิจารณ์ผลการทดลองไว้ในส่วนที่ 3 รวมทั้งสรุปผลการทดลองไว้ในส่วนที่ 4 ตามลำดับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพวิธีใหม่ที่มีวิธีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน และไม่ต้องการประมาณค่า โดยสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ ได้จากสมการที่กำหนด
2. เพื่อหาวิธีการกรองสัญญาณรบกวนที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าตัวกรองแบบเกาส์เซียนเบอร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มาร์ส (Mask) หมายถึง หน้ากาก หรือหน้าต่างย่อยที่ใช้เคลื่อนที่ไปตามพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพ ซึ่งภายในจะบรรจุค่าสัมประสิทธิ์การกรอง หรือค่าถ่วงน้ำหนักการกรองเอาไว้
2. คอนโวลูชัน (Convolution) หมายถึง เทคนิคในการกรองสัญญาณรบกวน โดยใช้มาร์สเคลื่อนที่ไปตามพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพเพื่อคำนวณหาผลคูณของค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าความเข้มแสงในตำแหน่งของภาพที่สัมพันธ์กับค่าถ่วงน้ำหนักภายในพื้นที่ที่มาร์สครอบคลุมอยู่

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

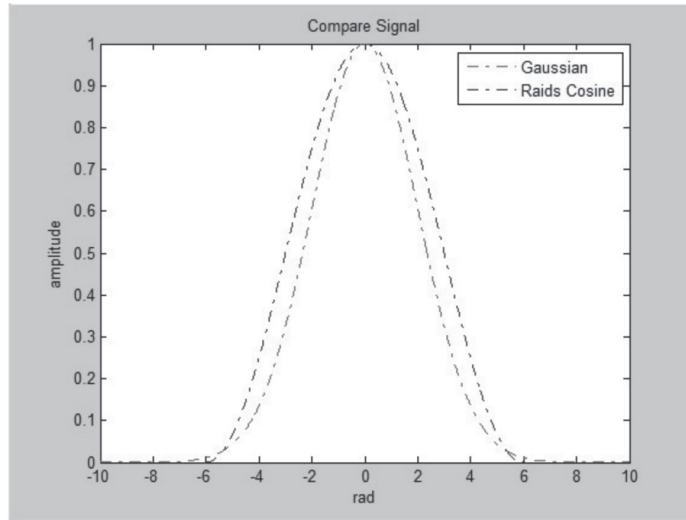
1. การเลือกเทคนิคการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพ

การทดลองนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคเรสโครไซด์เบอร์ในการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพ แทนเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ เพราะสามารถคำนวณค่าตอบจากสมการได้โดยตรง ไม่ต้องอาศัยการประมาณค่า (Approximation) เหมือนกับสัญญาณเกาส์เซียน โดยคำนวณได้จากสมการเรสโครไซด์ ดังต่อไปนี้

$$f(x) = \cos^2\left(\frac{\pi(t-t_n)}{4T}\right) \quad (1)$$

โดยที่ t_n เป็นเวลาหน่วงของสัญญาณเรสโครไซด์ และ $4T$ เป็นความกว้างของสัญญาณเรสโครไซด์

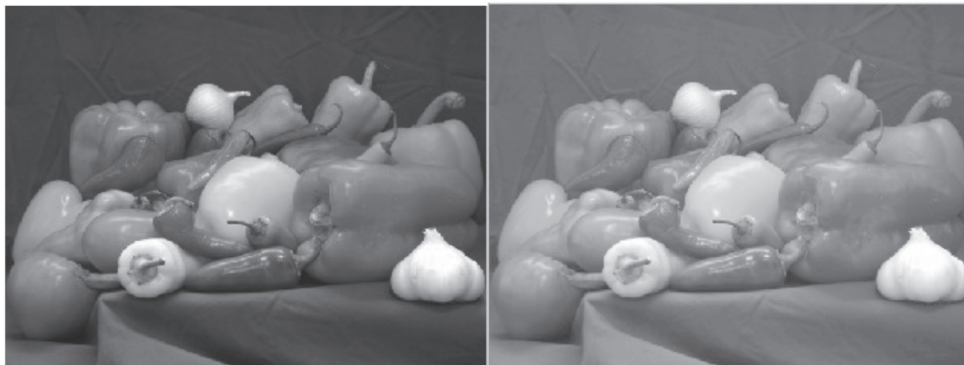
เมื่อนำสมการที่ 1 มาคำนวณและแสดงรูปร่างของสัญญาณเรสโครไซด์แบบ 1 มิติ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณเกาส์เซียนพบว่าสัญญาณทั้ง 2 ชนิดมีรูปร่างคล้ายคลึงกันและนำมาใช้แทนกันได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบรูปร่างสัญญาณระหว่างเกาส์เซียนและเรสโคไรซ์

