

การปรับปรุงความหนาแน่นของเทคโนโลยีการฝังข้อมูลลงบนกระดาษ



นาย สุวรรฐ สัตินัยสุวรรณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

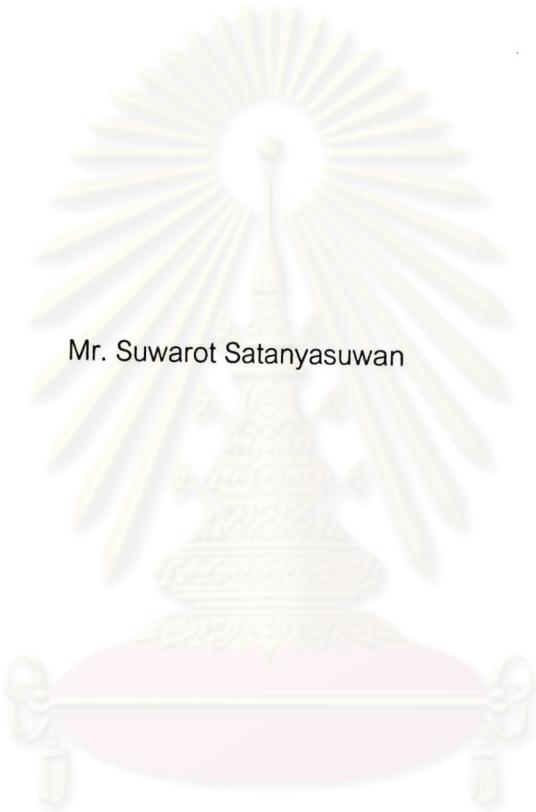
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546 •

ISBN 974-17-4221-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DENSITY IMPROVEMENT OF PRINTED EMBEDDED DATA TECHNOLOGY



Mr. Suwarot Satanyasuwan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

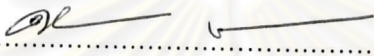
Chulalongkorn University

Academic Year 2003

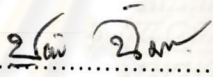
ISBN 974-17-4221-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงความหนาแน่นของเทคโนโลยีการฝังข้อมูลลงบนกระดาษ
โดย นาย สุวรรฐ สัตย์สุวรรณ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สราจิต วงศ์ประทีป

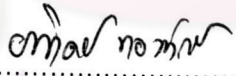
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

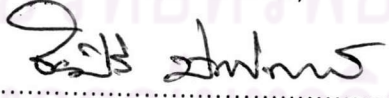

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัญย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูชีพ ฉิมวงษ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สราจิต วงศ์ประทีป)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ชัยศิริ บัณฑิตานนท์)

สุวรรณ สัตินัยสุวรรณ : การปรับปรุงความหนาแน่นของเทคโนโลยีการฝังข้อมูลลงบนกระดาษ.
(DENSITY IMPROVEMENT OF PRINTED EMBEDDED DATA TECHNOLOGY)
อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สาทิต วงศ์ประทีป, 101 หน้า. ISBN 974-17-4221-5.

งานวิจัยนี้นำเสนอ วิธีการปรับปรุงคุณภาพการฝังข้อมูลลงบนสื่อสิ่งพิมพ์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้
การฝังข้อมูลลงบนสื่อสิ่งพิมพ์ได้แก่ เครื่องพิมพ์ที่มีทั่วไปในปัจจุบันและการอ่านค่ากลับโดยใช้เครื่อง
สแกนเนอร์ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดสามารถหาได้ทั่วไป วิธีการปรับปรุงคุณภาพการฝังข้อมูลทำได้โดยเพิ่ม
รูปร่างในการรู้จำรูปแบบและเพิ่มจำนวนการรู้จำสี อีกทั้งหาค่าที่เหมาะสมในการวางระยะห่าง
ระหว่างตัวสัญลักษณ์ เมื่อทำการทดสอบโดยนำพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองนำมาเปรียบเทียบค่า
ความถูกต้องและปริมาณข้อมูลผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วิธีการที่นำมาเสนอมีความถูกต้องสูง
และสามารถเพิ่มปริมาณข้อมูลที่ฝังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....
ปีการศึกษา2546.....

