



ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2556

Volume 6 No.1 January - June 2013

# Management Journal

Faculty of Management Science  
Lampang Rajabhat University

## วารสารการจัดการ

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

# การสืบค้นภาพโดยอาศัยความหมายของสีในภาษาไทย

## Image Retrieval using Color Semantic in Thai Language

ระพีพรรณ พิริยะกุล<sup>1\*</sup>

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าของสีของภาพในการรับรู้ของคอมพิวเตอร์กับการรับรู้ของมนุษย์ในภาษาไทย ทั้งนี้เพื่อจะได้นำผลการศึกษาไปพัฒนาสู่การสืบค้นรูปภาพ รวมทั้งการสร้างระบบกำกับชื่อของสีให้กับภาพแบบอัตโนมัติโดยใช้ภาษาไทยที่แสดงมูลค่าของสีด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูล คือ ภาพ 482 ภาพที่ใช้ในการทดลองได้จากการค้นหาภาพในอินเทอร์เน็ตโดยใช้ Google โดยใช้คำที่เป็นลักษณะของสีในภาษาไทย คือ “แดงอมส้ม” “ส้มอมแดง” “เหลืองอมส้ม” “ส้มอมเหลือง” “เหลืองแกมส้ม” “ส้มแกมเหลือง” “แดงเจือส้ม” และ “ส้มเจือแดง” แล้วจึงนำภาพที่ได้ไปทำการตัดหาพื้นที่ภาพที่ใช้ในการทดลองโดยนำไปให้กลุ่มทดลอง 100 คนตัดสินว่าเป็นสีใดเพื่อสร้างข้อมูลช่วยสอน และข้อมูลทดสอบ หลังจากนั้นจึงนำภาพมาประมวลผลการรับรู้ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ทฤษฎีสีแบบ HSI

ผลการศึกษาได้จำนวนภาพในสีที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 371 ภาพ โดยภาพได้ที่ผ่านการคัดเลือกโดยกลุ่มทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ที่ขนาดสัดส่วน 0.6 โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การจำแนกระดับหยาบในขั้นตอนนี้ ใช้การทดลอง สองแบบคือ แบบที่ 1 ใช้เพอร์เซปตรอนหลายชั้น ชนิดหลายกลุ่ม และแบบที่ 2 ดำเนินการโดยใช้เทคนิคบนลงล่าง ร่วมกับเพอร์เซปตรอนหลายชั้น แบบสองกลุ่ม การดำเนินงานในระดับหยาบนี้ใช้เวกเตอร์ Fuzzy membership function ผลการทดลองสามารถสกัดออกมาเป็นปัจจัย Latent Factor ได้ 3 ปัจจัย แล้วจึงนำมาสร้างเวกเตอร์ลักษณะข้อมูล ประกอบด้วย 15 ลักษณะ ผลการทดลองพบว่า ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องร้อยละ 74.03 ในขณะที่ใช้วิธีการแบบบนลงล่าง ทีละสองกลุ่มได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในทุกะดับรวม คือ ร้อยละ 93.94 ในขั้นที่สอง ทำการลดปัจจัยด้วยวิธี Principal component analysis แบบหมุนแกนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกภาพสีในความหมายเชิงภาษาไทยในระดับสุดท้ายด้วยการบูรณาการ เทคนิคตรรกะแบบคลุมเครือ โดยใช้ฟังก์ชันสมาชิก แบบ Gaussian ร่วมกับ นิรลเนตเวอร์ค ที่เรียกว่า ANFIS ผลการทดลองการจำแนก “สีส้มแกมเหลือง” และ “สีเหลืองแกมส้ม” ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องคือร้อยละ 84.3 การจำแนก “สีส้มอมเหลือง” และ “สีเหลืองอมส้ม” ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องคือ ร้อยละ 79.3 ส่วนการจำแนก “สีแดงเจือส้ม” และ “สีส้มเจือแดง” ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องคือ ร้อยละ 81.8

**คำสำคัญ :** ตรรกศาสตร์คลุมเครือ, นิรลเนตเวอร์ค, เพอร์เซปตรอน, HSI

### Abstract

The objective of this study was to investigate the relationship between the color semantic in Thai language and the color in computer vision. The benefit of the study was the conducting of image retrieval using Thai name-entity and for automatic image archive 482 experiment images retrieved from Google search engine, n color domain of : “SOM\_OM\_DANG”(red in orange), “DANG\_OM\_SOM”, (orange in red), “LUANG\_OM\_SOM” (orange in yellow), “SOM\_OM\_LUANG” (yellow in orange), “LUANG\_KAM\_SOM” (yellow glassy orange), “SOM\_KAM\_LUANG” (orange glassy yellow), “DANG\_JUA\_SOM” (impure red with orange), and “SOM\_JUA\_DANG”(impure orange with red). The preparation of supervised data was as followed; first, the images were segmented to region of interest (ROI) and then take into account of identifying the semantic colors of each image by 100 persons and then the color name of images were labeled based on the majority vote with 95 % confidence limit

<sup>1\*</sup> รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง



for the proportion test of greater than 60%. After the data preparation step, the final 371 image with color label, 15 features in HSI color model were extracted from each image and constructed supervised training data. The experiment consisted of coarse classification and fine classification. In coarse classification, we used two strategies to classify image: Multiclass perceptron and Top Down with Binary class perception, and found that the overall average precision was 74.03% and 93.94% respectively. Moreover, to enhance the efficient of rule formulation in Fuzzy logic set for fine classification, we conducted principal component to reduce the 15 features to three factors, and used Gaussian membership with the integration of neural network call ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). The technique was used to classify each image into semantic color in Thai language. We found that ANFIS can identify the color “LUANG\_KAM\_SOM” and “SOM\_KAM\_LUANG” were with precision of 84.3% while the precision of “SOM\_OM\_LUANG” and “LUANG\_OM\_SOM” were 79.3% and “SOM\_JUA\_DANG” and “DANG\_JUA\_SOM” were 81.8%.

