

การค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพ

สุวรรณี เจียรสุวรรณ และ ณฐพล พันธุ์วงศ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: j_suwannee@hotmail.com, natapon@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้การค้นคืนสารสนเทศเพื่อจัดทำรายงานหรือเอกสารต่าง ๆ นั้นทำได้ง่าย ซึ่งผู้ใช้ส่วนใหญ่นิยมค้นหาโดยใช้ search engine เช่น www.google.com ในการค้นหาข้อมูลที่เป็นตัวอักษรและรูปภาพ สำหรับการค้นหาข้อมูลที่เป็นรูปภาพนั้นผู้ใช้จะป้อนคำศัพท์ที่มีความหมายสอดคล้องกับรูปภาพที่ต้องการค้นหา แต่หากผู้ใช้ไม่รู้จำคำศัพท์หรือใช้คำศัพท์ที่ไม่สอดคล้องกับรูปภาพที่ต้องการค้นหาผลลัพธ์ซึ่งเป็นรูปภาพก็จะแสดงออกมาไม่ตรงกับรูปภาพที่ผู้ใช้ต้องการ จึงทำให้เกิดปัญหาของการค้นคืนรูปภาพด้วยการใช้คำศัพท์ ดังนั้นจึงมีนักวิจัยที่ได้พยายามแก้ไขปัญหานี้โดยใช้วิธีการนำเขารูปภาพต้นฉบับแทนการป้อนคำศัพท์ จึงทำให้วิธีการนี้สามารถแก้ปัญหาการค้นหารูปภาพได้ แต่ก็ยังเป็นเพียงการแก้ไขปัญหาลำดับหนึ่งเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งยังเกิดปัญหาสำหรับผู้ใช้ที่ไม่มีรูปภาพต้นฉบับที่จะนำเข้าไปค้นหารูปภาพที่ต้องการ ทำให้นักวิจัยได้พยายามแก้ไขปัญหานี้ที่เกิดขึ้นด้วยการใช้วิธีการวาดภาพเป็นการนำเขารูปภาพแทนการค้นคืนโดยใช้รูปภาพต้นฉบับซึ่งเรียกว่าการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพ บทความนี้จะได้รวบรวมบทความวิจัยที่นักวิจัยทั่วโลกได้ทำวิจัยมาแล้วในหัวข้อการค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพโดยได้อธิบายรูปแบบการค้นคืนด้วยรูปแบบต่าง ๆ การอภิปรายข้อดีและข้อเสีย และวิเคราะห์แนวทางในการวิจัย การค้นคืนรูปภาพ โดยการวาดภาพที่เห็นว่าผู้ที่สนใจพัฒนางานวิจัยทางด้านนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำสำคัญ – การค้นคืนรูปภาพ; ส่วนติดต่อกับผู้ใช้จากภาพวาด; คุณลักษณะที่สำคัญจากภาพวาด

Abstract

Recently, the information retrieval is getting much simpler. Search engines such as www.Google.com are usually used for searching any text and image data by the input (some words) which related to the meaning of needed data. However, if the input is not appropriated, the result might show the data that is not required. This is the image retrieval problem that many researchers are trying to solve. One solution is to use the original image as an input instead of text. Via this, it still has a problem for users who do not have the original image for searching. Another solution by using an image sketch, an interesting approach called sketch-based image retrieval is proposed. This paper is written based on the reviewing of the sketch-based image retrieval researches around the world, which describes types of sketch-based image retrieval, advantages, disadvantages, and sketch-based image retrieval research trend analysis.

Keywords – image retrieval; sketch-based interface; sketched-image feature extraction

1. บทนำ

การค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพ หรือมีคำศัพท์ที่นิยมเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า Sketch Base Image Retrieval (SBIR) ซึ่งเป็นรูปแบบของการค้นคืนรูปภาพ โดยผู้ใช้จะวาดภาพลงบนจอภาพหรืออุปกรณ์เพื่อค้นหารูปภาพที่ต้องการ ในฐานะข้อมูลงานวิจัยทางด้านการค้นคืนรูปภาพ โดยใช้การวาดภาพยังมีจำนวนไม่มากนัก ซึ่งก่อนหน้านี้ประมาณปี พ.ศ. 2533 ได้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการค้นคืนรูปภาพที่เรียกว่า Content Base Image Retrieval (CBIR) ซึ่ง CBIR เป็นเทคนิคที่ใช้ visual contents ในการค้นหารูปภาพจากฐานข้อมูลรูปภาพขนาดใหญ่ตามความสนใจของผู้ใช้และ CBIR ยังเป็น การค้นคืนรูปภาพ ที่มีรูปแบบการค้นคืนที่หลากหลาย เช่น การค้นคืนรูปภาพโดยใช้ตัวอักษร การค้นคืนรูปภาพโดยใช้รูปภาพ การค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพ เป็นต้น การค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาด (SBIR) จึงเป็นการค้นคืนรูปแบบหนึ่ง ที่ถูกพัฒนาภายใต้หัวข้อของ CBIR โดย SBIR นั้นจะเป็นการค้นคืนรูปภาพที่ใช้การวาดภาพเป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลจากอุปกรณ์วาดภาพ หรือวาดภาพบนจอภาพแบบสัมผัส ซึ่งในปัจจุบันผู้ใช้ส่วนใหญ่นิยมทำงานบนเทคโนโลยีจอภาพแบบสัมผัสเพิ่มขึ้น ดังนั้นงานวิจัยด้านการค้นคืนรูปภาพ โดยการใช้การวาดภาพที่พบในปัจจุบันนั้นจึงเป็นงานวิจัยการค้นคืนรูปภาพที่ใช้งานบนจอภาพแบบสัมผัส และพัฒนาบนฐานข้อมูลรูปภาพขนาดใหญ่

