



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การค้นคว้ารูปทรงประจำชาติโดยใช้หมุดและสี

โดย นางสาวอริสรา จันทร์เกิด

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

19 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัง)

การค้นคว้ารูปทรงประจำชาติโดยใช้หมอนและสี

นางสาว อริศรา จันทร์เกิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นางสาว อริศรา จันทร์เกิด
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การค้นคืนรูปทรงประจำชาติโดยใช้มุมและสี
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณันปัญญา
 ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญในด้านการจัดการต่าง ๆ เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำงานที่รวดเร็ว คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้ในการทำงานหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะในการค้นหาและตรวจสอบข้อมูล ซึ่งจำเป็นต้องมีความรวดเร็วและความแม่นยำสูง ซึ่งนอกจากการตรวจสอบและค้นหาข้อมูลที่เป็นข้อความแล้ว ปัจจุบันข้อมูลในลักษณะรูปภาพมีความจำเป็นมากขึ้น ระบบการค้นคืนภาพจึงเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญและช่วยให้การค้นหาภาพเป็นไปได้ง่ายขึ้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีเก็บภาพในฐานข้อมูล และมีระบบค้นคืนเพื่อช่วยในการค้นหาภาพจากคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

การจัดทำวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการค้นคืนภาพแบบอัตโนมัติ โดยนำมาประยุกต์ใช้กับธงประจำชาติ ซึ่งวิธีในการวิจัยจะมุ่งประเด็นในการค้นคืนภาพโดยใช้ลักษณะสำคัญของภาพ 2 อย่าง คือ มุม และ สี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นคืนและลดจำนวนภาพที่ไม่ต้องการออกให้ได้ข้อมูลภาพที่ถูกต้องมากที่สุด และทำการวัดประสิทธิภาพของระบบ เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ และสามารถค้นคืนรูปภาพจากงานข้อมูลขนาดใหญ่ได้

จากผลการทดลอง ความถูกต้องของการค้นคืนภาพโดยใช้รูปตัวอย่างอยู่ที่ 88% ขณะที่ความแม่นยำของการค้นคืนอยู่ที่ 100% เนื่องจากการค้นคืนโดยใช้รูปตัวอย่างจะค้นคืนภาพที่มีค่ามุมและค่าสีในภาพที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดมาแสดง ส่วนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าความถูกต้องและความแม่นยำของการค้นคืนภาพอยู่ที่ 100% เนื่องจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสามารถค้นคืนภาพที่มีค่ามุมและสีในภาพตามที่ได้กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 66 หน้า)

คำสำคัญ : การค้นคืนภาพ รูปธงประจำชาติ การค้นคืนภาพโดยใช้สี การค้นคืนภาพโดยใช้म्म

[Signature]

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Miss Arissara Chunkild
Thesis Title : Flag Retrieval Using Corner and Color
Major Field : Computer Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Supot Nitsuwat
Assistant Professor Dr.Kuntpong Woraratpanya
Academic Year : 2006

Abstract

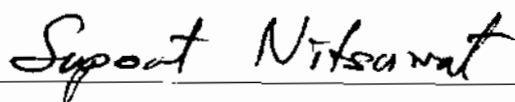
Nowadays, a computer has wrought huge advances in the powers and capabilities dramatically. Because of its efficiency, the computer becomes the major roles and responsibilities in lots of activities especially for data queries and audits. Those activities are required accuracy with in a short period of time. Apart of data queries, now the image format/data is also required increasingly. The image retrieval system is one of the important systems and helps to query the images easily. Thus, the record and database of images are essential. The retrieval system is also important to retrieve required image(s) from the computer rapidly and accurately.

This thesis is aimed to develop an automatic image retrieval system applying with the national flag. This thesis is intended to distinguish the national flags into 2 types which are corner and colors. These characteristics increase the efficiency of retrieval system, reduce the number of unwanted images and provide the most accuracy of desired image(s). All these factors will be measured the efficiency of retrieval system, to provide the efficiency system and able to retrieve the image(s) from enormous database systems.

The experiment result presented the recall value of query by example is 88%, while precision value is 100%. The result of query by example will display the proximity of corner and colors image(s). Moreover the query by selection, both the recall and precision values are 100% due to this query system is able to pose the value and able to retrieve the assigned corner and colors of image(s) to display finally.

(Total 66 pages)

Keywords : Image retrieval, Flag, Image retrieval by color, Image retrieval by corner



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อย เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณปัญญา ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจเป็นอย่างดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้คำปรึกษาเทคนิคต่าง ๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขออุทิศเพื่อบุชาพระคุณ บิดามารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่าน

อริศรา จันทร์เกิด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 คำจำกัดความ	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การค้นคืนภาพ	3
2.2 ภาพและคุณลักษณะเด่นในภาพ	7
2.3 โมเดลสี	12
2.4 การหามุมของภาพ	19
2.5 วิธีการวัดประสิทธิภาพของระบบ	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	25
3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	25
3.2 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการวิจัย	27
3.3 องค์ประกอบของระบบการค้นคืนภาพทรงประจำชาติโดยใช้มุมและสี	27
3.4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพภาพทรงประจำชาติ	37
3.5 สรุป	39
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	40
4.1 ผลการทดลอง	40
4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพ	47
4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผลงานวิจัย	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก ก ผลการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติ	55
ประวัติผู้วิจัย	66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ค่าสีที่ได้จากการควอนไทซ์	17
3-1	ตัวอย่างการคำนวณและเก็บค่าคุณลักษณะเด่นของภาพในฐานข้อมูล	38
3-2	ค่า Euclidean distance ระหว่างภาพตัวอย่างกับภาพในฐานข้อมูล	39
4-1	ผลการวัดประสิทธิภาพจากการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง	48
4-2	ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสี	48
4-3	ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่ามุม	49
4-4	ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่ามุมและสี	49

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1	ขั้นตอนการสร้างดัชนีภาพ
2-2	ขั้นตอนการคันคั้นภาพ
2-3	ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้ม ณ ตำแหน่ง (x,y)
2-4	ภาพสีที่เกิดจากค่าความเข้มของสีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน
2-5	ภาพโทนสีเทา
2-6	การสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่งของภาพ
2-7	โทนสีของภาพโทนสีเทาที่ค่าความเข้มตั้งแต่ 0 ถึง 255
2-8	สีที่เกิดจากความเข้มของแม่สีสามสีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน
2-9	ลักษณะของโมเดลสีแบบ RGB
2-10	ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ RGB
2-11	ลักษณะการผสมสีของโมเดลสีแบบ RGB
2-12	ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ CMYK
2-13	ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ HSV
2-14	ลักษณะของโมเดลสีแบบ HSV
2-15	การแบ่งค่าความเข้มของแต่ละสี
2-16	ตัวอย่างรูปธงประจำชาติที่ใช้ในการคำนวณ
2-17	ความแตกต่างของมุมและขอบภาพ
2-18	การหามุมของรูปในการกำหนดค่า Threshold ต่างกัน
3-1	ระบบการคันคั้นภาพธงประจำชาติโดยใช้มุมและสี
3-2	ขั้นตอนดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพและจัดเก็บภาพลงฐานข้อมูล
3-3	ขั้นตอนการคันคั้นภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง
3-4	ขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสี
3-5	ขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านมุม
3-6	ขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุม
4-1	ตัวอย่างภาพที่ใช้ทำการทดลอง
4-2	คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ก)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-3 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ข)	41
4-4 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ค)	42
4-5 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ง)	42
4-6 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (จ)	43
4-7 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคืน	43
4-8 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่าง	44
4-9 การกำหนดสีที่ใช้ในการสืบค้นภาพ	44
4-10 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสี	45
4-11 การกำหนดมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพ	45
4-12 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่ามุม	46
4-13 การกำหนดสีและมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพ	46
4-14 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสีและมุม	47
4-15 ภาพธงประจำชาติที่ใช้ในการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง	50
4-16 ผลลัพธ์ภาพธงประจำชาติที่ค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างได้ถูกต้องและแม่นยำ	50
4-17 ภาพการกำหนดค่าสีและมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า	51
4-18 ผลลัพธ์ภาพธงประจำชาติที่ค้นคืนโดยใช้การกำหนดค่าได้ถูกต้องและแม่นยำ	52
ก-1 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง	56
ก-2 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ก)	56
ก-3 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ข)	57
ก-4 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ค)	57
ก-5 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ง)	58
ก-6 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (จ)	58
ก-7 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เขียว ดำ และ ขาว	59
ก-8 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง และ ขาว	59
ก-9 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เหลือง และ ดำ	60
ก-10 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เขียว และ ขาว	60
ก-11 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง น้ำเงิน และ ขาว	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-12 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 0	61
ก-13 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 2	62
ก-14 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 4	62
ก-15 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 10	63
ก-16 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 2 และสีแดง เขียว ดำ และ ขาว	63
ก-17 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 4 และสีแดง และ ขาว	64
ก-18 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 0 และสีแดง เหลือง และ ดำ	64
ก-19 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 0 และสีแดง เขียว และ ขาว	65
ก-20 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าเท่ากับ 0 และสีแดง น้ำเงิน และ ขาว	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งด้านความเร็วในการประมวลผลและความสามารถในการเก็บข้อมูล รูปภาพเป็นข้อมูลอย่างหนึ่งที่นิยมเก็บในรูปแบบของไฟล์คอมพิวเตอร์เพราะสะดวกและรวดเร็ว แต่การเก็บรูปภาพเป็นจำนวนมากนั้นบางครั้งอาจมีปัญหาในการค้นหาภาพที่ต้องการ ซึ่งต้องใช้เวลานานหากนำภาพมาคัดเลือกทีละภาพโดยคน จึงจำเป็นต้องมีวิธีการจัดภาพและค้นหาภาพเหล่านี้ เพื่อช่วยให้การค้นหาภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ทำได้ถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ระบบการค้นคืนภาพเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญและช่วยให้การค้นหาภาพเป็นไปได้ง่ายขึ้นสำหรับการประยุกต์ใช้งานหลายอย่างในปัจจุบัน เช่น การจดทะเบียนเครื่องหมายการค้า การค้นคืนภาพทางวิทยาศาสตร์ ภาพศิลปะ หรือรูปภาพต่าง ๆ จากฐานข้อมูล จึงจำเป็นต้องมีวิธีเก็บภาพในฐานข้อมูล และมีระบบค้นคืนเพื่อช่วยในการค้นหาภาพจากคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

คุณลักษณะเด่นของภาพที่นำมาใช้เป็นดัชนีในระบบค้นคืนภาพมีหลายอย่าง เช่น สี รูปร่าง ลวดลาย เพื่อจะทำการค้นคืนภาพที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะนำคุณลักษณะเด่นของภาพเพียงอย่างเดียวมาใช้เป็นหลักในการสร้างดัชนีในการค้นหา เช่น หาภาพที่มีสีใกล้เคียงกันโดยใช้ฮิสโทแกรมสีมาใช้เป็นดัชนีของภาพและใช้การอินเตอร์เซกต์ของฮิสโทแกรมสีเป็นตัววัดความเหมือนของภาพ [5] ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการคำนวณ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ ฮิสโทแกรมไม่ได้เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพไม่สูงนักเนื่องจากภาพที่มีคุณลักษณะเด่นที่คล้ายกันอาจจะมีมากกว่า 1 รูป จึงได้เกิดแนวคิดที่จะใช้คุณลักษณะเด่น 2 อย่างมาทำเป็นดัชนีเพื่อจะลดจำนวนภาพที่ไม่ต้องการออกไป และเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพให้มีความถูกต้องมากที่สุด

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างระบบการค้นคืนภาพที่ทำงานแบบอัตโนมัติ โดยนำมาประยุกต์ใช้กับการค้นคืนธงประจำชาติ ซึ่งจะใช้มุมและสี เป็นตัวสืบค้น เพื่อให้ได้ระบบที่มีความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และสามารถค้นคืนภาพธงประจำชาติจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาเทคนิคการค้นคืนภาพโดยใช้คุณลักษณะเด่นของภาพ 2 อย่าง คือ สี และ มุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพที่ถูกต้องมากที่สุด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ภาพที่ใช้ทดสอบระบบต้องเป็นภาพสี

1.3.2 รูปแบบของภาพที่ใช้ทดสอบระบบต้องจัดเก็บแบบแฟ้มนามสกุล bmp

1.3.3 ภาพที่ใช้ทดสอบระบบจะต้องไม่มีพื้นหลังและสัญญาณรบกวน

1.3.4 โปรแกรมที่ใช้พัฒนาคือ Matlab เพื่อการเขียนโปรแกรมและการวิเคราะห์ภาพ

1.3.5 การวิจัยนี้ใช้มุมและสี เป็นตัวสืบค้น

1.3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยใช้ค่าความถูกต้องของข้อมูล (Recall) และค่าความแม่นยำของข้อมูล (Precision)

1.4 คำจำกัดความ

มุม (Corner) คือ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี 2 สี ในระนาบแกน x และ แกน y

ขอบภาพ (Edge) คือ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี 2 สีในระนาบแกน x หรือแกน y เพียงด้านเดียว

ค่าสี คือ จำนวน Pixel ของสีใด ๆ ในภาพ

ค่ามุม คือ จำนวนมุมทั้งหมดในภาพ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลภาพขนาดใหญ่โดยใช้สีและมุมเป็นคุณลักษณะเด่นเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพที่ถูกต้องมากที่สุด

บทที่ 2

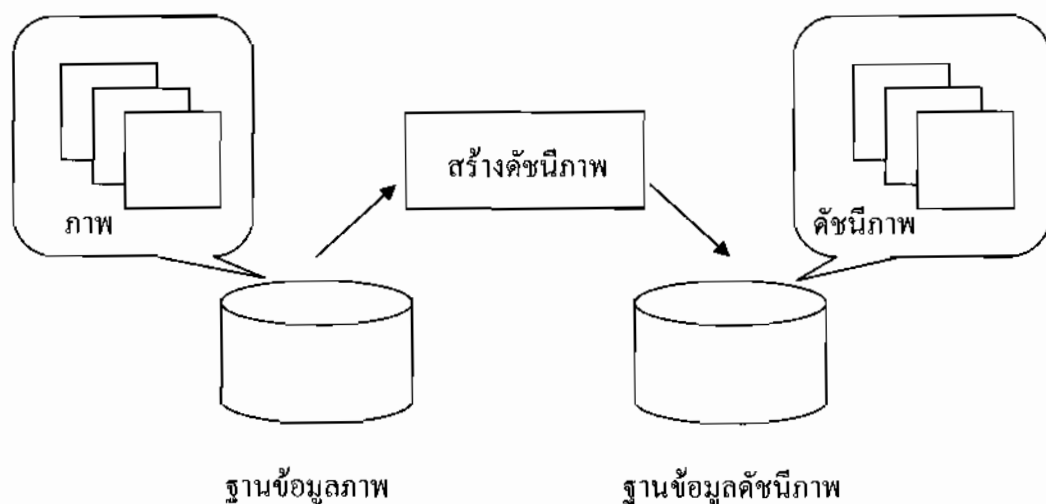
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาบทนี้จะกล่าวถึง การค้นคืนภาพ ภาพและคุณลักษณะเด่นในภาพ โมเดลสี คุณลักษณะของสีและมุมซึ่งเป็นคุณลักษณะเด่นของภาพที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ การเปรียบเทียบความคล้ายและวิธีการวัดประสิทธิภาพของระบบ

2.1 การค้นคืนภาพ

โดยทั่วไป ในระบบการค้นคืนภาพจะป้อนตัวอย่างของภาพเข้ามาให้กับระบบเพื่อให้ระบบคำนวณหาคุณลักษณะเด่นของภาพ และนำไปเปรียบเทียบกับภาพที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ขั้นตอนในการค้นคืนภาพโดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

2.1.1 การสร้างดัชนีภาพ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการค้นคืนภาพ โดยการนำคุณลักษณะเด่นของภาพ (Feature vector) เช่น สี รูปร่าง พื้นผิว มุม มาสร้างเป็นดัชนีและนำดัชนีภาพที่ได้ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลดัชนีภาพเพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบหาภาพที่ต้องการ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนการสร้างดัชนีภาพ

การทำดัชนีคือการดึงคุณลักษณะเด่นของรูปภาพและนำมาวิเคราะห์ โดยลักษณะที่ใช้กันทั่วไปคือ สี(Color) พื้นผิว (Texture) และรูปร่าง (Shape) ซึ่งมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการดึงคุณลักษณะเด่นดังต่อไปนี้

2.1.1.1 สี

สีเป็นคุณลักษณะเด่นที่ได้ชัดเจน ซึ่งการดึงคุณลักษณะเด่นของสีในที่นี้หมายถึงสีทั้งหมดของรูปภาพ แต่มีบางวิธีที่ใช้สีเฉพาะพื้นที่ ซึ่งวิธีนี้อาจจะถูกนำไปรวมกับคุณลักษณะเด่นอื่น เช่น รูปร่าง โดยที่เทคนิคที่ใช้โดยทั่วไปประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก) ฮิสโตแกรมของสี (Color Histogram)

กระบวนการโดยทั่วไปในการแทนคุณลักษณะเด่นของสีในรูปภาพคือการแปลงรูปภาพไปเป็นฮิสโตแกรม ตัวอย่างเช่น รูปภาพที่เป็นสีเทาสามารถแปลงไปเป็นฮิสโตแกรมที่แสดงจำนวนพิกเซลของระดับสีเทา ส่วนการแปลงรูปภาพสีจะเรียกว่า ฮิสโตแกรมของสี (Color Histogram)

โดยทั่วไปแล้วรูปภาพแต่ละรูปจะมีฮิสโตแกรมสีที่แน่นอน ซึ่งมีฮิสโตแกรมจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเคลื่อนย้ายและหมุนแกนของรูปภาพ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะนำฮิสโตแกรมของสีมาใช้สำหรับดัชนีรูปภาพเพื่อแสดงความคล้ายคลึงของรูปภาพทั้งหมดสำหรับค้นคืนข้อมูลของภาพ

ปัญหาหลาย ๆ อย่างของมีฮิสโตแกรมของสีได้แก่ การแปรผันของความละเอียดของรูปภาพ การแปรผันของความสว่าง เป็นต้น และปัญหาที่สำคัญคือรูปที่แตกต่างกันอาจจะมีฮิสโตแกรมของสีเหมือนกันได้ ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดในการค้นคืนรูปภาพโดยใช้มีฮิสโตแกรมของสีเกิดขึ้นได้

ข) สีและข้อมูลเชิงพื้นที่ (Color and Spatial Information)

ดัชนีโดยใช้มีฮิสโตแกรมของสีมีข้อจำกัดคือขาดข้อมูลเชิงพื้นที่ จึงอาจจะทำให้ผลลัพธ์ของการค้นคืนรูปผิดพลาด เพื่อแก้ปัญหานี้ได้มีการนำเสนอเทคนิควิธีที่ทำการรวมสีและข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน เช่น Color Correlogram ซึ่งจะแสดงถึงสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของคู่สีที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะห่างของพิกเซล

2.1.1.2 พื้นผิว (Texture representation)

คุณลักษณะเด่นของพื้นผิวของรูปภาพได้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการแบ่งส่วนของรูปภาพ (Region segmentation) ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งประเภทของพื้นผิวของรูปภาพออกเป็น 3 ประเภทคือ หยาบ (Coarseness) เรียบ (Smoothness) และ สมมาตร (Regularity) โดยที่จะมีเทคนิคในการหาลักษณะของพื้นผิวอยู่ 3 ประเภท คือ

ก) Statistical เป็นเทคนิคที่ใช้พื้นฐานของมีฮิสโตแกรมสีของพื้นที่ในรูปภาพ

ซึ่งเป็นเทคนิคที่จะใช้วัดความแตกต่าง (Contrast) ความเป็นกลุ่ม (Granularity) และความหยาบ (Coarseness) ของพื้นผิวรูปภาพ

ข) Spectral เป็นเทคนิคที่ใช้พื้นฐานของฟังก์ชันออร์โธโกรริเลชันของพื้นที่ หรือการยกกำลังของการกระจายใน Fourier transform domain

