

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีการลดสัญญาณรบกวนบนภาพ

THE SCHEME FOR SALT AND PEPPER NOISE REDUCTION ON IMAGE



สุกัญญา ยิ้มงาม
SUKANYA YIMNGAM



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

รพ.

๘ ๗๓๑๘

๒๕๔๗

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.๒๕๔๗

ISBN 974-9680-36-7

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 58510
วัน,เดือน,ปี 25 ๓.ค. ๒๕๔๗

11429543
b.....
i.....

THE SCHEME FOR SALT AND PEPPER NOISE REDUCTION ON IMAGE



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004
ISBN 974-9680-36-7**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิธีการลดสัญญาณรบกวนบนภาพ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวสุกัญญา ยิ้มงาม
รหัสประจำตัว	42067103
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์

บทคัดย่อ

การลดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ (Noise's Reduction) เป็นวิธีการแรกในขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ (Pre-processing) โดยภาพที่ได้จากการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์อาจจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น ทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพต่ำซึ่งส่งผลกระทบต่อขั้นตอนต่อไปของการประมวลผลภาพ (Image Processing) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ศึกษาถึงเทคนิคและวิธีการในการลดสัญญาณรบกวนออกจากภาพด้วยวิธีต่าง ๆ ตามลักษณะประเภทของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของวิธีการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นกับภาพเอกสารที่จะนำมาสู่ขั้นตอนการรู้จำตัวอักษร (Character Recognition) ต่อไป จากการศึกษาเทคนิควิธีการลดสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำกระบวนการและความสามารถของวิธีการ Applied kFill Algorithm และวิธีการ Median Filter มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยนำมาใช้ในการลดสัญญาณรบกวนกับภาพทั่วไปและภาพเอกสารที่เป็นภาพระดับไบนารี ระดับเทา และภาพสีที่มีความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว. จากการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอนี้สามารถเพิ่มความถูกต้องให้กับภาพเอกสาร ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษรมีความถูกต้องเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มความคมชัดให้กับภาพทั่วไปได้ดีกว่าวิธีการอื่น

Thesis Title	The Scheme for Salt and Pepper Noise Reduction on Image
Student	Miss Sukanya Yimngam
Student ID.	42067103
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology
Year	2004
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wichian Premchaiswadi
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Nucharee Premchaiswadi

ABSTRACT

Noise reduction is the first step of image processing to reduce noises in mages. The scanned images might be contaminated by noises and these low quality images will affect to the next step of image processing. The purpose of this thesis is to study techniques and methods to reduce or eliminate noises from images. The results of system will be use as an input for a character recognition system. The thesis proposes a scheme which is a combination and extension of the Applied kFill Algorithm and Median Filter method. The scheme can be applied with images and documents of binary level, gray-scale level and color format with 300 dpi. From experimental results, the scheme can improve the clearness and correctness of images and documents. The recognition rate of character recognition software also improved.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ การลดสัญญาณรบกวนบนภาพเอกสาร และการประยุกต์ใช้กับโปรแกรมการรู้จำตัวอักษร จาก รศ. ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณสุภารัตน์ จิตรแจ้ง ที่ช่วยเหลือในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง และให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขอขอบคุณ คุณภาณุวัฒน์ วงศ์ภิญโญยศ ที่ช่วยแนะนำการเขียนเอกสาร แก้ไขและตรวจสอบโปรแกรมให้สามารถทำงานได้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว และเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือให้กำลังใจต่อผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุกัญญา ยิ้มงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่ออังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.5 ขั้นตอนของงานวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 วิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm)	5
2.2 บทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm).....	11
2.3 การกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter)	13
2.4 การกรองโดยใช้ค่าสูงสุด (Max Filter)	15
2.5 การกรองโดยใช้ค่าต่ำสุด (Min Filter)	16
บทที่ 3 การวิเคราะห์และประยุกต์วิธีการลดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย (Salt and Pepper Noise)	18
3.1 การวิเคราะห์วิธีการ Applied kFill Algorithm	18
3.2 การวิเคราะห์วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน	20
3.3 การประยุกต์วิธีการ Applied kFill Algorithm.....	23
3.4 การประยุกต์วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill ร่วมกับ Median Filter.....	25
4.1 ขั้นตอนการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill ร่วมกับ Median Filter	25
บทที่ 5 การเลือก ทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลภาพ.....	30
5.1 การเลือกข้อมูลภาพทั่วไป	30
5.2 การเลือกข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย	31
5.3 ขั้นตอนการทดลองข้อมูลภาพ.....	31
5.3.1 ภาพทั่วไป	31
5.3.2 ภาพเอกสารภาษาไทย	33
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพ.....	36
5.4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองภาพทั่วไปโดยใช้ค่า SNR	36
5.4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองภาพเอกสารภาษาไทยโดยใช้ค่าเฉลี่ย.....	36
5.5 การรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition)	37
5.5.1 โปรแกรมอ่านไทเวอร์ชัน 1.0 (Arnthai Version 1.0)	37
5.5.2 โปรแกรมไทยโอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5 (ThaiOCR Version 1.5)	38
บทที่ 6 ผลการทดลอง	40
6.1 ตารางแสดงผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป.....	40
6.2 ตารางแสดงผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย.....	47
6.3 ตารางสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป.....	53
6.4 ตารางสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย.....	54
6.5 กราฟสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป	58
6.6 กราฟสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย	61
บทที่ 7 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง.....	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	73
ผลงานตีพิมพ์.....	74
ประวัติผู้เขียน.....	80



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าคุณภาพจากรูปที่ 2.17 วิน โควส์ 3x3	13
5.1 แสดงชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นเพิ่มข้อมูลของ โปรแกรม Amthai Version 1.0	38
5.2 แสดงชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นเพิ่มข้อมูลของ โปรแกรม ThaiOCR Version 1.5	39
6.1 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 5%	40
6.2 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%	41
6.3 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 15%	42
6.4 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%	43
6.5 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 25%	44
6.6 แสดงภาพ Lena โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%	45
6.7 แสดงภาพต้นฉบับแบบ ไบนารี และผลการรู้จำตัวอักษร ไทยของ โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ 2 โปรแกรม	47
6.8 แสดงภาพต้นฉบับแบบ ไบนารี ที่เพิ่มสัญญาณรบกวนระดับ 15%	49
6.9 แสดงภาพต้นฉบับแบบระดับเทา และผลการรู้จำตัวอักษร ไทยของ โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ 2 โปรแกรม	51
6.10 แสดงภาพต้นฉบับแบบระดับเทาที่เพิ่มสัญญาณรบกวนระดับ 15%	52
6.11 แสดงค่า SNR ของภาพ Lena	53
6.12 แสดงค่า SNR ของภาพ Brandy rose	53
6.13 แสดงค่า SNR ของภาพ peppers	53
6.14 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วิน โควส์ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบ ไบนารี	54
6.15 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วิน โควส์ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบ ไบนารี	54
6.16 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วิน โควส์ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบ ไบนารี	55
6.17 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วิน โควส์ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบ ไบนารี	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.18 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	56
6.19 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	56
6.20 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	57
6.21 แสดงผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	57



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนพื้นฐานการประมวลผลภาพ.....	1
1.2 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 15%.....	2
1.3 แสดงภาพเอกสารที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 15%.....	2
1.4 แสดงผลของโปรแกรมไทยโอซีอาร์ เวอร์ชัน 1.5 จากรูปที่ 1.3.....	2
2.1 แสดงอัลกอริทึม kFill	6
2.2 แสดงตำแหน่งจุดภาพเมื่อจะแทนค่าด้วยอัลกอริทึม kFill	7
2.3 แสดงตำแหน่งของจุดภาพตามสมการ โดยมีค่า $k=4$	8
2.4 แสดงตำแหน่งของจุดภาพตามสมการ โดยมีค่า $k=4$	8
2.5 แสดงการเติมจุดภาพแทนที่เป็นจุดภาพค่าให้เป็นจุดภาพขาวจากรูปที่ 2.3.....	8
2.6 แสดงการเติมจุดภาพแทนที่เป็นจุดภาพค่าให้เป็นจุดภาพขาวจากรูปที่ 2.4.....	9
2.7 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise	9
2.8 แสดงวิธีการ kFill Algorithm ด้วยวินโดวส์ 3×3	9
2.9 แสดงวิธีการ kFill Algorithm ด้วยวินโดวส์ 5×5	9
2.10 แสดงผลกระทบจากสัญญาณรบกวนต่ออัตรา OCR เมื่อใช้วิธีการ kFill	10
2.11 แสดงผลกระทบจากสัญญาณรบกวนต่อขนาดของข้อมูล เมื่อใช้วิธีการ kFill	10
2.12 แสดงจุดภาพที่ไม่ถูกลบออกโดยอัลกอริทึม kFill ที่ $k=4 \times 4$ ขึ้นไป.....	11
2.13 แสดงอัลกอริทึม Applied kFill.....	11
2.14 แสดงการเติมค่าจุดภาพแทน โดยการประยุกต์อัลกอริทึม kFill.....	12
2.15 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise	12
2.16 แสดงวิธีการ Applied kFill Algorithm	12
2.17 แสดงภาพก่อนใช้การกรองด้วยค่านัมัยฐาน	13
2.18 แสดงภาพหลังใช้การกรองด้วยค่านัมัยฐาน.....	14
2.19 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ.....	14
2.20 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt & pepper 15%	14
2.21 แสดงภาพทั่วไปที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี Median Filter ด้วยวินโดวส์ 3×3	15
2.22 แสดงภาพทั่วไปที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี Median Filter ด้วยวินโดวส์ 5×5	15
2.23 แสดงการแทนค่าจุดภาพด้วยวิธีการ Max Filter.....	16
2.24 แสดงการแทนค่าจุดภาพด้วยวิธีการ Min Filter.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ.....	18
3.2 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	18
3.3 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3.....	19
3.4 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	19
3.5 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ.....	19
3.6 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	19
3.7 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3.....	19
3.8 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	20
3.9 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ.....	20
3.10 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	21
3.11 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3.....	21
3.12 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	21
3.13 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ.....	22
3.14 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	22
3.15 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3.....	22
3.16 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	22
3.17 แสดงการใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	23
3.18 แสดงการประยุกต์วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5.....	24
4.1 แสดงการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter.....	25
4.2 แสดงภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ $k=3$ และจุดภาพแทนเป็นสีขาว.....	26
4.3 แสดงภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ $k=3$ และจุดภาพแทนเป็นสีดำ.....	26
4.4 แสดงภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 4.2.....	26
4.5 แสดงภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 4.3.....	27
4.6 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ.....	27
4.7 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	27
4.8 แสดงภาพข้อความหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3.....	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 แสดงภาพข้อความหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter ด้วย ขนาดวินโดวส์ 5x5.....	27
4.10 แสดงภาพทั่วไปคั่นฉบับ.....	28
4.11 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%.....	28
4.12 แสดงภาพทั่วไปหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter ด้วย ขนาดวินโดวส์ 3x3.....	28
4.13 แสดงภาพทั่วไปหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill ด้วย ขนาดวินโดวส์ 5x5.....	29
5.1 แสดงภาพ <i>Lena</i> จาก Courtesy of the Signal and Image Processing Institute at the University of Southern California.	32
5.2 แสดงภาพ <i>Lena</i> โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%.....	32
5.3 แสดงภาพ <i>Lena</i> โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%.....	32
5.4 แสดงภาพ <i>Lena</i> โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%.....	33
5.5 แสดงภาพข้อความแบบไบนารีจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11.....	34
5.6 แสดงภาพข้อความแบบไบนารีจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 10%.....	34
5.7 แสดงภาพข้อความแบบไบนารีจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 20%.....	34
5.8 แสดงภาพข้อความแบบไบนารีจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 30%.....	34
5.9 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11.....	35
5.10 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 10%.....	35
5.11 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 20%.....	35
5.12 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 โดยเพิ่มสัญญาณรบกวน เกลือและพริกไทย 30%.....	35
5.13 แสดง โครงสร้างทั่วไปของระบบ โอซีอาร์.....	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.1 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Lena</i> ด้วยวินโดวส์ 3x3	58
6.2 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Lena</i> ด้วยวินโดวส์ 5x5	58
6.3 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Brandy Rose</i> ด้วยวินโดวส์ 3x3	59
6.4 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Brandy Rose</i> ด้วยวินโดวส์ 5x5	59
6.5 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Peppers</i> ด้วยวินโดวส์ 3x3	60
6.6 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ <i>Peppers</i> ด้วยวินโดวส์ 5x5	60
6.7 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพ เอกสารภาษาไทยแบบไบนารี	61
6.8 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพ เอกสารภาษาไทยแบบไบนารี	61
6.9 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี	62
6.10 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี	62
6.11 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	63
6.12 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	63
6.13 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	64
6.14 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับ ภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา.....	64
6.15 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสาร ภาษาไทยแบบไบนารี	65
6.16 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสาร ภาษาไทยแบบไบนารี	65
6.17 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสาร ภาษาไทยแบบระดับเทา.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

6.18 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสาร

ภาษาไทยแบบระดับเทา.....66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

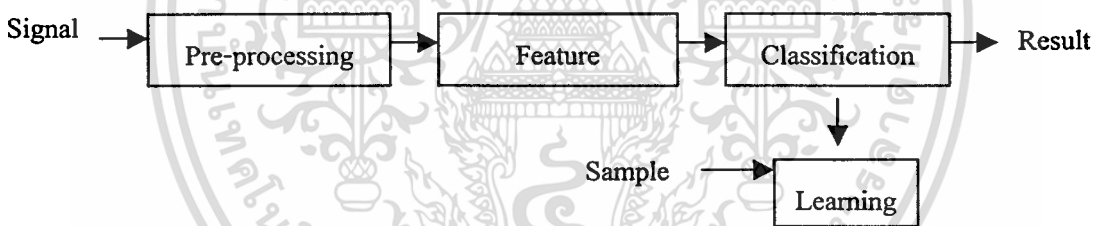
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในกระบวนการนำภาพจากรูปภาพหรือเอกสารมาเข้าสู่การประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะต้องอาศัยเครื่องมือในการนำข้อมูลเข้าเช่น เครื่องสแกนเนอร์ กล้องดิจิทัล ซึ่งภาพที่ได้อาจมีสัญญาณรบกวนทำให้คุณภาพของภาพลดน้อยลงไป สาเหตุของสัญญาณรบกวนอาจเกิดจากระดับความเข้มของแสง อุณหภูมิของเครื่องเซนเซอร์ คุณภาพของเอกสาร หรือความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ฉะนั้นในขั้นตอนของการประมวลผลภาพ (Image Processing) [1] จะต้องมีขั้นตอนในการลดสัญญาณรบกวนก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการต่างๆ ต่อไป

ในขั้นตอนของการประมวลผลภาพจะต้องผ่านกระบวนการซึ่งประกอบไปด้วย การเตรียมข้อมูลภาพ (Pre-processing) การแยกคุณลักษณะ (Feature Extraction) การจำแนกคุณลักษณะ (Classification) และการรู้จำ (Learning) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความเกี่ยวข้องกันต่อเนื่องกันไป ดังขั้นตอนในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนพื้นฐานการประมวลผลภาพ

สำหรับวิธีการลดสัญญาณรบกวนเป็นขั้นตอนหนึ่งที่อยู่ในการเตรียมข้อมูลภาพ เมื่อมีการลดสัญญาณรบกวนของภาพเรียบร้อยแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ภาพและการรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition)

สัญญาณรบกวนประเภทหนึ่งที่เกิดจากความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ทำให้มีการส่งข้อมูลที่มีค่าจุดภาพเป็นศูนย์ (เกิดเป็นจุดภาพสีดำ) และค่าจุดภาพสูงสุด (เกิดเป็นจุดภาพสีขาว) กระจายอยู่บนภาพคล้ายกับเกลือและพริกไทย สัญญาณรบกวนประเภทนี้เรียกว่า สัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย (Salt and Pepper Noise) ดังสมการต่อไปนี้ [2]

$$g(x,y) = \sum_{i,j \in H} f(x-i,y-j) \bullet h(i,j) \quad (1.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเอกสาร (ภาพที่มีตัวหนังสือเป็นองค์ประกอบ) หรือภาพทั่วไป (ได้แก่ ภาพวิว, ภาพคน, ภาพสิ่งของ) ที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทยเกิดขึ้นในภาพ จะทำให้รายละเอียดของภาพไม่สมบูรณ์ ขาดความคมชัด ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 15%

โดยเฉพาะภาพข้อความในเอกสารซึ่งจะทำให้ผลของอัลตราการรู้จำของตัวอักษรลดลงด้วย ดังรูปที่ 1.3 และ 1.4

ดอกเอ๋ยเจ้าดอกขจร

รูปที่ 1.3 แสดงภาพเอกสารที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 15%

อกเพ้ออกจร

รูปที่ 1.4 แสดงผลของโปรแกรมไทยโอซีอาร์ เวอร์ชัน 1.5 จากรูปที่ 1.3

การลดสัญญาณรบกวนประเภทนี้จะสามารถใช้วิธีการได้หลายวิธี เช่น วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter) ซึ่งเป็นวิธีที่จะต้องมีการเรียงข้อมูลจุดภาพรอบข้างของจุดภาพที่พิจารณาทั้งหมดทำให้มีการคำนวณที่ซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลมาก อีกทั้งมีรอบการทำงานซ้ำสำหรับสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซล จึงจะสามารถลบสัญญาณรบกวนได้หมด ทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างมีค่าใช้จ่ายสูง และวิธีการเติมค่าจุดภาพ (kFill Algorithm) ที่ยังมีข้อจำกัดในการเติมค่าจุดภาพที่พิจารณาโดยเติมเฉพาะจุดภาพสีดำและจุดภาพสีขาว ซึ่งทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพไบนารีเท่านั้น แม้ว่าจะมีการประยุกต์วิธีการนี้เป็น Applied kFill Algorithm แล้วก็ตาม

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงการลดสัญญาณรบกวนประเภทเกลือและพริกไทย ตลอดจนหาวิธีการที่ใช้ในการลดสัญญาณรบกวนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องอัตราการเรียนรู้จำตัวอักษรสำหรับภาพเอกสาร และปรับปรุงการประมวลผลให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing)
2. เพื่อศึกษาวิธีการลดสัญญาณรบกวนในกระบวนการ Pre-processing ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ
3. เพื่อพัฒนาวิธีการลดสัญญาณรบกวนในภาพเอกสาร เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้จำตัวอักษรต่อไป
4. เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพเอกสารที่ผ่านการสแกนจากเครื่องสแกนเนอร์ให้สามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

1. การพิจารณาเติมจุดภาพเฉพาะที่เป็นจุดภาพสีขาว (Pepper Noise) และจุดภาพสีดำ (Salt Noise) ช่วยให้สามารถระบุตำแหน่งของสัญญาณรบกวนได้ดีขึ้น
2. การเติมจุดภาพด้วยค่าเฉลี่ย (Median Filter) ของจุดภาพรอบข้างของจุดภาพที่พิจารณาช่วยให้ค่าสีที่เติมในจุดภาพที่พิจารณามีสีใกล้เคียงจุดภาพรอบข้างมากขึ้น
3. การพิจารณาเติมเฉพาะจุดภาพที่เป็นสัญญาณรบกวนโดยจุดภาพที่ไม่ใช่สัญญาณรบกวนให้คงค่าสีเดิมไว้ ช่วยลดเวลาในการประมวลผลได้ดี
4. การลดสัญญาณรบกวนของภาพเอกสารก่อน สามารถทำให้ผลการเรียนรู้จำตัวอักษรมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) และขั้นตอนวิธีก่อนการประมวลผลภาพ pre-processing
2. ศึกษาวิธีการลดสัญญาณรบกวนในกระบวนการ Pre-processing ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ
3. พัฒนาวิธีการลดสัญญาณรบกวนในภาพเอกสาร เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้จำตัวอักษรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัฒนาวิธีการลดสัญญาณรบกวนกับภาพประเภทต่าง ๆ
5. พัฒนาโปรแกรมที่ใช้ลดสัญญาณรบกวนกับภาพประเภทต่าง ๆ
6. ปรับปรุงคุณภาพของภาพเอกสารที่ผ่านการสแกนจากเครื่องสแกนเนอร์ให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นตอนของงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัย เอกสารทางวิชาการ หนังสือและวารสารที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพและการลดสัญญาณรบกวนในภาพ
2. ศึกษาการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการลดสัญญาณรบกวน
3. เก็บรวบรวมและสแกนภาพเอกสารและภาพทั่วไปแบบ binary , grayscale และแบบ color
4. เขียนโปรแกรมทดสอบงานวิจัยที่ศึกษาในการลดสัญญาณรบกวน ในภาพ
5. นำภาพที่สแกนได้มาทดสอบกับงานวิจัยที่ศึกษา
6. ตั้งสมมติฐานในการลดสัญญาณรบกวนจากโปรแกรมทดสอบ
7. เขียนโปรแกรมดำเนินการทดสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้
8. เลือกตัวอย่างภาพและทดสอบกับโปรแกรม
9. แก้ไขโปรแกรมเพื่อให้แก้ไขปัญหาต่างๆ ให้ได้มากที่สุด
10. ประมวลผลการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานพร้อมทั้งทำเอกสารนำเสนอเป็นงานวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing)
2. ทราบถึงวิธีการลดสัญญาณรบกวนในกระบวนการ Pre-processing ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ
3. พัฒนาวิธีการลดสัญญาณรบกวนในภาพเอกสาร ก่อนนำไปใช้ในการรู้จำตัวอักษรต่อไป
4. ปรับปรุงคุณภาพของภาพเอกสารที่ผ่านการสแกนจากเครื่องสแกนเนอร์ให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น เป็นสาเหตุที่ทำให้รายละเอียดและความสมบูรณ์ของภาพลดน้อยลงไป ดังนั้นการลดสัญญาณรบกวนจึงมีจุดประสงค์เพื่อลดทอนส่วนของรูปภาพที่เป็นสิ่งแปลกปลอมออกไป โดยข้อมูลแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักจะมาจากคุณภาพของเอกสารต้นฉบับที่นำมาทำการอ่าน จึงจำเป็นที่จะต้องจัดการกับส่วนเกินเหล่านี้ออกไปให้ได้มากที่สุด[3] โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาหลายวิธีการที่ใช้ในการลดสัญญาณรบกวนชนิดเกลือและพริกไทย ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการลดสัญญาณรบกวนกับภาพทั่วไป แต่ปัจจุบันนี้ก็มีหลายงานวิจัยที่มีการศึกษาการลดสัญญาณรบกวนบนภาพเอกสาร เพื่อนำสู่ขั้นตอนการรู้จำตัวอักษร ซึ่งจะอธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละวิธีการดังนี้