**Keywords :** Fuzzy Logic, Neural Network, Perception, HSI

## 1. บทนำ

การสืบค้นข้อมูล หรือความรู้จากอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งจำเป็นเพราะสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว โดยจะใช้ต้นทุนที่มีราคาต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่สืบค้นนั้นมีหลายประเภทเช่น ข้อความ (message) ภาพนิ่ง (still image) ภาพเคลื่อนไหว (video) เสียง (sound) ประกอบกับปริมาณข้อมูลมีขนาดมหาศาล ดังนั้น การสืบค้นโดยใช้ความต้องการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบที่ต่าง ๆ กัน มักจะประสบปัญหาหลายประการ เช่น การได้ข้อมูลมีปริมาณมาก ซึ่งส่งผลให้ผู้สืบค้น ต้องเสียเวลาในการทำคัดเลือกอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้บางครั้งเราก็อาจจะได้ข้อมูลที่มีความหมายไม่ตรงตามที่ต้องการ ส่งผลให้ผู้สืบค้นต้องทำการสืบค้นใหม่โดยใช้ การหาคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือบางครั้งต้องหาคำอื่นที่มีสัมพันธ์ภาพกับบริบทในประเด็นเนื้อหาที่ต้องการด้วย การสืบค้นในเนื้อหาที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่าการสืบค้นสาระ (CBIR : Content Based Information Retrieval) นั้นมีการดำเนินงานในหลายลักษณะ เช่น การใช้กฎ (rule base) (Dhaval et al., 2003) ในขณะที่ (Haslam et al., 2007) ใช้หลักการเกี่ยวกับสีร่วมกับภาษาในการดำเนินการดังกล่าว การสืบค้นสาระนั้นผู้สืบค้นจำเป็นจะต้องไปหาความหมายโดยการกำหนดนิยาม รวมทั้งการกำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสืบค้นที่เรียกว่าความหมายหรือสาระ (semantic concept) แต่เนื่องจากข้อมูลมีอยู่หลายแบบ ส่งผลให้เกิดความยุ่งยากและซับซ้อนมาก ดังนั้นจึงมีการศึกษา เพื่อนิยามความหมายของรูปแบบของข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อให้ตรงกับที่จะสืบค้น การศึกษาในลักษณะที่กล่าวนี้จึงมีรายละเอียด เทคนิคบนปัญหาที่แตกต่างกันไป

การสืบค้นภาพโดยใช้เครื่องมือสืบค้น (search engine) ประเภทใช้ภาษานั้นจะสามารถทำการสืบค้นได้ก็ต่อเมื่อภาพเหล่านั้นต้องมีการกำกับด้วย ข้อความว่าเป็นภาพอะไรหรือมีสีอะไร ตัวอย่างเช่น การใช้ Google เป็นเครื่องมือสืบค้นในลักษณะของการใช้วิธีเทียบเคียง (alignment) หรือทำดัชนีเพื่อสืบค้น (Swain and Ballard, 1999) ดังนั้นเพื่อตอบสนองต่อการสืบค้นภาพด้วยภาษามนุษย์ จึงมีการวิจัยในส่วนของ การสกัดเอาลักษณะที่สำคัญของภาพ (relevance feature) ที่เกี่ยวข้องกับการตีความด้วยภาษาออกมาเพื่อช่วยในการสืบค้นอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การสกัดลักษณะของสี (color detection) รูปร่าง (shape detection) รวมทั้งมีการใช้เทคนิคทางเรขาคณิตช่วยในการสืบค้น (Berk et al., 1982; Li et al., 2009) ส่วน Chamorro (Chamorro-Martinez et al., 2007) เสนอแนวทางในการสืบค้น โดยใช้หลักการของตรรกะแบบคลุมเครือร่วมกับ object relational database ในการสืบค้นเฉพาะบางสีที่ต้องการ จากวัตถุ (Borghesani et al., 2009; Conway, 1992) ทำการศึกษาความสำคัญของสีในการสืบค้นภาพ (Han and Kai-Kuang, 2002; Regier and Paul, 2009) ศึกษาการสืบค้นภาพโดยใช้เทคนิคของ Fuzzy Color Histogram งานวิจัยของ (Heng-Da et al., 1998) ศึกษาองค์ประกอบของสีสนับสนุนในงาน Micro - calcification ในหลาย ๆ งานวิจัยได้มีการนำองค์ประกอบที่สกัดได้จากภาพมาช่วยในการสร้างเป็นสัมพันธ์ภาพด้วยโครงสร้างแบบต้นไม้ เพื่อตีความเป็นภาษา ตัวอย่างเช่น ภาพทะเลมีองค์ประกอบ คือ สีเขียวของน้ำทะเลหรืออาจจะเพิ่มองค์ประกอบอื่น



เช่น มีหัตถรอย เรือ ต้นมะพร้าว เป็นต้น ซึ่งในการดำเนินการลักษณะนี้จะอาศัยเทคนิคหลายประการมาช่วย เช่น (Kubat et al., 2006; Lao and Savakis, 2001) มีการทำ object detection ผสมกับการจัดการเรื่องสี (Weijer et al., 2009) การดำเนินงานนั้นจะมีการใช้คุณลักษณะในระดับล่าง (low level feature) จนถึงระดับเชิงความหมาย ที่จัดว่าเป็นระดับบน (Yamai and Barnard, 2005; Zhao et al., 2007) ในส่วนของการศึกษาเรื่องสีของภาพร่วมกับ ภาษาธรรมชาตินั้นมีการวิจัยอย่างกว้างขวาง ภายใต้ประเด็นการศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น color language analysis, color semantic หรือ fuzzy color

การศึกษาการสืบค้นภาพด้วยการใช้คำสืบค้นที่เป็นคำประกอบภาษาไทยในส่วนของสี ซึ่งที่ผ่านมายังไม่ปรากฏ ในงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา โดยงานส่วนใหญ่ที่ศึกษาเป็นการสืบค้นภาพที่ต้องการโดยใช้ คำสำคัญที่เป็นคำนามเช่น ภาพทิวทัศน์ ภาพบุคคล หรือการวิจัยในส่วนของ การประมวลผลภาพมากกว่า การวิจัยโดยการใช้ภาษาอังกฤษในส่วน ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดภาษา เพื่ออธิบายสี มีอยู่หลายรูปแบบเช่น การกำหนดในลักษณะวัตถุที่มนุษย์รู้จักมาเป็น ตัวขยายลักษณะสีเช่น “green grass”, “yellow lemon” ในกรณีที่มีสองสีก็จะมีคำเหล่านี้มาประกอบกัน เช่น reddish-brown, greenish-blue, yellowish-green นอกจากนี้ยังมีการใช้นิพจน์ภาษาเพื่อกำหนดลักษณะของสี โดยการนำคำนามที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีสีมาใช้ประกอบ เช่น light, dark, bright, saturated, vivid, muddy, moderate, dull, pale, washed-out การนำคำเหล่านี้มาเป็นส่วนขยายนาม (adjective) ของสีที่กล่าวถึง (Qingyong et al., 2006; Qingyong, et al., 2007; Qingyong et al., 2009) ใช้เทคนิคของตรรกะแบบคลุมเครือในการศึกษา ส่วนการใช้ ภาษามนุษย์เข้ามาช่วยในการเรียกสีนั้นยังมีการสร้างนามวลี (noun phrase) เช่น “slightly less yellow”, “much darker”, “moresaturated”, “greener”, “significantly - punchier”, “smidge lighter” การใช้คำในภาษาเข้าไปใส่จะช่วย ขยายความเข้าใจในส่วนของสีได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งในลักษณะนี้ก็มีปรากฏในภาษาไทยเช่นกัน เช่น การใช้ในลักษณะเปรียบ เทียบกับสิ่งที่คนไทยรู้จักกัน เช่นคำว่า “ดำเหมือนถ่าน” “แดงเลือดนก” หรือในกรณีของการใช้นามวลีในรูปแบบของ ภาษาอังกฤษเช่นคำว่า “แดงเข้ม” “เหลืองสว่าง” “เขียวเข้ม” เป็นต้น