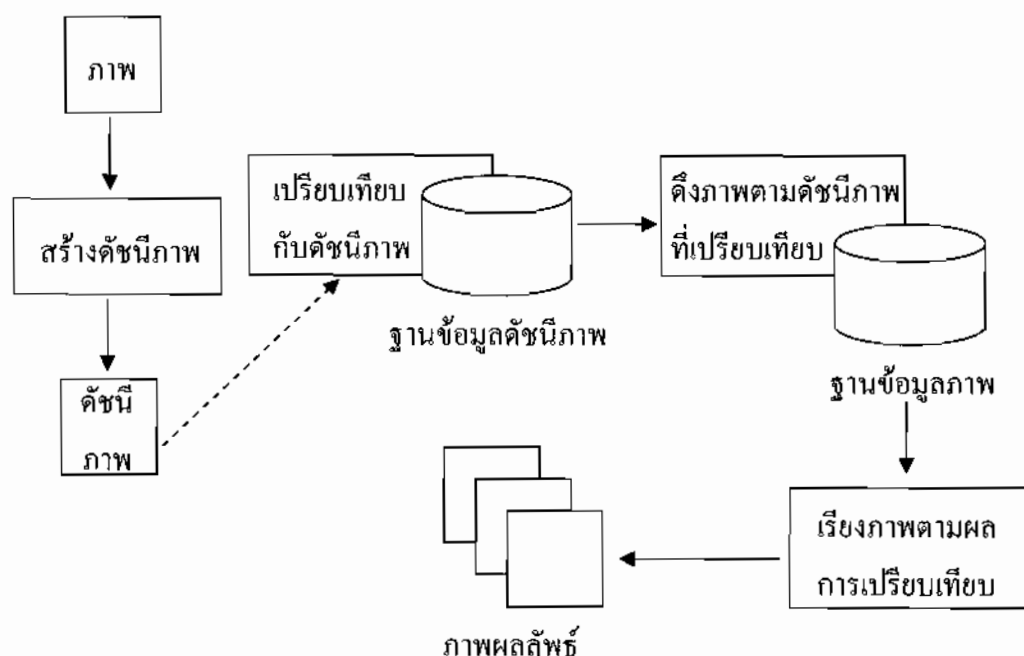
ค) Structural เป็นเทคนิคที่อธิบายลักษณะพื้นผิวของรูปภาพโดยใช้รูปแบบหรือโครงสร้างของพื้นผิวที่มีอยู่แล้วที่สามารถเข้ากับพื้นผิวของรูปภาพได้

2.1.1.3 รูปร่าง (Shape Representation)

การดัชนีโดยใช้ลักษณะเด่นของรูปร่างที่ใช้กันอยู่ทั่วไปประกอบด้วย 2 วิธี คือ boundary-based และ region-based ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะใช้กำหนดโครงสร้างของรหัสของรูปภาพ (image coding) เพื่อแทนคอนเทนต์ของรูปภาพ

การสร้างดัชนีภาพ นอกจากเป็นการคำนวณหาคุณลักษณะเด่นในภาพออกมาแล้ว ยังช่วยให้สามารถค้นคืนภาพได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณหาคุณลักษณะเด่นของภาพในขณะที่ทำการค้นหาภาพใหม่ทุกครั้ง

2.1.2 การค้นคืนภาพ โดยนำภาพที่ต้องการ มาคำนวณหาลักษณะสำคัญ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญที่ได้เก็บไว้ในฐานข้อมูลดัชนีภาพ ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนการค้นคืนภาพ

การค้นคืนภาพในปัจจุบันมีหลายวิธี ดังนี้

2.1.2.1 การค้นคืนโดยใช้ข้อความ (Query by Text)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ผู้ใช้สามารถค้นหาภาพโดยใช้คำสำคัญ (Keyword) หรือคำสำคัญร่วมกับ Boolean operation เช่น “AND” “OR” และ “NOT” หรือผู้ใช้อาจจะค้นหาโดยใช้วลี เช่น “woman walking on the beach”

2.1.2.2 การค้นคืนโดยการเลือกรูปภาพ (Browsing)

วิธีนี้โดยทั่วไปผู้ใช้สามารถเลือกรูปภาพที่จัดเก็บไว้โดยการใช้ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับรูปภาพเพื่อแสดงไฟล์รูปภาพทีละรูป ซึ่งไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันได้มีซอฟต์แวร์เกี่ยวกับรูปภาพที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการแสดงกลุ่มของรูปภาพซึ่งประกอบด้วยวิธีการ 2 แบบ คือ

ก) Thumbnail browsing ซึ่งจะแสดงรูปภาพจากไดเรกทอรีของไฟล์เป็นภาพขนาดเล็ก ๆ บนหน้าจอ เมื่อ thumbnail ถูกคลิกก็จะแสดงรูปภาพตามขนาดจริงบนหน้าจอ

ข) Slide show จะแสดงรูปภาพบนหน้าจอทีละภาพตามขนาดจริงหรือมีขนาดเท่ากับหน้าจอที่กำหนด

โดยทั่วไประบบค้นคืนภาพในปัจจุบัน การเลือกรูปภาพจะหมายถึง Thumbnail browsing ซึ่งมีส่วนน้อยที่จะเป็นแบบ Slide show

2.1.2.3 การค้นคืนรูปภาพจากเนื้อหา (Query by image content)

การค้นคืนรูปภาพจากคุณลักษณะเด่นที่อยู่ในรูปภาพ เช่น สี รูปร่าง มุม และพื้นผิว มีวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ ดังนี้

ก) การควีรีโดยใช้รูปภาพตัวอย่าง (Query by Example)

การควีรีแบบนี้จะให้ผู้เลือกใช้รูปภาพที่จะใช้เป็นรูปภาพตัวอย่างในการควีรี และระบบจะวัดความคล้ายคลึงระหว่างรูปภาพตัวอย่างกับรูปภาพที่จัดเก็บไว้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเรียงตามลำดับความคล้ายคลึง

ข) การควีรีโดยใช้การกำหนดค่า (Query by Specification)

เป็นควีรีที่สามารถระบุลักษณะสำคัญของรูปภาพ โดยที่จะมีการกำหนดค่าได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น ใน QBIC จะยอมให้ผู้เลือกใช้สามารถควีรีรูปภาพโดยใช้สีสโตแกรมของสี ซึ่งสามารถระบุเปอร์เซ็นต์ของสีในสีสโตแกรมได้

2.2 ภาพและคุณลักษณะเด่นในภาพ

2.2.1 ภาพ (Image)

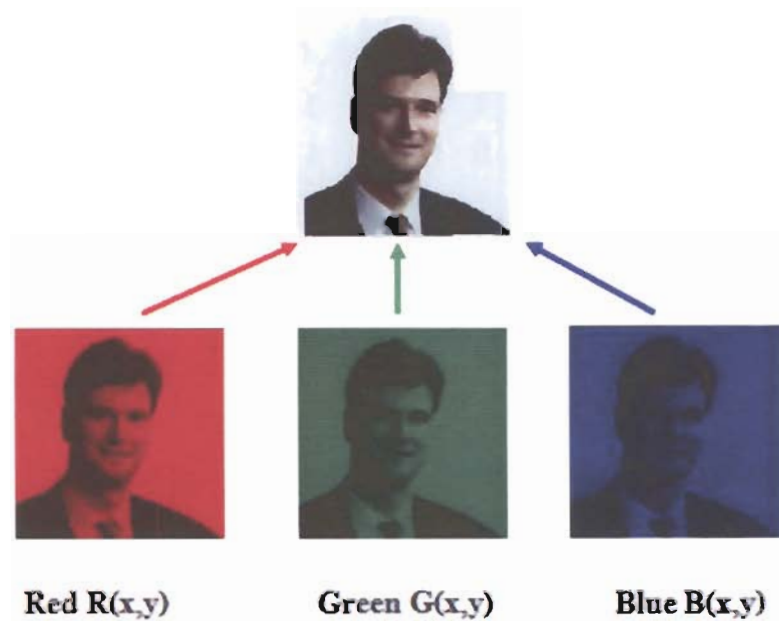
ภาพเชิงกายภาพ (Physical Image) เป็นผลผลิตที่ได้จากการกระทำในกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ในแต่ละช่วงความถี่ เช่น แสงธรรมชาติ รังสีเอกซเรย์ (X-ray) รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นต้น หรือพลังงานเสียง เช่น อัลตราซาวด์ (Ultrasound) ตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนมาสู่ประสาทรับรู้ของมนุษย์ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของประสาทรับรู้ของมนุษย์ทำให้ไม่สามารถรับรู้พลังงานบางช่วงความถี่ เช่น รังสีเอกซเรย์ เป็นต้น หรือในกรณีพลังงานที่มาตกกระทบคือพลังงานเสียง นอกจากจะรับรู้โดยการได้ยินแล้ว เรายังต้องการมองเห็นภาพของพลังงานนี้ด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ที่เหมาะสมเพื่อแปลงพลังงานข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ เช่น ภาพที่ได้จากคลื่นอัลตราซาวด์ทางการแพทย์

ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image) คือ ฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของความเข้มของแสง (Intensity) โดยที่ x และ y คือค่าแสดงตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก และค่าของ f ณ ตำแหน่ง (x,y) ใด ๆ จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างของแสง ณ ตำแหน่งนั้น ดังแสดงในภาพที่ 2-3 ตามปกติภาพเชิงดิจิทัลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ



ภาพที่ 2-3 ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้ม ณ ตำแหน่ง (x,y)

1. ภาพสี (Color Image) ซึ่งฟังก์ชันของค่าความเข้มจะเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ เวกเตอร์สีแดง เวกเตอร์สีเขียว และเวกเตอร์สีน้ำเงินมาผสมกัน ในอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กัน เพื่อประกอบกันเป็นภาพ 1 ภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ภาพสีที่เกิดจากค่าความเข้มของสีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน

2. ภาพโทนสีเทา (Gray Scale Image) ซึ่งฟังก์ชันของค่าความเข้มจะเป็นปริมาณ สเกลาร์ ภาพโทนสีเทาบางครั้งอาจเรียกว่าภาพสีเดียว (Monochrome Image) ภาพนี้เกิดจากการผสมสีจากแม่สีทั้ง 3 สี (ระบบสี RGB) ในอัตราส่วนที่เท่ากัน แสดงดังภาพที่ 2-5

Monochrome Image



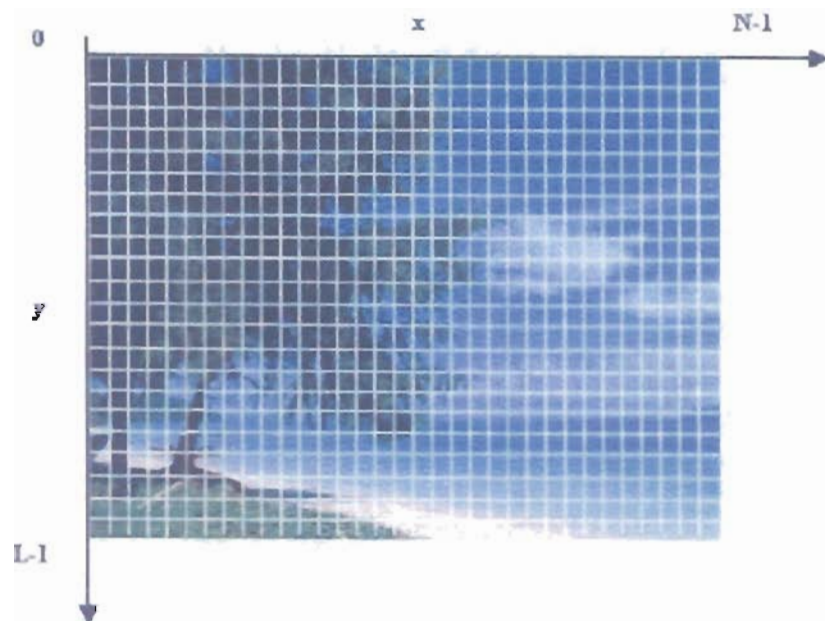
$$R(x,y) = G(x,y) = B(x,y)$$

ภาพที่ 2-5 ภาพโทนสีเทา

การแปลงภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิทัล (Image Digitization) เมื่อมีความต้องการจะนำภาพในธรรมชาติมาประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการแปลงภาพจากภาพเชิงกายภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การบันทึกภาพ (Image Acquisition) การบันทึกภาพด้วยอุปกรณ์เชิงแสง (Optical Device) เป็นการแปลงภาพเชิงต่อเนื่อง (Continuous Image) 3 มิติ ซึ่งเป็นภาพที่สามารถเห็นในธรรมชาติรอบตัวเราให้เป็นภาพเชิงต่อเนื่อง 2 มิติ เช่น ภาพบนฟิล์ม รูปถ่ายบนกระดาษ

2. การสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง (Image Sampling) เป็นกระบวนการแปลงภาพ 2 มิติ ที่ได้ให้เป็นภาพเชิงดิจิทัล โดยการสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง (Spatially Sampling) โดยจะสุ่มเลือกเฉพาะบางจุดบนภาพทางแนวแกน x และ y ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 การสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่งของภาพ

ผลที่ได้นี้สามารถแทนด้วยเมตริกซ์ ของปริมาณเชิงจำนวนเต็ม ขนาด $L \times N$ ดังนี้

$$I^G = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(L-1,0) & f(L-1,1) & \cdots & f(L-1,N-1) \end{bmatrix}$$

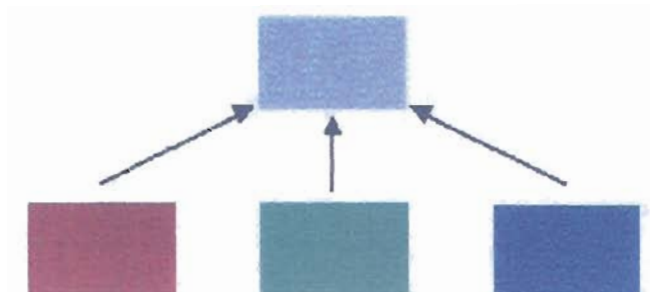
หน่วยเล็ก ๆ ของภาพที่ถูกแบ่งด้วยเส้นแบ่งทั้งสองแนว เรียกว่าจุดภาพ (Picture Element หรือ Pixel) ดังนั้น $f(3,7)$ แทนจุดภาพ ณ ตำแหน่งแถวที่ 3 คอลัมน์ที่ 7 และ $f(L-1,N-1)$ แทนจุดภาพ ณ ตำแหน่งแถวสุดท้าย คือ $L-1$ คอลัมน์สุดท้าย คือ $N-1$ ในทางปฏิบัติค่าของ L และ N นิยมให้เป็นค่าจำนวนเต็มที่เป็นกำลังสอง เช่น $L = 2^k$ และ $L = 2^n$ โดยที่ k และ n เป็นค่าคงที่ใด ๆ เช่น $2^{10} = 1024$, $2^9 = 512$, $2^8 = 256$ เป็นต้น

3. การประมาณค่าความเข้มแสงของแต่ละจุดภาพ (Quantization) ในกรณีของภาพโทนสีเทา สีขาวจะถูกแทนค่าด้วย 255 และสีดำถูกแทนค่าด้วย 0 ระดับของโทนสีจะเข้มข้นเรื่อย ๆ จากสีขาวจนถึงสีดำ และถูกแทนด้วยจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่างค่าทั้งสองโดยภาพโทนสีเทาจะถูกแทนด้วย 256 ระดับสี หรือ 2^8 โดย 8 คือจำนวนบิตในหน่วยความจำที่ใช้เพื่อเก็บค่าหนึ่งค่า (ซึ่งใช้พื้นที่ในหน่วยความจำ 1 ไบต์) ดังนั้น สีดำมีความเข้มแสงเป็น 0 หรือ เขียนแทนด้วย 00000000_2 และสีขาวมีความเข้มแสงเป็น 255 เขียนแทนด้วย 11111111_2 ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 โทนสีของภาพโทนสีเทาที่ค่าความเข้มตั้งแต่ 0 ถึง 255

ในกรณีของภาพสีแม่สีทั้งสามสี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะมีค่าความเข้มของแสงตั้งแต่ 0-255 เช่นกัน สีของจุดภาพประกอบขึ้นจากแม่สีของแสงนี้จะมีค่าไม่เท่ากัน ตัวอย่างภาพที่ 2-8 สีที่ได้ประกอบด้วยค่าความเข้มแสงของสีแดงเท่ากับ 180 สีเขียวเท่ากับ 170 และสีน้ำเงินเท่ากับ 200



ภาพที่ 2-8 สีที่เกิดจากความเข้มของแม่สีสามสีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

2.2.2 คุณลักษณะเด่นของภาพ (Feature)

มนุษย์มีความสามารถที่จะวิเคราะห์ รู้จำ และเข้าใจภาพที่ตนมองเห็น และตอบสนองต่อสิ่งที่เห็นด้วยปฏิกิริยาที่เหมาะสม ปัจจุบันมีความพยายามที่จะจำลองแบบความสามารถนี้ และถ่ายทอดสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยมีขั้นตอนวิธีดังนี้ หลังจากนำภาพเข้าสู่หน่วยความจำของระบบดังกล่าวแล้วในขั้นตอนถัดมาจะเป็นการกระทำก่อนการประมวลผลจริงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ ต่อมาภาพจะถูกตัดแบ่งออกเป็นบริเวณโดยใช้ความไม่ต่อเนื่อง และ/หรือความเหมือนเป็นเกณฑ์ จากนั้นจะเป็นกระบวนการค้นหาคุณลักษณะที่แฝงอยู่ในภาพซึ่งได้แก่ คุณลักษณะของรูปทรง คุณลักษณะของสี และคุณลักษณะของสเกล และความสัมพันธ์ทางตำแหน่งระหว่างวัตถุที่ต้องการค้นหา และสิ่งที่อยู่รอบข้าง ซึ่งเป็นการนำเสนอภาพด้วยวิธีใหม่ กล่าวคือ จากเดิมที่ถูกแทนด้วยข้อมูลเบื้องต้นซึ่งได้แก่ค่าความเข้มของแต่ละจุดภาพมาเป็นการแทนค่าด้วยสัญลักษณ์ ขั้นตอนสุดท้ายภาพจะถูกแปลความหมายด้วยกระบวนการการรู้จำ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการค้นหาคุณลักษณะต่างๆ ก็คือการนำเสนอภาพด้วยข้อมูลระดับสูงซึ่งเอื้ออำนวยต่อการแปลความหมาย รู้จำ และเข้าใจตลอดจนตอบสนองด้วยปฏิกิริยาที่เหมาะสม

ภาพสามารถอธิบายด้วยค่าความเข้มแสงตรงตำแหน่งจุดภาพใด ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลปฐมภูมิ เมื่อข้อมูลเหล่านี้ถูกประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น การปรับปรุงคุณภาพโดยการกรอง ผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าความเข้มแสงเช่นเดิม ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์หาข่าวสารที่แฝงอยู่ในภาพจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอใหม่โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ เช่น ใช้ Chain Code เพื่ออธิบายเส้นขอบของบริเวณใด ๆ เป็นต้น ในกรณีที่ภาพจำนวนมากถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภาพ และเพื่อความสะดวกในการสืบค้นในอนาคต จึงจำเป็นต้องจัดทำดัชนีโดยใช้คุณลักษณะข้างต้น ดังนั้นคุณลักษณะจึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อการประยุกต์ใช้งาน การค้นหาคุณลักษณะเหล่านี้จึงต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้คุณสมบัติที่สำคัญต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณา

2.1.2.1 ความเห็นหนึ่งเดียว (Uniqueness) หมายความว่าข่าวสารเดียวกันที่แฝงอยู่บนภาพเดียวกัน หรือ ต่างภาพกันก็ตาม จะต้องถูกแทนด้วยคุณลักษณะแบบเดียวกันนั้น

2.2.2.2 ความสมบูรณ์ (Completeness) คุณลักษณะที่ใช้แทนข่าวสารต้องสมบูรณ์แปลความหมายได้ชัดเจน ไม่กำกวม

2.2.2.3 ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity) เป็นความสามารถแยกแยะความแตกต่างของคุณลักษณะ ซึ่งจะต้องมองเห็นความเปลี่ยนแปลง (แม้เพียงเล็กน้อย) บนข่าวสารที่เปลี่ยนไป

2.2.2.4 ความสามารถในการเป็นตัวแทน (Abstraction From Detail) เป็นคุณลักษณะที่สามารถสร้างได้จากคุณสมบัติพื้นฐานของข่าวสาร

2.2.2.5 ความไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการแปลง (Geometrical Transformation Invariance)

คุณลักษณะที่ที่จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิตต่อไปนี้

- ก) การเลื่อนตำแหน่ง (Translation)
- ข) การย่อ/ขยาย (Scaling)
- ค) การหมุน (Rotation)
- ง) การสะท้อน (Reflection)

โดยทั่วไปภาพแต่ละภาพจะมีคุณลักษณะหรือความหมายแฝงไว้ ผู้ที่เห็นภาพแต่ละคนอาจแปลความหมายต่างกันออกไปซึ่งส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของคนผู้นั้น ดังนั้น จึงควรมีการกำหนดข้อตกลงเกี่ยวกับลักษณะ วิธีการนำเสนอ และการแทนความหมายของภาพในรูปของคุณลักษณะเหล่านี้ เพื่อที่จะได้สื่อสารระหว่างกันได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น คุณลักษณะที่สำคัญของภาพสามารถค้นหาได้จาก ขอบ (Edge) ขอบเขต (Boundary) บริเวณ (Region) รูปทรง (Shape) ลวดลาย (Texture) สี (Color) และ มุม (Corner)

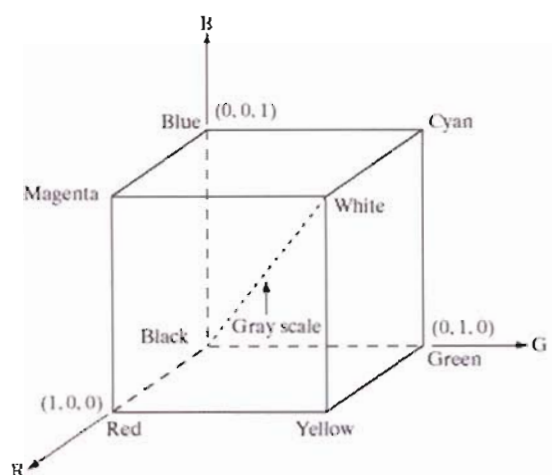
หลังจากที่คุณลักษณะเหล่านี้ถูกเฟ้นออกมาจากภาพ คุณลักษณะเหล่านี้จะถูกใช้เพื่อนำเสนอความหมายของภาพ หนึ่ง ภาพหรือบริเวณใด ๆ ของภาพเดียวกันสามารถถูกอธิบายโดยใช้คุณลักษณะที่ต่างกัน เช่น บริเวณเดียวกัน อาจถูกแทนในรูปแบบของคุณลักษณะที่เฟ้นหาจากขอบเขตหรือจากสี เป็นต้น