2.1 วิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm) [4,5,6]

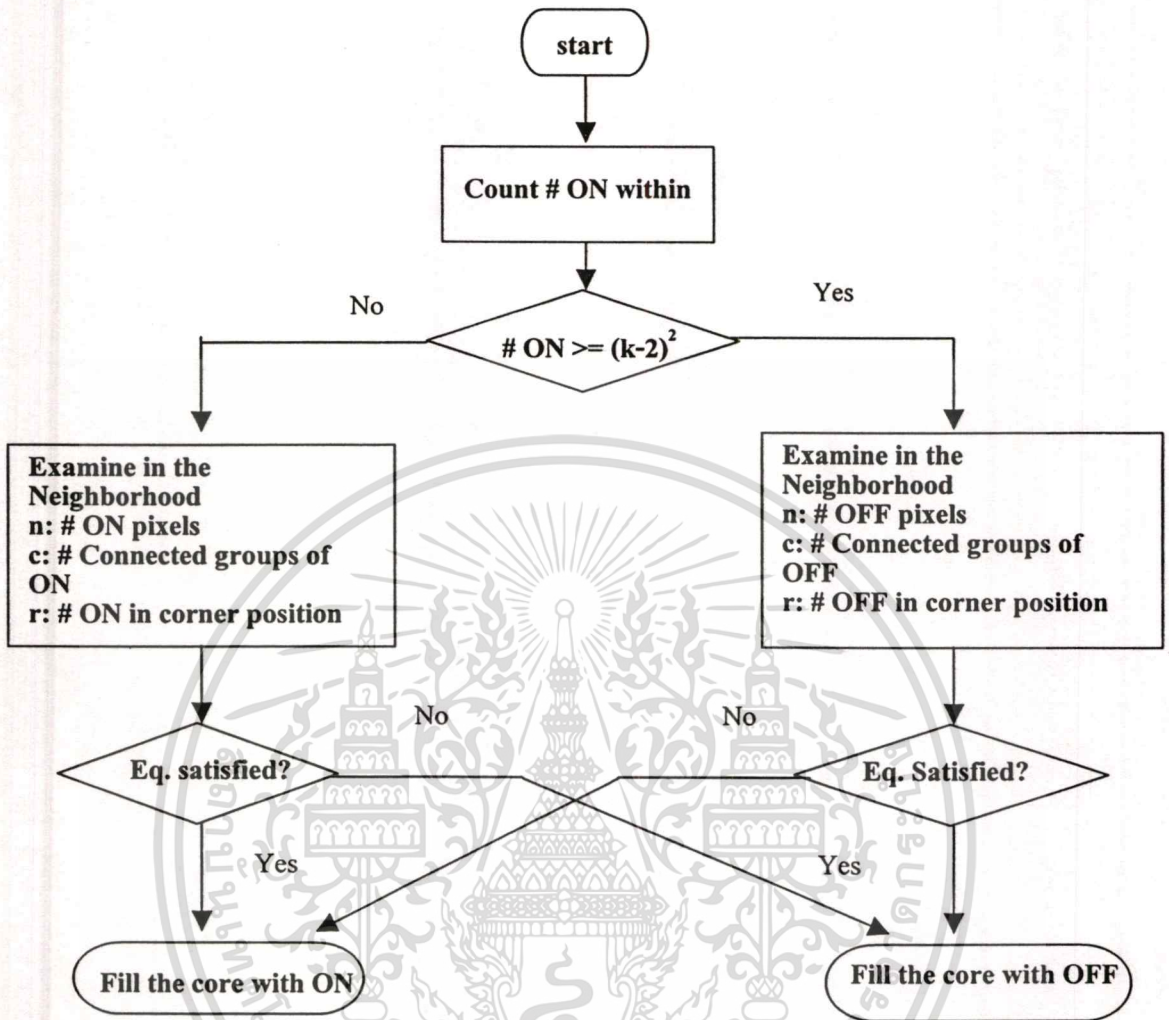
อัลกอริทึม kFill ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อลดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย สำหรับภาพเอกสารที่มีข้อมูลเป็นภาพแบบไบนารี ซึ่งจะเกิดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทยได้ค่อนข้างมาก ซึ่งสัญญาณรบกวนประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นจุดภาพเดี่ยวๆ หรือกลุ่มของจุดภาพของจุดภาพสีดำ (ON) บนพื้นหลังสีขาว (OFF) หรือเป็นจุดภาพสีขาว (OFF) บนตัวอักษรหรือส่วนที่เป็นพื้นหลังสีดำ (ON) ขั้นตอนการลบสัญญาณรบกวนเหล่านี้เรียกว่าการ “filling”

สิ่งที่สำคัญสำหรับเทคนิคหลายๆ เทคนิคในขั้นตอนการเตรียมการก่อนการประมวลผล (Pre-processing) คือต้องสามารถลดสัญญาณรบกวนให้ได้มากที่สุด การลดสัญญาณรบกวนจะสามารถลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลด้วย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนการจดจำของ OCR และขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างเอกสาร ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ลดสัญญาณรบกวนก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการจดจำด้วย

วิธีการ kFill จะมีการใช้พารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเติมค่าจุดภาพ ซึ่งได้แก่ค่า k , c , n และ r ซึ่งมีความหมายดังนี้

- k คือ ค่าของขนาดวินโดวส์ที่ใช้ เช่น $k=3 \times 3$
- n คือ จำนวนของจุดภาพที่อยู่ในจุดภาพรอบข้าง
- c คือ จำนวนของความต่อเนื่องของจุดภาพรอบข้าง
- r คือ จำนวนของจุดภาพในตำแหน่งมุม

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม kFill จะแสดงดังรูปที่ 2.1 [4]



รูปที่ 2.1 แสดงอัลกอริทึม kFill

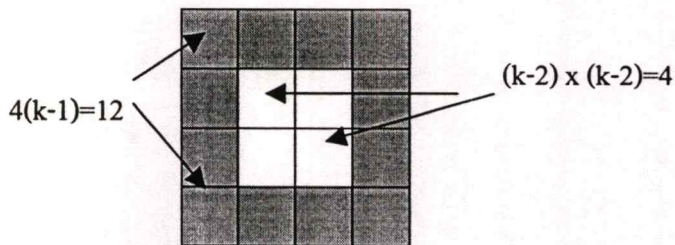
โดยอัลกอริทึมนี้ k จะเป็นพารามิเตอร์ (ค่า k ใน kFill) ที่ใช้พิจารณาตามขนาดของข้อความและความละเอียดของภาพที่สแกน ซึ่งจะทำให้เก็บรายละเอียดปลีกย่อยเช่น จุดและจุดสิ้นสุดของตัวอักษรได้ อัลกอริทึม kFill จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การเติมจุดภาพดำ
2. การเติมจุดภาพขาว

ซึ่งพารามิเตอร์ k จะเป็นขนาดของหน้าต่างที่สามารถเปลี่ยนให้เหมาะสมกับขนาดของตัวอักษรและขนาดของสัญญาณรบกวนรวมทั้งความละเอียดของภาพพิจารณาจากขนาดหน้าต่าง $k \times k$ จะสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน

1. กลุ่มจุดภาพแกน (core) จำนวน $(k-2) \times (k-2)$
2. กลุ่มจุดภาพรอบข้าง จำนวน $4(k-1)$ ดังรูปที่ 2.2 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งจุดภาพเมื่อจะแทนค่าด้วยอัลกอริทึม kFill

โดยเงื่อนไขในการเติมค่าจุดภาพจะพิจารณาทั้งจุดภาพแกนและจุดภาพรอบข้างดังนี้

1. ถ้าจุดภาพแกนทุกจุดเป็นจุดภาพดำ (ON) ให้พิจารณาเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพขาว
2. ถ้าจุดภาพแกนทุกจุดเป็นจุดภาพขาว (OFF) ให้พิจารณาเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ

ต้องพิจารณาถึงจุดภาพรอบข้างด้วย โดยมีเงื่อนไขดังนี้ [4,5]

$$(c=1) \text{ and } \{ (n > 3k-4) \text{ or } [(n=3k-4) \text{ and } (r=2)] \}$$

- n คือ จำนวนของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ที่อยู่ในจุดภาพรอบข้าง
- c คือ จำนวนของความต่อเนื่องของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ของจุดภาพรอบข้าง
- r คือ จำนวนของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ในตำแหน่งมุม

โดย n และ r จะเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของหน้าต่าง n จะบอกว่าควรเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพประเภทใด c เป็นตัวแปรสำหรับรักษาคุณสมบัติของวัตถุ 2 ชั้นที่อยู่ใกล้กันเกิดการเชื่อมติดกัน หรือไม่ทำให้วัตถุเกิดการแยกขาดจากกันภายหลังการเติมค่าจุดภาพลงไปเป็นจุดภาพแกน ตัวอย่าง ถ้าจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำก็ต้องเติมเป็นจุดภาพขาวโดยพิจารณาตัวแปรดังสมการต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ดังรูปที่ 2.3

$$(c=1) \text{ and } (n > 3k-4)$$

- c จำนวนความต่อเนื่องของจุดภาพขาวที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องเท่ากับ 1
- n จำนวนจุดภาพขาวทั้งหมดที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องมีจำนวนมากกว่า $3k-4$

	1	2	3
			4
			5
9	8	7	6

รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของจุดภาพตามสมการ โดยมีค่า $k=4$

กรณีที่ 2 ดังรูปที่ 2.4

$$(c=1) \text{ and } (n=3k-4) \text{ and } (r=2)$$

- c จำนวนความต่อเนื่องของจุดภาพขาวที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างเท่ากับ 1
- n จำนวนจุดภาพขาวทั้งหมดที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องมีจำนวนเท่ากับ $3k-4$
- r จำนวนจุดขาวในตำแหน่งมุมทั้ง 4 เท่ากับ 2

	1	2	3
			4
			5
	8	7	6

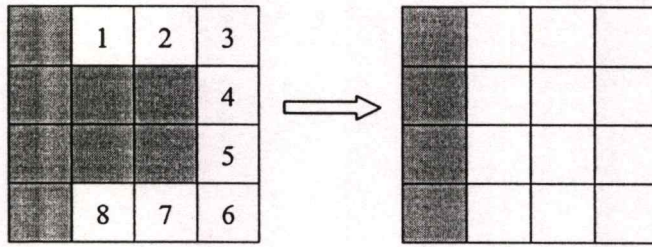
รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งของจุดภาพตามสมการ โดยมีค่า $k=4$

เมื่อเติมจุดภาพแกนจากรูปที่ 2.3 และ 2.4 แล้วจะได้ดังรูปที่ 2.5 และ 2.6

	1	2	3
			4
			5
9	8	7	6

→

รูปที่ 2.5 แสดงการเติมจุดภาพแกนที่เป็นจุดภาพดำให้เป็นจุดภาพขาวจากรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.6 แสดงการเติมจุดภาพแทนที่เป็นจุดภาพดำให้เป็นจุดภาพขาวจากรูปที่ 2.4

ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้ ดังรูปที่ 2.7-2.9 [4]



รูปที่ 2.7 ภาพที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise [4]



รูปที่ 2.8 วิธีการ kFill Algorithm ด้วยวินโดวส์ 3x3 [4]



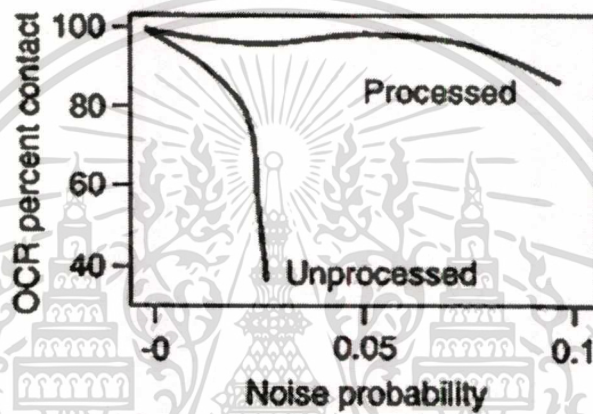
รูปที่ 2.9 วิธีการ kFill Algorithm ด้วยวินโดวส์ 5x5 [4]

จากการทดสอบข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการ kFill Algorithm มีข้อจำกัดดังนี้

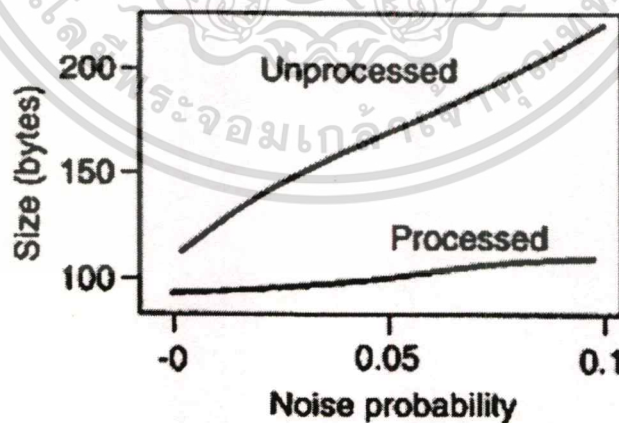
1. ในกรณีที่ถ้า k มีขนาดใหญ่กว่า 3×3 จะไม่มีการพิจารณาเติมค่าจุดภาพแทนที่มีขนาดเล็กกว่าจุดภาพแทน ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถลบสัญญาณรบกวนที่มีขนาดเล็กได้

2. ต้องมีรอบการทำงานซ้ำสำหรับคุณภาพสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซล จึงจะสามารถลบสัญญาณรบกวนได้หมด
3. ในการเติมค่าจุดภาพที่พิจารณาจะมีการเติมเฉพาะจุดภาพสีดำและจุดภาพสีขาวเท่านั้นไม่สามารถเติมสีในระดับเทาและระดับสีต่างๆ ได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ในการลดสัญญาณรบกวนในภาพทั่วไปที่เป็นภาพระดับเทาและภาพสีได้

ขั้นตอนของอัลกอริทึม kFill จะมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดขนาดข้อมูลและการ OCR ดังรูปที่ 2.10 และ 2.11 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการมีสัญญาณรบกวนและการลดสัญญาณรบกวนแล้ว [5,7]



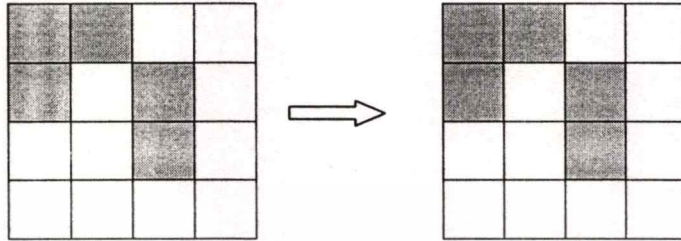
รูปที่ 2.10 แสดงผลกระทบจากสัญญาณรบกวนต่ออัตรา OCR เมื่อใช้วิธีการ kFill [5,7]



รูปที่ 2.11 แสดงผลกระทบจากสัญญาณรบกวนต่อขนาดของข้อมูล เมื่อใช้วิธีการ kFill [5,7]

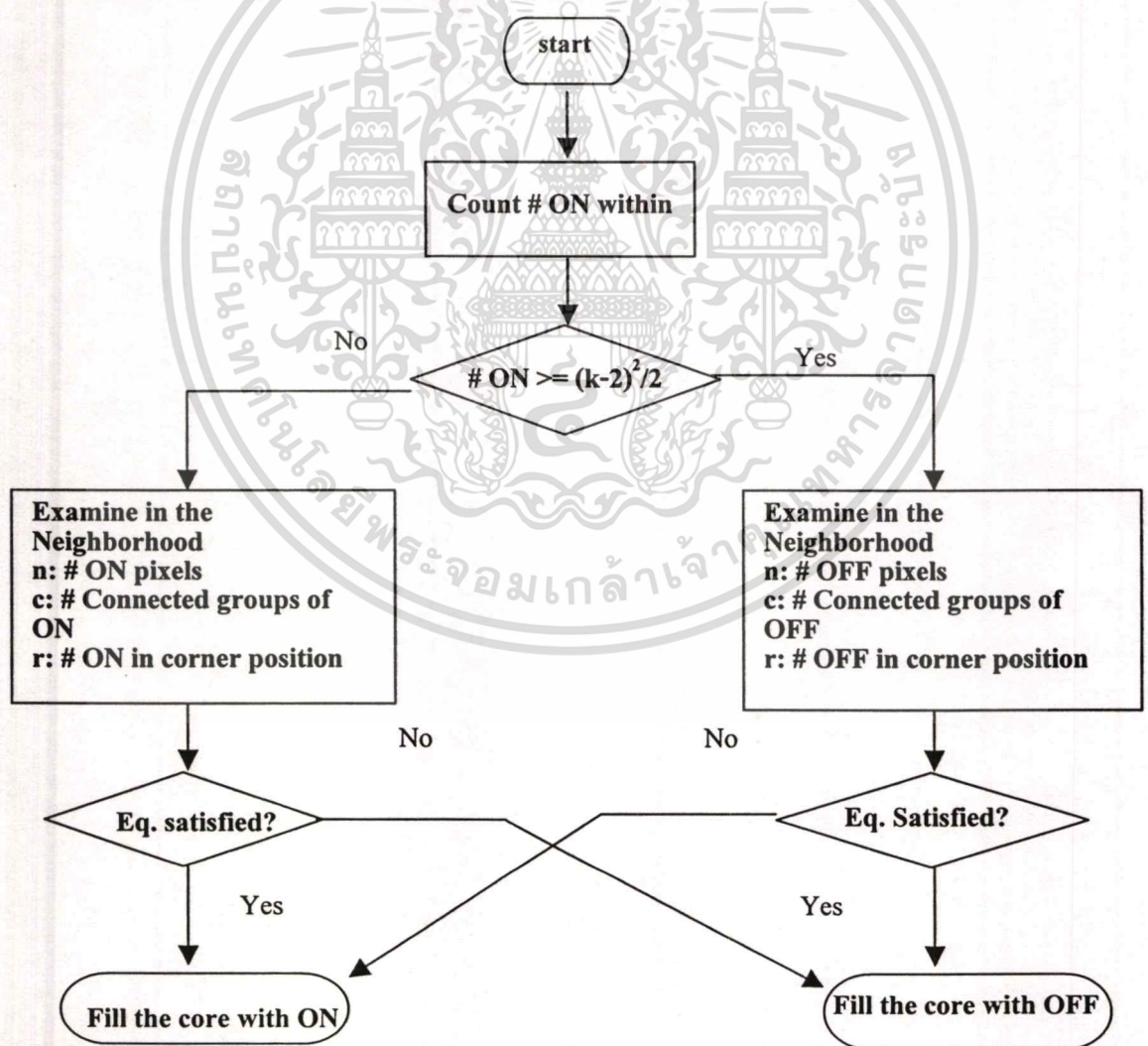
2.2 บทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm) [4,5,6]

จากอัลกอริทึม kFill เดิม ในกรณีที่ถ้า k มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 จะไม่มีการพิจารณาเดิมค่าจุดภาพแกนที่มีขนาดเล็กกว่า core ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถลบสัญญาณรบกวนที่มีขนาดเล็กได้ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 จุดภาพที่ไม่ถูกลบออกโดยอัลกอริทึม kFill ที่ k=4x4 ขึ้นไป

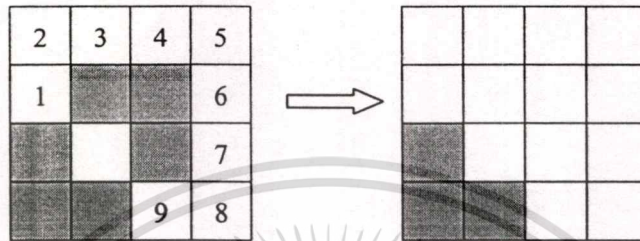
ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ kFill ดังอัลกอริทึมในรูปที่ 2.13 [4]



รูปที่ 2.13 แสดงอัลกอริทึม Applied kFill [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยถ้ากำหนด $m=(k-2)$ และกำหนดเงื่อนไขจุดภาพแทนในการพิจารณาเติมค่า ถ้าในกลุ่มจุดภาพแทน เป็นจุดภาพประเภทเดียวกันอย่างน้อย $m^2/2$ จุดภาพ ให้ถือว่าจุดภาพมีค่าเป็นไปตามค่าของจำนวนจุดภาพประเภทนั้น จากการประยุกต์อัลกอริทึม kFill จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.14 คือจำนวนจุดภาพแทนเป็นจุดภาพดำ (ON) จำนวน 3 จุด มากกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนคือ $m^2/2$ จุดภาพ ดังนั้นจึงให้ค่าเป็นขาว (OFF) เมื่อพิจารณาพบว่า $c=1$ และ $(n-9) > (3k-4=8)$



รูปที่ 2.14 แสดงการเติมค่าจุดภาพแทน โดยการประยุกต์อัลกอริทึม kFill

ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้ด้วยวินโดวส์ 5×5 ดังรูปที่ 2.15 และ 2.16

รูปที่ 2.15 ภาพที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise [4]

Ri

รูปที่ 2.16 วิธีการ Applied kFill Algorithm [4]

จากการทดสอบข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการ kFill Algorithm มีข้อจำกัดคือ ในการเติมค่าจุดภาพที่พิจารณาจะมีการเติมเฉพาะจุดภาพสีดำและจุดภาพสีขาวเท่านั้น ไม่สามารถเติมสีในระดับเทาและระดับสีต่างๆ ได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ในการลดสัญญาณรบกวนในภาพทั่วไปที่เป็นภาพระดับเทาและภาพสีได้

2.3 การกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter) [8,9,10]

วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน เป็นวิธีการกรองสัญญาณรบกวนที่ใช้กันมากในการประมวลผลภาพ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า การกรองโดยใช้ค่าพิสัย (Rank Filter) [8] วิธีการนี้แต่ละจุดภาพและจุดภาพรอบข้างจะต้องถูกประมวลผล ดังสมการต่อไปนี้ [10]

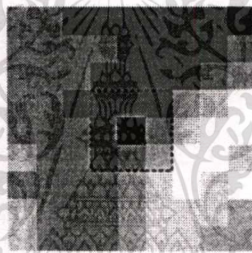
$$\hat{f}(x,y) = \text{median} \{g(s,t)\} \quad (2.1)$$

$$(s,t) \in S_{xy}$$

โดยที่ $\hat{f}(x,y)$ คือ จุดภาพที่ถูกแทนค่า

$g(s,t)$ คือ ภาพที่มีสัญญาณรบกวน

จุดภาพที่ถูกพิจารณาจะถูกเติมค่าด้วยค่ามัธยฐานของจุดภาพรอบข้างภายในขนาดวินโดวส์ที่กำหนด ดังรูปที่ 2.17 โดยพิจารณาจุดภาพค่าและจุดภาพรอบข้างดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.17 แสดงภาพก่อนใช้การกรองด้วยค่ามัธยฐาน