ลายมือชื่อนิสิต สุวรรณ์ สัตินัยสุวรรณ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สาทิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4370592021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: DATA GLYPHS TECHNOLOGY, DATA EMBEDDED, IMAGE RECOGNITION

SUWAROT STANAYSUWAN: DENSITY IMPROVEMENT OF PRINTED EMBEDDED
DATA TECHNOLOGY, THESIS ADVISOR: ASSOC PROF.Dr. SARTID VONGPRADHIP,
101 pp. ISBN 974-17-4221-5.

The objective of this research was to propose a method for improving quality of embedded printed data. General equipments used for embedding data process and retrieving data process were printer and scanner, respectively. The quality of embedded printed data was improved by adding more patterns, representative of colors and selecting appropriate space between symbols. To verify the method, parameters from old method and new method were collected and compared. It was shown from the results that the method proposed had high accuracy and the quantity of data embedded was increased.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department	Computer Engineering	Student's signature	สุวิทย์ สุวิทย์
Field of study	Computer Science	Advisor's signature	สาริต
Academic year	2003	Co-advisor's signature	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความสมบูรณ์ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากรศ.ดร. สาทิต วงศ์ประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ท่านได้สละเวลาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ประกอบการทำงานวิจัยของข้าพเจ้ามาโดยตลอด ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จไปได้ด้วยดี รวมทั้ง ขอขอบคุณ ผศ. ชูชีพ ฉิมวงษ์ อาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์ และ อาจารย์ ชัยศิริ ปันนิตานนท์ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อชี้แนะ ในการตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้เลย หากจะขาดเสียซึ่งบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

ทำยนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงทุกคนในครอบครัวซึ่งให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....	6
2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝังข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ลงบนสิ่งพิมพ์.....	7
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ทางด้านการประมวลผลภาพ.....	23
3. การวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพเทคโนโลยีดาด้ากริปส์.....	29
3.1 การกำจัดสัญญาณรบกวน.....	33
3.2 การปรับค่าระดับสีภาพเอกสาร.....	35
3.3 การวิเคราะห์ชุดภาพเอกสาร.....	37
3.4 การตรวจสอบวิเคราะห์และแบ่งแยกภาพเอกสารสู่การประมวลผลดิจิทัล.....	39
4. การทดลองระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ดาด้ากริปส์พร้อมรหัสสี.....	47
4.1 การพัฒนาโปรแกรมการแปลงรหัสตัวอักษร สู่รหัสภาพ.....	48
4.2 การวัดประสิทธิภาพ ของ การตรวจสอบผล จากการทดลองภาพข้อมูลเอกสารโดยใช้โปรแกรมอ่านข้อมูลภาพ.....	50
4.3 สภาวะแวดล้อมในการทดลอง.....	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการทดลอง.....	59
4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	69
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	71
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดของงานวิจัย	73
5.3 ข้อเสนอแนะ	74
รายการอ้างอิง	76
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก.....	78
ภาคผนวก ข.....	95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	101