2.3 โมเดลสี

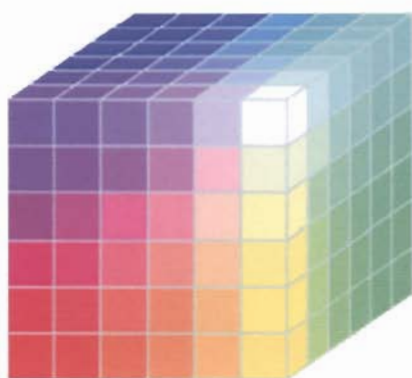
โมเดลสี เป็นการนิยามและแสดงความสัมพันธ์ของสีด้วยคณิตศาสตร์ โดยแต่ละสีจะถูกแทนด้วยจุดใดจุดหนึ่งในระบบพิกัด การเลือกใช้โมเดลสีใดนั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่มีการใช้สี เช่น จอภาพสี หรือ เครื่องพิมพ์สี หรือขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ต้องการประยุกต์ใช้ ตัวอย่างของโมเดลสีที่ใช้กันบ่อย ๆ เช่น โมเดลสีแบบ RGB (Red Green Blue) ใช้สำหรับจอภาพสี หรือกล้องถ่ายภาพวิดีโอ โมเดลสีแบบ CMY (Cyan Magenta Yellow) และ CMYK (Cyan Magenta Yellow Black) ใช้สำหรับงานพิมพ์ และโมเดลสีแบบ HSV (Hue Saturation Value) เป็นโมเดลสีที่ใกล้เคียงกับการรับรู้ของมนุษย์มากที่สุด

2.3.1 โมเดลสีแบบ RGB

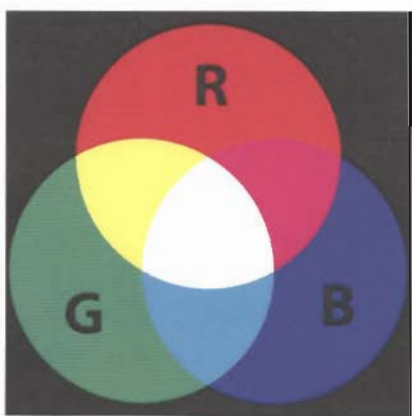
โมเดลสีแบบ RGB เป็นโมเดลสีพื้นฐานในงานคอมพิวเตอร์ โดยแสดงเป็นลูกบาศก์ของสีบนระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนที่แบ่งองค์ประกอบหลักออกเป็น สีแดง (Red, R) สีเขียว (Green, G) และสีน้ำเงิน (Blue, B) ดังภาพที่ 2-9 และภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-9 ลักษณะของโมเดลสีแบบ RGB



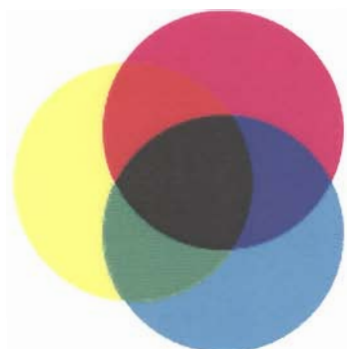
ภาพที่ 2-10 ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ RGB



ภาพที่ 2-11 ลักษณะการผสมสีของโมเดลสีแบบ RGB

2.3.2 โมเดลสีแบบ CMY และ CMYK

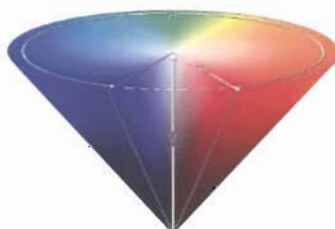
CMY (Cyan Magenta Yellow) เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีโดยมีสีหลักคือสี Cyan, Magenta และ Yellow ซึ่งเรียกว่า Subtractive primaries color (สีแดง เขียวและน้ำเงิน เรียกว่า Additive primaries color) ระบบสี CMY จะนำไปใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีแต่ยังไม่ได้เท่าที่ควรเนื่องจากไม่ยังสามารถสร้างสีดำได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงมีการใช้ระบบ CMYK แทน โดย K เป็นสีที่ 4 แทนสีดำ



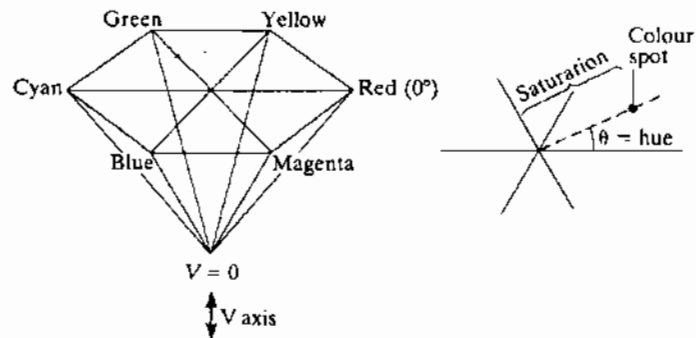
ภาพที่ 2-12 ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ CMYK

2.3.3 โมเดลสีแบบ HSV

ระบบสีแบบ HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก (แดง เขียวและน้ำเงิน) ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 ซึ่งจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนั้นคือ สีแดงเท่ากับ 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา



ภาพที่ 2-13 ลักษณะสีของโมเดลสีแบบ HSV



ภาพที่ 2-14 ลักษณะของโมเดลสีแบบ HSV

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบ

2.3.4 วิธีการแปลงโมเดลสีต่างๆ

วิธีการแปลงโมเดลสีระบบต่าง ๆ สามารถทำได้ดังนี้

2.3.4.1 วิธีการแปลงโมเดลสีแบบ RGB เป็นแบบ CMY

ระบบสีแบบ CMY สามารถหาได้โดยการนำเอาสีในระบบ RGB ลบกับสีขาวดังสมการ (2-1)

$$\begin{aligned} C &= 1-R \\ M &= 1-G \\ Y &= 1-B \end{aligned} \quad (2-1)$$

2.3.4.2 วิธีการแปลงโมเดลสีแบบ RGB เป็น HSV ทำได้ ดังสมการ (2-2)

กำหนดให้

- H มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 และ ค่าสูงสุดเท่ากับ 360
- S,V,R,G,B มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 และ ค่าสูงสุดเท่ากับ 1
- MAX เท่ากับค่า Maximum ของค่า (R,G,B)
- MIN เท่ากับค่า Minimum ดังนี้

$$H = \begin{cases} \text{undefined,} & \text{if } MAX = MIN \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 0^\circ, & \text{If } MAX = R \text{ and } G \geq B \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 360^\circ, & \text{If } MAX = R \text{ and } G < B \\ 60^\circ \times \frac{B - R}{MAX - MIN} + 120^\circ, & \text{If } MAX = G \\ 60^\circ \times \frac{R - G}{MAX - MIN} + 240^\circ, & \text{If } MAX = B \end{cases} \quad (2-2)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{If } MAX = 0 \\ 1 - \frac{MIN}{MAX}, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

$$V = MAX$$

2.3.5 การควอนไทซ์สี (Color quantization)

โดยทั่วไปค่าสีจะถูกเก็บโดยใช้โมเดล RGB และใช้จำนวนบิตในการเก็บค่าสีทั้งหมด 24 บิต (สีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน อย่างละ 8 บิต) ทำให้สามารถแสดงสีที่ต่างกันได้ถึง 16,777,216 สี การสร้างดัชนีภาพที่มีการใช้สีเป็นดัชนีสำหรับการค้นคืนภาพ หากใช้สีเป็นดัชนีเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนสีที่แตกต่างกันในภาพโดยตรงจะต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลสูงมากและใช้เวลาในการคำนวณสูง ดังนั้นขั้นตอนสำคัญที่ใช้ในการสร้างดัชนีให้กับภาพสี คือ การควอนไทซ์สีเพื่อลดจำนวนข้อมูล โดยการตัดข้อมูลบางข้อมูลทิ้งไป หรือ แทนค่าของกลุ่มข้อมูลที่มีหลายค่าด้วยค่าเดียว การควอนไทซ์สีทำได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายและนิยมคือการลดจำนวนบิตที่เก็บข้อมูลในแต่ละจุดภาพ โดยการจัดกลุ่มของค่าสีเข้าด้วยกันเป็นสีเดียว

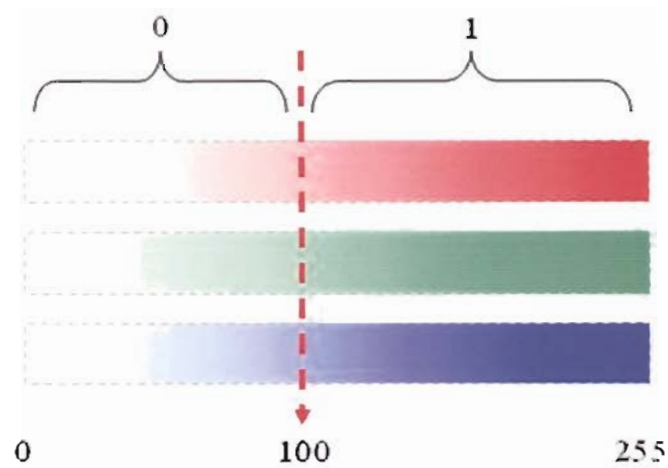
จำนวนของสีสามารถคำนวณได้จากสมการ (2-3) ดังนี้

$$N_c = 2^b \quad (2-3)$$

N_c คือ จำนวนสีที่ได้

b คือ จำนวนบิตที่เก็บข้อมูล

สำหรับการควอนไทซ์สีในงานวิจัยนี้เป็นการแบ่งการเก็บค่าสีเป็น 3 บิต บนโมเดลสี RGB โดยแต่ละสีจะเก็บค่า 1 บิต ซึ่งแบ่งตามความเข้มของแสง โดยแบ่งค่าที่ 0-100 แทนค่า 0 และ 101-255 แทนค่า 1 ดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-15 การแบ่งค่าความเข้มของแต่ละสี

เมื่อแบ่งค่าสีตามความเข้มแสงของแต่ละสีเป็น 2 ค่าแล้วจะทำให้สามารถลดจำนวนสีลงมาเหลือ 8 สี ดังตารางที่ 2-1 ซึ่งทำให้ใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลน้อย และได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิจัยครั้งนี้

ตารางที่ 2-1 ค่าสีที่ได้จากการควอนไทซ์

Red	Green	Blue	Result
1	0	0	Red
0	1	0	Green
0	0	1	Blue
1	1	0	Yellow
0	1	1	Cyan
1	0	1	Magenta
0	0	0	Black
1	1	1	White

2.3.6 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของสีในภาพ

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของสีในภาพธงประจำชาติในงานวิจัยนี้ ทำได้ด้วยการคำนวณร้อยละของจำนวน Pixel ในแต่ละสีของภาพ ดังสมการ (2-4)

$$Avg_C = \frac{Sum_C}{SumP} \times 100 \quad (2-4)$$

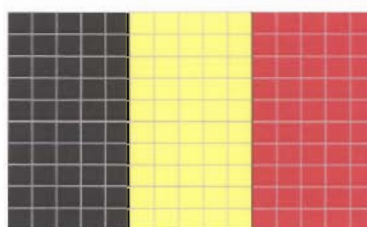
โดยที่ Avg_C คือ ค่าเฉลี่ยของสี C

Sum_C คือ จำนวน Pixel ของสี C ในรูป

$SumP$ คือ จำนวน Pixel ทั้งหมดในรูป

C คือ สีในภาพ ได้แก่ R เท่ากับสีแดง, G เท่ากับสีเขียว, B เท่ากับสีน้ำเงิน, Y เท่ากับสีเหลือง, C เท่ากับสีฟ้า, M เท่ากับสีม่วง, K เท่ากับสีดำ และ W เท่ากับสีขาว

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสีของธงประจำชาติเบลเยียม สามารถทำได้ดังนี้



ภาพที่ 2-16 ตัวอย่างรูปธงประจำชาติที่ใช้ในการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยของสีแดง

$$\begin{aligned} Avg_R &= \frac{Sum_R}{SumP} \times 100 \\ &= \frac{50}{150} \times 100 \\ &= 33.33 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของสีเหลือง

$$\begin{aligned} Avg_Y &= \frac{Sum_Y}{SumP} \times 100 \\ &= \frac{50}{150} \times 100 \\ &= 33.33 \end{aligned}$$

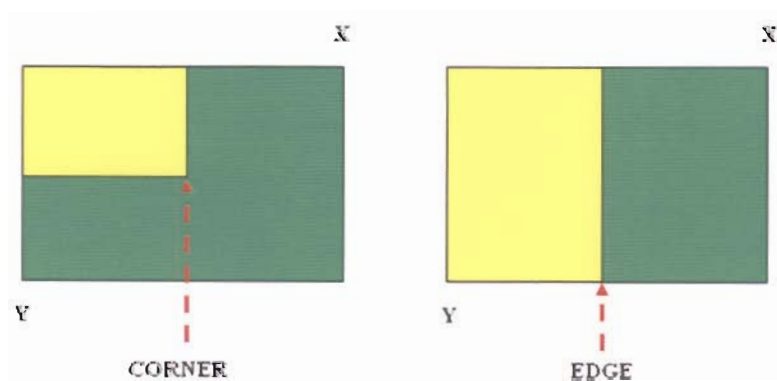
ค่าเฉลี่ยของสีดำ

$$\begin{aligned} Avg_K &= \frac{Sum_K}{SumP} \times 100 \\ &= \frac{50}{150} \times 100 \\ &= 33.33 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของสีในภาพ คือ ค่าเฉลี่ยของสีแดง (Avg_R) เท่ากับ 33.33 ค่าเฉลี่ยของสีเหลือง (Avg_Y) เท่ากับ 33.33 และ ค่าเฉลี่ยของสีดำ (Avg_K) เท่ากับ 33.33

2.4 การหามุมของภาพ

มุม คือ ส่วนของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี ในแนวแกน x และ แกน y ต่างจากขอบภาพซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในแนวแกน x หรือ แกน y เพียงด้านเดียวเท่านั้น ดังภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2-17 ความแตกต่างของมุมและขอบภาพ

การหามุมของภาพทำได้โดยการกำหนดค่า Threshold และขนาดของ window จากนั้นทำการคำนวณค่า Gradient ของภาพ

หลังจากคำนวณค่า Gradient ของภาพแล้ว ในทุก ๆ พิกเซล ต้องทำการคำนวณด้วย Matrix G ดังสมการ (2-5)

$$G = \begin{bmatrix} \frac{\sum I_x^2}{\sum I_x I_y} & \frac{\sum I_x I_y}{\sum I_y^2} \end{bmatrix} \quad (2-5)$$

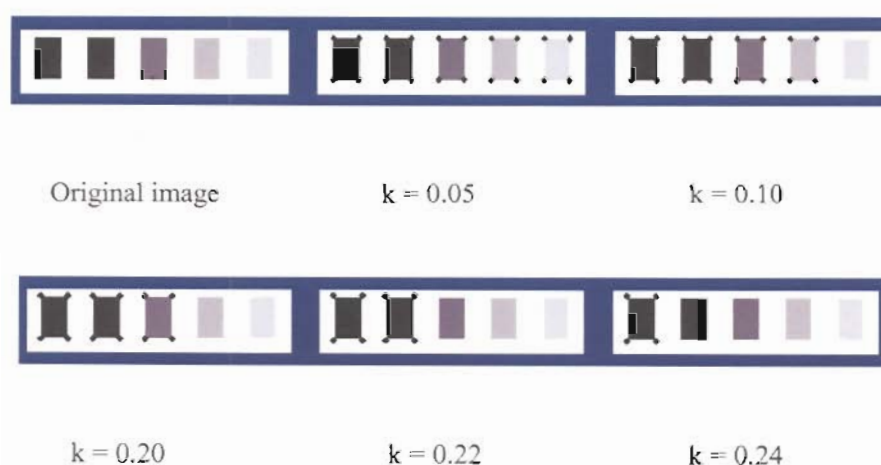
หากค่า G ที่ได้มากกว่าค่า Threshold ที่ได้กำหนดไว้ ให้ถือว่าจุดนั้นคือจุดที่คือมุมของภาพ

เนื่องจากการหา Corner แบบเดิมนั้น สามารถหาได้แบบ 2 ทิศทางเท่านั้น Harris and Stephens [2] จึงได้คิดวิธีการหา Corner แบบมากกว่า 2 ทิศทางขึ้น

โดยการหามุมของภาพโดยใช้วิธี Harris corner detector [2] นั้น ได้ใช้หลักการการกำหนดคุณภาพของค่า Threshold ดังสมการ (2-6)

$$C(G) = \det(G) - k \times \text{trace}^2(G) \quad (2-6)$$

ซึ่งค่ามุมที่ได้ จะขึ้นอยู่กับค่า k ที่กำหนดค่า k คือค่า Threshold ถ้ากำหนดค่า k น้อย ก็จะทำให้สามารถหามุมของรูปได้มากขึ้น ดังภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2-18 การหามุมของรูปในการกำหนดค่า Threshold ต่างกัน

2.4.1 การคำนวณหา Image Gradients

เป็นวิธีที่ใช้วิเคราะห์เพื่อบอกทิศทางและขอบของภาพ โดยใช้วิธีการวัดความเข้มของจุดภาพที่กำลังพิจารณากับจุดภาพที่อยู่ข้างเคียง เพื่อการตัดสินใจต่อไปว่ามีทิศทางเปลี่ยนแปลงหรือเป็นขอบของภาพหรือไม่

การทำ Gradient Operator นี้ทำโดยการหาอนุพันธ์ตามแนวแกน x และแกน y ของภาพ ดังสมการ (2-7)

$$\nabla I(x, y) = [I_x(x, y), I_y(x, y)]^T \in R^2 \quad (2-7)$$

โดยที่

$$I_x(x, y) = \frac{\partial I}{\partial x}(x, y)$$

$$I_y(x, y) = \frac{\partial I}{\partial y}(x, y)$$

2.4.2 ดีเทอร์มิแนนต์ (Determinant)

สามารถคำนวณหา ดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ได้ ดังนี้

ถ้า $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix}$ เป็นเมทริกซ์จัตุรัสขนาด 2x2 แล้ว ดีเทอร์มิแนนต์ของ A คือ $a_{11}a_{22} - a_{21}a_{12}$

และใช้สัญลักษณ์ $\det(A)$, $|A|$ แทนดีเทอร์มิแนนต์ของ A

ตัวอย่าง

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\det(A) = (-3)(1) - (4)(2)$$

$$\det(A) = -11$$

2.4.3 Trace

สามารถคำนวณหา Trace ของเมทริกซ์ ได้ดังนี้

ถ้า $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$ เป็นเมทริกซ์จัตุรัสขนาด nxn แล้ว $\text{trace}(A)$ คือผลรวมใน

แนวทแยงมุมของเมทริกซ์ ดังสมการ (2-8)

$$\text{trace}(A) = \sum_{i=1}^n a_{ii} \quad (2-8)$$

$$\text{trace}(A) = a(1,1) + a(2,2) + \dots + a(n,n)$$

ตัวอย่าง

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 & -6 \\ -9 & 1 & -7 \\ 5 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\text{trace}(A) = 3 + 1 + 12 = 16$$

2.5 วิธีการวัดประสิทธิภาพของระบบ

การเปรียบเทียบความสามารถของวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการค้นคืนภาพจำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพของแต่ละวิธี การวัดประสิทธิภาพของวิธีการค้นคืนสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีการวัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ การวัดประสิทธิภาพจาก Recall และ Precision ส่วนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบใช้วิธี Euclidean distance สาเหตุที่เลือกใช้ค่า Euclidean distance เนื่องจากค่า Euclidean distance เป็นการหาความต่างของข้อมูล 2 กลุ่มที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย รวดเร็ว และมีความเหมาะสมกับข้อมูลมาก ๆ [1] จึงน่าจะนำมาใช้กับการเปรียบเทียบภาพธงประจำชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

การวัดประสิทธิภาพของโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำ (Recall and Precision) เนื่องจากภาพธงประจำชาติมีความหลากหลายการวัดประสิทธิภาพจึงต้องทำกับกลุ่มภาพทดสอบ ซึ่งค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำ สามารถใช้วัดประสิทธิภาพได้เป็นอย่างดีและใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางด้านการค้นคืนที่มองเห็นได้ [1]

2.5.1 การวัดประสิทธิภาพจาก Recall และ Precision

การวัดประสิทธิภาพการค้นคืนในโครงการวิจัยนี้ใช้การประเมินแบบค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำ (Recall and Precision) [1]