2. การเลือกภาพ และการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปในภาพ

ภาพต้นฉบับที่นำมาใช้ในการทดลองผู้วิจัยเลือกใช้ “Pappers.png” ที่สามารถค้นหาได้ทั่วไปในอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นภาพที่นิยมนำมาใช้ทดลองในงานด้านการประมวลผลภาพ โดยนำมาเปลี่ยนโหมดสีเป็นภาพโทนสีเทา ดังภาพที่ 2

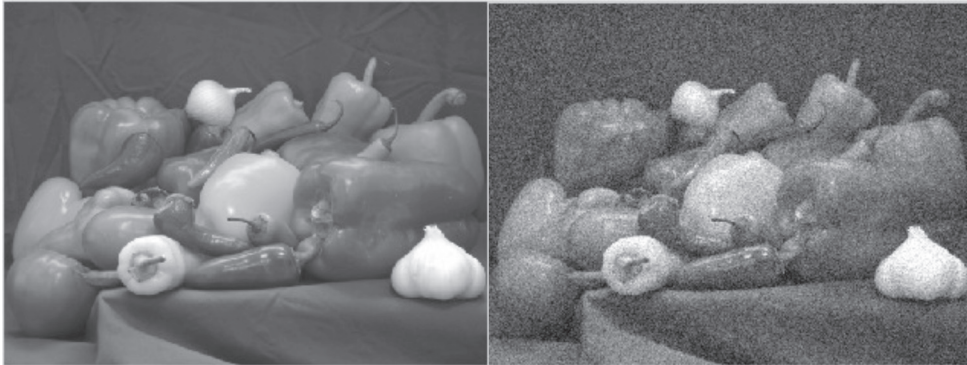


a)

b)

ภาพที่ 2 a) ภาพต้นฉบับ b) ภาพโทนสีเทา

นำภาพที่ 2b) ที่เปลี่ยนเป็นโทนสีเทาแล้วมาเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนเท่ากับ 0.0062 เพื่อเตรียมภาพสำหรับทดลองกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพต่อไป ดังภาพที่ 3



a)

b)