การอธิบายสีในลักษณะนี้ มักจะเป็นการอธิบายสีเดียวโดยมีการใช้คำขยายลักษณะสีเพิ่มขึ้น หรือในกรณี ของการอธิบายวัตถุที่มีสองสีเช่นคำว่า reddish-brown นั้นจะมีความแตกต่างกับการใช้ นามวลีที่เป็น ลักษณะของสี ในภาษาไทยก็มีความหมายแตกต่างไปจากการใช้สีใน ภาษาอังกฤษในส่วนที่ว่า เราสามารถนำคำกริยาต่าง ๆ ช่วยประสม เช่น ใช้คำว่า “อม” ”แกม” ”เหลือง” และ”เจือ” การใช้คำเหล่านี้มาประสมกันเป็นนามวลีดังเช่นคำว่า “ส้มอมเหลือง” “เหลืองอมส้ม” ”ส้มแกมเหลือง” ซึ่งส่งผลให้ความหมายในการรับรู้ของสีต่างกันไป ปัญหาของการค้นหาภาพที่ไม่มี ข้อความกำกับ ในประเด็นเรื่องสีตามลักษณะดังกล่าวในภาษาไทยเป็นปัญหาที่จะต้องอาศัยองค์ประกอบของสองส่วน คือ การประมวลผลสี (color processing) ในภาพพร้อมกับการประมวลผลในส่วนของ การตีความด้วยภาษาไทย (thai language processing) ทั้งนี้โดยอาศัยพื้นฐานการสร้างนิพจน์ทางภาษา (language expression) ขององค์ประกอบ ของสีในภาษาอังกฤษ ร่วมกับการใช้ตรรกะแบบคลุมเครือในการจำแนกสีที่ต้องการ (Bhoyar and Kakde, 2009; Biacino and Gerla, 2002; Pal and Mitra, 2001) ในประเด็นนี้มีความแตกต่างกับการเรียกสีในภาษาไทยในส่วนที่ภาษาไทย มักจะมีการขยายสีด้วยคำอื่น ๆ หรือการสร้างคำประกอบขึ้นมาใช้ในการอธิบาย เช่น “สีแดงเข้ม” “สีส้มแกมเหลือง” การใช้คำลักษณะนี้ในการสืบค้นภาพ จึงมีปัญหาว่าภาษาไทยที่ใช้ในการเรียกสีของวัตถุโดยการตีความของมนุษย์กับ ของคอมพิวเตอร์ (Shamir, 2007; Swain and Ballard, 1999) สามารถเทียบเคียงกันได้อย่างไร นอกจากนี้ภาษาไทย ยังสามารถสลับคำได้โดยที่มีความหมายต่าง ๆ กัน เช่น “สีส้มอมเหลือง” กับ “สีเหลืองอมส้ม” ก็จะมีปริมาณสีที่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะส่งผลให้ก้าวไปเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสืบค้นภาพด้วยภาษาไทย โดยใช้คำประสมที่มีองค์ประกอบของสีร่วมกับคำอื่นเช่น คำว่า “อม” ”แกม” เพื่อดำเนินการสืบค้นภาพในลักษณะ ที่มีสีตามที่ต้องการ ภายใต้ปริมาณภาพที่มีจำนวนมหาศาลในยุคของดิจิตอลในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นเพื่อนำ ข้อมูลไปใช้ในเชิงการแพทย์ เชิงทางธุรกิจหรือแม้กระทั่งเพื่อความบันเทิง โดยได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงหรือตรงกับความหมาย ที่ต้องการในโลกของดิจิตอลได้อย่างรวดเร็ว



## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการให้ความหมายในส่วนของภาษาไทยกับภาพสีต่างๆ โดยใช้กลุ่มคนทดลอง 100 คน เพื่อทำการจำแนกภาพที่สืบค้นได้ว่าเป็น สีอะไรในการรับรู้ โดยการสร้างนิพจน์ภาษา (language expression) ในภาษาไทยกับคำที่ประกอบด้วยคำนามสามสีคือ แดง ส้ม เหลือง และคำกริยา สามคำคือ อม แกม และ เจือ เพื่อสร้างนามวลีของสีที่ผสมกันในภาษาไทย โดยศึกษาเฉพาะนามวลีของสี ต่อไปนี้คือ “แดงอมส้ม” “ส้มอมแดง” “เหลืองอมส้ม” “ส้มอมเหลือง” “เหลืองแกมส้ม” “ส้มแกมเหลือง” “แดงเจือส้ม” และ “ส้มเจือแดง”

2. ภาพที่ใช้ในการทดลองจะถูกทำการตัดเฉพาะพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับสี (พื้นที่จะมีขนาดไม่เท่ากัน) ที่ศึกษาเป็นพื้นผิวของวัตถุ เช่น พื้นของสีผ้า อัญมณี ดอกไม้และเครื่องสำอาง

## 3. ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดลอง โดยอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ การรับรู้ ความเข้าใจ ของมนุษย์ ที่เกี่ยวกับ ความหมายของสีของภาพโดยใช้ภาษาไทยที่เป็นนามวลี ผนวกกับการใช้ตรรกศาสตร์ของความคลุมเครือ (fuzzy logic) และการใช้แนวคิดของเครือข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) เข้าช่วยสนับสนุน เหตุผลที่ใช้เทคนิคนี้ก็เพราะความสอดคล้องในการตีความของลักษณะสีซึ่งอยู่กับปริมาณที่ปรากฏ รวมทั้งตรรกศาสตร์ความของมนุษย์ซึ่งมีความกำกวม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยภาพที่ค้นมาจาก Google โดยใช้นามวลีของสีที่ศึกษา ภายหลังจากนำมาทำการตัดเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการแล้วนำไปให้กลุ่มคนทดลอง 100 คน ตัดสินว่ารูปดังกล่าวตรงกับสีอะไร โดยการตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีการทางตัดสินทางสถิติ เพื่อนำมาคัดเลือกสร้างข้อมูลช่วยสอน (supervised data) หลังจากนั้นจึงนำภาพที่คัดได้มาดำเนินการสกัดเอาคุณลักษณะ (feature extraction) เพื่อเลือกคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการศึกษา

### วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

นำภาพที่ผ่านการตัดสินแล้วมาสร้างเวกเตอร์ข้อมูล (feature vector) โดยคุณลักษณะที่ใช้ได้จากทฤษฎีสีแบบ HSI (Hue Saturation Intensity) เหตุผลที่ใช้เพราะเป็นทฤษฎีสีที่เป็นที่รับรู้ของมนุษย์ ในขณะที่การรับรู้ของคอมพิวเตอร์ใช้ทฤษฎีสีแบบ RGB (Red Green Blue) ส่วนการกำกับความหมายของสีในเชิงภาษาใช้คำตัดสินจากกลุ่มทดลอง (ร้อยละ 60 ขึ้นไป) แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปทำการทดลองแบบ จำแนกหลายกลุ่ม (multi class) ผลปรากฏว่าวิธีดังกล่าวใช้ไม่ได้เนื่องจากระดับความถูกต้องต่ำมาก จึงดำเนินการทดลองงานนี้ในแบบที่สอง คือทำการจำแนกในระดับหลายโดยใช้เทคนิคเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (multi layer perceptron) และในระดับละเอียดใช้เทคนิคแบบต่าง ๆ ร่วมกันคือ การลดขนาดของคุณลักษณะ (feature) โดยใช้ เทคนิคของ Principal component analysis ซึ่งพิจารณาจากค่า loading factor เพื่อทำการรวมลักษณะข้อมูล (feature) มาเป็นปัจจัย (factor) จากนั้นจึงนำ ปัจจัย (factor) ที่ได้ไปสร้างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่เหมาะสมเพื่อใช้ในตรรกะแบบคลุมเครือ แล้วจึงใช้ ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) ซึ่งได้จากการบูรณาการระหว่างนิวรัลเน็ต แบบ 3 layer คือ Input layer, Hidden layer และ Output layer กับ fuzzy เข้าด้วยกันไปแล้วนำไปทดลองกับข้อมูล โดย ANFIS นั้นใช้วิธีการของ Sugeno-type systems ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ลักษณะข้อมูล (feature) ใช้จากค่าของ mean, min, maximum, standard deviation และ entropy  $= \sum P(a) \log_2 P(a)$  โดยค่า a คือคุณลักษณะของสีแต่ละประเภท (H, S, I) ซึ่งคำนวณจากค่าของ H, S, I จากพื้นที่ภาพที่ใช้ในการทดลอง

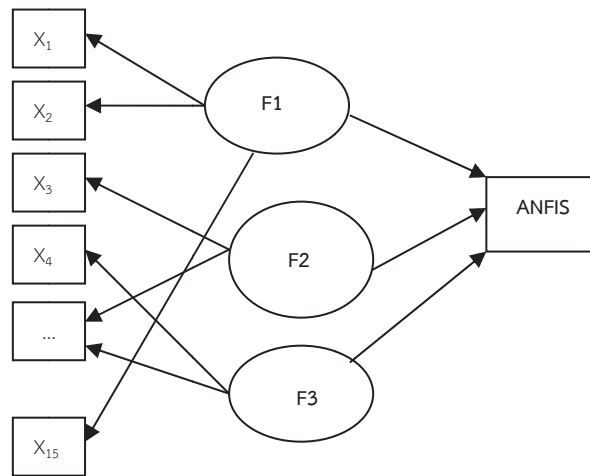
2. นำเทคนิคของ Principal component analysis มาใช้ในการลดจำนวนคุณลักษณะ (feature) ที่เรียกว่า การห่อ (wrapping) เทคนิคนี้จะนำลักษณะ (feature) ที่วัดได้ ลดเป็นปัจจัย (factor) ที่วัดไม่ได้ (latent หรือ factor) ที่ต้องดำเนินการเช่นนี้เพราะว่าในขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในส่วนของตรรกะแบบคลุมเครือ ถ้าเรามีลักษณะข้อมูล (feature) มากไปการทำงานจะยุ่งยากมาก



รูปแบบข้อมูลคือ  $X = \{X_{ij}\}$  โดยที่  $i = 1, 2, 3$  คือ ลักษณะของสี (H,S,I) และ  $j=1, 2, \dots, 5$  คือ ลักษณะ (feature) ซึ่งเป็นค่าสถิติของมูลค่าสีที่ได้จากข้อ 1 โดยที่  $X$  คือภาพใดๆ ดังนั้นภาพที่ใช้ในการทดลองจะกำหนดเป็น เวกเตอร์ข้อมูล (feature vector) ดังนี้  $X_k = (X_{k11}, X_{k12}, \dots, X_{k15}, \dots, X_{k35}, X_{k32}, \dots, X_{k35i})$  หมายถึง เวกเตอร์ข้อมูลในโดเมนสีแบบ HSI (H : Hue S: Saturation และ I: Intensity) ในภาพที่  $k$  ในทางทฤษฎีของการวิเคราะห์ปัจจัย ตัวแปรหรือลักษณะข้อมูล (feature) ที่วัดได้จะมีปัจจัย (factor) ที่วัดไม่ได้แฝงมาด้วย ดังรูปแบบ คณิตศาสตร์นี้

$$X_i = \mu_i + l_{i1}F_1 + l_{i2}F_2 + \dots + l_{im}F_m + \varepsilon_i$$

โดยที่  $\mu_i$  คือ ค่าเฉลี่ยของ feature vector  $X_i$  ส่วน  $l_{ij}$  คือ ค่าน้ำหนัก (loading weight) ของ  $X_i$  ในปัจจัย (factor)  $F_j$  โดยที่มีจำนวนปัจจัยคือ  $m$  ส่วน  $\varepsilon_i$  เป็นค่าความผิดพลาดเชิงสุ่ม



ภาพที่ 1 แสดงการลดลักษณะข้อมูล (feature) ให้เป็นปัจจัย (F1, F2, F3) ด้วยวิธีการของ Principal component analysis หลังจากนั้นจึงส่งไปแบ่งกลุ่มต่อระดับละเอียดด้วย ANFIS

## 5. ผลการวิจัย

จากการสืบค้นข้อมูลภาพโดยใช้ Search Engine “Google” จากคำในภาษาไทยต่อไปนี้ “ส้มอมแดง” “แดงอมส้ม” “ส้มอมเหลือง” “เหลืองอมส้ม” “ส้มแกมเหลือง” “เหลืองแกมส้ม” “ส้มเจือแดง” และ “แดงเจือส้ม” โดยการเลือกเฉพาะภาพที่มีลักษณะสีที่มีความใกล้เคียงกับสีที่อยู่ในขอบเขตการศึกษาค้นครั้งนี้ หลังจากนั้นจึงนำไปทำการตัดเฉพาะพื้นที่ส่วนที่เกี่ยวกับช่อง (ROI) ผลการเตรียมข้อมูลปรากฏ ดังตารางที่ 1

