บทที่ 5

การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการทดลองใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีของภาพในการค้นคืนภาพจากภาพสอบถามที่เป็นบางส่วนของภาพและนำผลการค้นคืนภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการค้นคืนภาพที่ใช้ฮิสโทแกรม ออโตคอร์ริโลแกรมและคอร์ริโลแกรมเป็นดัชนีภาพ โดยทั่วไปบางส่วนของภาพที่ใช้ในการสอบถามมีหลายลักษณะ เช่น ภาพของพื้นผิวและภาพของวัตถุ เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ภาพที่สอบถามที่เป็นภาพของวัตถุที่อยู่ภายในภาพที่ต้องการ

เนื่องจากสหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพ ดังนั้นเพื่อศึกษาถึงความสามารถของการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบนี้ จึงได้ออกแบบการทดลองโดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลกระทบกับภาพเมื่อภาพมีการเปลี่ยนขนาดเป็น 2 ส่วน คือ

1) *การค้นคืนภาพโดยใช้ภาพที่ได้จากการย่อและขยายเป็นภาพที่เกี่ยวข้อง* โดยการทดลองนี้ควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุดภาพเท่านั้นที่มีผลกระทบกับภาพเมื่อภาพมีการเปลี่ยนขนาด

2) *การค้นคืนภาพโดยใช้ภาพที่ได้จากการถ่ายวัตถุเดียวกันหลายภาพเป็นภาพที่เกี่ยวข้อง* การทดลองนี้ต้องการให้ภาพมีความแตกต่างกันบ้างจากปัจจัยผลกระทบต่าง ๆ เช่น แสงเงา การเปลี่ยนมุมมอง เมื่อภาพมีการเปลี่ยนขนาด

การทดลองค้นคืนภาพในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0 ในการพัฒนาเครื่องมือและได้กำหนดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ไว้ดังต่อไปนี้

1) *ฐานข้อมูลภาพ* ประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลภาพชนิด BMP และ JPG (มีจำนวนสี 64 สีในโมเดล RGB)

ตารางที่ 5.1 ค่าพารามิเตอร์ของการสร้างดัชนีที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการดัชนีภาพ	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง
ฮิสโทแกรม	-
ออโตคอร์ริโลแกรม	ระยะห่าง 1 3 5 และ 7
คอร์ริโลแกรม	ระยะห่าง 1 3 5 และ 7
สหสัมพันธ์บริเวณสี	บริเวณที่พิจารณามีขนาดตั้งแต่ 4 จุดภาพขึ้นไปและใช้อาณาเขตแบบ MBR

I20440856

2) *ฐานข้อมูลดัชนีภาพ* ประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลดัชนีภาพที่ได้จากการสร้างดัชนีภาพ โดยแต่ละแฟ้มข้อมูลจะเก็บดัชนีภาพของแต่ละภาพในแต่ละวิธีการดัชนีภาพไว้ (1 แฟ้มข้อมูล/ภาพ/วิธีดัชนีภาพ)

3) *พารามิเตอร์ในการสร้างดัชนีภาพ* กำหนดให้แต่ละดัชนีภาพในแต่ละแบบมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการสร้างดัชนี ดังแสดงในตารางที่ 5.1

5.1 การค้นคืนภาพโดยใช้ภาพที่ได้จากการย่อและขยายเป็นภาพที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของบริเวณสีมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี ซึ่งการย่อและขยายของภาพก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของบริเวณสี ดังนั้นเพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีเทียบกับดัชนีภาพแบบอื่น ๆ ว่ามีความทนทานต่อการย่อและขยายของภาพเพียงใด การทดลองนี้จึงเป็นการค้นคืนภาพเพื่อให้ได้ภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ได้จากการย่อและขยายภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่โดยควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุดภาพในภาพเท่านั้นที่มีผลกระทบกับภาพเมื่อภาพมีการเปลี่ยนขนาด และเพื่อเป็นการศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงขนาดกับลักษณะของบริเวณสีในภาพจึงได้แบ่งกลุ่มภาพที่นำมาใช้ในการทดลองออกเป็นสองชุดภาพคือ ชุดภาพที่สร้างขึ้นและชุดภาพถ่ายทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) *ชุดภาพที่สร้างขึ้น* ในชุดภาพนี้ประกอบด้วยภาพที่ได้จากการแปลงภาพจากภาพ Clipart ไปเป็นภาพบิตแม็พ ซึ่งลักษณะภาพในชุดภาพนี้ส่วนใหญ่จะมีจำนวนสีในภาพไม่มากนัก มีขนาดของบริเวณสีค่อนข้างใหญ่เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากแสงและเงา

2) *ชุดภาพถ่ายทั่วไป* ในชุดภาพนี้ประกอบด้วยภาพจากซีดี Corel gallery* ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล และภาพที่ได้จากการสแกนภาพ ซึ่งลักษณะภาพในชุดภาพนี้ส่วนใหญ่จะมีจำนวนสีในภาพค่อนข้างมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากแสงและเงา

ในการย่อและขยายภาพนั้นจะมีผลทำให้จำนวนจุดภาพในภาพเปลี่ยนแปลงไป จึงจำเป็นต้องมีการแทนที่สีให้กับจุดภาพที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซึ่งในการแทนที่สีนั้นอาจใช้สีของจุดภาพใกล้เคียงหรือจากการประมาณค่าสีจากจุดภาพสีรอบ ๆ ซึ่งการประมาณค่าสีนี้อาจทำให้เกิดสีใหม่เพิ่มขึ้นในภาพ ดังนั้นในการทดลองนี้ได้จึงแบ่งกลุ่มการทดลองโดยพิจารณาจากลักษณะการแทนที่ของจุดภาพ ออกเป็นไว้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1) การทดลองค้นคืนภาพที่การย่อและขยายมีการแทนที่สีด้วยสีของจุดภาพใกล้เคียง ในการทดลองกลุ่มนี้ใช้วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี *Nearest Neighborhood* [20]

2) การทดลองค้นคืนภาพที่การย่อและขยายมีการแทนที่สีด้วยการประมาณค่าสี ในการทดลองกลุ่มนี้ใช้วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี *Bilinear* [20]

---

* ในการทดลองนี้ใช้ภาพจากซีดี Corel gallery แผ่นที่ 8 ชุด PHOTOS: SPEED TO ZION NATIONAL PARK

การทดลองในส่วนนี้ได้ทำการค้นคืนภาพโดยใช้บางส่วนของภาพเป็นภาพสอบถามกับทั้ง 2 ชุดภาพที่ได้กล่าวไว้แล้ว โดยในแต่ละชุดภาพจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองตามลักษณะการแทนที่สี ภาพที่เกี่ยวข้องกับภาพสอบถามจะประกอบด้วยภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่และภาพที่ได้จากการย่อและขยายภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่นี้ (ต่อไปจะเรียกภาพที่เกี่ยวข้องที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่ ที่ถูกนำไปเป็นต้นแบบในการย่อและขยายว่า ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ) โดยภาพที่ได้จากการย่อและขยายภาพเกี่ยวข้องต้นแบบนี้ประกอบด้วยภาพที่มีขนาดตั้งแต่ 10 เปอร์เซ็นต์จนถึง 200 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ โดยแต่ละภาพที่ได้จากการย่อและขยายจะมีขนาดแตกต่างกันภาพละ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะได้ภาพเกี่ยวข้องของแต่ละการสอบถามรวมทั้งสิ้น 20 ภาพ โดยเป็นภาพที่มีขนาดลดลงจากภาพเกี่ยวข้องต้นแบบจำนวน 9 ภาพ ภาพที่มีขนาดเพิ่มขึ้นจากภาพเกี่ยวข้องต้นแบบจำนวน 10 ภาพ และภาพเกี่ยวข้องต้นแบบเดิม 1 ภาพ ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.1 ซึ่งรูปที่ 5.1(ข) เป็นภาพเกี่ยวข้องต้นแบบที่มีภาพสอบถามในรูปที่ 5.1(ก) บรรจุอยู่และมีภาพเกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ย่อและเป็นภาพที่ขยายจากภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบในรูปที่ 5.1(ค) และรูปที่ 5.1(ง) ตามลำดับ

5.1.1 การทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพที่สร้างขึ้น

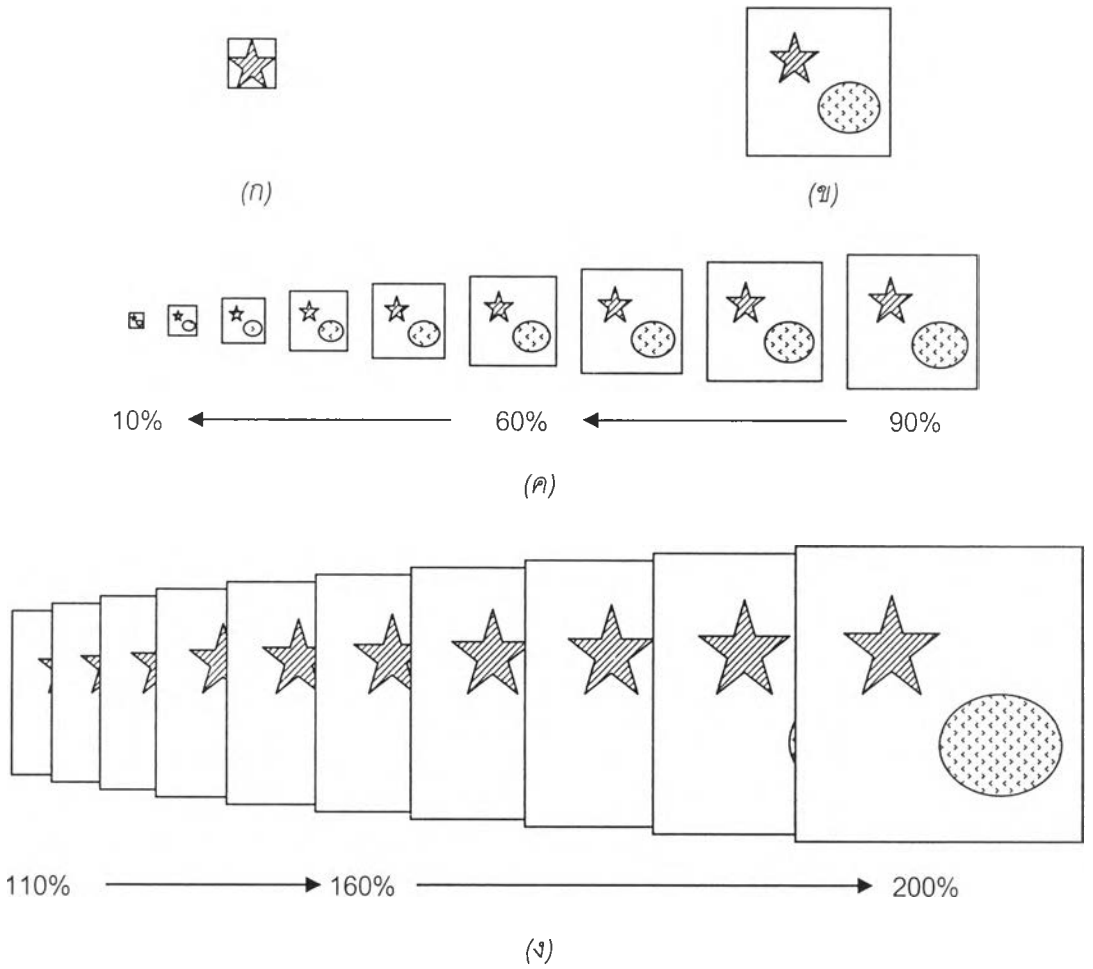
การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีเมื่อภาพที่ทดลองเป็นชุดภาพที่สร้างขึ้นซึ่งลักษณะของบริเวณต่าง ๆ ในภาพจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ โดยได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนตามวิธีการแทนที่สีในการย่อและขยายภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่ คือ 1) วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และ 2) วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear ในแต่ละการทดลองจะทำการค้นคืนภาพด้วยภาพสอบถามจำนวน 54 ภาพจากฐานข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยภาพที่สร้างขึ้นจำนวนทั้งสิ้น 6,993 ภาพ ซึ่งเป็นภาพที่แตกต่างกันจำนวน 5,967 ภาพและภาพที่ได้จากการย่อและขยายจากภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบอยู่จำนวน 1,026 ภาพ (จาก 54 ภาพที่มีภาพที่สอบถามบรรจุอยู่ ซึ่งแต่ละภาพได้ภาพที่ถูกย่อและขยายรวม 19 ภาพ) ซึ่งภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้จะถูกย่อและขยายต่างกันตามวิธีการแทนที่สี กล่าวคือ ในการทดลองที่ใช้การแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood ภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้ทั้งหมด (1,026 ภาพ) จะถูกย่อและขยายด้วยการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และในการทดลองที่ใช้การแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear ภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้ทั้งหมด (1,026 ภาพ) ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยการแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear แทน