ภาพที่ 3 a) ภาพโทนสีเทา b) ภาพที่เพิ่มสัญญาณรบกวนแล้ว

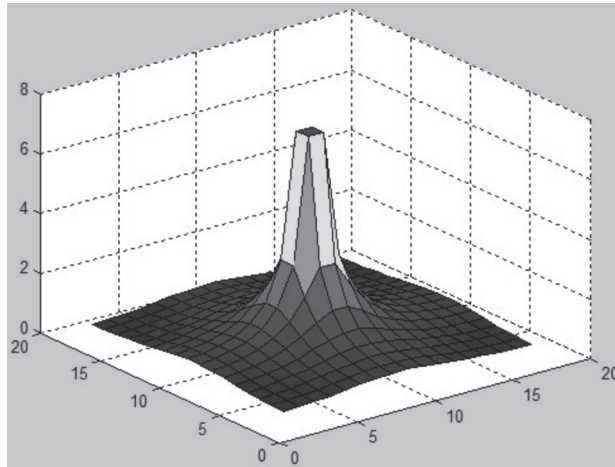
3. การสร้างเรสโครไซด์เบอร์มาร์ส

การกรองสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์มาร์สที่พัฒนาขึ้นนั้นผู้วิจัยเลือกใช้วิธีกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพในโดเมนตำแหน่ง (Spatial Image Filtering) ด้วยเทคนิคการประมวลผลด้วยหน้าต่างย่อย (Window Filtering Technique) แบบคอนโวลูชัน โดยการสร้างเรสโครไซด์มาร์ค (Raised Cosine Mask) สำหรับเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งของจุดพิกเซลในแกน x และแกน y ของภาพ แต่อย่างไรก็ดีภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพแบบ 2 มิติ ดังนั้นการสร้างเรสโครไซด์มาร์สจึงต้องเป็นแบบ 2 มิติด้วยซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$f(x, y) = A \cdot \frac{1}{\sqrt{\cos^2\left(\frac{\pi x}{l_x}\right) + \cos^2\left(\frac{\pi y}{l_y}\right)}} \quad (2)$$

โดยกำหนดให้	A	คือ แอมพลิจูด (Amplitude)
	x	คือ ตำแหน่งของจุดพิกเซลในแกน x
	y	คือ ตำแหน่งของจุดพิกเซลในแกน y
	l_x	คือ ระยะห่างของจุดพิกเซลในแกน x
	l_y	คือ ระยะห่างของจุดพิกเซลในแกน y

ขนาดของ Raised Cosine Mask ที่ใช้ในการทดลองผู้วิจัยกำหนดไว้ที่ขนาด 5x5 และทดลองสร้างตัวอย่างของ Raised Cosine Distribution จากสมการที่ 2 ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Raised Cosine Distribution

4. การกรองสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์

นำเรสโครไซด์มาร์สที่คำนวณได้มาคอนโวลูชันกับภาพ โดยเคลื่อนที่ไปตามพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพ โดยผลที่ตอบสนองต่อตัวมาร์สที่จุดพิกเซลใด ๆ คือผลคูณของค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความเข้มแสงในตำแหน่งที่สัมพันธ์กับค่าตัวถ่วงน้ำหนักภายในพื้นที่ของมาร์ส ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$g(x,y) = \sum_{s=1}^m \sum_{t=1}^n w(s,t)f(x-s,y-t) \quad (3)$$

โดยที่ $W(s,t)$ เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting factor)

5. การวัดประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์

นำภาพที่เพิ่มสัญญาณรบกวนตามภาพที่ 3 b) เข้าสู่กระบวนการกรองสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์ตามที่ได้ออกแบบไว้และภาพผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับเพื่อวัดคุณภาพของภาพที่ได้ โดยเปรียบเทียบจากค่า PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของรูปภาพดิจิตอลหลังผ่านการปรับปรุงแล้วกับภาพต้นฉบับ และถ้าค่า PSNR ที่ได้สูงจะแสดงให้เห็นถึงคุณภาพที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

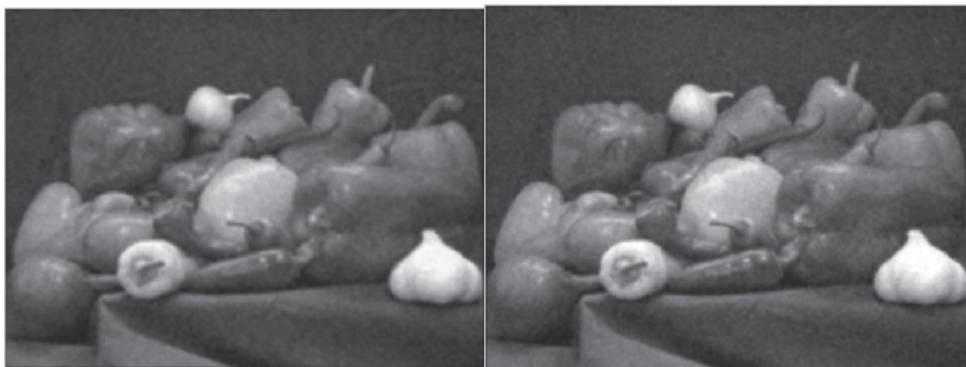
$$PSNR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{M^2}{MSE} \right) \quad (4)$$

$$MSE = \frac{1}{N} \|x - \hat{x}\| \quad (5)$$

- เมื่อ x คือ ข้อมูลภาพต้นฉบับ
 $\hat{x}$ คือ ข้อมูลภาพที่ได้กำจัดสัญญาณรบกวนแล้ว
 N คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมดของข้อมูลภาพ
 M คือ ค่าสูงสุดของขอบเขตข้อมูลสำหรับภาพขนาด 8 บิต