สืบเนื่องจาก ปัญหาของภาพที่สืบค้นทำให้ต้องมีกรขจัดสัญญาณรบกวน (noise) เช่น ภาพที่ได้จากการสืบค้นนั้นบางภาพเป็นภาพเดียวกัน ทั้งที่ได้ใช้การสืบค้นคนละคำกัน หลังจากนั้นจะนำพื้นที่ของภาพ (ROI) ที่ได้ไปทำการทดสอบด้วยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อจำแนกด้วยสายตาและการรับรู้ของมนุษย์ว่าตรงกับความหมายสีใดในภาษาไทย

ตารางที่ 1 จำนวนภาพที่ได้นำไปทำการตัดพื้นที่ (ROI) จากการสืบค้น

คำ	Class ที่	จำนวน Region segment ที่ใช้ในการทดสอบ	จำนวน ROI ที่ผ่านการทดสอบ	
			เพื่อใช้เป็น Supervised Training data	เพื่อใช้เป็น Supervised Testing data
ส้มอมแดง	2	43	24	12
แดงอมส้ม	4	44	30	12
ส้มอมเหลือง	3	54	29	12
เหลืองอมส้ม	6	50	30	12
ส้มแกมเหลือง	1	42	28	12



ตารางที่ 1 (ต่อ)

คำ	Class ที่	จำนวน Region segment ที่ใช้ในการทดสอบ	จำนวน ROI ที่ผ่านการทดสอบ	
			เพื่อใช้เป็น Supervised Training data	เพื่อใช้เป็น Supervised Testing data
เหลืองแกมส้ม	5	32	18	12
แดงเจือส้ม	8	34	15	12
ส้มเจือแดง	9	36	18	12
สีอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สีที่ใช้ศึกษา	7	83	71	12
<b>รวม</b>		<b>418</b>	<b>263</b>	<b>108</b>

การกำหนด นิพจน์ทางภาษา (language expression) ที่ใช้ในการศึกษาได้นิยามดังนี้  
 <Linguistic Expression> := <Basic term> <Extended term> | <Basic term>  
 โดยที่ <Extended term> := อม | เจือ | แกม และ <Basic term> := แดง | ส้ม | เหลือง

จากตารางที่ 1 เป็นภาพที่ผ่านการทดสอบว่าเป็นภาพสีใด โดยใช้การทดสอบแบบสัดส่วนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับสมมติฐานหลัก คือ  $P \leq 0.6$

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะข้อมูล (feature) ที่ใช้ในการศึกษาจากภาพที่ตัดได้

Data set	Type	Mean	Min	Max	SD	Entropy
(HSI)	H	H_Mean	H_Min	H_Max	H_SD	H_Ent
	S	S_Mean	S_Min	S_Max	S_SD	S_Ent
	V (I)	V_Mean	V_Min	V_Max	V_SD	V_Ent

Feature matrix = {  $H_{ij} : i = 1, \dots, 263 ; j = 1, \dots, 5 ; S_{ij} : i = 1, \dots, 263 ; j = 1, \dots, 5, V_{ij} : i = 1, \dots, 263 ; j = 1, \dots, 5$  }  
 โดยที่ H : Hue, I : Intensity, S: Saturation

การทดลองนี้ดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การแบ่งแบบหยาบ (Coarse classification) เป็นการคัดเลือกในระดับหยาบ เพื่อจำแนกระหว่างสีอื่นกับกลุ่มของสี ที่ใช้ในการศึกษา โดยในขั้นตอนนี้ทำการทดลอง 2 แบบ คือแบบของการแบ่งครั้งเดียวจำแนกได้หลายกลุ่มกับอีกวิธีทำการจำแนกทีละระดับแบบสองกลุ่ม (binary class)

ตารางที่ 3 ผลการทดลองโดยใช้ multi layer perceptron แบบหลายกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลทดลองประกอบด้วย 9 class (ใช้ 10 folds cross valid) โดย class ที่ 7 คือ ภาพสีอื่นที่ไม่ใช่สีที่ทำการศึกษา

Correctly Classified Instances	195	74.038%
Incorrectly Classified Instances	68	25.961%
Kappa statistic	0.6866	
Mean absolute error	0.0753	

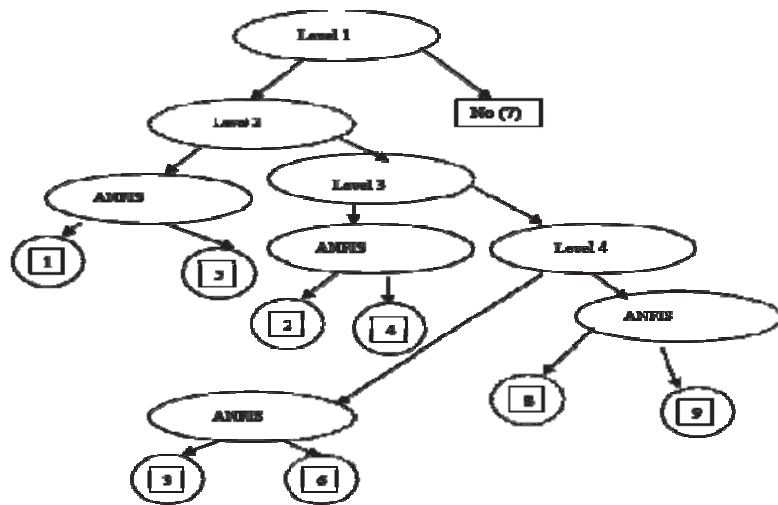
=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.286	0.021	0.5	0.286	0.364	1
0.619	0.043	0.619	0.619	0.619	2
0.52	0.055	0.565	0.52	0.542	3
0.789	0.037	0.682	0.789	0.732	4
0.818	0.025	0.643	0.818	0.72	5



TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.654	0.049	0.654	0.654	0.654	6
0.909	0.02	0.714	0.909	0.8	8
0.909	0.01	0.833	0.909	0.87	9
0.9	0.036	0.926	0.9	0.913	7

เนื่องจากการแบ่งหลายกลุ่ม (multi class) กับข้อมูลทดลอง พบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ในระดับต่ำ จึงทำการจัดกลุ่มคำใหม่ เพื่อให้การบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ร่วมกับการใช้วิธีการแบ่งแบบทีละลำดับแบบสองกลุ่ม (binary class) โดยการรวมลักษณะคำที่เป็นกลุ่มใหม่ ก่อนที่จะทำการแบ่งในระดับละเอียดในขั้นตอนที่ 2 ตามภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 วิธีดำเนินการในการแบ่งสองกลุ่ม (Binary class) หลังจากนั้นจึงจะไปทำการจำแนกแบบละเอียด โดยใช้ ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System)

