โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผ้าพันคอจริงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ

Differences in Color Perception between Actual Scarf and Displayed Images

ชื่อนิสิต นางสาวญาณิศา สุวรรณ์ **เลขประจำตัว** 5832608023

นางสาวฐิตาภรณ์ รัตนวิเชียร **เลขประจำตัว** 5832609723

ภาควิชา เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

ปการศึกษา 2561

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงงานทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงงานทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

รายละเอียดโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ปีการศึกษา 2561

ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผ้าพันคอจริงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ

Differences in Color Perception between Actual Scarf and Displayed Images

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ.ดร. สุจิตรา สื่อประสาร

จัดทำโดย

นางสาวญาณิศา	สุวรรณ์	รหัสนิสิต	583 26080 23
นางสาวฐิตาภรณ์	รัตนวิเชียร	รหัสนิสิต	583 26097 23

ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2561

หัวข้อ ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผ้าพันคอจริงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ

นิสิตผู้ดำเนินโครงการ นางสาวญาณิศา สุวรรณ์

นางสาวฐิตาภรณ์ รัตนวิเชียร

ภาควิชา เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร. สุจิตรา สื่อประสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยอมรับรายงานวิทยาศาสตร์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี

..... หัวหน้าภาควิชา

(รศ.ดร. พิชญดา เกตุเมฆ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ผศ.ดร. สุจิตรา สื่อประสาร)

ผู้ดำเนินงาน นางสาวญาณิศา สุวรรณ์ รหัสนิสิต 583 26080 23

นางสาวฐิตาภรณ์ รัตนวิเชียร รหัสนิสิต 583 26097 23

ชื่อเรื่อง ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผ้าพันคอจริงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สุจิตรา สื่อประสาร

บทคัดย่อ : โครงการนี้วิเคราะห์ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างภาพวัตถุที่มีการจัดวางต่างกัน และเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่างสีของวัตถุจริงกับสีของวัตถุในภาพ ทำการทดลองกับผู้สังเกต 30 คน เป็นผู้ชาย 10 คนและผู้หญิง 20 คน ให้แต่ละคนดูภาพผ้าพันคอจากการถ่ายภาพผ้าพันคอสีพื้นไม่มีลวดลาย 13 สี ที่มีการจัดวาง 3 แบบ คือ แบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ภายใต้สภาวะแสงแบบเดียวกัน ผู้สังเกตดูภาพที่แสดงบนจอภาพภายใต้แสงสว่างปกติทีละภาพ และกดเลือกสีจากเครื่องมือเลือกสี (Color Picker tool) เพื่อแสดงสีที่รับรู้ ทำเช่นนี้จบครบ 39 ภาพ จึงเลือกสีผ้าพันคอกับรูปแบบการจัดวางที่ชอบที่สุด บันทึกค่าสีที่ผู้สังเกตเลือก และวัดค่าสีจากหน้าจอด้วยเครื่องสเปกโทรเรดิโอมิเตอร์ เปรียบเทียบกับสีผ้าพันคอจริงที่วัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างสี $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ระหว่างผู้สังเกต ความแตกต่างสีระหว่างสีผ้าพันคอจริงกับสีที่รับรู้ และความแตกต่างสีระหว่างภาพผ้าพันคอแต่ละรูปแบบ จากผลการทดลองพบว่า ภาพผ้าพันคอที่มีการจัดวางต่างกันมีผลต่อการรับรู้สี การจัดวางผ้าพันคอแบบคล้องคอให้การรับรู้สีต่างจากแบบผ้าเรียบและผ้าม้วน และมีความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้และสีผ้าพันคอจริงมากที่สุด แต่เป็นรูปแบบที่ผู้สังเกตต้องการซื้อมากที่สุด

ภาควิชา เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนิสิตผู้ดำเนินงาน.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