2.5.1.1 ค่าความถูกต้องของข้อมูล (Recall) คือ อัตราส่วนของการค้นพบข้อมูลที่ต้องการจากจำนวนข้อมูลที่ต้องการทั้งหมด

2.5.1.2 ค่าความแม่นยำของข้อมูล (Precision) คือ อัตราส่วนของการค้นพบข้อมูลที่ถูกต้องจากจำนวนทั้งหมดที่ทำการค้นคืนมาได้

ค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำ สามารถอธิบายดังสมการ ที่ (2-9) และ (2-10)

$$Recall(r) = \frac{A}{A + C} \quad (2-9)$$

$$Precision(p) = \frac{A}{A + B} \quad (2-10)$$

โดยที่ A คือ จำนวนภาพที่ถูกต้องและถูกค้นคืน

B คือ จำนวนภาพที่ค้นคืนไม่ถูกต้อง

C คือ จำนวนภาพที่ถูกต้องที่ไม่ถูกค้นคืน

2.5.2 การเปรียบเทียบโดยใช้ Euclidean distance

Euclidean distance [1] คือ การหาค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูล 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มข้อมูลทั้งสองจะอยู่ในรูปเมตริกซ์ 1 แถว ค่า Euclidean distance สามารถหาได้จากสมการ (2-11)

$$D_{Euclidean}(I_a, I_b) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2} \quad (2-11)$$

โดยที่ $a_1, a_2, \dots, a_n$ เป็นสมาชิกของ I_a และ $b_1, b_2, \dots, b_n$ เป็นสมาชิกของ I_b

I_a, I_b คือ เมตริกซ์ขนาด $1 \times n$

ค่า Euclidean distance สามารถใช้กับการเปรียบเทียบความคล้ายของข้อมูลหลาย ๆ กลุ่มได้ โดยการเปรียบเทียบความคล้ายสามารถทำได้โดยการนำค่า Euclidean distance ที่หาได้ในแต่ละคู่ของข้อมูลมาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ค่า Euclidean distance น้อย แสดงว่าข้อมูลมีความคล้ายกันมากกว่าค่า Euclidean distance มาก

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการค้นคืนภาพเริ่มได้รับความสนใจและมีผู้คิดค้นวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ระบบที่มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะใช้ลักษณะพื้นฐานต่าง ๆ ของภาพเป็นตัวสืบค้น สี่ก็เป็นคุณลักษณะเด่นอย่างหนึ่งที่ใช้กันมากในการค้นคืนภาพ ดังเช่นงานวิจัยของ Swain และ Ballard [6] ได้นำฮิสโทแกรมสี (Color Histogram) มาใช้เป็นดัชนีของภาพและเสนอการอินเตอร์เซกต์ของฮิสโทแกรมสี (Color Histogram Intersection) เป็นตัววัดความเหมือนของภาพ ซึ่งเป็นวิธี

ที่ง่ายต่อการคำนวณ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ ฮิสโทแกรมไม่ได้เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพไม่สูงนัก

นอกจากงานวิจัยที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ที่นำเสนอวิธีการค้นคืนภาพ เช่น Hsieh และ Fan [4] ได้นำเสนอวิธี Multiple Classifiers ซึ่งจะมีการแบ่งชั้นของการวิเคราะห์ภาพเป็น 3 ชั้นคือ รูปร่าง สี และ ค่าความสัมพันธ์ แต่ละชั้นจะได้ผลลัพธ์คือค่าความน่าจะเป็นของแต่ละชั้น จากนั้น จะนำค่าที่ได้เข้าสู่ขั้นตอน ของการตัดสินใจ เพื่อเปรียบเทียบและหาผลลัพธ์

Brunelli และ Mich [7] ได้นำเสนอวิธี Image retrieval by examples โดยผู้ใช้งานจะมีภาพตัวอย่างที่ต้องการและนำภาพนั้นมาใช้ในการค้นคืนภาพที่ต้องการ โดยภาพตัวอย่างนี้จะเป็น Image หรือ Video clips ก็ได้ ระบบจะทำการค้นหาภาพที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างและแสดงผลออกมา ระบบนี้ผู้ใช้ไม่สามารถระบุลักษณะของภาพตัวอย่างได้ชัดเจน จะมีการอธิบายเกี่ยวกับเทคนิคในการวิเคราะห์รูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบค้นหาภาพ

Aggarwal และคณะ [3] ได้นำเสนองานวิจัยโดยนำเสนอ ระบบ iPURE (Preceptual and User-friendly Retrieval) ซึ่งเป็น ระบบ CBIR (Content Base Image Retrieval) ระบบใหม่ พัฒนา มาจากพื้นฐานของระบบ CBIR ที่ใช้ Feature ต่าง ๆ เช่น สี ลวดลาย และรูปร่าง ในการค้นคืนภาพ โดยการค้นคืนนั้นผู้ใช้จะเลือก Segment ที่สนใจจากนั้นระบบจะทำการ Automatic modification จุดประสงค์ของระบบคือ การมอง Segment ของภาพเป็น Object-level สำหรับใช้ในการค้นคืนภาพ

Harris และ Stephens [2] ได้นำเสนองานวิจัยขึ้น เนื่องจากการหา corner แบบเดิมนั้นสามารถหาได้แบบ 2 ทิศทางเท่านั้น จึงได้คิดวิธีการหา corner แบบใหม่ ซึ่งสามารถหามุมจากการเปลี่ยนแปลงของค่าแบบมากกว่า 2 ทิศทางขึ้น โดยใช้หลักการการกำหนดคุณภาพของค่า Threshold ซึ่งค่ามุมที่ได้ จะขึ้นอยู่กับค่า Threshold ถ้ากำหนดค่า Threshold น้อย ก็จะทำให้สามารถหามุมของรูปได้มากขึ้น

วิธีที่เลือกใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ [2] [7] และ [4] เนื่องจาก [4] นำเสนอวิธีการค้นคืนภาพ โดยการแบ่งชั้นของการวิเคราะห์ภาพตามลักษณะทางกายภาพ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการคำนวณ [2] เป็นทฤษฎีการหามุมของรูปที่มีประสิทธิภาพและนิยมใช้ในระบบค้นคืนภาพ และ [7] เป็นการค้นคืนภาพโดยใช้ภาพตัวอย่าง ทำให้ระบบการค้นคืนมีประสิทธิภาพดีขึ้น

สาเหตุที่เลือกใช้สีและมุมเป็นคุณลักษณะเด่นในการค้นคืนภาพเนื่องจากเป็นคุณลักษณะเด่น ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้ คือ มีความสมบูรณ์ ความเป็นหนึ่งเดียว และมีความสามารถในการเป็นตัวแทนได้ ไม่เปลี่ยนแปลงต่อการเลื่อนตำแหน่ง การสะท้อนและการหมุนภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การค้นคืนรูปทรงประจำชาติโดยใช้หมุมและสี คือ กระบวนการในการนำภาพทรงประจำชาติที่ต้องการมาเปรียบเทียบกับภาพทรงประจำชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อหาภาพที่มีลักษณะคล้ายกันโดยใช้หมุม และ สี เป็นดัชนีในการค้นหา ซึ่งในบทนี้อธิบายถึงลักษณะของข้อมูล ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบค้นคืนภาพทรงประจำชาติโดยใช้หมุมและสี การหาหมุมของภาพ การหาสีของภาพ การทดสอบระบบการค้นคืน และในท้ายบทกล่าวถึงการทดลองค้นคืนภาพรูปทรงประจำชาติ

3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

วิธีการวิจัยสำหรับการดำเนินการโดยจะแบ่งออกเป็น ขั้นตอนดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูล

3.1.1.1 ศึกษาวิธีหาหมุมของวัตถุในภาพ

3.1.1.2 ศึกษาวิธีหาสีของวัตถุในภาพ

3.1.1.3 ศึกษาวิธีค้นคืนภาพ

3.1.1.4 ศึกษาวิธีการวัดประสิทธิภาพของระบบการค้นคืน

3.1.2 การพัฒนาระบบ

ระบบค้นคืนภาพทรงประจำชาติโดยใช้หมุมและสีแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังภาพที่ 3-1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 ขั้นตอนดึงคุณลักษณะเด่นและจัดเก็บภาพลงฐานข้อมูล

3.1.2.2 การค้นคืนภาพทรงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง (Query by Example)

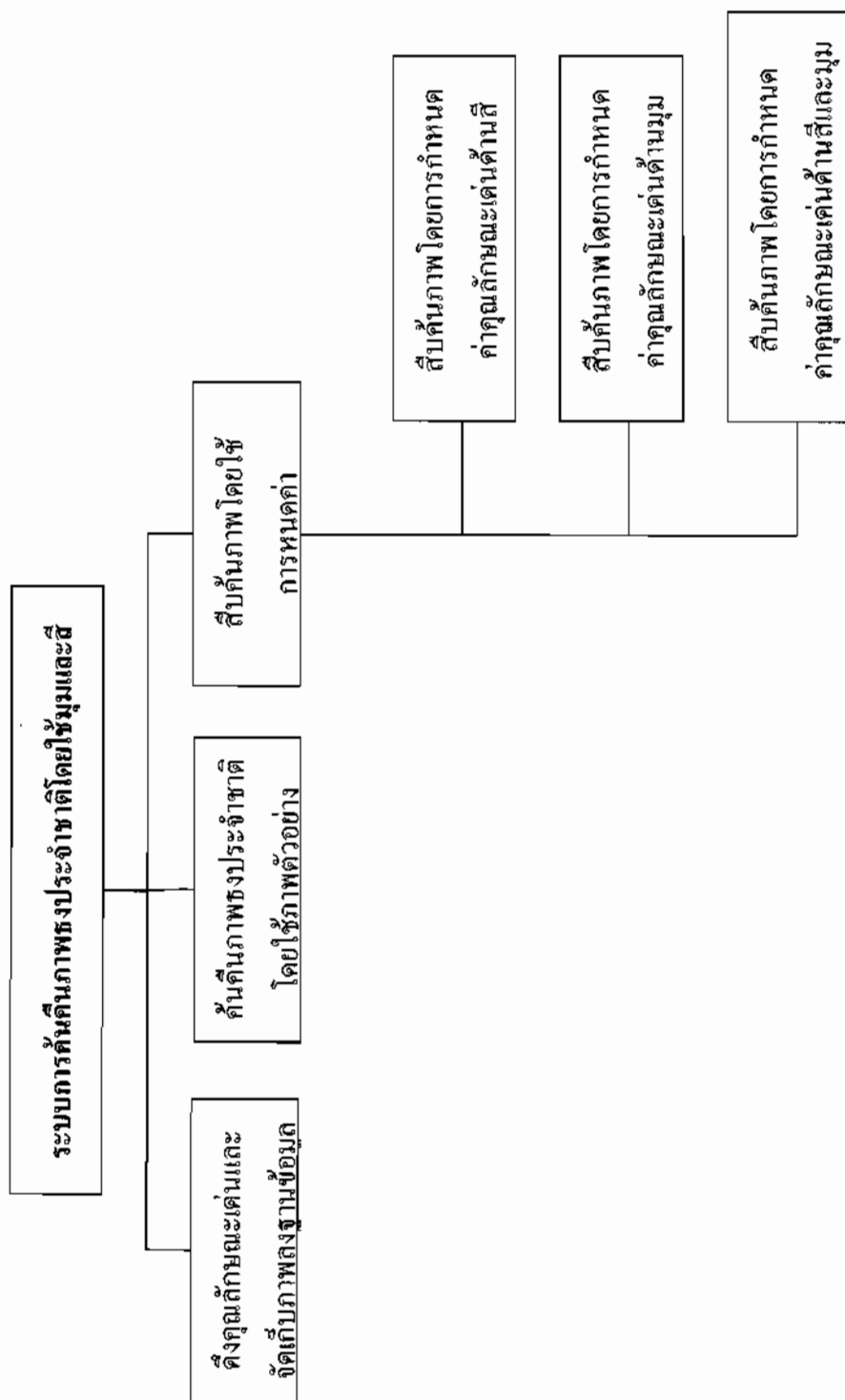
3.1.2.3 การสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่า (Query by Selection)

ซึ่งขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ

ก) การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสี

ข) การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านหมุม

ค) การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสีและหมุม



ภาพที่ 3-1 ระบบการประกันคุณภาพระดับมหาวิทยาลัย

3.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพการค้นคืน

3.2 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการวิจัย

ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้พัฒนาโปรแกรมในงานวิจัยนี้คือ Matlab Version 6.5.0.18091a Release 13 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมการคำนวณคณิตศาสตร์ พัฒนาอัลกอริทึม การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลภาพ ส่วนฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยคือ คอมพิวเตอร์ ซีพียู Intel Pentium M 1.4 GHz. หน่วยความจำ 512 KB ฮาร์ดดิสก์ 40 GB และระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional Service Pack2

3.3 องค์ประกอบของระบบการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้มุมและสี

ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

3.3.1 ขั้นตอนดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพและจัดเก็บภาพลงฐานข้อมูล มีขั้นตอนดังภาพที่ 3-2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 อ่านค่าภาพธงประจำชาติเข้าสู่ระบบ

3.3.1.2 ดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีของภาพ มีขั้นตอนดังนี้

ก) ลดขนาดบิตสีของภาพ (Color quantization)

ข) คำนวณหาค่าเฉลี่ยของสีในภาพ

3.3.1.3 ดึงคุณลักษณะเด่นด้านมุมของภาพ มีขั้นตอนดังนี้

ก) กำหนดค่า Threshold (Th) และ window

ข) คำนวณค่า Gradient ของภาพ

ค) ทุก ๆ ตำแหน่ง (x,y) คำนวณค่า Matrix G

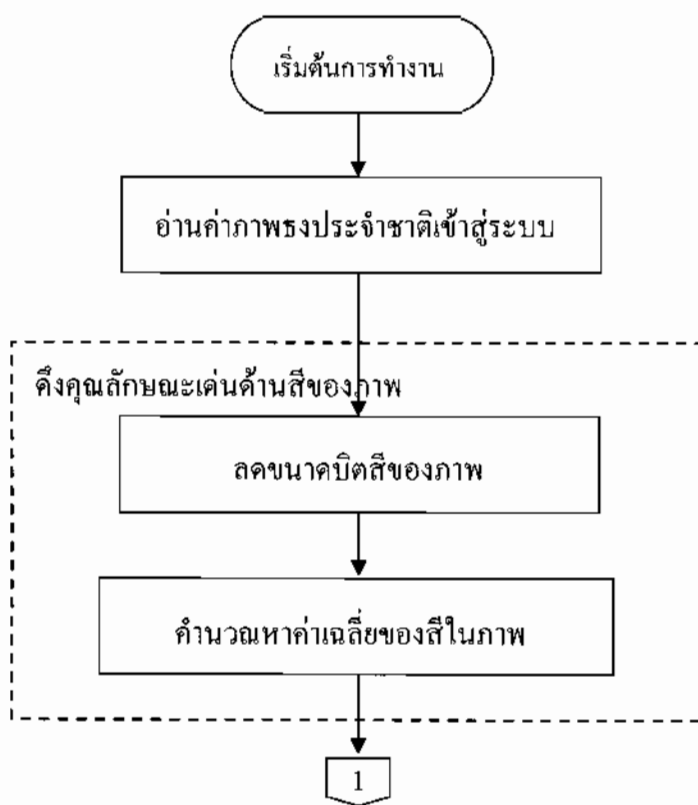
ง) คำนวณค่า C(G)

จ) เปรียบเทียบค่าที่คำนวณจาก Matrix G กับค่า Threshold

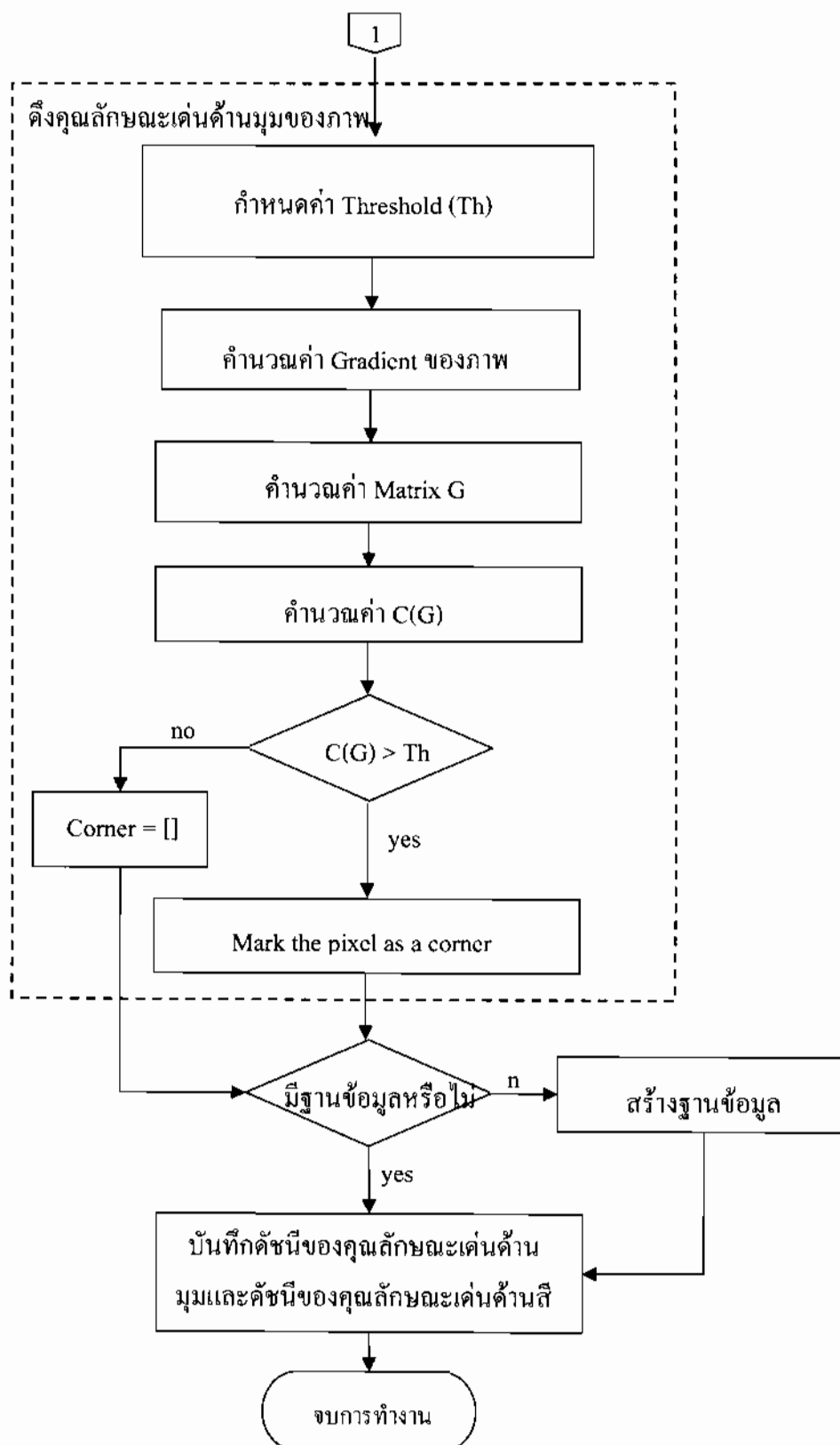
ง) ถ้าค่าที่คำนวณได้มากกว่าค่า Threshold ให้ทำการกำหนดเป็นค่ามุมของภาพ

3.3.1.4 ตรวจสอบว่ามีฐานข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าใช่เปิดฐานข้อมูล ถ้าไม่ สร้างฐานข้อมูลใหม่

3.3.1.5 สร้างและบันทึกดัชนีภาพโดยเริ่มจากดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านมุมและดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านสี



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพและจัดเก็บภาพลงฐานข้อมูล



ภาพที่ 3-2 (ต่อ)

3.3.2 การค้นคืนภาพทรงประจําชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง ขั้นตอนดังภาพที่ 3-3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1 อ่านภาพที่จะใช้เป็นตัวอย่างในการค้นหาเข้าสู่ระบบ

3.3.2.2 ประมวลผลเพื่อดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีตามขั้นตอน 3.3.1.2 และคุณลักษณะเด่นด้านมุมตามขั้นตอน 3.3.1.3

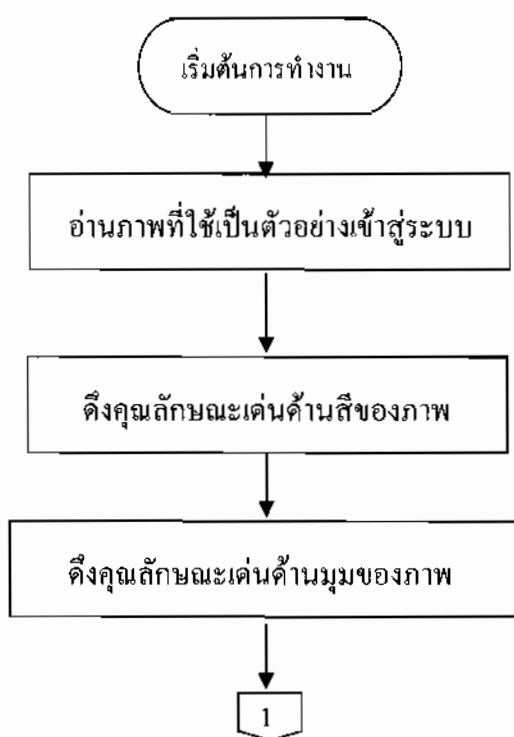
3.3.2.3 อ่านค่าดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านมุมและดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านสีของภาพจากฐานข้อมูล