ระดับที่ 1 ทำการจำแนกกลุ่มสี่ที่ศึกษา Class Yes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9) และออกจากสี่อื่น Class No (7 สี่อื่นที่ไม่ใช่สี่ที่ศึกษา) ที่ไม่ใช่

ระดับที่ 2 ทำการจำแนกกลุ่มสี่ Class Yes (1 สัมแกมเหลือง และ 5 เหลืองแกมส้ม) ออกจากสี่อื่น Class No (Class 2, 4, 3, 6, 8, 9) ที่ไม่ใช่

ระดับที่ 3 ทำการจำแนกกลุ่มสี่ Class Yes (2 ส้มอมแดง และ 4 แดงอมส้ม) ออกจากสี่อื่น Class No (Class 3, 6, 8, 9) ที่ไม่ใช่

ระดับที่ 4 ทำการจำแนกกลุ่มสี่ Class Yes (3 ส้มอมเหลือง 6 และเหลืองอมส้ม) ออกจากกลุ่มสี่ Class No (8 แดงเจือส้ม และ 9 ส้มเจือแดง)

ระดับสุดท้าย (ดูภาพที่ 2 ประกอบ) ทำการจำแนกแบบละเอียด โดยใช้ ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) เพื่อจำแนกสี่ที่มีความใกล้เคียงในระดับคำออกจากกัน โดยทำการจำแนก ระหว่าง Class 1 กับ Class 5, Class 2 กับ Class 4, Class 3 กับ Class 6 และ Class 8 กับ Class 9





**ตารางที่ 4** ผลการทดลองโดยใช้แบบสองกลุ่ม โดยเทคนิค multi layer perceptron กับชุดข้อมูลในระดับที่ 1 (จำแนกสิ่งที่ศึกษากับสิ่งอื่น)

Correctly Classified Instances	248	94.2966 %
Incorrectly Classified Instances	15	5.7034 %
Kappa statistic	0.8507	
Mean absolute error	0.0626	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.979	0.155	0.945	0.979	0.962	Y
0.845	0.021	0.938	0.845	0.889	N

**ตารางที่ 5** ผลการทดลองโดยใช้แบบสองกลุ่ม โดยเทคนิค multi layer perceptron กับชุดข้อมูลในระดับที่ 2 (Class 1 + Class 5) กับ Class อื่น

Correctly Classified Instances	180	93.75 %
Incorrectly Classified Instances	12	6.25 %
Kappa statistic	0.8334	
Mean absolute error	0.0749	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.913	0.055	0.84	0.913	0.875	Y
0.945	0.087	0.972	0.945	0.958	N

**ตารางที่ 6** ผลการทดลองโดยใช้แบบสองกลุ่ม โดยเทคนิค multi layer perceptron กับชุดข้อมูลในระดับที่ 3 (Class 2 + Class 4) กับ Class อื่น

Correctly Classified Instances	137	93.8356 %
Incorrectly Classified Instances	9	6.1644 %
Kappa statistic	0.8702	
Mean absolute error	0.0761	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.953	0.076	0.881	0.963	0.92	Y
0.924	0.037	0.977	0.924	0.95	N

**ตารางที่ 7** ผลการทดลองโดยใช้แบบสองกลุ่ม โดยเทคนิค multi layer perceptron กับชุดข้อมูลในระดับที่ 4 (Class 3 + Class 6) กับ (Class 8+ Class 9)

Correctly Classified Instances	89	97.913 %
Incorrectly Classified Instances	3	1.987 %
Kappa statistic	0.9765	
Mean absolute error	0.0136	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.973	0.0015	0.998	0.983	0.991	Y
0.995	0.017	0.971	0.998	0.985	N



เนื่องจากจำนวนลักษณะข้อมูล (feature) ที่ใช้มีถึง 15 ลักษณะ ส่งผลให้การที่จะนำไปจำแนกในระดับละเอียดเพื่อจำแนกในระดับสุดท้ายด้วย วิธี ANFIS กระทำได้ค่อนข้างลำบาก เราจึงทำการลดขนาดลักษณะข้อมูล (feature) ด้วยเทคนิคของ Principal component analysis โดยการหมุนเวกเตอร์ ผลจากการลดลักษณะข้อมูล (feature) พบว่า ได้ปัจจัย 3 ปัจจัยคือ  $F_1, F_2, F_3$  โดยเกิดขึ้นจากการรวม ลักษณะข้อมูล (feature) เดิมดังนี้

$$F_1 = L_1 (V\_std, V\_min, V\_entropy, H\_max, H\_min)$$

$$F_2 = L_2 (V\_max, H\_entropy, S\_std, V\_mean, S\_min, S\_entropy)$$

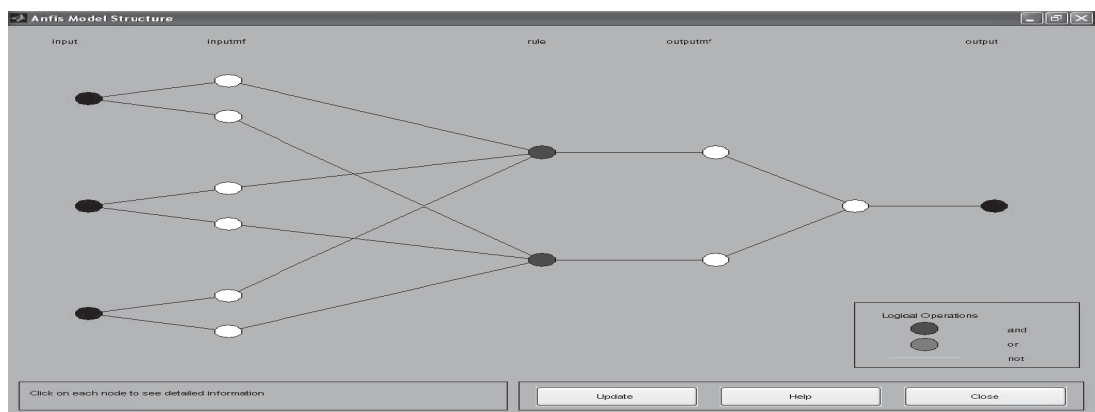
$$F_3 = L_3 (S\_mean, H\_mean, H\_std, S\_max)$$

ขั้นตอนที่ 2 การแบ่งแบบละเอียด (Fine classification) เป็นการจำแนกในระดับละเอียดภายในกลุ่มต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะข้อมูล (feature) ที่ลดรูปแล้วเป็นปัจจัย (factor)  $F_1, F_2$  และ  $F_3$  แล้ว โดยในแต่ละกลุ่มที่ได้ในขั้นตอนการจำแนกแบบหยาบ โดยการใช้เทคนิค ANFIS