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าจุดภาพจากรูปที่ 2.17 วินโดวส์ 3x3

129	113	132
126	0	166
139	168	202

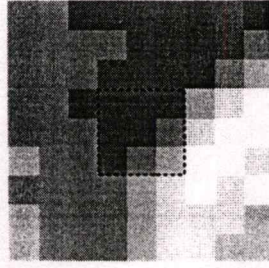
ขั้นตอนการทำงานของวิธีการนี้ประกอบด้วย

1. เรียงลำดับค่าของจุดภาพที่พิจารณาและจุดภาพรอบข้างดังนี้

0, 113, 126, 129, *132*, 139, 166, 168, 202

2. นำค่าที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของชุดข้อมูลที่เรียงลำดับแทนที่จุดภาพที่พิจารณาด้วยค่ากึ่งกลางที่ได้ในตัวอย่างนี้จุดภาพสีดำจะถูกแทนที่ด้วยค่า *132* (ถ้าจำนวนของข้อมูลที่เรียงแล้วเป็นจำนวนคู่ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของคู่ที่อยู่ตรงกลางของชุดข้อมูลมาแทนที่จุดภาพที่พิจารณา) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงภาพหลังใช้การกรองด้วยค่านัมรมฐาน

การกรองโดยใช้ค่านัมรมฐาน มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการกรองประเภทอื่น นั่นคือค่าของจุดภาพรอบข้างจะไม่มีผลกับค่าที่จะนำไปแทนที่จุดที่พิจารณา และการใช้ค่านัมรมฐานจะต้องรู้ค่าจุดภาพจริงของจุดภาพรอบข้าง ซึ่งการใช้การกรองด้วยค่านัมรมฐานจะไม่สามารถที่จะสร้างค่าจุดภาพขึ้นมาใหม่ที่ไม่ตรงกับจุดภาพจริง เมื่อมีการกระทำที่ขอบของภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการกรองโดยใช้ค่านัมรมฐานกับภาพทั่วไปแสดงดังรูปที่ 2.19-2.22 [11]



รูปที่ 2.19 แสดงภาพทั่วไปคืนฉบับ [11]



รูปที่ 2.20 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt & pepper 15%



รูปที่ 2.21 แสดงภาพทั่วไปที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี Median Filter ด้วยวินโดวส์ 3x3



รูปที่ 2.22 แสดงภาพทั่วไปที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี Median Filter ด้วยวินโดวส์ 5x5

จะเห็นได้ว่าการทดลอง ภาพจะมีความคมชัดน้อยลงจนทำให้คุณลักษณะสำคัญของภาพขาดหายไป ซึ่งเป็นข้อจำกัดเมื่อวินโดวส์มีขนาดใหญ่ขึ้น

2.4 การกรองโดยใช้ค่าสูงสุด (Max Filter) [10]

วิธีการกรองโดยใช้ค่าสูงสุดนี้จะใช้กับสัญญาณรบกวนประเภทพริกไทย (Pepper Noise) เท่านั้น ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนที่มีความเข้มมาก (ค่าจุดภาพต่ำ) ดังนั้นจึงต้องหาจุดภาพที่มีความสว่างมาก (ค่าจุดภาพสูง) มาแทนค่าจุดภาพสัญญาณรบกวน วิธีการนี้แต่ละจุดภาพและจุดภาพรอบข้างจะต้องถูกประมวลผลและเลือกค่าจุดภาพสูงสุดมาใช้ ดังสมการต่อไปนี้ [10]

$$f(x,y) = \max_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s,t)\} \quad (2.2)$$

โดยที่ $\hat{f}(x,y)$ คือ จุดภาพที่ถูกแทนค่า

$g(s,t)$ คือ ภาพที่มีสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลของวิธีการนี้แสดงดังรูปที่ 2.23

242	191	165
242		160
204	191	217

→

242	191	165
242	242	160
204	191	217

รูปที่ 2.23 แสดงการแทนค่าจุดภาพด้วยวิธีการ Max Filter

จากรูป 2.23 ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้

0, 160, 165, 191, 191, 204, 217, 242, 242

จะได้ค่าสูงสุดคือ 242 และนำค่าที่ได้มาแทนค่าจุดภาพที่พิจารณา

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้กรองสัญญาณรบกวนชนิดพริกไทย (Pepper Noise) ได้ดี แต่ยังมีข้อจำกัดคือสามารถลบสัญญาณรบกวนเฉพาะที่เป็น Pepper Noise เท่านั้น และวิธีการนี้ยังลบบางส่วนของขอบภาพที่เป็นสีดำออกไปด้วย

2.5 การกรองโดยใช้ค่าต่ำสุด (Min Filter) [10]

วิธีการกรองโดยใช้ค่าต่ำสุดนี้จะใช้กับสัญญาณรบกวนประเภทเกลือ (Salt Noise) เท่านั้น ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนที่มีความเข้มน้อย (ค่าจุดภาพสูง) ดังนั้นจึงต้องหาจุดภาพที่มีความเข้มมาก (ค่าจุดภาพต่ำ) มาแทนค่าจุดภาพสัญญาณรบกวนซึ่งตรงกันข้ามกับวิธีการ Max Filter วิธีการนี้แต่ละจุดภาพและจุดภาพรอบข้างจะต้องถูกประมวลผลและเลือกค่าจุดภาพต่ำสุดมาใช้ ดังสมการต่อไปนี้ [10]

$$f(x,y) = \min \{g(s,t)\} \quad (2.3)$$

$(s,t) \in S_{xy}$

โดยที่ $f(x,y)$ คือ จุดภาพที่ถูกแทนค่า

$g(s,t)$ คือ ภาพที่มีสัญญาณรบกวน

การประมวลผลของวิธีการนี้แสดงดังรูปที่ 2.24

242	191	165
242	255	160
204	191	217

242	191	165
242	160	160
204	191	217

รูปที่ 2.24 แสดงการแทนค่าจุดภาพด้วยวิธีการ Min Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.24 ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้

160, 165, 191, 191, 204, 217, 242, 242, 255

จะได้ค่าต่ำสุดคือ 160 และนำค่าที่ได้มาแทนค่าจุดภาพที่พิจารณา

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้กรองสัญญาณรบกวนชนิดเกลือ (Salt Noise) ได้ดี แต่ยังมีข้อจำกัดคือสามารถลบสัญญาณรบกวนเฉพาะที่เป็น Salt Noise เท่านั้น และวิธีการนี้ยังลบบางส่วนของขอบภาพที่เป็นสีขาวออกไปด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 58510 หรืออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และประยุกต์วิธีการลดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย (Salt and Pepper Noise)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ในการดำเนินงานการวิจัยนี้จึงต้องมีการทดลองและทดสอบแต่ละวิธีการในงานวิจัยดังกล่าว ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงข้อจำกัดในแต่ละวิธีการ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์และหาวิธีการให้สามารถลดข้อจำกัดต่างๆ ให้ได้มากที่สุด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

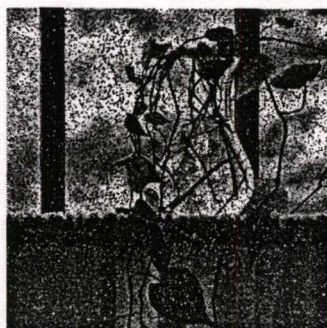
3.1 การวิเคราะห์วิธีการ Applied kFill Algorithm

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ประยุกต์มาจากอัลกอริทึม kFill เพื่อให้สามารถลบสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซลได้ ในรอบการทำงานเพียงครั้งเดียว

โดยกำหนดเงื่อนไขจุดภาพแทนในการพิจารณาเดิมค่า ถ้าในกลุ่มจุดภาพแทน เป็นจุดภาพประเภทเดียวกันอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของจุดภาพ ให้ถือว่าจุดภาพแทนทั้งหมดมีค่าเป็นไปตามค่าของจำนวนจุดภาพประเภทนั้น ดังนั้นในการวิเคราะห์วิธีการนี้ จึงมีการทดลองกับภาพทั่วไปจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.1-3.4

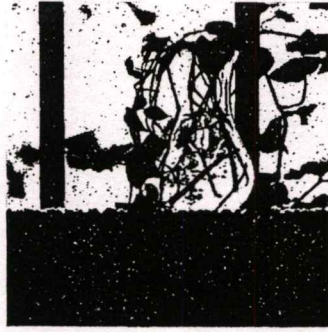


รูปที่ 3.1 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ



รูปที่ 3.2 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5

และทดลองวิธีการนี้ภาพข้อความดังรูปที่ 3.5-3.8

อำนาจเผด็จการหาญหัก

รูปที่ 3.5 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ

อำนาจเผด็จการหาญหัก

รูปที่ 3.6 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%

อำนาจเผด็จการหาญหัก

รูปที่ 3.7 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5×5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.8

อำนาจเผด็จการหาญหัก

รูปที่ 3.8 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 5×5

จากผลลัพธ์ข้างต้นซึ่งทำให้สามารถลบสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซลได้ ในรอบการทำงานเพียงรอบเดียว ดังนั้นวิธีการนี้สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดี แต่ภาพที่ได้หลังจากการลดสัญญาณรบกวนแล้วจะเป็นภาพไบนารีเท่านั้น ซึ่งจะไม่สามารถใช้ได้กับภาพทั่วไป

3.2 การวิเคราะห์วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากในการลดสัญญาณรบกวนชนิดสุ่ม (Random Noise) ซึ่งสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดีและได้ภาพที่มีการเลือนหรือเบลอน้อยกว่าวิธีการอื่น

ในการวิจัยนี้ เมื่อมีการทดลองใช้วิธีการ Median Filter กับภาพทั่วไป ด้วยขนาดวินโดวส์ 3×3 ดังรูปที่ 3.9-3.12 จะเห็นได้ว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความใกล้เคียงกับภาพเดิม



รูปที่ 3.9 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ



รูปที่ 3.10 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%



รูปที่ 3.11 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงภาพทั่วไปที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5

เมื่อทดสอบกับภาพข้อความในเอกสาร จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.13-3.16

ถือคธำนำหน้าพลพรรค

รูปที่ 3.13 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ

ถือคธำนำหน้าพลพรรค

รูปที่ 3.14 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%

ถือคธำนำหน้าพลพรรค

รูปที่ 3.15 แสดงภาพข้อความที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.16

ถือคธำนำหน้าพลพรรค

รูปที่ 3.16 แสดงภาพที่ใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5

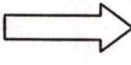
เมื่อขนาดวินโดวส์เพิ่มขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะมีความคมชัดของภาพลดลงตามขนาดวินโดวส์ที่เพิ่มมากขึ้นและจากผลการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีนี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการรู้จำของโปรแกรมรู้จำตัวอักษรลดลง ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์สาเหตุได้ดังนี้

1. เมื่อมีการใช้ขนาดวินโดวส์มากกว่า 3x3 ขึ้นไป จะมีการเติมค่าจุดภาพแทนตามขนาดของวินโดวส์ที่เพิ่มขึ้นด้วย มีการเติมค่าสีที่มีระดับของสีที่กว้าง ซึ่งจะได้ค่าจุดภาพที่ใกล้เคียงจุดภาพจริงน้อยลง เป็นสาเหตุทำให้ภาพขาดความคมชัดไปจากเดิม เช่น ขนาดวินโดวส์ 5x5 จะมีการพิจารณาค่าจุดภาพทั้งหมด $k \times k = 25$ จุดภาพ

ตัวอย่างเช่น เมื่อขนาดวินโดวส์เพิ่มเป็น 5x5 จะได้การพิจารณาค่าดังรูปที่ 3.17 [12]

2. ต้องมีการเรียงข้อมูลจุดภาพรอบข้างของจุดภาพที่พิจารณาทั้งหมดเพื่อหาค่ามัธยฐาน ซึ่งเมื่อนานาวัน โดวส์เพิ่มขึ้นจำนวนที่จะต้องเรียงลำดับก็เพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้มีการคำนวณที่ซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลมาก

102	102	80	75	15
102	102	80	75	15
102	0	0	75	15
97	0	0	0	15
97	97	80	99	15



102	102	80	75	15
102	75	75	75	15
102	75	75	75	15
97	75	75	75	15
97	97	80	99	15

รูปที่ 3.17 แสดงการใช้วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5

3.3 การประยุกต์วิธีการ Applied kFill Algorithm

เนื่องจากวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการลดสัญญาณรบกวน โดยการหาค่าจุดภาพแทนก่อนการประมวลผล ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเอาการพิจารณาหาจุดภาพแทนที่เป็นจุดภาพสัญญาณรบกวนที่เป็นชนิดเกลือ (Salt Noise) ที่มีค่าความสว่างมากหรือเป็นสีขาว และจุดภาพที่เป็นชนิดพริกไทย (Pepper Noise) ที่มีค่าความสว่างมากหรือเป็นสีขาว มาใช้ในการกำหนดจุดภาพที่ต้องมีการเติมค่า โดยมีการพิจารณาค่าจุดภาพแทนดังนี้

1. จุดภาพแทนที่มีค่าจุดภาพเป็นสีขาวน้อยกว่า $((k-2)^2/2)+1$
2. จุดภาพแทนที่มีค่าจุดภาพเป็นสีขาวมากกว่าหรือเท่ากับ $((k-2)^2/2)+1$
3. จุดภาพแทนที่มีค่าจุดภาพเป็นสีดำน้อยกว่า $((k-2)^2/2)+1$
4. จุดภาพแทนที่มีค่าจุดภาพเป็นสีดำมากกว่าหรือเท่ากับ $((k-2)^2/2)+1$

3.4 การประยุกต์วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน

เนื่องจากวิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐานจำเป็นที่จะต้องมีการเรียงข้อมูลของจุดภาพรอบข้างทั้งหมด ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้เสียเวลา และต้องมีการทำซ้ำสำหรับจุดภาพสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซล ทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างใช้เวลานานและมีการคำนวณที่ซับซ้อน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีการประยุกต์กรองโดยใช้ค่ามัธยฐานดังนี้

1. เมื่อมีการใช้ขนาดวินโดวส์มากกว่า 3×3 ขึ้นไป จะมีการเติมค่าสีที่มีระดับของสีที่แคบลง คือจะมีสีที่พิจารณาในส่วนของจุดภาพแทน จำนวน $(k-2)^2$ เท่านั้น ซึ่งจะได้ค่าจุดภาพที่ใกล้เคียงจุดภาพจริงมากขึ้น ทำให้ภาพมีความคมชัดมากกว่าเดิม เช่น ขนาดวินโดวส์ 5×5 จะมีการพิจารณาค่าจุดภาพทั้งหมด $(k-2)^2 = 9$ จุดภาพ
2. จะมีการพิจารณาเรียงข้อมูลเฉพาะจุดภาพแทนที่มีลักษณะเป็นสัญญาณรบกวนที่เป็นเกลือและพริกไทยเท่านั้น ส่วนจุดภาพอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นจุดภาพสัญญาณรบกวนก็ให้เติมค่าสีจุดภาพเดิมไว้ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ภาพมีความคมชัดขององค์ประกอบภายในภาพได้ดีแม้ว่าขนาดวินโดวส์ที่ใช้จะเพิ่มมากขึ้นก็ตาม และวิธีการนี้ยังสามารถลดเวลาในการประมวลผลจุดภาพลงได้ดี เนื่องจากไม่ได้มีการเรียงข้อมูลทุกจุดภาพในภาพ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์วิธีการนี้ด้วยวินโดวส์ 5×5 ดังรูปที่ 3.18 [12]

102	102	80	75	15	102	102	80	75	15
102	102	80	75	15	102	0	0	0	15
102	0	0	75	15	102	0	0	0	15
97	0	0	0	15	97	0	0	0	15
97	97	80	99	15	97	97	80	99	15

รูปที่ 3.18 แสดงการประยุกต์วิธีการ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5×5

จากการประยุกต์วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐานที่ได้สามารถนำมาใช้ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์วิธีการเติมจุดภาพ และบทประยุกต์อัลกอริทึม kFill เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการลดสัญญาณรบกวนในภาพให้ดียิ่งขึ้น

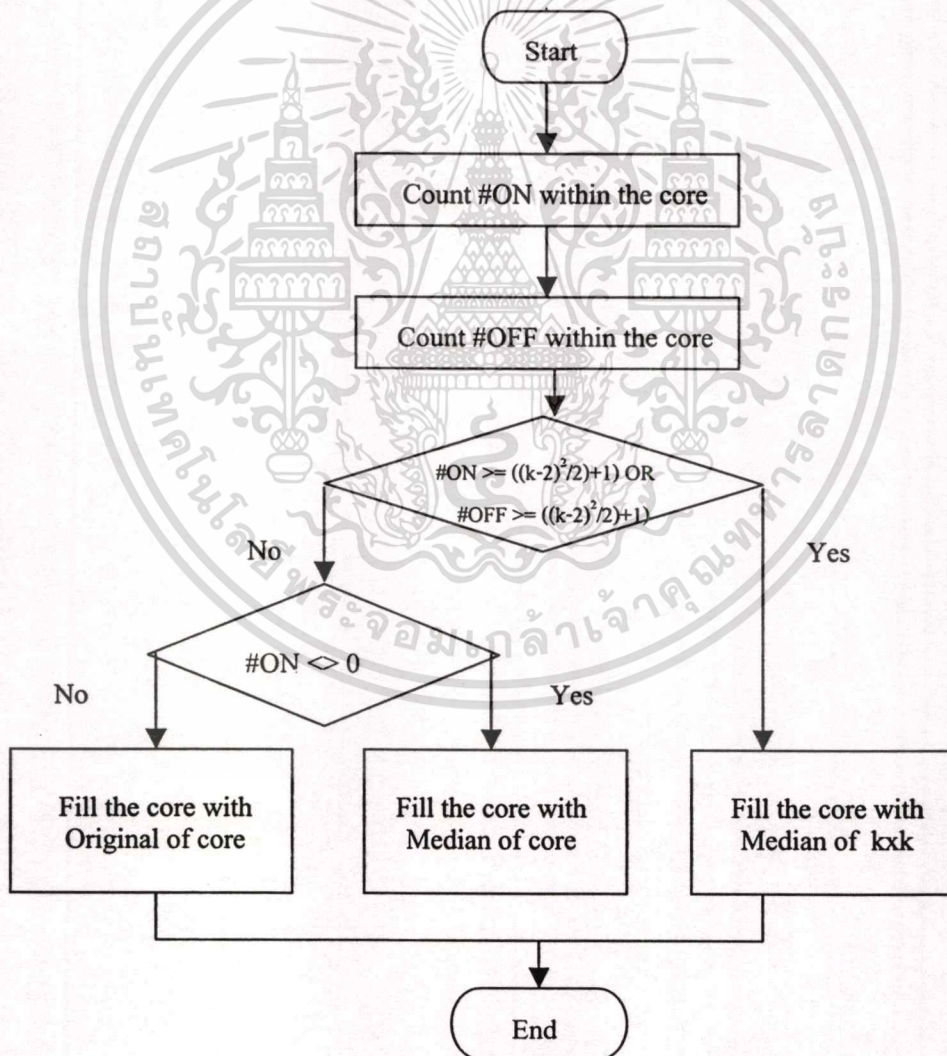
บทที่ 4

การประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill ร่วมกับ Median Filter

จากการวิเคราะห์และประยุกต์วิธีการลดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย (Salt and Pepper Noise)ข้างต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาความสามารถของทั้งสองวิธีการคือ Median Filter และ Applied kFill Algorithm มาประยุกต์เข้าด้วยกันดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter

อัลกอริทึมของการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีเงื่อนไขในการเติมค่าจุดภาพที่พิจารณาที่ได้จากการประยุกต์วิธีการ Applied kFill Algorithm และวิธีการ Median Filter ได้ดังนี้

1. ถ้าจุดภาพแทนเป็นจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) มากกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนทั้งหมดให้พิจารณาเติมจุดภาพแทนเป็นจุดภาพที่เป็นค่ามัธยฐานของจุดภาพรอบข้างรวมทั้งจุดภาพแทน
2. ถ้าจุดภาพแทนเป็นจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนทั้งหมดให้พิจารณาเติมจุดภาพแทนเป็นจุดภาพที่เป็นค่ามัธยฐานของจุดภาพแทน
3. ถ้าจุดภาพแทนทุกจุดไม่ได้เป็นทั้งจุดภาพขาว (OFF) และจุดภาพดำ (ON) ให้พิจารณาเติมจุดภาพเดิมของจุดภาพแทน

จากวิธีการข้างต้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2-4.5

141	192	166
115	255	128
128		

ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้

96, 102, 115, 128, 128,

141, 166, 192, 255

ค่ามัธยฐานคือ 128

รูปที่ 4.2 แสดงภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ $k=3$ และจุดภาพแทนเป็นสีขาว

242	191	165
242		160
204	191	217

ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้

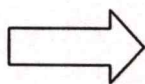
0, 160, 165, 191, 191,

204, 217, 242, 242

ค่ามัธยฐานคือ 191

รูปที่ 4.3 แสดงภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ $k=3$ และจุดภาพแทนเป็นสีดำ

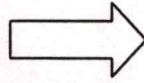
141	192	166
115	255	128
128	102	96



141	192	166
115	128	128
128	102	96

รูปที่ 4.4 แสดงภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 4.2

242	191	165
242		160
204	191	217



242	191	165
242	191	160
204	191	217

รูปที่ 4.5 แสดงภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 4.3

ตัวอย่างการลดสัญญาณรบกวนบนภาพข้อความ โดยใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter จะได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 4.6-4.8

บุญยกษ์ไล่ม้วนแผ่นดิน!

รูปที่ 4.6 แสดงภาพข้อความต้นฉบับ

บุญยกษ์ไล่ม้วนแผ่นดิน!

รูปที่ 4.7 แสดงภาพข้อความที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%

บุญยกษ์ไล่ม้วนแผ่นดิน!

