



ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพสำหรับสารสนเทศลายผ้าไหมผ่านโทรศัพท์มือถือ

Content-Based Image Retrieval System for Silk Pattern Information on Mobile Phone

เจษฎา โพนแก้ว

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Email: j.ponkaew@sskru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาาระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพผ่านโทรศัพท์มือถือสำหรับการค้นหาสารสนเทศลายผ้าไหมในจังหวัดศรีสะเกษ องค์ประกอบที่สำคัญของระบบได้แก่ โปรแกรมมือถือ โปรแกรมเว็บไซต์ และโปรแกรมจํารูปแบบ สำหรับโปรแกรมมือถือถูกพัฒนามบนพื้นฐาน Apache Cordova Framework ทำหน้าที่ถ่ายภาพลายผ้าไหม ส่งข้อมูลภาพไปยังเครื่องแม่ข่าย และแสดงผลลัพท์การสืบค้น ถัดมาเป็นโปรแกรมเว็บไซต์พัฒนาด้วยภาษา PHP ทำหน้าที่รับไฟล์และเก็บเป็นไฟล์ชั่วคราว เรียกใช้งานส่วนโปรแกรมจํารูปแบบ และคืนค่าผลการสืบค้นในรูปแบบของเว็บเซอร์วิสแบบ REST ท้ายที่สุดโปรแกรมจํารูปแบบพัฒนาด้วยภาษา C# ร่วมกับ OpenCV Framework ประกอบด้วยอัลกอริทึม Speed-up Robust Features สำหรับคำนวณจุดสนใจบนลายผ้า และอัลกอริทึม k-nearest Neighbor เพื่อประเมินค่าความเหมือนกับกลุ่มตัวอย่างลายผ้า สำหรับประสิทธิภาพการทำงานของระบบในการแยกแยะลายผ้าได้ประเมินโดยใช้ คอนฟิวชัน เมตริกซ์ (Confusion Matrix) ผลปรากฏว่าค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 88.34 เปอร์เซ็นต์

ABSTRACT

In this research, we present a content-based image retrieval system on the mobile phone for searching silk pattern information in Sisaket province. The system comprises mobile application, web application and pattern recognition application. The mobile application is developed based on Apache Cordova framework and used for taking a suspicious silk pattern by built-in camera to be an image, sending the image to server and displaying search results. Next, the web application is developed by PHP language and applied for receiving and saving the image as a temporary file, calling pattern recognition application and returning search results as

web service in the form of REST format. Finally, the pattern recognition application is developed by C# language cooperate with OpenCV framework and it comprises speed-up robust feature algorithm for searching interesting points and k-nearest neighbor algorithm for evaluating similarity distance with the sample. The performance for classification of the proposed system is evaluated through confusion matrix. The result shows that the average accuracy is 88.34 %

คำสำคัญ: ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด อัลกอริทึมเซิร์ฟ ลายผ้าไหม จังหวัดศรีสะเกษ

Keywords: Content-based image retrieval system, K-nearest neighbor algorithm, Speed-Up Robust Features algorithm, Silk patterns, Sisaket province

1. บทนำ

โทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) เป็นอุปกรณ์ที่เข้ามามีบทบาทกับการใช้ชีวิตของผู้คนในปัจจุบัน เห็นได้จากสถิติการลงทะเบียนเพื่อใช้งานในปี พ.ศ. 2556 สูงถึงร้อยละ 95.77 เปรียบเทียบกับประชากรโลก (Bachelet, 2013) สาเหตุที่ได้รับความนิยมเนื่องจากขนาดที่เล็กทำให้พกพาได้สะดวก รวมทั้งมีอุปกรณ์ และฟังก์ชันอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น กล้อง GPRS และ GPS ผลกระทบที่ตามมาคือ การเกิดโลกออนไลน์ที่มีการแข่งขันทั้งความรู้ ภาพ วีดีโอ และสถานที่ นอกจากนี้เมื่อเกิดข้อสงสัยการค้นหาคำตอบผ่านโทรศัพท์มือถือมักจะเป็นทางเลือกที่นิยมมากที่สุด ผลที่ได้ขึ้นอยู่กับการระบุคำค้นของผู้ใช้ ในบางกรณีอาจประสบปัญหาในการใช้งาน เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น การขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับภาษาที่จะใช้ การขาดความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่จะสืบค้น และความไม่สะดวกในการใช้งาน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้สนใจศึกษาการพัฒนา ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพผ่านโทรศัพท์มือถือ กลุ่มตัวอย่างคือ ลายผ้าไหมจากชน 4 เผ่าในจังหวัดศรีสะเกษ ได้แก่ เขมร ส่วย เยอ และลาว กลไกการ