Student Name	Ms. Yanisa Suwan	ID No. 583 26087 23
	Ms. Thitapron Rattanavichien	ID No. 583 26097 23
Project	Differences in Color Perception between Actual Scarf and Displayed Images	
Project Advisor	Assist. Prof. Dr. Suchitra Sueeprasan	

Abstract: This project analyzed perceived color differences between objects that are arranged differently in an image. Color differences between the actual colors of the objects and the color perceptions were compared. Thirty observers (10 males and 20 females) participated in the experiments. Each observer viewed 13 color scarves that were arranged into three types: flat-folded, rolled and wrapping-around-a-neck. Observers viewed 39 images displayed on a monitor one at a time in a random order. Their task was to click on the color picker tool to find a color they perceived in the scarf image. Color values were recorded and displayed on the screen to measure with a spectrophotometer. Color differences between color perceptions and the actual colors measured from the scarves with a spectrophotometer were analyzed. $\Delta E_{CMC}(2:1)$ was calculated between the average values from all observers and each individual observer, between the actual colors and the color perceptions, and between color perceptions from different arrangement types. The results showed that type of scarf arrangement affected color perception. The wrapping-around-a-neck type differed from the flat-folded and rolled types in terms of color perception. Moreover, its color perception was the most different from the actual scarf color. However, it was the most wanted to buy type by the observers.

Department of Imaging and Printing Technology
Academic year 2018

Student's signature.....ยานิศา สุวรรณ์.....
.....ฐิตาพรณ์ ภัทรเวชเวียร.....

Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.สุจิตรา สื่อประสาร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำแนะนำ และความรู้ที่มีคุณค่านอกเหนือจากตำราเรียน ตลอดจนแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา และให้ความกรุณาตรวจแก้ไขเนื้อหาในการวิจัยนี้ กราบขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ธำรงรุจน์ ฮุนตระกูล ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการถ่ายภาพและการจัดแสงในห้อง studio ที่เป็นสถานที่ถ่ายภาพผ้าพันคอในการทดลองนี้

ขอขอบพระคุณ คุณประชารัฐ สงัดศัพท์ พี่นิสิตปริญญาเอก ที่ชี้แนวทางและสอนการเขียนโปรแกรมให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ ที่ให้ความรู้มากมาย จนทำให้มีความรู้สามารถที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ตนเอง และสังคม

ขอขอบคุณ พี่ น้อง เพื่อน ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุก ๆ คน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการทำวิจัยนี้ ทั้งช่วยเหลือในการหาผู้สังเกตมาให้ทดสอบ และมาเป็นผู้สังเกตเอง

ญาณิศา สุวรรณ์
ฐิตาภรณ์ รัตนวิเชียร

17 พฤษภาคม 2562

สารบัญ

สารบัญเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีการมองเห็นสีของมนุษย์	4
2.2 คุณสมบัติพื้นฐานของสี	7
2.3 แสงและเงา (Light and Shade)	8
2.4 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 การทดลอง	
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	15
3.2 วิธีการดำเนินงาน	16
3.2.1 การเตรียมตัวอย่างภาพผ้าพันคอ	16
3.2.2 การเขียนโปรแกรมหน้าเว็บเพื่อการทดลอง	18
3.2.3 การทดลองด้วยผู้สังเกต	20
3.2.4 การวิเคราะห์ผล	22
3.2.5 เวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปราย	
4.1 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าพันคอที่ต่างกัน	24
4.2 ความแตกต่างสีระหว่างสีผ้าพันคอจริงกับสีที่ผู้สังเกตรับรู้ในรูปแบบผ้าพันคอที่ต่างกัน	26
4.3 ความแตกต่างสีระหว่างภาพผ้าพันคอแต่ละรูปแบบ	29
4.4 รูปแบบและสีผ้าพันคอที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ	34

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญเรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก ก ชุดคำสั่งการทำงานของหน้าการทดลอง	40
ภาคผนวก ข รูปแบบและสีที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ	62

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง หน้า

ตารางที่ ข.1 สีที่ชอบและสีกับรูปแบบที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ 62