ผลการทดลองจากการค้นคืนภาพแสดงโดยใช้กราฟที่แสดงค่า Precision ในแต่ละระดับ Recall และค่าเฉลี่ย Precision ของแต่ละวิธีการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม โดยได้แบ่งผลเป็น 3 ส่วนตามลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจุดภาพ คือ

- ผลการค้นคืนจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ ภาพที่ย่อและภาพที่ขยาย

- ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบและภาพที่ย่อ

- ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยายซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบและภาพที่ขยาย



รูปที่ 5.1 ตัวอย่างภาพสอบถามและชุดภาพที่เกี่ยวข้อง

(ก) ภาพสอบถาม *(ข) ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ*

(ค) ภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการย่อภาพ *(ง) ภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการขยายภาพ*

ผลการทดลองจากภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood

ตัวอย่างผลการทดลองโดยใช้รูปที่ 5.2(ก)และรูปที่ 5.2(ข) สอบถามแสดงในรูปที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ ผลการค้นคืนเฉลี่ยจากทุก ๆ ภาพสอบถาม 54 ภาพแสดงในรูปที่ 5.5 ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้อง (มีค่าน้ำหนักเป็น 4 3 2 และ 1 ตามลำดับความถูกต้อง) และจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุดแสดงในตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้แสดง

เวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพและการค้นคืนภาพของแต่ละวิธีในตารางที่ 5.4 และตารางที่ 5.5 ตามลำดับ

ภาพสอบถาม **ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ**

(ก)

ภาพสอบถาม **ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ**

(ข)

รูปที่ 5.2 ตัวอย่างภาพสอบถามและภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ

จากผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 5.5(ก) พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วในช่วงค่าที่ Recall ที่ต่ำกว่า 0.6 ดัชนีภาพทุกแบบที่นำมาทดลองให้ผลการค้นคืนภาพได้ดีใกล้เคียงกันและมีค่า Precision เข้าใกล้หนึ่ง แต่เมื่อค่า Recall มากกว่า 0.6 จะพบว่าการใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพสามารถค้นคืนภาพได้ถูกต้องมากกว่าการใช้ดัชนีแบบอื่นที่ตำแหน่งค่า Recall เดียวกัน และเมื่อพิจารณาจากผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธี พบว่าการค้นคืนภาพที่ใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพมีค่ามากกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่น

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อพบว่าการค้นคืนภาพที่ใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพมีประสิทธิภาพมากกว่าการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบอื่น โดยเห็นได้จากค่า Precision ในทุกระดับค่า Recall ค่า Precision เฉลี่ยจากรูป 5.5(ข) ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องจากตารางที่ 5.2 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.3 ที่สูงกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่น และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ถูกทำการขยายจากรูปที่ 5.5(ค) พบว่าดัชนีภาพทุกแบบที่นำมาทดลองค้นคืนภาพนั้นได้ค่า Precision เฉลี่ยใกล้เคียงกันในทุกระดับ Recall ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Precision เฉลี่ย ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องและจำนวนการ

สอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธี พบว่าการใช้ดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรมนั้นได้ผลการค้นคืนภาพดีที่สุด ถัดมาคือแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี ออโตคอร์รีโลแกรมและฮิสโทแกรม ตามลำดับ

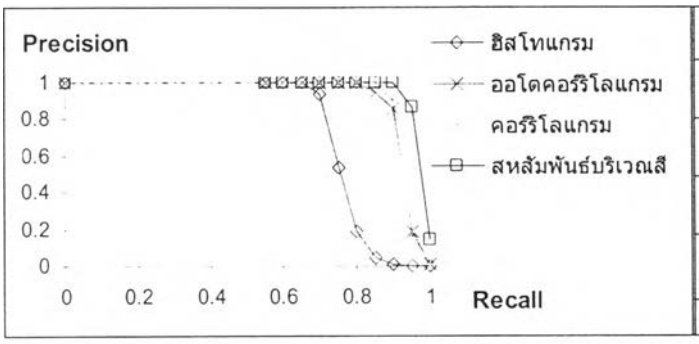
นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพดังตารางที่ 5.4 พบว่าการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลาน้อยกว่าแบบออโตคอร์รีโลแกรมและคอร์รีโลแกรมแต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรม ส่วนเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพดังตารางที่ 5.5 พบว่าการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลาค้นคืนภาพน้อยกว่าแบบคอร์รีโลแกรม แต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรมและใช้เวลาใกล้เคียงกับแบบออโตคอร์รีโลแกรม

ผลการทดลองจากภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Bilinear

ตัวอย่างผลการทดลองของแต่ละการสอบถามแสดงของรูปที่ 5.2(ก) และรูปที่ 5.2(ข) แสดงในรูปที่ 5.6 และ 5.7 ตามลำดับและผลการค้นคืนเฉลี่ยจากทุก ๆ ภาพสอบถาม 54 ภาพ แสดงในรูปที่ 5.8 ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้อง (มีค่าน้ำหนักเป็น 4 3 2 และ 1 ตามลำดับความถูกต้อง) และจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุดแสดงในตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7 ตามลำดับ ส่วนเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพและการค้นคืนภาพในแต่ละวิธีการแสดงไว้ในในตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9 ตามลำดับ

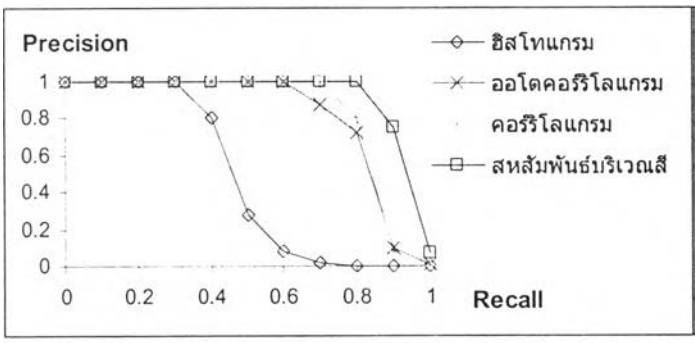
จากผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่ประกอบด้วยภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่ ภาพที่ย่อ และภาพที่ขยาย ดังรูปที่ 5.8(ก) นั้น พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วในช่วงค่าที่ Recall ต่ำกว่า 0.6 ดัชนีภาพทุกแบบที่นำมาทดลองให้ผลการค้นคืนภาพได้ดีใกล้เคียงกันและมีค่า Precision เข้าใกล้หนึ่ง แต่เมื่อค่า Recall มากกว่า 0.6 จะพบว่าการใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพสามารถค้นคืนภาพได้ถูกต้องมากกว่าการใช้ดัชนีแบบอื่นที่ตำแหน่งค่า Recall เดียวกัน นอกจากนี้ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากตารางที่ 5.6 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.7 ก็ยังให้ค่าสูงกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่นด้วย

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพย่อพบว่าการค้นคืนภาพที่ใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพมีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพย่อมากกว่าดัชนีภาพแบบอื่นโดยเห็นได้จากค่า Precision ในทุกระดับค่า Recall และค่า Precision เฉลี่ย ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องจากตารางที่ 5.6 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.7 ที่สูงกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่น และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ขยาย ดังแสดงในรูปที่ 5.8(ค) พบว่าดัชนีภาพทุกแบบที่นำมาทดลองค้นคืนภาพนั้นได้ค่า Precision โดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันในทุก ๆ ระดับ Recall ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Precision เฉลี่ยจากรูปที่ 5.8(ค) และผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากตารางที่ 5.6 พบว่าการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีได้ผลการค้นคืนดีที่สุด ถัดมาคือแบบคอร์รีโลแกรมแบบออโตคอร์รีโลแกรมและแบบฮิสโทแกรม ตามลำดับ



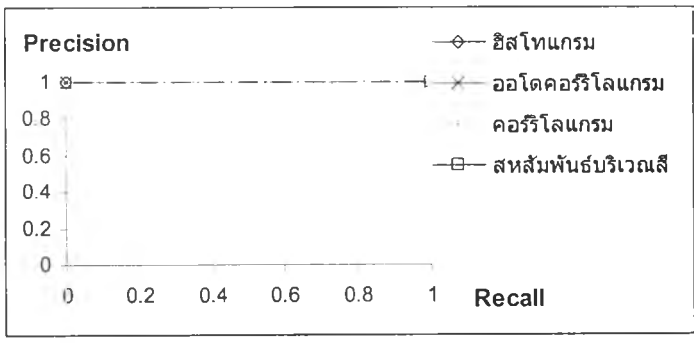
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.74795
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.90484
คอร์รีโลแกรม	0.90786
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.95250

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.47082
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.79157
คอร์รีโลแกรม	0.80775
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.89315

(ข)



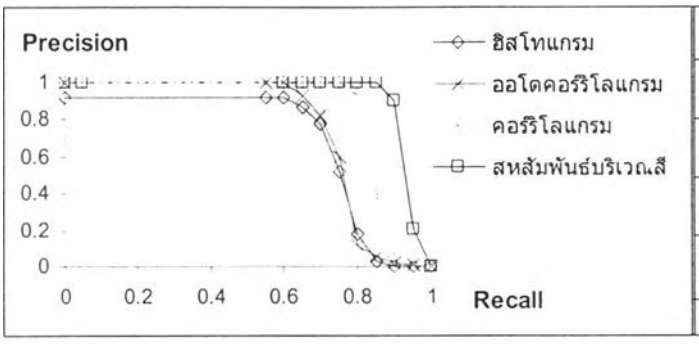
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	1.00000
ออโตคอร์รีโลแกรม	1.00000
คอร์รีโลแกรม	1.00000
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1.00000

(ค)

รูปที่ 5.3 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.2(ก) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

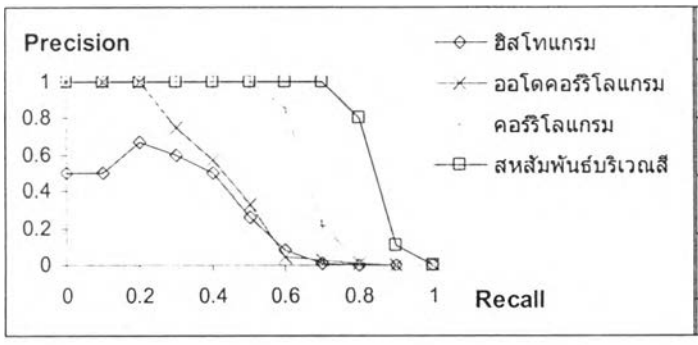
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



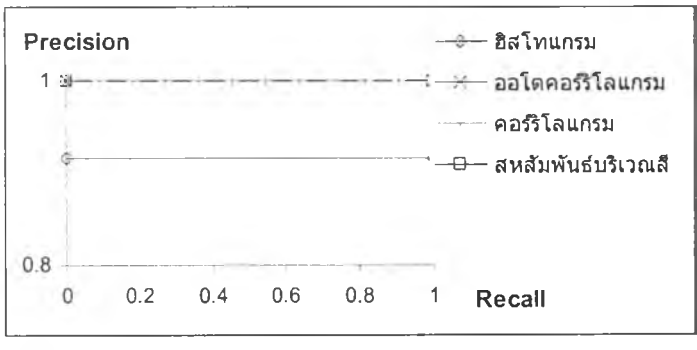
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.68088
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.74036
คอร์รีโลแกรม	0.82850
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.91014

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.28369
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.43059
คอร์รีโลแกรม	0.64546
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.81029

(ข)



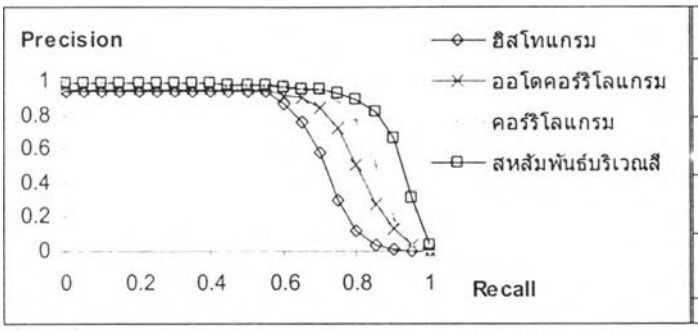
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.91667
ออโตคอร์รีโลแกรม	1.00000
คอร์รีโลแกรม	1.00000
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1.00000

(ค)

รูปที่ 5.4 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.2(ข) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

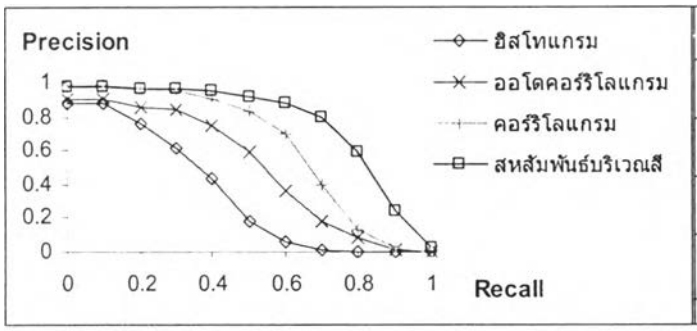
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