งานวิจัยในปัจจุบันนั้นเป็นการพัฒนาแนวคิด การเปรียบเทียบคุณลักษณะ ของภาพวาดจากผู้ใช้กับ รูปภาพในฐานข้อมูล ซึ่งคุณลักษณะที่มีกนิยมนั้น ได้แก่ รูปทรง (shape) สี (color) พื้นผิว (texture) และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (spatial relationship) เป็นต้น ซึ่งการพิจารณาคุณลักษณะของรูปภาพนั้น มีทั้งแบบคุณลักษณะโดยรวม (Global features) และแบบคุณลักษณะเฉพาะที่ (local features)

แบบคุณลักษณะโดยรวม เป็นการที่คุณลักษณะที่นำมาพิจารณาองค์ประกอบของ ภาพทั้งหมดโดยเอามาเปรียบเทียบกับกัน ซึ่งเหมาะสำหรับภาพที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังของภาพกับวัตถุที่อยู่ในภาพนั้นชัดเจน จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นคืนรูปภาพโดยใช้วิธีการวาด ได้มีงานวิจัยที่กล่าวถึงการพัฒนาคุณลักษณะของพื้นที่ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่ดีและมีผลต่อคุณลักษณะโดยรวมด้วย [1]

แบบคุณลักษณะเฉพาะที่ เป็นแบบแผนของรูปภาพที่มีลักษณะแตกต่างกันของ พื้นที่ใกล้เคียงกันโดยมักจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติของรูปภาพหรือคุณสมบัติหลายๆอย่าง ในเวลาเดียวกัน และไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่ที่แน่นอนในการเปลี่ยนแปลง

บทความนี้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และค้นคว้า จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นคืนรูปภาพ โดยใช้การวาดภาพซึ่งได้อธิบายโดยแบ่งเป็นรูปแบบการค้นคืนรูปแบบต่างๆ โดยในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงการค้นคืนโดยการเทียบความเหมือนโดยรวมของภาพ หัวข้อที่ 3 กล่าวถึง การ ค้น คิน โดย การ พิจารณา องค์ประกอบทางรูปทรงของภาพ หัวข้อที่ 4 กล่าวถึงการค้นคืน โดยพิจารณาค่าแห่งจุดมุมของภาพ หัวข้อที่ 5 กล่าวถึง แนวทางในการวิจัย และการพัฒนาการค้นคืนรูปภาพ โดยใช้การวาดภาพและหัวข้อที่ 6 กล่าวถึงบทสรุป ตามลำดับ

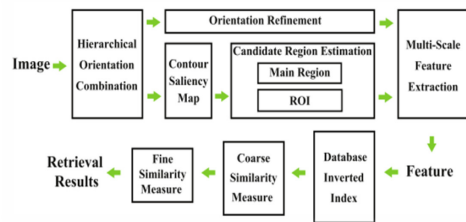
2. การค้นคืนโดยการเทียบความเหมือนของภาพ

การค้นคืนโดยการเทียบความเหมือนของภาพนั้นเป็นการเทียบความตรงกัน ของคุณลักษณะที่สำคัญของภาพที่ผู้ใช้วาดกับภาพที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยคุณลักษณะที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นเป็นหัวข้อที่นักวิจัยทั่วโลกได้ทำการศึกษา ในปัจจุบันคุณลักษณะ



รูปที่ 1. ตัวอย่างสร้างแผนผังแบบต้นไม้ Region Tree [2]

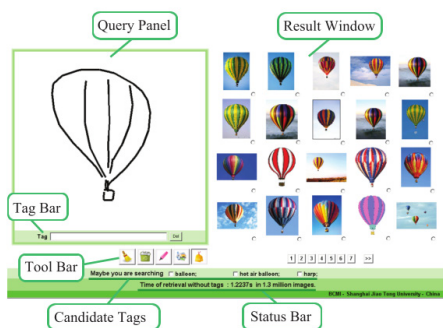
ที่ได้มีการศึกษาและเผยแพร่ที่มีอยู่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น เกรเดียนท์ (Gradient) โดยเกรเดียนท์คือทิศทางของเส้นขอบซึ่งคำนวณโดยพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสีและความสว่างระหว่างพิกเซลทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของเส้นที่ผู้ใช้วาดและสามารถนำมาเปรียบเทียบความเหมือนของรูปภาพได้ เช่นงานวิจัยของ Rui Hu [2] ที่ได้ใช้หลักการ BoR (A BAG-OF- REGIONS) สำหรับการค้นคืนรูปภาพจากการวาดภาพ ซึ่งการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการค้นคืนภาพแอปเปิ้ลที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในภาพและใช้การเทียบความเหมือนของภาพแอปเปิ้ลที่ต้องการค้นคืนที่วาดด้วยมือ เมื่อผู้ใช้วาดภาพแอปเปิ้ลเพื่อทำการค้นหา ซึ่งจะเริ่มจากกระบวนการของอัลกอริทึมการสร้างแผนผังแบบต้นไม้เรียกว่า Region Tree ดังรูปที่ 1. ซึ่งเป็นการสร้างผังขึ้นมาเพื่อแยกภาพออกเป็นองค์ประกอบที่เล็กลง โดยองค์ประกอบเหล่านั้นจะกลายเป็นภาพเล็กๆหลายภาพ แต่ละภาพก็จะมีองค์ประกอบของภาพแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ที่มีความหลากหลายในแต่ละลำดับชั้น ในการแยกองค์ประกอบของภาพนี้อาศัยวิธีการ GF-HOG (Gradient Field Histogram of Oriented Gradients) [3] มาใช้ จากนั้นนำรูปภาพที่ได้เหล่านั้น เก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลเรียกว่า Bag of regions เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการ



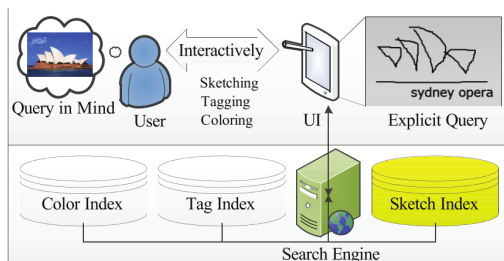
รูปที่ 2. แสดงแผนภาพของกระบวนการค้นคืนทั้งหมดของ [6]

ของการค้นคืนรูปภาพและยังมีการวิจัยที่ใช้คุณลักษณะของเกรเดียนท์ (Gradient) อีกเช่นกันซึ่งสามารถค้นคืนรูปภาพและวิดีโอได้อีกด้วย [4], [5]

นอกจากวิธีการเทียบความเหมือนของภาพด้วยวิธีที่กล่าวมาแล้ว ยังมีวิธีการเทียบความเหมือนโดยการเทียบจากเส้นแสดงรูปร่าง (Contour) ที่ผู้ใช้วาดกับรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิจัย Rong Zhou และทีมงาน [6], [7] ได้เรียกกระบวนการนี้ว่า Contour-based ซึ่งรูปที่ 2. ได้แสดงด้วยแผนภาพการทำงานทั้งหมด และรูปที่ 3. ได้แสดงถึงตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมที่ทำการค้นคืนรูปภาพด้วยวิธีการของ Contour-based งานวิจัยดังกล่าวพบว่า มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของการค้นคืนเป็นอย่างมากและถือเป็นระบบต้นแบบที่มีการออกแบบให้ผู้ใช้ใช้งานได้สะดวก นอกจากนี้การทำงานของระบบ ยังมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิมนักวิจัยกลุ่มนี้ได้เคยพัฒนามาแล้ว เช่นระบบ MindFinder [8] ซึ่งเป็นระบบการค้นคืนที่มีการพัฒนามาบนฐานข้อมูลจำนวนหนึ่งล้านรูปหาดังรูปที่ 4. และระบบ Sketch2Tag [9] ซึ่งเป็นระบบ ที่แตกต่างจากระบบที่นักวิจัยกลุ่มนี้เคยพัฒนามาก่อนหน้านี้เพราะเป็นระบบ ที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างการวาดและการรู้จำดังรูปที่ 5. คือเมื่อผู้ใช้วาดภาพสัตว์ชนิดหนึ่ง ลงบนระบบค้นคืนรูปภาพแล้วนั้น

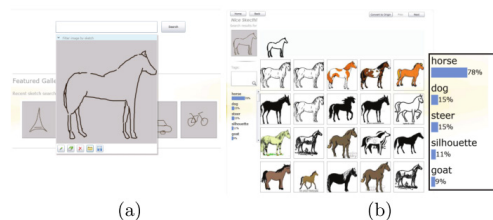


รูปที่ 3. แสดงภาพของระบบค้นคืน Contour-based [7]



รูปที่ 4. ระบบการค้นคืนรูปภาพที่เรียกว่า MindFinder [8]

ระบบจะทำการเทียบความเหมือนของภาพ ที่ผู้ใช้วาดกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลและขณะเดียวกัน ระบบรู้จำ ก็ จะทำงานควบคู่กันไปด้วย ระบบจะแสดงผลลัพธ์ ของการค้นคืนออกมา โดยระบบจะแสดงในรูปแบบ ของเปอร์เซ็นต์ความเหมือนของภาพที่ ผู้ใช้วาดว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับสัตว์ แต่ละชนิดที่เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้ของวิธีการค้นคืน ด้วยวิธีการทำงานร่วมกัน ระหว่างการวาดและการรู้จำ มีประสิทธิภาพของการค้นคืนดีกว่า ผลลัพธ์ของการค้นคืนด้วยวิธีการของงานวิจัย ที่ได้วิจัยมาแล้วก่อนหน้านี้ รูปแบบการค้นคืน โดยการเทียบความเหมือนของภาพนั้นมีข้อดีและข้อเสียดังนี้ ข้อดีคือ ผลลัพธ์ที่ได้ จะมีความใกล้เคียงกับภาพที่สอบถาม เช่น เรือของสี หรือ รูปร่าง

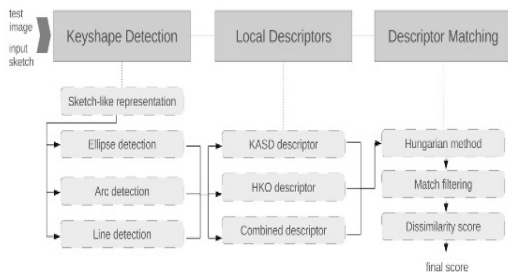


รูปที่ 5. แสดงการทำงานของระบบ Sketch2Tag [9]