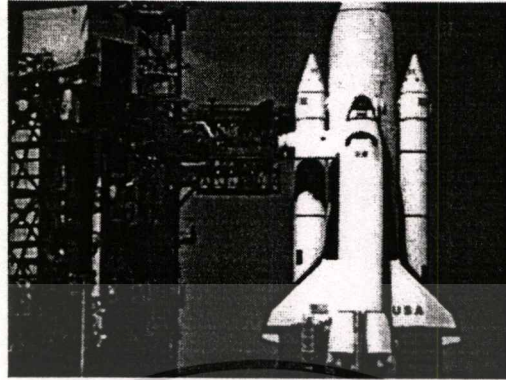
รูปที่ 4.8 แสดงภาพข้อความหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.9

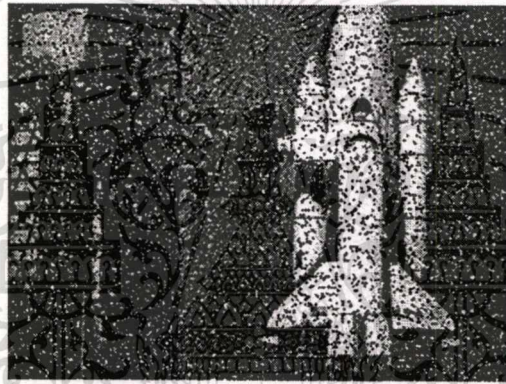
บุญยกษ์ไล่ม้วนแผ่นดิน!

รูปที่ 4.9 แสดงภาพข้อความหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5

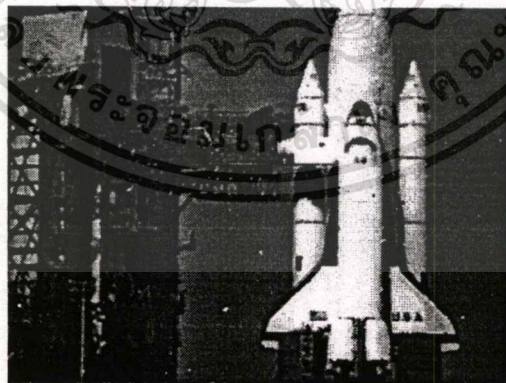
ตัวอย่างการลดสัญญาณรบกวนบนภาพทั่วไปโดยใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter จะ ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 4.10-4.12



รูปที่ 4.10 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ



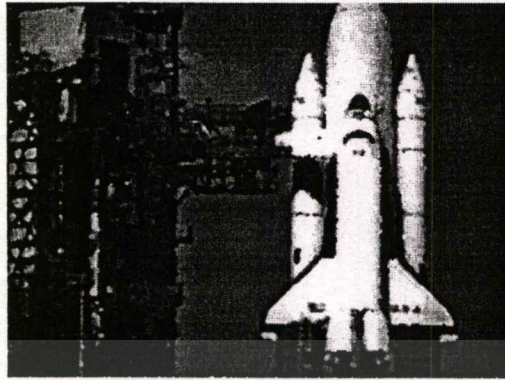
รูปที่ 4.11 แสดงภาพทั่วไปที่มีสัญญาณรบกวน Salt and Pepper Noise 20%



รูปที่ 4.12 แสดงภาพทั่วไปหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้ามีการเพิ่มขนาดวินโดวส์ขึ้นไปเป็น 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงภาพทั่วไปหลังใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill ด้วยขนาดวินโดวส์ 5x5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การเลือก ทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ในการเลือกและวิเคราะห์ตัวอย่างข้อมูลที่จะนำมาใช้ทดสอบในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill และ Median Filter ที่พัฒนาขึ้นมา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการรู้จำตัวอักษร ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน และในงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรมอ่านไทย และไทยโอซีอาร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังจะกล่าวเพิ่มเติมในบทนี้

5.1 การเลือกข้อมูลภาพทั่วไป

ตัวอย่างภาพทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากเว็บไซต์ [13]

1. http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/watermarking/image_database/ ได้แก่รูปดังต่อไปนี้
 - 1.1 *Black Bear*. Copyright photos courtesy of Robert E. Barber, Barber Nature Photography (REBarber@msn.com)
 - 1.2 *Kid*. Copyright photo courtesy of Karel de Gendre
 - 1.3 *Brandy rose*. Copyright photo courtesy of Toni Lanker, 18347 Woodland Ridge Dr. Apt #7, Spring Lake, MI 49456, U.S.A. (tlankerd@wmis.net)
 - 1.4 *Baboon*. Courtesy of the Signal and Image Processing Institute at the University of Southern California.
 - 1.5 *Peppers*. Courtesy of the Signal and Image Processing Institute at the University of Southern California.
 - 1.6 *Lena*. Courtesy of the Signal and Image Processing Institute at the University of Southern California.
 - 1.7 *Wildflowers*. Copyright photos courtesy of Robert E. Barber, Barber Nature Photography (REBarber@msn.com)
 - 1.8 *Localised corrosion on an electropolished Al-Zn-Mg-Cu alloy*. Copyright photo courtesy of Gérald Deshais.
 - 1.9 *Pills*. Copyright photo courtesy of Karel de Gendre

5.2 การเลือกข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย

ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการสแกนภาพเอกสารจากหนังสือและวารสารดังต่อไปนี้

1. หนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11, 19, 73
2. หนังสือรางวัลลูกเสือโลกสีเขียว ครั้งที่ 4 ผลงานความเรียงเยาวชนปี 2545 หน้า 19, 39
3. หนังสือสารแนะนำ...เกี่ยวกับการบริหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในกำกับของรัฐโดย ศูนย์ประสานกิจการปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำนักงาน อธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมษายน 2544
4. หนังสือสารานุกรมแนะนำหนังสือดี 100 เล่ม ที่คนไทยควรอ่าน หน้า 147, 165
5. หนังสือเรียนภาษาไทย ท503 ชุดทักษะพัฒนา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) กรม วิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2537 หน้า 103
6. หนังสือสถาปัตยกรรมไมโครโปรเซสเซอร์ 16/32/64 บิต เล่ม 2 โดย ชื่น ภู่วรรณ ผู้อำนวยการสำนักบริการคอมพิวเตอร์ และรองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 164, 182, 264, 257
7. หนังสือบริหารโครงการ โดย ผศ.สุวัฒน์ พัฒนไพบูรณ์ ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะ เศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) หน้า 223, 402

5.3 ขั้นตอนการทดลองข้อมูลภาพ

5.3.1 ภาพทั่วไป

จากการเก็บข้อมูลจากหนังสือได้นำมาเข้าสู่ขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำภาพทั่วไปมาเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 5-30% ดังรูปตัวอย่างที่ 5.1-5.4
2. นำภาพทั่วไปที่เพิ่มสัญญาณรบกวนแล้วมาลดสัญญาณรบกวนโดยมีพารามิเตอร์ดังนี้
 - 2.1 ระดับสัญญาณรบกวน 7 ระดับ คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30%
 - 2.2 วิธีการ 5 วิธี คือ ไม่ผ่านวิธีการใดเลย, kFill Algorithm, Applied kFill Algorithm, Median Filter, และวิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm
 - 2.3 ขนาดวินโดวส์ 2 ขนาด คือ 3x3 และ 5x5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงภาพทั่วไปต้นฉบับ [ภาพ *Lena* จาก Courtesy of the Signal and Image Processing Institute at the University of Southern California.]



รูปที่ 5.2 แสดงภาพ *Lena* หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%



รูปที่ 5.3 แสดงภาพ *Lena* หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงภาพ *Lena* หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%

5.3.2 ภาพเอกสารภาษาไทย

จากการเก็บข้อมูลจากหนังสือได้นำมาเข้าสู่ขั้นตอนการทดลองซึ่งแบ่งประเภทภาพออกเป็นแบบไบนารีและแบบระดับเทา ดังต่อไปนี้

แบบไบนารี

1. นำหนังสือมาสแกนด้วยความละเอียด 300x300 dpi ในระดับเทาซึ่งจะได้ภาพต้นฉบับ 1 ภาพ ดังรูปที่ 5.5
2. นำภาพต้นฉบับที่ได้มาเข้าโปรแกรม Paint Brush ตัดเลือกส่วนของข้อความในภาพเอกสารที่จะใช้ในการทดสอบ เพื่อสะดวกต่อการนับความถูกต้องของตัวอักษรเมื่อผ่านการรู้จำตัวอักษรแล้ว
3. นำภาพข้อความที่ได้มาปรับให้แบบไบนารีด้วยโปรแกรมปรับภาพ
4. นำภาพข้อความแบบไบนารีที่ได้จากข้อ 3 มาเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย 5-30% ดังรูปตัวอย่างที่ 5.6-5.8
5. นำภาพข้อความที่เพิ่มสัญญาณรบกวนแล้วมาลดสัญญาณรบกวน โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้
 - 4.1 ระดับสัญญาณรบกวน 7 ระดับ คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30%
 - 4.2 วิธีการ 5 วิธี คือ ไม่ผ่านวิธีการใดเลย, kFill Algorithm, Applied kFill Algorithm, Median Filter, และวิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm
 - 4.3 ขนาดวินโดวส์ 2 ขนาด คือ 3x3 และ 5x5
 - 4.4 โปรแกรมรู้จำตัวอักษร 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม Arnthai Version 1.0 และ ThaiOCR Version 1.5
 ซึ่งทำให้ได้กรณีทั้งหมด 140 กรณีต่อภาพข้อความ 1 ภาพ
6. นำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ข้อมูลจริงและกราฟ

มหาดเล็กและช่างภาพส่วนพระองค์

รูปที่ 5.5 แสดงภาพข้อความแบบโบราณจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11

มหาดเล็กและช่างภาพส่วนพระองค์

รูปที่ 5.6 แสดงภาพข้อความแบบโบราณจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่ม
สัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%

มหาดเล็กและช่างภาพส่วนพระองค์

รูปที่ 5.7 แสดงภาพข้อความแบบโบราณจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่ม
สัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%

มหาดเล็กและช่างภาพส่วนพระองค์

รูปที่ 5.8 แสดงภาพข้อความแบบโบราณจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่ม
สัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%

แบบระดับเทา

1. นำหนังสือมาสแกนด้วยความละเอียด 300x300 dpi ในระดับเทาซึ่งจะได้ภาพต้นฉบับ 1 ภาพ
ดังรูปที่ 5.9
2. นำภาพต้นฉบับที่ได้มาเข้าโปรแกรม Paint Brush ตัดเลือกส่วนของข้อความในภาพ
เอกสารที่จะใช้ในการทดสอบ เพื่อสะดวกต่อการนับความถูกต้องของตัวอักษรเมื่อผ่านการ
รู้จำตัวอักษรแล้ว
3. นำภาพข้อความแบบระดับเทาที่ได้จากข้อ 2 มาเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย
5-30% ดังรูปตัวอย่างที่ 5.10-5.12
4. นำภาพข้อความที่เพิ่มสัญญาณรบกวนแล้วมาลดสัญญาณรบกวน โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้
 - 4.1 ระดับสัญญาณรบกวน 7 ระดับ คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.2 วิธีการ 3 วิธี คือ ไม่ผ่านวิธีการใดเลย, Median Filter, และวิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm
- 4.3 ขนาดวินโดวส์ 2 ขนาด คือ 3x3 และ 5x5
- 4.4 โปรแกรมรู้จำตัวอักษร 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม Amthai Version 1.0 และ ThaiOCR Version 1.5
- ซึ่งทำให้ได้กรณีทั้งหมด 84 กรณีต่อภาพข้อความ 1 ภาพ
5. นำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ข้อมูลจริงและกราฟ

มหาดเล็กและช่างภาพส่วนพระองค์

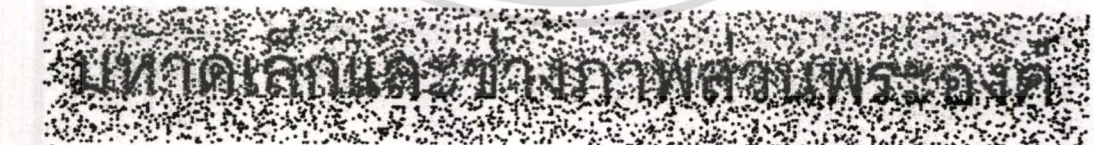
รูปที่ 5.9 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11



รูปที่ 5.10 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%



รูปที่ 5.11 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%



รูปที่ 5.12 แสดงภาพข้อความแบบระดับเทาจากหนังสือที่สุดของหัวใจ หน้า 11 หลังจากการเพิ่มสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%



5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

5.4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองภาพทั่วไปโดยใช้ค่า SNR [14,15,16]

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่า peak-signal-to-noise ratio (PSNR)

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{255^2}{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [O(i,j) - R(i,j)]^2} \right\} \quad (5.1)$$

โดยที่ O คือ ภาพต้นฉบับ
 R คือ ภาพที่ลดสัญญาณรบกวนแล้วหรือภาพที่มีสัญญาณรบกวน
 MxN คือ ขนาดของภาพ

5.4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองภาพเอกสารภาษาไทยโดยใช้ค่าเฉลี่ย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะนำมาคิดค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำดังสมการต่อไปนี้

$$\bar{X}_{ijkl} = \frac{\sum_{m=1}^n X_{ijklm}}{n} \quad (5.2)$$

โดยที่ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำ
 n คือ จำนวนภาพ
 m คือ ลำดับภาพ
 i คือ ระดับสัญญาณรบกวน
 j คือ วิธีการ
 k คือ ขนาดวินโดวส์
 l คือ โปรแกรมรู้จำตัวอักษร

ซึ่งพารามิเตอร์มีความหมายดังนี้

1. ระดับสัญญาณรบกวนมี 7 ระดับ คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30%
2. แบบไปนารี วิธีการมี 5 วิธี คือ ไม่ผ่านวิธีการใดเลย, kFill Algorithm, Applied kFill Algorithm, Median Filter, และวิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบระดับเทา วิธีการมี 3 วิธี คือ ไม่ผ่านวิธีการใดเลย, Median Filter, และวิธีการ
ประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm

3. ขนาดวินโดวส์มี 2 ขนาด คือ 3x3 และ 5x5
4. โปรแกรมรู้จำตัวอักษรมี 2 โปรแกรม คือ โปรแกรมอ่านไทเวอร์ชัน 1.0 และไทยโอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5

5.5 โปรแกรมรู้จำตัวอักษรที่ใช้ในการทดสอบ (Optical Character Recognition)

การที่จะนำเอกสารจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อความไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ ต้องนำเอกสารมาผ่านเครื่องสแกนเนอร์ และจัดเก็บภาพเอกสารไว้ จากนั้นนำภาพที่ได้มาผ่าน โปรแกรมรู้จำตัวอักษร ที่ทำหน้าที่แปลงภาพตัวอักษรให้เป็นรหัสตัวอักษรที่สามารถนำไปใช้กับ โปรแกรมประมวลผลคำเพื่อที่จะเปลี่ยน แปลงแก้ไขเพิ่มเติมได้ โครงสร้างของระบบโอซีอาร์โดยทั่วๆ ไปประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานหลัก 3 ขั้นตอน ดังรูป 5.13 [3]



รูปที่ 5.13 แสดงโครงสร้างทั่วไปของระบบโอซีอาร์

ในงานวิจัยนี้ได้มีการแก้ปัญหาของ โปรแกรมรู้จำตัวอักษรในกรณีที่ดินฉบับมีสิ่งรบกวนมากที่อาจเกิดจากการที่เอกสารสกปรก หรือการส่งข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น

โดยได้มีการเลือก โปรแกรมรู้จำตัวอักษร 2 โปรแกรม คืออ่านไทเวอร์ชัน 1.0 และไทยโอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5 เพื่อใช้ทดสอบผลลัพธ์ของภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนแล้ว

5.5.1 โปรแกรมอ่านไทเวอร์ชัน 1.0 (Arnthai Version 1.0)

เป็น โปรแกรมที่พัฒนาโดยหน่วยปฏิบัติการและพัฒนาวิศวกรรมภาษาและซอฟต์แวร์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถแปลงข้อมูลรูปภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้เป็นข้อความ
2. ติดต่อเครื่องสแกนผ่านทเวน
3. อัตราการรู้จำเฉลี่ยสำหรับภาพเอกสารไทยคือ 95 เปอร์เซ็นต์
4. ชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลได้ดังตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมอ่านไทเวอร์ชัน 1.0

รูปแบบชนิดของภาพ	ส่วนขยายของแฟ้มภาพ
Windows Bitmap	BMP
Windows DIB	DIB
Joint Photographic Expert Group	JPG
Encapsulated Postscript	EPS
Tag Image File Format	TIF
PC Paintbrush	PCX

5. ฟอนต์ที่ซอฟต์แวร์ใช้ในการเปรียบเทียบในการแปลงภาพตัวอักษรได้ดี ได้แก่ Aungsana UPC, BrowalliaUPC, CordiaUPC, DilleniaUPC, EucrosiaUPC, FreesiaUPC, IrisUPC, JasmineUPC, SV Busaba, SV Khanskraykha ทั้งหมดจำนวน 10 ฟอนต์
6. ขนาดของตัวอักษรในแฟ้มภาพเอกสารควรมีขนาดตั้งแต่ 10 จุด ขึ้นไป
7. ภาพเอกสารที่นำไปแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลควรสแกนด้วยความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว

จุดเด่นของโปรแกรมอ่านไทเวอร์ชัน 1.0

1. สามารถปรับภาพเอกสารที่มีความเอียงได้โดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการปรับแต่งภาพเอกสารที่ได้รับจากการสแกน
2. สามารถเลือกพื้นที่ของกลุ่มภาพข้อความเพื่อคัดลอกเฉพาะส่วนภาพข้อความที่ต้องการแปลงเป็นข้อความหรือเพื่อแยกภาพเอกสารออกจากรูปภาพที่ป้อนมาในเอกสารได้

5.5.2 โปรแกรมไทยโอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5 (ThaiOCR Version 1.5)

เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยบริษัท เอเทรียม เทคโนโลยี จำกัด ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถแปลงข้อมูลรูปภาพตัวอักษรไทยและอังกฤษให้เป็นข้อความ
2. ติดต่อเครื่องสแกนผ่านทเวน
3. ภาพเอกสารที่จะนำไปแปลงเป็นข้อมูลควรสแกนด้วยความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว
4. ชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงชนิดของภาพที่สามารถนำมาใช้ในการแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมไทย
โอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5

รูปแบบชนิดของภาพ	ส่วนขยายของแฟ้มภาพ
Windows Bitmap	BMP
Windows DIB	DIB
Joint Photographic Expert Group	JPG
Encapsulated Postscript	EPS
Tag Image File Format	TIF
PC Paintbrush	PCX
Targa	TGA

จุดเด่นของโปรแกรมไทยโอซีอาร์เวอร์ชัน 1.5

1. โปรแกรมสามารถแยกส่วนรูปภาพและส่วนรูปข้อความได้โดยอัตโนมัติ
2. สามารถทำการปรับภาพให้ตรงได้โดยอัตโนมัติ
3. ความถูกต้องของตัวอักษรหลังการแปลงโดยใช้พจนานุกรมช่วยซึ่งจะทำงานได้โดยอัตโนมัติ
หลังการแปลงภาพในทันที
4. สามารถเก็บภาพและข้อความของภาพนั้นเข้าไว้ในไฟล์เดียวกันได้

บทที่ 6

ผลการทดลอง

จากการเลือกเก็บข้อมูลจากหนังสือและภาพทั่วไป โดยทำการทดลองตามขั้นตอนและอธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 แล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองที่ได้ โดยแสดงตัวอย่างผลการทดลองจริง ตารางสรุปผลการทดลอง และกราฟ

6.1 ตารางแสดงผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป [13]

ตารางที่ 6.1 แสดงภาพ *Lena* ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 5%

	
ภาพ <i>Lena</i> ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 5%	
	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3




ตารางที่ 6.2 แสดงภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%

	
ภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 10%	
	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter



ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3




ตารางที่ 6.3 แสดงภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 15%

	
ภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 15%	
	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

	
<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3</p>	<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>

ตารางที่ 6.4 แสดงภาพ *Lena* ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%



	
<p>ภาพ <i>Lena</i> ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 20%</p>	
	
<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3</p>	<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3




ตารางที่ 6.5 แสดงภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 25%

	
ภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 25%	
	
ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3	ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter



ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

	
<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3</p>	<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>

ตารางที่ 6.6 แสดงภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%

	
<p>ภาพ Lena ที่มีสัญญาณรบกวนเกลือและพริกไทย 30%</p>	
	
<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี kFill Algorithm 3x3</p>	<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Median Filter</p>

ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

	
<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Applied kFill Algorithm 3x3</p>	<p>ภาพที่ได้หลังจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>



6.2 ตารางแสดงผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย

ผลการทดลองภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี ดังตารางที่ 6.7 – 6.8

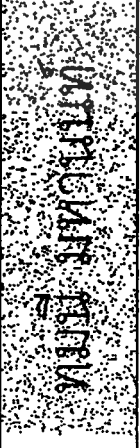
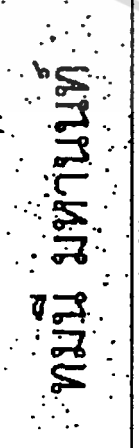
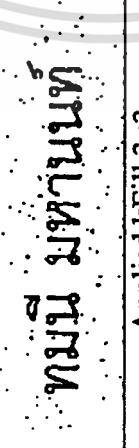
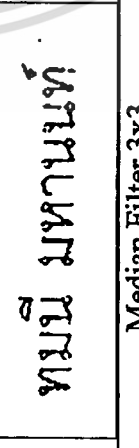
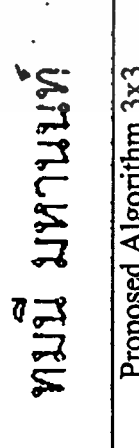
ตารางที่ 6.7 แสดงภาพต้นฉบับแบบไบนารีและผลการรู้จำตัวอักษรไทยของโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ 2 โปรแกรม

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม ArrThai OCR 1.0	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม Thai OCR 1.5
ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์
ต้นฉบับ	ผลการรู้จำจากต้นฉบับ	ผลการรู้จำจากต้นฉบับ
ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์
kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี kFill 3x3
ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์
Applied kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 3x3
ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานนท์
Median Filter 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3

ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

ทมนี่ มทานนท์	ทมน มทานนท์	ทมนง มทานนท์
Proposed Algorithm 3x3	ผลการรู้จักวิถี Proposed Algorithm 3x3	ผลการรู้จักวิถี Proposed Algorithm 3x3
ทมนี่ มทานนท์	๑ ๑ ๖ 4 ๑ ,	I L 4 I 1 1 I ๕ . j
kFill 5x5	ผลการรู้จักวิถี kFill 5x5	ผลการรู้จักวิถี kFill 5x5
ทมนี่ มทานนท์	ทมน มทานนท์	ทมนง มทานนท์
Applied kFill 5x5	ผลการรู้จักวิถี Applied kFill 5x5	ผลการรู้จักวิถี Applied kFill 5x5
ทมนี่ มทานนท์	ท.อ.จ ม.แ.ง.ใจท	พ.๕4 J Ah W4'ค'
Median Filter 5x5	ผลการรู้จักวิถี Median Filter 5x5	ผลการรู้จักวิถี Median Filter 5x5
ทมนี่ มทานนท์	ท.อ.จ ม.แ.ง.ใจท	พ.๕4 J Ah W4'ค'
Proposed Algorithm 5x5	ผลการรู้จักวิถี Proposed Algorithm 5x5	ผลการรู้จักวิถี Proposed Algorithm 5x5