ผลการทดลองโดยใช้ Fuzzy membership ประเภทต่าง ๆ พบว่า ฟังก์ชันที่ให้ค่าระดับความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดกับข้อมูลที่ศึกษา คือ ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบเกาส์เซียนซึ่งมี 2 พารามิเตอร์คือ  $\{m, \sigma\}$  ซึ่ง  $m$  หมายถึงค่าเฉลี่ย และ  $\sigma$  หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Gaussian  $(x : m, \sigma) = \exp(-\frac{(x-m)^2}{\sigma^2})$  โดยที่แต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใน ปัจจัย  $F_1, F_2$  และ  $F_3$  ปรากฏดังตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงค่าสถิติในแต่ละกลุ่มของแต่ละปัจจัย (factor)

ค่า Feature	1 (Class 1,5)	2 (Class 2,4)	3 (Class 3,6)	4 (Class 8,9)
Mean of F1	0.03812	0.44012	-0.26099	-0.30672
Std of F1	0.88683558	1.12791414	0.99406148	0.64272475
Mean of F2	0.52179	-0.46530	0.40676	-0.69317
Std of F2	0.38103441	1.21522558	0.48878766	1.15254979
Mean of F3	0.02146	0.13206	0.53803	-1.20794
Std of F3	1.04330275	0.69237462	0.61466129	0.94381345



ภาพที่ 3 แสดงสถาปัตยกรรม ANFIS ที่ใช้ในการศึกษา โดยใช้  $F_1, F_2, F_3$  เป็น input

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องจากการทดลองการจำแนกในแต่ละกลุ่มโดยใช้เทคนิค ANFIS

การจำแนกระหว่าง Class ในระดับละเอียด	Overall Precision
Class 1 (สีส้มแกมเหลือง) และ Class 5 (สีเหลืองแกมส้ม)	84.3
Class 2 (สีส้มอมแดง) และ Class 4 (สีแดงอมส้ม)	80.7
Class 3 (สีส้มอมเหลือง) และ Class 6 (สีเหลืองอมส้ม)	79.3
Class 8 (สีแดงเจือส้ม) และ Class 9 (สีส้มเจือแดง)	81.8



จากตารางที่ 9 ผลการทดลองโดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบเกาส์เซียนที่สร้างได้ พบว่า กลุ่ม 1 (สีส้มแกมเหลือง), 5 (สีเหลืองแกมส้ม) ที่ได้จากการจำแนกในระดับละเอียด ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องสูงสุด ลำดับถัดมาคือกลุ่มที่ 8 (สีแดงเจือส้ม), 9 (สีส้มเจือแดง) ในขณะที่สีในกลุ่ม 3 (สีส้มอมเหลือง), 6 (สีเหลืองอมส้ม) ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องต่ำสุดในผลทดลอง ผลการทดลองในระดับละเอียดนี้ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องต่ำกว่าในระดับหยาบ ทั้งนี้เพราะภายในกลุ่มเอง เช่น Class 1 สีค่อนข้างใกล้เคียงกันมากจึงทำให้ระดับความถูกต้องต่ำกว่าในการแบ่งแบบหยาบรวมทั้งเหตุผลจากการตัดสินใจด้วยสายตามนุษย์ซึ่งยังตีความต่างกัน

## 6. สรุปและอภิปรายผล

จากการใช้นิพจน์ภาษา (language expression) คือ <Noun> <Verb> <Noun> ในภาษาไทยเพื่อสื่อถึงสี (เฉพาะที่ศึกษา) ของภาพ กับการรับรู้ลักษณะสีด้วยการประมวลผลภาพโดยใช้ทฤษฎีสีแบบ HSI (Hue Saturation Intensity) สามารถใช้ได้ในระดับความถูกต้องสูงเมื่อดำเนินการแบบจากบนลงล่าง (top down) และในระดับสุดท้ายที่จำแนกสีในระดับที่เป็นการสลับคำของสี เช่น “สีส้มอมแดง” กับ “สีแดงอมส้ม” จำเป็นต้องมีทำการลดขนาดของจำนวนลักษณะข้อมูล เพราะการใช้ลักษณะข้อมูลจำนวนมากโดยหลักการของตรรกะแบบคลุมเครือ นั้นมีปัญหาในการสร้างกฎตัดสิน ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการขัดแย้งกัน ซึ่งทำให้ผลการทดลองไม่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาพบว่า ความถูกต้องระหว่างการทำหน้าที่ความหมายของมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ที่ตรงกัน ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากที่สุด คือ คำในภาษาไทยของ “สีส้มแกมเหลือง” และ “สีเหลืองแกมส้ม” ในขนาดร้อยละ 84.3 และสีที่จำแนกได้ถูกต้องน้อยที่สุดคือ “สีส้มอมเหลือง” และ “สีเหลืองอมส้ม” ในขนาดร้อยละ 79.3 นอกจากนี้การรับรู้ในเรื่องสีของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตัดสินใจยังมีปัญหาเรื่องความหมายของสีในภาษาไทยที่ยังแตกต่างกันซึ่งปรากฏในคำต่อไปนี้คือ “แกม” และ “เจือ” จึงทำให้เกิดความคลุมเครือในการตัดสินใจของภาพที่ใช้ในการทดลองเกี่ยวซึ่งปัญหานี้มีส่วนทำให้ผลกับการทดลองอาจจะผิดพลาดไป การศึกษาครั้งนี้ได้มีทำการทดลองแบบ การแบ่งหลายกลุ่ม (multi class) แต่ปรากฏว่าระดับความถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 50 จึงได้มาทำการทดลองแบบบนลงล่าง ซึ่งได้ผลการทดลองตามที่นำเสนอ

การวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการ คือ ยังต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ในการทำการตัดภาพที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งการให้ความหมายของในบางภาพที่ได้ พบว่ากลุ่มผู้ทดลองยังให้ความหมายไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดของภาพบางประเภทที่ยังมีบริบทอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งในการดู ส่งผลกับการรับรู้ของมนุษย์แตกต่างกัน เช่น ในส่วนของพื้นผิว (texture) ซึ่งมีส่วนทำให้เป็นปัญหากับข้อมูลที่ใช้ทดลองงานในลักษณะนี้ ถ้ามีการประยุกต์ร่วมกับประเด็นศึกษาอื่นเช่น การทำ ตรวจสอบวัตถุและขยายลักษณะข้อมูลไปสู่โดเมนของผิวของวัตถุ (texture domain) ให้มากกว่านี้ ก็จะสามารถนำไปสู่ความรู้ในเชิงพาณิชย์ได้เช่นการสืบค้นสินค้าที่เป็นอัญมณี ดอกไม้ หรือผ้าไหมที่เป็นสินค้าที่มีการผลิตอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศไทย นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปสู่ประยุกต์อื่น ในเรื่องทางการแพทย์ ในส่วนของภาพของของ “โรคผิวหนัง” เพื่อวินิจฉัยโรค หรือเพื่อสืบค้นภาพแบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องอาศัยความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในการกำกับภาพซึ่งเสียค่าใช้จ่ายมาก การประยุกต์ในลักษณะที่กล่าวมานี้จะสามารถนำผลการศึกษานี้ไปสนับสนุนได้ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการรักษาโรคให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้อาจจะสร้างเป็นคลังแห่งความรู้ เพื่อกระจายความรู้สู่ทุกท้องถิ่นในประเทศไทยในส่วนของกรมส่งเสริมสุขภาพ ของประชากรไทยภายใต้นวัตกรรมเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร

## 7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยความร่วมมือของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เวลาในการตัดสินใจในการดูภาพจำนวนมาก และด้วยการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยผ่านทางสถาบันวิจัยและวิชาการ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยการสนับสนุนการสืบค้นภาพ คัดเลือก และการทำ Segmentation ภาพ รวมทั้งการเก็บข้อมูลจากกลุ่มทดลอง โดยนักศึกษาที่ช่วยในโครงการวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี



## 8. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองสร้างต้นแบบ (prototype) ของสีที่มีความกำกวม ดังนั้น จึงทดลองเลือกเฉพาะสีส้ม เหลืองและแดง สำหรับคำที่ใช้ในการศึกษาใช้คำว่า แกม อม เจือ เพราะเป็นคำที่มีความไม่แน่นอนสูง ดังนั้น จึงใช้ Fuzzy เข้ามาช่วยตอบคำถาม ฉะนั้น งานวิจัยนี้เป็นเพียงต้นแบบเพื่อนำไปสู่งานวิจัยเชิง production ต่อไป

## 9. รายการอ้างอิง

- Berk, T. , Brownston, L. , & Kaufmam, A. (1982). A new color naming system for graphics image. **IEEE Computer Graphics**. 2(3): 78- 95.
- Bhoyar, K. K. , & Kakde, O. G. (2009). Image Retrieval using Fuzzy and Neuro-Fuzzy Approaches with Fuzzy Color Semantics. *Proceedings International Conference on Digital Image Processing*. **IEEE Transaction on Neural Network**. 11: 125-158.
- Biacino, L. , & Gerla, G. (2002). Fuzzy Logic continuity and effectiveness. **Archive for Mathematical Logic**. 41(7): 78-99.
- Borghesani, D. , Costantino, G. , & Cucchiara, R. (2009). Color Feature Performance Comparison for Image Retrieval, ICIAP 2009. LNCS 5716. **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**: 62-71.
- Chamorro-Martinez, J. , Medima, C. D. , Baranco, E. , Galan-Perales. , & Soto-Hidalgo, J. M. (2007). **Retrieving images in fuzzy object-relational databases using dominant color descriptors**. *Fuzzy sets and systems*. 158: 312-324.
- Conway, D. M. (1992). An experimental comparison of three natural language color naming models. **Proceedings of the East-west International Conference on Human-Computer Interaction**. St. Petersburg. Russia: 120-130.
- Dhaval, M. , Diwakar, E. S. , & Jowahar, C. V. (2003). A Rule Based Approach to Image Retrieval. **Proceedings International Conference on Digital Image Processing**. IEEE : 68 - 80.
- Han, J. , & Kai-Kuang, K. (2002). Fuzzy Color Histogram and Its Use in Color Image Retrieval. **IEEE Transactions on Image Processing**. 11(8): 124-135.
- Haslam, C. , Wills, A. J. , Haslam, A. , Kay, J. , Baron, R. , & McNab, F. (2007). Does maintenance of color categories rely on language? Evidence to be contrary from a case of semantic dementia. **Brain and Language**. 0093-934X/S.
- Heng-Da, C. , Yui, M. L. , & Rita, I. , Freimanis. (1998). A Novel Approach to Micro calcification Detection Using Fuzzy Logic Technique. **IEEE Transaction on Medical Image**. 17(3): 110-125.
- Kubat, R. , Mirman, D. , Roy, D. (2006). Semantic Context Effects on Color Categorization. MIT Media Lab. **Ames Street, Cambridge**. MA 02139 USA.
- Lao, j. , & Savakis , A. (2001). Indoor vs Outdoor Classification of Consumer Photographs using Low Level and Semantic Feature. **Conference on Image Processing**. 2: 58-69.
- Li , Q. , Shi, Z. , & Luo, S. (2009). **Image Retrieval Based on Fuzzy Color Semantics**. [Online] Available: [IEEE Explore.ieee.org/iel5/4295328/4295329/04295404.pdf](http://IEEE Explore.ieee.org/iel5/4295328/4295329/04295404.pdf). IEEE.
- Pal, S. , & Mitra, S. (2001). **Neuro Fuzzy Recognition Methods**. *Soft Computing*. New York: John Wiley & Son.
- Qingyong, Li. , Zhiping, S. , & Siwei, L. (2007). **Image Retrieval Based on Fuzzy Color Semantics**. *Proc. IEEE Xpore*: 121-135.



- Qingyong, Li, Zhiping, S. , & Siwei, L. (2006). **Linguistic Expression Base Image Description Framework and Its Application in Image Retrieval**. Proceedings Soft Computing in Image Processing. 201: 156-201.
- Regier, T. , & Kay, P. (2009). **Language, Thought and Color: Whorf was Half Right**. 1364-661325 Cell Press. Elsevier: 145-150.
- Shamir, L. (2007). Human Perception-based Color Segmentation Using Fuzzy Logic. **Astronomical Image Processing**. VDM-Verlag Publishing Berlin Germany. ISBN: 978-3-8364-6630-1: 56-85.
- Swain, M. , & Ballard, D. (1999). Color Indexing. **International Journal of Computer Vision**. 7: 80-102.
- Weijer, R. , & Joost, V. D. , Schmid, C. , Verbeek, J. , & Larlus, D. (2009). Learning Color Names for Real-World Applications. **IEEE Transaction on Image Processing**, 4: 220-238.
- Yamai, K. , & Barnard, K. (2005). **Image Region Entropy: Measure of “Visualness” of Web Images Associated With One Concept**. Proceedings 13<sup>th</sup> annual ACM international conference on Multimedia. New York: USA. ACM press: 419-422.
- Zhao, R. , & Grosky, W. I. (2007). **Narrowing the Semantic Gap-Improved Text- Based Web Document Retrieval Using Visual Features S1520-9210 10/02**. IEEE: 230-250.



LAMPANG RAJABHAT UNIVERSITY

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ  
ตำบลสนมพู่ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100  
[www.mgts.lpru.ac.th](http://www.mgts.lpru.ac.th)

วนิดาการพิมพ์

14/2 หมู่ 5 เทศบาลตำบลสินพีเสื่อ  
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300