ของภาพ ข้อเสีย คือ ในการเทียบความเหมือน ของภาพนั้น ต้องใช้การเทียบความเหมือนที่มีอยู่ทุก องค์ประกอบของภาพ ดังนั้น จึงทำให้มีขั้นตอนที่มากกว่า วิธีการอื่น และผู้ใช้จำเป็นต้องวาดรายละเอียดของภาพ มากกว่าวิธีอื่นด้วย

3. การค้นคืนโดยการพิจารณาองค์ประกอบทางรูปทรงของภาพ

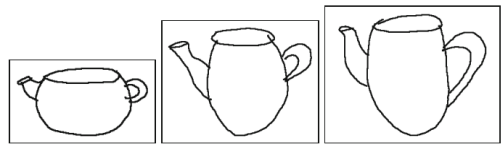
การค้นคืน โดยการพิจารณาองค์ประกอบทางรูปทรงของภาพ เป็นวิธีการพิจารณารูปทรงของภาพที่วาดโดยการพิจารณาจากรูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปวงกลม รูปวงรี รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม เส้นตรง เส้นโค้ง ซึ่งคุณลักษณะ ที่ใช้ในการพิจารณาองค์ประกอบ ทางรูปทรงที่นักวิจัยได้ทำการศึกษาในปัจจุบันนี้เช่น งานวิจัยของ Jose M.Saavedra [10] ได้นำเสนอ วิธีการใหม่สำหรับการค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพ ซึ่งใช้วิธีการหา รูปทรงพื้นฐาน โดยมีชื่อว่า“keyshapes” ดังรูปที่ 6. ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของ keyshape ได้ดังนี้ หลังจากที่ใช้ผู้วาดภาพเข้าสู่ระบบแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอน Keyshape Detection ในขั้นตอนนี้ จะช่วยให้ตรวจหารูปทรงอย่างง่าย ที่เกิดจากสิ่งที่ผู้ใช้วาด และขั้นตอนของ Local Descriptors จะช่วยให้สามารถหาความสัมพันธ์ ระหว่างรูปทรงใช้อ้างอิงกับส่วนที่เกี่ยวข้องส่วนอื่นๆ และ ขั้นตอน Descriptor Matching จะเป็นขั้นตอน การคำนวณ ความเหมือนของภาพที่วาดและภาพ



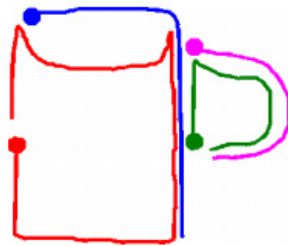
รูปที่ 6. แผนภาพการทำงานของระบบ keyshape [10]

ที่อยู่ ในฐานข้อมูล ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นการทำงานของ keyshape

การค้นคืน โดยการพิจารณาองค์ประกอบทาง รูปทรง นั้น มีข้อดีและข้อเสียดังนี้ ข้อดี คือ ใช้หลักการของรูปทรงทางเรขาคณิต ที่ถือเป็นพื้นฐาน ดังนั้นไม่ว่าผู้ใช้จะวาดภาพออกมา อย่างไร การค้นคืน ก็จะแสดงผลลัพธ์ ออกมาได้เช่นกัน ข้อเสีย ภาพ ที่ ประกอบ ด้วย เส้น ที่ ยุ่ง เหยิง หรือองค์ประกอบทางรูปทรงไม่ชัดเจน เช่น เส้นที่วาดอย่างกระจัดกระจาย จะมีผลต่อประสิทธิภาพ ของการแปลความหมายของภาพ ที่ต้องการค้นคืน ที่ไม่เพียงพอ ดังนั้น จึงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข ต่อไปงานวิจัยนี้ มีแนวคิดที่เกิดจากการวาดภาพ โดยผู้ใช้นั้น มักจะมีรายละเอียดของส่วนประกอบบางอย่าง ที่เกิด จาก การวาด ซึ่งบางครั้ง ยากต่อการระบุสิ่งที่วาดนั้น คืออะไร ทั้งนี้เนื่องจาก สิ่งที่ประกอบเป็นวัตถุนั้นๆ มีขนาด รูปทรงที่หลากหลาย ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่ใช้คือ การใช้รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้ สามารถระบุ รายละเอียด ขององค์ประกอบต่างๆได้ จากวัตถุรูปทรง เรขาคณิต เหล่านั้น ได้แก่ เส้นตรง เส้นโค้ง วงรี วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น งานวิจัยนี้ ได้ทำการทดลอง โดยให้คนที่ไม่มีพื้นฐาน ด้านศิลปะจำนวนหนึ่งวาดกาน้ำ โดยกาน้ำที่ได้จะมี รายละเอียดขององค์ประกอบ ที่เหมือนกันอยู่สามส่วน คือ ตัวกาน้ำ พวยกาและมือจับ ดังรูปที่ 7. ซึ่งสิ่งเหล่านี้หาก



รูปที่ 7. ภาพแสดงการวาดกาน้ำของคน ที่ไม่มีพื้นฐาน ทางด้านศิลปะ [10]

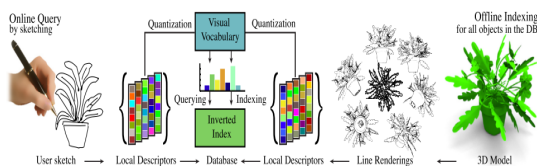


รูปที่ 8. แสดงลำดับของการวาดภาพด้วยการใช้สีด้วยวิธี shape-focused [12]