ตารางที่ 6.8 แสดงภาพต้นฉบับแบบไบนารีที่เพิ่มสัญญาณรบกวนระดับ 15%

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม ArnThai OCR 1.0	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม Thai OCR 1.5
	มณี 1นท'	มณี 1นท'
ต้นฉบับ sp 15%	ผลการรู้จำจากต้นฉบับ	ผลการรู้จำจากต้นฉบับ
	ทมนี่ มทานนท์	มิ ม นนทต
kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี kFill 3x3
	ทมนี่ มทานนท์	มิ ม นนทต
Applied kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 3x3
	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานน่
Median Filter 3x3	ทมนี่ มทานน,ท	ทมนี่ มทานน่
	ทมนี่ มทานนท์	ทมนี่ มทานน่
Proposed Algorithm 3x3	ทมนี่ มทานน,ท	ทมนี่ มทานน่
	ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3	ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3

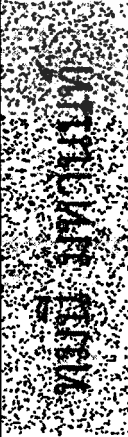
ตารางที่ 6.8 (ต่อ)

<p>กรณี มหานคร</p>	<p>4 4</p>	<p>-</p>
<p>kFill 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี kFill 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี kFill 5x5</p>
<p>กรณี มหานคร</p>	<p>ทมน มหานคร,ที่</p>	<p>ทมน มหานคร</p>
<p>Applied kFill 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Applied kFill 5x5</p>
<p>กรณี มหานคร</p>	<p>๑. ท บต 1 ม. ณ. จ. โ, พว</p>	<p>1 1 1 1 1 1 5 A 4 4 1</p>
<p>Median Filter 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>
<p>กรณี มหานคร</p>	<p>๑. ท บต 1 ม. ณ. จ. โ, พว</p>	<p>1 1 1 1 1 1 A 4 4 1</p>
<p>Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>

ตารางที่ 6.9 แสดงภาพต้นแบบระดับเทาและผลการรู้จำตัวอักษรไทยของโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ 2 โปรแกรม

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม ArnThai OCR 1.0	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรมThai OCR 1.5
<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>
<p>ต้นฉบับ</p>	<p>ผลการรู้จำจากต้นฉบับ</p>	<p>ผลการรู้จำจากต้นฉบับ</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>
<p>Median Filter 3x3</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>
<p>Proposed Algorithm 3x3</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>
<p>Median Filter 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p>
<p>Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>

ตารางที่ 6.10 แสดงภาพต้นฉบับแบบระดับเทาที่เพิ่มสัญญาณรบกวนระดับ 15%

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม ArrThai OCR 1.0	ผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรมThai OCR 1.5
 <p>ทมนี่ มทานนท์</p>	<p>ทมจณี มทานนท์</p>	<p>มณี 1 นท.</p>
<p>ต้นฉบับ sp 15%</p>	<p>ผลการรู้จำจากต้นฉบับ</p>	<p>ผลการรู้จำจากต้นฉบับ</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>Median Filter 3x3</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 3x3</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>Proposed Algorithm 3x3</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 3x3</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>Median Filter 5x5</p>	<p>ทผลควร มทานโณทต</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>	<p>-</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Median Filter 5x5</p>
<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>	<p>ทมนี่ มทานนท์</p> <p>ผลการรู้จำจากวิธี Proposed Algorithm 5x5</p>

6.3 ตารางสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป

ตารางที่ 6.11 แสดงค่า SNR ของภาพ *Lena*

วิธีการ	SNR											
	3x3						5x5					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Noise	14.34	11.59	9.67	8.66	7.49	7.06	14.34	11.59	9.67	8.66	7.49	7.06
kFill	5.91	5.89	5.81	5.70	5.50	5.40	5.16	4.58	3.71	2.99	2.04	1.65
AkFill	5.91	5.89	5.81	5.70	5.50	5.40	5.73	5.73	5.72	5.71	5.68	5.65
Median	26.64	25.94	24.82	23.54	21.29	20.1	23.07	22.96	22.56	22.35	21.95	21.73
Propose	30.22	29.40	29.40	26.23	23.93	22.29	18.06	18.27	18.19	18.24	18.22	18.27

ตารางที่ 6.12 แสดงค่า SNR ของภาพ *Brandy rose*

วิธีการ	SNR											
	3x3						5x5					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Noise	13.63	10.78	9.33	8.12	7.18	6.43	13.63	10.78	9.33	8.12	7.18	6.43
kFill	5.87	5.85	5.74	5.66	5.50	5.26	4.98	4.20	3.49	2.52	1.83	1.16
AkFill	5.87	5.85	5.74	5.66	5.50	5.26	5.62	5.61	5.59	5.59	5.55	5.54
Median	30.86	30.26	27.82	26.07	23.50	21.25	28.18	27.98	27.09	26.67	26.31	25.66
Propose	32.42	32.04	29.75	28.13	25.66	23.77	20.06	20.17	20.12	19.90	19.70	19.80

ตารางที่ 6.13 แสดงค่า SNR ของภาพ *peppers*

วิธีการ	SNR											
	3x3						5x5					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Noise	13.13	10.56	8.63	7.45	6.67	5.96	13.13	10.56	8.63	7.45	6.67	5.96
kFill	6.16	6.12	6.04	5.85	5.61	5.46	5.46	4.60	3.18	2.18	1.42	0.53
AkFill	6.16	6.12	6.04	5.85	5.61	5.46	6.01	5.98	5.99	6.00	5.94	5.95
Median	26.79	25.71	24.7	22.63	20.38	19.62	22.78	22.48	21.89	21.75	21.22	20.99
Propose	30.22	28.83	27.62	25.56	22.77	21.76	17.04	16.98	17.06	17.13	16.96	17.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ตารางสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย

ผลการทดลองด้วยวิธีการต่างๆ กับข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี ดังตารางที่

6.14 - 6.17

ตารางที่ 6.14 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ArnThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์
ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ArnThai Version 1.0 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	66.67	62.66	55.01	49.04	40.12	35.32	29.21
KFill Algorithm	67.63	63.12	57.76	51.74	48.63	44.54	38.70
Applied kFill Algorithm	67.16	63.12	57.33	52.40	48.63	44.54	38.83
Median Filter	52.11	50.45	45.93	44.29	41.43	38.07	34.63
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	52.54	50.63	46.46	45.24	42.64	38.67	35.19

ตารางที่ 6.15 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ArnThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์
ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ArnThai Version 1.0 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	66.67	62.66	54.62	49.14	40.22	35.32	29.21
KFill Algorithm	7.42	6.35	4.31	3.93	3.40	2.82	2.16
Applied kFill Algorithm	41.23	40.27	37.66	35.75	34.03	31.17	28.54
Median Filter	23.21	20.88	20.00	20.93	18.82	18.14	16.78
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	25.02	23.66	23.08	23.40	20.66	19.53	18.23

ตารางที่ 6.16 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์

ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบใบนารี

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ThaiOCR Version 1.5 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	57.37	39.71	28.94	20.65	11.23	9.64	6.26
KFill Algorithm	58.06	45.83	35.48	28.43	21.01	15.07	9.79
Applied kFill Algorithm	58.36	45.65	36.76	28.56	22.47	15.88	10.15
Median Filter	45.29	42.02	40.28	36.62	30.76	31.44	26.29
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	45.47	41.87	40.51	35.20	31.77	31.30	26.07

ตารางที่ 6.17 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์

ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบใบนารี

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ThaiOCR Version 1.5 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	57.37	39.71	28.94	20.65	11.23	9.64	6.08
KFill Algorithm	3.28	2.08	0.37	0.78	0.24	0.32	0.40
Applied kFill Algorithm	43.28	38.51	38.80	34.62	32.54	31.00	24.23
Median Filter	15.60	18.63	17.52	15.78	14.96	14.26	12.59
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	18.11	18.62	17.55	15.92	15.11	14.51	12.87

ผลการทดลองด้วยวิธีการต่างๆ กับข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา ดังตารางที่ 6.18-6.21

ตารางที่ 6.18 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์ ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ AmThai Version 1.0 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	72.95	66.34	61.33	52.55	40.49	35.65	28.00
Median Filter	70.95	68.94	64.42	61.82	59.06	55.36	50.86
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	73.07	75.00	72.15	71.43	68.59	61.36	65.34

ตารางที่ 6.19 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 โดยใช้วินโดวส์ ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ AmThai Version 1.0 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	72.95	66.34	61.33	52.55	40.49	35.65	27.85
Median Filter	50.41	48.47	45.73	42.13	39.24	35.69	34.32
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	75.72	71.63	65.80	64.18	58.93	57.34	54.20

ตารางที่ 6.20 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์

ขนาด 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ThaiOCR Version 1.5 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	88.95	68.68	51.64	36.41	25.09	15.04	11.69
Median Filter	80.17	76.17	69.95	68.05	62.37	53.86	48.59
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	88.87	82.46	80.66	75.55	71.38	65.31	59.83

ตารางที่ 6.21 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร ThaiOCR Version 1.5 โดยใช้วินโดวส์

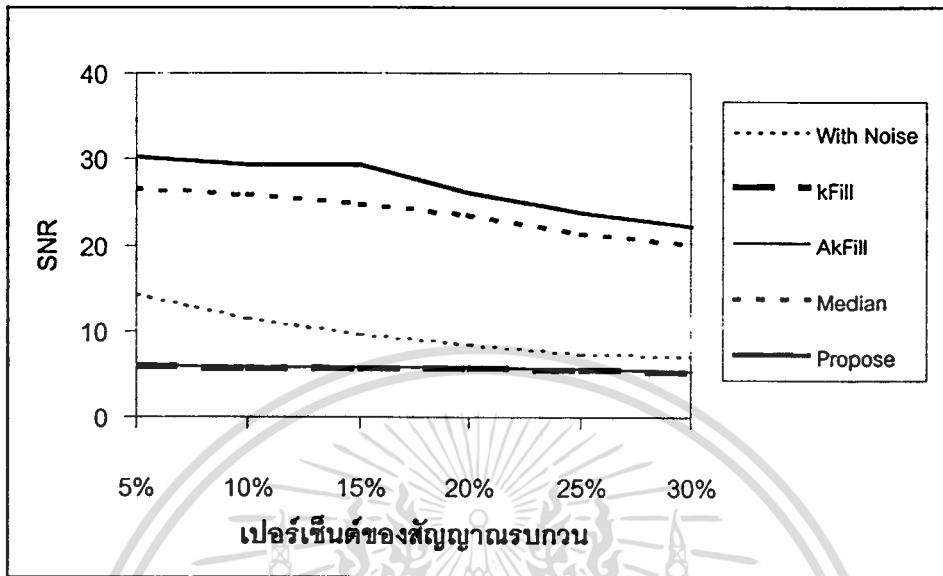
ขนาด 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ThaiOCR Version 1.5 ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	88.95	68.68	51.64	36.41	25.09	15.04	11.69
Median Filter	41.79	39.90	38.12	34.12	30.66	30.91	27.73
การประยุกต์ Applied kFill และ Median Filter	88.08	77.64	72.90	67.68	64.30	57.03	52.98

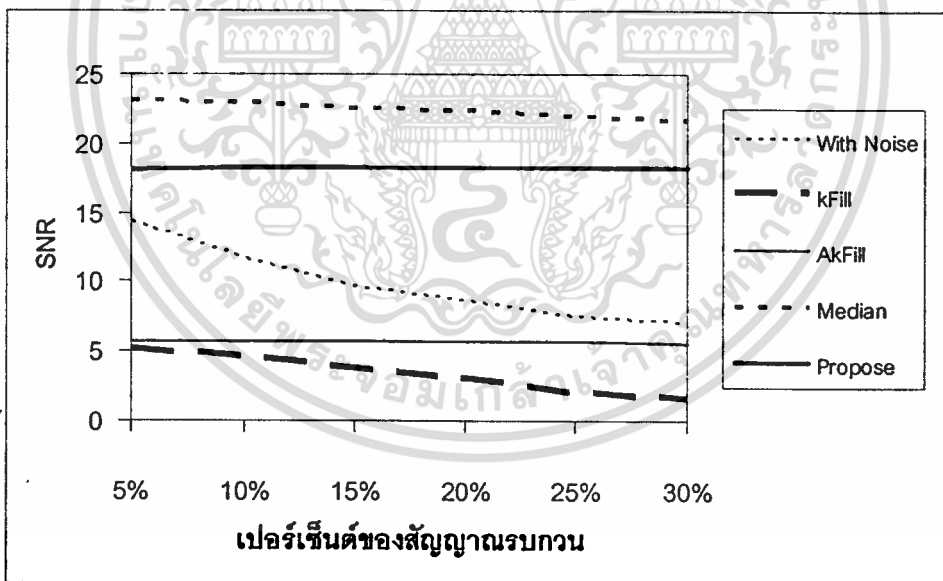
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 กราฟสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพทั่วไป

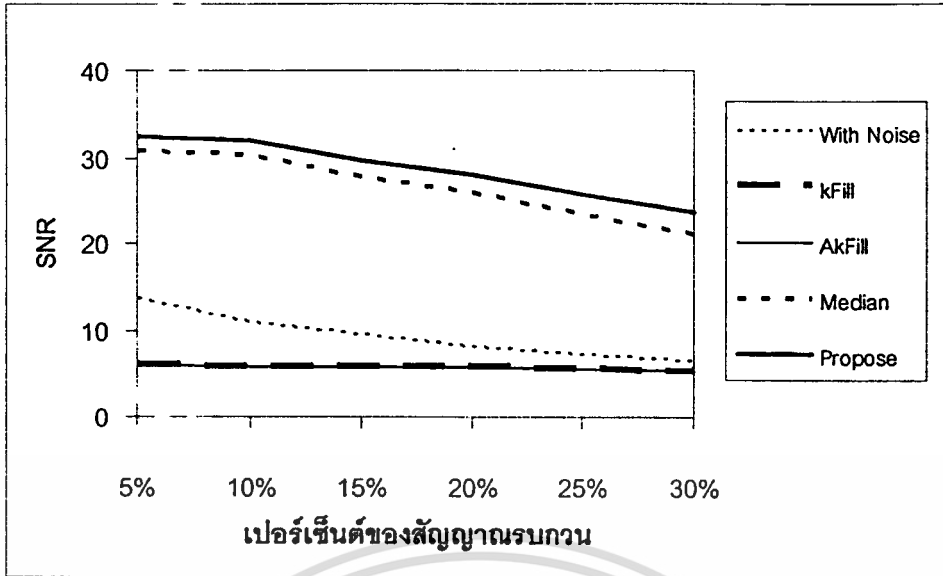
จากค่า SNR ที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาแสดงกราฟได้ดังรูปที่ 6.1 – 6.6



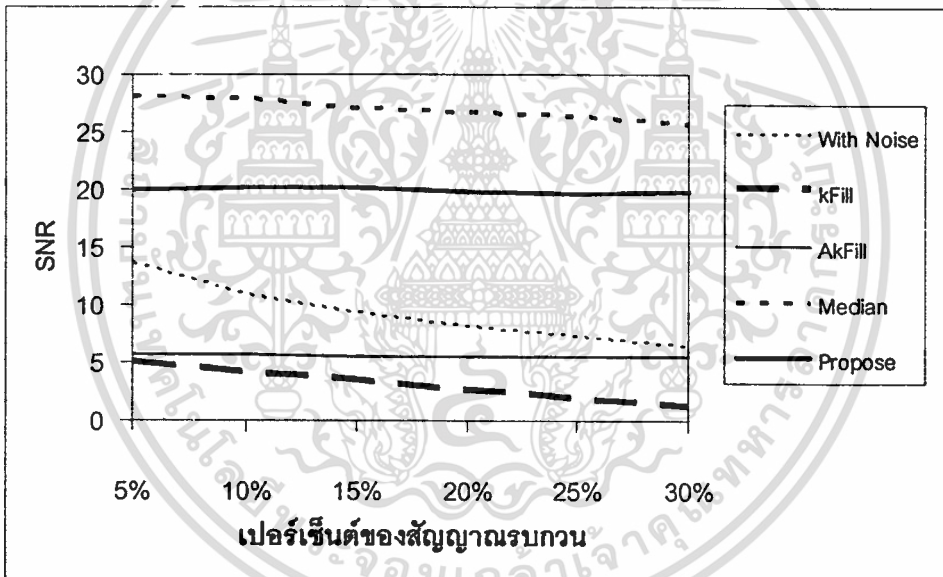
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Lena* ด้วยวินโดวส์ 3x3



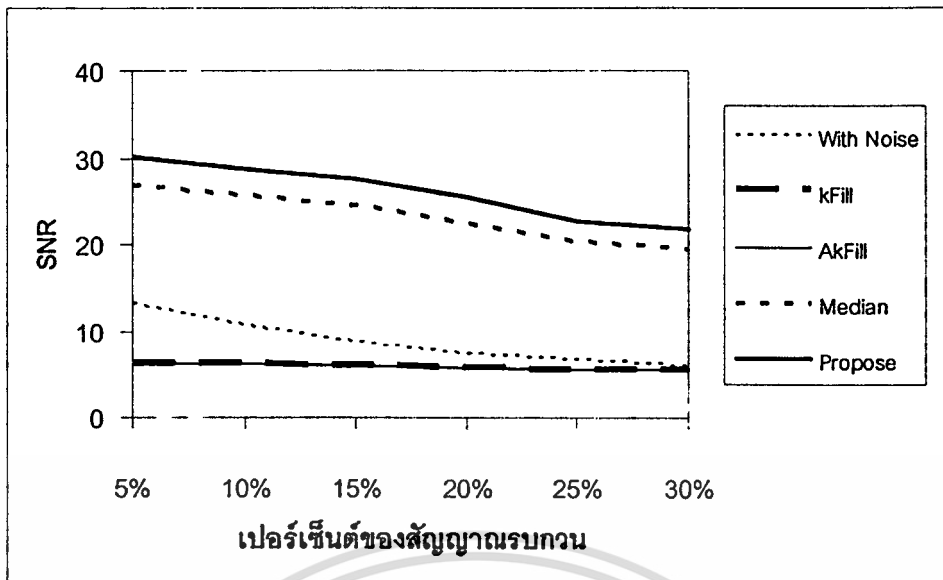
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Lena* ด้วยวินโดวส์ 5x5



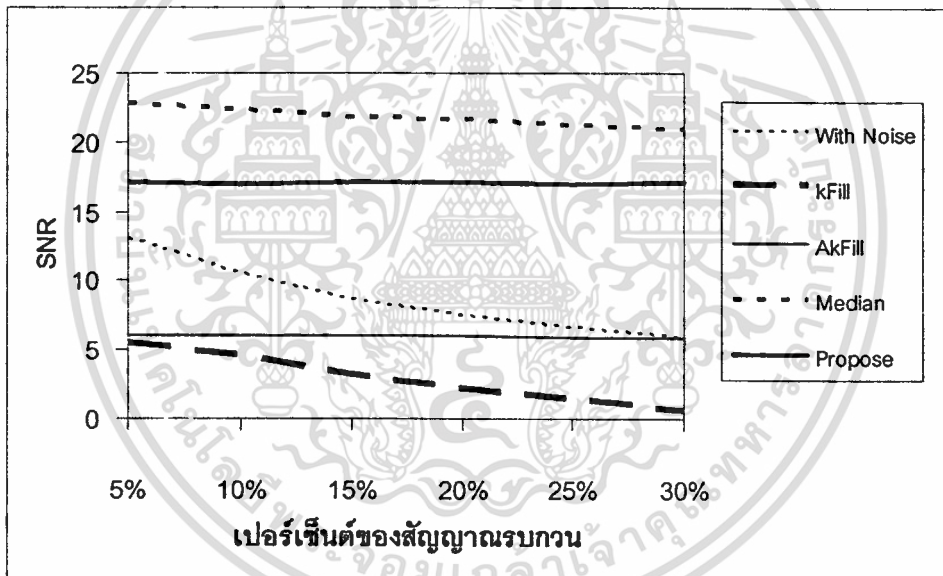
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Brandy Rose* ด้วยวินโดวส์ 3x3



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Brandy Rose* ด้วยวินโดวส์ 5x5



รูปที่ 6.5 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Peppers* ด้วยวินโดวส์ 3x3