3.3.2.4 เปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพตัวอย่างกับคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพจากฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.1

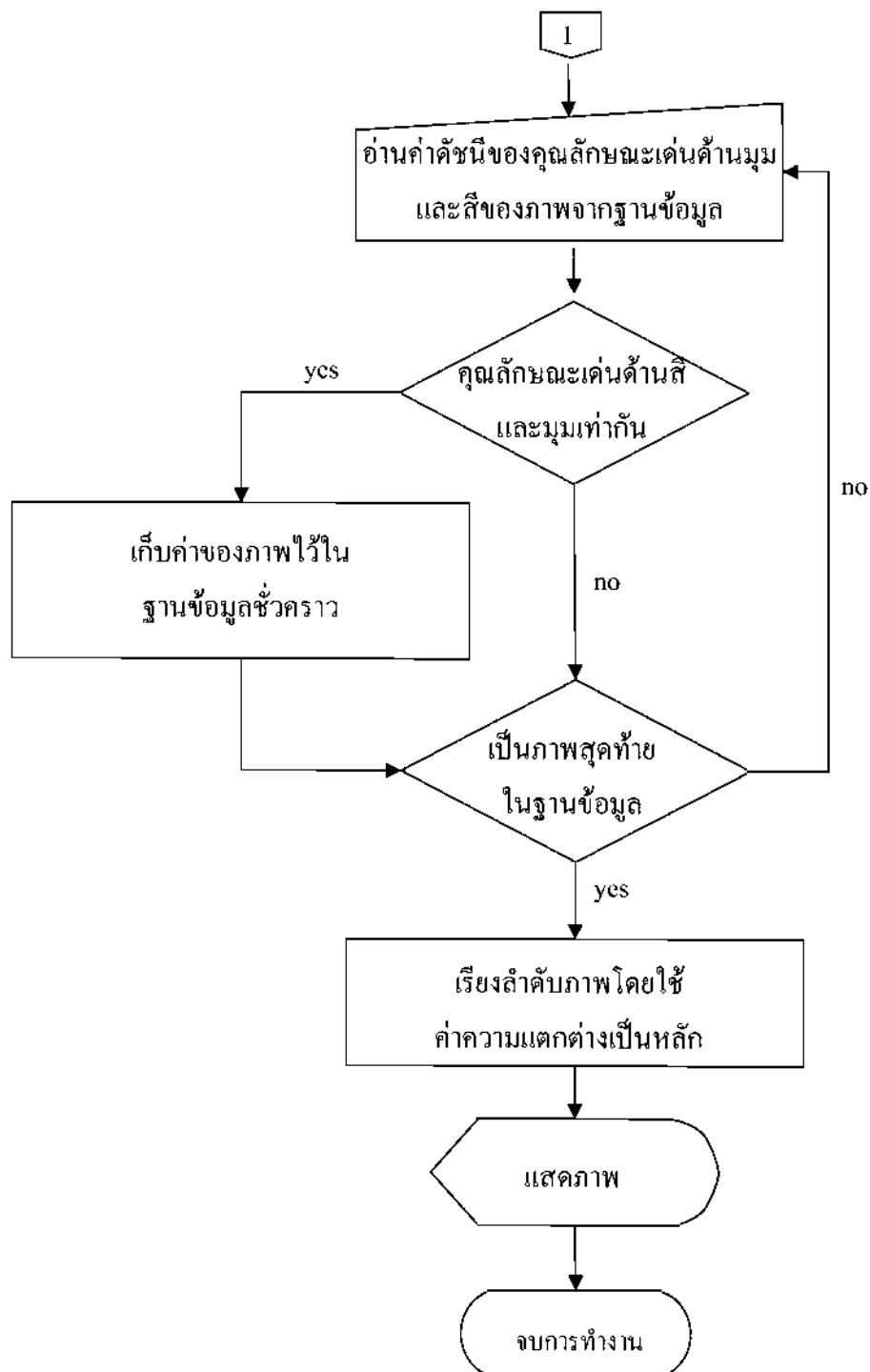
3.3.2.5 เก็บค่าของภาพไว้ในฐานข้อมูลชั่วคราว

3.3.2.6 ตรวจสอบว่าเป็นภาพสุดท้ายในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช่ทำข้อ 3.3.2.7 ถ้าไม่ใช่กลับไปทำข้อ 3.3.2.3

3.3.2.7 เรียงลำดับภาพโดยใช้ค่าความแตกต่างเป็นหลักและนำเสนอภาพที่ค้นคืนได้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการค้นคืนภาพทรงประจําชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง

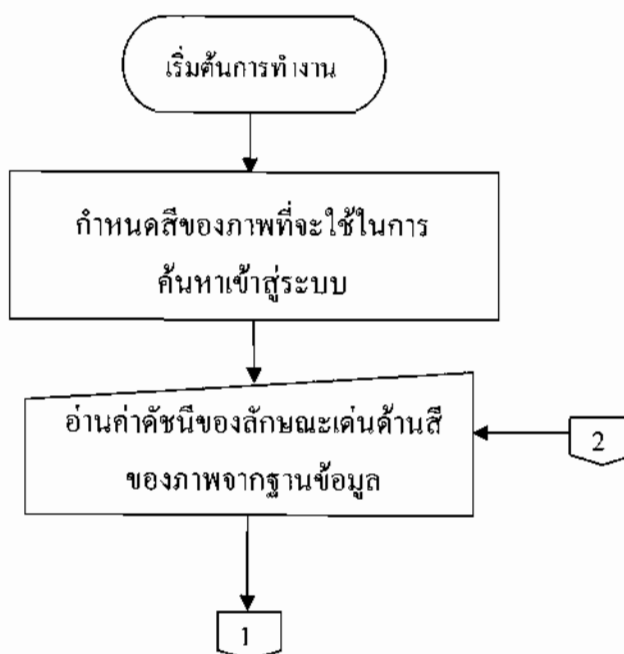


ภาพที่ 3-3 (ต่อ)

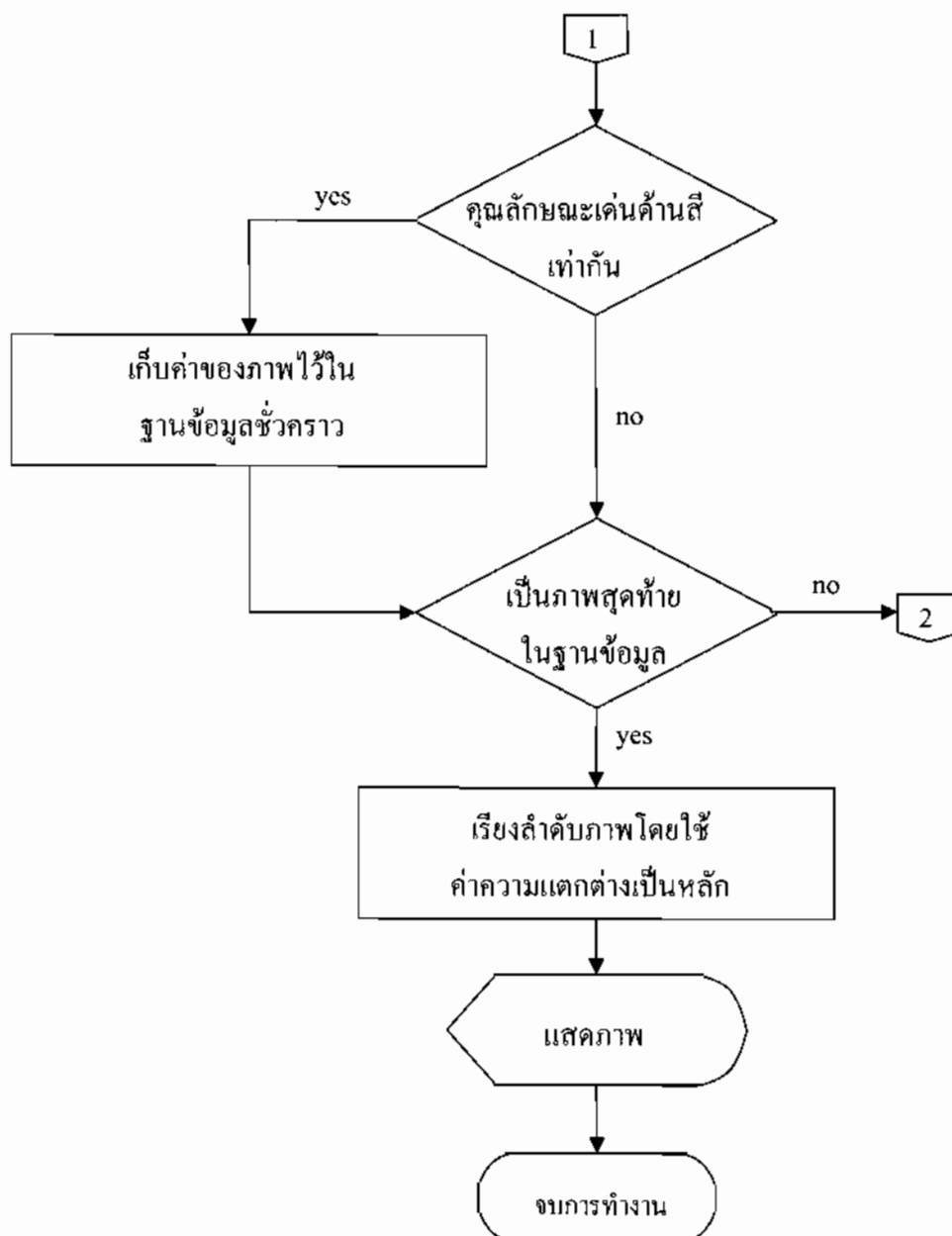
3.3.3 การสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่า แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

3.3.3.1 การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสี มีขั้นตอนดังภาพที่ 3-4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ก) กำหนดสีที่จะของภาพใช้ในการค้นหาเข้าสู่ระบบ
- ข) อ่านค่าดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านสีของภาพจากฐานข้อมูล
- ค) เปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีของภาพที่กำหนดกับคุณลักษณะเด่นด้านสีของภาพจากฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.1
- ง) เก็บค่าของภาพไว้ในฐานข้อมูลชั่วคราว
- จ) ตรวจสอบว่าเป็นภาพสุดท้ายในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช่ทำข้อ ฉ) ถ้าไม่ใช่กลับไปทำข้อ ข)
- ฉ) เรียงลำดับภาพ โดยใช้ค่าความแตกต่างเป็นหลักและนำเสนอภาพที่ค้นคืนได้



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสืบค้นภาพ โดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสี

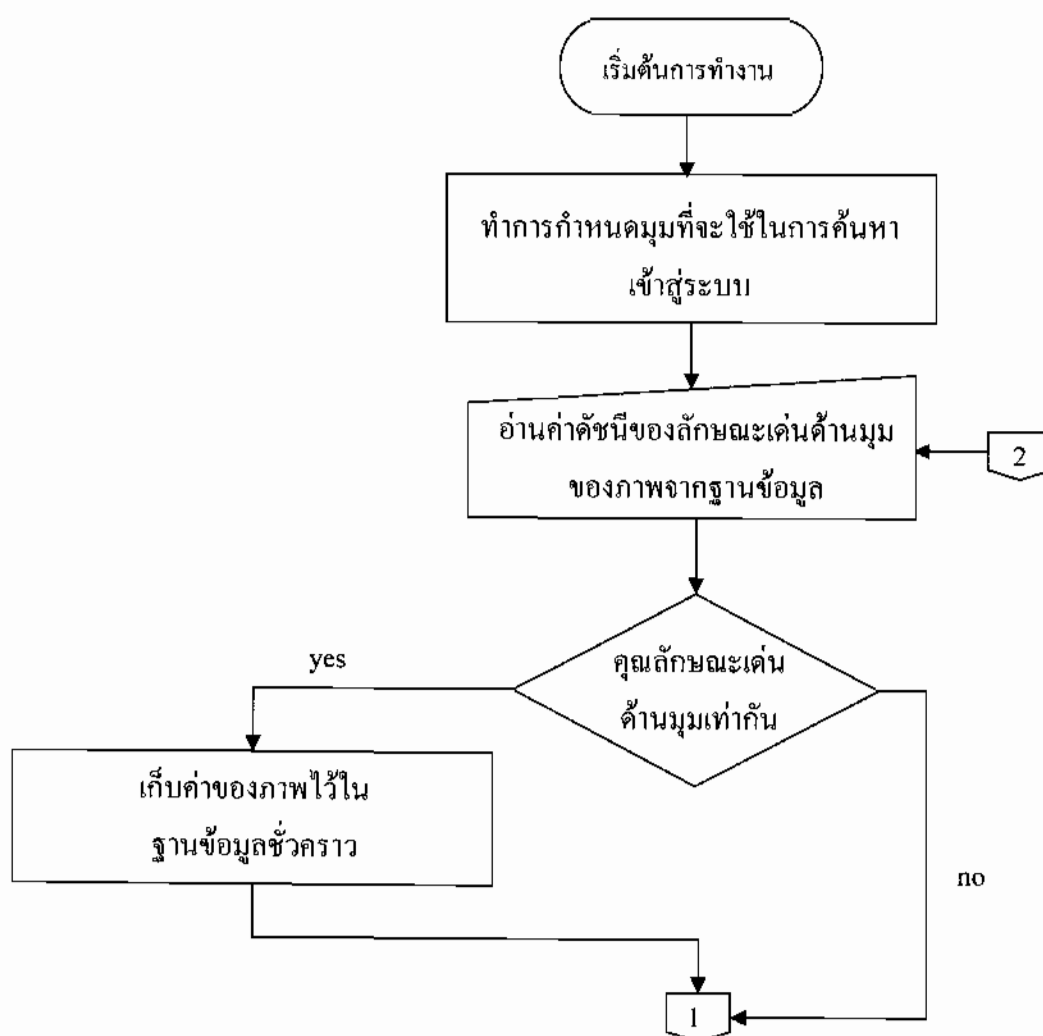


ภาพที่ 3-4 (ต่อ)

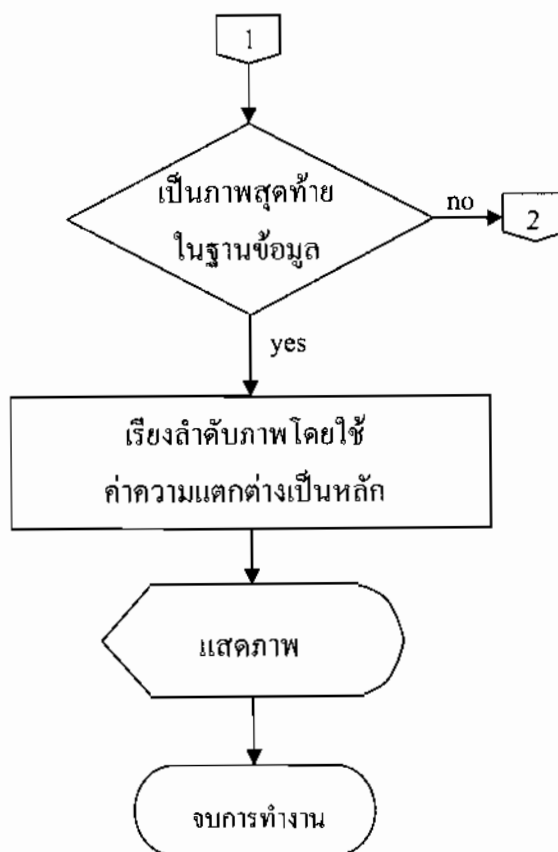
3.3.3.2 การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านมุม มีขั้นตอนดังภาพที่ 3-5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ก) กำหนดมุมของภาพที่จะใช้ในการค้นหาเข้าสู่ระบบ
- ข) อ่านค่าดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านมุมของภาพจากฐานข้อมูล

- ค) เปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านมุมของภาพที่กำหนดกับคุณลักษณะเด่นด้านมุมของภาพจากฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.1
- ง) เก็บค่าของภาพไว้ในฐานข้อมูลชั่วคราว
- จ) ตรวจสอบว่าเป็นภาพสุดท้ายในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช่ทำข้อ ฉ) ถ้าไม่ใช่กลับไปทำข้อ ข)
- ฉ) เรียงลำดับภาพโดยใช้ค่าความแตกต่างเป็นหลักและนำเสนอภาพที่ค้นคืนได้



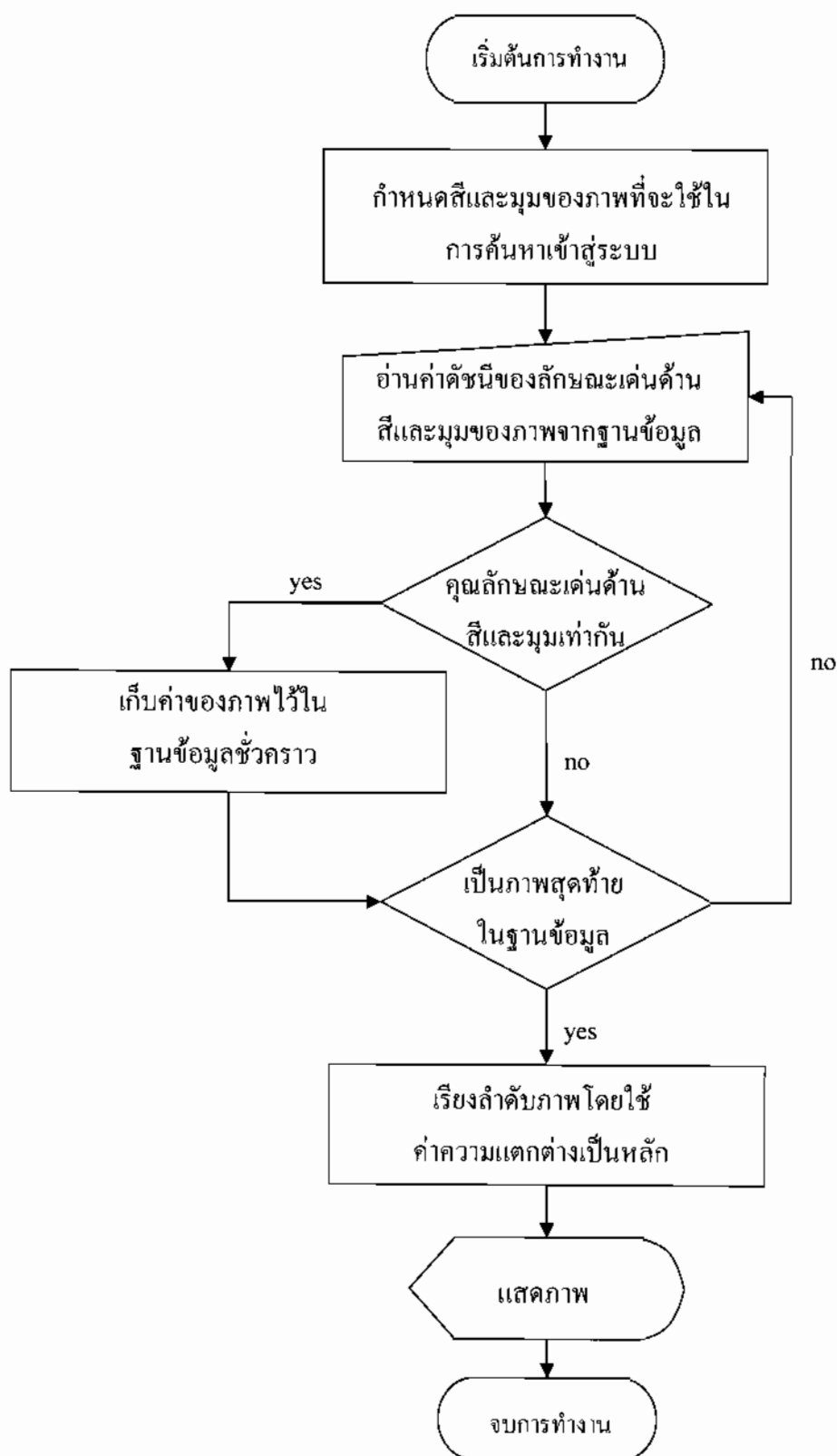
ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านมุม



ภาพที่ 3-5 (ต่อ)

3.3.3.3 การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุม มีขั้นตอนดังภาพที่ 3-6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ก) กำหนดสีและมุมของภาพที่จะใช้ในการค้นหาเข้าสู่ระบบ
- ข) อ่านค่าดัชนีของคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพจากฐานข้อมูล
- ค) เปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่กำหนดกับคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพจากฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.1
- ง) เก็บค่าของภาพไว้ในฐานข้อมูลชั่วคราว
- จ) ตรวจสอบว่าเป็นภาพสุดท้ายในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช่ทำข้อ ฉ) ถ้าไม่ใช่กลับไปทำข้อ ข)
- ฉ) เรียงลำดับภาพโดยใช้ค่าความแตกต่างเป็นหลักและนำเสนอภาพที่ค้นคืนได้



