



การลดสัญญาณรบกวนในภาพ

สองมิติโดยการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวราบและตั้ง

Noise Reduction in a 2D Image by using Horizontal and Vertical Decomposition



นายกิตติชัย ดำรงสันติพิทักษ์ รหัส 44370039

นายสรายุทธ ศิริเจริญสมบัติ รหัส 44370443

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน..... 15004378.....
เลขเรียกหนังสือ..... 21.....
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
2548

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์


ปีการศึกษา 2548




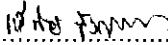
ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ	การลดสัญญาณรบกวนในภาพ สวมมิติโดย การแยกองค์ประกอบภาพตามแนวราบและตั้ง	
ผู้เสนอโครงการ	นายกิตติรัช ดำรงสันติพิทักษ์ รหัส 44370039	
	นายสรายุทธ ศิริเจริญสมบัติ รหัส 44370443	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ	แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2548	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะกรรมการสอบ โครงการวิศวกรรม


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พนมขวัญ รัชะมงคล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ แสงชัย มังกรทอง)

หัวข้อโครงการ	การลดสัญญาณรบกวนในภาพ สองมิติ โดยการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวราบและตั้ง		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายกิตติรัช	ดำรงสันติพิทักษ์	รหัส 44370039
	นายสรายุทธ	ศิริเจริญสมบัติ	รหัส 44370443
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มเม่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2548		

.....

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้นำเสนอวิธีการลดสัญญาณรบกวนในภาพด้วยการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวราบและตั้ง เริ่มต้นด้วยนำรูปภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาเข้ากระบวนการแอลดีทีด้วยการกรองสัญญาณที่ละแถวตามแนวราบและแนวตั้ง ต่อมานำรูปภาพที่ได้มาผ่านกระบวนการลดภาพรบกวนด้วยวิธีการสัญญาณรบกวนแบบละมุน หลังจากนั้นทำการแปลงกลับแอลดีที

จากผลการทดสอบอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในภาพสามลักษณะ พบว่าค่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในภาพทั้งสามภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.106% ในรูปแบบ PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

Project Title Noise Reduction in a 2D Image by using Horizontal and Vertical Decomposition

Name Mr. Kittithat Domrongsuntipitak ID.44370039
Mr. Sarayut Sirisombutjareun ID.44370443

Project Advisor Assistant Proferssor Suchart yammen , Ph.D

Major Computer Engineering

Department Electrical and Computer Engineering

Academic Year 2005

.....

ABSTRACT

This project presents a method to decrease noise by using LDT (Linear Decomposition Transform). Firstly, apply a noisy image into horizontal and vertical LDT process , respectively. Then use obtained image to a soft threshold operator and the inverse of LDT.

According to the result obtained from the noise reduction algorithm in the three tested images, it has been found that the efficiency of the algorithm increases 1.106 % in term of PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับการให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ พร้อมกับขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แยมเม่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความดูแลเอาใจใส่ให้คำแนะนำในการทำงานเป็นอย่างดีและคณะกรรมการสอบทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่า ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ตลอดมา ตลอดจนเพื่อนทุกคนที่ได้ให้กำลังใจในการทำโครงการนี้ตลอดมา

นายกิตติรัช

ดำรงสันติพิทักษ์

นายสรายุทธ

ศิริเจริญสมบัติ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย (Thai Abstract).....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (English Abstract).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาแล้วความสำคัญของ โครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบข่ายโครงการ.....	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี แอลดีที ที่เกี่ยวกับการลดสัญญาณรบกวนภาพ	
2.1 แนวคิดการแปลงรูปแอลดีที.....	3
2.2 พื้นฐานการแปลงรูปแอลดีที.....	4
2.3 การเลือกค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา.....	5
2.4 การแปลงกลับแอลดีที.....	7
2.5 พื้นฐานของการแปลงรูปแอลดีทีสำหรับ 2 มิติ.....	9
2.6 ส่วนกลับของการแปลงรูปแอลดีทีสำหรับภาพสองมิติ.....	10
2.7 การหาค่าความผิดพลาด.....	11
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 ออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม.....	13

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนในภาพและผลการทดลอง.....	18
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	29
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุป.....	30
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
ประวัติผู้เขียนโครงการ.....	32

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผังการปฏิบัติงาน.....	2
4.1 ค่าประสิทธิภาพของภาพที่ถูกลดสัญญาณรบกวน โดยใช้วิธีแอดคทีฟ.....	2

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พื้นฐานการแปลงรูปแเอลดีที่.....	5
2.2 การแปลงรูปกลับแเอลดีที่.....	8
2.3 พื้นฐานการแยกองค์ประกอบภาพ โดยใช้วิธีแเอลดีที่ตามแนวนอน.....	9
2.4 พื้นฐานการแยกองค์ประกอบภาพ โดยใช้วิธีแเอลดีที่.....	10
3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม.....	14
3.2 แผนภาพของโปรแกรมลดสัญญาณรบกวนในภาพ 2 มิติโดยใช้ทฤษฎีแเอลดีที่ 1 มิติ.....	15
3.3 แผนภาพการแยกองค์ประกอบด้วยวิธี แเอลดีที่ แบบ 2 มิติ.....	16
3.4 แผนภาพการแปลงกลับของวิธี แเอลดีที่ แบบ 2 มิติ.....	17
4.1 แสดงภาพต้นฉบับ นีโม ขนาด 64x64 พิกเซล.....	18
4.2 แสดงภาพต้นฉบับ ลีน่า ขนาด 128x128 พิกเซล.....	18
4.3 แสดงภาพต้นฉบับ ช่างกล้อง ขนาด 256x256 พิกเซล.....	18
4.4 แผนภาพแสดงวิธีการสร้างภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาทดลอง.....	19
4.5 ภาพที่ผ่านขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวนอน โดยใช้แเอลดีที่ 1 มิติ.....	20
4.6 ภาพที่ผ่านขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวตั้ง โดยใช้แเอลดีที่ 1 มิติ ได้ภาพย่อย C(m,n).....	21
4.7 ภาพที่ผ่านขั้นตอนการแปลงกลับภาพตามแนวตั้ง โดยใช้แเอลดีที่ 1 มิติ.....	23
4.8 ภาพที่ผ่านขั้นตอนการแปลงกลับภาพตามแนวนอน โดยใช้แเอลดีที่ 1 มิติ.....	24
4.9 แสดงผลภาพการทดลองภาพนีโม.....	25
4.10 แสดงผลภาพการทดลองภาพลีน่า.....	26
4.11 แสดงผลภาพการทดลองภาพช่างกล้อง.....	27
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า PSNR กับ ความแปรปรวนของภาพทั้ง 3 ลักษณะ.....	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

กระแสของภาพดิจิทัลกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในปัจจุบันด้วยข้อดีหลายประการ เช่น เก็บรักษาได้ง่ายคงทน ลดจำนวนรูปเสียลงได้ดัดแปลงข้อมูลได้ง่ายนอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถแก้ไข ตกแต่งภาพได้ง่ายด้วยซอฟต์แวร์ทำให้ภาพเหล่านี้นำไปใช้ได้กับคอมพิวเตอร์และมีผู้นำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ภาพถ่ายทางดาวเทียม ภาพถ่ายเอ็กซเรย์ ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็ก

แต่ในสัญญาณภาพดิจิทัลอาจมีสิ่งแปลกปลอมที่เราไม่ต้องการเกิดขึ้นมา ในภาพของเรา ซึ่งเราจะเรียกว่า สัญญาณรบกวนในภาพ ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุได้หลายประการเช่น ฟุ้งติดที่เลนส์ หน้ากล้อง ตัวรับแสงของกล้องทำงานผิดพลาด การถ่ายภาพที่มีแสงน้อย เช่น ถ่ายภาพในเวลา กลางคืน ฯลฯ

ทางผู้จัดทำได้เห็นถึงความสำคัญของการเกิดสัญญาณรบกวนในภาพดิจิทัล และมีความสนใจด้าน การเขียนโปรแกรมจึงมีความคิดที่จะจัดทำซอฟต์แวร์ในการจัดการปัญหาในภาพเหล่านี้ บนวินโดวส์โดยใช้วิธีการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวราบและแนวตั้งเพื่อแยกสัญญาณรบกวนออกมาให้เหลือแต่ภาพที่ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.21 เพื่อนำความรู้เกี่ยวกับ แอลดีที (Linear Decomposition Transform) มาใช้กับการลดสัญญาณรบกวนภาพดิจิทัล
- 1.22 พัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวกับการลดสัญญาณรบกวนในภาพดิจิทัล

1.3 ขอบข่ายโครงการ

- 1.3.1 ใช้โปรแกรมเมท랩ในการลดสัญญาณรบกวนในภาพดิจิทัล
- 1.3.2 การเขียนโปรแกรมและทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องและนำโปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขในการลดสัญญาณรบกวนให้ออกมาได้มากที่สุด โดยภาพที่ได้รับไม่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

ตาราง 1.1 ผังการปฏิบัติงาน

กิจกรรม	เดือน-ปี						
	มี.ค.47	เม.ษ.47	พ.ค.47	มิ.ย.47	ก.ค.47	ส.ค.47	ก.ย.47
1. ศึกษาหลักการทฤษฎี	←→						
2 สร้างอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวน		←→					
3 พัฒนาโปรแกรมในการลดสัญญาณรบกวน		←→					
4 สรุป					←→		
5 จัดทำรูปเล่ม						←→	