ทำงานของระบบประกอบด้วย 1) โปรแกรมมือถือ ทำหน้าที่ถ่ายภาพ ส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมเว็บไซต์ และ แสดงผลลัพธ์การสืบค้น 2) โปรแกรมเว็บไซต์ ทำหน้าที่รับไฟล์ภาพไปเก็บยังไฟล์ชั่วคราว เรียกใช้งานส่วนโปรแกรมรู้จำรูปแบบ และคืนค่าผลการสืบค้นในรูปแบบของเว็บเซอร์วิส และ 3) โปรแกรมรู้จำรูปแบบ ประกอบด้วย การทำงานของอัลกอริทึม Speed-up Robust Features และ k-nearest Neighbor สำหรับประสิทธิภาพการทำงานของระบบถูกประเมินโดยใช้ Confusion Matrix

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี และการอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย

ประเทศไทยเป็นแหล่งสร้างสมภูมิปัญญาหลากหลายสาขาอันทรงคุณค่าจากอดีตหลายยุคหลายสมัย และสืบสานมาจนถึงยุคปัจจุบัน ผ้าไหมเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาที่สามารถก่อให้เกิดรายได้ทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2546 มีมูลค่าการส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น อิตาลี ฝรั่งเศส และสหราชอาณาจักร รวมกันไม่น้อยกว่า 4,000 ล้านบาท (จันทร์, 2555; ศิริโชคากิจ, 2557) ด้วยคุณลักษณะเฉพาะ คือ ความมันลื่นแวววาว อ่อนนุ่ม และน้ำหนักเบา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการทอด้วย

มือจะได้ทั้งคุณภาพ และราคาที่สูง สาเหตุเนื่องมาจากการสร้างปุมปมซึ่งเป็นลวดลายเฉพาะก่อให้เกิดความแปลกตา ยกตัวอย่างเช่น ผ้าไหมมัดหมี่ลายพวงมาลัย ดังรูปที่ 1(a) จากบ้านม่วง ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ (เผ่าเขมร) และรูปที่ 1(b) ลายหอยแครงจากบ้านหนองม้า ตำบลหนองม้า อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ (เผ่าส่วย) ในการแยกแยะเพื่อระบุชื่อลายผ้า เป็นความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน นับวันองค์ความรู้เหล่านี้จะสูญหายไปตามกาลเวลา ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีบทบาทในการอนุรักษ์และเผยแพร่ภูมิปัญญาของไทย โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน



(a) ลายพวงมาลัยจากบ้านม่วง ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ (เผ่าเขมร)



(b) ลายหอยแครงจากบ้านหนองม้า ตำบลหนองม้า อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ (เผ่าส่วย)

รูปที่ 1 ตัวอย่างลายผ้าไหมมัดหมี่จากชนเผ่าเขมรและเผ่าส่วย

2.3 ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ

ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ Content-Based Image Retrieval (CBIR) เป็นการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ให้ทำหน้าที่สืบค้น และคืนภาพที่สัมพันธ์กับคำค้นของผู้ใช้งานระบบในระยะเริ่มแรกทำงานโดยใช้การจัดการจากผู้ดูแลทั้งหมด โดยการรวบรวมภาพที่ใช้เป็นต้นแบบในการค้นหา แล้วบรรยายคำค้นเป็นข้อความที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ข้อดีของระบบดังกล่าวที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ เมื่อจำนวนภาพมาก

2.2 ปัจจัยสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์บนโทรศัพท์มือถือ

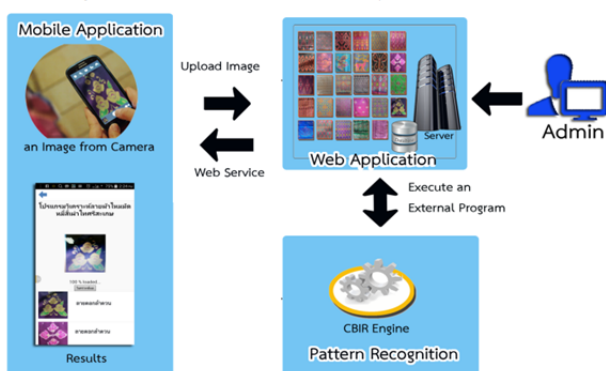
ในการพัฒนาซอฟต์แวร์บนโทรศัพท์มือถือ มีปัจจัยด้าน Application Layer ที่ต้องพิจารณา ได้แก่ การออกแบบให้สะดวกในการใช้งานขณะที่มีการเคลื่อนไหว การออกแบบให้มีความง่ายและรองรับการใช้งานของผู้ใช้ที่มีวัยที่แตกต่างกัน การออกแบบให้แสดงผลบนหน้าจอที่มีขนาดเล็กและความละเอียดที่แตกต่างกัน รวมถึงการพิจารณาปัญหาในการนำเข้าข้อมูลจากแป้นพิมพ์ที่มีขนาดเล็ก (Sarfraz Ahmed, Senthil Kumaran, Syed Abdul Syed and Subburam, 2015) จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงเป็นที่มาของแนวความคิดของผู้วิจัยในการนำภาพมาใช้แทนคำค้นบนโทรศัพท์มือถือ