มองให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตอย่างง่าย จะเห็นได้ว่า ตัวกาน้ำ ประกอบด้วยวงกลมหรือวงรี พวยกา ประกอบด้วยเส้นโค้งสองเส้นและที่จับ ประกอบด้วย เส้นโค้งเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่ามีส่วนที่บางส่วน มีความสัมพันธ์กันอยู่ เช่น บริเวณมือจับ และพวยกา ที่มีพื้นที่บางส่วนที่เป็นตัวกา ทั้งด้านซ้าย และ ด้านขวา มีความสัมพันธ์กันอยู่ โดยการพิจารณารายละเอียด ของ องค์ประกอบทางรูปทรงของภาพด้วย วิธีการนี้ ทำให้งานวิจัยดังกล่าว สามารถพัฒนาเครื่องมือใน การค้นคืน ที่มีประสิทธิภาพในการค้นคืนที่ดีขึ้น แต่เมื่อนำระบบดังกล่าวมาพัฒนา โดยการนำเอา คุณสมบัติของ Keyshape ทำงานร่วมกับคุณสมบัติของ Bag-of-Feature ที่ถูกพัฒนาจากงาน วิจัยของ Mathias Eitz [1], [11] พบว่าผลการวิจัยมี ประสิทธิภาพ ที่สูงกว่าการทำงานด้วยคุณสมบัติของ Keyshape เพียงอย่างเดียว

งานวิจัยของHayko Riemschneider [12] ได้มี การนำเสนอคุณสมบัติของรูปทรง ที่เรียกว่า shape-

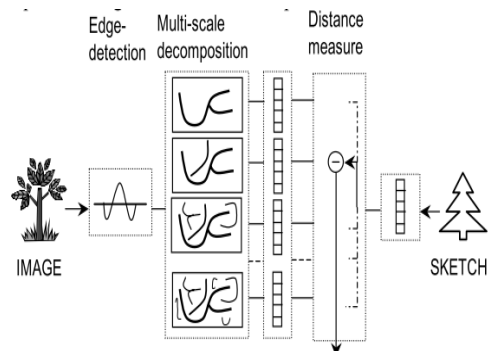
focused โดยให้ความสนใจลำดับการวาดของผู้ใช้ ซึ่งเริ่มต้นด้วยการแทนที่เส้นที่วาด ด้วยสีโดยแต่ละเส้นที่วาดก็จะมีสี ที่มีความแตกต่างกันและแทนที่ตำแหน่งเริ่มต้นของการวาด ด้วยจุดที่เข้มหนาและลำดับข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อกันของเส้นแต่ละเส้น ดังรูปที่ 8. ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้มีการนำเสนอการทำงานร่วมกันระหว่างการวาดและรูปทรง ที่ทำให้ประสิทธิภาพของการค้นคืนรูปภาพ มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น และยังมีงานวิจัย ที่เป็นการค้นคืนรูปทรง 3 มิติ โดยใช้การวาดภาพ 2 มิติ เช่นงานวิจัยของ Mathias Eitz [13] ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้คุณลักษณะของ Bag-of-Features เพื่อสร้างเส้น ที่เกิดจากการวาดภาพและพัฒนาคุณลักษณะการเปลี่ยนรูปร่าง โดยใช้คุณลักษณะของ Gabor filter ซึ่งเป็นการแปลงจากภาพ ที่ผู้ใช้วาดด้วย 2 มิติเป็น 3 มิติจากนั้นทำการเทียบความเหมือนของรูปทรง 3 มิติกับรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นรูปทรง 3 มิติ โดยได้แสดงแผนภาพการทำงานดังรูปที่ 9.



รูปที่ 9. แผนภาพการทำงานของ การค้นคืนรูปภาพ 3 มิติ [13]

4. การค้นคืนโดยพิจารณาตำแหน่งจุดมุมหรือขอบของภาพ

การหาจุดมุมของภาพ หรือเส้นขอบของภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นที่อยู่รอบวัตถุหรือเส้นที่อยู่รอบรูปภาพ ซึ่งหากเราสามารถหาเส้น ที่อยู่รอบรูปภาพได้แล้วนั้น จะทำให้เราสามารถคำนวณหาพื้นที่ภายในรูปภาพได้ แต่การหาเส้นรอบรูปภาพนั้น ทำได้ไม่มากนัก โดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพ หากภาพนั้นมีคุณภาพสูง

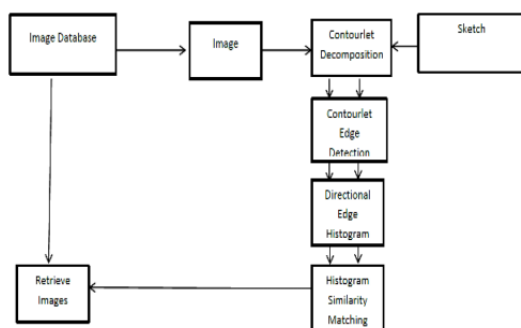


รูปที่ 10. แสดงโมเดลการคำนวณของขอบภาพ [14]