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 มีทักษะในการเขียนโปรแกรมแมทแลปเพิ่มขึ้น
- 1.5.2 มีความรู้ในส่วนประกอบต่างๆ ของภาพ ดิจิตอล และทฤษฎีแวลคิตีต่างๆ เกี่ยวกับลดสัญญาณรบกวนของภาพ

1.6 งบประมาณที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน

ค่ากระดาษรายงาน 1000 บาท

บทที่ 2

ทฤษฎี LDT ที่เกี่ยวกับการลดสัญญาณรบกวนภาพ

2.1 แนวคิดการแปลงรูปแวลต์ (Linear Decomposition Transform)

กระบวนการเวฟเล็ต (Wavelet) เป็นกระบวนการที่สำคัญในการจัดการกับสัญญาณที่ทำให้การส่งสัญญาณนั้นมีความคมชัด โดยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเวฟเล็ต จะถูกจำแนกสัญญาณไปเป็น linear combination ของผลรวมเชิงเส้นสัญญาณพื้นฐาน (Bases signals) กับค่าสัมประสิทธิ์ที่มีลักษณะเฉพาะในการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น การลดสัญญาณรบกวน การบีบอัดข้อมูล และการตรวจจับสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงฉับพลัน เป็นต้น

ในระดับหนึ่งของการแปลงรูปแวลต์ จะเริ่มต้นด้วยการแยกสัญญาณนำเข้าออกเป็น 2 ชุด สัญญาณย่อยที่มีความยาวของแต่ละชุดสัญญาณย่อยเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวสัญญาณนำเข้า สัญญาณชุดแรกมาจากสัญญาณนำเข้าที่มีเวลาเป็นเลขคู่และผ่านตัวกรองความถี่ต่ำที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาทำให้ได้สัญญาณแบบหยาบ (Coarse signal) ชุดแรกนี้บรรจุข้อมูลเฉพาะความถี่ต่ำ ในขณะที่สัญญาณชุดสองมาจากสัญญาณนำเข้าที่มีเวลาเป็นเลขคี่และผ่านตัวกรองความถี่สูงที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาทำให้ได้สัญญาณแบบละเอียด (Detail signal) ชุดสองนี้บรรจุข้อมูลเฉพาะความถี่สูง โดยทั่วไปตัวกรองสัญญาณที่ใช้มีความยาวที่แน่ชัดและรวมไปถึงฮาร์เวฟเล็ต (Haar wavelet) เม็กซิกันแฮทเวฟเล็ต (Mexican hat wavelet) และคอปป์เชคเวฟเล็ต (Daubechies wavelet) ขั้นตอนการแปลงรูปแวลต์ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสถานะการวิเคราะห์ (Analysis stage) ในการแปลงรูปแวลต์จะต้องเลือกตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำและตัวกรองสัญญาณความถี่สูงที่ทำให้ขบวนการแยกองค์ประกอบสัญญาณมีอินเวอร์ส (Invertible decomposition process) กล่าวคือ สัญญาณนำเข้าสามารถนำกลับคืนดั้งเดิมมาได้จากสัญญาณแบบหยาบและสัญญาณแบบละเอียด ขบวนการนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสถานะสังเคราะห์ (Synthesis stage)

การแปลงรูปแวลต์ (Linear Decomposition) กับสัญญาณ 1 มิติ โดยทั่วไปการแปลงรูปแวลต์ที่มีคุณลักษณะสมบัติแตกต่างจากการแปลงรูปแวลต์ในสามประการดังต่อไปนี้คือ

- การแปลงรูปแวลต์ (LDT) จะใช้ตัวกรองสัญญาณที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาเพียงตัวเดียว
- ตัวกรองสัญญาณที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาของการแปลงรูปแวลต์ จะปรับเปลี่ยนตามสัญญาณนำเข้า จึงทำให้ศักยภาพการแปลงรูปแวลต์ที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการแปลงรูปแวลต์ในแง่ของการประยุกต์ใช้งานด้านการบีบอัดข้อมูลและการลดสัญญาณรบกวน [1]

- ค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณจะถูกเลือกมาจากการใช้เกณฑ์ค่าสุดของขนาดแอลพีนอร์ม (l_p norm criterion)

2.2 พื้นฐานของการแปลงรูปแอลดีที

กำหนดให้ $x(n)$ เป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete signal) ที่มี $x(n) = 0$ สำหรับ $n < 0$ และสัญญาณนำเข้าที่จะถูกแปลงรูปแอลดีทีที่มีค่าเป็น

$$\{x(0), x(1), x(2), \dots, x(N-1)\} \quad (2-1)$$

ในที่นี้ N เป็นจำนวนเต็มคู่สมมติว่าสัญญาณนำเข้าในสมการ (2-1) ประกอบด้วยผลรวมของสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มข้อมูลแบบช้า (Long term trend) $\{c(n)\}$ และสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มข้อมูลแบบชั่วคราว (Short term trend) $\{d(n)\}$ โดยที่แต่ละสัญญาณมีจำนวนข้อมูล $N/2$ การแปลงรูปแอลดีทีของ $x(n)$ ถูกกำหนดนิยามดังแสดงไว้ในรูป 2.1 ได้ว่า

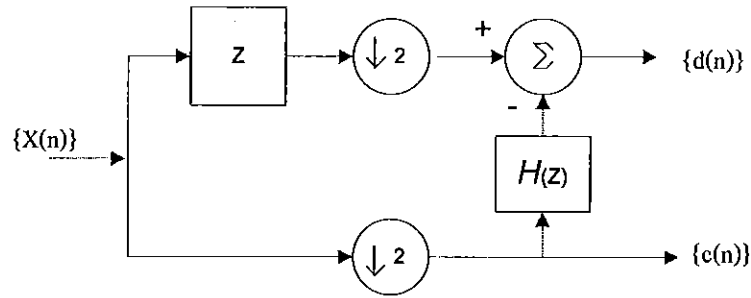
$$(\{c(n)\}, \{d(n)\}) = T(\{x(n)\}) \quad (2-2)$$

โดยที่ข้อมูลสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มข้อมูลแบบช้าซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบลงด้วยสองช่วงเวลามีค่าเป็น

$$c(n) = x(2n) \text{ สำหรับ } n = 0, 1, \dots, (N/2) - 1 \quad (2-3)$$

และข้อมูลสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มข้อมูลแบบชั่วคราวซึ่งได้มาจากการหาผลต่างของข้อมูลระหว่างการสุ่มตัวอย่างแบบลงด้วยสองช่วงเวลาของข้อมูลนำเข้ากับค่าประมาณการของข้อมูลดังกล่าว มีค่าเป็น

$$d(n) = x(2n+1) - \sum_{k=-q}^{q-1} h[k]c[n-k] \text{ สำหรับ } n = 0, 1, \dots, (N/2)-1 \quad (2-4)$$



รูปที่ 2.1 พื้นฐานการแปลงรูปแอลดีที

คุณลักษณะของสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มนำข้อมูลแบบชั่วคราว $\{d(n)\}$ จะถูกกำหนดโดยการเลือกค่าพารามิเตอร์ $\{h(k)\}$ จำนวน $2q$ ตัวของตัวกรองสัญญาณดังแสดงไว้ในสมการ (2-4) จากรูป 2.1 เราพบว่าค่าของพารามิเตอร์ $\{h(k)\}$ สามารถถูกเขียนให้อยู่ในรูปแบบการแปลงรูปแซด (Z-Transform) ได้ ดังนี้คือ

$$H(z) = \sum_{k=-q}^{q-1} h(k)z^k \quad (2-5)$$

ในความสนใจของผู้ทำการทดลอง จะเลือกค่าจำนวนพารามิเตอร์ $2q$ ตัวที่มีจำนวนค่อนข้างน้อยกว่าจำนวนข้อมูลสัญญาณนำเข้ามาก นั่นคือ $q < N$ และ q เป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อย

2.3 การเลือกค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณแบบไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลดสัญญาณรบกวน จะเลือกค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณ $\{h(k)\}$ ที่ทำให้ขนาดแอลทีนอร์ม (l_p Norm) สัญญาณที่พฤติกรรมแนวโน้มนำข้อมูลแบบชั่วคราว $\{d(n)\}$ ดังแสดงไว้ในสมการ (2-4) มีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ

$$\begin{aligned} \min_{h(k) \in \mathbb{R}} [f(h(-q), \dots, h(q-1))] &= \min_{h(k) \in \mathbb{R}} \left(\sum_{n=0}^{(N/2)-1} \left| x(2n+1) - \sum_{k=-q}^{q-1} h(k)x(2n-2k) \right|^p \right)^{1/p} \\ &= f(h^0(-q), \dots, h^0(q-1)) \end{aligned} \quad (2-6)$$

ในการนี้จะทดลองเฉพาะกรณีคือ $p=2$ และคำตอบค่าพารามิเตอร์ที่ถูกเลือก $h^0(-q), \dots, h^0(q-1)$ ได้มาจากวิธี Perturbation

จากสมการ (2-4) สามารถแก้สมการให้อยู่ในรูปทั่วไปเพื่อสะดวกในการคำนวณหาค่าตัวกรองสัญญาณ (h^0) ซึ่งสมการดังกล่าวสามารถแจกแจงได้ดังนี้