ขึ้น ผู้ดูแลระบบไม่สามารถสร้างคำค้นให้ครอบคลุมกับความต้องการของผู้ใช้ได้ทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบนี้จึงอยู่ในระดับต่ำ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวระบบการค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพจึงได้ถูกนำเสนอขึ้น (Afifi and Ashour, 2012; Datta, Joshi, Li and Wang, 2008; Kumar, Kumar and Guru, 2015; Smith and Chang, 1996; Wang, An and Guo, 2014; Yue, Li, Liu and Fu, 2011)

3. การนำเสนอตัวแบบเชิงความคิด

สำหรับระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอตัวแบบเชิงความคิดดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย 1) โปรแกรมโทรศัพท์มือถือ (Mobile Application) 2) โปรแกรมเว็บไซต์ (Web Application) และ 3) โปรแกรมรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition Application) การทำงานของระบบเริ่มจากเมื่อผู้ใช้พบหลายผ้าที่สนใจ และต้องการค้นหารายละเอียดเพิ่มเติม เช่น ชื่อลายผ้า แหล่งผลิต ผู้ผลิต และเส้นทางไปยังแหล่งผลิต สามารถถ่ายภาพ ด้วย

โปรแกรมโทรศัพท์มือถือ โปรแกรมจะทำการย่อขนาดภาพเป็น 150 x 150 พิกเซลเพื่อลดผลกระทบจากลายเส้นทักทอ เมื่อกดปุ่มวิเคราะห์ผล โปรแกรมจะส่งไฟล์ภาพไปยังเครื่องแม่ข่าย เพื่อให้โปรแกรมเว็บไซต์เก็บเป็นไฟล์ชั่วคราว และเรียกใช้โปรแกรมรู้จำรูปแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนคือ การคำนวณจุดสนใจผ่านอัลกอริทึม Speed-up Robust Features และการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าความเหมือนผ่านอัลกอริทึม k-nearest Neighbor ผลลัพธ์ที่ได้เป็นชื่อลายผ้าที่เรียงลำดับจากเหมือนมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด



รูปที่ 2 ตัวแบบเชิงความคิดของระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ

4. การพัฒนาระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ

สำหรับขั้นตอนในการพัฒนาระบบเป็นดังรูปที่ 3 ประกอบด้วย

4.1 โปรแกรมโทรศัพท์มือถือ

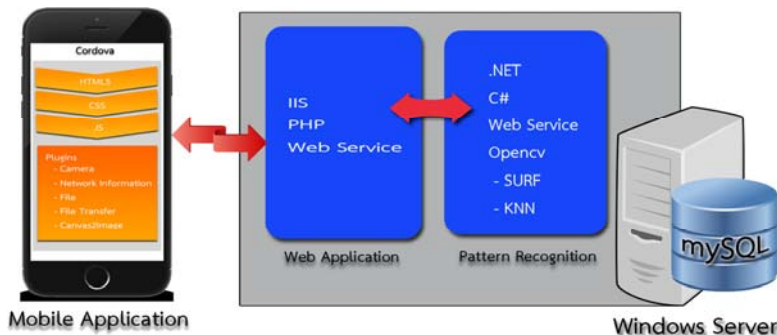
โปรแกรมโทรศัพท์มือถือ (Mobile Application) ทำหน้าที่ในการนำเข้าข้อมูลลายผ้าจากกล้อง ส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย และแสดงผลลัพธ์จากการสืบค้น การพัฒนาอยู่บนพื้นฐานเฟรมเวิร์ค Apache Cordova คุณสมบัติเฉพาะของเฟรมเวิร์คที่น่าสนใจคือ การทำงานข้ามแพลตฟอร์ม และภาษาที่ใช้พัฒนาเป็นเพียงภาษาจากเว็บไซต์ นั่นคือ HTML5, CSS และ JavaScript (MacFadyen, 2015)

4.1.1 ภาษา HTML5 (Technica, 2014) เป็นภาษาเชิงโครงสร้างที่ใช้นำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์ ปัจจุบันเป็นรุ่นที่ 5 ถูกเผยแพร่เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2557 โดยสมาคม W3C (World Wide Web Consortium) คุณสมบัติใหม่ที่เพิ่มเข้ามา ได้แก่ การแสดงสูตรคณิตศาสตร์บนเว็บไซต์ การสื่อสารกับเครื่องแม่ข่าย การอนุญาตให้เก็บข้อมูลฝั่ง Client และการแสดงผลแบบ 3 มิติ

4.1.2 ภาษา CSS (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาสำหรับตกแต่งเอกสารให้มีสีสันสวยงาม อยู่ภายใต้การดูแลของสมาคม W3C ในการพัฒนาส่วนมากจะเก็บแยกจากไฟล์ HTML เพื่อให้การทำงานของเว็บไซต์เร็วขึ้น

