

การค้นคืนภาพโดยการพิจารณาน้ำหนักการกระจายของสี ด้วยการกระจายตัวแบบเกาส์เซียน สำหรับฮิสโตแกรมสีในแบบจำลองสี HSV Image Retrieval using Weighted Color Distribution with Gaussian Distribution of Color Histogram in HSV Color Space

ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นำเสนอการค้นคืนภาพโดยใช้ลักษณะสำคัญของภาพ (content based image retrieval--CBIR) ในแบบจำลองสีแบบ HSV (Hue, Saturation and Value) ซึ่งจะนำฮิสโตแกรมสีมาใช้ในการสร้างดัชนีภาพ และเนื่องจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมสี ในกรณีที่มีการกำหนดช่วงสีแบบเป็นช่วงเท่า ๆ กัน (uniform) เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่อาจจะทำให้สีเดียวกันกระจายไปตกอยู่หลายช่วงสี และอาจทำให้ผลของการสืบค้นคืนภาพผิดพลาดได้ วิธีที่นำเสนอในบทความนี้ทำการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมสีที่สนใจกับฮิสโตแกรมสีข้างเคียง โดยการปรับปรุงเทคนิคการเปรียบเทียบความแตกต่างของสีแบบสีต่อสีให้สามารถนำข้อมูลของสีข้างเคียงมาร่วมพิจารณาด้วย ซึ่งสีข้างเคียงที่นำมาเปรียบเทียบนี้นี้จะถูกถ่วงน้ำหนักต่างกันตามสมการของการกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียน เพื่อให้ประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ: การค้นคืนภาพ, ฮิสโตแกรมสี, กระจายตัวแบบเกาส์เซียน

Abstract

This paper proposes a content-based image retrieval system (CBIR) using HSV (Hue, Saturation and Value) color histogram. To retrieve similar images to the query from the database, color histogram of the query must be compared to those of images in the database. However, if color histogram is uniformly quantized, one color may distribute to more than one color bin. Therefore, using regular distance measurement, which performs bin-to-bin comparison and does not consider relationship between neighbor colors, may not be efficient. In this paper, distance of each color incorporated with neighbor colors are proposed to improve the retrieval performance of the proposed CBIR system. The

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเซีย

E-mail: prapaporn@eau.ac.th

experimental results using the proposed CBIR system show good retrieval performance over a variety of image collections.

Keywords: Image Retrieval, Color Histogram, Gaussian Distribution

ความนำ

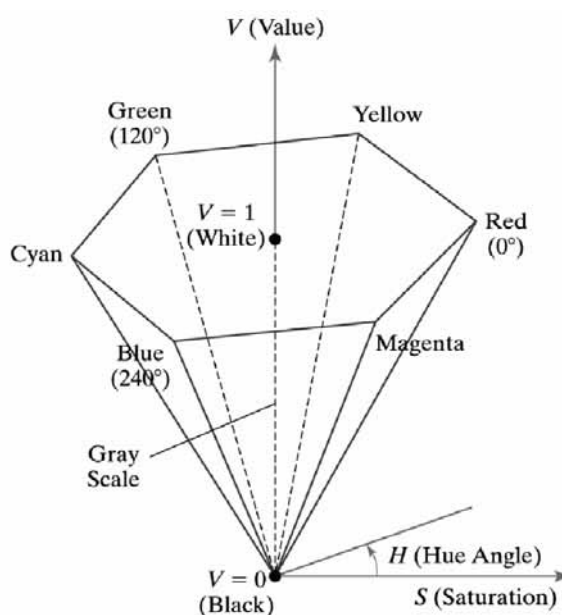
งานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลโดยทั่วไปคือการค้นคืนภาพแบบอิงเนื้อหา (Content Based Image Retrieval--CBIR) ซึ่งเป็นการดึงลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของภาพ อันได้แก่ สี (color) พื้นผิว (texture) และรูปร่าง (shape) มาใช้อธิบายภาพแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการอธิบายภาพช่วยแก้ปัญหาของการให้มนุษย์ทำการเพิ่มคำอธิบายภาพได้ ระบบค้นคืนภาพแบบอิงเนื้อหาจะใช้ภาพคำถาม (query image) ในการสืบค้นคืนภาพ โดยเมื่อกำหนดภาพคำถามที่ต้องการให้กับระบบแล้ว ระบบจะคัดแยกลักษณะสำคัญของภาพคำถามออกมา จากนั้นจะนำลักษณะสำคัญที่ได้ไปเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญของภาพแต่ละภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล หากภาพใดมีลักษณะสำคัญที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับภาพคำถามก็จะถูกแสดงเป็นผลลัพธ์ของการค้นหาให้แก่ผู้ใช้