ให้จำนวน $n=0,1,2,\dots,(\frac{N}{2}-1)$

$$n=0 ; \quad d(0) = x[0+1] - \sum_{k=-q}^{q-1} h[k]c[0-k]$$

$$= x[1] - \{ h[-q]c[q] + \dots + h[q-1]c[-(q-1)] \}$$

$$n=1 ; \quad d(1) = x[3] - \{ h[-q]c[1+q] + \dots + h[q-1]c[1-(q-1)] \}$$

$$n=2 ; \quad d(2) = x[5] - \{ h[-q]c[2+q] + \dots + h[q-1]c[2-(q-1)] \}$$

$$n=(\frac{N}{2})-1 ; \quad d(n) = x[2(\frac{N}{2}-1)+1] - \{ h[-q]c[(\frac{N}{2}-1)+q] + \dots + h[q-1]c[(\frac{N}{2}-1)-(q-1)] \}$$

ซึ่งเราสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ทั่วไปได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} d[0] \\ d[1] \\ d[2] \\ \vdots \\ d[(\frac{N}{2})-1] \end{bmatrix}_{(\frac{N}{2}) \times 1} = \begin{bmatrix} x[1] \\ x[3] \\ x[5] \\ \vdots \\ x[2(\frac{N}{2}-1)+1] \end{bmatrix}_{(\frac{N}{2}) \times 1} - \begin{bmatrix} h[-q]c[q]+h[-q+1]c[q-1]+\dots+h[q-1]c[-q+1] \\ h[-q]c[1+q]+h[-q+1]c[1+q-1]+\dots+h[q-1]c[1-q+1] \\ h[-q]c[2+q]+h[-q+1]c[2+q-1]+\dots+h[q-1]c[2-q+1] \\ \vdots \\ h[-q]c[(\frac{N}{2}-1)+q]+h[-q+1]c[(\frac{N}{2}-1)+q-1]+\dots+h[q-1]c[(\frac{N}{2}-1)-(q-1)] \end{bmatrix}_{(\frac{N}{2}) \times q}$$

$$= \begin{bmatrix} x[1] \\ x[3] \\ x[5] \\ \vdots \\ x[2n+1] \end{bmatrix}_{(\frac{N}{2}) \times 1} - \begin{bmatrix} c[q] & c[q-1] & \dots & c[-q+1] \\ c[1+q] & c[1+q-1] & \dots & c[1-q+1] \\ c[2+q] & c[2+q-1] & \dots & c[2-q+1] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c[(\frac{N}{2}-1)+q] & c[(\frac{N}{2}-1)+q-1] & \dots & c[(\frac{N}{2}-1)+q] \end{bmatrix}_{\frac{N}{2} \times q} \begin{bmatrix} h[-q] \\ h[-q+1] \\ h[-q+2] \\ \vdots \\ h[q-1] \end{bmatrix}_{q \times 1}$$

$$\underline{d} = \underline{y} - \underline{A} \underline{h}$$

จะได้

$$\underline{d} = \begin{bmatrix} d[0] \\ d[1] \\ d[2] \\ \vdots \\ \vdots \\ d[\frac{N}{2}-1] \end{bmatrix}, \quad \underline{y} = \begin{bmatrix} x[1] \\ x[3] \\ x[5] \\ \vdots \\ \vdots \\ x[2(\frac{N}{2}-1)+1] \end{bmatrix}$$

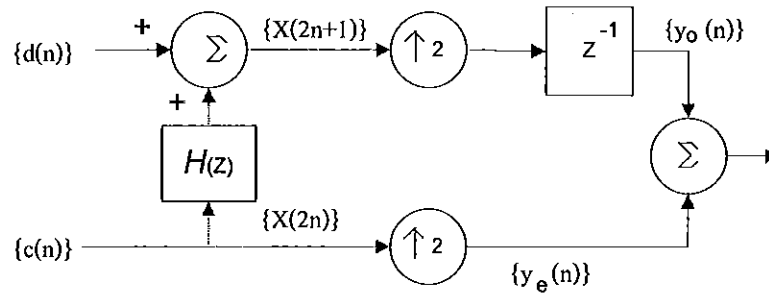
$$A = \begin{bmatrix} d[q] & d[q-1] & \dots & d[-q+1] \\ d[1+q] & d[1+q-1] & \dots & d[1-q+1] \\ d[2+q] & d[2+q-1] & \dots & d[2-q+1] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d[\frac{N}{2}-1+q] & d[\frac{N}{2}-1+q-1] & \dots & d[\frac{N}{2}-1-q+1] \end{bmatrix}, \quad \underline{h} = \begin{bmatrix} h[-q] \\ h[-q+1] \\ h[-q+2] \\ \vdots \\ \vdots \\ h[q-1] \end{bmatrix}$$

ในการหาค่าเหมาะสมของตัวกรองสัญญาณ จะดำเนินการโดยเลือกค่า \underline{h} ที่มีเงื่อนไขค่า $\underline{d}^T \underline{d}$ น้อยที่สุด ซึ่งจะนำค่าตัวแปรเหล่านี้แทนค่าลงในสมการ ทำให้ได้ค่าคำตอบพารามิเตอร์ของตัวกรอง คือ $\underline{h}^0 = (A^T A)^{-1} A^T y$ ในกรณีที่ดีเทอร์มิแนนท์ $A^T A$ ไม่เป็นศูนย์แต่ถ้าดีเทอร์มิแนนท์ $A^T A$ มีค่าเท่ากับศูนย์แล้วคำตอบ $\underline{h}^0 = \text{pinv}(A) y$ โดยที่ $\text{pinv}(A)$ คือ ซูโดอินเวอร์สเทียม [1]

2.4 การแปลงรูปกลับแอลดีที

สัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มนำข้อมูลแบบซ้ำ $\{c(n)\}$ และสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มนำข้อมูลแบบชั่วคราว $\{d(n)\}$ สามารถนำมาผ่านส่วนกลับของการแปลงรูปแอลดีทีเพื่อให้ได้สัญญาณนำเข้า $\{x(n)\}$ ซึ่งส่วนกลับของการแปลงรูปแอลดีทีดังแสดงไว้รูป 2.2 ถูกนิยามได้ว่า

$$\{x(n)\} = T^{-1}(\{c(n)\}, \{d(n)\}) \quad (2-7)$$



รูป 2.2 การแปลงรูปกลับแอลดีที

จากรูป 2.2 เมื่อข้อมูลสัญญาณที่มีพฤติกรรมแนวโน้มนำข้อมูลแบบซ้ำ $c(n)$ ผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบขึ้นด้วยสองช่วงเวลาจะได้ค่าผลลัพธ์ข้อมูลสัญญาณ $y_e(n)$ ที่มีค่าเป็น

$$y_e(n) = \begin{cases} c(n/2), n = 0, 2, 4, \dots, (N/2) \\ 0, n = 1, 3, 5, \dots, (N/2) - 1 \end{cases} \quad (2-8)$$

นำค่าข้อมูล $c(n)$ ในสมการ (2-3) แทนลงในสมการ (2-8) จะได้ว่า

$$y_e(n) = \begin{cases} x(n), n = 0, 2, 4, \dots, (N/2) \\ 0, n = 1, 3, 5, \dots, (N/2) - 1 \end{cases} \quad (2-9)$$

จากสมการ (2-3) และ (2-4) จะได้ข้อมูลสัญญาณนำเข้าสำหรับช่วงเวลาเลขคี่กลับคืนมาดังแสดงไว้ในรูป 2.2 ที่มีค่าเป็น

$$x(2n-1) = d(n) + \sum_{k=-q}^{q-1} h[k]c[n-k] \text{ สำหรับ } n = 0, 1, \dots, (N/2-1) \quad (2-10)$$

ต่อจากนั้นนำข้อมูลสัญญาณนี้ผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบขึ้นด้วยสองช่วงเวลาและเลื่อนช่วงเวลาไปทางซ้ายหนึ่งหน่วยจะได้ข้อมูลสัญญาณ $y_0(n)$ ดังนี้คือ

$$y_0(n) = \begin{cases} 0, n = 0, 2, 4, \dots, (N/2) \\ x(n), n = 1, 3, 5, \dots, (N/2) - 1 \end{cases} \quad (2-11)$$

โดยใช้ผลรวมกันสมการ (2-9) และ (2-11) จะได้สัญญาณนำเข้ากลับคืนมาเป็น

$$y_o(n) + y_e(n) = x(n) \quad (2-12)$$

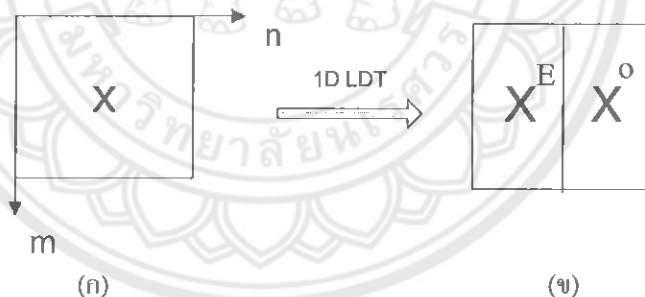
2.5 พื้นฐานของการแปลงรูปแอลดีทีสำหรับ 2 มิติ