4.1.3 ภาษา JavaScript ในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ต้องการความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพในการทำงานโดยเฉพาะฝั่ง Client จำเป็นต้องใช้ภาษานี้

เช่น กิจกรรมที่ต้องการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนส่งให้เครือข่ายประมวลผล



รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพผ่านโทรศัพท์มือถือ

```
[ { "id":01, "Pattname":"ลายกะจับสาย",Lat:15.0635458,Long:104.129600,Person: "นางบรรณรมรสมใจ",Filename: "001.jpg" } ,
{ "id":02, "Pattname": "ลายไทย",Lat: 15.0630995,Long: 104130161,Person: "นางสนธิ์ เขตนิมิตร",Filename: "002.jpg" } ,
{ "id":03, "Pattname": "หมากจับเอื้อ",Lat: 15.0630995,Long: 104130161,Person: "นางสนธิ์ เขตนิมิตร",Filename: "002.jpg" } ]
```

รูปที่ 4 รูปแบบข้อมูลที่ใช้สื่อสารแบบ REST

4.1.4 Plugins เป็นส่วนของโปรแกรมเสริมที่ติดตั้งเพื่อเรียกใช้งานอุปกรณ์ต่างๆของโทรศัพท์มือถือผ่านภาษา JavaScript ในงานวิจัย Plugins ที่ติดตั้งได้แก่

- (1) Camera: เพื่อเรียกใช้งานการถ่ายภาพ
- (2) File: เพื่ออ่านไฟล์และโพลเดอร์ในระบบ
- (3) File Transfer: ใช้ในการส่ง/รับข้อมูลแบบ JSON
- (4) Network Information: การใช้งานเครือข่าย
- (5) Canvas2Image: การทำงานเกี่ยวกับกราฟิก

4.2 โปรแกรมเว็บไซต์

โปรแกรมเว็บไซต์ (Web Application) เป็นโปรแกรมที่ทำงานแบบ Client/Server ในงานวิจัยระบบถูกออกแบบให้ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 2008 R2 แบบ 64 bit ผ่านโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น Server คือ IIS (Internet Information Service)

4.2.1 ภาษา PHP เป็นภาษาฝั่ง Server ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2538 (Ayala and Nichol, 2010) ปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย รูปแบบในการเขียนอ้างอิงมาจากภาษา C และ Perl ในระบบที่นำเสนอ ภาษา PHP มีหน้าที่ดังนี้ 1) รับภาพหลายผ้าจากส่วนโปรแกรมโทรศัพท์มือถือไปเก็บเป็นไฟล์

ชั่วคราว 2) เรียกใช้งานโปรแกรมรู้จำรูปแบบ และ 3) คำนวณค่าแบบเว็บบีเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON Format ไปยังโปรแกรมโทรศัพท์มือถือเพื่อแสดงผลการสืบค้น

4.2.2 เว็บเซอร์วิส เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบที่มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่แตกต่างกัน ผ่านโปรโตคอลที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ HTTP (Ayala and Nichol, 2010) สำหรับรูปแบบการใช้งานของเว็บเซอร์วิสแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Simple Object Access Protocol (SOAP) และ Representational State Transfer (REST) สำหรับ SOAP (Dudhe and Sherekar, 2014) เอกสารจะถูกเก็บในรูปแบบของไฟล์ XML และกฎที่สื่อสารซึ่งจะถูกบรรจุในไฟล์ WSDL โครงสร้างการทำงานของระบบประกอบด้วยซอฟต์แวร์เรียกหาข้อมูล (Service Request) ซอฟต์แวร์ประมวลผล (Service Provider) และไดเรกทอรีที่รวบรวมเซอร์วิส (Universal Description Discovery and Integration) ในขณะที่ REST (Pautasso, Zimmermann and Leymann, 2008) จะลดความซับซ้อนโดยการยกเลิกกฎที่ใช้สื่อสาร และข้อมูลจะถูกเก็บในรูปแบบอย่างง่าย การใช้งานเพียงระบุ URL เพื่อเข้าถึงข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกเว็บเซอร์วิสแบบ REST เพื่อใช้สื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูล ตัวอย่างข้อมูลเป็นดังรูปที่ 4 ประกอบด้วยเครื่องหมายกำมุงใช้เพื่อระบุกลุ่มข้อมูลที่ส่งต่อหนึ่งครั้ง เครื่องหมายปีกกาใช้เพื่อแยกข้อมูลระหว่างเรคคอร์ด เครื่องหมายคอมมาใช้เพื่อแยกข้อมูลระหว่างคอลัมน์ และ เครื่องหมายโคลอนถูกใช้เพื่อแยกระหว่างแอตทริบิวต์กับค่าข้อมูล