 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงลักษณะทั่วไปของรหัสแท่งมิติเดียวที่ใช้กันในปัจจุบันตามมาตรฐานต่างๆที่มีอยู่.....	8
รูปที่ 2.2 รูปแสดง ลักษณะ ทางกายภาพของ แท่งรหัส 2 มิติรหัสแอสเทค พัฒนาโดย บริษัทเว ล ท์ แอลิน.....	11
รูปที่ 2.3 รูปภาพแสดงลักษณะที่กายภาพของรหัสแท่ง 2 มิติแบบโค้ด 49 พัฒนาโดยบริษัท อินเตอร์เมค.....	12
รูปที่ 2.4 รูปภาพแสดงการทำงานของการทำงานของประมวลผลสัญลักษณ์รหัสแท่ง 2 มิติแบบดาด้าเมทริกซ์.....	14
รูปที่ 2.5 รูปภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของรหัสแท่งแบบเก่าและการทำงานของรหัสแท่ง 2 มิติแบบพีดีเอฟ 417.....	18
รูปที่ 2.6 รูปภาพแสดงลักษณะทางกายภาพ รหัสแท่ง 2 มิติ แบบแม็กซ์โค้ด.....	19
รูปที่ 2.7 รูปภาพแสดงการใช้งานของรหัสแท่ง 3 มิติ.....	22
รูปที่ 2.8 รูปภาพแสดงลักษณะของสีที่เกิดจากการผสมของในแบบจำลอง RGB.....	24
รูปที่ 2.9 รูปภาพแสดงการพิมพ์เรียงลำดับชั้นของสีบนพื้นผิวที่มีการสะท้อนแสง.....	25
รูปที่ 2.10 รูปภาพแสดงการพิมพ์เม็ดสีลงบนภาพเพื่อให้เกิดสีที่ต้องการ.....	26
รูปที่ 2.11 รูปแบบแสดงขอบเขตของการคาบเกี่ยวกันระหว่างแบบจำลอง RGB และแบบจำลอง CMY.....	27
รูปที่ 3.1 ภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการทำงานของการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพเทคโนโลยี ดาต้ากลิปส์.....	31
รูปที่ 3.2 ภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการทำงานของการแปลงข้อมูลตัวอักษรสู่ข้อมูลรหัสภาพ...	33
รูปที่ 3.3 ภาพแสดงการแบ่งภาพที่มีสัญญาณรบกวนและภาพหลังจากขจัดสัญญาณรบกวน....	34
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงลักษณะของภาพที่มีสัญญาณรบกวนกับภาพที่ผ่านตัวกรองแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียด.....	34
รูปที่ 3.5 ภาพแสดงรายละเอียด ของระดับค่าสีแสดงความหนาแน่นของปริมาณสีในภาพชุด เอกสาร.....	36
รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการแบ่งภาพที่ต้นฉบับที่ไม่ได้ปรับค่าระดับสี กับภาพที่ปรับค่าระดับสีแล้ว..	36
รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการแบ่งภาพตามแนวทฤษฎี โปรเจคชันแนวนอน (Horizontal projection) และ การโปรเจคชันแนวตั้ง (Vertical projection).....	38

	หน้า
รูปที่ 3.8 ภาพแสดงภาพเอกสารต้นฉบับ และ ภาพของเอกสารย่อในเอกสารต้นฉบับ	38
รูปที่ 3.9 ภาพแสดงภาพเอกสารย่อ เมื่อทำการแบ่งส่วนของภาพแล้ว กับ ภาพบล็อกที่จะนำมา เปรียบเทียบ	40
รูปที่ 3.10 ภาพแสดงภาพ เมื่อทำการแบ่งส่วนของภาพเปรียบเทียบกับบล็อกย่อ เพื่อหาค่าความ ถูกต้อง.....	41
รูปที่ 3.11 ภาพแสดงภาพการแบ่งบล็อกย่อในรูปแบบอื่นๆ เพื่อความเหมาะสมในการทำงาน ด้านการวิเคราะห์โดยรูปแบบการแบ่งบล็อกย่อขึ้นกับรูปแบบของบล็อก	42
รูปที่ 3.12 ภาพแสดงภาพระดับสีขาวดำพร้อมทั้งแสดงขอบเขตที่เผื่อไว้เพื่อกันความคลาดเคลื่อน ของการวิเคราะห์ ค่าสีที่ตรวจสอบจากภาพเอกสาร.....	43
รูปที่ 3.13 ภาพแสดงฮิสโตแกรมของโมเดลสีขาวดำ.....	44
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ.....	49
รูปที่ 4.2 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมหลังจากแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ.....	50
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงรูปแบบของสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในการแบ่งแยกสัญลักษณ์ ทั้ง 16 รูปแบบ.....	51
รูปที่ 4.4 ภาพแสดงรูปแบบของสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในการแบ่งแยกเจดสี ทั้ง 8 เจดสี.....	52
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ชั้นตอนที่ 1 การ เปิดเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่ต้องการอ่านค่า.....	53
รูปที่ 4.6 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ชั้นตอนที่ 1 การ เลือกเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่ต้องการอ่านค่า.....	54
รูปที่ 4.7 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ชั้นตอนที่ 2 การ เลือกรูปแบบของการเข้ารหัสภาพ ตามแฟ้มภาพที่เลือกไว้ และทำการปรับคุณภาพของ รหัสภาพ.....	55
รูปที่ 4.8 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ชั้นตอนที่ 4 การ ตรวจสอบหาสัญลักษณ์ในแฟ้มข้อมูลภาพ.....	56
รูปที่ 4.9 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ชั้นตอนที่ 5 การ แปลงจากรหัสภาพแต่ละส่วน ให้เป็นรหัสตัวอักษร.....	57
รูปที่ 4.10 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ในการ แสดงผลการตรวจสอบหาสัญลักษณ์ในแฟ้มข้อมูลภาพ.....	57