กำหนดให้ $X(m, n)$ เป็นข้อมูลภาพ 2 มิติขนาด $M \times N$ ที่มี M และ N เป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ $X(m, n)$ สำหรับ $m < 0$ และ $n < 0$ การแปลงรูปแอลดีทีที่ภาพ 2 มิติที่นำเสนอประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ เริ่มด้วยการแปลงรูปแอลดีทีในแต่ละแถวของภาพ X จะได้ผลลัพธ์ 2 ภาพย่อย X^E และ X^O ดังแสดงไว้ในรูป 2.3 (ก) ที่มีค่าข้อมูลภาพทั้งสองเป็น

$$X^E(m, n) = X(m, 2n) \quad (2-13)$$

และ

$$X^O(m, n) = X(m, 2n+1) - \sum_{k=-q}^{q-1} h_h(k) X(m, 2n-2k) \quad (2-14)$$



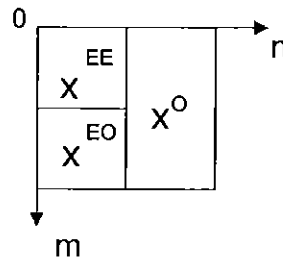
รูป 2.3 พื้นฐานการแยกองค์ประกอบภาพโดยใช้วิธีแอลดีทีตามแนวนอน

ต่อจากนั้นทำการแปลงรูปแอลดีทีในแต่ละหลักของภาพ X^E ที่ได้จากขั้นตอนแรก จะพบว่าการแยกองค์ประกอบของภาพออกเป็น 3 ภาพย่อยดังแสดงไว้ในรูป 2.4 มีค่าข้อมูลภาพย่อย X^{EE} และ X^{EO} มีค่าเป็น

$$X^{EE}(m, n) = X(2m, 2n) \quad (2-15)$$

และ

$$X^{EO}(m, n) = X(2m+1, 2n) - \sum_{k=-q}^{q-1} h_v(k) X(2m-2k, 2n) \quad (2-16)$$



รูป 2.4 พื้นฐานการแยกองค์ประกอบภาพโดยใช้วิธีแอลดีที

ถ้ากำหนดให้ $T_{2D}(\bullet)$ เป็นสัญญาณการแปลงแอลดีทีสำหรับภาพ 2 มิติ X แล้วจะพบว่าการแปลงรูปแอลดีทีสำหรับภาพ 2 มิติมีค่าเป็น

$$[X^{EE}, X^{EO}, X^O] = T_{2D}(X) \quad (2-17)$$

โดยข้อมูลภาพย่อย X^{EE} และ X^{EO} สามารถหาได้จากสมการ (2-15) และ (2-16) ตามลำดับ ส่วนข้อมูลย่อย X^O ถูกกำหนดได้ตามความสัมพันธ์ดังสมการ (2-14) เมื่อนำข้อมูลภาพย่อยทั้งสามมาต่อกันดังแสดงไว้ในรูป 2.4 จะเห็นได้ว่าภาพย่อย X^{EE} แสดงถึงข้อมูลภาพ X ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบลงคีย์สองช่วงเวลาเท่านั้น สำหรับภาพย่อย X^O และ X^{EO} ได้มาจากการประมาณค่าซึ่งผ่านตัวกรองสัญญาณ 1 มิติ $\{h_h(k)\}$ และ $\{h_v(k)\}$ ตามลำดับการเลือกพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณทั้งสองใช้แนวทางเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.6 ส่วนกลับของการแปลงรูปแอลดีทีสำหรับภาพ 2 มิติ

เมื่อนำข้อมูลภาพย่อย X^{EE} และ X^{EO} แทนลงในสมการ (2-17) และ (2-18) ตามลำดับจะพบว่าข้อมูลภาพดั้งเดิม $X(2m, 2n)$ และ $X(2m+1, 2n)$ กลับคืนมามีค่าเป็น

$$X(2m, 2n) = X^{EE}(m, n) \quad (2-18)$$

และ

$$X(2m+1, 2n) = X^{EO}(m, n) + \sum_{k=-q}^{q-1} h_v(k) X^{EE}(m-k, n) \quad (2-19)$$

ต่อมานำข้อมูลภาพย่อย X^O แทนลงในสมการ (2-18) จะพบว่าข้อมูลภาพดั้งเดิม $X(m,2n+1)$ กลับคืนมา มีค่าเป็น

$$X(m,2n+1) = X^O(m,n) + \sum_{k=-q}^{q-1} h_h(k)X(m,2n-2k) \quad (2-20)$$

ต่อจากนั้นนำข้อมูลภาพดั้งเดิม $X(2m,2n)$ จากสมการ (2-18) และ $X(2m+1,2n)$ จากสมการ (2-19) ผ่านขบวนการส่วนกลับการแปลงแวลต์ทีดีในแต่ละหลักของภาพ ทำให้ได้ข้อมูลภาพดั้งเดิม $X(m,2n)$ และนำข้อมูลภาพ $X(m,2n+1)$ มาทำส่วนกลับการแปลงแวลต์ทีดีตามแนวระดับจะทำให้ได้ข้อมูลภาพดั้งเดิม $X(m, n)$ กลับคืนมาเหมือนเดิมทุกประการ ถ้ากำหนดให้ $T_{2D}^{-1}(\bullet)$ เป็นสัญญาณส่วนกลับของการแปลงแวลต์ทีดีสำหรับภาพย่อย 2 มิติของ X^{EE} , X^{EO} และ X^O แล้วจะพบว่าส่วนกลับการแปลงรูปแวลต์ทีดีสำหรับภาพย่อย 2 มิติดังกล่าวมีค่าเป็น

$$X = T_{2D}^{-1}(X^{EE}, X^{EO}, X^O) \quad (2-21)$$

โดยที่ข้อมูลภาพย่อย X^{EE} ลงแทนในสมการ (2-18) ทำให้ได้ข้อมูลภาพย่อย $X(2m,2n)$ ส่วนข้อมูลย่อย X^{EO} และ X^{EE} ลงแทนในสมการ (2-19) ทำให้ได้ข้อมูลภาพย่อย $X(2m+1,2n)$ ต่อมาหาข้อมูลภาพย่อย $X(m,2n)$ ซึ่งได้มาจากผลรวมของการสุ่มตัวอย่างแบบขึ้นของข้อมูลภาพย่อย $X(2m,2n)$ และ $X(2m+1,2n)$ ขึ้นตอนต่อไปนำข้อมูลย่อย $X(m,2n)$ กับข้อมูลย่อย X^O แทนลงในสมการ(2-20) ทำให้ได้ข้อมูลภาพย่อย $X(m,2n+1)$ ขึ้นตอนสุดท้ายได้รับภาพดั้งเดิม X ซึ่งได้มาจากผลรวมของการสุ่มตัวอย่างแบบขึ้นของข้อมูลภาพย่อย $X(m,2n)$ และ $X(m,2n+1)$ จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะเลือกพารามิเตอร์ของสัญญาณ $\{h_h(k)\}$ และ $\{h_v(k)\}$ มีค่าเท่าใดก็ตาม ส่วนกลับของการแปลงรูปแวลต์ทีดีสำหรับภาพ 2 มิติดังแสดงไว้ในสมการ (2-21) สามารถหาค่าได้เสมอ

2.7 การหาค่าความผิดพลาด (PSNR)

ในการวัดประสิทธิภาพอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนภาพนั้น นอกจากการวัดด้วยสายตาแล้ว สามารถใช้หลักการของ Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) สมการที่ (2-22) ซึ่งเป็นตัววัดคุณภาพของการลดสัญญาณรบกวนว่า เมื่อลดสัญญาณรบกวนแล้วคุณภาพของภาพใหม่จะดีขึ้นกว่าภาพเดิมเท่าไร

$$PSNR_{(dB)} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\max |s(m,n)|}{\frac{1}{MN} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} (s(m,n) - \hat{s}(m,n))^2} \right\} \quad (2-22)$$

โดยที่ $s(m,n)$ และ $\hat{s}(m,n)$ คือค่าข้อมูลภาพต้นฉบับและภาพที่ถูกลดสัญญาณรบกวนแล้ว ตามลำดับ สำหรับ m และ n เป็นค่าดัชนีตามแนวนอนและแนวตั้งของภาพทั้งสอง และ $\max |s(m,n)|$ คือ ค่าสูงสุดของข้อมูลภาพต้นแบบและค่า m และ n คือขนาดของข้อมูลภาพ



บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้ จะนำเสนอขั้นตอนการทำงานและภาพรวมของอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนในภาพขาวดำสองมิติ โดยที่จะนำความรู้การแยกองค์ประกอบของแอลดีที 1 มิติ มาประยุกต์มาใช้กับภาพ 2 มิติที่ถูกรบกวนด้วยสัญญาณรบกวนแบบธรรมชาติ ที่จะนำมาทดลองซึ่งโดยมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินการดังนี้

3.1 ออกแบบขั้นตอนในการทำงานของอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวน

การทดลองเพื่อลดสัญญาณรบกวน โดยใช้วิธีแอลดีทีนั้นผู้ทำการทดลองได้ออกแบบขั้นตอนเพื่อความเป็นระเบียบและเพื่อง่ายต่อการแก้ไขและปรับปรุง โดยจะแยกการทำงานแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

- นำภาพต้นแบบมารบกวนด้วยสัญญาณรบกวนแบบธรรมชาติ จากนั้นนำภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาเข้ากระบวนการแอลดีที