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุม

3.4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพภาพธงประจำชาติ

การเปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพภาพธงประจำชาติเริ่มโดยการนำภาพธงประจำชาติทั้งหมดมาหาคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยการคำนวณและเก็บค่าครั้งละ 1 ภาพ ตัวอย่างค่าดังกล่าว แสดงในตารางที่ 3-1

โดยค่าในคอลัมน์ที่ 1 คือ จำนวนมุมในภาพ คอลัมน์ที่ 2 คือจำนวนสีในภาพ คอลัมน์ที่ 3 ถึง 10 คือค่าเฉลี่ยของสีในภาพ เริ่มจาก ค่าเฉลี่ยของสีแดง สีเขียว สีนํ้าเงิน สีดำ สีเหลือง สีฟ้า สีม่วง และสีขาว ตามลำดับ

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างการคำนวณและเก็บค่าคุณลักษณะเด่นของภาพในฐานข้อมูล

ภาพที่	จำนวนมุม	จำนวนสี	ค่าเฉลี่ยของ สีแดง	ค่าเฉลี่ยของ สีเขียว	ค่าเฉลี่ยของ สีน้ำเงิน	ค่าเฉลี่ยของ สีดำ	ค่าเฉลี่ยของ สีเหลือง	ค่าเฉลี่ยของ สีฟ้า	ค่าเฉลี่ยของ สีม่วง	ค่าเฉลี่ยของ สีขาว
1	10	3	0.00	0.00	65.27	0.00	0.00	0.00	30.00	4.73
2	2	4	26.00	23.94	0.00	23.94	0.00	0.00	0.00	26.12
3	0	2	67.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.35
4	0	3	32.00	0.00	0.00	34.00	34.00	0.00	0.00	0.00
5	0	3	32.35	35.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.35
6	14	2	0.00	0.00	92.79	0.00	7.21	0.00	0.00	0.00
7	5	3	51.28	0.00	14.19	0.00	0.00	0.00	0.00	34.53
8	0	3	26.47	0.00	23.53	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00
9	0	3	33.33	0.00	0.00	36.67	30.00	0.00	0.00	0.00
10	4	2	75.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.94
11	4	2	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.00
12	4	2	0.00	0.00	39.71	0.00	0.00	0.00	0.00	60.29
13	10	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.63	0.00	3.37
14	0	3	32.00	0.00	34.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.00
15	7	4	33.46	33.33	0.00	2.42	30.79	0.00	0.00	0.00

หลังจากนั้น เริ่มการเปรียบเทียบคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพธงประจำชาติที่ต้องการค้นหา กับคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมภาพธงประจำชาติในฐานข้อมูล โดยใช้วิธี Euclidean distance โดยเริ่มทำทีละ 1 แถว จากแถวที่ 1 จนถึงแถวที่ N จะได้ค่า Euclidean distance เป็นเมตริกซ์ขนาด $N \times 1$ (N มีค่าเท่ากับภาพธงประจำชาติในฐานข้อมูล) เมื่อทำการเปรียบเทียบภาพในฐานข้อมูลทั้งหมดแล้ว เรียงค่าจากน้อยไปมาก โดยอันดับที่ 1 เป็นภาพธงประจำชาติในฐานข้อมูลที่คล้ายกับภาพธงประจำชาติที่ต้องการค้นมากที่สุด

ตารางที่ 3-2 ค่า Euclidean distance ระหว่างภาพตัวอย่างกับภาพในฐานข้อมูล

ภาพตัวอย่าง 	ค่า Euclidean distance
	50.523
	69.214
	0
	67.052
	68.111
	1.9989

3.5 สรุป

การทดลองค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้มุมและสีใน โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบมาเพื่อวัดประสิทธิภาพการค้นคืนภาพธงประจำชาติที่ใช้ลักษณะสำคัญ 2 อย่างคือ ใช้มุมและสีเป็นลักษณะสำคัญในการค้นคืนว่าสามารถค้นคืนได้หมดและสามารถถูกค้นคืนได้ถูกต้องเพียงใด

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การทดลองค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้มุมและสีในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเพื่อวัดประสิทธิภาพการค้นคืนภาพธงประจำชาติที่สามารถถูกค้นคืนได้หมดและถูกต้องเพียงใด เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงผลการทดลองในการดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพ ผลการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง ผลการทดลองการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ซึ่งรายละเอียดของการทดลองได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 และท้าย บทนำเสนอการวัดประสิทธิภาพและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

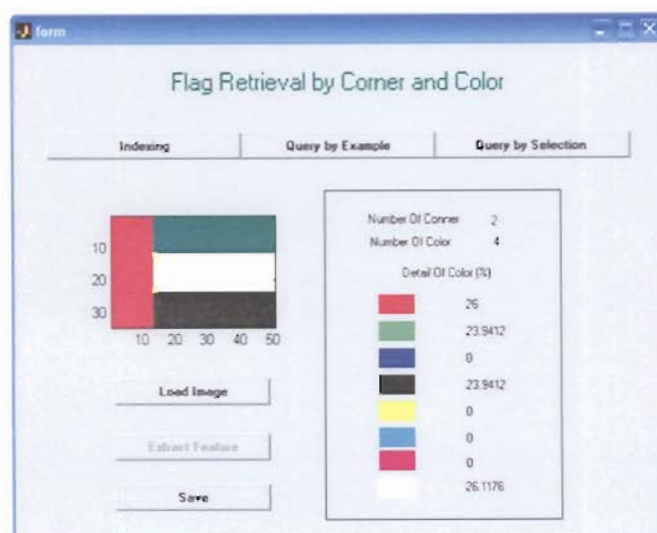
ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงตัวอย่างผลการทดลองการดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพ ผลการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง ผลการทดลองการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ตามลำดับ โดยยกตัวอย่างผลการทดลองจากกลุ่มภาพซึ่งแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างภาพที่ใช้ทำการทดลอง

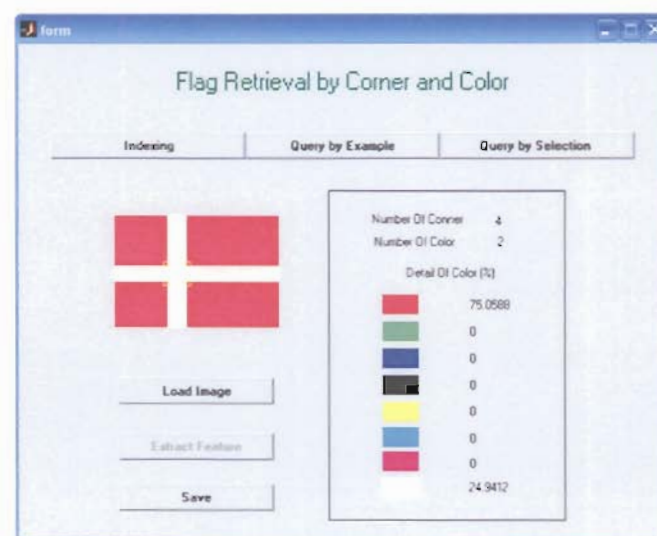
โดยผลการทดลองในแต่ละขั้นตอนที่ได้กล่าวข้างต้นมีดังต่อไปนี้

4.1.1 การดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพ ทำการแสดงตัวอย่างผลการทดลองในการการดึงคุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของวัตถุในภาพ ดังนี้



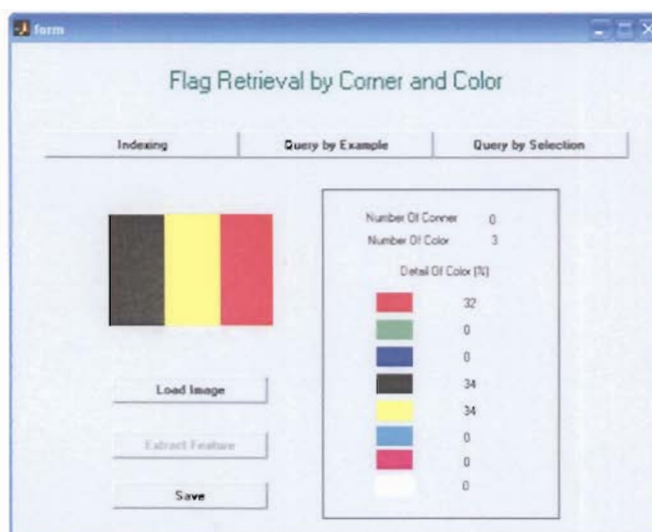
ภาพที่ 4-2 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ก)

จากภาพที่ 4-2 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพคือ มีมุมเท่ากับ 2 มุม มีสีทั้งหมด 4 สี ประกอบด้วย สีแดง 26 เปอร์เซ็นต์ สีเขียว 23.9412 เปอร์เซ็นต์ สีดำ 23.9412 เปอร์เซ็นต์ และ สีขาว 26.1176 เปอร์เซ็นต์



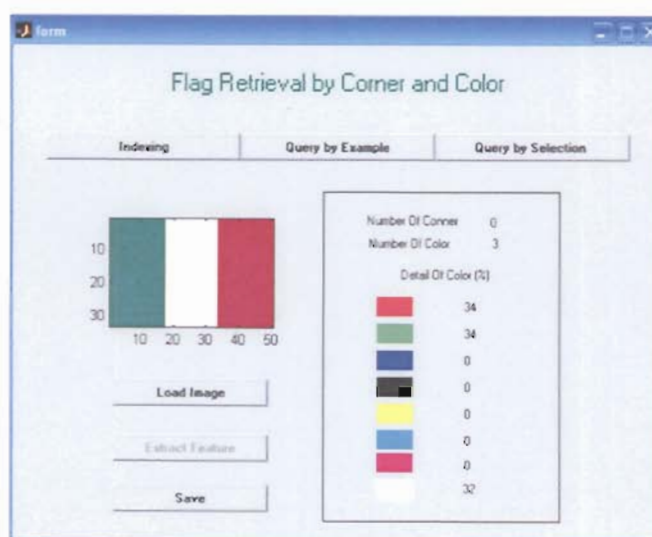
ภาพที่ 4-3 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ข)

จากภาพที่ 4-3 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพคือ มีมุมเท่ากับ 4 มุม มีสีทั้งหมด 2 สี ประกอบด้วย สีแดง 75.0588 เปอร์เซ็นต์ และ สีขาว 24.9412 เปอร์เซ็นต์



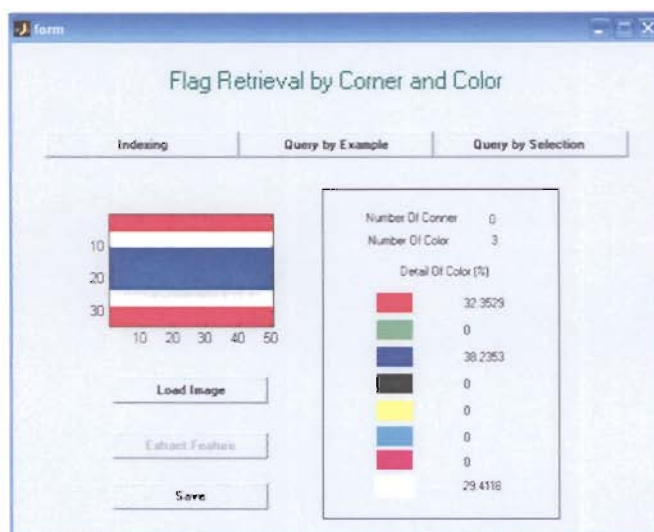
ภาพที่ 4-4 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ค)

จากภาพที่ 4-4 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพคือ มีมุมเท่ากับ 0 มุม มีสีทั้งหมด 3 สี ประกอบด้วย สีแดง 32 เปอร์เซ็นต์ สีดำ 34 เปอร์เซ็นต์ และ สีเหลือง 34 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4-5 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (ง)

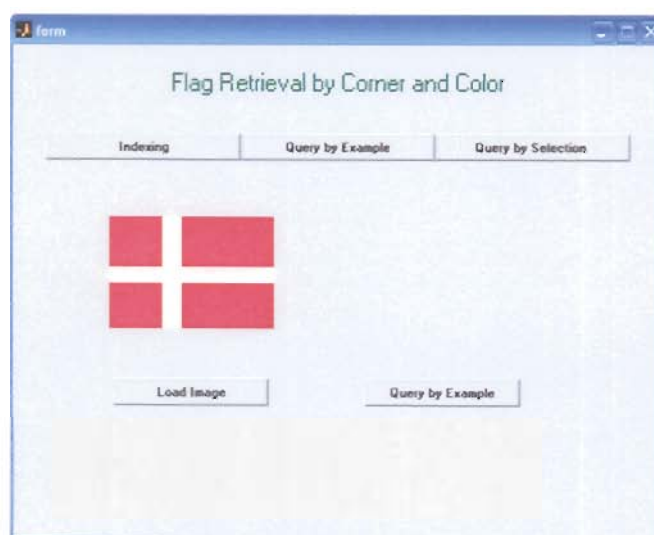
จากภาพที่ 4-5 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพคือ มีมุมเท่ากับ 0 มุม มีสีทั้งหมด 3 สี ประกอบด้วย สีแดง 34 เปอร์เซ็นต์ สีเขียว 34 เปอร์เซ็นต์ และ สีขาว 32 เปอร์เซ็นต์



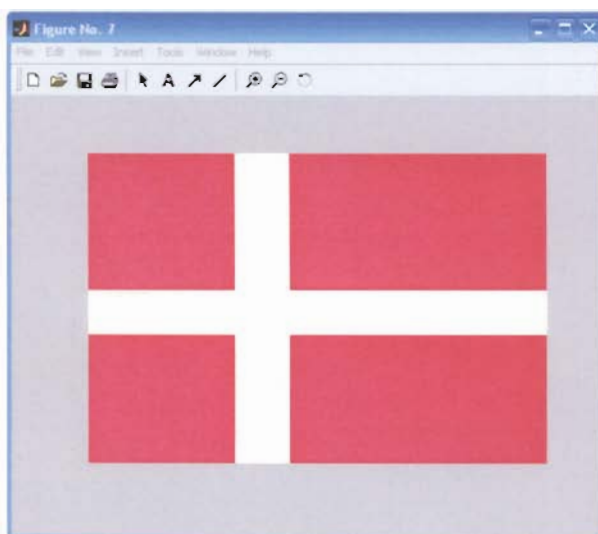
ภาพที่ 4-6 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพที่ 4-1 (จ)

จากภาพที่ 4-6 คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมของภาพคือ มีมุมเท่ากับ 0 มุม มีสีทั้งหมด 3 สี ประกอบด้วย สีแดง 32.3529 เปอร์เซ็นต์ สีน้ำเงิน 38.2353 เปอร์เซ็นต์ และ สีขาว 29.4118 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 การค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง ทำการแสดงตัวอย่างผลการทดลองในการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่างดังนี้



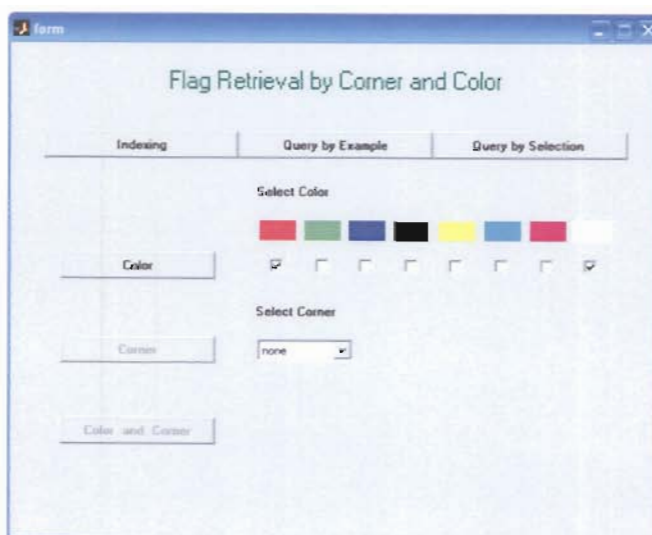
ภาพที่ 4-7 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคืน



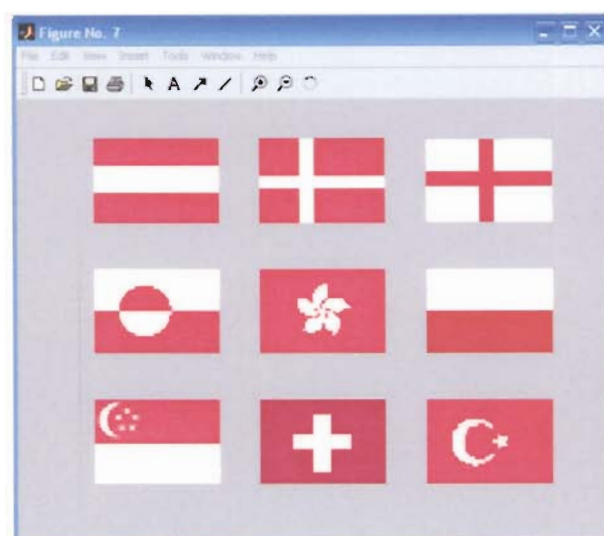
ภาพที่ 4-8 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่าง

จากภาพที่ 4-7 และภาพที่ 4-8 เป็นตัวอย่างผลการทดลองในการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่างซึ่งระบบจะค้นคืนภาพที่มีคุณลักษณะเด่นด้านมุมและสีที่ใกล้เคียงกันมาแสดง

4.1.3 การสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ทำการแสดงตัวอย่างผลการทดลองในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ดังนี้

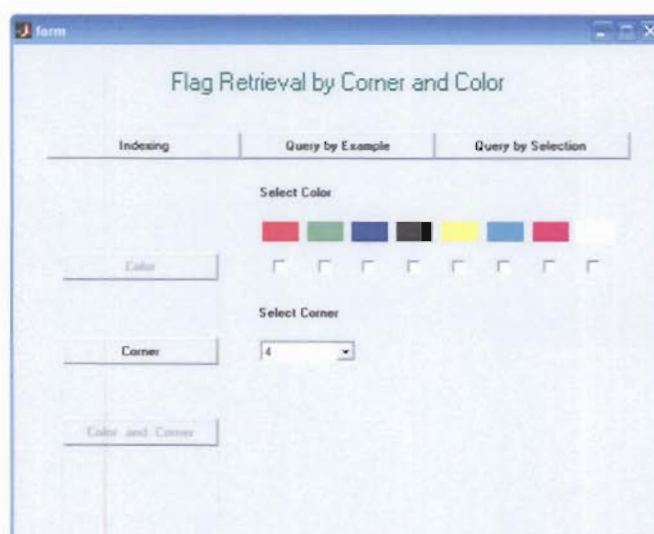


ภาพที่ 4-9 การกำหนดสีที่ใช้ในการสืบค้นภาพ

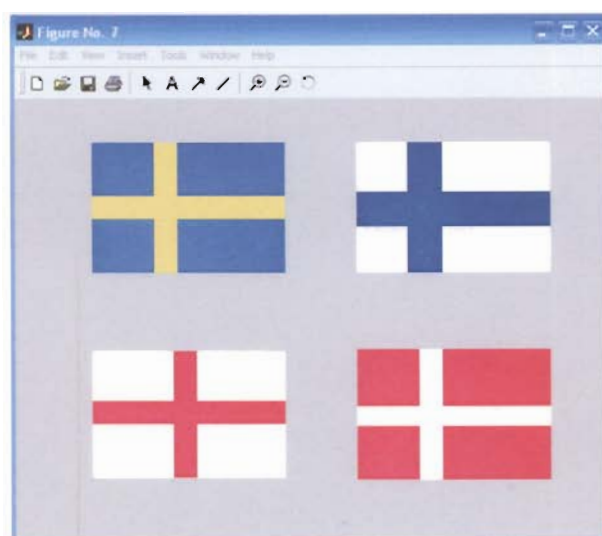


ภาพที่ 4-10 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสี

จากภาพที่ 4-9 และ ภาพที่ 4-10 เป็นตัวอย่างผลการทดลองในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสี ซึ่งสีที่กำหนดคือสีแดงและสีขาว ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นจะเป็นภาพที่มีคุณลักษณะเด่นด้านสีคือสีแดงและสีขาวเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงคุณลักษณะเด่นด้านรูปร่าง