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

นำภาพที่เพิ่มสัญญาณรบกวนตามภาพที่ 3 b) เข้าสู่กระบวนการกรองสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิคเรสโครไฮต์เบอร์ตามที่ได้ออกแบบไว้มาผ่านกระบวนการวัดคุณภาพของภาพด้วย PSNR แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองด้วยเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ ดังภาพที่ 5



a)

b)

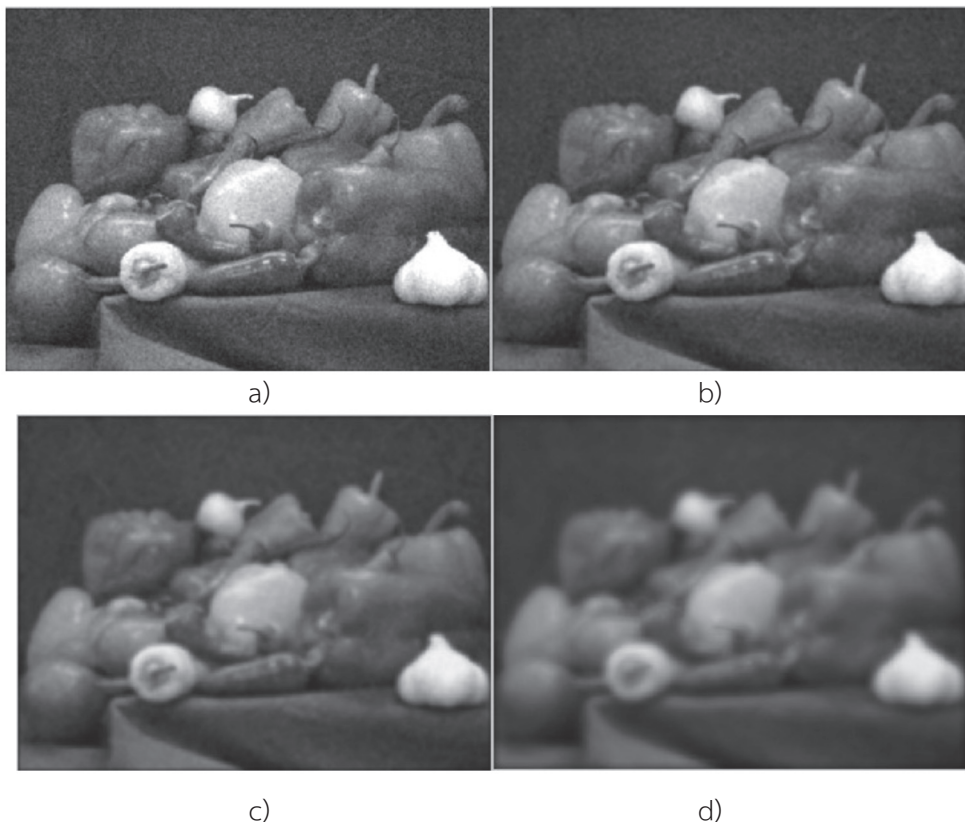
ภาพที่ 5 a) ภาพที่ผ่านการกรองด้วยเกาส์เซียนเบอร์ b) ภาพที่ผ่านการกรองด้วยเรสโครไฮต์เบอร์

PSNR = 30.6099 db

PSNR = 30.5899 db

จากภาพที่ 5 b) แสดงให้เห็นว่าเทคนิคเรสโครไฮต์เบอร์ สามารถลดสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนภายในภาพได้เช่นเดียวกับเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์โดยพิจารณาจากค่า PSNR ที่ใกล้เคียงกันมาก แต่ถ้าพิจารณาถึงรายละเอียดภายในภาพจะพบว่ายังคงมีสัญญาณรบกวนยังคงเหลืออยู่ ทั้งนี้มีผลมาจากการ