4.3 โปรแกรมรู้จำรูปแบบ

สำหรับโปรแกรมรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition Application) ถือเป็นกลไกหลักในการทำงานของระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพ การทำงานประกอบด้วยอัลกอริทึม Speeded-Up Robust Features เพื่อค้นหาจุดสนใจ และใช้เป็นลักษณะเด่นเพื่อฝึกตัวแบบผ่านอัลกอริทึม K-nearest Neighbor สำหรับการพัฒนาใช้ภาษา C# ร่วมกับเฟรมเวิร์ค OpenCV (Itseez, 2014; Rouse, 2015)

4.3.1 ภาษา C# (Bai, 2010) เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาขึ้นแทนภาษาซีซึ่งมีความซับซ้อนในการจัดการหน่วยความจำ และพอยเตอร์ พื้นฐานการเขียนอยู่ในรูปแบบของเชิงวัตถุ ถูกพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์บรรจุในชุดที่เรียกว่า ดอตเน็ต (.NET) ซึ่งนำทีมพัฒนาโดย Anders Hejlsberg การทำงานของภาษา เรียกว่า Common Language Infrastructure (CLI) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโค้ดที่ทำงาน (Executable Code) และ สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Runtime Environment) ข้อดี คือสามารถใช้ภาษาที่แตกต่างกันมาพัฒนาโปรเจกต์ร่วมกันได้

4.3.2 Speeded-Up Robust Features (SURF) เป็นอัลกอริทึมในการค้นหาจุดสนใจบนภาพระดับสีเทาอัตโนมัติ (Pedersen, 2011) ถูกปรับปรุงมาจากอัลกอริทึม Scale-Invariant Feature Transform หรือ SIFT (Lowe, 1992) ซึ่งทำงานได้ช้ามาก สาเหตุมาจากการประมวลผลอยู่บนพื้นฐานของ Difference of Gaussian คุณลักษณะการทำงานของอัลกอริทึมที่น่าสนใจ คือ สามารถค้นหาจุดสนใจจากภาพที่มีคุณสมบัติต่างกันทั้งขนาด การหมุน และสภาพแสงที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่การค้นหาจากเพียงบางส่วนของภาพ

กำหนดให้ $gr \in I \times I$ เป็นภาพระดับสีเทาใน ปริภูมิสองมิติที่นำมาใช้จุดสนใจด้วยอัลกอริทึม SURF และ SIFT ตามลำดับ พื้นฐานการทำงานทั้งสองอยู่บน

Hessian Matrix ที่ใช้การค้นหาค่าการเปลี่ยนแปลงรอบ จุดใดๆ (x,y) บนภาพ สมการ Hessian Matrix เป็น ดังนี้

$$H(x, y, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, y, \sigma) & L_{xy}(x, y, \sigma) \\ L_{xy}(x, y, \sigma) & L_{yy}(x, y, \sigma) \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อ

$$L_{xx}(x, y, \sigma) = gr(x, y) * \frac{\partial^2}{\partial x^2} g(x, y, \sigma) \quad (2)$$

$$L_{yy}(x, y, \sigma) = gr(x, y) * \frac{\partial^2}{\partial y^2} g(x, y, \sigma) \quad (3)$$

$$L_{xy}(x, y, \sigma) = gr(x, y) * \frac{\partial^2}{\partial xy} g(x, y, \sigma) \quad (4)$$

$$g(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

จากสมการ (2) ถึง (4) อัลกอริทึม SIFT ใช้ วิธีการคำนวณค่า Laplacian of Gaussian โดยตรง นั่นคือ การ Convolution ระหว่างภาพที่ตำแหน่ง (x, y) กับอนุพันธ์อันดับที่สองของเกาส์เซียน ซึ่งเป็น

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ SIFT ทำงานช้ามาก ด้วยเหตุนี้ SURF จึงได้ปรับปรุงวิธีการโดยใช้การประมาณค่าแบบ แทนรูปภาพ (Integral Image) ขั้นตอนการคำนวณ เป็นดังนี้

$$I(x, y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y gr(i, j) \quad (6)$$

$$\sum = (A + D - B - C) \quad (7)$$

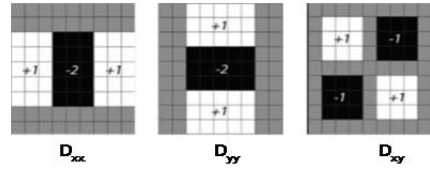
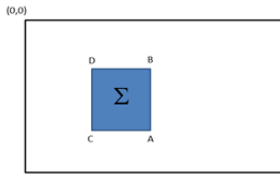
$I(x, y)$ คือ Integral Image เป็นค่าสะสม ของพิกเซลจากพิกัดบน-ซ้ายสุดของภาพ $(0,0)$ ไปยัง พิกัด (x,y) ประโยชน์เมื่อต้องการหาพื้นที่บนพิกัด (A,B,C,D) ตัวอย่างดังรูปที่ 5 สามารถคำนวณได้โดยใช้ สมการที่ (7) ดังนั้นการประมาณค่า LoG จึงใช้เพียง การคอนโวลูชันระหว่าง Box Filtering ที่มีค่าน้ำหนัก คงที่กับ Integral Image เท่านั้น ตัวอย่างดังรูปที่ 6 เป็น Box Filtering ขนาด 9×9 ประกอบด้วย 4 กลุ่ม สถานะ คือ $-2, -1, 1$ และ 0 การคำนวณมีทิศทาง