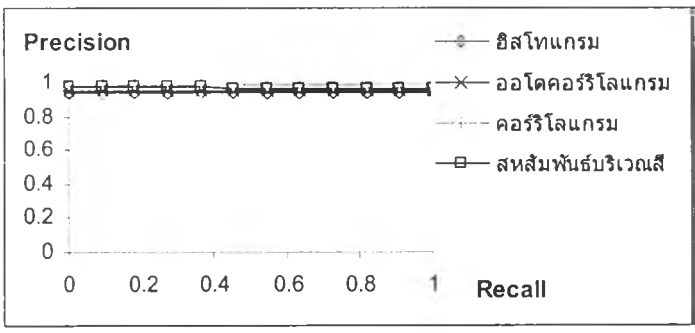
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.66645
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.74958
คอร์รีโลแกรม	0.81319
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.87138

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.34940
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.49888
คอร์รีโลแกรม	0.62498
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.75172

(ข)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.94338
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.95096
คอร์รีโลแกรม	0.98331
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.96959

(ค)

รูปที่ 5.5 ผลการทดลองค้นคืนภาพเฉลี่ยจากทุกภาพสอบถาม (54 ภาพสอบถาม) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย

ตารางที่ 5.2 ผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	ผลรวมของค่าน้ำหนัก			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	62	110	162	206
ภาพย่อ	61	106	165	208
ภาพขยาย	203	208	212	211

ตารางที่ 5.3 จำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุดในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

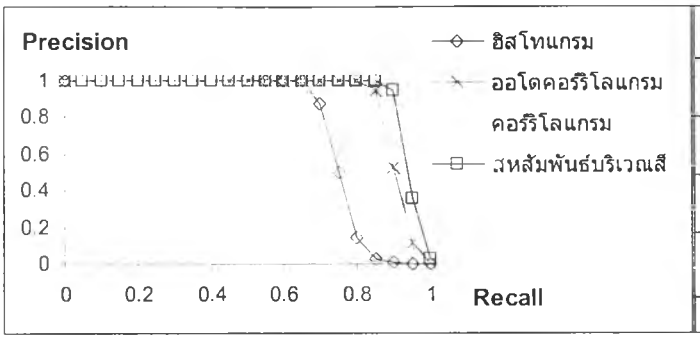
จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	จำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุด			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	0	2	5	47
ภาพย่อ	0	0	6	48
ภาพขยาย	46	48	52	50

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงเวลาในการสร้างดัชนีภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	838.011	3,744.189	5,187.691	1,669.803
เวลาเฉลี่ยต่อภาพ(วินาที)	0.120	0.535	0.742	0.239

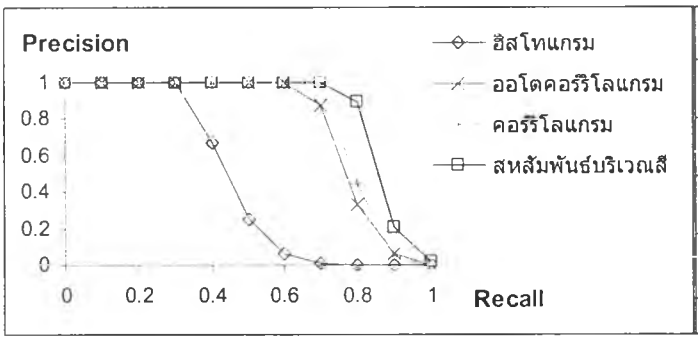
ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	1628.594	2,013.226	3,769.572	2,075.305
เวลาเฉลี่ยต่อ 1 การสอบถามภาพ(วินาที)	30.159	37.282	69.806	38.432



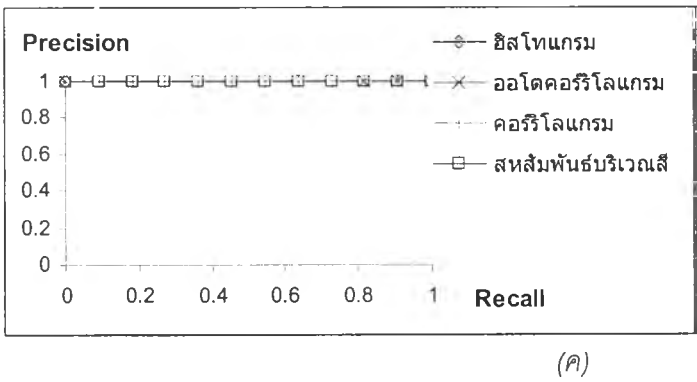
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.45406
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.75194
คอร์รีโลแกรม	0.77183
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.82841

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.45406
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.75194
คอร์รีโลแกรม	0.77183
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.82841

(ข)



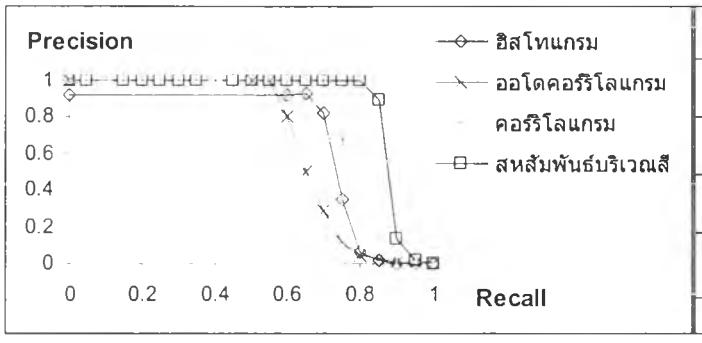
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	1.00000
ออโตคอร์รีโลแกรม	1.00000
คอร์รีโลแกรม	1.00000
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1.00000

(ค)

รูปที่ 5.6 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.2(ก) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

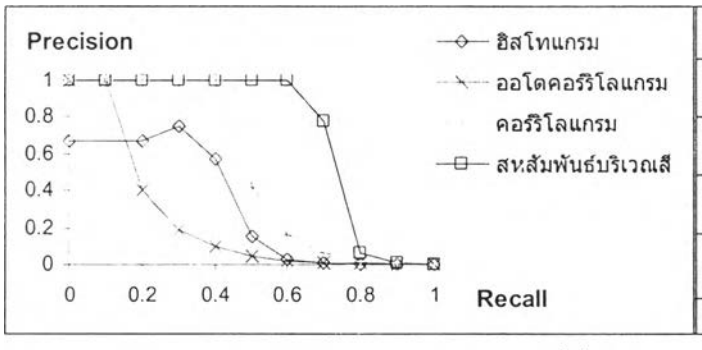
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ง) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



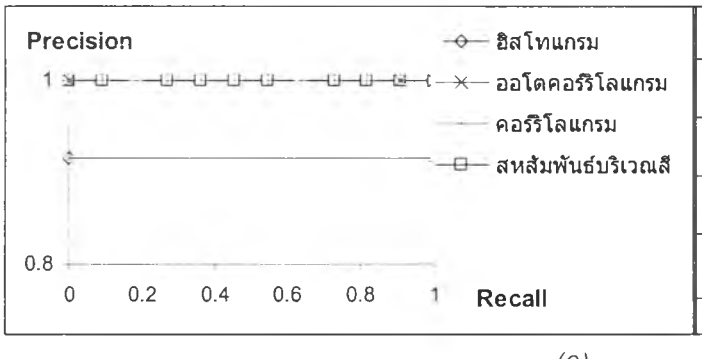
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.67549
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.65697
คอร์รีโลแกรม	0.77173
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.85973

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.31882
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.25192
คอร์รีโลแกรม	0.51464
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.71404

(ข)



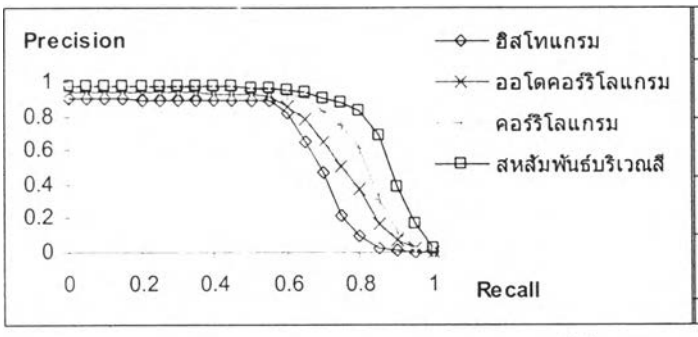
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.91667
ออโตคอร์รีโลแกรม	1.00000
คอร์รีโลแกรม	1.00000
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1.00000

(ค)

รูปที่ 5.7 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.2(ข) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

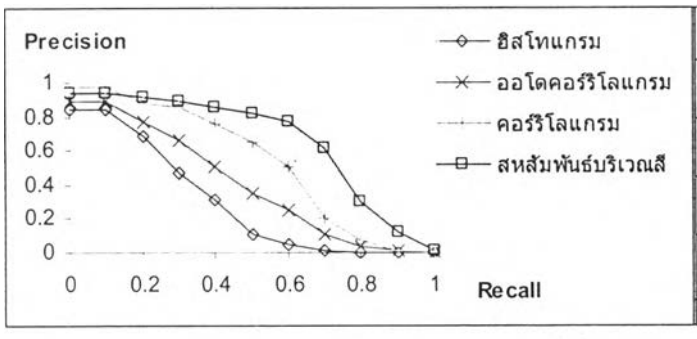
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ง) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



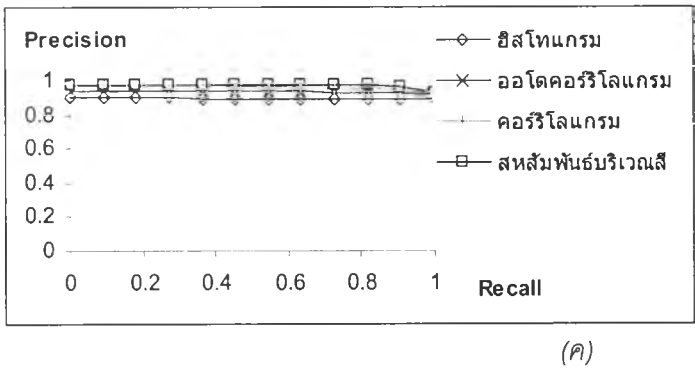
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.62217
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.69861
คอร์รีโลแกรม	0.76540
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.83298

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.30276
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.40764
คอร์รีโลแกรม	0.53457
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.65295

(ข)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.89765
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.93550
คอร์รีโลแกรม	0.96597
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.97417

(ค)

รูปที่ 5.8 ผลการทดลองค้นคืนภาพเฉลี่ยจากทุกภาพสอบถาม (54 ภาพสอบถาม) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ง) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย

ตารางที่ 5.6 ผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Blinear

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	ผลรวมของค่าน้ำหนัก			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	66	111	161	202
ภาพย่อ	71	106	164	199
ภาพขยาย	189	201	207	209

ตารางที่ 5.7 จำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุดในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	จำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุด			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	1	1	6	46
ภาพย่อ	2	0	7	45
ภาพขยาย	41	44	49	47

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงเวลาในการสร้างดัชนีภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	838.011	3,739.439	5,194.988	1,845.258
เวลาเฉลี่ยต่อภาพ(วินาที)	0.120	0.535	0.743	0.264

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพของชุดภาพที่ถูกสร้างขึ้นที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	1,599.374	2,038.883	5,153.965	2,169.166
เวลาเฉลี่ยต่อ 1 การสอบถามภาพ(วินาที)	0.228	0.292	0.737	0.310

นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพดังตารางที่ 5.8 พบว่าการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลาน้อยกว่าแบบออโตคอร์รีโลแกรมและคอร์รีโลแกรมแต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรมและเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพดังตารางที่ 5.9 พบว่าการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้น้อยกว่าแบบคอร์รีโลแกรม แต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรมและใช้เวลาใกล้เคียงกับแบบออโตคอร์รีโลแกรม

วิเคราะห์ผลการทดลองการค้นคืนภาพกับชุดภาพที่สร้างขึ้นที่มีการย่อและขยายขนาดภาพ

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองนี้ ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วนคือ

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพที่ทำการทดลอง
2. การวิเคราะห์ผลจากประสิทธิภาพของวิธีการดัชนีในการค้นคืนภาพ
3. การวิเคราะห์ผลความผิดพลาดที่เกิดจากแทนที่สี
4. การวิเคราะห์ผลจากเวลาที่ใช้

ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพที่สร้างขึ้น

การย่อและขยายภาพด้วยการแทนที่สีทั้งสองแบบกับกลุ่มภาพที่สร้างขึ้นนี้มีผลกระทบต่อการค้นคืนภาพหลายประการ แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดที่ทำให้ดัชนีของภาพเปลี่ยนไปที่เกิดขึ้นในชุดภาพชุดนี้ คือ

● *การผิดเพี้ยนเนื่องจากเส้นแบ่งบริเวณ* เส้นแบ่งบริเวณเป็นเส้นที่พบได้บ่อยในภาพชุดนี้ โดยเส้นแบ่งบริเวณนี้มีลักษณะเป็นเส้นขนาดเล็กที่มีสีแตกต่างจากบริเวณสีที่มีขนาดใหญ่ เส้นแบ่งบริเวณนี้มีหน้าที่แบ่งแยกบริเวณสีทั้งที่เป็นบริเวณสีเดียวกันหรือสีต่างกันออกจากกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.9 โดยส่วนใหญ่เส้นแบ่งบริเวณนี้จะมีความยาวต่อเนื่องกัน ดังในรูป 5.9(ก) หรืออาจจะขาดเป็นช่วง ๆ ก็ได้ ดังในรูปที่ 5.9(ข) ซึ่งหลังจากการแบ่งส่วนภาพ เส้นแบ่งบริเวณนี้จะถูกนับเป็นบริเวณสี โดยจำนวนของบริเวณสีจากเส้นแบ่งบริเวณขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องของเส้นแบ่งบริเวณ กล่าวคือถ้าเส้นแบ่งบริเวณมีความต่อเนื่องที่ทำให้จำนวนจุดภาพมากกว่าจำนวนจุดภาพต่ำสุดที่นับเป็นบริเวณก็จะนับเส้นแบ่งบริเวณส่วนนั้น ๆ เป็นบริเวณได้ แต่ในทางกลับกันถ้าจำนวนจุดภาพน้อยกว่าจำนวนจุดภาพต่ำสุดที่นับเป็นบริเวณก็จะไม่นับเป็นบริเวณสี

สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นกับเส้นแบ่งบริเวณซึ่งมีผลต่อสหสัมพันธ์บริเวณสีเมื่อภาพมีการย่อขนาดคือ เส้นแบ่งบริเวณเกิดความไม่ต่อเนื่องขึ้นจากเดิมที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งเหตุการณ์นี้จะเกิดเนื่องจากการแทนที่สีที่ผิดพลาดโดย

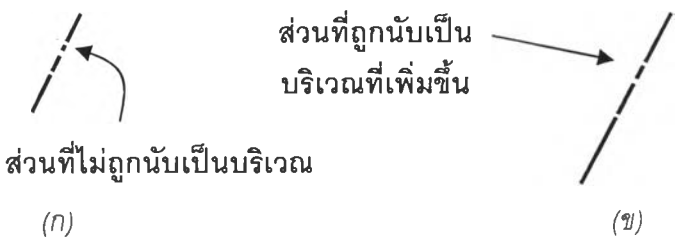
รูปที่ 5.9 ตัวอย่างภาพที่มีเส้นแบ่งบริเวณ

(ก) ภาพที่เส้นแบ่งบริเวณต่อเนื่อง *(ข) ภาพที่เส้นแบ่งบริเวณไม่ต่อเนื่อง*

- การแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood มีการนำสีที่เป็นสีของบริเวณสีมาแทนที่สีในเส้นแบ่งบริเวณ ทำให้บริเวณสีที่เคยแบ่งแยกกันรวมกันเป็นบริเวณเดียวอาจเกิดบริเวณที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องของเส้นแบ่งบริเวณได้ ดังตัวอย่างรูปที่ 5.9(ก) เป็นภาพที่บริเวณถูกแบ่งด้วยเส้นแบ่งบริเวณทำให้บริเวณสีมี 2 บริเวณ แต่เมื่อมีการย่อภาพ ดังรูป 5.9(ข) บริเวณสีทั้งสองด้านของเส้นแบ่งถูกเชื่อมต่อกันทำให้เหลือบริเวณสีเดียวและมีบริเวณสีที่เกิดจากเส้นแบ่งบริเวณมากขึ้น

- การแทนที่สีแบบ Bilinear จะนำสีที่ได้จากการคำนวณจากค่าสีของจุดภาพรอบ ๆ เข้ามาแทนที่สีในเส้นแบ่งบริเวณ ซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนว่าสีที่แทนที่จะทำให้บริเวณต่อเนื่องกันยังคงต่อเนื่องกันหรือไม่และอาจทำให้เส้นแบ่งบริเวณมีจำนวนบริเวณมากขึ้น

สำหรับการขยายภาพ ความผิดพลาดเนื่องจากเส้นแบ่งบริเวณจะมีผลกระทบไม่มากนัก แต่มีผลกระทบที่เกิดบ่อย ๆ คือ บริเวณเล็ก ๆ ที่ไม่ถูกนับเป็นบริเวณในภาพขนาดปกตินั้นถูกนับเป็นบริเวณเมื่อมีการขยายภาพ และพบได้บ่อย ๆ บนเส้นแบ่งบริเวณที่ไม่ต่อเนื่องและเป็นส่วนที่ไม่ถูกนับเป็นบริเวณ ดังตัวอย่างในรูป 5.10(ก) แสดงส่วนที่ไม่ถูกนับเป็นบริเวณในภาพต้นแบบ และเมื่อมีการขยายภาพทำให้เกิดบริเวณเพิ่มขึ้นจากส่วนดังกล่าวในรูปที่ 5.10(ข)



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างภาพที่มีบริเวณเพิ่มขึ้น

(ก) ภาพต้นแบบ *(ข) ภาพที่มีการขยาย*

- *การตัดบางส่วนของภาพ* การตัดบางส่วนของภาพมาเป็นภาพสอบถามอาจทำให้เกิดบริเวณเพิ่มขึ้นจากภาพต้นแบบได้ ดังเช่นในรูปที่ 5.11 จะพบว่าบริเวณสีม่วงในรูปที่ 5.11(ข) มีเพียง 2 บริเวณ

แต่ในรูปที่ 5.11(ก) จะมีบริเวณสีม่วงเพิ่มขึ้นเป็น 3 บริเวณ การเพิ่มของบริเวณสีในลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้ค่าของดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีของภาพสอบถามสูงขึ้นกว่าค่าของดัชนีของภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ ซึ่งผลกระทบดังกล่าวนี้จะทำให้ค่าการอินเตอร์เซกต์ของสหสัมพันธ์บริเวณสีระหว่างภาพสอบถามและภาพเกี่ยวข้องต้นแบบมีค่ามากกว่า 0

นอกจากปัจจัยหลัก ๆ ทั้งสองอย่างข้างต้นที่ได้กล่าวมานี้ ยังมีผลกระทบอื่น ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีโดยใช้บางส่วนของภาพ เช่น การหายไปของบริเวณสีที่มีขนาดเล็กในภาพที่ถูกย่อขนาด เป็นต้น

(ก) *(ข)*

รูปที่ 5.11 รูปตัวอย่างภาพที่สอบถามและภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบ

(ก) ภาพที่ใช้สอบถาม *(ข) ภาพเกี่ยวข้องต้นที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่*

2. ประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพต่างกัน

จากผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยของกลุ่มภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการย่อและขยายชุดภาพที่สร้างขึ้นพบว่าการดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพย่อและขยายมากกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งที่ใช้การแทนสีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และ Bilinear เนื่องจากดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์สีนี้จะคงจำนวนค่าของดัชนีไว้ไม่ว่าภาพจะขยายขึ้นหรือย่อลง ซึ่งทำให้ผลการค้นคืนภาพจากการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีประสิทธิภาพสูงกว่า

สำหรับการค้นคืนภาพที่ภาพเกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ การย่อภาพทำให้จำนวนจุดภาพลดลงซึ่งมีผลทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของรูปร่างและจำนวนของบริเวณสี ดังจะเห็นได้ว่าค่า Precision จะลดต่ำลงและลดต่ำลงอย่างรวดเร็วในช่วงที่ค่า Recall มาก ๆ เนื่องจากการย่อภาพให้มีขนาดเล็กมากๆ ทำให้จุดภาพหายไปมากมีผลให้รูปร่างและจำนวนบริเวณสีมีการผิดเพี้ยนไปมากด้วย อย่างไรก็ตาม การใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีที่พิจารณาความสัมพันธ์จากบริเวณสีก็ยังทนทานต่อการย่อมากกว่าวิธีอื่นที่พิจารณาความสัมพันธ์จากจุดภาพ

สำหรับการค้นคืนภาพที่ภาพเกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย พบว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุดภาพจากการขยายภาพนั้นไม่ส่งผลมากนักกับผลการค้นคืนภาพไม่ว่าจะเป็นการสร้างดัชนีภาพแบบใดรวมถึงดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี ดังจะเห็นได้จากกราฟว่าค่า Precision ที่ได้มีค่าใกล้เคียง 1 ในทุก ๆ ค่า Recall ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีมีความทนทานต่อการขยายของภาพ อย่างไรก็ตาม

จะเห็นได้ว่าผลรวมค่าน้ำหนักและจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดจากการใช้ดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรมมีค่ามากกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี เนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดจากการตัดบริเวณทำให้ในบางการสอบถามดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีค้นคืนภาพได้ผลแย่กว่าการใช้ดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรม

3. **ความผิดพลาดที่เกิดจากแทนที่สี**

จากการศึกษาว่าผลกระทบที่เกิดจากการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood หรือวิธี Bilinear ที่ให้ผลการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีที่ผิดพลาดมากกว่ากันนั้น ไม่สามารถวิเคราะห์จากผลการทดลองข้างต้นได้โดยตรงเนื่องจากการทดลองทั้งสองข้างต้นไม่ได้ทำการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลภาพเดียวกัน ดังนั้นจึงได้หาค่าความผิดพลาดรวมที่เกิดจากย่อหรือขยายภาพของแต่ละการสอบถาม โดยคำนวณได้จากผลรวมที่ได้จากค่าผลต่างของสหสัมพันธ์บริเวณสีของภาพสอบถามกับสหสัมพันธ์บริเวณสีจากการอินเตอร์เซกต์ระหว่างภาพสอบถามกับแต่ละภาพที่เกี่ยวข้องกับภาพสอบถาม แล้วนำค่าความผิดพลาดที่ได้จากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพย่อและขยายด้วยวิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood มาเทียบกับค่าความผิดพลาดที่ได้จากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพย่อและขยายด้วยวิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear ที่ได้จากภาพสอบถามเดียวกัน ซึ่งการย่อและขยายด้วยการแทนที่สีด้วยวิธีใดให้ค่าความผิดพลาดมากกว่าแสดงว่าการแทนที่สีวิธีดังกล่าวมีผลกระทบต่อดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์สีมากกว่า

อย่างไรก็ตามเนื่องจากความผิดพลาดจากการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีผลที่เกิดจากการตัดบางส่วนของภาพมาสอบถามดังได้กล่าวมาแล้วว่าจะทำให้ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยสหสัมพันธ์บริเวณสีของภาพสอบถามกับค่าเฉลี่ยสหสัมพันธ์บริเวณสีจากการอินเตอร์เซกต์ระหว่างภาพสอบถามกับภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบมีค่ามากกว่า 0 ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการตัดบางส่วนของภาพจึงทำการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากการแทนที่สีเฉพาะการสอบถามที่มีค่าผลต่างดังกล่าวเป็น 0 เท่านั้น ซึ่งจากการทดลองในกลุ่มภาพข้างต้นนี้ มี 18 ภาพสอบถาม โดยแสดงจำนวนภาพสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากแต่ละวิธีการแทนที่สี ระหว่างวิธี Bilinear และวิธี Nearest Neighborhood ไว้ในตารางที่ 5.10

จากผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 5.10 พบว่าวิธีการแทนที่สีแบบ Bilinear มีผลกระทบต่อความทนทานของดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์สีมากกว่าการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood โดยเฉพาะการขยายขนาดของภาพที่เห็นได้ว่าไม่มีการสอบถามใดที่มีการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood มีค่าความผิดพลาดมากกว่า ทั้งนี้เพราะวิธีการแทนที่สีแบบ Bilinear มีการแทนที่สีด้วยสีอื่นและเกิดเป็นบริเวณสีบริเวณใหม่ที่เกิดจากสีอื่นที่เพิ่มเข้ามา ทำให้บริเวณสีเดิมมีรูปร่างเปลี่ยนไปและมีจำนวนบริเวณสีในแต่ละอาณาเขตไม่เท่าเดิม มีผลทำให้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีผิดเพี้ยนไป

ตารางที่ 5.10 จำนวนภาพสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดที่เกิดจากแต่ละวิธีการแทนที่สี

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	จำนวนภาพสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากแต่ละวิธีการแทนที่สี (18 ภาพ)		
	Bilinear ผิดพลาดมากกว่า	Nearest Neighborhood ผิดพลาดมากกว่า	ผิดพลาดเท่ากัน
ภาพทั้งหมด (20 ภาพ)	14	4	0
เฉพาะภาพย่อ (9 ภาพ)	12	6	0
เฉพาะภาพขยาย (10 ภาพ)	18	0	0

สำหรับกรณีที่ภาพมีการย่อขนาด พบว่ามี 6 การสอบถามใน 18 การสอบถามที่การแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood ให้ความผิดพลาดมากกว่า เมื่อวิเคราะห์ในแต่ละภาพพบว่าความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากการผิดเพี้ยนเนื่องจากเส้นแบ่งบริเวณดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพที่สร้างขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 5.10 จะเห็นว่าผลจากการแทนที่สีแบบ Bilinear ก็ยังมีผลกระทบที่ทำให้เกิดความผิดพลาดมากกว่า

4. **การวิเคราะห์ผลจากเวลาที่ใช้**

สำหรับเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพจากชุดภาพที่สร้างขึ้นนี้ทั้งจากภาพที่มีแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood และ Bilinear พบว่าการสร้างดัชนีภาพสหสัมพันธ์บริเวณสีสามารถคำนวณได้รวดเร็วกว่าการสร้างดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรมและแบบออโตคอร์ริโลแกรมเนื่องจากการสร้างดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรมและแบบออโตคอร์ริโลแกรมจะต้องคิดจากภาพเดียวกันหลายรอบในหนึ่งภาพเพราะต้องคำนวณค่าจากหลาย ๆ ระยะห่างในขณะที่สหสัมพันธ์บริเวณสีคำนวณค่าเพียงรอบเดียว อีกทั้งจำนวนบริเวณสีที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพจากแต่ละภาพในภาพชุดภาพที่สร้างขึ้นนี้มีจำนวนไม่มากนักทำให้การหาจำนวนความสัมพันธ์ระหว่างบริเวณสีทำได้รวดเร็ว

จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใกล้เคียงกับแบบออโตคอร์ริโลแกรม ทั้ง ๆ ที่ดัชนีภาพแบบออโตคอร์ริโลแกรมมีขนาดเล็กกว่าเพราะการเปรียบเทียบดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีไม่มีการใช้ค่าระยะทางในขณะที่แบบออโตคอร์ริโลแกรมจะต้องเปรียบเทียบดัชนีที่ระยะทางเดียวกันจากหลายระยะทางซึ่งจะต้องเสียเวลาในการตรวจหาระยะทางเดียวกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

5.1.2 การทดลองค้นคืนภาพจากชุดภาพถ่ายทั่วไป

การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีเมื่อภาพที่ทดลองเป็นชุดภาพทั่วไปซึ่งลักษณะของบริเวณต่าง ๆ ในภาพจะมีขนาดค่อนข้างเล็ก โดยได้

แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนตามวิธีการแทนที่สีในการย่อและขยายภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่ คือ 1) วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และ 2) วิธีการแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear เช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 5.1.1 ในแต่ละการทดลองจะทำการค้นคืนภาพด้วยภาพสอบถามจำนวน 56 ภาพจากฐานข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยภาพถ่ายทั่วไปจำนวนทั้งสิ้น 13,145 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยภาพจากซีดี Corel Gallery จำนวน 8,338 ภาพ ภาพจากการถ่ายและการสแกนจำนวน 3,743 ภาพและภาพที่ได้จากการย่อและขยายจากภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็น 1,064 ภาพ (จาก 56 ภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบซึ่งแต่ละภาพได้ภาพที่ถูกย่อและขยายรวม 19 ภาพ) ซึ่งภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้จะถูกย่อและขยายต่างกันตามวิธีการแทนที่สี กล่าวคือ ในการทดลองที่ใช้การแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood ภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้ทั้งหมด (1,064 ภาพ) จะถูกย่อและขยายด้วยการแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และในการทดลองที่ใช้การแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear ภาพที่ได้จากการย่อและขยายนี้ทั้งหมด (1,064 ภาพ) ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นภาพที่ย่อและขยายด้วยการแทนที่สีด้วยวิธี Bilinear แทน

การทดลองนี้ได้แสดงเช่นเดียวกับผลการทดลองในหัวข้อ 5.1.1 โดยใช้กราฟที่แสดงค่า Precision ในแต่ละระดับ Recall และค่าเฉลี่ย Precision ของแต่ละวิธีการค้นคืนภาพจากแต่ละการสอบถาม โดยได้แบ่งผลเป็น 3 ส่วนตามลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจุดภาพ คือ

- ผลการค้นคืนจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ ภาพที่ย่อและภาพที่ขยาย
- ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบและภาพที่ย่อ

ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยายซึ่งประกอบด้วยภาพเกี่ยวข้องต้นแบบและภาพที่ขยาย

ผลการทดลองจากภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood

ตัวอย่างผลการทดลองโดยใช้รูปที่ 5.12(ก)และรูปที่ 5.12(ข) สอบถามแสดงในรูปที่ 5.13 และ 5.14 ตามลำดับและผลการค้นคืนเฉลี่ยจากทุก ๆ ภาพสอบถาม 56 ภาพ แสดงในรูปที่ 5.15 ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้อง (มีค่าน้ำหนักเป็น 4 3 2 และ 1 ตามลำดับความถูกต้อง) และจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุดแสดงในตารางที่ 5.11 และตารางที่ 5.12 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้แสดงเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพและการค้นคืนภาพของแต่ละวิธีในตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 ตามลำดับ

ภาพสอบถาม **ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ**

(ก)

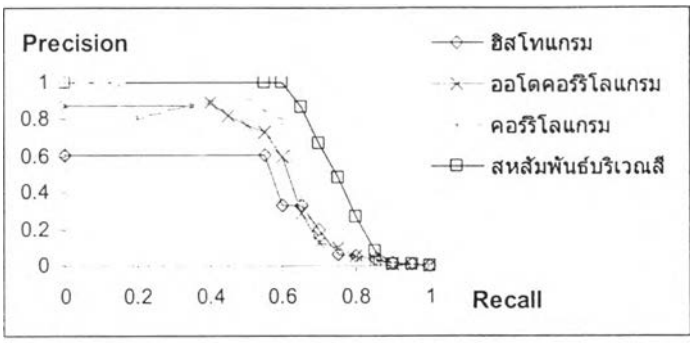
ภาพสอบถาม **ภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ**

(ข)

รูปที่ 5.12 ตัวอย่างภาพสอบถามและภาพที่เกี่ยวข้อง

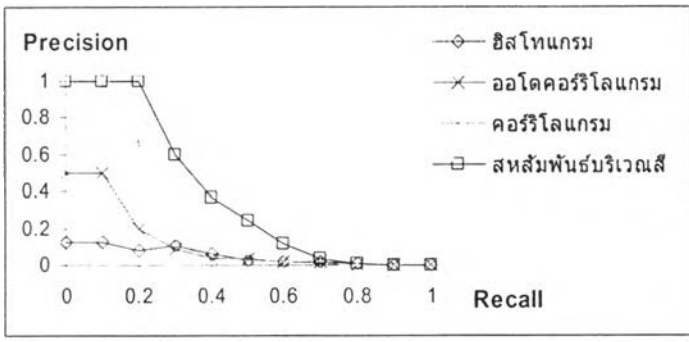
จากผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 5.15(ก) นั้น พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วการในช่วงค่าที่ Recall ที่ต่ำกว่า 0.6 การดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีให้ผลการค้นคืนดีกว่าวิธีอื่นชัดเจนและมีค่า Precision เข้าใกล้หนึ่ง แต่เมื่อค่า Recall มากกว่า 0.6 พบว่าค่า Precision ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว และที่ตำแหน่งค่า Recall เดียวกันมีค่า Precision ที่ได้จากการดัชนีภาพแต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากตารางที่ 5.11 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.12 พบว่าดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีให้ค่าสูงกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่น

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ถูกทำการย่อ พบว่าจากค่า Precision เฉลี่ยในรูปที่ 5.15(ข) ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องจากตารางที่ 5.11 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.12 จากการค้นคืนภาพที่ใช้การดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีค่าน้อยกว่าดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรมเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาจากกราฟในรูป 5.15(ข) พบว่าการดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีค่า Precision ลดลงเรื่อย ๆ เมื่อค่า Recall เพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ถูกทำการขยาย พบว่าดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีนั้นได้ค่า Precision เฉลี่ยและค่า Precision ในทุก ๆ ระดับ Recall ในรูปที่ 5.15(ค) ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องจากตารางที่ 5.11 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.12 สูงกว่าทุกวิธีที่นำมาทดลองเปรียบเทียบ



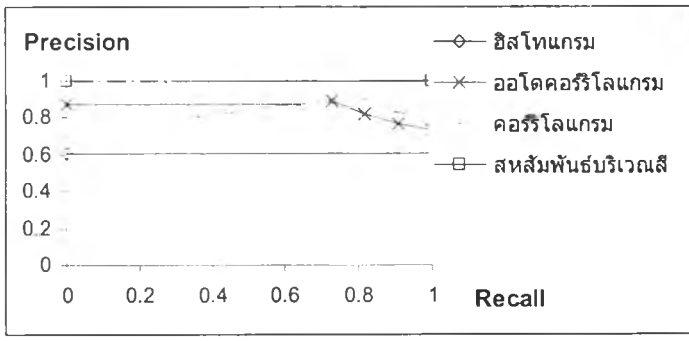
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.39884
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.54424
คอร์รีโลแกรม	0.58834
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.73255

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.05141
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.12763
คอร์รีโลแกรม	0.26182
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.39685

(ข)



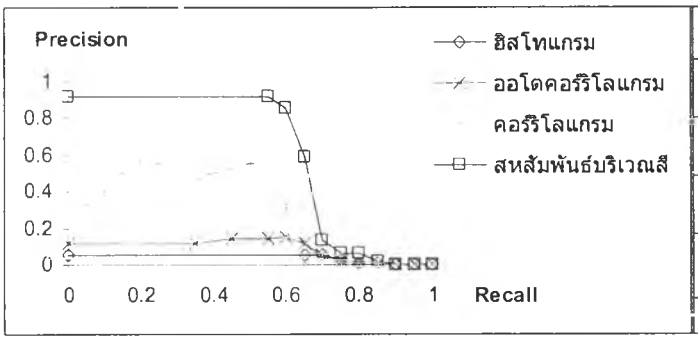
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.61111
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.85080
คอร์รีโลแกรม	0.89778
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1.00000

(ค)

รูปที่ 5.13 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.12(ก) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

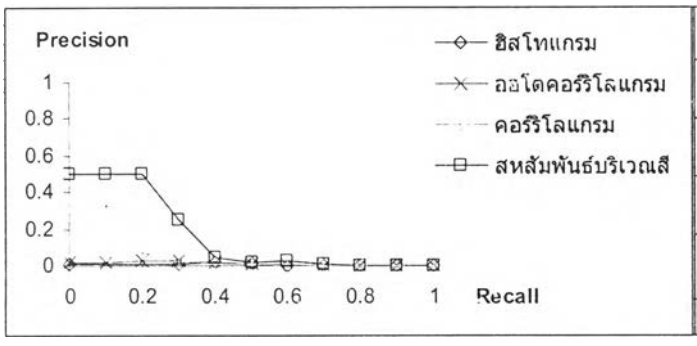
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



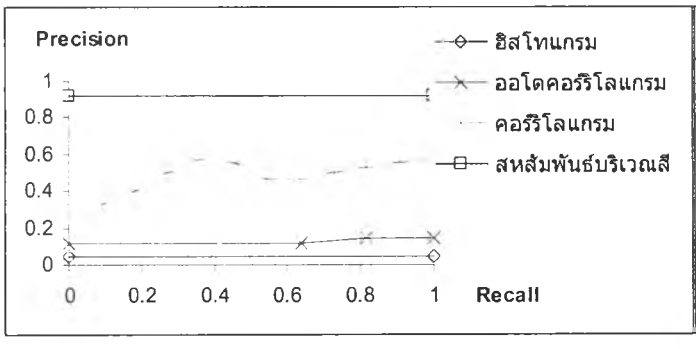
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.04100
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.08806
คอร์รีโลแกรม	0.30036
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.60618

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.00769
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.01154
คอร์รีโลแกรม	0.07255
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.16803

(ข)



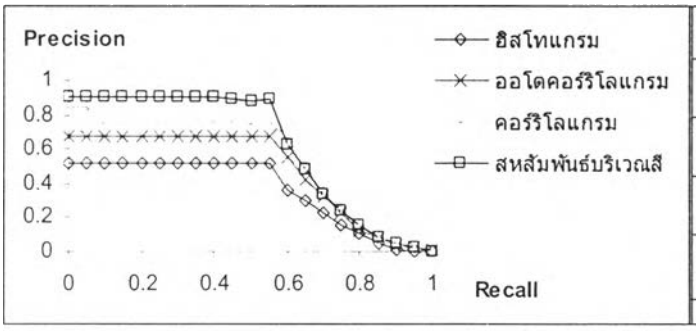
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.04661
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.12405
คอร์รีโลแกรม	0.48215
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.91667

(ค)

รูปที่ 5.14 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.12(ข) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

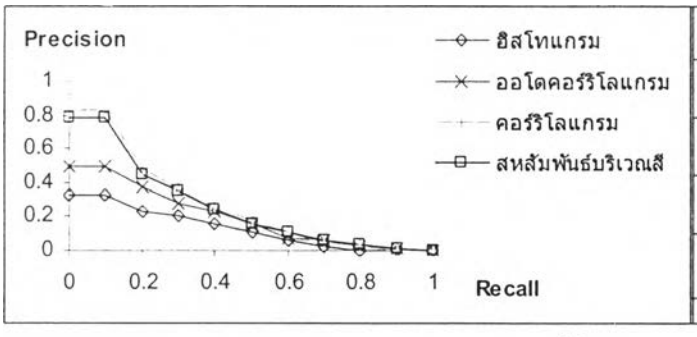
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



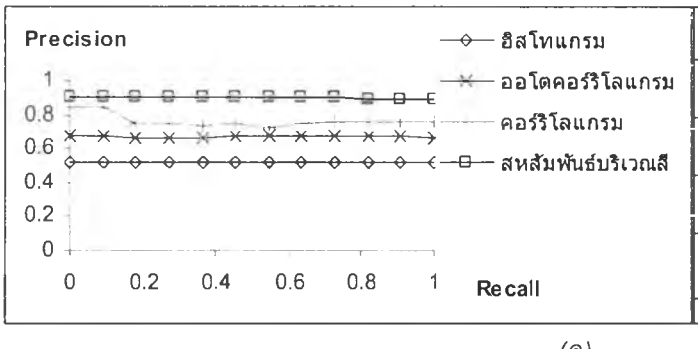
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.35560
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.47069
คอร์รีโลแกรม	0.53662
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.60805

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.13218
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.19851
คอร์รีโลแกรม	0.28471
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.27139

(ข)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.51386
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.66959
คอร์รีโลแกรม	0.76342
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.89661

(ค)

รูปที่ 5.15 ผลการทดลองค้นคืนภาพเฉลี่ยจากทุกภาพสอบถาม (56 ภาพสอบถาม) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย

ตารางที่ 5.11 ผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	ผลรวมของค่าน้ำหนัก			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	65	129	172	194
ภาพย่อ	68	122	192	178
ภาพขยาย	119	162	193	218

ตารางที่ 5.12 จำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุดในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	จำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุด			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	0	8	12	36
ภาพย่อ	0	6	26	24
ภาพขยาย	13	21	28	52

ตารางที่ 5.13 ตารางแสดงเวลาในการสร้างดัชนีภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	2,141.419	11,081.033	15,864.422	29,621.566
เวลาเฉลี่ยต่อภาพ(วินาที)	0.163	0.843	1.207	2.253

ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Nearest Neighborhood

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	3,505.331	4,528.166	21,100.233	4,708.590
เวลาเฉลี่ยต่อ 1 การสอบถามภาพ(วินาที)	0.267	0.344	1.605	0.358

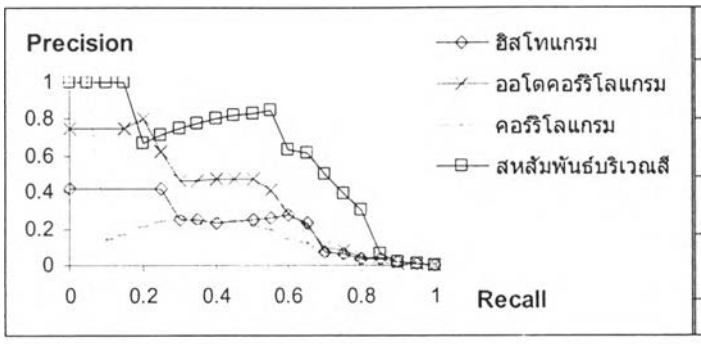
สำหรับเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพดังตารางที่ 5.13 พบว่าการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลามากกว่าการสร้างดัชนีภาพด้วยวิธีอื่นและเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพดังตารางที่ 5.14 พบว่าการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้น้อยกว่าแบบคอร์รีโลแกรม แต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรมและใช้เวลาใกล้เคียงกับแบบออโตคอร์รีโลแกรม

ผลการทดลองจากภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธีแทนที่สีแบบ Bilinear

ตัวอย่างผลการทดลองของแต่ละการสอบถามแสดงของรูปที่ 5.12(ก) และรูปที่ 5.12(ข) แสดงในรูปที่ 5.16 และ 5.17 ตามลำดับและผลการค้นคืนเฉลี่ยจากทุก ๆ ภาพสอบถาม 56 ภาพ แสดงในรูปที่ 5.18 ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้อง (มีค่าน้ำหนักเป็น 4 3 2 และ 1 ตามลำดับความถูกต้อง) และจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุดแสดงในตารางที่ 5.15 และตารางที่ 5.16 ตามลำดับ ส่วนเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพและการค้นคืนภาพในแต่ละวิธีการแสดงไว้ในตารางที่ 5.17 และตารางที่ 5.18 ตามลำดับ

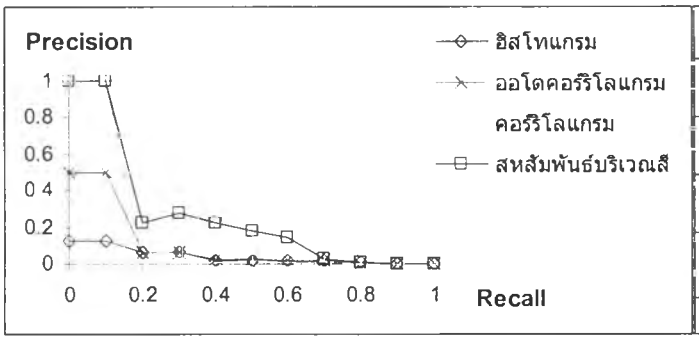
จากผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่ประกอบด้วยภาพที่มีภาพสอบถามบรรจุอยู่ ภาพที่ย่อ และภาพที่ขยาย ดังแสดงในรูปที่ 5.19(ก) นั้น พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วการในช่วงค่าที่ Recall ที่ต่ำกว่า 0.5 การดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีให้ผลการค้นคืนดีกว่าวิธีอื่นชัดเจนและมีค่า Precision เข้าใกล้หนึ่ง แต่เมื่อค่า Recall มากกว่า 0.5 พบว่าค่า Precision ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว และที่ตำแหน่งค่า Recall เดียวกันมีค่า Precision ที่ได้จากการดัชนีภาพแต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากตารางที่ 5.15 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.16 จากการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีก็ยังให้ค่าสูงกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่นด้วย

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพที่ถูกทำการย่อ พบว่าค่า Precision เฉลี่ยในรูปที่ 5.19(ข) และผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในตารางที่ 5.15 จากการค้นคืนภาพที่ใช้การดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีค่าน้อยกว่าดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรมเล็กน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟพบว่าการดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีค่า Precision ลดลงเรื่อย ๆ เมื่อค่า Recall เพิ่มขึ้นแต่ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.16 มากกว่าดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรม และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการค้นคืนภาพโดยเฉลี่ยจากภาพที่เกี่ยวข้องที่เป็นภาพขยายพบว่าดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีนั้นได้ค่า Precision เฉลี่ย และค่า Precision ในระดับ Recall ที่มากกว่า 0.1 ในรูปที่ 5.19(ค) สูงกว่าทุกวิธีที่นำมาทดลองเปรียบเทียบ รวมถึงการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีให้ค่าผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องจากภาพที่เกี่ยวข้องจากตารางที่ 5.15 และจำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละวิธีจากตารางที่ 5.16 สูงกว่าการใช้ดัชนีภาพวิธีอื่น



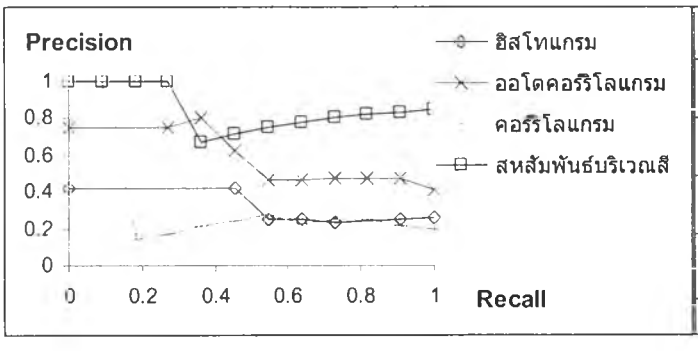
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.22504
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.37957
คอร์รีโลแกรม	0.21847
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.60672

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.22504
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.37957
คอร์รีโลแกรม	0.21847
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.60672

(ข)



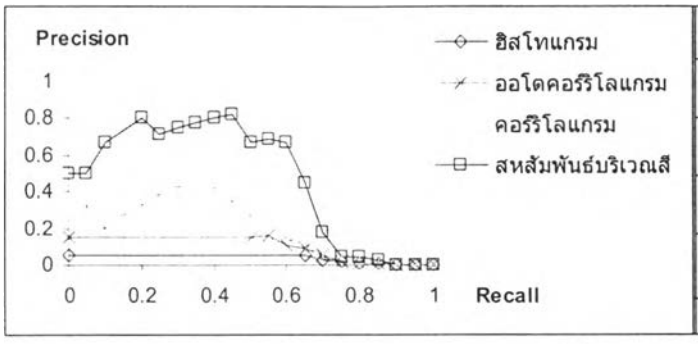
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.33249
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.59842
คอร์รีโลแกรม	0.34784
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.85053

(ค)

รูปที่ 5.16 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.12(ก) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

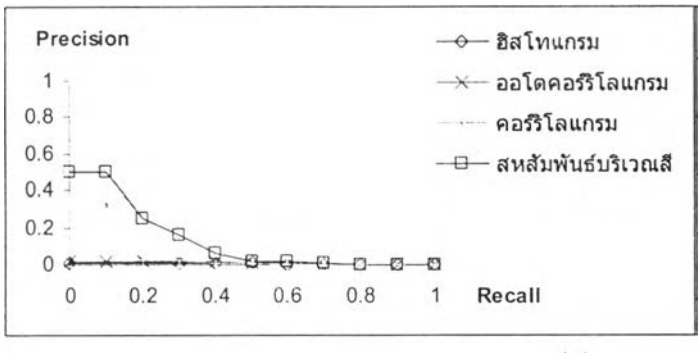
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



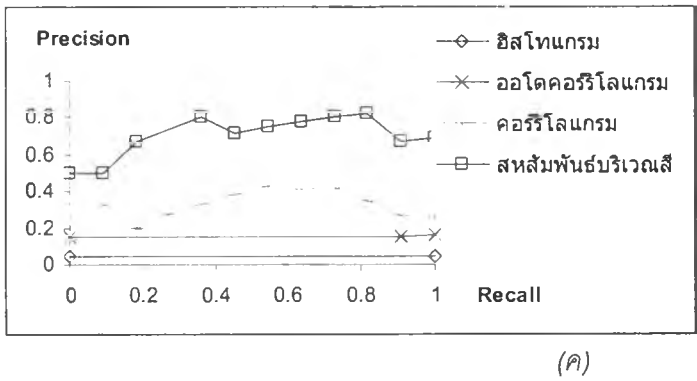
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.04013
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.10323
คอร์รีโลแกรม	0.20659
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.46823

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.00687
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.00996
คอร์รีโลแกรม	0.06822
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.13763

(ข)



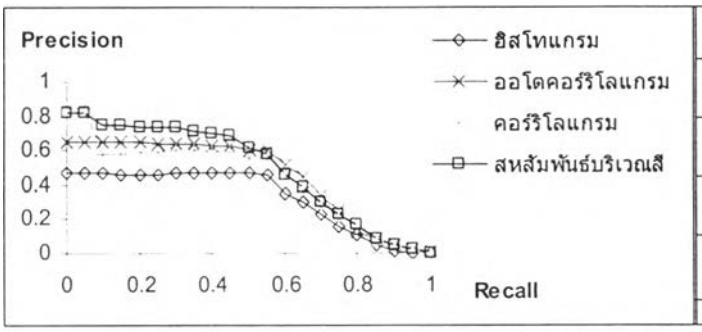
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.04741
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.15651
คอร์รีโลแกรม	0.33309
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.70120

(ค)

รูปที่ 5.17 ผลการทดลองจากภาพสอบถามในรูปที่ 5.12(ข) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

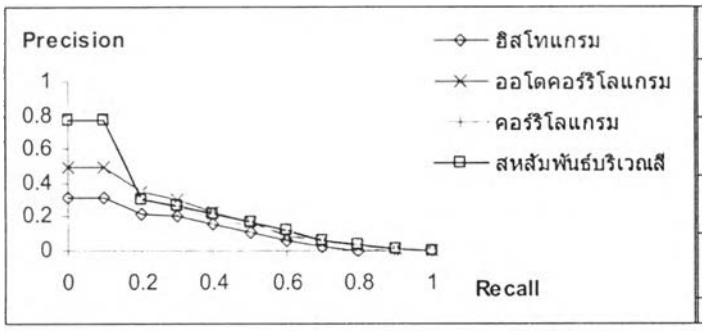
(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย



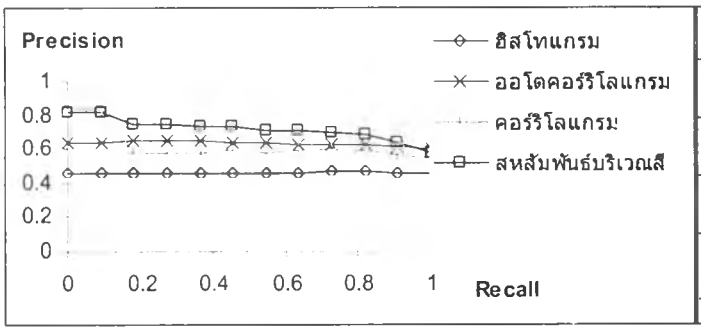
	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.32327
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.45033
คอร์รีโลแกรม	0.43515
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.49280

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.12924
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.20182
คอร์รีโลแกรม	0.24733
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.24684

(ข)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.46075
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.63667
คอร์รีโลแกรม	0.62474
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.71962

(ค)

รูปที่ 5.18 ผลการทดลองค้นคืนภาพเฉลี่ยจากทุกภาพสอบถาม (56 ภาพสอบถาม) กับชุดภาพที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

(ก) ผลการค้นคืนภาพจากภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(ข) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อ (ค) ผลการค้นคืนภาพภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย

ตารางที่ 5.15 ผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	ผลรวมของค่าน้ำหนัก			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	78	160	150	172
ภาพย่อ	68	137	180	175
ภาพขยาย	105	175	167	195

ตารางที่ 5.16 จำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุดในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	จำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุด			
	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
ภาพทั้งหมด	1	17	10	28
ภาพย่อ	0	11	22	23
ภาพขยาย	11	24	17	40

ตารางที่ 5.17 ตารางแสดงเวลาในการสร้างดัชนีภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	2,192.511	11,249.482	15,844.054	26,638.894
เวลาเฉลี่ยต่อภาพ(วินาที)	0.167	0.856	1.205	2.027

ตารางที่ 5.18 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพของชุดภาพถ่ายทั่วไปที่ย่อและขยายด้วยวิธี Bilinear

	ฮิสโทแกรม	ออโตคอร์รีโลแกรม	คอร์รีโลแกรม	สหสัมพันธ์บริเวณสี
เวลาทั้งหมด (วินาที)	3,419.816	4,599.979	21,049.275	4,886.328
เวลาเฉลี่ยต่อ 1 การสอบถามภาพ(วินาที)	0.260	0.350	1.601	0.372

สำหรับเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพดังตารางที่ 5.17 พบว่าการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลามากกว่าการสร้างดัชนีภาพด้วยวิธีอื่นและเวลาที่ใช้ในการค้นคืนภาพดังตารางที่ 5.18 พบว่าการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลาน้อยกว่าแบบออโตคอร์ริโลแกรมและคอร์ริโลแกรมแต่ใช้เวลามากกว่าแบบฮิสโทแกรมเช่นกัน

วิเคราะห์ผลการทดลองการค้นคืนภาพกับชุดภาพถ่ายทั่วไปที่มีการย่อและขยายขนาดภาพ

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองกับชุดภาพถ่ายทั่วไปนี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน เช่นเดียวกันกับที่วิเคราะห์กับชุดภาพที่สร้างขึ้นคือ

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพที่ทำการทดลอง
2. การวิเคราะห์ผลจากประสิทธิภาพของวิธีการดัชนีในการค้นคืนภาพ
3. การวิเคราะห์ผลความผิดพลาดที่เกิดจากแทนที่สี
4. การวิเคราะห์ผลจากเวลาที่ใช้

ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพถ่ายทั่วไป

เนื่องจากลักษณะของบริเวณสีของภาพในชุดภาพนี้จะมีบริเวณขนาดเล็กค่อนข้างมาก ซึ่งเกิดได้จากสัญญาณรบกวน และแสงเงา เป็นต้น ซึ่งบริเวณที่มีขนาดเล็กนี้มี*การเพิ่มขึ้นและลดลงของจำนวนบริเวณอย่างรวดเร็ว*เมื่อภาพมีการเปลี่ยนขนาด กล่าวคือเมื่อมีการย่อขนาดภาพ บริเวณที่มีขนาดเล็กบางส่วนก็จะหายไป และเมื่อมีการขยายภาพ บริเวณขนาดเล็กที่เดิมไม่ถูกนับเป็นบริเวณก็จะใหญ่ขึ้นและสามารถนับเป็นบริเวณได้

สำหรับในการย่อขนาดภาพ พบว่าผลกระทบจากการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood และ Bilinear ไม่ต่างกันมากนัก แม้ว่า Bilinear จะมีการแทนที่สีด้วยสีอื่น แต่เนื่องจากจุดภาพมีขนาดเล็กทำให้เมื่อภาพย่อขนาด จุดภาพส่วนใหญ่จะหายไปมากกว่ามีสีอื่นเข้ามาแทนที่

สำหรับในการขยายภาพ การแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood ไม่มีผลกระทบมากนักต่อจำนวนและรูปร่างของบริเวณสีในภาพ ส่วนการแทนที่สีแบบ Bilinear มีผลกระทบค่อนข้างมากเนื่องจากมีบริเวณสีอื่นเพิ่มเข้ามาและทำให้จำนวนบริเวณในภาพเปลี่ยนแปลงไปเพราะมีบริเวณสีอื่นมาแทนที่ทำให้ดัชนีภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2. ประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพต่างกัน

จากผลการค้นคืนภาพผลโดยเฉลี่ยของกลุ่มภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการย่อและขยายชุดภาพถ่ายทั่วไปพบว่าการดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีโดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพย่อและขยายมากกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งที่ใช้การแทนสีด้วยวิธี Nearest Neighborhood และ Bilinear ซึ่งดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์สีนี้มีความทนทานต่อการขยายมากกว่าวิธีดัชนีภาพแบบอื่นดังจะเห็นได้จากรูปที่ 5.15(ค) และ 5.18(ค) แต่มีความทนทานต่อการย่อของภาพใกล้เคียงกับวิธีดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรมดังจะเห็นได้จากรูปที่ 5.15(ข) และ 5.18(ข)

เมื่อพิจารณาจากผลการค้นคืนภาพที่ภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพขยาย พบว่าการสาเหตุที่ทำให้ดัชนีภาพแบบอื่นมีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพลดลง คือ ผลการค้นคืนภาพจากดัชนีภาพแบบอื่นได้ภาพผลลัพธ์เป็นภาพอื่นที่ไม่ใช่ภาพเกี่ยวข้องมากกว่าการค้นคืนภาพจากดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี กล่าวคือ ดัชนีภาพแบบอื่นจำแนกความแตกต่างระหว่างภาพที่เกี่ยวข้องกับภาพอื่นได้ไม่ดีเท่าดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสี ซึ่งส่งผลให้ได้ค่า Precision ต่ำลง

สำหรับผลการค้นคืนภาพที่ภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพย่อจะเห็นได้ว่าค่า Precision จากวิธีดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ รวมถึงผลรวมค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องในการค้นคืนภาพและจำนวนการสอบถามที่น้อยกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบคอรีริโลแกรม เนื่องจากบริเวณสีที่ได้จากภาพชุดนี้มีบริเวณที่มีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและบริเวณสีอย่างรวดเร็ว ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพที่สร้างขึ้น

3. **ความผิดพลาดที่เกิดจากแทนที่สี**

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อการวิเคราะห์ผลการทดลองของชุดภาพที่สร้างขึ้นว่า ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้โดยตรงกับผลการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีว่าวิธี Nearest Neighborhood หรือ Bilinear ที่มีความผิดพลาดมากกว่ากัน เนื่องจากการทดลองทั้งสองข้างต้นไม่ได้ทำการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลภาพเดียวกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบว่าวิธีการแทนที่สีแบบใดที่มีผลกระทบต่อการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีสหสัมพันธ์บริเวณสีมากกว่าสำหรับชุดภาพถ่ายทั่วไปนี้ ตารางที่ 5.19 จึงถูกสร้างขึ้นเช่นเดียวกันกับตารางที่ 5.10 โดยการทดลองในส่วนนี้มี 43 การสอบถามที่มีค่าผลต่างของสหสัมพันธ์บริเวณสีของภาพสอบถามกับสหสัมพันธ์บริเวณสีจากการอินเตอร์เซกต์ระหว่างภาพสอบถามกับภาพที่เกี่ยวข้องต้นแบบเป็น 0 และแสดงจำนวนภาพสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากแต่ละวิธีการแทนที่สีระหว่างวิธี Bilinear และวิธี Nearest Neighboorhood ไว้ในตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 จำนวนการสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดที่เกิดจากแต่ละวิธีการแทนที่สี

จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่พิจารณา	**จำนวนภาพสอบถามที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากแต่ละวิธีการแทนที่สี (43 ภาพ)**		
	Bilinear **ผิดพลาดมากกว่า**	Nearest Neighborhood **ผิดพลาดมากกว่า**	**ผิดพลาดเท่ากัน**
ภาพทั้งหมด (20 ภาพ)	36	7	0
เฉพาะภาพย่อ (9 ภาพ)	22	21	0
เฉพาะภาพขยาย (10 ภาพ)	42	0	1

จากผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 5.19 พบว่าวิธีการแทนที่สีแบบ Bilinear มีผลกระทบต่อความทนทานของดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์สีมากกว่าการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood โดยเฉพาะการขยายขนาดของภาพจะเห็นว่าไม่มีการสอบถามใดที่การแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood มีค่าความผิดพลาดมากกว่า ทั้งนี้เพราะวิธีการแทนที่สีแบบ Bilinear มีการแทนที่สีด้วยสีอื่นและเกิดเป็นบริเวณสีบริเวณใหม่ที่เกิดจากสีอื่นที่เพิ่มเข้ามา ทำให้บริเวณสีเดิมมีรูปร่างเปลี่ยนไปและมีจำนวนบริเวณสีในแต่ละอาณาเขตไม่เท่าเดิม มีผลทำให้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีผิดเพี้ยนไป

สำหรับในกรณีที่ภาพมีการย่อขนาด พบว่ามีจำนวนการสอบถามที่การแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood มีความพลาดที่มากกว่าการแทนที่สีแบบ Bilinear ใกล้เคียงกับการแทนที่สีแบบ Bilinear มีความพลาดที่มากกว่าการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood กล่าวคือ ผลกระทบจากการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood และการแทนที่สีแบบ Bilinear เมื่อภาพมีการย่อขนาด เกิดความผิดพลาดที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะบริเวณสีของแต่ละภาพในชุดภาพนี้มีบริเวณขนาดเล็กค่อนข้างมาก ซึ่งเมื่อมีการย่อขนาด จุดภาพส่วนใหญ่จะหายไปมากกว่ามีสีอื่นเข้ามาแทนที่ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อปัจจัยที่มีผลกระทบกับชุดภาพถ่ายทั่วไป

4. การวิเคราะห์ผลจากเวลาที่ใช้

สำหรับเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพพบว่าสหสัมพันธ์บริเวณสีจากภาพในชุดภาพถ่ายทั่วไปนี้ทั้งจากภาพที่มีการแทนที่สีแบบ Nearest Neighborhood และ Bilinear ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการดัชนีภาพแบบอื่น เนื่องจากภาพในชุดภาพนี้ประกอบจำนวนบริเวณสีจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้เวลามากในการแบ่งส่วนภาพและหาความสัมพันธ์จากทุก ๆ บริเวณสีที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพ

ส่วนการค้นคืนภาพ พบว่าเวลาที่ใช้ค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีใช้เวลาใกล้เคียงกับออโตคอร์รีโลแกรม ทั้ง ๆ ที่ดัชนีภาพแบบออโตคอร์รีโลแกรมมีขนาดเล็กกว่าเพราะการเปรียบเทียบดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีไม่มีการใช้ค่าระยะทางในขณะที่แบบออโตคอร์รีโลแกรมจะต้องเปรียบเทียบดัชนีที่ระยะทางเดียวกันจากหลายระยะทางซึ่งจะต้องเสียเวลาในการตรวจหาระยะทางเดียวกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

5.1.3 สรุป

จากการทดลองใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีไปใช้ในการค้นคืนภาพที่ใช้ภาพสอบถามเป็นบางส่วนของภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ และมีภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่ได้จากการย่อและขยายภาพเกี่ยวข้องต้นแบบ พบว่าการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีทั้งในชุดภาพที่สร้างขึ้นและชุดภาพถ่ายทั่วไปที่มีการแทนที่สีในการย่อและขยายภาพแบบ Nearest Neighborhood และ Bilinear โดยรวมแล้วมีความทนทานว่าการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบฮิสโทแกรม แบบออโตคอร์รีโลแกรม และแบบคอร์รีโลแกรม และการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีในชุดภาพที่สร้างขึ้นใช้เวลาน้อยกว่าแบบคอร์รีโลแกรมและออโตคอร์รีโลแกรม แต่ในภาพถ่ายทั่วไปนั้นพบว่าจะต้องใช้เวลาในการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมากกว่าทุกวิธี ในการค้นคืนภาพจากทั้งสองชุดภาพนั้นวิธีที่ใช้ดัชนีภาพ

แบบสหสัมพันธ์บริเวณสีจะใช้เวลาใกล้เคียงกับแบบออโตคอร์รีโลแกรมแต่ใช้เวลาน้อยกว่าแบบคอร์รีโลแกรมเป็นดัชนีภาพ

เมื่อพิจารณาเฉพาะชุดภาพที่สร้างขึ้น พบว่าการผิดเพี้ยนของเส้นแบ่งบริเวณและการผิดเพี้ยนจากการตัดภาพ เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบกับดัชนีภาพ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพที่ได้จากการค้นคืนภาพด้วยสหสัมพันธ์บริเวณสีในชุดภาพที่สร้างขึ้นนี้ดีกว่าการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบอื่น ๆ ไม่ว่าจะย่อและขยายภาพโดยแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood หรือ Bilinear ก็ตาม และพบอีกว่าการแทนที่สีแบบ Bilinear ทำให้เกิดความผิดเพี้ยนที่ส่งผลให้เกิดค่าความผิดพลาดจากการเปรียบเทียบดัชนีโดยเฉลี่ยมากกว่าแบบ Nearest Neighborhood

สำหรับชุดภาพถ่ายทั่วไปพบว่ามีบริเวณสีที่มีขนาดเล็กอยู่ในภาพมาก ที่อาจเกิดจากสัญญาณรบกวน และแสงเงาในภาพ เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้การย่อและขยายภาพทำให้เกิดการสูญหายหรือเพิ่มขึ้นของบริเวณสี อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพที่ได้จากการค้นคืนภาพด้วยสหสัมพันธ์บริเวณสีในชุดภาพถ่ายทั่วไปนี้ ภาพย่อจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธีดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรม แต่ภาพขยายมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีอื่นไม่ว่าจะย่อหรือขยายภาพโดยแทนที่สีด้วยวิธี Nearest Neighborhood หรือ Bilinear ก็ตาม และพบอีกว่าสำหรับภาพขยายการแทนที่สีแบบ Bilinear ทำให้เกิดความผิดเพี้ยนมากกว่าแบบ Nearest Neighborhood แต่สำหรับภาพย่อทั้งสองวิธีเกิดความผิดเพี้ยนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

5.2 การค้นคืนภาพโดยใช้ภาพที่ได้จากการถ่ายวัตถุเดียวกันหลายครั้งเป็นภาพที่เกี่ยวข้อง

ในการค้นคืนภาพที่ได้จากฐานข้อมูลภาพ โดยปกติแล้วภาพที่นำมาสอบถามมักจะเป็นภาพที่ได้มาจากการถ่ายคนละครั้งกับภาพในฐานข้อมูล ซึ่งภาพที่ได้จากการถ่ายคนละครั้งดังกล่าวนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าภาพมีการย่อหรือขยายเพิ่มขึ้นเพียงใด นอกจากนี้ยังอาจมีผลกระทบจากปัจจัยภายนอกอื่น ๆ เช่น แสงเงาจากสภาพแวดล้อมและสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์การถ่ายภาพ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อเป็นการทดลองว่าการค้นคืนภาพโดยใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีสามารถนำมาใช้ค้นคืนภาพได้จริง จึงได้ทำการทดลองค้นคืนภาพจากภาพถ่ายวัตถุเดียวกันที่ระยะห่างและมุมมองต่างกัน เป็นจำนวน 33 ชุดการสอบถาม โดยในแต่ละภาพสอบถามจะมีภาพที่เกี่ยวข้องอยู่ 4 – 16 ภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนภาพที่เกี่ยวข้องเป็น 11 ภาพ 1 การสอบถาม และภาพสอบถามเป็นบางส่วนของภาพที่มีวัตถุที่สนใจอยู่ ฐานข้อมูลภาพที่ใช้ในทดลองนี้ประกอบด้วยภาพจำนวนทั้งสิ้น 12,452 ภาพ ซึ่งเป็นภาพจากซีดี Corel Gallery จำนวน 8,338 ภาพ ภาพจากการถ่ายและการสแกนจำนวน 3,743 ภาพ และภาพถ่ายวัตถุที่ถ่ายเองจำนวน 375 ภาพ และเปรียบเทียบผลการทดลองกับวิธีการค้นคืนภาพที่ดัชนีภาพแบบฮิสโทแกรม แบบออโตคอร์รีโลแกรม และแบบคอร์รีโลแกรม

ผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทดลองแสดงในรูปที่ 5.19 และ 5.20 โดยใช้รูปที่ 5.19(ก) และ 5.20(ก) เป็นภาพสอบถาม รูปที่ 5.19(ข) และ 5.20(ข) ประกอบด้วยกราฟแสดงค่า Precision ในแต่ละระดับ Recall และค่า Precision เฉลี่ยของจากผลการค้นคืนภาพที่ได้จากภาพสอบถามในรูปที่ 5.19(ก) และ 5.20(ก) ตามลำดับ และรูปที่ 5.19(ค) และ 5.20(ค) แสดงลำดับที่ของภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากภาพสอบถามโดยค่าในวงเล็บเป็นจำนวนภาพที่ได้ลำดับที่เดียวกัน

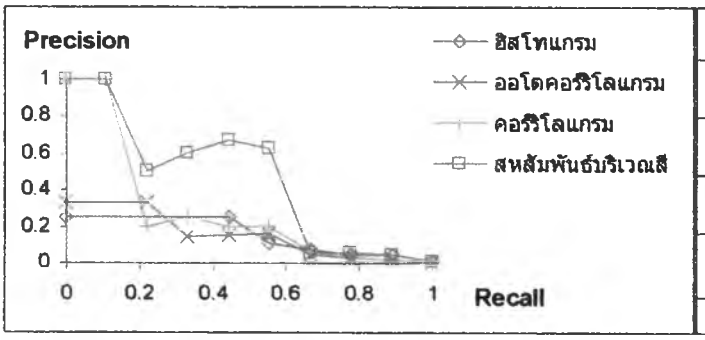
เนื่องจากการค้นคืนภาพในการทดลองนี้ จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องกับภาพสอบถามในแต่ละการสอบถามมีจำนวนไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากทุกการสอบถาม จึงได้คำนวณหาผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องของแต่ละวิธีการดัชนีภาพที่ใช้ในการค้นคืนภาพ (มีค่าน้ำหนักเป็น 4 3 2 และ 1 ตามลำดับความถูกต้อง) และจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุด ดังแสดงในตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.20 ผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องของแต่ละวิธีการดัชนีภาพที่ใช้ในการค้นคืนภาพและจำนวนการสอบถามที่แต่ละวิธีได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุด

	ฮิสโทแกรม	**ออโตคอร์รีโลแกรม**	**คอร์รีโลแกรม**	**สหสัมพันธ์บริเวณสี**
ผลรวมของค่าน้ำหนัก	52	74	108	96
จำนวนการสอบถามที่ได้ค่า Precision เฉลี่ยสูงสุด	2	3	18	10

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.20 พบว่าในการค้นคืนภาพโดยใช้บางส่วนของภาพเป็นภาพสอบถามที่มีภาพที่เกี่ยวข้องมีผลกระทบจากปัจจัยภายนอกอื่น ๆ พบว่า การใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีในการค้นคืนภาพให้ค่าผลรวมของค่าน้ำหนักแสดงความถูกต้องของแต่ละวิธีมีค่าเป็น 96 และมี 10 การสอบถามจาก 33 การสอบถามที่ได้ค่าเฉลี่ย Precision มากสุด ซึ่งค่าทั้งสองเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นแล้วจัดอยู่ในอันดับที่สองรองจากการใช้ดัชนีภาพแบบคอร์รีโลแกรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีนี้มีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพสูงกว่าการใช้วิธีออโตคอร์รีโลแกรมและฮิสโทแกรม แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีคอร์รีโลแกรม

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.15175
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.13925
คอร์รีโลแกรม	0.25805
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.40918

(ข)

	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน
ฮิสโทแกรม	1	43	44	4
ออโตคอร์รีโลแกรม	1	14	21	5
คอร์รีโลแกรม	1	1	10	1
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1	1	4	1

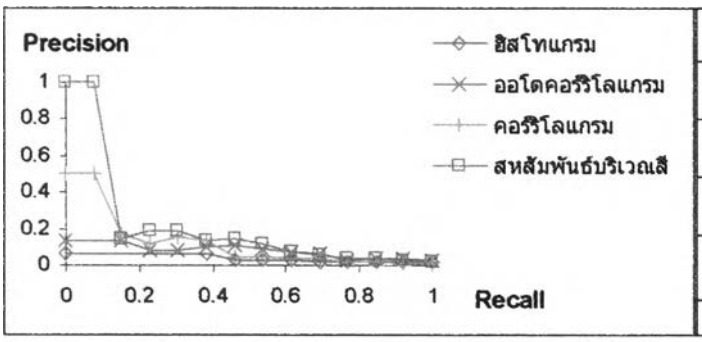
	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน
ฮิสโทแกรม	1	43	1	43
ออโตคอร์รีโลแกรม	1	27	27	1
คอร์รีโลแกรม	12	1	25	1
สหสัมพันธ์บริเวณสี	5	1	6	1

(ค)

รูปที่ 5.19 ผลการทดลองค้นคืนภาพกับที่ถ่ายวัตถุเดียวกันหลายครั้ง(ภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 9 ภาพ)

(ก) ภาพสอบถาม (ข) ประสิทธิภาพของแต่ละวิธี (ค) อันดับที่ของภาพที่เกี่ยวข้อง

(ก)



	Avg.precision
ฮิสโทแกรม	0.03864
ออโตคอร์รีโลแกรม	0.07958
คอร์รีโลแกรม	0.12836
สหสัมพันธ์บริเวณสี	0.22565

(ข)

	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับ	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับ
ฮิสโทแกรม	1	113	1	113
ออโตคอร์รีโลแกรม	1	35	1	35
คอร์รีโลแกรม	1	2	12	1
สหสัมพันธ์บริเวณสี	1	2	14	1

	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน	อันดับที่	จำนวนภาพในอันดับเดียวกัน
ฮิสโทแกรม	1	113	1	113
ออโตคอร์รีโลแกรม	37	1	51	1
คอร์รีโลแกรม	26	1	25	1
สหสัมพันธ์บริเวณสี	16	1	21	1

(ค)

รูปที่ 5.20 ผลการทดลองค้นคืนภาพกับที่ถ่ายวัตถุเดียวกันหลายครั้ง(ภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 13 ภาพ)

(ก) ภาพสอบถาม (ข) ประสิทธิภาพของแต่ละวิธี (ค) อันดับที่ของภาพที่เกี่ยวข้อง

5.3 สรุป

จากการทดลองใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีของภาพในการค้นคืนภาพจากภาพสอบถามที่เป็นบางส่วนของภาพ พบว่าในการค้นคืนภาพเมื่อภาพที่เกี่ยวข้องเป็นภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุดภาพนั้น โดยรวมแล้วการใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการค้นคืนภาพที่ใช้ดัชนีภาพแบบฮิสโทแกรม แบบออโตคอร์ริโลแกรมและแบบคอร์ริโลแกรม ทั้งในชุดภาพที่สร้างขึ้นและชุดภาพถ่ายทั่วไป แสดงให้เห็นว่าสหสัมพันธ์บริเวณสีมีความทนทานต่อการย่อและขยายภาพมากกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบอื่นที่ได้ทำการเปรียบเทียบ นอกจากนี้การใช้ดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสียังใช้เวลาในการค้นคืนภาพเร็วกว่าการใช้ดัชนีภาพแบบคอร์ริโลแกรม และใกล้เคียงกับการใช้ดัชนีภาพแบบออโตคอร์ริโลแกรม สำหรับเวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของบริเวณสีในภาพ กล่าวคือ ถ้าบริเวณสีในภาพมีมากขึ้นก็จะทำให้ใช้เวลาในการสร้างดัชนีภาพมากขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มิผลกระทบกับดัชนีภาพแบบสหสัมพันธ์บริเวณสีมีหลายอย่าง โดยในชุดภาพที่สร้างขึ้นการผิดเพี้ยนของเส้นแบ่งบริเวณและการผิดเพี้ยนจากการตัดภาพเป็นปัจจัยหลัก และในชุดภาพถ่ายทั่วไปพบว่าการที่บริเวณสีที่มีขนาดเล็กเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบ

สำหรับการค้นคืนภาพเมื่อภาพที่เกี่ยวข้องถ่ายจากวัตถุเดียวกันหลายภาพโดยเป็นภาพที่มีผลกระทบจากปัจจัยภายนอก พบว่าการค้นคืนภาพที่ใช้สหสัมพันธ์บริเวณสีเป็นดัชนีภาพนั้นถึงแม้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้คอร์ริโลแกรมเป็นดัชนีภาพ แต่ก็มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้อิสโทแกรมและออโตคอร์ริโลแกรม แสดงให้เห็นว่าสหสัมพันธ์บริเวณสีสามารถนำไปใช้เป็นดัชนีภาพในการค้นคืนภาพถ่ายจริงทั่วไปได้