ขั้นตอนที่ 2

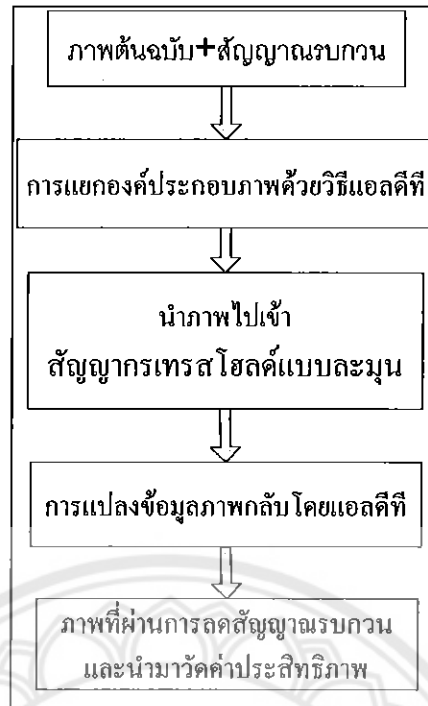
- นำภาพที่ผ่านการแยกองค์ประกอบภาพ โดยวิธีแอลดีทีมาเข้ากระบวนการกำจัดสัญญาณรบกวน ผ่านรบกวนโดยใช้สัญญาณรบกวนแบบนุ่มนวล (Soft threshold operator) ซึ่งจะได้ไฟล์ภาพที่ลดสัญญาณรบกวนภาพออกไป

ขั้นตอนที่ 3

- นำภาพที่ผ่านการเทรชโฮลด์แบบนุ่มนวล มาเข้ากระบวนการแปลงรูปกลับแอลดีที

ขั้นตอนที่ 4

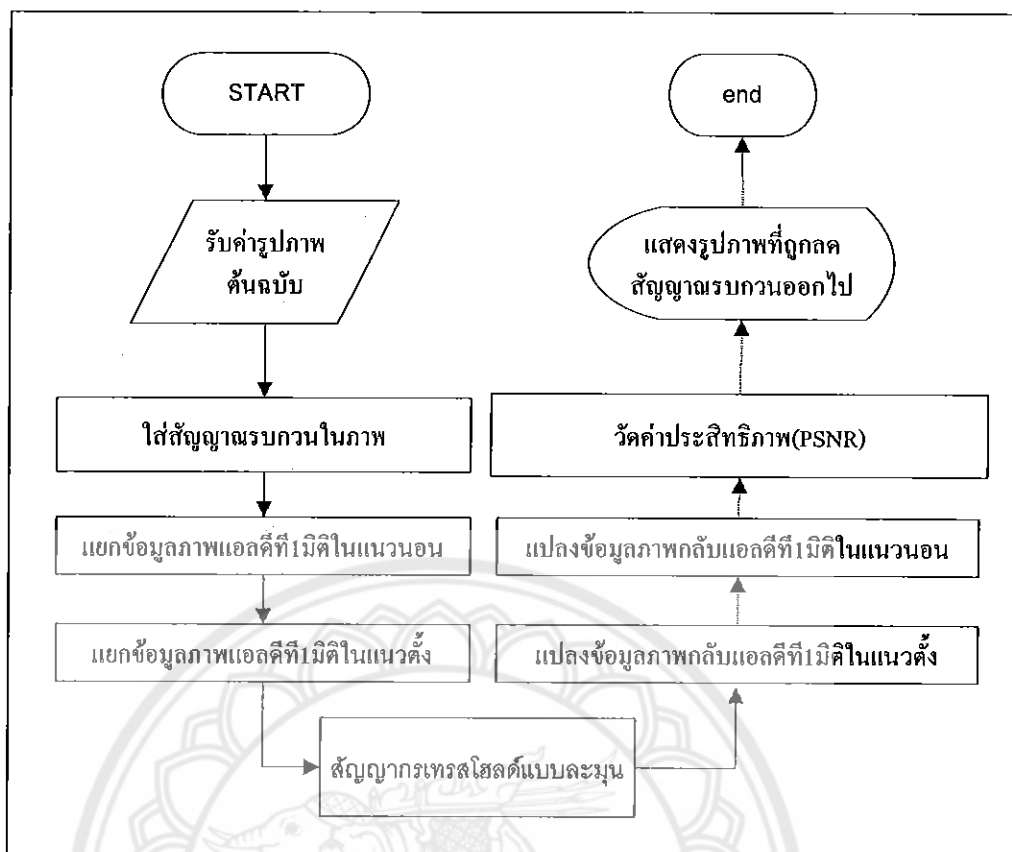
- จากนั้นก็จะได้ภาพที่ลดสัญญาณรบกวนออกไป โดยจะมีการวัดหาค่าประสิทธิภาพ (PSNR) ในการลดปริมาณสัญญาณรบกวน เพื่อเปรียบเทียบภาพต้นแบบกับภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน



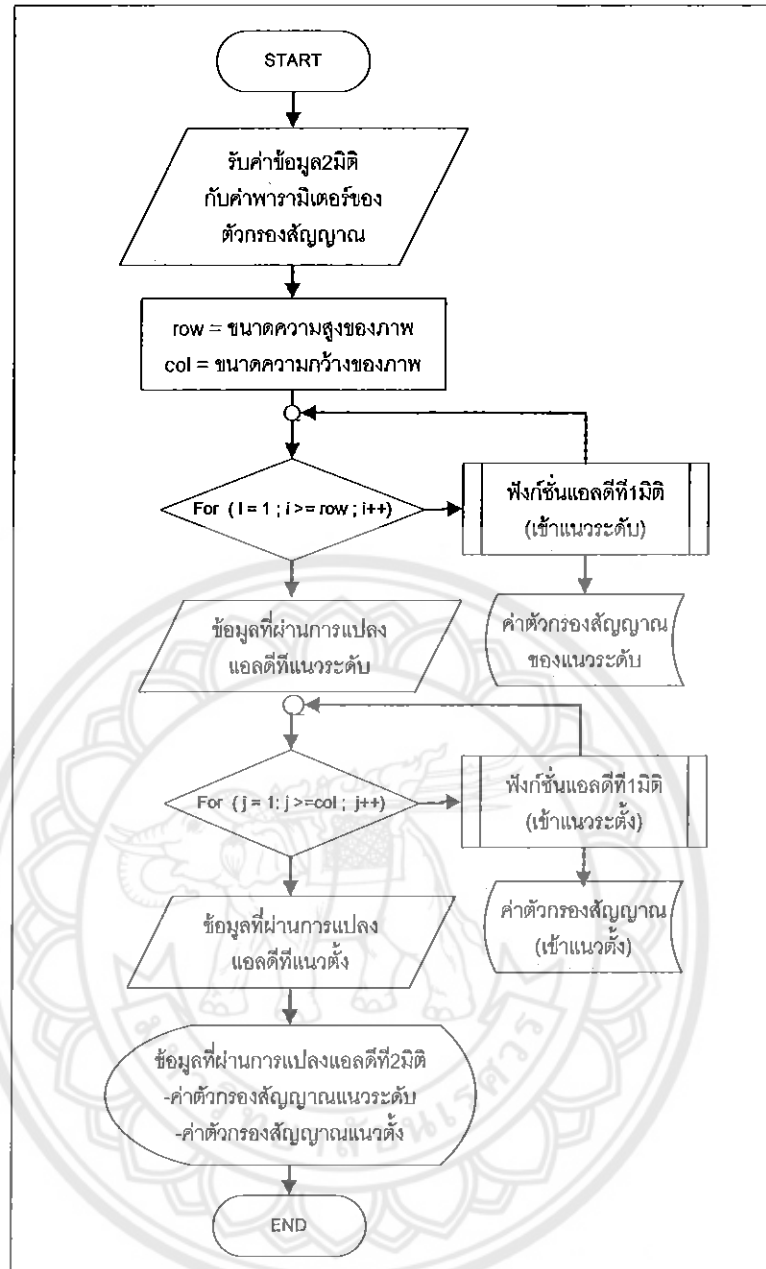
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของ โปรแกรม

จากรูปที่ 3.1 เป็นขั้นตอนการออกแบบอัลกอริทึมการลดสัญญาณรบกวนภาพขาวดำ 2 มิติ โดยเริ่มแรกจะนำภาพต้นแบบมารบกวนด้วยสัญญาณรบกวน หลังจากที่ได้ภาพที่มีสัญญาณรบกวนแล้วนำมาแปลงข้อมูลด้วยวิธีแอลดีที จากนั้นจะนำภาพที่ผ่านการแปลงข้อมูลมาทำการลดสัญญาณรบกวนในภาพโดยวิธีสัญญาณรบกวนเทอร์สโพลด์แบบละมุน แล้วจึงนำมาแปลงกลับด้วยวิธีแอลดีทีก็จะได้ภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนภาพออกไป โดยคาดว่าภาพได้จะมีลักษณะเหมือนภาพต้นฉบับที่มีความผิดเพี้ยนไปจากภาพเดิมเล็กน้อย โดยรายละเอียดหลักๆ สามารถดูได้จากแผนอัลกอริทึมที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.2