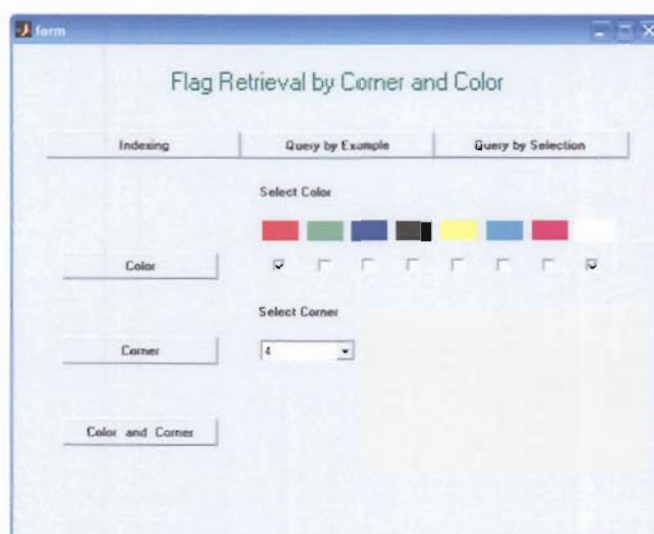


ภาพที่ 4-11 การกำหนดมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพ

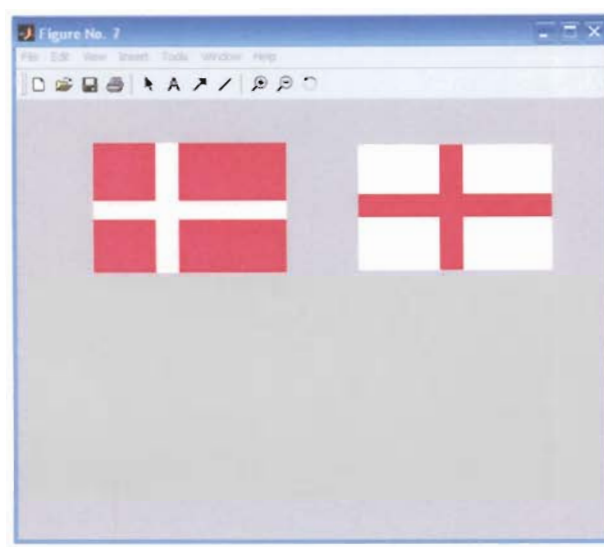


ภาพที่ 4-12 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่ามุม

จากภาพที่ 4-11 และ ภาพที่ 4-12 เป็นตัวอย่างผลการทดลองในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่ามุม ซึ่งจำนวนมุมที่กำหนดคือ 4 มุม ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นจะเป็นภาพที่มีคุณลักษณะเด่นด้านมุมคือจำนวนมุมเท่ากับ 4 มุมเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงคุณลักษณะเด่นด้านสี



ภาพที่ 4-13 การกำหนดสีและมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพ



ภาพที่ 4-14 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสีและมุม

จากภาพที่ 4-13 และ ภาพที่ 4-14 เป็นตัวอย่างผลการทดลองในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่าสีและค่ามุม ซึ่งสีที่กำหนดคือสีแดงและสีขาว จำนวนมุมที่กำหนดคือ 4 มุม ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นจะเป็นภาพที่มีคุณลักษณะเด่นด้านสีคือสีแดงและสีขาวเท่านั้นและมีคุณลักษณะเด่นด้านมุมก็จำนวนเท่ากับมุม 4 มุม

4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพ

จากผลการค้นคืนภาพธงประจำชาติที่นำมาทดลองค้นคืนตามหัวข้อที่ 4.1 เมื่อนำมาคำนวณหาค่าการวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้รูปตัวอย่าง ได้ค่าดังตารางที่ 4-1 และค่าการวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้การกำหนดค่า ดังตารางที่ 4-2 ถึง 4-4

ตารางที่ 4-1 ผลการวัดประสิทธิภาพจากการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง

ภาพตัวอย่าง	การค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่าง	
	Recall (%)	Precision (%)
	100	100
	100	100
	100	100
	100	100
	40	100

จากตารางที่ 4-1 ภาพสุดท้าย มีค่า Recall เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก มีภาพที่มี 3 สี คือ สีขาว สีแดง และสีน้ำเงิน และมีไม่มีมุมในฐานะข้อมูลจำนวนทั้งหมด 5 ภาพ แต่สามารถค้นคืนมาได้เพียง 2 ภาพ จึงทำให้ค่า Recall ของภาพสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์

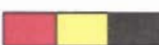
ตารางที่ 4-2 ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดคำสี

คำสีที่กำหนด	การค้นคืนโดยใช้การกำหนดคำสี	
	Recall (%)	Precision (%)
	100	100
	100	100
	100	100
	100	100
	100	100

ตารางที่ 4-3 ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดคำมู

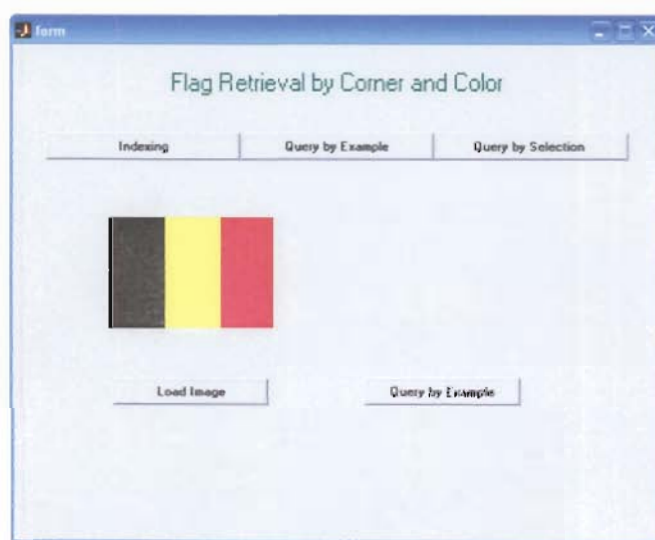
คำมูที่กำหนด	การค้นคืนโดยใช้การกำหนดคำมู	
	Recall (%)	Precision (%)
0	100	100
2	100	100
4	100	100
10	100	100

ตารางที่ 4-4 ผลการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดคำมูและสี

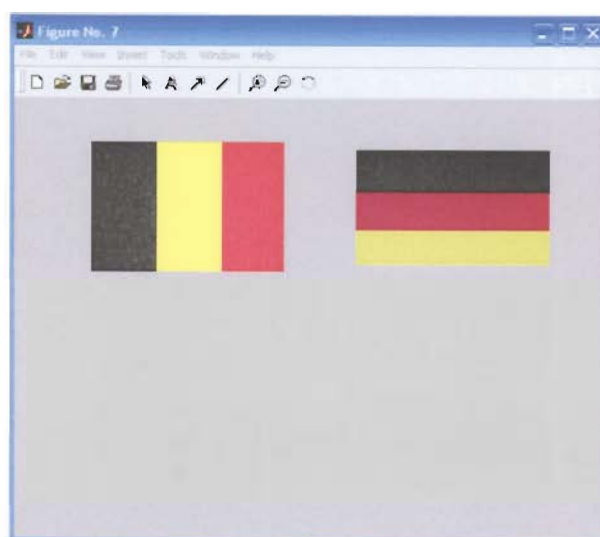
คำสีที่กำหนด	คำมูที่กำหนด	การค้นคืนโดยใช้การกำหนดคำมูและสี	
		Recall (%)	Precision (%)
	2	100	100
	4	100	100
	0	100	100
	0	100	100
	0	100	100

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการค้นคืนภาพธงประจำชาติและผลการวัดประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่า ค่าความถูกต้องของการค้นคืนภาพโดยใช้รูปตัวอย่างอยู่ที่ประมาณ 88% ขณะที่ค่าความแม่นยำของการค้นคืนโดยใช้รูปตัวอย่างอยู่ที่ประมาณ 100 % เนื่องจากการค้นคืนโดยใช้รูปตัวอย่าง ไม่ได้คำนึงถึงการวางตัวของสีในรูป จึงสามารถค้นคืนภาพที่มีค่ามุมและค่าสีในรูปใกล้เคียงกันมาแสดงผลการค้นคืนที่ถูกต้องและแม่นยำ 100% กับภาพบางภาพดังแสดงในรูปที่ 4-15 และ 4-16



ภาพที่ 4-15 ภาพธงประจำชาติที่ใช้ในการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง

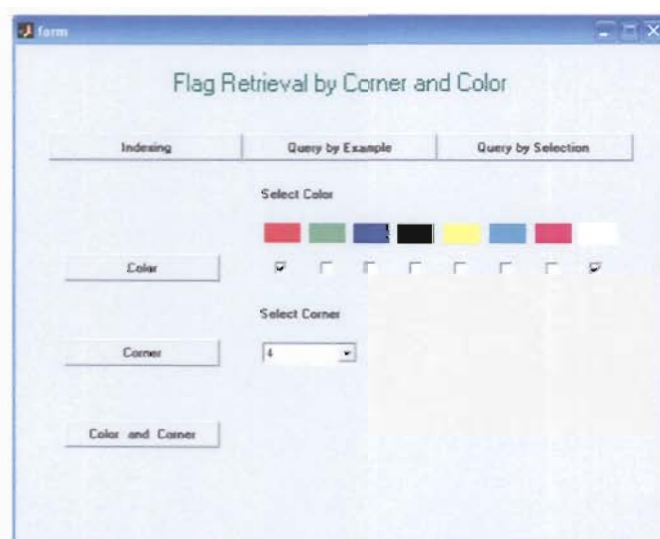


ภาพที่ 4-16 ผลลัพธ์ภาพธงประจำชาติที่ค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างได้ถูกต้องและแม่นยำ

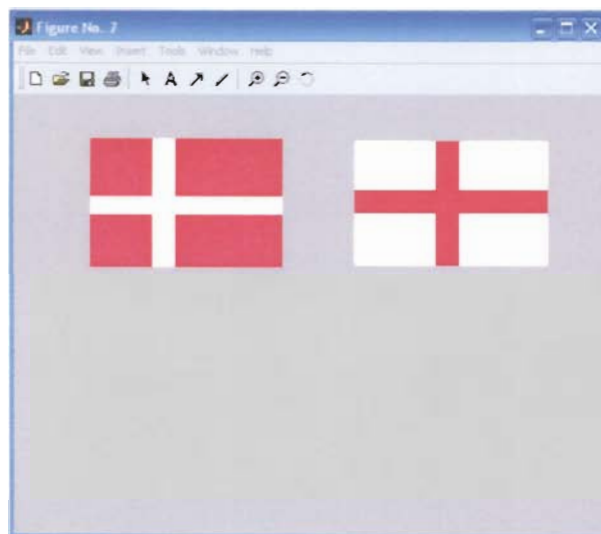
จากภาพที่ 4-15 และภาพที่ 4-16 เมื่อนำค่ามุมและค่าสีของกลุ่มภาพดังกล่าวมาวิเคราะห์จะเห็นได้ว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน

ส่วนการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำของการค้นคืนภาพอยู่ที่ประมาณ 100 % เนื่องจากการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า ไม่ได้คำนึงถึงการวางตัวของสีในภาพและค่าของสีในภาพ จึงสามารถค้นคืนภาพที่มีค่ามุมและสีในภาพตามที่ได้กำหนดไว้มาแสดง

ผลการค้นคืนที่ถูกต้องและแม่นยำ 100% ของการค้นคืนโดยใช้การกำหนดค่า แสดงในภาพที่ 4-17 และภาพที่ 4-18



ภาพที่ 4-17 ภาพการกำหนดค่าสีและมุมที่ใช้ในการสืบค้นภาพโดยการกำหนดค่า



ภาพที่ 4-18 ผลลัพธ์ภาพธงประจำชาติที่ค้นคืนโดยใช้การกำหนดค่าได้ถูกต้องและแม่นยำ

จากภาพที่ 4-17 และภาพที่ 4-18 เมื่อนำค่ามุมและค่าสีของกลุ่มภาพดังกล่าวมาวิเคราะห์จะเห็นได้ว่ามีค่ามุมและสีเท่ากับค่าที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงสิ่งที่ได้รับและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากโครงการวิจัย แนวทางการพัฒนาในอนาคต รวมถึงการสรุปผลโครงการวิจัย

5.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการคันคั้นภาพธงประจำชาติโดยใช้คุณลักษณะเด่นด้านสีและมุมมาใช้ในการคันคั้น โดยผลการคันคั้นภาพธงประจำชาติที่ได้มีค่าความถูกต้องถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่ามีภาพธงประจำชาติที่ไม่คล้ายกันแทรกเข้ามาบ้างในบางภาพเนื่องจากความหลากหลายของภาพและความละเอียดของภาพ

ประโยชน์ของโครงการวิจัยนี้คือ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการคันคั้นภาพธงประจำชาติ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้านการคันคั้นภาพอื่นๆ ได้

โครงการวิจัยนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการนำเทคนิคการคันคั้นข้อมูลที่มองเห็นได้มาประยุกต์ในงานด้านการคันคั้นในกรณีที่มีข้อมูลภาพที่มีความหลากหลาย และสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมในคุณสมบัติเด่นอื่น ๆ ของภาพเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพงานด้านการคันคั้นภาพต่าง ๆ รวมถึงการคันคั้นภาพอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

การคันคั้นภาพธงประจำชาติโดยใช้มุมและสี เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการคันคั้นภาพได้แขนงหนึ่ง แนวทางการพัฒนาการคันคั้นภาพธงประจำชาติหรือภาพอื่น ๆ ในอนาคตสรุปได้ดังนี้

5.2.1 ทดลองหาคุณลักษณะเด่นอื่น ๆ มาเพิ่มให้กับภาพธงประจำชาติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคันคั้นให้มากขึ้น

5.2.2 ทดลองหาวิธีการเปรียบเทียบความคล้ายแบบอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้กับการคันคั้นภาพธงประจำชาติ

5.2.3 นำแนวทางของเทคนิคการคันคั้นภาพโดยใช้มุมและสีไปใช้กับภาพด้านอื่น ๆ เช่น การคันคั้นภาพเครื่องหมายการค้า

5.2.4 หาวิธีเพื่อลดเวลาในการคันคั้นภาพ เช่น การจัดแบ่งหมวดหมู่ของภาพ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Alberto D. Bimbo. Visual Information Retrieval. California : Morgan Kaufmann, 1999.
2. Chris Harris and Mike Stephens. A combined corner and edge detector, In Proc. 4th Alvey Vision Conference. (1988) : 147-151.
3. Gaurav Aggarwal, Ashwin T.V. and Sugata Ghosal. "An Image Retrieval System With Automatic Query Modification." IEEE Trans.Multimedia, vol. 4, No. 2. (June 2002) : 201-214.
4. Ing-Sheen Hsieh and Kuo-Chin Fan. "Multiple Classifiers for Color Flag and Trademark Image Retrieval." IEEE Trans.Image Processing, vol. 10, No. 6. (June 2001) : 938-950.
5. Mark A. Ruzon and Carlo Tomasi. "Corner Detection in Textured Color Images." International Journal of Computer Vision, Vol. 2. (1999) : 1039-1045.
6. M. J. Swain and D. H. Ballard. "Color Indexing." International Journal of Computer Vision, Vol. 7, No. 1. (1991) : 11-32.
7. R. Brunelli and O. Mich. "Image retrieval by examples." IEEE Trans.Multimedia, vol. 2. (Sept 2000) : 164-171.
8. Yi ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka and S. Shankar Sastry. An Invitation to 3-D Vision From Image to Geometric Models. New York : Springer, 2004.

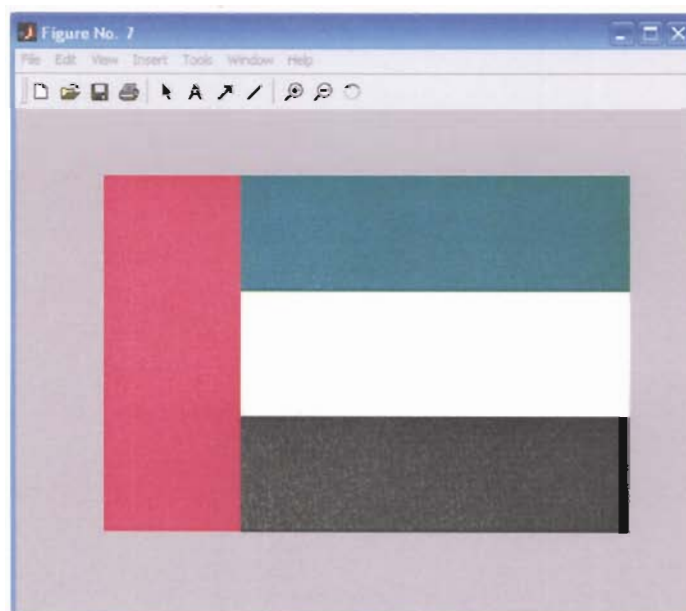
ภาคผนวก ก

ผลการทดลองการขึ้นคีนภาพงประจำชาติ

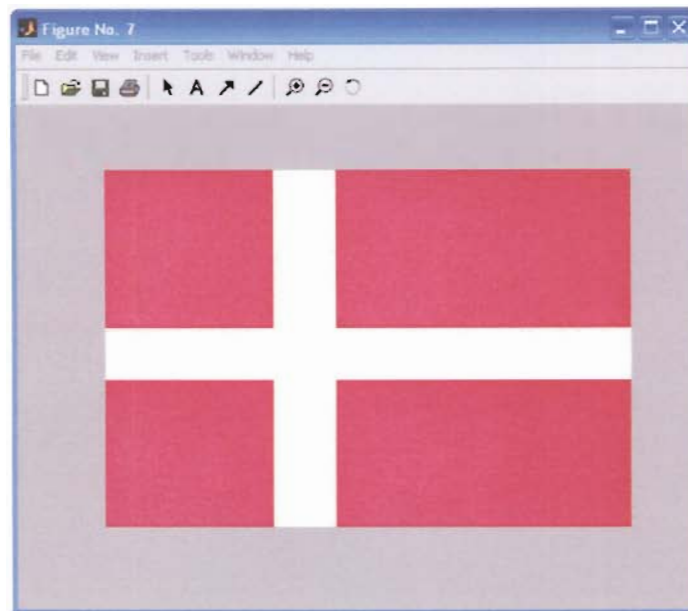
ผลการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง



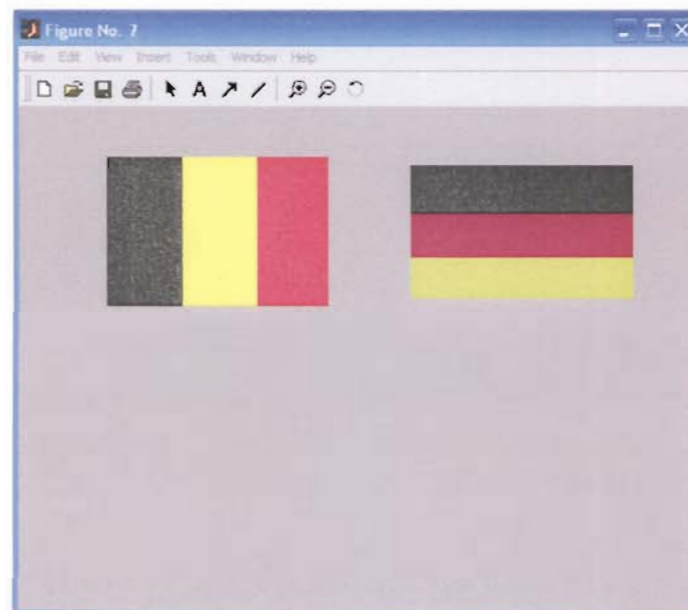
ภาพที่ ก-1 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองการค้นคืนภาพธงประจำชาติโดยใช้ภาพตัวอย่าง



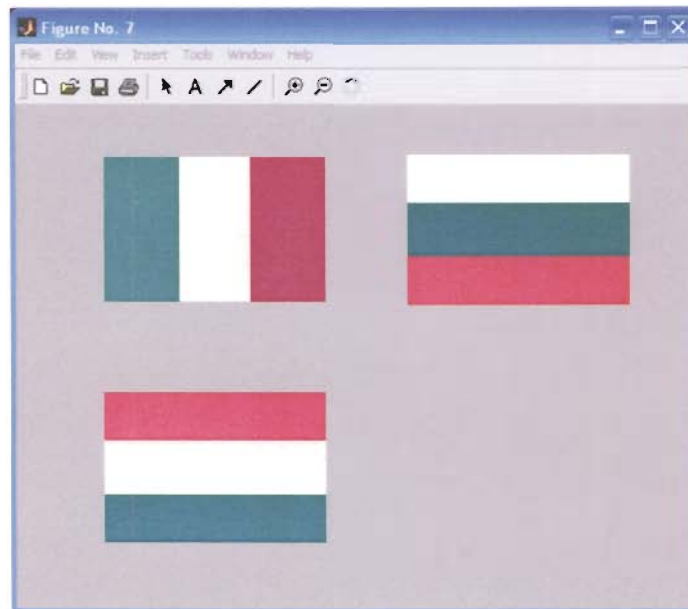
ภาพที่ ก-2 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ก)



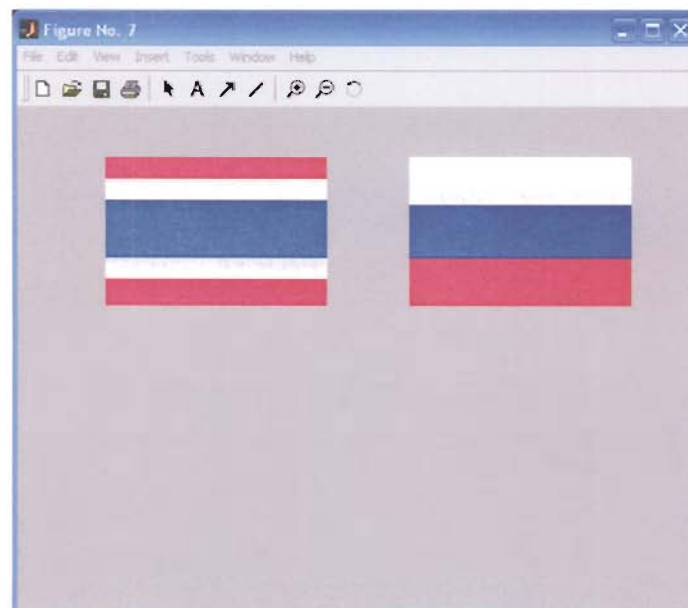
ภาพที่ ก-3 ผลการคั่นกันโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ข)