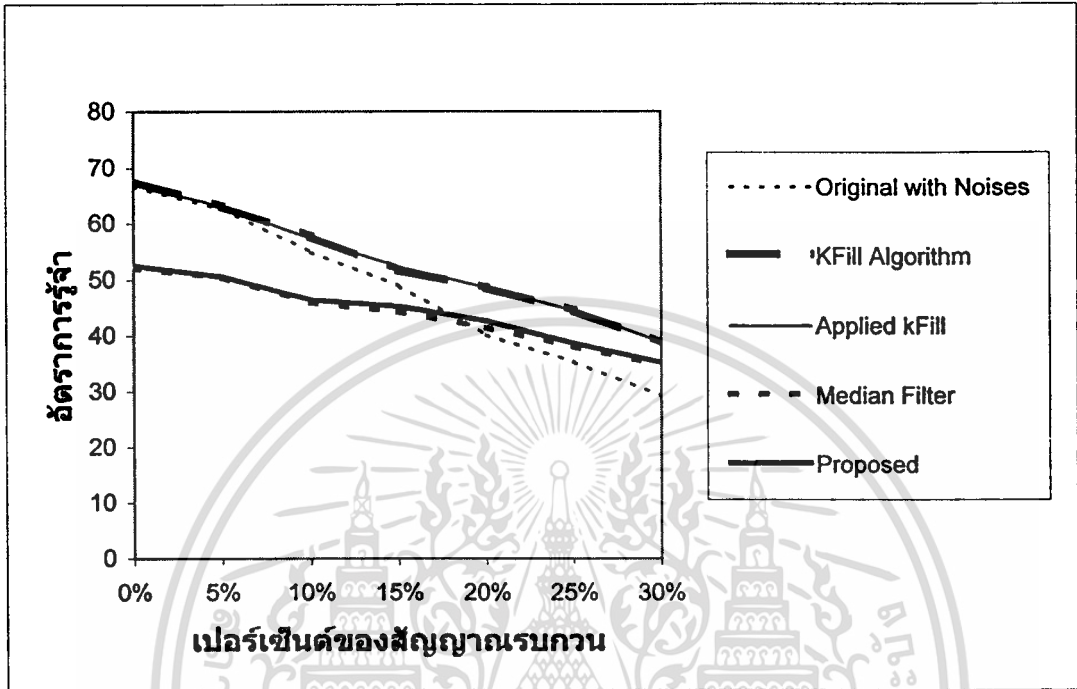


รูปที่ 6.6 กราฟแสดงค่า SNR ของภาพ *Peppers* ด้วยวินโดวส์ 5x5

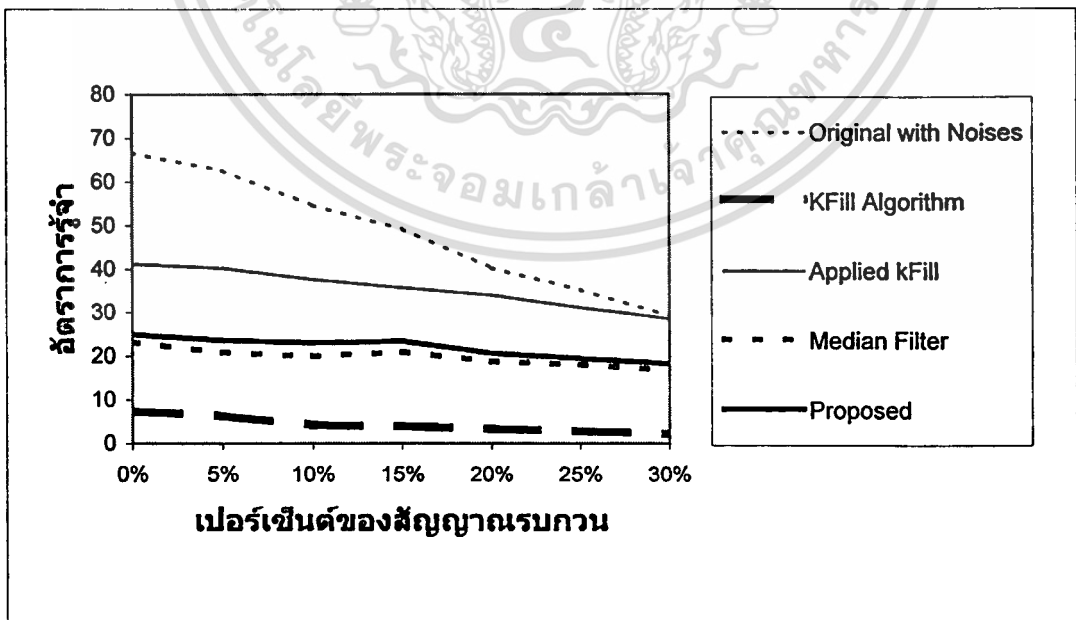
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 กราฟสรุปผลการทดลองข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทย

จากตารางผลการทดลองด้วยวิธีการต่างๆ กับข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี สามารถนำมาแสดงด้วยกราฟได้ดัง รูปที่ 6.7- 6.10

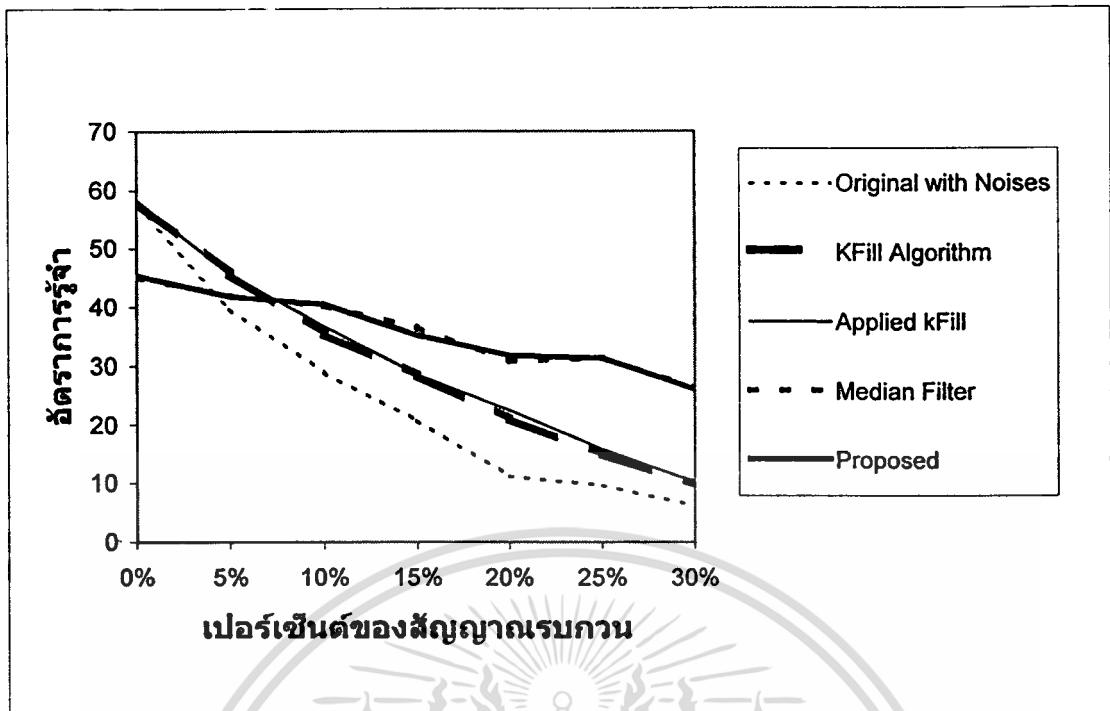


รูปที่ 6.7 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี

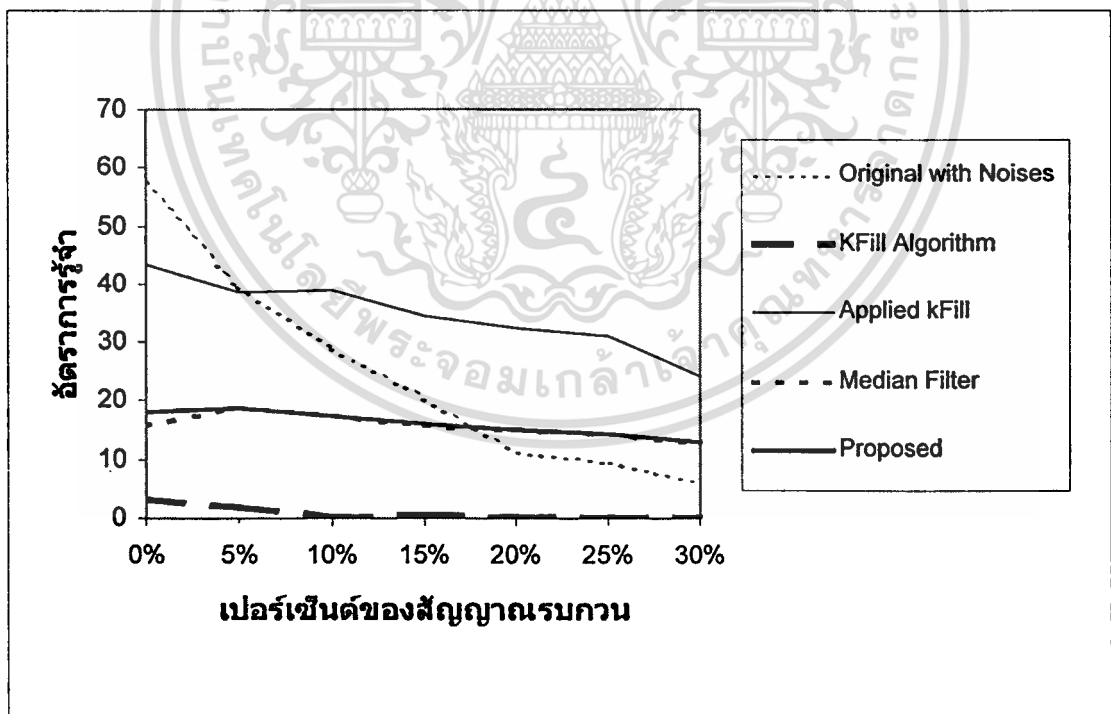


รูปที่ 6.8 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



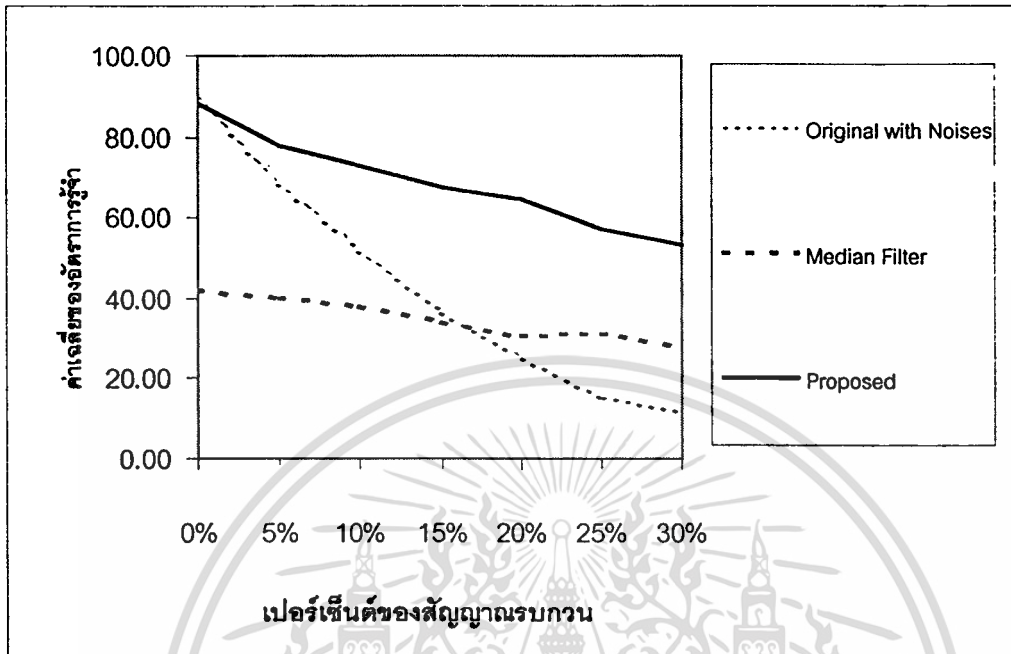
รูปที่ 6.9 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบโบราณ



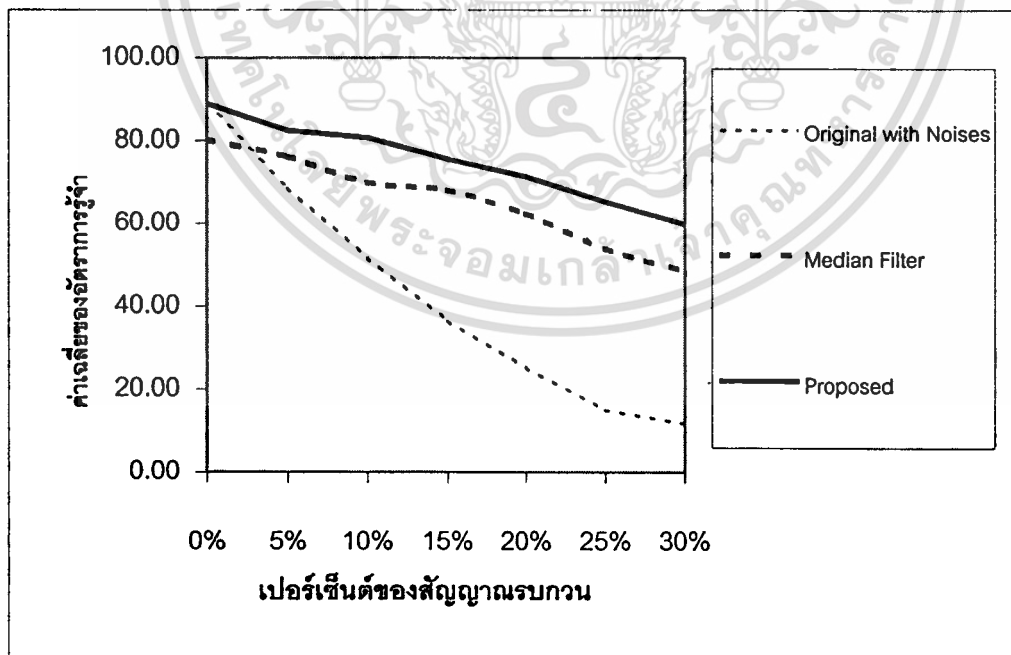
รูปที่ 6.10 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบโบราณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลการทดลองด้วยวิธีการต่างๆ กับข้อมูลภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา สามารถนำมาแสดงด้วยกราฟได้ดัง รูปที่ 6.11- 6.14

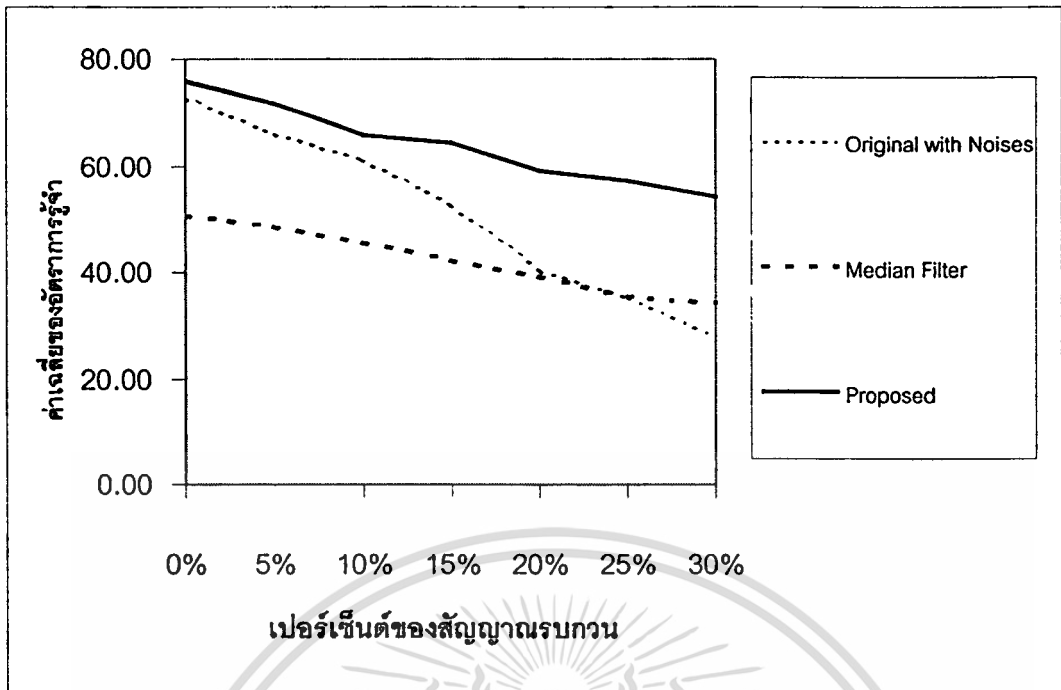


รูปที่ 6.11 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

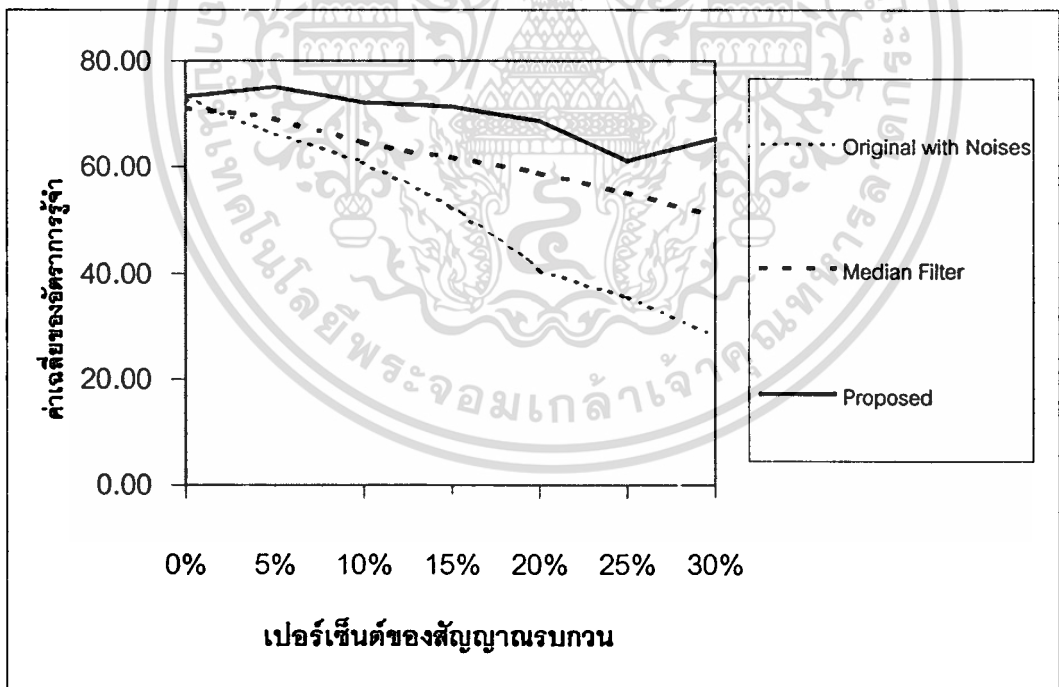


รูปที่ 6.12 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม Amthai 1.0 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



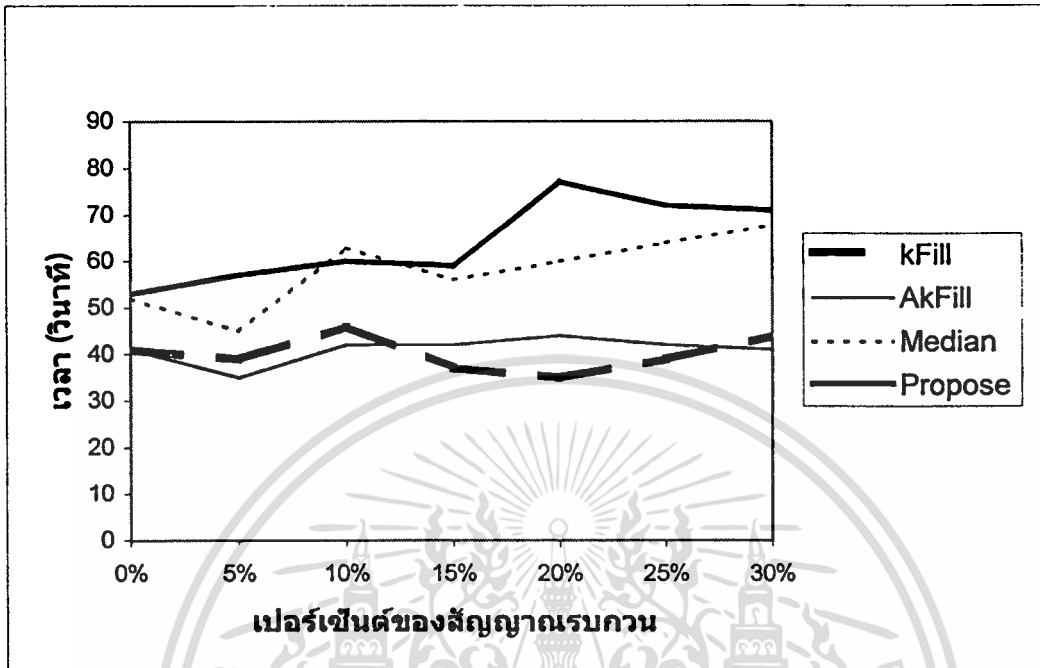
รูปที่ 6.13 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา



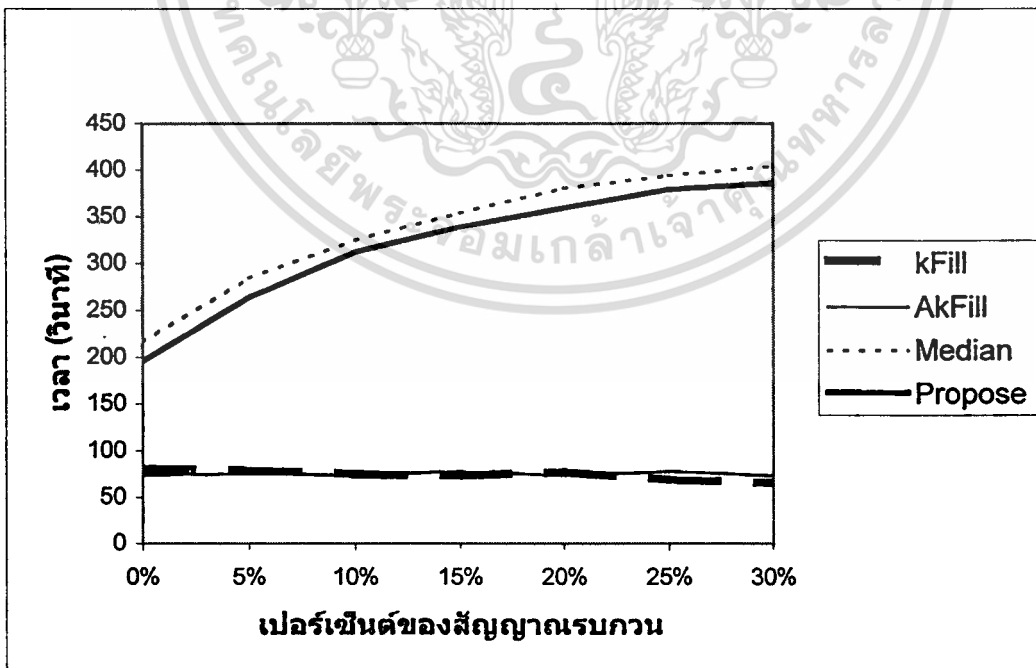
รูปที่ 6.14 แสดงกราฟการใช้โปรแกรม ThaiOCR 1.5 หลังลดสัญญาณรบกวนด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองได้มีการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละวิธีซึ่งผลการเปรียบเทียบกับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี ดังรูปที่ 6.15 – 6.16