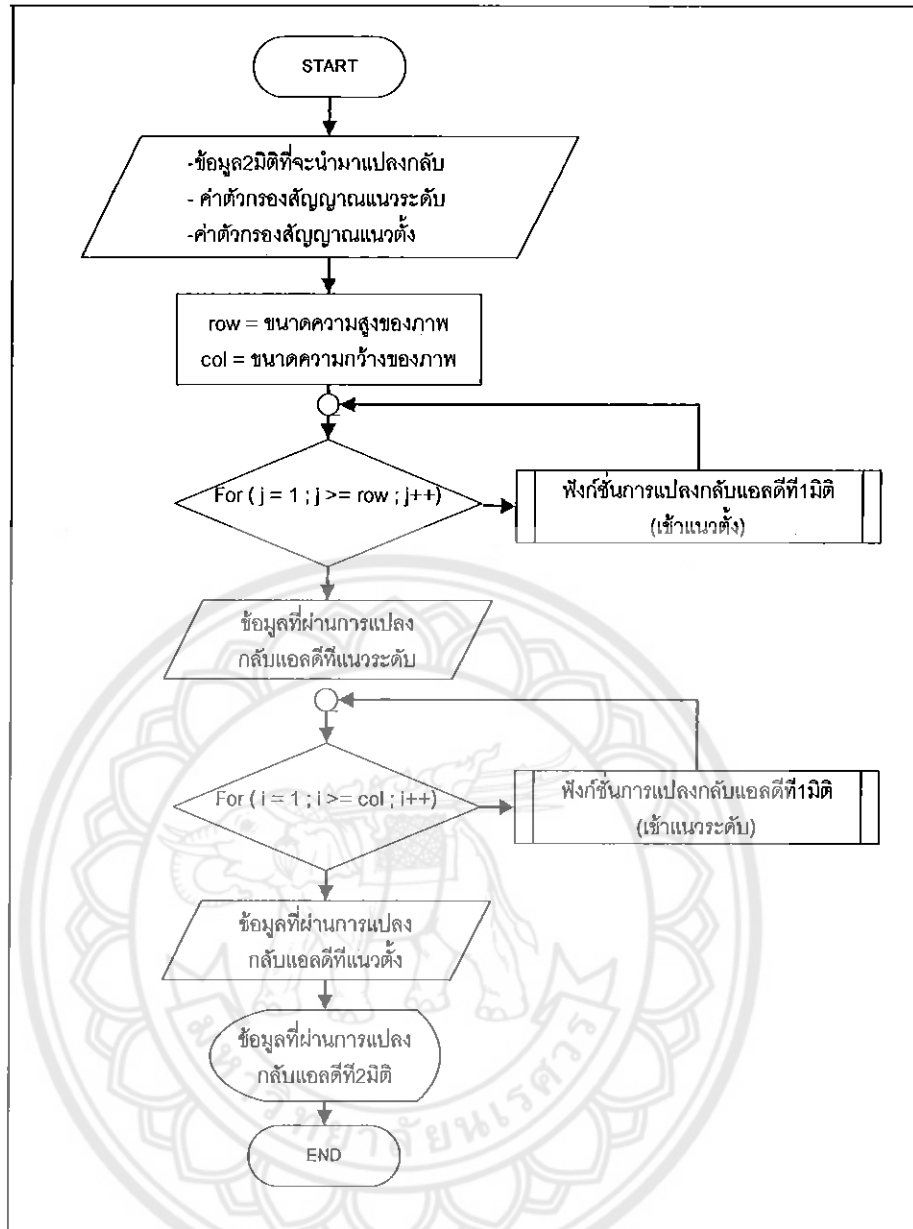
ส่วนรูปที่ 3.3 และ 3.4 เป็นแผนภาพการออกแบบขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพแอลดีที และการแปลงกลับแอลดีที 2 มิติตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อ 2.5 และ หัวข้อ 2.6 ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 แผนภาพของ โปรแกรมลดสัญญาณรบกวนในภาพ 2 มิติ โดยใช้ทฤษฎีแวลคี่ที่ 1 มิติ



รูปที่ 3.3 แผนภาพการแยกองค์ประกอบด้วยวิธี แอดตีที่ แบบ 2 มิติ



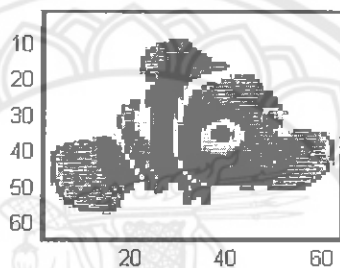
รูปที่ 3.4 แผนภาพการแปลงกลับของวิธี แวลต์ที่ แบบ 2 มิติ

บทที่ 4

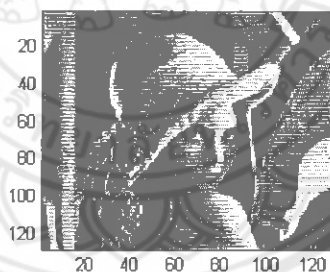
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนในภาพและผลการทดลอง

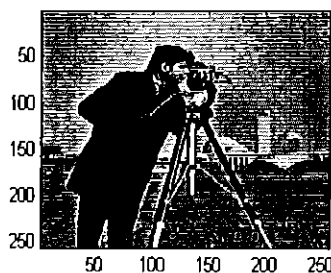
การทดสอบอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในภาพที่นำเสนอ จะทำการทดลองกับภาพต้นฉบับสามลักษณะที่ขนาดรูปภาพต่างกัน คือภาพนี้โมขนาด 64x64 พิกเซล ภาพสีน้ำขนาด 128x128 พิกเซล และภาพช่างกล้องขนาด 256x256 พิกเซล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 แสดงภาพต้นฉบับนี้โม ขนาด 64x64 พิกเซล



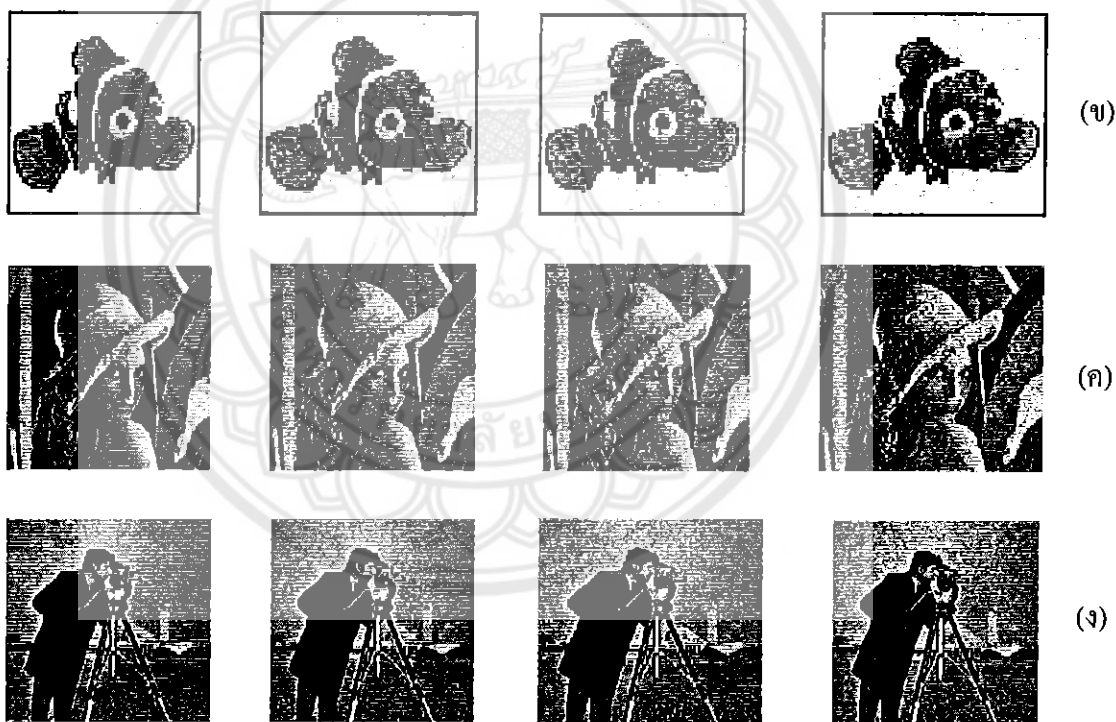
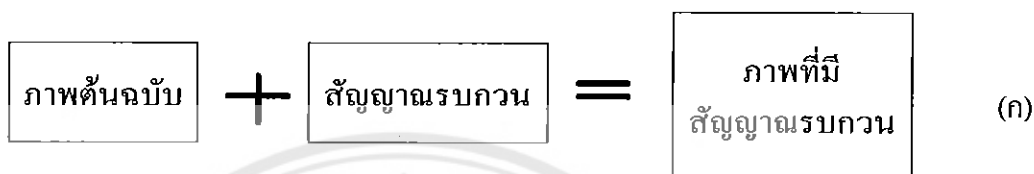
รูปที่ 4.2 แสดงภาพต้นฉบับสีน้ำ ขนาด 128x128 พิกเซล



รูปที่ 4.3 แสดงภาพต้นฉบับช่างกล้อง ขนาด 256x256 พิกเซล

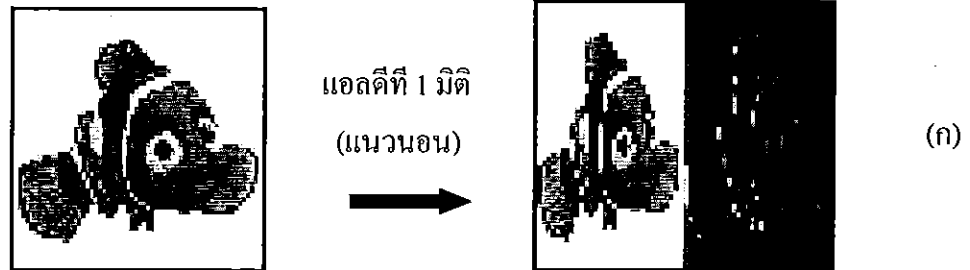
ในหัวข้อนี้จะนำขั้นตอนดำเนินงานที่ได้ทำการออกแบบในบทที่ผ่านมา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 นำทดสอบกับรูปภาพต้นฉบับทั้งสามภาพและอธิบายรายละเอียดในการทดลองอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวน ดังสรุปได้ 7 ขั้นตอนต่อไปนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 : นำภาพต้นฉบับมารวมกับสัญญาณรบกวนแบบธรรมชาติซึ่งจะได้ภาพที่มีสัญญาณรบกวน ในการทดลองจะทำการทดลองกับค่าสัญญาณรบกวนในภาพ ด้วยความแปรปรวน (Variance) ที่ขนาดต่างๆ กัน 4 ค่า มีค่าคือ 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4