สอดคล้องสอดคล้องกับ Hessian Matrix คือ D_{xx}, D_{yy} และ D_{xy} ลำดับ ส่วนค่าของสเกล (σ) มีความสัมพันธ์กับค่าขนาดของ Box Filtering (l) ดังนี้

$$\sigma = 1.2 \frac{l}{9} \quad (8)$$

ดังนั้น จุดสนใจสามารถประมาณค่าจากดิเทอร์มิแนนต์ของ Hessian Matrix ดังนี้

$$\det(H_{approx}) = D_{xx}D_{yy} - (0.9D_{xy})^2 \quad (9)$$

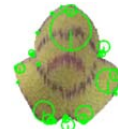


รูปที่ 5 การคำนวณพื้นที่ที่สะสมในบริเวณ A,B,C และ D ด้วยเทคนิค Integral Image

รูปที่ 6 Box Filtering ขนาด 9 x 9 ในทิศทาง D_{xx} , D_{yy} และ D_{xy}



(a) ผ้าไหมลายดอกลำดวน



(b) จุดสนใจเมื่อคำนวณผ่านอัลกอริทึม SURF

รูปที่ 7 จุดสนใจของลายดอกลำดวนเมื่อคำนวณผ่านอัลกอริทึม SURF

ตารางที่ 1 ตัวอย่างลายผ้าจากคลาสพืช และคลาสสัตว์ที่ใช้ฝึกตัวแบบผ่านอัลกอริทึม SURF และ KNN

คลาสข้อมูล	ชื่อลาย	ภาพ
พืช	กระจำบัง	
	ดอกสน	
	สัปะรด	
สัตว์	นกยูง	
	ผีเสื้อ	
	ลูกปู	

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพสำหรับลายผ้าไหมมัดหมี่

คลาสข้อมูล	คลาสทำนาย		ร้อยละของประสิทธิภาพเฉลี่ย
	พีช	สัตว์	
พีช	26	4	86.67
สัตว์	3	27	90.00
ร้อยละของประสิทธิภาพเฉลี่ยโดยรวม			88.34

เมื่อทุกภาพถูกพิจารณาจากสเกลที่แตกต่างกัน จุดสนใจ คือ จุดที่มีความเสถียรและเกิดขึ้นในทุกภาพ ตัวอย่างดังรูปที่ 7 เป็นจุดสนใจของลายลายดอก ลำดวน วงกลมแสดงถึงจุดสนใจที่สามารถแทนด้วยตัวเลข 4 ค่าในแต่ละจุด ตัวเลขดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นลักษณะเด่น (Feature Vector) เพื่อคำนวณในขั้นตอนถัดไป

4.3.3 k-nearest Neighbor (KNN) เป็นอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์ ที่ถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณค่าความเหมือนระหว่างภาพลายผ้าที่มาจากโปรแกรมมือถือ กับกลุ่มตัวอย่าง ผลลัพธ์จะถูกเรียงลำดับจากคลาสที่มีความเหมือนมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด (Patrick and Fischer lii, 1970)

กำหนดให้ข้อมูลประกอบด้วย k คลาส $T = \{(x_i, y_i)\}$ เป็นข้อมูลที่ใช้ฝึกตัวแบบ เมื่อ $x_i \in R^d$ เป็นลักษณะเด่นจำนวน d ค่าจากขั้นตอนก่อนหน้า และ $y \in \{1, 2, 3, \dots, k\}$ เป็นคลาสของคำตอบ และ $x_0 \in R^d$ เป็นข้อมูลที่ต้องการทดสอบ การคำนวณค่าความเหมือนอาศัย Euclidean Distance ดังนี้

$$D_{i0} = \sqrt{\sum_{m=1}^d (x_{im} - x_{0m})^2} \quad (10)$$

เมื่อ D_{i0} คือ ค่าความเหมือนระหว่างคลาส i และข้อมูลที่ต้องการหาคำตอบ (0), x_{im} เป็นค่าลักษณะเด่นของคลาส i ลำดับที่ m และ x_{0m} เป็นค่าลักษณะเด่นของข้อมูลที่ต้องการหาคำตอบ จากสมการแสดงให้