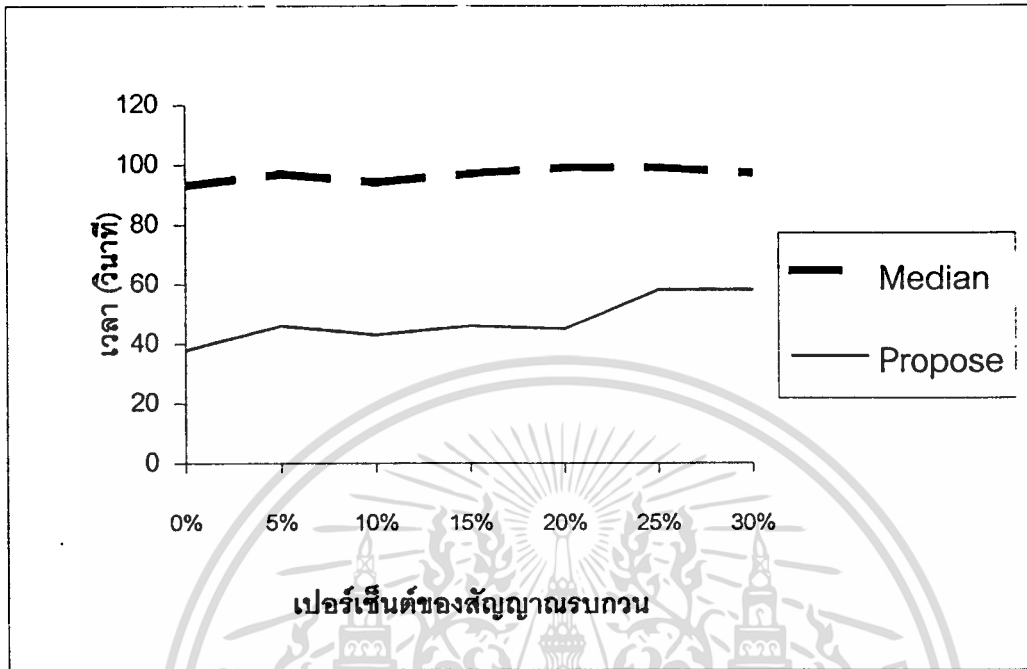
รูปที่ 6.15 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี



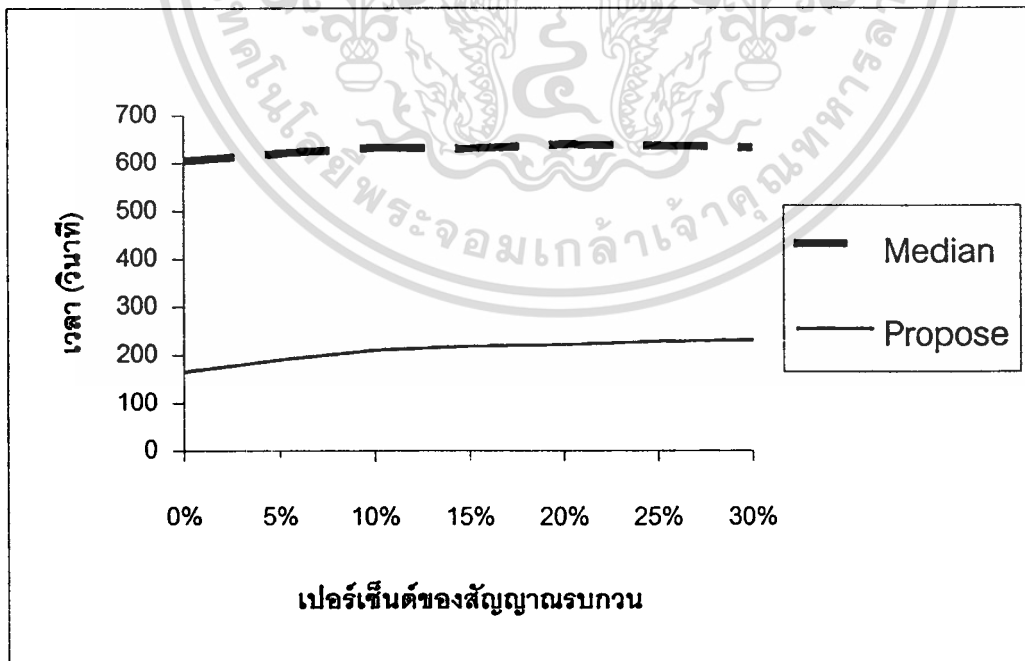
รูปที่ 6.16 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผลการเปรียบเทียบเวลาของวิธีการต่างๆ กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา ดังรูป
ที่ 6.17 – 6.18



รูปที่ 6.17 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 3x3 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา



รูปที่ 6.18 แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีต่างๆ ด้วยวินโดวส์ 5x5 กับภาพเอกสารภาษาไทยแบบระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอการลดสัญญาณรบกวนบนภาพทั่วไป (ได้แก่ ภาพวี, ภาพคน, ภาพสิ่งของ) และภาพเอกสาร (ภาพที่มีตัวหนังสือเป็นองค์ประกอบ) โดยใช้วิธีการประยุกต์อัลกอริทึม Applied kFill ร่วมกับ Median Filter โดยในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นถึงภาพเอกสารที่เป็นภาษาไทย เพื่อให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ใช้ในการรู้จำตัวอักษร ซึ่งจากผลการทดลองกับภาพเอกสาร เฉพาะส่วนที่เป็นข้อความที่ได้จากการสแกนในระดับเทาด้วยความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว นำมาจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือภาพระดับไบนารี และภาพระดับเทาเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบวิธีการต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาพข้อความจำนวน 68 ภาพ 1518 ตัวอักษร ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ภาพแบบไบนารีเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยวิธีการ 5 วิธีการ โดยทดสอบกับโปรแกรม

Arnthai Version 1.0

1. ด้วยวินโดวส์ 3x3 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้ภาพเอกสาร วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ที่ต่ำกว่าวิธีการ kFill Algorithm และ Applied kFill Algorithm และใกล้เคียงกับวิธีการ Median Filter แต่จะมีอัตราการเรียนรู้ตัวอักษรสูงกว่าภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวนเมื่อมีระดับสัญญาณรบกวนที่มากขึ้น
2. ด้วยวินโดวส์ 5x5 วิธีที่นำเสนอจะมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ kFill Algorithm และ Median Filter แต่ต่ำกว่าวิธีการ Applied kFill Algorithm และภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวน

ภาพแบบไบนารีเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยวิธีการ 5 วิธีการ โดยทดสอบกับโปรแกรม

ThaiOCR Version 1.5

1. ด้วยวินโดวส์ 3x3 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้ภาพเอกสาร วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ตัวอักษรมากกว่าทุกวิธีการแต่จะใกล้เคียงกับ Median Filter เมื่อมีระดับสัญญาณรบกวนที่มากขึ้น
2. ด้วยวินโดวส์ 5x5 วิธีที่นำเสนอจะมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ kFill Algorithm และใกล้เคียงกับ Median Filter แต่ต่ำกว่าวิธีการ Applied kFill Algorithm เมื่อมีระดับสัญญาณรบกวนที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแบบระดับเทาเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยวิธีการ 3 วิธีการ โดยทดสอบกับโปรแกรม

Arnthai Version 1.0

1. ด้วยวินโดวส์ 3x3 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำภาพเอกสารเมื่อผ่านโปรแกรม Arnthai Version 1.0 วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ Median Filter kFill Algorithm ภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวน
2. ด้วยวินโดวส์ 5x5 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำภาพเอกสารเมื่อผ่านโปรแกรม Arnthai Version 1.0 วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ Median Filter kFill Algorithm ภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวน

ภาพแบบระดับเทาเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยวิธีการ 3 วิธีการ โดยทดสอบกับโปรแกรม

ThaiOCR Version 1.5

1. ด้วยวินโดวส์ 3x3 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำภาพเอกสารเมื่อผ่านโปรแกรม Arnthai Version 1.0 วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ Median Filter kFill Algorithm ภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวน
2. ด้วยวินโดวส์ 5x5 จากค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้จำภาพเอกสารเมื่อผ่านโปรแกรม Arnthai Version 1.0 วิธีที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่าวิธีการ Median Filter kFill Algorithm ภาพต้นฉบับที่ยังไม่มีการลดสัญญาณรบกวน

สรุปผลการทดลองโดยรวม

1. วิธีที่นำเสนอนี้สามารถใช้ได้กับภาพเอกสาร ภาพทั่วไปที่เป็นภาพสี ภาพไบนารี และระดับเทา ซึ่งวิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm) และวิธีการ Applied kFill algorithm ใช้ได้เฉพาะ กับภาพเอกสารระดับ ไบนารีเท่านั้น
2. วิธีที่นำเสนอนี้จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของโปรแกรมรู้จำตัวอักษรด้วย เช่น ประสิทธิภาพของขั้นตอนในการปรับภาพระดับเทาเป็น ไบนารีของโปรแกรมรู้จำตัวอักษร
3. ในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มสัญญาณรบกวนตั้งแต่ 5-30% ซึ่งจากกราฟผลการทดลองจะเห็นว่าในทุกวิธีการ ถ้ามีสัญญาณรบกวนมากกว่า 15% ขึ้นไป อัตราการเรียนรู้จำตัวอักษรจะมีค่าต่ำกว่า 80% ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่นำมาใช้ในงานจริงได้น้อย
4. ในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดค่าสีของสัญญาณรบกวนที่เป็นสีขาวและสีดำด้วยค่าเทรค โชคัลช่วงหนึ่ง ซึ่งในการนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงค่าสีของสัญญาณรบกวนด้วย เช่น ถ้าสัญญาณรบกวนอาจเป็นสีเทาอ่อนข้างดำ หรือค่อนข้างขาว ซึ่งการใช้ค่าเทรค โชคัลที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ไม่สามารถลบสัญญาณรบกวนออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในการเลือกขนาดวินโดวส์ที่ใช้ต้องคำนึงถึงขนาดของสัญญาณรบกวน โดยรวมด้วยเนื่องจากขนาดวินโดวส์มีผลต่อความคมชัดของขอบของภาพ

ดังนั้นผลงานวิจัยเมื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียกับวิธีการต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

วิธีที่เสนอในงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับวิธีการ kFill Algorithm และ Applied kFill Algorithm

ข้อดี

1. วิธีที่เสนอสามารถเติมค่าจุดภาพที่เป็นสีต่างๆ ได้ ทำให้ใช้ได้กับภาพสี ภาพระดับเทา และภาพไบนารี ซึ่งวิธีการ kFill จะเติมค่าจุดภาพเฉพาะที่สีขาว และสีดำซึ่งใช้ได้เฉพาะกับภาพไบนารีเท่านั้น
2. วิธีที่เสนอสามารถลดสัญญาณรบกวนบนภาพทั่วไปได้ดีกว่า โดยพิจารณาจากค่า SNR

ข้อเสีย

วิธีที่เสนอใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่าเนื่องจากต้องมีการเรียงลำดับข้อมูลจุดภาพเพื่อที่จะหาค่ามัธยฐาน

วิธีที่เสนอในงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับวิธีการ Median Filter

ข้อดี

1. วิธีที่เสนอจะพิจารณาเติมค่าและเรียงข้อมูลจุดภาพรอบข้างจุดภาพที่เป็นจุดภาพสีดำ (Pepper Noise) และจุดภาพสีขาว (Salt Noise) เท่านั้น
2. จุดภาพอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นจุดภาพสัญญาณรบกวนก็ให้เติมค่าสีจุดภาพเดิมไว้ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ภาพมีความคมชัดขององค์ประกอบภายในภาพได้ดี
3. วิธีที่เสนอจะมีการเติมค่าสีที่มีระดับของสีที่แคบ ก็จะมีสีที่พิจารณาในส่วนของจุดภาพแกน จำนวน $(k-2)^2$ เท่านั้น ซึ่งจะได้อำนาจจุดภาพที่ใกล้เคียงจุดภาพจริงมากขึ้น ทำให้ภาพมีความคมชัดมากกว่าเดิม
4. วิธีที่เสนอนี้ยังสามารถลดเวลาในการประมวลผลจุดภาพลงได้ดีกว่าวิธี Median Filter เนื่องจากไม่ได้มีการเรียงข้อมูลทุกจุดภาพในภาพ
5. วิธีที่เสนอสามารถลดสัญญาณรบกวนบนภาพทั่วไปได้ดีกว่าวิธี Median Filter ด้วยขนาดวินโดวส์ 3×3 โดยพิจารณาจากค่า SNR ที่เพิ่มขึ้น
5. สามารถเติมค่าจุดภาพที่เป็นสีต่างๆ ได้ ทำให้ใช้ได้กับภาพสี ภาพระดับเทา และภาพไบนารี

ข้อเสีย

วิธี Median Filter สามารถลดสัญญาณรบกวนบนภาพทั่วไปได้ดีกว่าวิธีที่เสนอ ด้วยขนาดวินโดวส์ที่มากขึ้น โดยพิจารณาจากค่า SNR ที่มากกว่า

แนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต

1. ปรับปรุงการขอบของภาพเมื่อมีขนาดวินโดวส์ที่มากขึ้น เนื่องจากในวิธีที่เสนอขอบของภาพจะไม่ชัดเจนและองค์ประกอบบางส่วนขาดหายไป เนื่องจากขนาดของจุดภาพแทนที่ขนาดเพิ่มขึ้นตามขนาดวินโดวส์
2. เพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถลดสัญญาณรบกวนได้หลายประเภทเช่น Gaussian Noise, และ Uniform Noise
3. เมื่อขนาดวินโดวส์เพิ่มขึ้นควรมีการปรับปรุงการเติมค่าจุดภาพแทน ให้มีการเติมสีใกล้เคียงจุดจริงมากที่สุด
4. เมื่อภาพเอกสารมีขนาดใหญ่และต้องการลดสัญญาณรบกวนทั้งภาพในครั้งเดียว ควรมีการเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรมในการแบ่งประมวลผลภาพออกเป็นส่วนๆ เพื่อความรวดเร็วในการประมวลผล
5. ควรมีการปรับปรุงอัลกอริทึมให้สามารถคงลักษณะของตัวอักษรให้ได้มากที่สุด เพื่อเพิ่มอัตราการรู้จำให้มากกว่า 80%

เอกสารอ้างอิง

- [1] R.C. Gonzalez and R.E.Woods., Digital Image Processing. Addison-Wesley, 1992.
- [2] Shin Yoshizawa. "Noise Methods." [Online]. Available : <http://www.mpi-sb.mpg.de/~shin/Research/PDEproject/node4.html>. 2000.
- [3] ฝ่ายกลุ่มวิจัยและพัฒนาสาขาสารสนเทศ. ไอซีอาร์: จากภาพสู่ข้อความ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โปรลาจน์ มีเดีย. 2537.
- [4] ยุทธพงษ์ รั้งสรรค์เสรี และกฤษณะ ชินสาร, "การกำจัดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่กว่าหนึ่งพิกเซลบนภาพเอกสาร." วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 6(1), 2541.
- [5] G.A. Story, L.O'Gorman and D.Fox., "The RightPages Image-Based Electronic Library for Alerting and Browsing." *Computer*, Vol. 25, No.9, Sept. 1992, pp.17-26.
- [6] L.O'Gorman and R.Kasturi., "Document Image Analysis." IEEE Computer Society Press, 1995.
- [7] L.O' Gorman. "Image and Document Processing Techniques for the RightPages Electronic Library System." *Proc 11th IAPR Int'l Conf. Pattern Recognition, Vol II*, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 1992. pp.260-263.
- [8] National Institute of Standard and Technology. "Noise Reduction - The Rank Filter." [Online]. Available : <http://www.nist.gov/lispix/imlab/noise/shottc.html>. 2003.
- [9] R. Fisher, S. Perkins, A.Walker and E.Wolfart. "Noise Generation." [Online]. Available : <http://www.cee.hw.ac.uk/hipr/html/median.html>. 2003.
- [10] R.C. Gonzalez and R. E. Woods., Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2002.
- [11] Jesse Hansen. "ELE 585 Digital Image Processing -Lab #6." [Online]. Available : <http://www.ele.uri.edu/~hansanj/projects/ele585/lab6>. 2002.
- [12] Hai Tao. "Image Noise and Filtering." Department of Computer Engineering University of California at Santa Cruz. n.d.
- [13] Fabien A. P. Petitcolas. "Weaknesses of Existing Schemes." [Online]. Available : <http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/watermarking>. 2003.

- [14] S. Usama, B. Simak. "Inter-Frame Image Prediction in the Present of Speckle Noise Related to Adaptive Filter" [Online]. Available : <http://www.electronicletters.com/papers/2002/0006/paper.asp>. 2002.
- [15] Tao Chen, Hong Ren Wu. "Recursive LMS L-Filters for Noise Removal in Images." IEEE Signal Processing Letters, vol.8, No.2, February. 2001.
- [16] Hakan Norell, Bengt Oelmann, Youshi Xu. "Spatio-Temporal Noise Reduction ASIC for Real-Time Video Processing" IEEE Intl. Symposium on Information Theory and Its Application 2000, Hawaii, 2000.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดสัญญาณรบกวนบนภาพเอกสาร

Noise reduction on a document

ศุภัญญา อิ่มงาม¹ วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์² นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์³

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: yimngam@yahoo.com

²มหาวิทยาลัยสยาม 235 ถ.เพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10163 E-mail: wichian@siam.edu

³คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถ.ประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 E-mail: nuharee@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ในขั้นตอนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ต้องมีขั้นตอนหนึ่งซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก นั่นคือ การลดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการลดสัญญาณรบกวนประเภทที่เรียกว่า เกล็ดและพริกไทย (Salt and Pepper Noise) ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนที่พบมากในภาพเอกสาร วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้คือ เพิ่มความถูกต้องให้กับระบบการรู้จำตัวอักษร (OCR) โดยได้นำกระบวนการและความสามารถของวิธีการลดสัญญาณรบกวนแบบ Median Filter และ Applied kFill Algorithm มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยนำมาใช้กับภาพเอกสารที่เป็นทั้งแบบระดับเทา (Gray scale) และแบบขาวดำ (Black and white format) จากการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถเพิ่มความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, กระบวนการเตรียมข้อมูล, สัญญาณรบกวนแบบเกล็ดและพริกไทย, การกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน, อัลกอริทึมการเติมจุดภาพ

Abstract

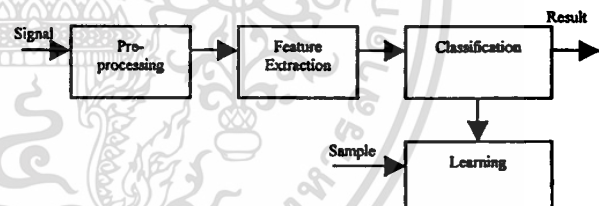
In an Image Processing, one of the most important processes is a noise reduction process. This paper presents a scheme for noise reduction of the type called Salt and Pepper Noise which can be found in almost documents. The aim of this technique is the improve the accuracy of OCR system. The scheme is the combination and extension of a Median Filter and Applied kFill Algorithm. The scheme can be applied with documents both in gray scale and black and white format.

The experimental result can improve the recognition results of commercial available software significantly.

Key-Words: Image Processing, Pre-processing, Salt and Pepper Noise, Median Filter, kFill algorithm

1. บทนำ

ขั้นตอนของการประมวลผลภาพ [1] จะประกอบไปด้วย การเตรียมข้อมูลภาพ การแยกคุณลักษณะ การจำแนกคุณลักษณะ และการรู้จำ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความเกี่ยวข้องกันต่อเนื่องกันไป ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนพื้นฐานการประมวลผลภาพ

การลดสัญญาณรบกวนเป็นขั้นตอนหนึ่งที่อยู่ในการเตรียมข้อมูลภาพ สัญญาณรบกวนประเภทหนึ่งที่เกิดจากความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ทำให้มีการส่งข้อมูลที่มีค่าจุดภาพเป็นศูนย์ (เกิดเป็นจุดภาพสีดำ) และค่าจุดภาพสูงสุด (เกิดเป็นจุดภาพสีขาว) กระจายอยู่บนภาพคล้ายกับเกล็ดและพริกไทย ดังรูปที่ 2 สัญญาณรบกวนประเภทนี้เรียกว่า สัญญาณรบกวนแบบเกล็ดและพริกไทย (Salt and Pepper Noise) ดังโมเดลของสัญญาณรบกวนบนภาพต่อไปนี้ [2]

$$g(x,y) = \sum_{i,j \in H} f(x-i,y-j) \bullet h(i,j)$$

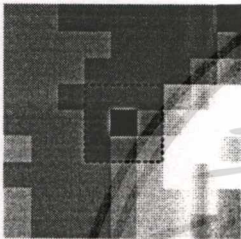
การลดสัญญาณรบกวนประเภทนี้จะใช้วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter) และวิธีการเติมจุดภาพ (kFill algorithm) โดยทั้งสองวิธีนี้สามารถลดสัญญาณรบกวนประเภทนี้ได้ดีกว่าการใช้การกรองโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean Filter) ซึ่งมีผลทำให้ภาพขาดความคมชัดไป

การกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการกรองประเภทอื่น นั่นคือค่าของจุดภาพรอบข้างจะไม่มีผลกับค่าที่จะนำไปแทนที่จุดที่พิจารณาและการใช้ค่ามัธยฐานจะต้องรู้ค่าจุดภาพจริงของจุดภาพรอบข้าง ซึ่งการใช้การกรองด้วยค่ามัธยฐาน จะไม่สามารถที่จะสร้างค่าจุดภาพขึ้นมาใหม่ที่ไม่ตรงกับจุดภาพจริง เมื่อมีการกระทำที่ขอบของภาพได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐานแสดงดังรูปที่ 4-6 [5]

2. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter) [3-4]

วิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐานนี้ เป็นวิธีการกรองสัญญาณรบกวนที่ใช้กันมากในการประมวลผลภาพ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า การกรองโดยใช้ค่าพิสัย (Rank Filter) [3] วิธีการนี้แต่ละจุดภาพและจุดภาพรอบข้างจะต้องถูกประมวลผล ดังรูปที่ 2 โดยพิจารณาจุดภาพค่าและจุดภาพรอบข้างดังตารางที่ 1



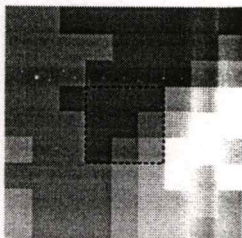
รูปที่ 2 ภาพก่อนใช้การกรองด้วยค่ามัธยฐาน

ตารางที่ 1 ค่าจุดภาพของรูปที่ 2 วินโดวส์ 3x3

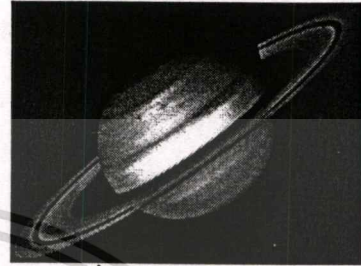
129	113	132
126	0	166
139	168	202

ขั้นตอนการทำงานของวิธีการนี้ประกอบด้วย

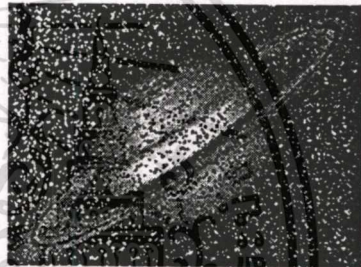
1. เรียงลำดับค่าของจุดภาพที่พิจารณาและจุดภาพรอบข้าง ดังนี้ 0, 113, 126, 129, *132*, 139, 166, 168, 202
2. นำค่าที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของชุดข้อมูลที่เรียงลำดับแทนที่จุดภาพที่พิจารณาด้วยค่ากึ่งกลางที่ได้ ในตัวอย่างนี้จุดภาพสีดำจะถูกแทนที่ด้วยค่า *132* (ถ้าจำนวนของข้อมูลที่เรียงแล้ว เป็นจำนวนคู่ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของคู่ที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางของชุดข้อมูลมาแทนที่จุดภาพที่พิจารณา) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพหลังใช้การกรองด้วยค่ามัธยฐาน