หน้า

รูปที่ 4.11 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ในการ แสดงผลขอการแปลงจากรหัสภาพสู่รหัสตัวอักษร.....	58
รูปที่ 4.12 ภาพแสดงรูปแบบของดาด้ากลิปส์ แบบที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา (แบบดั้งเดิม) 40 ตัวอักษร.....	59
รูปที่ 4.13 ภาพแสดงรูปแบบของดาด้ากลิปส์ แบบดั้งเดิม และแบบที่พัฒนาความสามารถรู้จำ เช็ค.....	60
รูปที่ 4.14 ภาพแสดงรูปแบบของดาด้ากลิปส์ แบบดั้งเดิม และแบบที่พัฒนาความสามารถรู้จำ รูปภาพรูปที่.....	61
รูปที่ 4.15 ภาพกราฟแสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากภาพ เมื่อเพิ่ม ปริมาณเช็คสี่ไต่ระดับ.....	66
รูปที่ 4.16 ภาพกราฟแสดงอัตราการลดลงของความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อเพิ่ม ปริมาณเช็คสี่ไต่ระดับ.....	66
รูปที่ 4.17 ภาพกราฟแสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว (เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความ ละเอียดเดียวกัน ในกรณีการใช้รูปแบบ.....	67
รูปที่ 4.18 ภาพกราฟแสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว (เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความ ละเอียดเดียวกันในกรณีการใช้เช็คสี่.....	67
รูปที่ 4.19 ภาพกราฟแสดงอัตราของความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ 3 ลักษณะ ของการวิเคราะห์.....	68
รูปที่ 6.1 ภาพแสดงตัวอย่างภาพที่ทำการทดลอง แบบ ต้นแบบของดาด้ากลิปส์ตามต้นแบบ ลักษณะของซีร็อกซ์ ด้วยข้อมูลอักษรภาษาอังกฤษ.....	79
รูปที่ 6.2 ภาพแสดงตัวอย่างภาพที่ทำการทดลอง แบบ ต้นแบบของดาด้ากลิปส์ตามต้นแบบ ลักษณะของซีร็อกซ์ ด้วยข้อมูลอักษรภาษาไทย.....	80
รูปที่ 6.3 ภาพแสดงตัวอย่างภาพที่ทำการทดลอง แบบ ต้นแบบของดาด้ากลิปส์ตามต้นแบบ ลักษณะแบ่งแยกตามเช็คสี่ 2 ระดับ ด้วยข้อมูลอักษรภาษาอังกฤษ.....	81
รูปที่ 6.4 ภาพแสดงตัวอย่างภาพที่ทำการทดลอง แบบ ต้นแบบของดาด้ากลิปส์ตามต้นแบบ ลักษณะแบ่งแยกตามเช็คสี่ 2 ระดับ ด้วยข้อมูลอักษรภาษาไทย.....	82

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1(ก.) แสดงค่าความถูกต้องในการอ่านค่าจากภาพเอกสารถือเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลต้นฉบับแบบตัวอักษรต่อตัวอักษร(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ	62
ตารางที่ 4.1 (ข.) แสดงค่าความถูกต้องในการอ่านค่าจากภาพเอกสารถือเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลต้นฉบับแบบตัวอักษรต่อตัวอักษร(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้ระดับเฉดสี.....	62
ตารางที่ 4.2.(ก.) แสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารถือเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว (เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน.....	63
ตารางที่ 4.2.(ข.) แสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารถือเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว (เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้เฉดสี เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน.....	63
ตารางที่ 4.3 ตารางการเปรียบเทียบการพัฒนาดาด้ากลิปส์ ในแนวทางต่างๆเปรียบเทียบกับแนวทางเดิม.....	64
ตารางที่ 4.3 ตารางการเปรียบเทียบการพัฒนาดาด้ากลิปส์ ในแนวทางแบบผสมผสานระหว่างระดับเฉดสีและรูปแบบสัญลักษณ์.....	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย