

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246420

รายงานการวิจัย

ระบบการค้นหารูปภาพด้วยรายละเอียดของภาพ

Content-Based Image Retrieval

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

๒๐๐๒๕๓๒๗๕

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246420

รายงานการวิจัย  
ระบบการค้นหารูปภาพด้วยรายละเอียดของภาพ  
Content-Based Image Retrieval

ดร.เทอดศักดิ์ ลีวหาทอง



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ คุณดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร. มนัส สังวรศิลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพันธ์ ตั้งจิตกุศลมั่น และ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ ในความช่วยเหลือและให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานทางด้านการประมวลผลภาพ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ทั้งสามท่านนี้เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณนักศึกษา สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลอง

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

เทอดศักดิ์ ลีวาทอง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบค้นหารูปภาพด้วยรายละเอียดของภาพ

ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Content-Based Image Retrieval

แหล่งเงิน งบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ประจำปีงบประมาณ 2554 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 300,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 2553 ถึง 30 ก.ย. 2554

ดร. เทอดศักดิ์ ลีหวาทอง

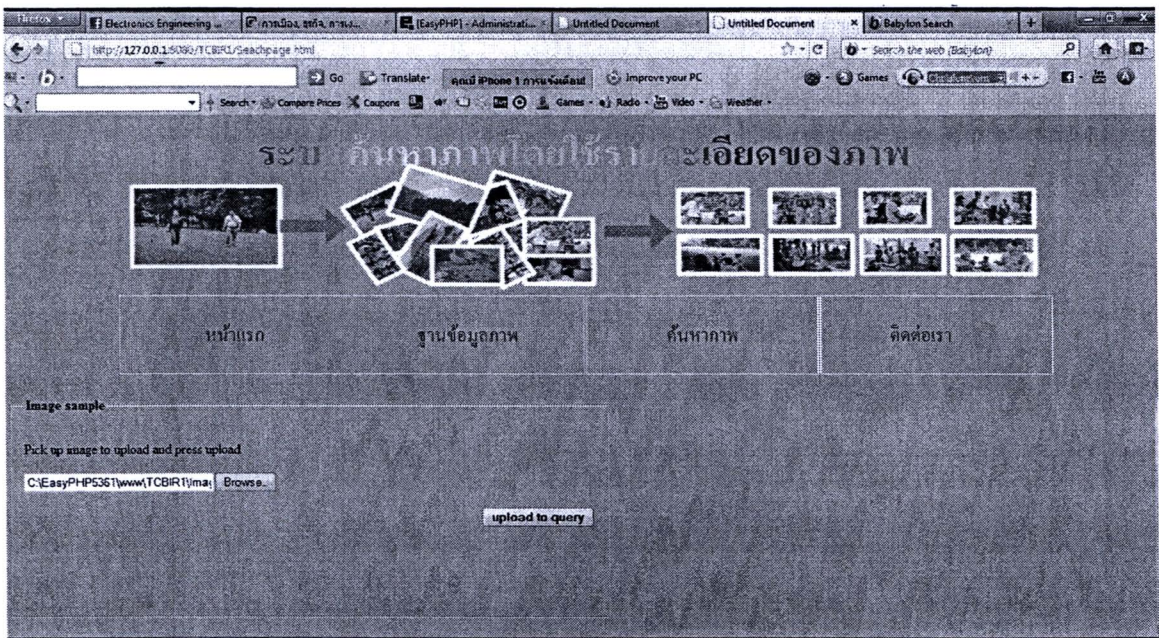
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Email : klthurds@kmitl.ac.th

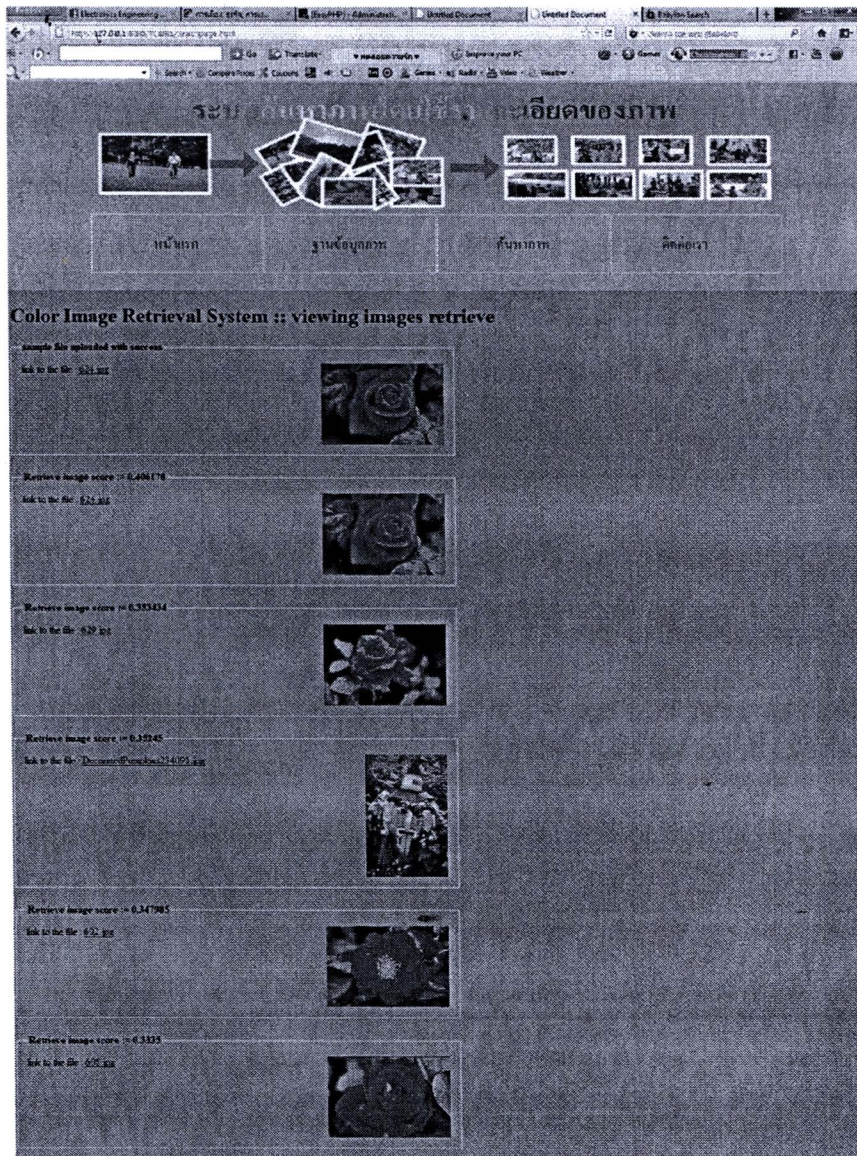
คำสำคัญ (Keywords) ระบบค้นหารูปภาพด้วยรายละเอียดของภาพ, เวกเตอร์ของลักษณะเฉพาะทางสี, Weighted Multidimensional Generalization of Wald-Wolfowitz Runs Test

ปัจจุบันปริมาณภาพดิจิทัลที่เก็บไว้ในอินเทอร์เน็ต มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาวิธีการค้นหาภาพให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว การค้นหาภาพในปัจจุบันใช้ข้อความในการบรรยายความหมายของภาพ และใช้ข้อความในการค้นหาภาพในฐานข้อมูล ปัญหาของการค้นหาภาพด้วยข้อความคือ ปัจจุบันยังไม่มีวิธีที่มีประสิทธิภาพในการบรรยายความหมายของภาพแบบอัตโนมัติ ทำให้ต้องใช้มนุษย์ในการบรรยายแต่ละภาพ แต่เนื่องจากภาพมีจำนวนมากดังนั้นจึงต้องใช้แรงงาน, สิ้นเปลืองเงิน, และเวลาเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้มนุษย์แต่ละคนเมื่อมองภาพเดียวกันมักจะให้ความเห็นไม่ตรงกัน ทำให้ผลลัพธ์ของการค้นหาภาพมีความไม่แน่นอน จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบการค้นหาภาพด้วยรายละเอียดของภาพ (Content-Based Image Retrieval System : CBIRS) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้คือ เริ่มต้นจากผู้ใช้ป้อนภาพที่ต้องการค้นหาให้กับระบบ จากนั้นระบบจะนำภาพดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับภาพที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล และแสดงภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ใกล้เคียงกับภาพที่ผู้ใช้ต้องการค้นหา

Nowadays, the amount of digital images which are available on the World-Wide-Web has been massively increasing. Hence, efficient and flexible image retrieval systems for automatically browsing the entire database have been becoming real demand. The traditional image retrieval systems used text annotations to describe image semantics, and the images in the database were retrieved by their corresponding text annotations. However, since automatically generating text annotations for a wide range of images is not feasible, most text-annotation based image retrieval systems require manual annotation of images. Obviously, manually annotating images is a cumbersome and expensive task for large image databases, and the results are often subjective, context-sensitive, and incomplete. As a result, this research develops a content-based image retrieval system which can divide into three steps: 1) a user inputs a query image, 2) the system searches similar images in the database, and 3) the system browses the similar images.



รูปที่ 1. ผู้ใช้ป้อนภาพที่ต้องการค้นหาให้กับระบบ



รูปที่ 2. แสดงภาพผลลัพธ์ของการค้นหา

## สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ .....	2
รายละเอียดโครงการวิจัย .....	3
บทคัดย่อ .....	4
Abstract .....	5
รูปผลงาน .....	6
สารบัญตาราง.....	10
สารบัญภาพ.....	11
บทที่ 1. บทนำ.....	1 ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
1.1 ปัญหาของระบบคั่นหารูปภาพโดยรายละเอียดของภาพ .....	13
1.1.1 การทำความเข้าใจรายละเอียดของภาพของมนุษย์.....	13
1.1.2 คุณลักษณะและการวัดความเหมือนของภาพ.....	14
1.1.3 ความเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะพื้นฐานของภาพและ.....	15
แนวความคิดขั้นสูง	
1.1.4 ระบบติดต่อผู้ใช้ .....	15
1.1.5 ตัวชี้ในมิติขั้นสูง.....	16
1.1.6 การประเมินประสิทธิภาพและตัวทดสอบมาตรฐาน .....	16
1.2 คุณลักษณะของภาพ.....	17
1.3 การวัดความเหมือน .....	18
1.4 การประเมินประสิทธิภาพ .....	20
1.5 ระบบการคั่นหารูปภาพโดยรายละเอียดของภาพ.....	20
บทที่ 2. ทฤษฎีกราฟ, ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดและ.....	21
ทดสอบรันแบบหลายมิติของ Wald และ Wolfowitz	
2.1 ทฤษฎีกราฟและต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด .....	21
2.2 ทดสอบรันแบบหลายมิติของ Wald และ Wolfowitz .....	24
2.2.1 นิยามของทดสอบรันแบบหลายมิติของ Wald และ Wolfowitz.....	24

2.2.2 การแจกแจงการเรียงสับเปลี่ยนของทดสอบรันแบบหลายมิติ .....	27
ของ Wald และ Wolfowitz	
บทที่ 3. การวัดความเหมือนโดยใช้ทดสอบรันแบบหลายมิติของ .....	30
Wald และ Wolfowitz	
3.1 ปริภูมิ CIE L*a*b* และการวัดความแตกต่างของสี.....	31
3.1.1 ค่า Tristimulus ของ XYZ-CIE .....	32
3.1.2 ปริภูมิ CIE L*a*b* .....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.2 Vector Quantization และการแบ่งคลัสเตอร์แบบ k-Means	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
คั่นหน้า 5	
3.2.1 Vector Quantization, Integral ของ Bennett และ .....	36
ฟังก์ชันความหนาแน่นของจุด	
3.2.2 วิธีการแบ่งคลัสเตอร์แบบ k-Means	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
คั่นหน้า 9	
3.3 นิยามของวิธีทดสอบรันแบบหลายมิติของ Wald และ Wolfowitz .....	41
ที่ขึ้นกับ Centroid	
3.4 นิยามของวิธีทดสอบรันแบบหลายมิติของ Wald และ Wolfowitz .....	43
ที่ขึ้นกับ Centroid แบบมีน้ำหนัก	
บทที่ 4. ระบบค้นหารูปภาพโดยใช้รายละเอียดของภาพ.....	46
4.1 การทำงานของโปรแกรม VqKmeanCalculate .....	47
4.2 การทำงานของโปรแกรม VqRetrieval .....	48
4.3 การทำงานของ Web Page ที่ใช้ในการเก็บภาพลงในฐานข้อมูล.....	49
4.4 การทำงานของ Web Page ที่ใช้ในการค้นหาภาพในฐานข้อมูล .....	50
บทที่ 5. ผลการทดลอง .....	53
5.1 ขั้นตอนการทดลอง .....	54
5.2 ผลการทดลอง .....	56
บทที่ 6. สรุปผลและวิจารณ์.....	61
บทที่ 7. โปรแกรม.....	62
7.1 โปรแกรม VqKmeanCalculate.....	62

7.1.1 VQ_KmeanKDTree.h .....	62
7.1.2 VQ_KmeanKDTree.cpp .....	63
7.1.3 kmeanCluster.h .....	68
7.1.4 kmeanCluster.cpp .....	68
7.2 โปรแกรม VqRetrieval.....	70
7.2.1 yamlWriteRead.h.....	70
7.2.2 yamlWriteRead.cpp .....	71
7.2.3 VqRetrieval.cpp .....	71
7.3 โปรแกรม Web Page สำหรับเก็บภาพลงในฐานข้อมูลภาพ .....	77
7.3.1 DBCommand.php .....	77
7.3.2 Php.php.....	82
7.4 โปรแกรม Web Page สำหรับค้นหาภาพในฐานข้อมูล.....	89
7.4.1 SearchInner.php.....	89
7.4.2 Retrieval.php.....	91
เอกสารอ้างอิง .....	96

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1. รายชื่อกลุ่มของรูปภาพที่ใช้ในการทดลอง.....	53
ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยของ Pr สำหรับวิธีทดสอบรันแบบหลายมิติ ..... ของ Wald และ Wolfowitz ที่ขึ้นกับ Centroid	56
ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ยของ Pr สำหรับวิธีทดสอบรันแบบหลายมิติ ..... ของ Wald และ Wolfowitz ที่ขึ้นกับ Centroid แบบมีน้ำหนัก	58

## สารบัญภาพ

รูปที่ 1. ผู้ใช้ป้อนภาพที่ต้องการค้นหาให้กับระบบ .....	6
รูปที่ 2. แสดงภาพผลลัพธ์ของการค้นหา .....	6
รูปที่ 3. แผนผังของระบบค้นหารูปภาพโดยรายละเอียดของภาพ.....	20
รูปที่ 4. ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด.....	22
ที่นิยามโดย Prim	
รูปที่ 5. ตัวอย่างการสร้างต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด โดยใช้วิธีของ Prim.....	23
รูปที่ 6. ตัวอย่างของทดสอบรันแบบ 2 มิติของ Wald และ Wolfowitz.....	25
รูปที่ 7. ตัวอย่างการทดสอบรันของ Wald และ Wolfowitz.....	26
ที่เงื่อนไขแตกต่างกัน	
รูปที่ 8. การทดลองหาค่า $\Pr[R = k]$ .....	28
รูปที่ 9. กราฟ CIE XYZ $2^\circ$ และ $10^\circ$ .....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
รูปที่ 10. ปริภูมิ CIE $L^*a^*b^*$ .....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
รูปที่ 11. ตัวอย่างของต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดของ $\{a_1, \dots, a_8, b_1, \dots, b_8\}$ .....	42
รูปที่ 12. ตัวอย่างทดสอบรันในบริเวณ $S_{a_3} \cup S_{a_4} \cup S_{b_1} \cup S_{b_2}$ .....	44
รูปที่ 13. ระบบค้นหารูปภาพโดยรายละเอียดของภาพ.....	46
รูปที่ 14. Flowchart การทำงานของโปรแกรม VqKmeanCalculate .....	47
รูปที่ 15. Flowchart การทำงานของโปรแกรม VqRetrieval.....	49
รูปที่ 16. Web page สำหรับเก็บภาพลงในฐานข้อมูล.....	50
รูปที่ 17. Web page สำหรับป้อนภาพที่ต้องการค้นหา .....	51
รูปที่ 18. Web Page สำหรับแสดงภาพผลลัพธ์ของการค้นหา .....	52
รูปที่ 19. ตัวอย่างของรูปที่ใช้ในการทดลอง .....	53
รูปที่ 20. ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นหาของรูปในกลุ่ม Interior Design.....	54
รูปที่ 21. ตัวอย่างผลลัพธ์ของการค้นหาของรูปในกลุ่ม Autumn.....	55
รูปที่ 22. กราฟค่าเฉลี่ยของ Pr สำหรับวิธีทดสอบรันแบบไม่คั่นหน้า.....	57
รูปที่ 23. กราฟค่าเฉลี่ยของ Pr สำหรับวิธีทดสอบรันแบบมีคั่นหน้า .....	59

รูปที่ 24. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Pr ของทดสอบรันแบบคิคน้ำหนัก..... 60  
และไม่คิคน้ำหนัก