สารบัญรูป

สารบัญรูป หน้า

รูปที่ 2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่มนุษย์มองเห็นได้ (Visible Spectrum or Visible Light) 5
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบการมองเห็นสีของมนุษย์ 6
รูปที่ 2.3 ภาพตัวอย่างแสงและเงา 9
รูปที่ 2.4 ภาพตัวอย่างแสงและเงา 9
รูปที่ 2.5 ภาพตัวอย่างรูปร่างและรูปทรง 11
รูปที่ 3.1 สีของผ้าพันคอตัวอย่างใน a*b* (ซ้าย) และ L*C*$_{ab}$ (ขวา) 16
รูปที่ 3.2 ผังการจัดแสงในการถ่ายภาพ 17
รูปที่ 3.3 การจัดวางแบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ตามลำดับ 17
รูปที่ 3.4 ภาพผ้าพันคอทั้ง 39 ภาพ ที่แยกตามการจัดวางผ้าพันคอ 18
รูปที่ 3.5 โครงร่างขนาดและตำแหน่งต่าง ๆ ของหน้าหลักที่ใช้ในการทดลอง 19
รูปที่ 3.6 โครงร่างขนาดและตำแหน่งต่าง ๆ ของหน้าการทดลองที่เลือกรูปแบบและสีที่ต้องการซื้อ 19
รูปที่ 3.7 หน้าแรกของโปรแกรมสำหรับให้ผู้สังเกตกรอกข้อมูล 21
รูปที่ 3.8 หน้าหลักของโปรแกรมสำหรับทำการทดลอง 21
รูปที่ 3.9 หน้าสุดท้ายของโปรแกรมสำหรับให้ผู้สังเกตเลือกรูปแบบและสีของผ้าพันคอที่ชอบ 21
รูปที่ 4.1 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าเรียบ (A) 24
รูปที่ 4.2 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าม้วน (B) 25
รูปที่ 4.3 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าคล้องคอ (C) 26
รูปที่ 4.4 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าเรียบ 27
รูปที่ 4.5 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าม้วน 27
รูปที่ 4.6 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าคล้องคอ 28
รูปที่ 4.7 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วน 29
รูปที่ 4.8 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอ 30
รูปที่ 4.9 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าคล้องคอ 30
รูปที่ 4.10 การกระจายของค่า L* ของรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), และผ้าจริงสีเขียว 31
รูปที่ 4.11 การกระจายของค่า C*$_{ab}$ ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), และผ้าจริงสีเขียว 32
รูปที่ 4.12 การกระจายของค่า L* ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), แบบผ้าคล้องคอ (C), และผ้าจริงสีน้ำเงิน 33
รูปที่ 4.13 การกระจายของค่า C*$_{ab}$ ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), แบบผ้าคล้องคอ (C), และผ้าจริงสีน้ำเงิน 34
รูปที่ 4.14 จำนวนผู้ต้องการซื้อผ้าพันคอในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้สังเกต 30 คน 35
รูปที่ 4.15 สีผ้าพันคอที่ผู้สังเกตซื้อในรูปแบบที่เลือก 36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในยุคปัจจุบันการซื้อสินค้าออนไลน์ (Online shopping) ถือเป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว จากการสำรวจของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์(องค์การมหาชน) (สพธอ.) หรือ ETDA (เอ็ตด้า) เผยว่ามูลค่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศเติบโตอย่างต่อเนื่อง ระหว่าง 8-10% ต่อปี โดย ETDA ได้จัดเก็บสถิติมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าจากจำนวนเพียง 9.3 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2551 ปัจจุบันมีคนใช้มากถึง 45 ล้านคน สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปตามยุคสมัย การพัฒนาของเครื่องมือสื่อสาร และราคาที่ถูกลง ทำให้คนเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น ส่งผลให้ตลาดอีคอมเมิร์ซของประเทศไทยเติบโตไปด้วย ทั้งจำนวนผู้ซื้อ ผู้ขายทางออนไลน์เพิ่มมากขึ้น[1]