รูปที่ 4 ภาพดาวเสาร์ต้นฉบับ



รูปที่ 5 เพิ่มสัญญาณรบกวนแบบ Salt & pepper



รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของ Median Filtering

2.2 วิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm) [6-8]

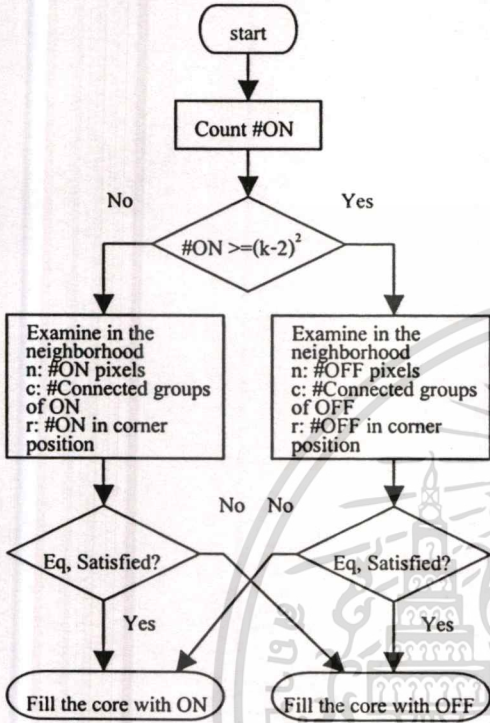
อัลกอริทึม kFill ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อลดสัญญาณรบกวนแบบเกลือและพริกไทย สำหรับภาพเอกสารที่มีข้อมูลเป็นภาพแบบไบนารี ซึ่งจะเกิดสัญญาณรบกวนแบบ เกลือและพริกไทยได้ค่อนข้างมาก ซึ่งสัญญาณรบกวนประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นจุดภาพเดี่ยวๆ หรือกลุ่มของจุดภาพของจุดภาพสีดำ (ON) บนพื้นหลังสีขาว (OFF) หรือเป็นจุดภาพสีขาว (OFF) บนตัวอักษรหรือส่วนที่เป็นพื้นหลังสีดำ (ON) ขั้นตอนการลบสัญญาณรบกวนเหล่านี้เรียกว่าการ “filling”

สิ่งที่สำคัญสำหรับเทคนิคหลายๆ เทคนิคในขั้นตอนการเตรียมการก่อนการประมวลผล (Preprocessing) ก็คือต้องสามารถลดสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ได้มากที่สุด การลดสัญญาณรบกวนจะสามารถลดเนื้อที่ ในการเก็บข้อมูลด้วย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนการจดจำของ OCR และขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างเอกสาร ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ลดสัญญาณรบกวนก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการจดจำด้วย

วิธีการ kFill มีอัลกอริทึมดังอัลกอริทึมในรูปที่ 7



รูปที่ 7 อัลกอริทึม kFill

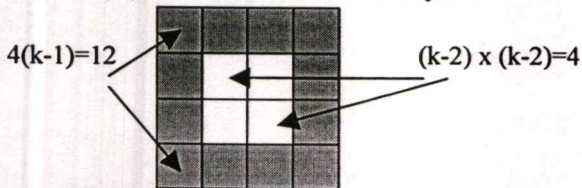
โดยมี k เป็นพารามิเตอร์ (ค่า k ใน kFill) ที่จะใช้พิจารณาตามขนาดของข้อความและความละเอียดของภาพที่สแกน ซึ่งจะทำให้เก็บรายละเอียดปลีกย่อยเช่น จุดและจุดสิ้นสุดของตัวอักษรได้ อัลกอริทึม kFill จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การเติมจุดภาพดำ
2. การเติมจุดภาพขาว

โดยจะมีพารามิเตอร์ k คือขนาดของหน้าต่างที่

สามารถเปลี่ยนให้เหมาะสมกับขนาดของตัวอักษรและขนาดของสัญญาณรบกวนรวมทั้งความละเอียดของภาพพิจารณาจากขนาดหน้าต่าง kxk จะสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน

1. กลุ่มจุดภาพแกน (core) จำนวน $(k-2) \times (k-2)$
2. กลุ่มจุดภาพรอบข้าง จำนวน $4(k-1)$ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตำแหน่งจุดภาพเมื่อจะแทนค่าด้วยอัลกอริทึม kFill

เงื่อนไขในการเติมค่าจุดภาพจะพิจารณาทั้งจุดภาพแกนและจุดภาพรอบข้างมีดังนี้

1. ถ้าจุดภาพแกนทุกจุดเป็นจุดภาพดำ (ON) ให้พิจารณาเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพขาว
2. ถ้าจุดภาพแกนทุกจุดเป็นจุดภาพขาว (OFF) ให้พิจารณาเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ

โดยพิจารณาถึงจุดภาพรอบข้างซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้ [6-7]

$$(c=1) \text{ and } \{ (n>3k-4) \text{ or } [(n=3k-4) \text{ and } (r=2)] \}$$

n คือจำนวนของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ที่อยู่ในจุดภาพรอบข้าง

c คือจำนวนของความต่อเนื่องของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ของจุดภาพรอบข้าง

r คือจำนวนของจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) ในตำแหน่งมุม

โดย n และ r จะเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนไปตามขนาดของหน้าต่าง n จะบอกว่าควรจะเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพประเภทใด c เป็นตัวแปรสำหรับรักษาคุณสมบัติของวัตถุ 2 ชั้นที่อยู่ใกล้กันเกิดการเชื่อมติดกัน หรือไม่ทำให้วัตถุเกิดการแยกขาดจากกันภายหลังการเติมค่าจุดภาพลงไปจุดภาพแกน

ตัวอย่าง ถ้าจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำก็ต้องเติมเป็นจุดภาพขาวโดยพิจารณาตัวแปรดังสมการต่อไปนี้
กรณีที่ 1 ดังรูปที่ 9

$$(c=1) \text{ and } (n>3k-4)$$

c คือจำนวนความต่อเนื่องของจุดภาพขาวที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องเท่ากับ 1

n คือจำนวนจุดภาพขาวทั้งหมดที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องมีจำนวนมากกว่า $3k-4$

	1	2	3
			4
			5
9	8	7	6

รูปที่ 9 ตำแหน่งของจุดภาพตามสมการโดยมีค่า k=4

กรณีที่ 2 ดังรูปที่ 10

$$(c=1) \text{ and } (n=3k-4) \text{ and } (r=2)$$

c คือจำนวนความต่อเนื่องของจุดภาพขาวที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างเท่ากับ 1

n คือจำนวนจุดภาพขาวทั้งหมดที่อยู่ในจุดภาพรอบข้างต้องมีจำนวนเท่ากับ $3k-4$

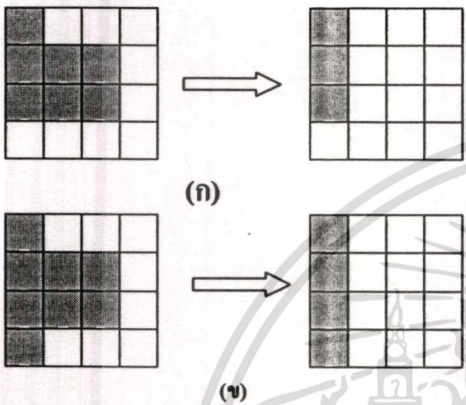
r คือจำนวนจุดขาวในตำแหน่งมุมทั้ง 4 เท่ากับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1	2	3
			4
			5
	8	7	6

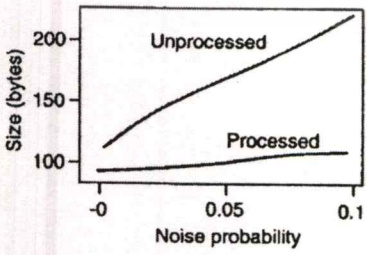
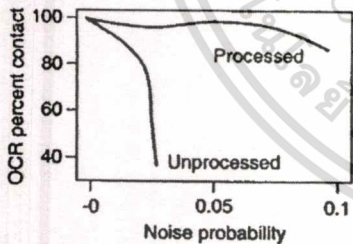
รูปที่ 10 ตำแหน่งของจุดภาพตามสมการโดยมีค่า k=4

ทั้งสองกรณีเมื่อเติมจุดภาพแทนแล้วจะได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การเติมจุดภาพแทนที่เป็นจุดภาพค่าให้เป็นจุดภาพขาว (ก) ผลการทดลองจากรูปที่ 9, (ข) ผลการทดลองจากรูปที่ 10

ขั้นตอนของอัลกอริทึม kFill จะมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดขนาดข้อมูลและการ OCR ดังรูปที่ 12 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการมีสัญญาณรบกวนและการลดสัญญาณรบกวนแล้ว [7,9]

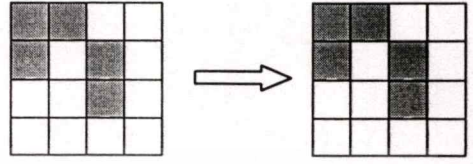


รูปที่ 12 ผลกระทบจากสัญญาณรบกวนต่ออัตรา OCR และขนาดของข้อมูล โดยเปรียบเทียบจากการใช้และไม่ใช้วิธีการ kFill

2.3 บทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm)

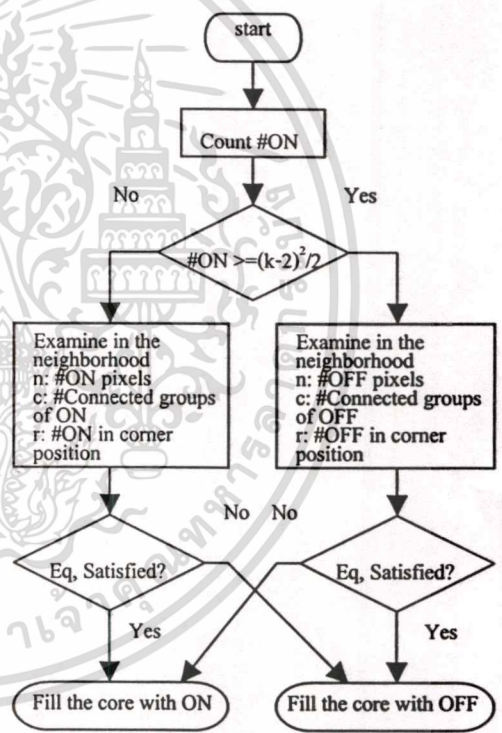
[6-8]

จากอัลกอริทึม kFill เดิม ในกรณีที่ถ้า k มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 จะไม่มีการพิจารณาเติมค่าจุดภาพแทนที่มีขนาดเล็กกว่า core ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถลบสัญญาณรบกวนที่มีขนาดเล็กได้ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 จุดภาพที่ไม่ถูกลบออกโดยอัลกอริทึม kFill ที่ k=4x4 ขึ้นไป

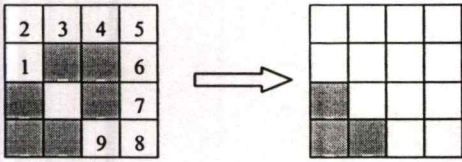
ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ kFill ดังอัลกอริทึมในรูปที่ 14



รูปที่ 14 อัลกอริทึม Applied kFill

โดยถ้ากำหนด $m = (k-2)$ และกำหนดเงื่อนไขจุดภาพแทนในการพิจารณาเติมค่า ถ้าในกลุ่มจุดภาพแทน เป็นจุดภาพประเภทเดียวกันอย่างน้อย $m^2 / 2$ จุดภาพ ให้ถือว่าจุดภาพมีค่าเป็นไปตามค่าของจำนวนจุดภาพประเภทนั้น จากการประยุกต์อัลกอริทึม kFill จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 15 คือจำนวนจุดภาพแทนเป็นจุดภาพค่า (ON) จำนวน 3 จุด มากกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนคือ $m^2 / 2$ จุดภาพ ดังนั้นจึงให้ค่าเป็นขาว (OFF) เมื่อพิจารณาพบว่า $c=1$ และ $(n=9) > (3k-4 = 8)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

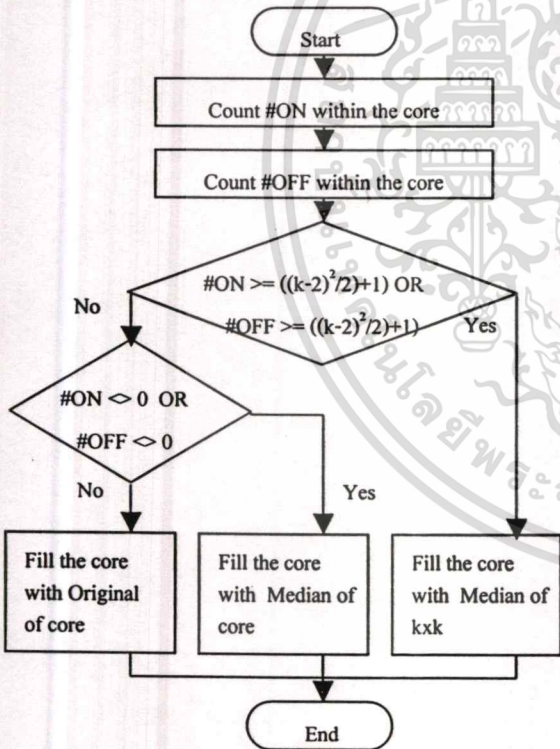


รูปที่ 15 การเติมค่าจุดภาพแทนโดยการประยุกต์อัลกอริทึม kFill

3. ระเบียบวิธีวิจัย

เนื่องจากวิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐานจำเป็นที่จะต้องมีการเรียงข้อมูลของจุดภาพรอบข้างทั้งหมด ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้เสียเวลาและต้องมีการทำซ้ำสำหรับจุดภาพสัญญาณรบกวนที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 1 พิกเซล ทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างมีราคาสูงและมีการคำนวณที่ซับซ้อน และวิธีการเติมค่าจุดภาพ kFill ยังมีข้อจำกัดที่เติมค่าจุดภาพที่พิจารณาได้เฉพาะจุดภาพสีดำและจุดภาพสีขาวเท่านั้น แม้ว่าจะมีการประยุกต์วิธีการนี้เป็น Applied kFill Algorithm แล้วก็ตาม

ดังนั้นในบทความนี้ได้นำเอาความสามารถของทั้งสองวิธีการคือ Median Filter และ Applied kFill Algorithm มาประยุกต์เข้าด้วยกันดัง อัลกอริทึมในรูปที่ 16



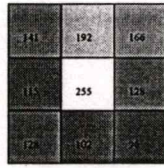
รูปที่ 16 การประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill

โดยมีเงื่อนไขในการเติมค่าจุดภาพที่พิจารณาดังนี้ดังรูปที่ 17-20

1. ถ้าจุดภาพแทนเป็นจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) มากกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนทั้งหมดให้พิจารณาเติมจุดภาพแทนเป็นจุดภาพที่เป็นค่ามัธยฐานของจุดภาพรอบข้างรวมทั้งจุดภาพแทน

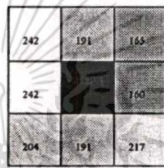
2. ถ้าจุดภาพแทนเป็นจุดภาพดำ (ON) หรือจุดภาพขาว (OFF) น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจุดภาพแทนทั้งหมดให้พิจารณาเติมจุดภาพแทนเป็นจุดภาพที่เป็นค่ามัธยฐานของจุดภาพแทน

3. ถ้าจุดภาพแทนทุกจุดไม่ได้เป็นทั้งจุดภาพขาว (OFF) และจุดภาพดำ (ON) ให้พิจารณาเติมจุดภาพเดิมของจุดภาพแทน



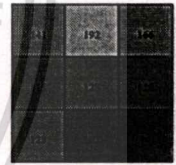
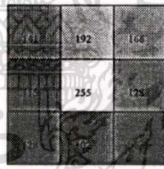
ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้
96, 102, 115, 128, 128,
141, 166, 192, 255
ค่ามัธยฐานคือ 128

รูปที่ 17 ภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ k=3 และจุดภาพแทนเป็นสีขาว

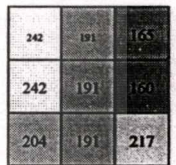
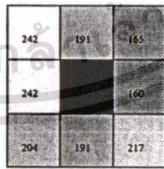


ค่าของจุดภาพเรียงตามลำดับดังนี้
0, 160, 165, 191, 191,
204, 217, 242, 242
ค่ามัธยฐานคือ 191

รูปที่ 18 ภาพการคำนวณการหาค่ามัธยฐานเมื่อ k=3 และจุดภาพแทนเป็นสีดำ



รูปที่ 19 ภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 17



รูปที่ 20 ภาพเมื่อเติมจุดภาพแทนจากรูปที่ 18

4. ผลการทดลอง

การทดลองได้นำภาพที่ได้จากการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์ที่มีความละเอียด 300x300 dpi เป็นภาพเอกสารระดับเทาเต็มสัญญาณรบกวนในระดับ SP = 5-30% มาทำการลบสัญญาณรบกวนโดยใช้ขนาดวินโดวส์ k = 3x3 ด้วยวิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm), บทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm), วิธีการกรองโดยใช้

ค่ามัธยฐาน (Median Filter), และการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm ตามลำดับ จากนั้นได้นำภาพเอกสารที่ได้ไปทดสอบกับซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร AmThai Version 1.0 และ Thai OCR Version 1.5 เพื่อทำการทดสอบว่าเมื่อมีการลบสัญญาณรบกวนในแต่ละ

วิธีการแล้ววิธีการใดที่ทำให้ผลของการรู้จำมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร Thai OCR Version 1.5 และ AmThai Version 1.0 ได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของภาพเอกสาร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์รู้จำตัวอักษร Thai OCR Version 1.5 และ ArnThai Version 1.0

ข้อความทดสอบ	ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ThaiOCR 1.5						ผลการทดลองด้วยซอฟต์แวร์ ArnThai 1.0					
	ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)						ตามระดับสัญญาณรบกวน (%)					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
ภาพต้นฉบับที่มีสัญญาณรบกวน	60.9	30.2	18.9	10.1	6.2	3.7	71.1	61.0	53.2	38.4	30.9	19.4
kFill Algorithm	65.2	42.8	28.5	18.9	13.2	6.8	77.9	70.2	67.9	54.1	50.2	46.5
Applied kFill Algorithm	62.5	46.1	28.7	20.0	13.0	6.8	77.9	68.2	67.9	54.1	49.8	46.5
Median Filter	63.4	57.8	49.3	45.5	28.5	24.0	68.2	59.7	56.0	50.3	47.1	43.6
การประยุกต์ Median Filter และ Applied kFill	75.4	62.8	57.4	46.7	45.6	35.5	75.1	73.7	72.0	63.1	58.7	59.6

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการลบสัญญาณรบกวนจากภาพเอกสาร โดยการประยุกต์อัลกอริทึม Median Filter และ Applied kFill Algorithm ซึ่งจากผลการทดลองกับภาพเอกสารเฉพาะส่วนที่เป็นข้อความที่ได้จากการสแกนในระดับเทาด้วยความละเอียด 300x300 dpi จำนวน 20 ภาพ 502 ตัวอักษร สรุปได้ว่า จากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของภาพเอกสาร จะเห็นได้ว่าวิธีที่นำเสนอมีอัตราการรู้จำตัวอักษร มากกว่าวิธีการกรองโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filter), วิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm) และบทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm) โดยประสิทธิภาพของอัตราการรู้จำจะขึ้นกับอัตราการรบกวนของสัญญาณรบกวน และวิธีที่นำเสนอนี้สามารถใช้ได้กับภาพเอกสารที่สแกนในระดับเทา ซึ่งวิธีการเติมจุดภาพ (kFill Algorithm) และบทประยุกต์อัลกอริทึม kFill (Applied kFill Algorithm) ใช้ได้เฉพาะกับภาพเอกสารระดับ ไบนารี เท่านั้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R.C. Gonzalez and R.E. Woods., Digital Image Processing, Addison - Wesley, 1992.
- [2] Shin Yoshizawa. "Noise Methods." [Online]. Available : <http://www.mpi-sb.mpg.de/~shin/Research/PDEproject/node4.html>. 2000.
- [3] National Institute of Standard and Technology. "Noise Reduction - The Rank Filter" [Online]. Available : <http://www.nist.gov/lispix/imlab/noise/shottc.html>. 2003.
- [4] R.Fisher, S.Perkins, A.Walker and E.Wolfart. "Noise Generation." [Online]. Available : <http://www.cce.hw>

.ac.uk/hipr/html/median.html. 2003.

- [5] Jesse Hansen. "ELE 585 Digital Image Processing-Lab #6." [Online]. Available : <http://www.ele.uri.edu/~hansanj/projects/ele585/lab6>. 2002.
- [6] พุทธิพงษ์ รังสรรค์เสวี และกฤษณะ ชินสาร, "การกำจัดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่กว่าหนึ่งพิกเซลบนภาพเอกสาร." วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 6(1), 2541.
- [7] G.A. Story, L.O'Gorman and D.Fox., "The RightPages Image-Based Electronic Library for Alerting and Browsing" Computer, Vol. 25, No.9, Sept. 1992, pp.17-26.
- [8] L.O'Gorman and R. Kasturi., Document Image Analysis. IEEE Computer Society Press, 1995.
- [9] L.O'Gorman. "Image and Document Processing Techniques for the RightPages Electronic Library System." Proc 11th IAPR Int'l Conf. Pattern Recognition, Vol II, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 1992. Pp.260-263.



นางสาวสุกัญญา ชุ่มงาม
สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต
(วิทยาการคอมพิวเตอร์)
จากมหาวิทยาลัยบูรพา



รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์
สำเร็จปริญญาเอกจาก Waseda University, Tokyo
ประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
ผู้อำนวยการบดี มหาวิทยาลัยสยาม



รองศาสตราจารย์ ดร.นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์
สำเร็จปริญญาเอกจาก Waseda University, Tokyo
ประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันดำรงตำแหน่งคณบดี
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของการนำใบ้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุกัญญา ชีมงาม
เกิดเมื่อ	วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2519
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี
ปี พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา	2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้