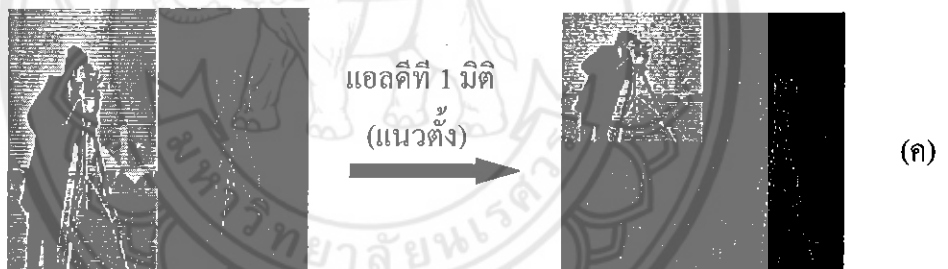
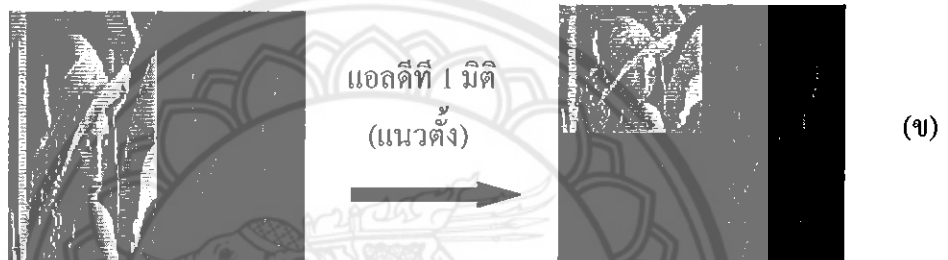
รูปที่ 4.4 (ก) แผนภาพแสดงวิธีการสร้างภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาทดลอง (ข) ภาพนี้โม (ค) ภาพลิซ่า และ (ง) ภาพช่างกล้องที่ถูกรวมกับสัญญาณรบกวนภาพด้วยความแปรปรวน 0.001 , 0.002 0.003 และ 0.004 (จากซ้ายไปขวา) ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 : นำรูปภาพที่มีสัญญาณรบกวนที่ได้รับมาจากขั้นตอนที่ 1 มาทำการแปลงภาพแวลด์ที่ 1 มิติ ตามแนวนอนผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 (วิธีการในขั้นตอนนี้แสดงไว้หัวข้อที่ 2.5 สมการที่ (2-13) และ(2-14))



รูปที่ 4.5 (ก) ภาพนิโม (ข) ภาพลิซ่า และ (ค) ภาพช่างกล้อง เป็นภาพที่ผ่านขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวนอน โดยใช้แวลด์ที่ 1 มิติ

ขั้นตอนที่ 3 : นำรูปภาพที่ได้จากขั้นตอนที่สองมาทำการแปลงรูปแวลดีทีตามแนวตั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.6 (วิธีการในขั้นตอนนี้แสดงไว้หัวข้อที่ 2.5 สมการที่ (2-14) , (2-15) และ (2-16))



รูปที่ 4.6 (ก) ภาพนี้โม (ข) ภาพลิหน้า และ (ค) ภาพช่างกล้อง เป็นภาพที่ผ่านขั้นตอนการแยกองค์ประกอบภาพตามแนวตั้ง โดยใช้แวลดีที 1 มิติ ได้ภาพย่อย $C(m,n)$

ขั้นตอนที่ 4 : ทำการลดสัญญาณรบกวนในภาพ $C(m,n)$ โดยการใช้สัญญาณเทรชโฮลด์แบบละมุน (soft threshold operator) ซึ่งนิยามว่า

$$\hat{C}(m,n) = \begin{cases} C(m,n) - \tau \operatorname{sgn}[C(m,n)] & , |C(m,n)| \geq \tau \\ 0 & , |C(m,n)| < \tau \end{cases} \quad (4-1)$$

และค่า τ ซึ่งถูกเลือกตาม Donoho และ Johnstone มีค่าเป็น

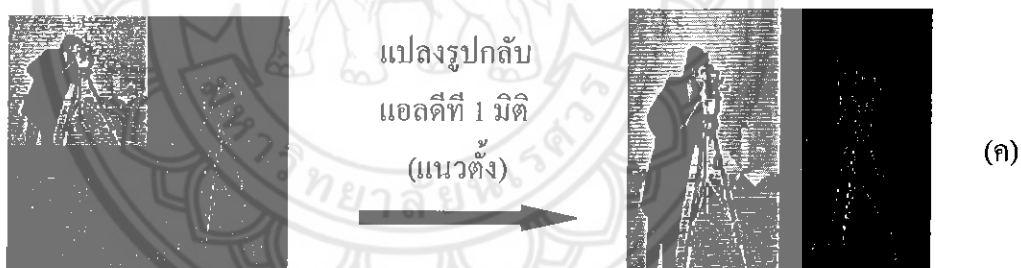
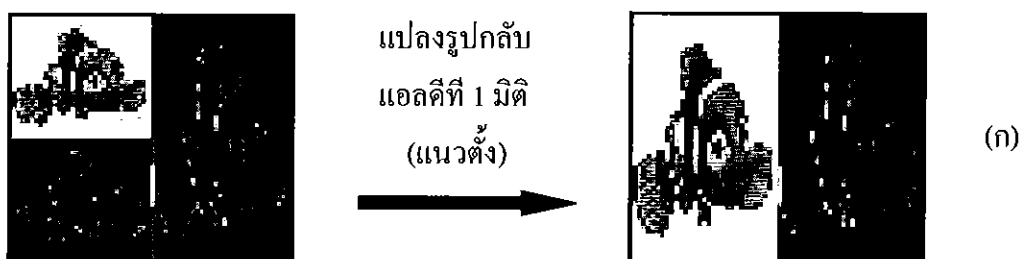
$$\tau = \sqrt{2 \log_e(N_C)} \frac{\operatorname{median}(|C(m,n)|)}{0.6745} \quad (4-2)$$

เมื่อ τ คือสัญญาณค่านีรฐานของข้อมูลภาพ $C(m,n)$ และ N_C คือจำนวนข้อมูลของภาพ $C(m,n)$ ทั้งหมด สำหรับฟังก์ชัน $\operatorname{sgn}[\cdot]$ ในสมการ(3-1) ถูกนิยามได้ว่า

$$\operatorname{sgn}[C(m,n)] = \begin{cases} 1 & , C(m,n) > 0 \\ 0 & , C(m,n) = 0 \\ -1 & , C(m,n) < 0 \end{cases} \quad (4-3)$$

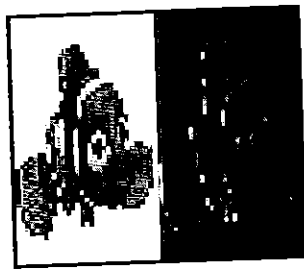
ผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้คือภาพ \hat{C} ที่มีข้อมูลภาพเป็น $\hat{c}(m,n)$

ขั้นตอนที่ 5 : นำภาพ $\hat{C}(m,n)$ ที่ผ่านการดำเนินการในขั้นตอนที่ 4 มาทำการแทนค่า $C(m,n)$ ค่าเดิมในขั้นตอนที่ 3 แล้วนำภาพแปลงกลับแอลดีที 1 มิติของภาพย่อยตามแนวตั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 (วิธีการในขั้นตอนนี้แสดงไว้หัวข้อที่ 2.6 สมการที่ (2-18) และ (2-19))

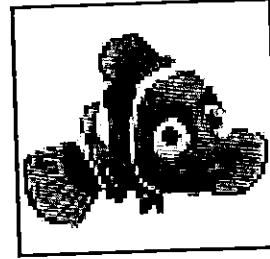


รูปที่ 4.7 (ก) ภาพนีโม (ข) ภาพลิซ่า และ (ค) ภาพช่างกล้อง เป็นภาพที่ผ่านขั้นตอนการแปลงกลับภาพตามแนวตั้งโดยใช้แอลดีที 1 มิติ

ขั้นตอนที่ 6 : นำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 มาแปลงกลับแอลดีที่ตามแนวนอน ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.8 (วิธีการในขั้นตอนนี้แสดงไว้หัวข้อที่ 2.6 สมการที่ (2-20) และ (2-21))



แปลงรูปกลับ
แอลดีที่ 1 มิติ
(แนวนอน)



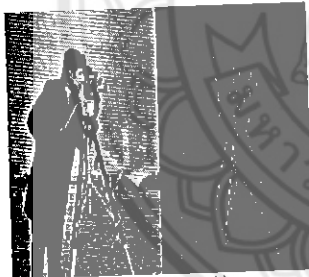
(ก)



แปลงรูปกลับ
แอลดีที่ 1 มิติ
(แนวนอน)



(ข)



แปลงรูปกลับ
แอลดีที่ 1 มิติ
(แนวนอน)



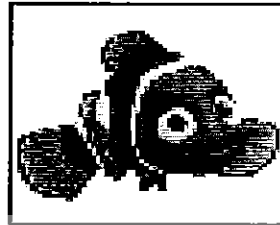
(ค)

รูปที่ 4.8 (ก) ภาพนี้โม (ข) ภาพลิหน้า และ (ค) ภาพช่างกล้อง เป็นภาพที่ผ่านขั้นตอนการแปลงกลับภาพตามแนวนอนโดยใช้แอลดีที่ 1 มิติ

การทดลอง ภาพนิ่ง ภาพสีน้ำ และภาพข่างก่ล่อง เมื่ผ่านอัลกอริทึม ลดสัญญาณรบกวน
ในขั้นตอนที่ 1 ถึง 6 ได้ทำการทดลองกับภาพต่างๆ ได้ผลดังนี้

ร.
ก673ก.
2548.