อย่างไรก็ดีปัญหาสำคัญของการซื้อสินค้าออนไลน์ คือ การที่สินค้าที่ได้รับมีลักษณะไม่ตรงตามที่ปรากฏในภาพ ซึ่งสีเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับสินค้าประเภทเครื่องแต่งกาย เช่น ผ้าพันคอ ภาพถ่ายจากสินค้าจริงที่แสดงบนร้านค้าออนไลน์มักจะมีสีไม่สม่ำเสมอเพราะขึ้นอยู่กับการจัดวางแต่ละรูปแบบ หากผ้าเรียบก็จะเห็นสีเดียวกันตลอดทั้งผืน แต่ถ้าผ้าม้วนก็จะมีส่วนที่เป็นแสงเงาเกิดขึ้น ทำให้การรับรู้ว่าผ้าผืนนั้นเป็นสีใดจึงขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผ้าพันคอจริงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ เพื่อจำลองการเลือกซื้อผ้าพันคอจากรร้านค้าออนไลน์ โดยมุ่งหวังว่าข้อมูลที่ได้จากโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ในการถ่ายภาพสินค้าออนไลน์ต่อไป

1.2 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

ปัจจุบันจำนวนการซื้อสินค้าแฟชั่นผ่านอินเทอร์เน็ตเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผู้ซื้อสามารถเลือกสินค้าที่ต้องการได้สะดวกและรวดเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปยังร้านค้า ซึ่งอาจมีสินค้าไม่ตรงตามต้องการ ทั้งนี้สีเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าแฟชั่น ซึ่งการแสดงสีที่ไม่ถูกต้องบนเว็บไซต์เป็นปัญหาที่พบมากในการตลาดของธุรกิจขายของออนไลน์ Nitse et al. [2] ได้สำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับการซื้อสินค้าแฟชั่นผ่านอินเตอร์เน็ต ผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่า บริษัทต่าง ๆ กำลังสูญเสียลูกค้าและยอดขาย อันเกิดจากสีของสินค้าบนเว็บไซต์ไม่ได้แสดงสีที่แท้จริงของสินค้านั้น ทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่พอใจ ซึ่งนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นในการให้บริการลูกค้าและการขนส่งย้อนกลับ นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ระบุว่า จะไม่ซื้อสินค้า

เพิ่มเติมจาก e-commerce หากได้รับสินค้าที่มีสีต่างไปจากที่คาดไว้ ดังนั้นการขายของออนไลน์ สีของสินค้าที่แสดงบนเว็บไซต์ควรตรงหรือใกล้เคียงกับสีสินค้าจริงมากที่สุด

เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2558 มีปรากฏการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นในอินเตอร์เน็ต และได้รับความสนใจไปทั่วโลก นั่นคือ The dress ซึ่งเป็นภาพถ่ายของชุดกระโปรงชุดหนึ่ง แต่ภาพชุดกระโปรงชุดเดียวกันนี้มีผู้มองเห็นสีชุดต่างกัน Lafer-Sousa, Hermann and Conway [3] ได้ศึกษาการรับรู้สีที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลจากภาพชุดกระโปรงที่โด่งดังนี้ จากผลการสอบถามสีของชุดกระโปรงที่แต่ละคนมองเห็นพบว่า มีผู้มองเห็นชุดสีน้ำเงิน/ดำ, ชุดสีขาว/ทอง, ชุดสีน้ำเงิน/น้ำตาล และเห็นเป็นชุดสีอื่น ซึ่งความแตกต่างในการรับรู้สีของแต่ละบุคคลนั้นขึ้นกับการคาดเดาแหล่งแสงในภาพ โดยพบว่า ผู้สูงอายุและผู้หญิงส่วนใหญ่จะเห็นชุดเป็นสีขาว/ทอง เนื่องจากผู้สูงอายุและผู้หญิงมักจะตื่นเช้า จึงคุ้นเคยกับแสง Daylight ขณะที่วัยรุ่นและผู้ชายมักจะใช้เวลาอยู่กับแสง artificial light คนกลุ่มนี้จึงมองเห็นชุดเป็นสีน้ำเงิน/ดำ นอกจากนี้ Witzel, KevinO'Regan and Hansmann-Roth [4] พบว่า การรับรู้สีของแต่ละบุคคลเกี่ยวข้องกับสีและความมันวาวที่มาจากพื้นผิวของชุด และตำแหน่งของแหล่งแสงในภาพที่ทำให้เกิดแสงและเงาที่คลุมเครือ จึงเกิดการรับรู้สีชุดที่ไม่ชัดเจน นั่นแสดงให้เห็นว่า แต่ละบุคคลมีการรับรู้สีที่แตกต่างกันแม้จะเป็นภาพเดียวกัน ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อารมณ์ ความรู้สึก ความชอบ แหล่งแสง ฯลฯ