งานวิจัยนี้ใช้สีซึ่งเป็นลักษณะสำคัญลักษณะหนึ่งของภาพที่มักใช้ในการค้นคืนภาพแบบอิงเนื้อหา โดยใช้ฮิสโตแกรมสี (color histogram) อันเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการอธิบายลักษณะการกระจายสีของภาพได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากในกรณีที่ฐานข้อมูลขนาดใหญ่อาจจะมีภาพบางภาพที่แตกต่างกัน แต่มีฮิสโตแกรมสีของภาพคล้ายคลึงกันได้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จะเสนอการสร้างดัชนีภาพด้วยลักษณะสำคัญของสี โดยอาศัยการรับรู้สีของมนุษย์มาใช้ในการแบ่งกลุ่มสีให้เป็นแบบยูนิฟอร์ม ร่วมกับเทคนิคในการกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียน (gaussian distribution) มาช่วยคำนวณ เพื่อที่จะได้สามารถดึงความสัมพันธ์ของสีในฮิสโตแกรมของภาพแต่ละภาพ โดยนำ

ข้อมูลสีข้างเคียงสีในฮิสโตแกรมที่สนใจมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลภาพ

วิเคราะห์แบบจำลองสีแบบ HSV

การรับรู้สีของมนุษย์ มนุษย์จะอธิบายสีด้วยค่าสี (Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) และความสว่าง (Value/Brightness/Intensity) โดยที่ค่าสี เป็นลักษณะที่อธิบายสีที่แท้จริง ในขณะที่ความอิ่มตัวอธิบายถึงระดับความบริสุทธิ์ของสี ส่วนความสว่างใช้อธิบายความเข้มแสง (Value) ภาพ 3 มิติ ของแบบจำลองสีแบบ HSV แสดงเป็นรูปทรงกรวยหกเหลี่ยม ดังภาพ 1



ภาพ 1 แบบจำลองสีแบบ HSV

Note. form “World Wide Program”

แบบจำลองสี HSV ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ H คือค่าของสีหลัก (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) เป็นสลับระนาบวงกลม โดยสีจะเปลี่ยนแปลงตามมุมที่กวาดไปซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0o ถึง 360o เริ่มตั้งแต่

สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีเขียวน้ำเงิน สีน้ำเงิน สีม่วงแดง จนกระทั่งกลับมาที่สีแดง สำหรับ S เป็นค่าตามความยาวรัศมีของระนาบวงกลมซึ่งบอกถึงค่าความบริสุทธิ์ของสี หากความยาวของรัศมีน้อยหมายความว่าสีนั้นมีการเจือปนด้วยสีเทาค่อนข้างมาก ถ้ารัศมียาวไปจนถึงเส้นขอบของวงกลมก็จะหมายถึงสีนั้นมีความบริสุทธิ์มากขึ้นตามลำดับ สำหรับค่า V เป็นค่าที่อธิบายถึงความเข้มแสงของสี โดยถ้าค่าน้อยจะเข้าใกล้สีดำ แต่ถ้าค่านี้นักสีที่ได้ก็จะเป็นสีขาวเพราะมีค่าความเข้มแสงมาก

การสร้างฮิสโตแกรม

บทความนี้ได้ใช้แบบจำลองสีแบบ HSV สำหรับสร้างฮิสโตแกรมสีขนาด 68 สี (Shamik Sural, Gang Qian and S.Pramanik, 2002) ประกอบไปด้วยฮิสโตแกรมสี 51 สี และฮิสโตแกรมระดับสีเทา 17 สี แสดงตัวอย่างของฮิสโตแกรมสีที่ได้ดังภาพ 2 ซึ่งการสร้างฮิสโตแกรมสีคำนวณจากสมการ (1) และ (2)

$$N_h = [2\pi \text{MULT_FCTR}] + 1 \quad (1)$$

$$N_g = \left\lceil \frac{I_{\max}}{\text{DIV_FCTR}} \right\rceil + 1 \quad (2)$$

โดยที่

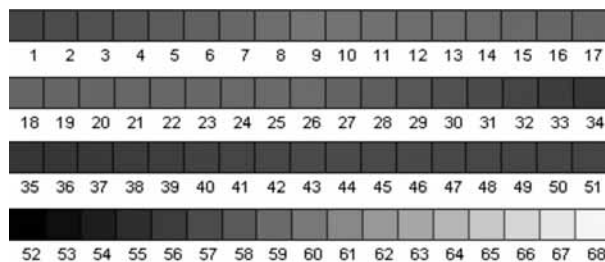
N_h คือ จำนวนของส่วนประกอบในการสร้างคุณลักษณะเวกเตอร์ขึ้นกับสี

N_g คือ จำนวนของส่วนประกอบที่แทนค่าสีเทา

MULT_FCTR คือ ตัวกำหนดค่าของการแบ่งค่าสี (กำหนดค่าเป็น 8)

$I_{\max}$ คือ ค่าสูงสุดของความสว่างของสี (มีค่าเป็น 255)

DIV_FCTR คือ ตัวกำหนดจำนวนของการจัดระดับสีเทา



ภาพ 2 สีในฮิสโตแกรม 68 บิน

การเปรียบเทียบภาพโดยใช้ฮิสโตแกรม

โดยปกติการเปรียบเทียบภาพโดยใช้ฮิสโตแกรมนั้น จะทำการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมแบบสีต่อสี (bin-to-bin) จากการสังเกตพบว่า ในการแบ่งฮิสโตแกรมสี สีที่คล้ายกัน อาจถูกแบ่งกระจายไปอยู่หลายบินซึ่งไม่แยกออกจากกัน อย่างชัดเจน ทำให้การเปรียบเทียบฮิสโตแกรมแบบสีต่อสี อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นบทความนี้จึงทำการเปรียบเทียบโดยดึงความสัมพันธ์ของสีข้างเคียงมาใช้ เพื่อช่วยให้การค้นคืนภาพมีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยอาศัยการคำนวณเพื่อหาค่าความแตกต่างของภาพ 2 ภาพ ได้จากการเปรียบเทียบค่าด้วยวิธีการที่นำเสนอ 3 วิธี ต่อไปนี้ (ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย และ อรฉัตร จิตต์โสภาคย์, 2549)

1) Euclidean distance of Color Histogram (ECH)

$$D = \sum_{i=0}^{67} (\overline{h_{I1}}(i) - \overline{h_{I2}}(i))^2 \quad (3)$$

2) Weighted Euclidean distance of Color Histogram (WECH)

$$D = \sum_{i=0}^N \sum_{j=-m}^m w_j \{ \overline{h_{I1}}(i+j) - \overline{h_{I2}}(i+j) \}^2 \quad (4)$$

3) Euclidean distance of Weighted Color Histogram (EWCH)

$$D = \sum_{i=0}^{67} \left\{ \sum_{j=-1}^1 w_j (\overline{h_{I1}}(i+j)) - \sum_{j=-1}^1 w_j (\overline{h_{I2}}(i+j)) \right\}^2 \quad (5)$$

โดยที่

D คือ ค่าความแตกต่างระหว่างฮิสโตแกรมสี

h_{I1} และ h_{I2}

N คือ จำนวนบินทั้งหมดของฮิสโตแกรม

m คือ ขนาดของสีข้างเคียงที่ใช้เปรียบเทียบ มีขนาด 2m เป็นค่า $[-m, m]$

w_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก ณ ตำแหน่ง j ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและขนาดของสีข้างเคียง

การกระจายตัวแบบเกาส์เซียน

สมการของการกระจายตัวแบบเกาส์เซียน (Alasdair McAndrew, 2004) เป็นการกระจายที่สมมูลทั้งสองข้างคล้ายระฆังคว่ำและมีค่าเฉลี่ยอยู่ตรงกลาง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ (6)

$$f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

โดยที่ σ คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) กรณีที่มีค่า σ มากๆ จะทำให้โค้งของกราฟมีขนาดกว้าง และถ้ามีค่า σ น้อยกราฟจะมีลักษณะแคบลง

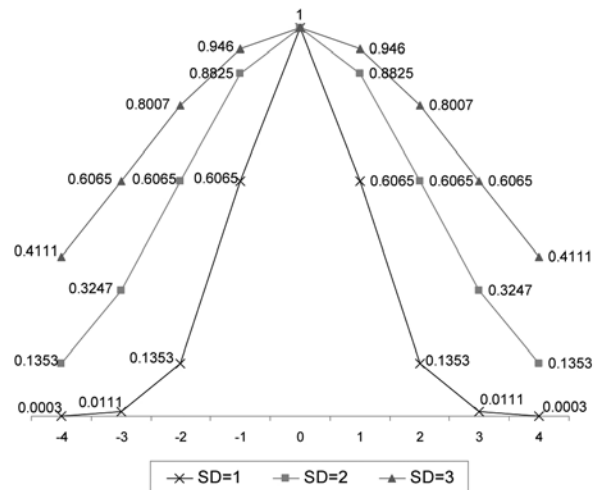
ในงานวิจัยนี้จึงได้นำมาปรับใช้โดยตั้งสมมุติฐานว่าการกระจายตัวแบบเกาส์เซียนจะเป็นการกระจายค่าที่มีความเหมาะสมสำหรับการถ่วงน้ำหนักสี่ข้างเคียงสีในฮิสโตแกรมได้ดี การเปรียบเทียบความต่างของฮิสโตแกรมสำหรับการค้นคืนภาพตามสมการ (3), (4) และ (5) ในขั้นตอนนี้จะทำการกำหนดขนาดบินข้างเคียงเป็น 3, 5, 7 และ 9 ร่วมกับการปรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยค่า $SD = 1, 2$ และ 3

ตาราง 1

ตัวอย่างโครงสร้างการเก็บข้อมูล

Path ของรูปภาพ	h1	h2	...	h68	Distance
D:\Image Database\1049.jpg	.0656081	.1157306	...	8.1632653	.1212445
D:\Image Database\1115.jpg	.0019510	.0023836	...	.08133061	.1097197
D:\Image Database\1170.jpg	.0048408	.0220244	...	.02814693	.3238457
D:\Image Database\120_2052.jpg	4.659361	7.454978	...	0	.1024031
D:\Image Database\120_2053.jpg	1.242496	7.765603	...	0	.1421461

จะได้ค่าตัวถ่วงน้ำหนักสำหรับ แต่ละบินของฮิสโต-แกรมเป็นดังภาพ 3



ภาพ 3 การกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียน

วิธีการค้นคืนภาพ

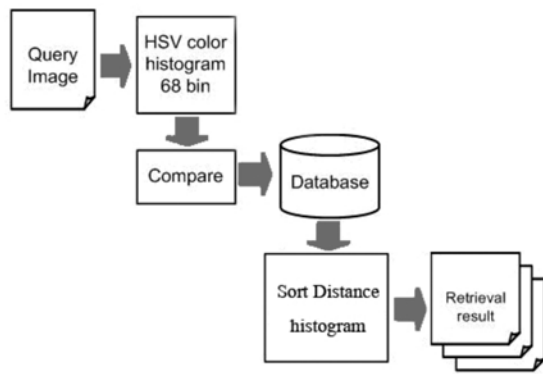
ในการทดลองค้นคืนรูปภาพโดยใช้การสร้างดัชนีภาพซึ่งอาศัยฮิสโตแกรมสีในแบบจำลองสีแบบ HSV เริ่มจากการเตรียมฐานข้อมูลภาพ ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่นำมาจาก Corel stock photo gallery และอินเทอร์เน็ต เป็นภาพที่มีขนาดต่างกันจำนวน 10,297 ภาพ โครงสร้างในการเก็บข้อมูลของรูปภาพในฐานข้อมูลประกอบด้วย

1. Path ของรูปภาพ
2. ค่าฮิสโตแกรมสีของภาพที่คำนวณไว้
3. ค่าความต่างของภาพ (Distance)

ตารางต่อไปนี้แสดงตัวอย่างข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล

การทำงานเริ่มจากการคำนวณภาพทั้งหมดเป็นฮิสโตแกรมสีขนาด 68 บิน เก็บไว้ในฐานข้อมูลล่วงหน้าในการค้นคืนรูปภาพเริ่มจาก การเลือกภาพจากฐานข้อมูลมาเป็นภาพคำถาม แล้วนำภาพนั้นมาทำการสร้างดัชนีภาพและเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นทำการค้นคืนภาพโดยนำค่าฮิสโตแกรมของภาพคำถาม มาเปรียบเทียบกับค่าฮิสโตแกรมของภาพทั้งหมดในฐานข้อมูล โดยเปรียบเทียบจำนวนของสีข้างเคียงที่นำมาพิจารณาด้วยขนาดต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืน จะนำมาเรียงลำดับข้อมูลตามค่า

ความต่าง (Distance) จากน้อยไปมาก ดังภาพ 4



ภาพ 4 กระบวนการสืบค้นคืนภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพนี้ใช้วิธี NMRR และวิธี ANMRR (B. S. Manjunath, Jens-Rainer Ohm, Vinod V. Vasudevan, and Akio Yamada, 2001) มาเพื่อเป็นดัชนีวัด ซึ่งเป็นวิธีการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนภาพของแต่ละระบบโดยรวมเอาการวัดการเรียกคืนและความแม่นยำ (Recall and Precision) ไว้ในค่าเดียว ในการวัดประสิทธิภาพจะเริ่มจากการเลือกชุดของภาพซึ่งประกอบด้วยภาพคำถาม (Query Image) และกลุ่มภาพที่ถูกต้อง (Ground Truth Images) ซึ่งหมายถึงกลุ่มของภาพที่คล้ายกันกับภาพคำถามนั้นไว้ล่วงหน้า ซึ่งการเลือกชุดของภาพแต่ละกลุ่มนี้จะทำโดยผู้วิจัย ค่าของ NMRR และ ANMRR ที่เข้าใกล้ศูนย์จะเป็นค่าที่บอกว่าวิธีการนั้นเป็นวิธีที่ดีที่สุด

$$\text{Recall} = \frac{\text{Ground truth images in Answer set}}{\text{Ground truth images}} \quad (7)$$

$$\text{Precision} = \frac{\text{Ground truth images in Answer set}}{\text{Answer set}} \quad (8)$$

สามารถหาค่า ANMRR ได้ โดยขั้นตอนแรกหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง AVR(q) สำหรับภาพคำถาม q ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ (9)

$$AVR(q) = \sum_{k=1}^{NG(q)} \frac{Rank(k)}{NG(q)} \quad (9)$$

จากนั้นทำการปรับปรุงวิธีคำนวณค่าตำแหน่งของการค้นคืนได้ดังสมการที่ (10)

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 - \frac{NG(q)}{2} \quad (10)$$

ตำแหน่งของการค้นคืนที่ได้ปรับปรุงแล้วนี้จะมีค่า MRR เป็น 0 เมื่อการค้นคืนสามารถทำได้ยอดเยี่ยม นั่นคือ Ground Truth Image ทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งบนสุดของการค้นคืน

จากนั้นทำการปรับปรุงค่าตำแหน่งของการค้นคืนให้อยู่ในช่วงปกติ (Normalized) ดังสมการ (11)

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{|A| + 0.5 - 0.5 * NG(q)} \quad (11)$$

ขั้นสุดท้ายคือการคำนวณค่าเฉลี่ยของ NMRR ของภาพคำถามทั้งหมด ดังสมการ (12)

$$ANMRR = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q NMRR(q) \quad (12)$$

ซึ่งค่าที่ใช้เป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพคือ ค่าเฉลี่ยของการปรับปรุงตำแหน่งของการค้นคืนให้อยู่ในช่วงปกติ

โดยกำหนดให้

|A| คือ จำนวนของภาพผลลัพธ์ |A| ภาพแรกที่จะพิจารณา

GTM คือ จำนวนของ Ground Truth Image ที่มากที่สุดของชุดภาพที่ทำการทดลอง

q คือ ภาพคำถาม q

NG(q) คือ จำนวนของ Ground Truth Image ของภาพคำถาม q

k คือ Ground Truth Image ภาพที่ k

Rank(k) คือ ตำแหน่งของ Ground Truth Image ภาพที่ k ที่ถูกค้นคืนอยู่ในช่วง |A| ภาพแรก

Q คือ จำนวนของภาพคำถามทั้งหมด

วิธีการค้นคืนภาพแบ่งเป็นสามวิธีหลักตามที่ได้นำเสนอ ซึ่งมีสองตัวแปร ได้แก่ขนาดของบิน/สี่ข้างเคียงที่นำมาพิจารณา 3, 5, 7 หรือ 9 สี และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1 หรือ 2 ชื่อของแต่ละวิธีการค้นคือภาพ จึงระบุดังตัวอย่างเช่น

• ECH คือ วิธีการหาความต่างของภาพสองภาพแบบสี่ต่อสี่

• **WECH3s1** คือ วิธีการหาความต่างของภาพสองภาพโดยพิจารณาสีข้างเคียงจากสีหลักขนาด 3 สี จากนั้นจึงนำค่าความต่างที่ได้ไปทำการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1

• **EWCH9s2** คือ ทำการถ่วงน้ำหนักภาพ

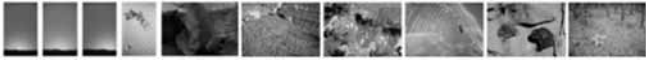
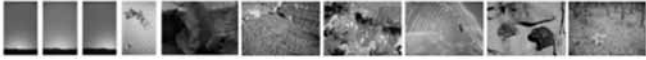
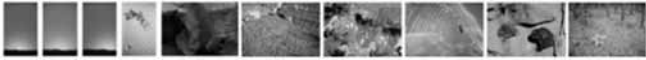
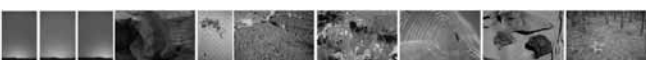
แต่ละภาพด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาทำการหาความต่างของภาพ โดยมีการพิจารณาสีข้างเคียงจากสีหลักขนาด 9 สี

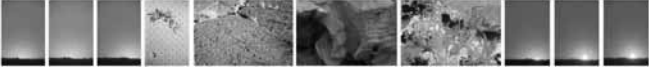
ตัวอย่างผลลัพธ์จากการทดลอง ทำการค้นคืนภาพ

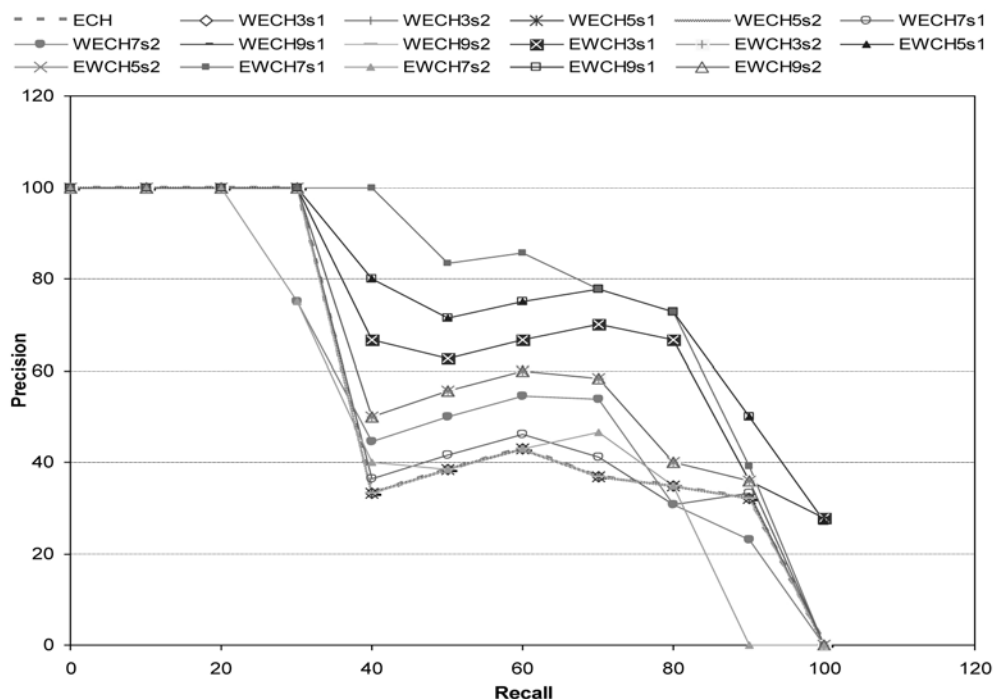
10 ตำแหน่งแรกของภาพพระอาทิตย์ขึ้น แสดงดังตารางที่ 2

ตาราง 2

ผลเปรียบเทียบการค้นคืนภาพ และค่า NMRR ของการค้นคืนภาพพระอาทิตย์ขึ้น

วิธีการค้นคืนภาพ	ผลการค้นคืนภาพ	ค่า NMRR
ECH		0.2845
WECH3s1		0.2845
WECH3s2		0.2845
WECH5s1		0.2845
WECH5s2		0.2845
WECH7s1		0.2761
WECH7s2		0.2845
WECH9s1		0.2845
WECH9s2		0.2845
EWCH3s1		0.1606
EWCH3s2		0.2141
EWCH5s1		0.1296
EWCH5s2		0.2141
EWCH7s1		0.1465
EWCH7s2		0.3070

วิธีการค้นคืนภาพ	ผลการค้นคืนภาพ	ค่า NMRR
EWCH9s1		0.1296
EWCH9s2		0.2141



ภาพ 5 กราฟแสดงการเรียกคืนและความแม่นยำของการค้นคืนภาพพระอาทิตย์ขึ้น โดยการใช้ค่าจำกัดความสัมพันธ์ การกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียน

จากตาราง 2 และภาพ 5 แสดงให้เห็นว่าในการค้นคืนภาพพระอาทิตย์ขึ้นโดยใช้ค่าจำกัดความสัมพันธ์ไฮโดแกรมเปรียบเทียบกับการใช้ค่าจำกัดความสัมพันธ์การกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียนตามวิธี WECH และ EWCH ให้ผลการค้นคืนภาพที่ดีกว่าการค้นคืนด้วยวิธี ECH ซึ่งไม่มีการดึงความสัมพันธ์ของข้อมูลสีข้างเคียงมาร่วมพิจารณาด้วย ดังจะเห็นได้จากกราฟที่ระดับการเรียกคืน 20% ขึ้นไป วิธี EWCH ยังคงให้ความแม่นยำในการค้นคืนดีกว่า วิธี ECH และ WECH โดยวิธี EWCH7s1 ให้ผลการค้นคืนดีมากจนถึงระดับการเรียกคืนที่ 70% วิธี EWCH5s1 และ EWCH9s1 จะให้ผลการค้นคืนที่ดีที่สุดและสามารถค้นคืนภาพได้ 100 %

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการค้นคืนภาพด้วยหลักการที่นำเสนอจากการทดลอง 100 ชุดภาพคำถามพบว่า การสืบค้นคืนภาพด้วยวิธี EWCH นั้นให้ผลการค้นคืนภาพที่ดีกว่าวิธี WECH และวิธี ECH นั่นคือ สามารถค้นคืนภาพที่คล้ายคลึงกับภาพคำถามได้มากขึ้นและในตำแหน่งที่ดีขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาปรับค่าขนาดของวินโดว (Window) ซึ่งเป็นตัวกำหนดจำนวนสีข้างเคียงที่นำมาร่วมพิจารณาพบว่าเมื่อพิจารณาข้อมูลสีข้างเคียงด้วยวินโดวขนาด 3 ขนาด 5 และขนาด 7 นั้น จะทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ดี โดยเมื่อพิจารณาการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี ANMRR แล้วจะได้ขนาดของการกระจายน้ำหนักเท่ากับ 7 เป็นค่าที่ดีที่สุด แต่เมื่อเพิ่มขนาดของการกระจายน้ำหนักเป็น 9

จะทำให้ประสิทธิภาพการค้นคืนภาพลดลง ซึ่งในกรณีนี้สามารถสรุปได้ว่า การดึงข้อมูลสีในบินที่อยู่ห่างจากสีหลักที่ต้องการพิจารณาหลายๆ มาร่วมพิจารณาด้วยนั้น จะทำให้ข้อมูลสีที่ไม่สัมพันธ์กันถูกนำมาคำนวณด้วย จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของการสืบค้นภาพลดลง ในส่วนของการปรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของการกระจายน้ำหนักแบบเกาส์เซียน จากผลการทดลองพบว่า เมื่อปรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ทำให้ความถูกต้องของการสืบค้นภาพลดลง ดังนั้น ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้คือ 1 ดังนั้นจากการทดลองทั้งหมด 100 ชุดภาพคำถาม จึงสรุปได้ว่าวิธี EWCH7s1 จึงเป็นค่าที่เหมาะสมจะนำไปใช้งานมากที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของการปรับปรุงตำแหน่งของการค้นคืนให้อยู่ในช่วงปกติ (ANMRR) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพ ของการทดลองทั้งหมด 100 ชุดภาพคำถาม โดยค่าที่เข้าใกล้ศูนย์ถือเป็นค่าที่ดีที่สุด

ตาราง 3

ค่า ANMRR จากการทดลองค้นคืนภาพ

วิธีการค้นคืนภาพ	ค่า ANMRR
ECH	0.4911
WECH3s1	0.4808
WECH3s2	0.4811
WECH5s1	0.4809
WECH5s2	0.4812
WECH7s1	0.4834
WECH7s2	0.5560
WECH9s1	0.4816
WECH9s2	0.4813
EWCH3s1	0.4533
EWCH3s2	0.4629
EWCH5s1	0.4530
EWCH5s2	0.4641
EWCH7s1	0.4521
EWCH7s2	0.4657
EWCH9s1	0.4560
EWCH9s2	0.4654

เอกสารอ้างอิง

- Shamik Sural, Gang Qian & S.Pramanik. (2002). Segmentation and Histogram Generation using the HSV color space for Image Retrieval. *IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP)*, II-589-II-592.
- ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย และ อรรถกร จิตต์โสภักตร์. (2549). การค้นคืนภาพโดยใช้ฮิสโตแกรมสีในแบบจำลองสี HSV. *การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29 (EECON-29)*, 1029-1032.
- Alasdair McAndrew. (2004). *Introduction to digital image processing with MATLAB*. Australia:Course Technology, a division of Thomson Learning.
- Baeza-Yates, R. & Berthier Ribeiro-Neto. (1999). *Modern Information Retrieval*. Addison Wesley.
- Manjunath, B. S. Jens-Rainer Ohm, Vinod V. Vasudevan, and Akio Yamada. (2001). Color and Texture Descriptors. *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*. vol. 11, no. 6, 703-715.
- World Wide Program. (2010). *HSV to RGB color model source code algorithm C programming CS1355-graphics and multimedia lab*. Retrieved form <http://worldwyde-programs.blogspot.com/2010/05/hsv-to-rgb-color-model-source-code.html>