ผลการทดลองจากภาพ นีโม ขนาด 64 x 64 พิกเซล



(ก)



(ข)



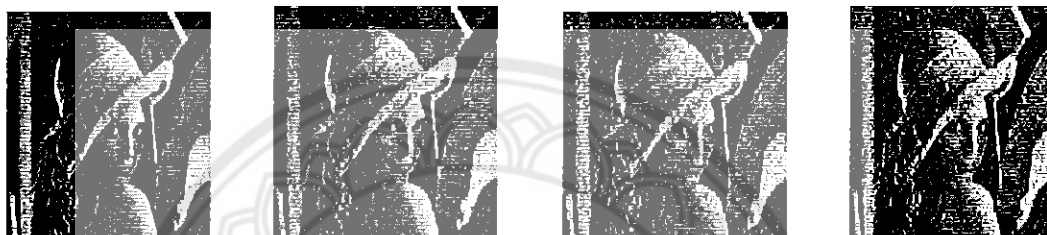
(ค)

รูปที่ 4.9 แสดงผลภาพการทดลองภาพนิ่ง (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่มีสัญญาณรบกวนกรณี
ความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้ายไปขวา) (ค) ภาพที่ผ่านอัลกอริทึม
ลดสัญญาณรบกวนกรณีความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้ายไปขวา)

ผลการทดลองจากภาพ สีน้ำ ที่ขนาด 128 x 128 พิกเซล



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.10 แสดงผลภาพการทดลองภาพสีน้ำ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่มีสัญญาณรบกวนกรณีความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้ายไปขวา) (ค) ภาพที่ผ่านอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนกรณีความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้ายไปขวา)

ผลการทดลองจากภาพ ช่างกล้อง ที่ขนาด 256 x 256 พิกเซล



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.11 แสดงผลภาพการทดลองภาพช่างกล้อง (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่มีสัญญาณรบกวน
 กรณีความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้ายไปขวา) (ค) ภาพที่ผ่าน
 อัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนกรณีความแปรปรวน 0.001 , 0.002 , 0.003 และ 0.004 (จากรูปซ้าย
 ไปขวา)

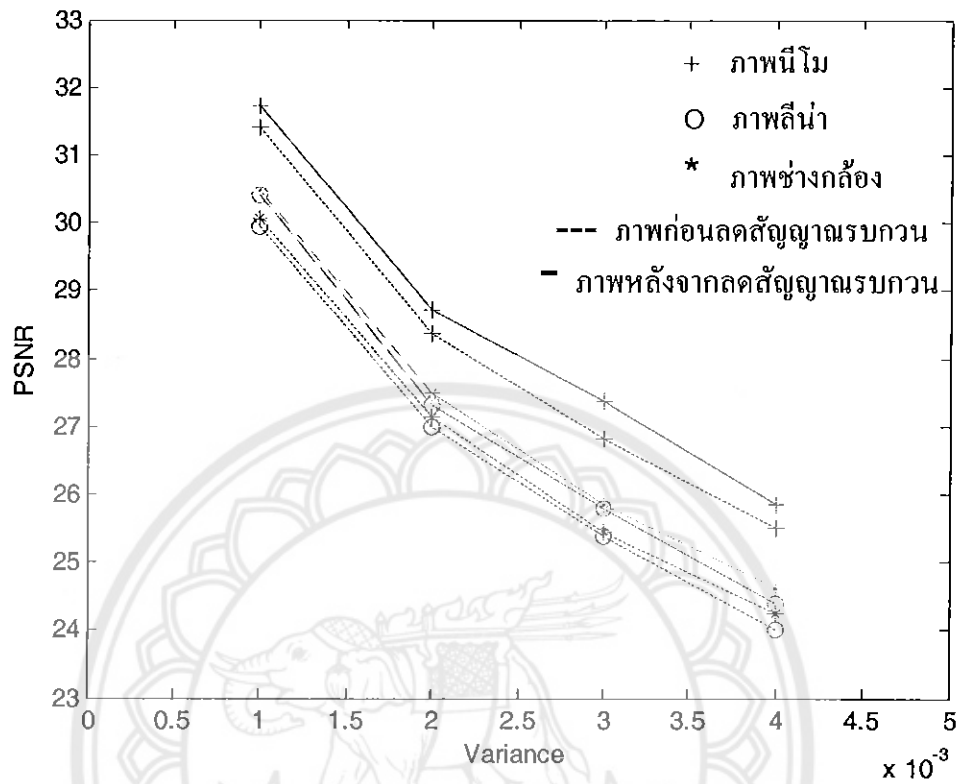
ขั้นตอนที่ 7 : สดทำยนำภาพต้นฉบับ กับ ภาพที่ถูกลดสัญญาณรบกวน มาทำการวัดประสิทธิภาพในรูป PSNR ตามสมการ(2-22) สรุปผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าประสิทธิภาพของภาพที่ถูกลดสัญญาณรบกวน โดยใช้วิธีแอลคิตี

ภาพทดสอบ	ค่าความแปรปรวน (Variance)	PSNR(dB) ก่อนเข้าอัลกอริทึม	PSNR(dB) หลังเข้าอัลกอริทึม
ภาพ นีโม ขนาด 64X64 พิกเซล	0.001	31.415	31.732
	0.002	28.368	28.725
	0.003	26.820	27.365
	0.004	25.494	25.864
ภาพ ลีน่า ขนาด 128X128 พิกเซล	0.001	29.950	30.406
	0.002	26.997	27.300
	0.003	25.393	25.797
	0.004	23.994	24.385
ภาพ ช่างกล็อง ขนาด 128X128 พิกเซล	0.001	30.074	30.475
	0.002	27.140	27.486
	0.003	25.449	25.864
	0.004	24.241	24.625

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 สามารถมาเขียนกราฟวิเคราะห์ผลได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า PSNR กับ ความแปรปรวนของภาพทั้ง 3 ลักษณะ

จากรูปที่ 4.12 ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพ (PSNR) และค่าความแปรปรวน ได้นำมาวิเคราะห์ได้พบว่า เมื่อค่าแปรปรวนเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพจะลดลงและเมื่อมองด้วยสายตาจะพบว่ารูปภาพที่ลดสัญญาณรบกวนแล้วมีคุณภาพรูปภาพต่ำลงด้วย

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

จากผลการทดสอบอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในภาพสามลักษณะ พบว่าค่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในภาพทั้งสามภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.106% ในรูปแบบ PSNR (peak signal to noise ratio)

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. อัลกอริทึมที่ทำออกมาอาจจะไม่ได้ผลกับสัญญาณรบกวนทุกชนิดทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองแค่สัญญาณรบกวนเพียงชนิดเดียวสัญญาณรบกวนแบบธรรมชาติ
2. อัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนในภาพนั้นอาจจะลดสัญญาณรบกวนทางภาพแค่ทางตัวเลขคณิตศาสตร์แต่ถ้าดูผลของภาพด้วยสายตาอาจจะไม่เป็นถึงความแตกต่างมากนัก

เอกสารอ้างอิง

- [1] James A. Cadzow and Suchart Yammen ,**Data Adaptive Linear Demcomposition Trnasform**
:Department of Electrical and Computer Engineering ,Vanderbilt University
- [2] รศ.ดร.มนัส สัจวรศิลป์ . **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์** .กรุงเทพมหานคร :
อินโฟเพรส, 2543
- [3] M. A. Sid-Ahmed, **Image Processing Theory, Algorithms, & Architectures**. McGraw-
hill, Inc., 1995
- [4] De-noising :Advanced Concepts “ Wavelet Toolbox ” [Online] Available:
[Http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/wavelet/ch06_a47.html](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/wavelet/ch06_a47.html)



ประวัติผู้เขียนโครงการงาน



ชื่อ นายกิตติรัช คำรังสันติพิทักษ์
ภูมิลำเนา 355 ถ.เม็งราย ต.สบตุ๋ย อ.เมือง จ.ลำปาง 52100
ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนพินิจวิทยา
- จบระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Kittithat_za@hotmail.com

Tel : 054-222849,06-5870012



ชื่อ นายสรายุช ศิริเจริญสมบัติ
ภูมิลำเนา 320/1 หมู่ที่ 8 ต.ชุมแพ อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น 40130
ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนมหาไถ่ศึกษาชาย ขอนแก่น
- จบระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : anndomadra@hotmail.com

Tel : 01-3246138