ภาพที่ ก-4 ผลการคั่นกันโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ค)

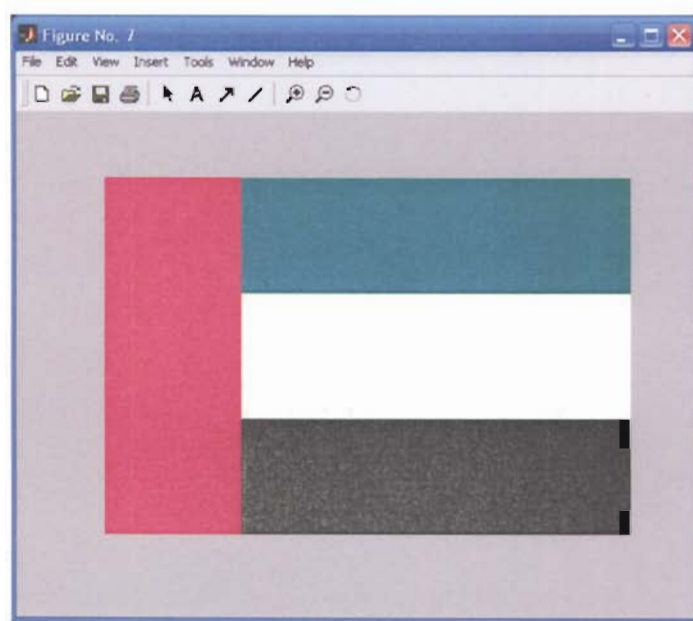


ภาพที่ ก-5 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (ง)

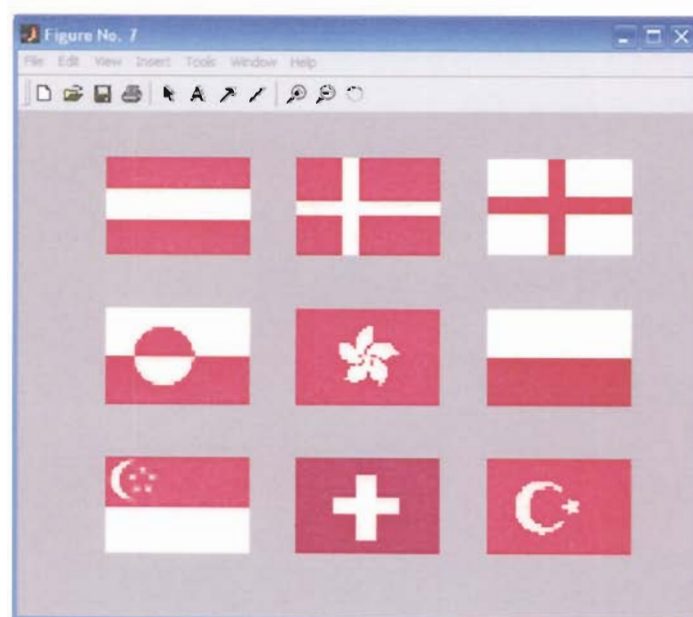


ภาพที่ ก-6 ผลการค้นคืนโดยใช้ภาพตัวอย่างของภาพ (จ)

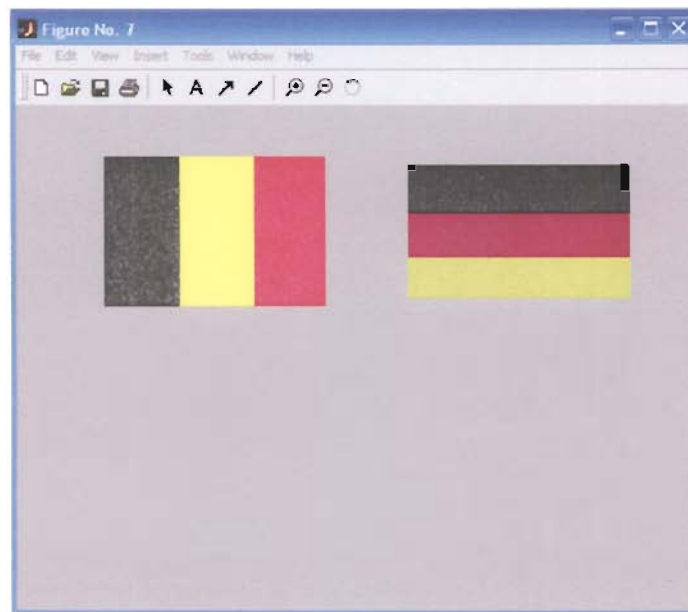
ผลการทดลองการสืบทอดภาพโดยใช้การหนดค่าสี



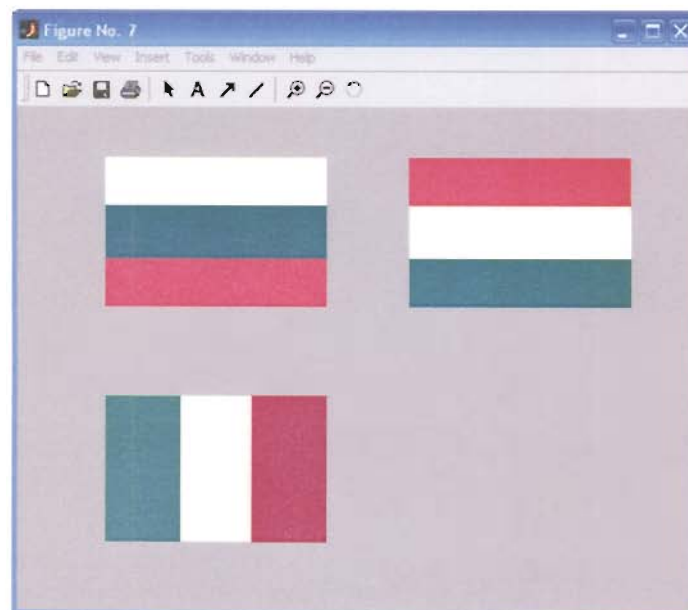
ภาพที่ ก-7 ผลการสืบทอดภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เขียว ดำ และ ขาว



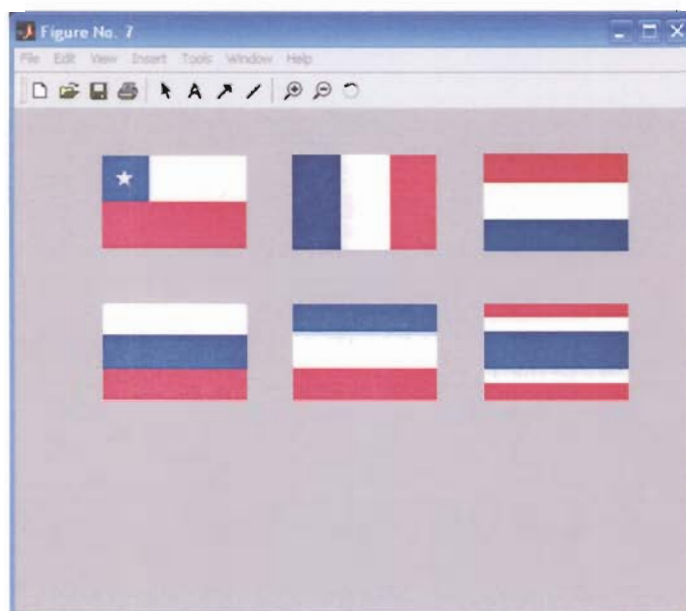
ภาพที่ ก-8 ผลการสืบทอดภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง และ ขาว



ภาพที่ ก-9 ผลการสืบทอดภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เหลือง และ ดำ

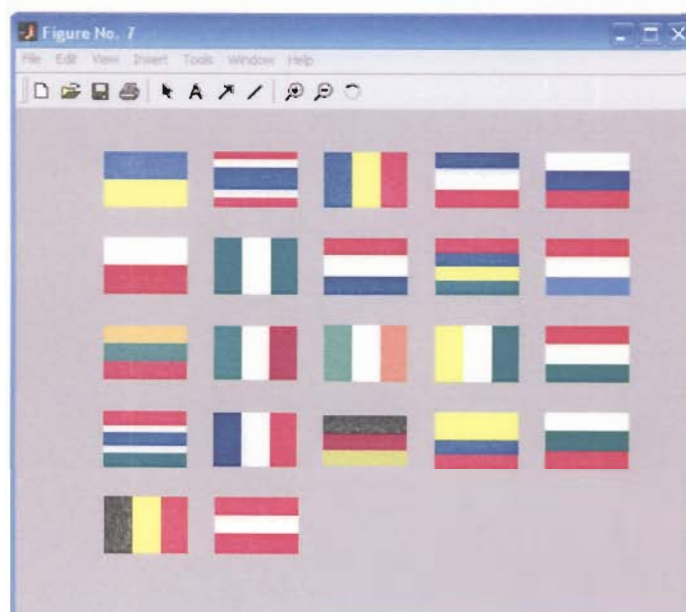


ภาพที่ ก-10 ผลการสืบทอดภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือ แดง เขียว และ ขาว

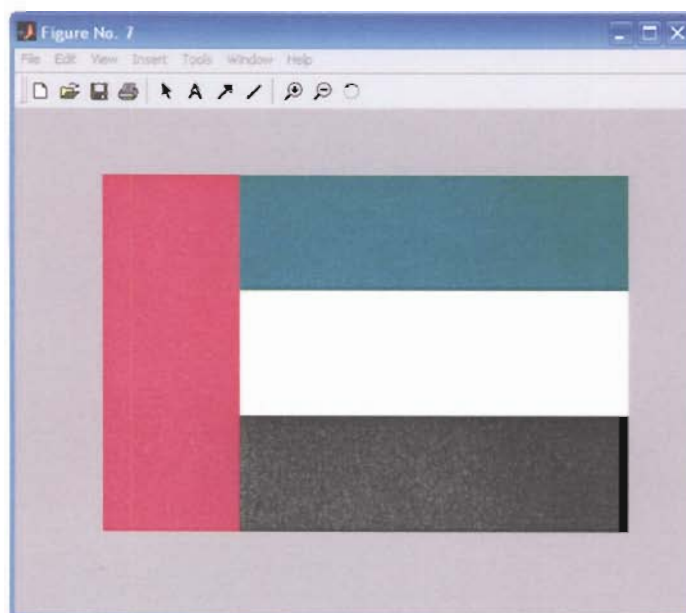


ภาพที่ ก-11 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าสี คือแดง น้ำเงิน และ ขาว

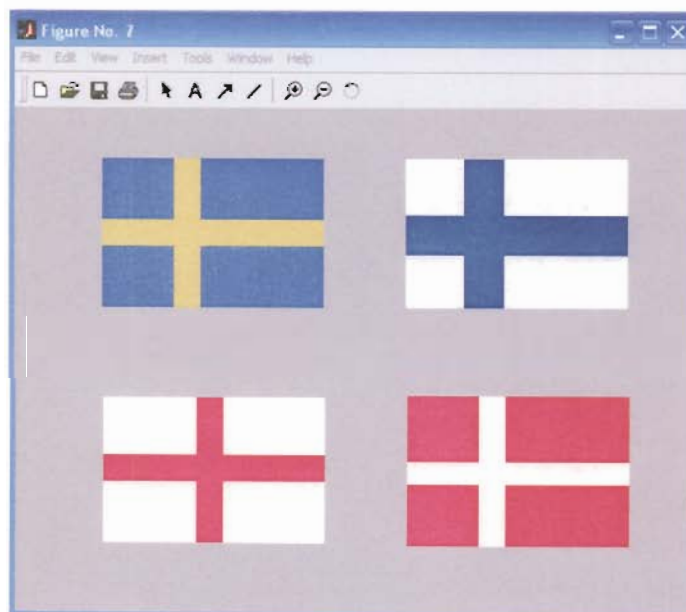
ผลการทดลองการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามูม



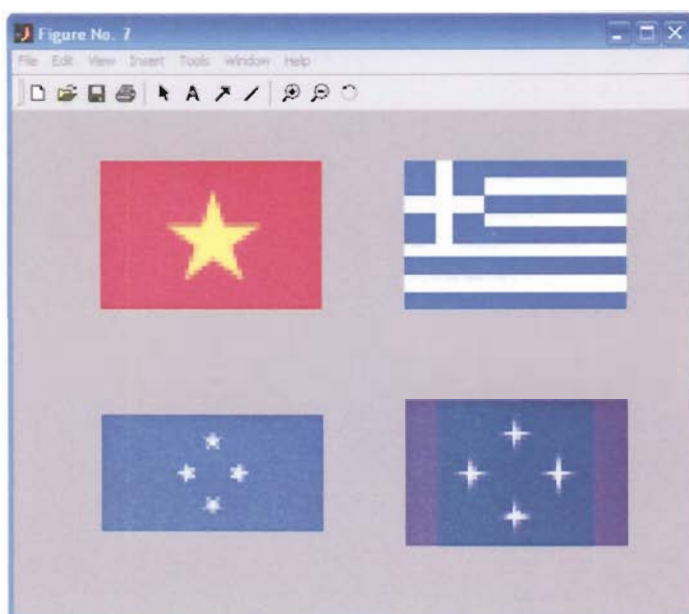
ภาพที่ ก-12 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามูมเท่ากับ 0



ภาพที่ ก-13 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 2

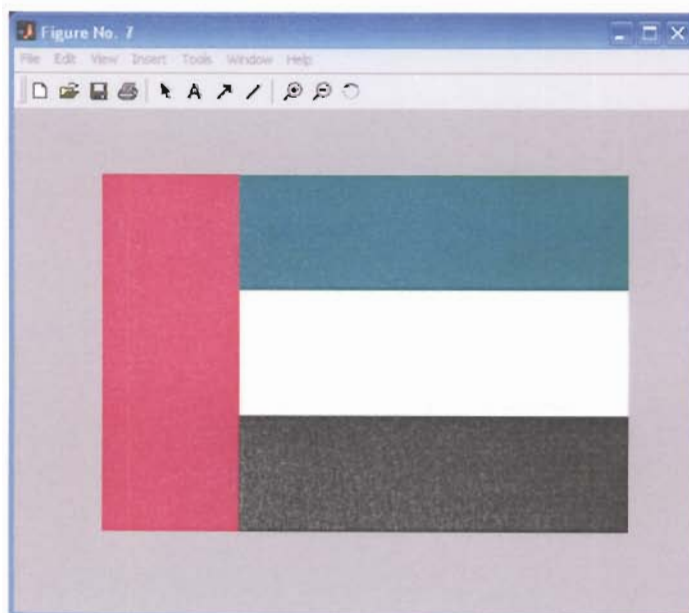


ภาพที่ ก-14 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 4

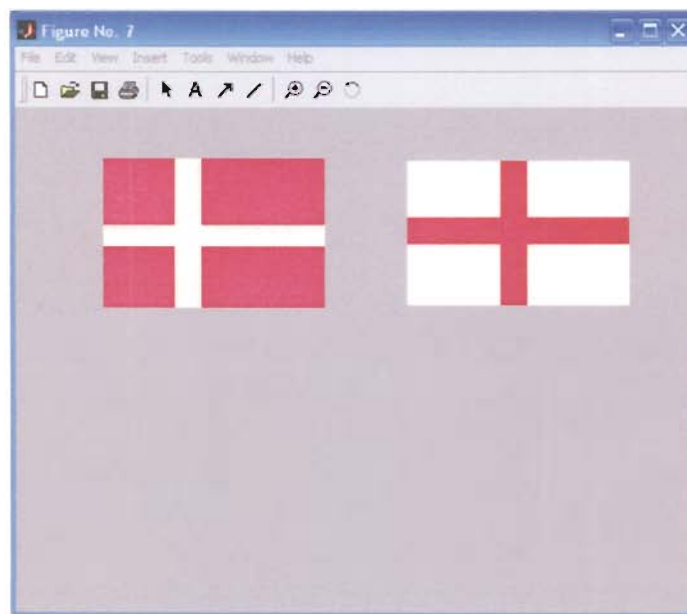


ภาพที่ ก-15 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดคำมูมเท่ากับ 10

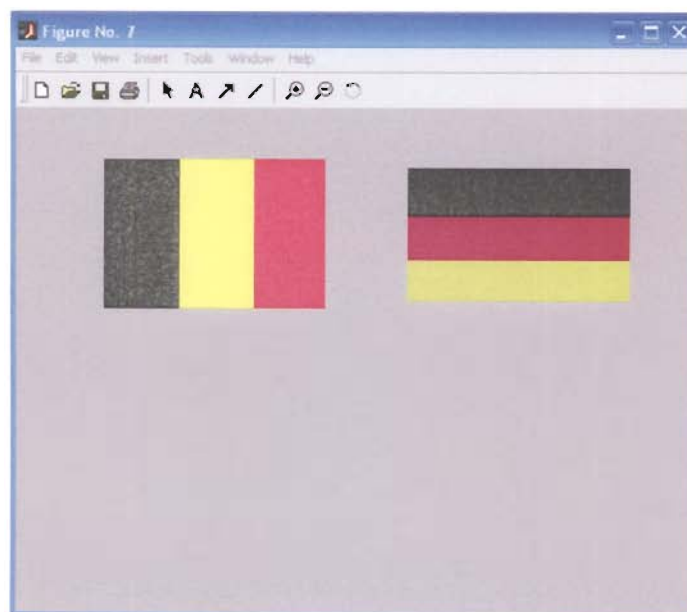
ผลการทดลองการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดคำมูมและสี



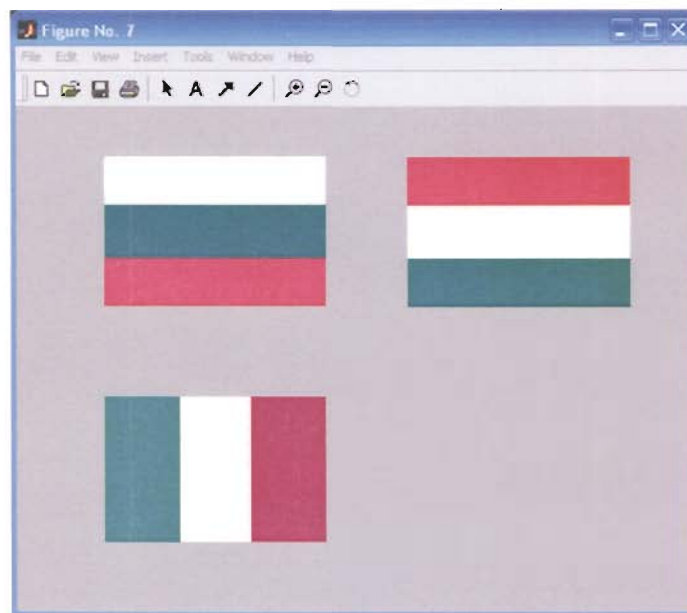
ภาพที่ ก-16 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดคำมูมเท่ากับ 2 และสีแดง เขียว ดำ และ ขาว



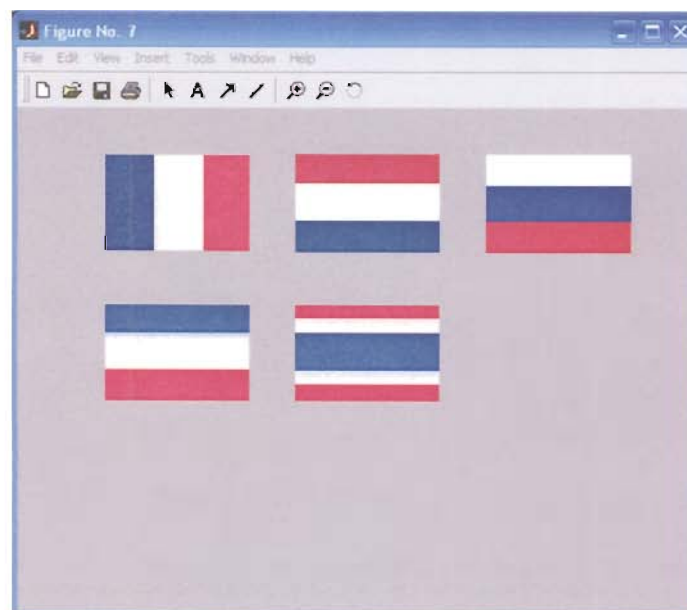
ภาพที่ ก-17 ผลการสับคั่นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 4 และสีแดง และ ขาว



ภาพที่ ก-18 ผลการสับคั่นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 0 และสีแดง เหลือง และ ดำ



ภาพที่ ก-19 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่ามุมเท่ากับ 0 และสีแดง เขียว และ ขาว



ภาพที่ ก-20 ผลการสืบค้นภาพโดยใช้การหนดค่าเท่ากับ 0 และสีแดง น้ำเงิน และ ขาว

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวอริศรา จันทร์เกิด
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การค้นคืนรูปทรงประจำชาติโดยใช้ نرمและสี
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2522 ปัจจุบันอาศัยอยู่บ้านเลขที่ 365/608 ถนนพหลโยธิน แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประวัติการทำงาน ปี พ.ศ. 2548-ปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่ง IT Admin ที่บริษัท นากาเซ่ (ประเทศไทย) จำกัด