เห็นว่ายิ่งค่า D_{i0} ยิ่งน้อย ความเหมือนระหว่างคลาสกับข้อมูลทดสอบยิ่งมากเท่านั้น เมื่อข้อมูลในแต่ละคลาสมีจำนวนมากกว่า 1 ตัวแทนคำตอบสามารถหาได้โดยใช้ Majority Voting Rule (Li, 2009)

5. ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ข้อมูลลายผ้าไหมจำนวน 534 ชิ้นจากชน 4 เผ่า (ได้แก่ เขมร ส่วย เยอ และลาว) ของจังหวัดศรีสะเกษ ได้ถูกรวบรวมไว้ที่เว็บไซต์ www.sisaketsilk.net หลังจากนั้นนำมาคัดแยก และเลือกเพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ประกอบด้วย 2 คลาส ได้แก่ คลาสพีชจำนวน 30 ลาย และคลาสดสัตว์ 30 ลาย ตัวอย่างดังตารางที่ 1 สำหรับการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบได้ประเมินโดยใช้ตาราง Confusion Matrix (Simon and Simon, 2010) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 2 ค่าannonแสดงค่าคลาสที่ทำนาย ส่วนแถวแนวตั้งแสดงค่าคลาสที่แท้จริง ตัวเลขแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาสที่แท้จริง และค่าทำนายว่าตรงกันหรือไม่ ผลปรากฏว่าเมื่อตัวแบบจำแนกลายผ้าไหมที่เป็นคลาสพีชสามารถจำแนกได้ถูกต้อง 26 ลายจาก 30 ลาย และเมื่อจำแนกคลาสที่เป็นลายสัตว์สามารถระบุผลได้ถูกต้อง 27 ลาย ดังนั้นประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของระบบมีค่าเท่ากับ 88.34 เปอร์เซ็นต์ สำหรับตัวอย่างการทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 8 (a) หน้าจอแรกเข้า (b) หน้าจอที่ใช้ถ่ายภาพด้วยมือถือ (c) ลายผ้าที่

ต้องการวิเคราะห์ชื่อและที่มา (d) ผลลัพธ์หลังจากกดปุ่มวิเคราะห์ผลแสดงลายที่มีความเหมือนมากที่สุดไป

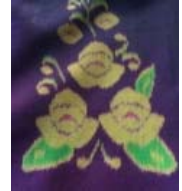
หาบ่อยที่สุดของกลุ่มพืช และ (e) รายละเอียดเพิ่มเติมแหล่งที่มาของลายผ้า



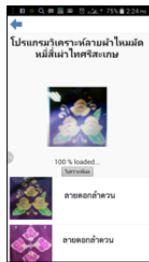
(a) หน้าจอแนะนำโปรแกรม



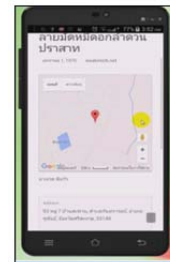
(b) หน้าจอถ่ายภาพ



(c) ภาพที่ต้องการวิเคราะห์



(d) ผลการวิเคราะห์ความเหมือน



(e) แผนที่ระบุแหล่งที่มา

หมายเหตุ ตัวอย่างการทำงานของระบบสามารถดูเป็นไฟล์วิดีโอได้ที่: <https://www.youtube.com/watch?v=MRHy4UGpHFk>

รูปที่ 8 ตัวอย่างการทำงานของระบบบนโทรศัพท์มือถือ

6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาภาพสำหรับสารสนเทศลายผ้าไหมผ่านโทรศัพท์มือถือ ถูกนำเสนอขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยเปลี่ยนรูปแบบการค้นหากจากข้อความเป็นภาพถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือที่ไม่จำกัดความละเอียดของกล้อง กลไกการทำงานของระบบประกอบด้วย 1) โปรแกรมโทรศัพท์มือถือทำหน้าที่ถ่ายภาพ ส่งไฟล์ไปเครื่อง Server และแสดงผลการสืบค้น 2) โปรแกรมเว็บไซต์ทำหน้าที่รับภาพ เรียกใช้งานส่วนโปรแกรมรู้จำรูปแบบและค้นหาการสืบค้นในรูปแบบของเว็บเซอร์วิสแบบ REST และ 3) โปรแกรมรู้จำรูปแบบประกอบด้วยการทำงานของอัลกอริทึม Speed-Up Robust Feature