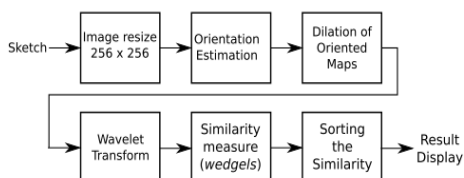
ก็จะสามารถหาขอบของภาพได้ง่าย แต่ถ้าหากเป็นภาพที่มีคุณภาพต่ำ ก็จะสามารถหาขอบของภาพได้ยากขึ้นนอกจากนี้ ขอบของภาพ ยังเป็นส่วนที่แสดงความแตกต่างระหว่างวัตถุและพื้นหลังได้อีกด้วย ดังนั้นการหาขอบ ของวัตถุหรือรูปภาพ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจาก การจะหาขอบวัตถุที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้น ทำได้ยาก การหาขอบของภาพ จึงเป็นการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ของระบบการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพ (SBIR) สำหรับงานวิจัย ที่เป็นการค้นคืนโดยพิจารณาขอบของภาพมีอยู่หลายงานวิจัย เช่น งานวิจัยของ Rai Kumar Rajendran [14] ได้มีการนำเสนอ เทคนิควิธีการค้นหารูปภาพ โดยเริ่มต้นจากการหาเส้นขอบที่ได้จากการวาด ซึ่งเป็นเส้นขอบเส้นที่ชัดเจนที่สุด จากนั้นจะเชื่อมโยงไปยังเส้นต่างๆ จนกลายเป็นองค์ประกอบ ที่เกิดเป็นรูปภาพได้ ดังรูปที่ 10. ซึ่งเทคนิควิธีการที่ใช้ นี้ เป็นการทำให้การค้นคืนรูปภาพทำได้รวดเร็ว เพียงพอ ต่อการตอบสนองของระบบการค้นคืนรูปภาพ โดยระบบ ที่ได้พัฒนานี้ สามารถนำไปใช้กับนักเรียนในเมืองนิวยอร์ก ซึ่งเป็นนักเรียนระดับ K-12 ที่เรียนศิลปะ โดยฐานข้อมูลรูปภาพจำนวน 5000 ภาพ และผลลัพธ์ ที่ได้จากการค้นคืนของงานวิจัยนี้ มีประสิทธิภาพที่ดี

งานวิจัยของ Annie Julie Joseph [15] ได้มีการนำเสนอ วิธีการค้นคืนโดยการพิจารณาขอบภาพ (edge

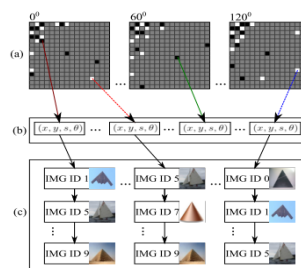
detection) ซึ่งใช้กระบวนการที่เรียกว่า Contourlet Edge Detetion ที่ได้นำเสนอสถาปัตยกรรม ของระบบ SBIR ทำให้แสดงถึงประสิทธิภาพ ในการค้นคืนที่ดี ดังแสดงใน รูปที่ 11. งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพ ของความแม่นยำ ในการค้นคืนและอัตราการเรียกซ้ำ ซึ่งสามารถ เปรียบเทียบ กับวิธีการค้นคืนโดยการพิจารณาขอบภาพ โดยแยกตามประเภทของ ฮิสโตแกรม (Histogram) ระหว่าง 8 Directional Edge Histogram Using Contourlet กับ 16 Directional Edge Histogram Using Contourlet ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพ ของ 16 Directional Edge Histogram Using Contourlet มีประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ และอัตราการเรียกซ้ำที่สูงกว่า 8 Directional Edge Histogram Using Contourlet



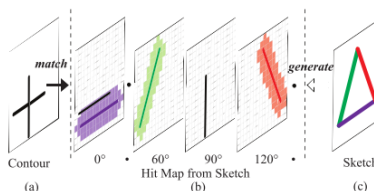
รูปที่ 11. สถาปัตยกรรมของระบบ SBIR ที่พัฒนา [15]



รูปที่ 12. แผนภาพการทำงานของ Sketch-finder [16]



รูปที่ 13. ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงด้วยเวฟเลต [16]



รูปที่ 14. แผนภาพการทำงานของ contour-based [17]

งานวิจัยของ Carlos A.F. Pimentel Filho [16] ได้สร้างวิธีการที่ใช้ชื่อว่า Sketch-Finder ซึ่งแสดง แผนภาพการทำงานดังรูปที่ 12. เป็นงานวิจัย ที่สร้าง ทางเลือกใหม่สำหรับการค้นคืน รูปภาพ โดยการแปลง ภาพที่วาด ให้อยู่ในรูปของเวฟเลต (wavelet transform) ซึ่งแสดงด้วยจุดสีขาวและสีดำ ดังแสดงใน รูปที่ 13. จากนั้นคำนวณด้วยสมการเพื่อวัดค่า ความเหมือน และ จัดเรียงตามความเหมือนในงานวิจัยนี้ ได้ประเมิณผลโดย เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Yang Cao [17] ซึ่งได้พัฒนา ระบบการค้นคืนรูปภาพ ที่เรียกว่า Edge Index โดยเป็น การพัฒนาอัลกอริทึม ด้วยคุณลักษณะของ contour-based ตามแผนภาพดังแสดงใน รูปที่ 14. จากผลการ เปรียบเทียบ การประมวลผลกับระบบ Edge Index [17] พบว่า การทำงานของระบบ Sketch-Finder [16] มี ประสิทธิภาพในการค้นคืนรูปภาพที่ดีกว่า การทำงานด้วย ระบบ Edge Index ยังมีงานวิจัย ที่ใช้วิธีการแปลงเวฟ เลต (Wavelet Transform) สำหรับการค้นคืนรูปภาพ ด้วยการวาด เช่นกัน ซึ่งเป็นงาน วิจัยของ Sonal Shinde

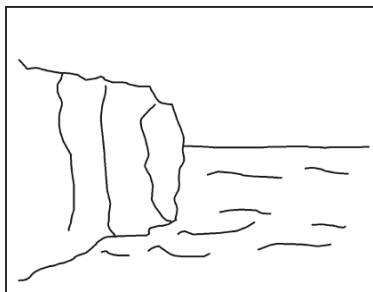
และคณะ [18] แต่ผลการวิจัย พบว่าระบบที่พัฒนาด้วยวิธีการนี้ มีประสิทธิภาพ ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพ

การค้นคืนโดยพิจารณาตำแหน่งจุดมุม หรือ ขอบของภาพนั้น สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียดังนี้ ข้อดี ภาพทุกภาพจะมีจุดมุมหรือขอบภาพอยู่ ถึงแม้ว่า ภาพนั้นจะมีทิศทางเป็นอย่างไรก็ตาม ก็จะสามารถ หาจุดมุม หรือ ขอบของภาพได้เสมอ ข้อเสีย หากภาพนั้น ถูกนำมาขยายให้ใหญ่ขึ้นมากๆ ความคมชัดของภาพ จะหายไป ทำให้จุดมุมและขอบของภาพนั้นหายไปด้วย เช่นกัน จะส่งผลให้ความแม่นยำ ในการคำนวณขอบภาพ ลดลง จนทำให้ประสิทธิภาพของการค้นคืนไม่เพียงพอ

5. แนวความคิดในการทำวิจัยและการพัฒนาการค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดภาพ

จากตัวอย่าง การค้นคืนที่แบ่งการพิจารณาตามรูปแบบต่างๆ ซึ่งได้อธิบายไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้ไปแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า การค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพนั้น ได้รับความสนใจมากขึ้นโดยจะเห็นได้จาก จำนวนงานวิจัย ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มในการพัฒนา ที่สูงขึ้น ซึ่งนักวิจัยได้พยายามพัฒนางานวิจัย ด้านการค้นคืนรูปภาพโดยการวาด ให้มีประสิทธิภาพ ในการค้นคืนด้วยวิธีการต่างๆตามได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

หากพิจารณาจากข้อดีและข้อเสีย จากการ ค้นคืนในรูปแบบต่างๆ ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าทุกรูปแบบ ล้วนแต่มีความน่าสนใจ ที่แตกต่างกันไป สำหรับการนำไปพัฒนางานวิจัย ด้านการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม มีรูปแบบหนึ่งที่ที่น่าสนใจและน่าจะนำไป พัฒนางานวิจัยทางด้านนี้คือ การค้นคืนโดยพิจารณา องค์ประกอบทางรูปทรงของรูปภาพ เนื่องจากว่า ระบบไม่สามารถคาดเดาถึงสิ่งที่ผู้ใช้กำลังจะวาด เพื่อการ ค้นคืนนั้นได้ ซึ่งจากข้อมูลการวิจัยที่ได้ศึกษา พบว่าปัญหาการแปลความหมาย



รูปที่ 15. ภาพที่มีการกระจายกระจายของเส้นมาก [10]

จากเส้นที่ผู้ใช้วาด ยังคงเป็น ปัญหาที่ต้องการการแก้ไข สำหรับการทําวิจัย ด้านการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพต่อไป ดังเช่น งานวิจัยของ Jose M. Saavedra [10] พบว่าระบบการค้นคืนรูปภาพ ที่พัฒนาโดยใช้ชื่อว่า Keyshape นั้นยังไม่สามารถจัดการกับภาพ ที่ผู้ใช้วาดด้วยเส้นที่กระจายกระจายดังแสดงใน รูปที่ 15. ทำให้ การแปลความหมายของภาพไม่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ได้ ผลลัพธ์ของการค้นคืนไม่ติดตามไปด้วย ดังนั้น หากสามารถ หาวิธีการจัดการกับปัญหาเหล่านี้ได้ ยกตัวอย่าง เช่น การ จัดลำดับเหตุการณ์ของเส้นที่ผู้ใช้วาด หรือมีกระบวนการ เพิ่มรายละเอียดให้กับภาพ ที่ผู้ใช้วาดเพื่อให้ภาพนั้น สมบูรณ์มากขึ้นหลังจากที่ผู้ใช้วาดภาพนั้นไปแล้ว เป็นต้น ซึ่งเชื่อว่า การจัดการกับปัญหาต่างๆเหล่านี้เป็นเรื่องที่ น่าท้าทาย สำหรับการพัฒนางานวิจัย

6. บทสรุป

การค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาด เป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลภาพวาดจากผู้ใช้ซึ่งวาดผ่านอุปกรณ์ เช่น แท็บเล็ต จอภาพแบบสัมผัส ไอแพด หรือสมาร์ตโฟน เป็นต้น ซึ่งภาพที่วาดนั้นจะใกล้เคียงกับภาพที่ต้องการค้นคืนทั้งหมดหรือแค่บางส่วนก็ได้ สำหรับผลลัพธ์ที่แสดงออกมานั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะและวิธีการที่นักวิจัยเลือกใช้ ซึ่งในปัจจุบันนี้งานวิจัยด้านการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดถือเป็นงานวิจัยที่ยังมีจำนวนไม่มาก และยัง

ต้องการการพัฒนาประสิทธิภาพการค้นคืน เป็นอย่างมาก และจากการที่ได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยด้านการค้นคืนรูปภาพโดยใช้การวาดสามารถสรุปได้เป็นสามรูปแบบได้แก่ การค้นคืนโดยการเทียบความเหมือนของภาพ การค้นคืนโดยการพิจารณาองค์ประกอบทางรูปทรงของภาพ และการพิจารณาตำแหน่งจุดมุมหรือขอบของภาพ ซึ่งหากเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียจากทั้งสามรูปแบบ ทำให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนางานวิจัยด้านนี้ในอนาคตซึ่งสามารถเป็นไปได้ในการพัฒนาทั้งสามรูปแบบ แต่สำหรับบทความนี้ขอแนะนำเสนอการพัฒนาการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดที่ใช้รูปแบบการค้นคืนโดยพิจารณาองค์ประกอบทางรูปทรงของภาพเนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่ารูปทรงเรขาคณิตเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันมาก หากมองในมุมของผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะด้านการวาดรูปแต่อยากค้นคืนรูปภาพบ้างแค่เพียงขีดเขียนภาพที่ต้องการค้นหา ด้วยการเขียนรูปทรงเรขาคณิตประกอบกันให้เป็นรูปนั้นๆ เช่นหากจะค้นหารูปสัตว์ชนิดหนึ่งเพียงแค่วาดวงกลมหนึ่งวงและวงรียาวๆ สองวง ก็สามารถแสดงผลลัพธ์ในการค้นคืนรูปกระต่ายได้ และในอนาคตอันใกล้นี้เชื่อว่าจะมีซอฟต์แวร์ด้านการค้นคืนรูปภาพโดยการวาดภาพผลิตออกมาให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้กันบ้าง และเชื่อว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่ก็กำลังรอคอยซอฟต์แวร์ประเภทนี้เช่นกัน ดังนั้นการค้นคืนรูปภาพโดยการวาด จึงเป็นหัวข้อวิจัยที่ควรได้รับการศึกษาและพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Eitz, K. Hildebrand, T. Boubekeur, and M. Alexa, "Sketch-Base Image Retrieval : Benchmark and Bag-of-Features Descriptors ," *IEEE Trans.Visualization and Computer Graphics*, vol. 17, pp. 1 - 14, 2010.
- [2] R. Hu, T. Wang, J. Collomosse, "A BAG-OF-REGIONS APPROACH TO SKETCH-BASED IMAGE RETRIEVAL," in *Proc. of IEEE ICIP-2011*, pp.3661-3664, 11-14, Sep. 2011.
- [3] R. Hu, J. Collomosse, "A Performance Evaluation of Gradient Field Hog Descriptor for Sketch Based Image Retrieval," in *Proc. of CVIU*, Feb. 2013.
- [4] R. Hu, "Free-Hand Sketch Based Image and Video Retrieval," in *Proc. of ACM MM*, pp. 1697-1698, 2010.
- [5] R.Hu, S. James, T. Wang, J. Collomosse, "Markov Random Fields for Sketch based Video Retrieval," in *Proc. of ICMR'13*, pp.279-286, 16-20, Apr. 2013.
- [6] R. Zhou, L. Chen, L. Zhang, "Sketch-based Image Retrieval on a Large Scale Database," in *Proc. of ACM MM* , pp. 973-976, 2012.
- [7] R. Zhou, L. Chen, L. Zhang, "Guess What You Draw : Interactive Contour-base Image Retrieval on a Million-Scale Database," in *Proc. of ACM MM*, pp. 1343-1344, 29, Oct. - 2, Nov. 2012.
- [8] H. Wang, C. Wang, "MindFinder: Interactive Sketch-based Image Search," in *Proc. of ACM MM*, pp. 1605-1608, 25-19, Oct. 2010.
- [9] Z. Sun, C. Wang, L.Q. Zhang, L. Zhang, "Sketch2Tag: Automatic Hand-Drawn Sketch Recognition," in *Proc. of ACM MM*, pp. 1255-1256, 29, Oct.- 2, Nov. 2012.
- [10] J. Saavedra, B. Bustos, "Sketch-Base image retrieval using keyshapes," *Multimedia Toos and Applications*, 2013.
- [11] M. Eitz, J. Hays, and M. Alexa, "How Do Humans Sketch Objects?," *ACM Trans. Graph.*, Article 44, pp. 1-10, July. 2012.

- [12] A. Wendel, S. Ssternig, M. Godec, “ Image retrieval by shape-focused sketching of objects,” in *Proc. of Computer Vision Winter Workshop*, 2-4, Feb. 2011.
- [13] M. Eitz, R. Richter, T. Boubekeur, K. Hildebrand, and M. Alexa , ”Sketch-Base Shape Retrieval,” *ACM Trans. Graphs*, pp. 1-10, 2012.
- [14] R. Kumar, S. Chang, “Image Retrieval with Sketches and Compositions,” in *Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pp. 717-720, 2000.
- [15] A. Joseph, V. Govindan, “Edge Historam for Sketch Based Image Retrieval Using Contourlet Edge Detecton,” in *Proc. of ICEECS*, pp. 272-276, May. 2012.
- [16] C. Filho, A. Ara, “Sketch-Finder: efficient and effective sketch-based retrieval for large image collections,” in *Proc. of IEEE 2013 XXVI Conference on Grahics, pattens and Images*, pp. 234-241, 2013.
- [17] Y. Cao, C. Wang, L. Zhang, L.Q. Zhang, “Edgel Index for Large-Scale Sketch-based Image Search,” *IEEE Computer Society*, pp. 761 - 768, 2011.
- [18] S. Shinde, P. Nanaware, G. Kudlikar and H. Nagi, “Sketch Based Image Retrieval System Using wavelet Transform,”*International Journal of Innovative Research & Development*, pp. 69-74, Apr. 2013.