กำหนดขนาดของเรสโครไฮต์มาร์สที่ใช้ในการคอนโวลูชันกับภาพ ดังนั้นหากกำหนดขนาดของเรสโครไฮต์มาร์สที่มีขนาดแตกต่างกันก็จะส่งผลให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่แตกต่างกันด้วย ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 a) เรสโครไฮต์มาร์สขนาด 3x3
c) เรสโครไฮต์มาร์สขนาด 9x9

b) เรสโครไฮต์มาร์สขนาด 5x5
d) เรสโครไฮต์มาร์สขนาด 17x17

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าขนาดของเรสโครไฮต์มาร์สมีผลต่อการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพ คือถ้ากำหนดให้มาร์สมีขนาดใหญ่ก็จะช่วยลดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่ามาร์สที่มีขนาดเล็ก แต่ถ้าพิจารณาจากค่า PSNR ตามที่ปรากฏในตารางที่ 1 พบว่าการกรองสัญญาณรบกวนด้วยมาร์สขนาดใหญ่จะส่งผลให้คุณภาพของภาพลดลงเพราะทำให้สูญเสียรายละเอียดของภาพจากกระบวนการกรองภาพไป

ตารางที่ 1 การใช้เวลาในการกรองด้วยเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์

Mask Size	Amplitude	Time (s)	PSNR
3x3	0.16	0.03	25.2550
5x5	0.08	0.03	30.5899
9x9	0.04	0.03	28.9131
17x17	0.02	0.05	25.3310

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์ สามารถใช้แทนเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์ได้ เพราะคำนวณและสร้างมาร์สขนาดต่างๆ จากสมการเรสโครไซด์ที่กำหนดขึ้นได้ โดยที่ค่าของตัวแปรต่างๆ สามารถคำนวณได้จากกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน และสามารถกรองสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในภาพได้เทียบเท่ากับเทคนิคเกาส์เซียนเบอร์โดยพิจารณาจากค่า PSNR ที่ต่างกันเพียง 0.02 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกันมาก แสดงดังภาพที่ 5 แต่หากกำหนดขนาดของมาร์สให้ใหญ่ขึ้นจะพบว่าสามารถกรองสัญญาณรบกวนได้ดีขึ้นแต่ทำให้สูญเสียรายละเอียดของภาพมาก ดังนั้นการนำมาร์สไปใช้ในการกรองภาพต้องกำหนดขนาดที่เหมาะสมในงานวิจัยครั้งต่อไปจะนำเทคนิคเรสโครไซด์เบอร์มาปรับปรุงงานด้านการประมวลผลภาพในฟังก์ชันอื่น ๆ เช่น การหาขอบของภาพ การปรับความคมชัดของภาพ เป็นต้น

References

- Bukhari, S. S., Shafait, F., & Breuel, T. M. (2011). Text-Line Extraction using a Convolution of Istropic Gaussian Filter with a Set of Line Filters. *IEEE*, 579-583.
- Chen, J. S., Huertas, A., & Medioni, G. (1987). Fast Convolution with Laplacian-Of-Gaussian Masks, *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, 9(4), 584-590.
- Gedraite, E. S., & Hadad M. (2011). Investigation on the Effect of a Gaussian Blur in Image Filtering and Segmentation. in *Int. Conf. on Symposium ELMAR-2011, Zadar, Croatia*, 393-396

- Zhang, R., Qian X., & Ye, D. (2011). A Modified Gray-Level Difference Algorithm for Analysing Gaussian Blurred Texture Images. *IEEE*, 833-837.
- Zhaoxue, C., Shengdong, N., Lijun, Q., Zeng, C., & Jianrong, X. (2008). Automatic Liver Segmentation Method Based on a Gaussian Blurring Technique for CT Images. *IEEE*, 2516-2518.

ผู้เขียน

อาจารย์ทรงพล นกเรศเรืองศักดิ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

298 ถนนสรรพาวุธ บางนา กรุงเทพฯ 10260

e-mail: Songpon_n@hotmail.com