เพื่อค้นหาจุดสนใจ และ K-nearest Neighbor เพื่อคำนวณค่าความเหมือน ประสิทธิภาพของระบบถูกประเมินโดยใช้ Confusion Matrix ในการแยกแยะลายผ้า 2 คลาส ได้แก่ คลาสพืช และคลาสสัตว์ค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยของตัวแบบที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 88.34 เปอร์เซ็นต์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบ และพัฒนาระบบค้นคืนด้วยเนื้อหาของภาพสำหรับสารสนเทศลายผ้าไหมผ่านโทรศัพท์มือถือ ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลสนับสนุนด้านประสิทธิภาพของระบบในการรองรับจำนวนผู้ใช้งาน ประสิทธิภาพการรู้จำเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ กนก โตสุรัตน์ ประธานที่ปรึกษาอธิการบดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประกาศิต อานภาพแสนยาก อธิการบดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชรา ปราชญ์เวทย์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย และ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่เอื้อเฟื้ออนุเคราะห์เวลา และสถานที่ในการทำวิจัย และที่สำคัญขอขอบพระคุณสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่ได้มอบทุนในการทำวิจัย และแต่งตั้งคณะกรรมการในการติดตาม ทั้งให้คำปรึกษาในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรภรณ์ฉณก จันทระ (2555). อนาคตอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย <http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/article/TextileIndustry-intheFuture.pdf>.
- นิธิตา ศิริโกคาภิจ (2557). โอกาสการส่งออกไหม, http://www.arca.or.th/kasetinfo/silk/index.php?option=com_content&view=%20article&id=78&Itemid=70.
- Afifi, A. J. and Ashour, W. M. (2012). Content-Based Image Retrieval Using Invariant Color and Texture Features. Paper presented at the Digital Image Computing Techniques and Applications (DICTA), 2012 International Conference on.
- Ayala, D. and Nichol, S. (2010). PHP Web Services with NuSOAP. Retrieved 31-10-2014, from <http://sourceforge.net/projects/nusoap/files/>
- Bachelet, M. (2013). Mobile subscriptions near the 7-billion mark Does almost everyone have a phone? In H. I (Ed.), ITU News (pp. 67-68).
- Bai, Y. (2010). Practical Database Programming With Visual C\#.NET: Wiley-IEEE Press.
- Datta, R., Joshi, D., Li, J. and Wang, J. Z. (2008). Image retrieval: Ideas, influences, and trends of the new age. ACM Comput. Surv. 40(2): 1-60.
- Dudhe, A. and Sherekar, S. S. (2014). Performance Analysis of SOAP and RESTful Mobile Web Services in Cloud Environment. International Journal of Computer Applications 1-4.
- Itseez. (2014). Open Computer Vision, <http://opencv.org/>.
- Kumar, Y. H. S., Kumar, N. V. and Guru, D. S. (2015). Delaunay Triangulation on Skeleton of Flowers for Classification. Procedia Computer Science 45: 226-235.
- Li, C. (2009). A Combination Scheme for Fuzzy Partitions Based on Fuzzy Majority Voting Rule. Paper presented at the Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing, 2009. NSWCTC '09. International Conference on.
- Lowe, D. G. (1992). Object recognition from local scale-invariant features. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Computer Vision 2.
- MacFadyen, J. (2015). Apache Cordova. Retrieved Oct 10, 2015, from <http://www.risingj.com/archives/267>
- Patrick, E. A. and Fischer Iii, F. P. (1970). A generalized k-nearest neighbor rule. Information and Control 16(2), 128-152.
- Pautasso, C., Zimmermann, O. and Leymann, F. (2008). RESTful Web Services vs. "Big" Web Services: Making the Right Architectural Decision. Paper presented at the WWW '08

- Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, Beijing, China.
- Pedersen, J. T. (2011). SURF: Feature detection & description. Paper presented at the SURF: FEATURE DETECTION & DESCRIPTION, Q4 2011
- Rouse, M. (2015). framework. Retrieved Oct 6, 2015, from <http://whatis.techtarget.com/definition/framework>
- Sarfaraz Ahmed, A., Senthil Kumaran, T., Syed Abdul Syed, S. and Subburam, S. (2015). Cross-Layer Design Approach for Power Control in Mobile Ad Hoc Networks. Egyptian Informatics Journal 16(1): 1-7.
- Simon, D. and Simon, D. L. (2010). Analytic Confusion Matrix Bounds for Fault Detection and Isolation Using a Sum-of-Squared-Residuals Approach. Reliability, IEEE Transactions on 59(2), 287-296.
- Smith, J. R. and Chang, S.-F. (1996). VisualSEEK: a fully automated content-based image query system. Paper presented at the Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia, Boston, Massachusetts, USA.
- Technica, A. (2014). HTML5 specification finalized, squabbling over specs continues. Retrieved Oct 10, 2015, from <http://arstechnica.com/information-technology/2014/10/html5-specification-finalized-squabbling-over-who-writes-the-specs-continues/>
- Wang, P., An, W. and Guo, J. (2014). A Rational Function Model Refining Method Using Compressive Sampling. Paper presented at the Proceedings of International Conference on Internet Multimedia Computing and Service, Xiamen, China.
- Yue, J., Li, Z., Liu, L. and Fu, Z. (2011). Content-based image retrieval using color and texture fused features. Mathematical and Computer Modelling 54(3-4): 1121-1127. □