กรรณิการ์ กมลรัตน์ [5] ได้เปรียบเทียบสีผ้าย้อมครามที่แสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์กับสีผ้าย้อมครามผืนจริง และหาวิธีปรับสีของภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้เหมือนกับสีของผ้าย้อมครามผืนจริง พบว่าสีของภาพผ้าครามที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แตกต่างจากสีแท้จริงอย่างมีนัยสำคัญ และได้ปรับสีของภาพถ่ายผ้าย้อมครามบนจอคอมพิวเตอร์ให้มีสีที่ใกล้เคียงที่สุดกับสีผ้าผืนจริง โดยใช้เทคนิคสมการฟังก์ชันยกกำลัง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ยุ่งยากสำหรับนักขายของออนไลน์มือใหม่ เพื่อให้ง่ายต่อการได้ภาพที่ให้สีตรงกับวัตถุจริง จึงมีการใช้เทคนิคการจัดวางรูปแบบสินค้ามาช่วย จากงานวิจัยของ พิชานันท์ ตึ๋งพันธุ์ และ มณฑนา บางแวก [6] ที่วิเคราะห์ความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตในการมองภาพสีเสื้อผ้าจากจอภาพ โดยทดลองกับลักษณะการแสดงเสื้อผ้า 3 แบบ คือ เสื้อไม่ยับ, เสื้อยับ และเสื้อที่มีคนใส่ พบว่า เสื้อยับมีความแตกต่างของสีระหว่างผู้สังเกตมากกว่าแบบอื่น เพราะเสื้อยับมีบริเวณเงามืดและสว่างหลายตำแหน่ง เสื้อที่ไม่มีรอยยับจึงมีความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตน้อย สำหรับเสื้อที่มีคนใส่ ผู้สังเกตมักมองสีจากช่วงกลางลำตัว อย่างไรก็ดีงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการเปรียบเทียบสีของวัตถุจริงกับสีของวัตถุในภาพ

โครงการนี้จึงวิเคราะห์ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างภาพวัตถุที่มีการจัดวางต่างกัน และเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่างสีของวัตถุจริงกับสีของวัตถุในภาพ โดยใช้ผ้าพันคอสีพื้นไม่มีลวดลายจำนวน 13 สี นำมาถ่ายภาพด้วยรูปแบบการจัดวางที่ต่างกัน 3 แบบ คือ แบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ให้ผู้สังเกตดูภาพทีละภาพและเลือกสีที่รับรู้จากเครื่องมือเลือกสี (Color Picker tool) เมื่อดูครบทุกภาพแล้วจึงเลือกสีผ้าพันคอกับรูปแบบการจัดวางที่ชอบที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างภาพวัตถุที่มีการจัดวางต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่างสีของวัตถุจริงกับสีของวัตถุในภาพ

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ ผ้าพันคอสีพื้นไม่มีลวดลายจำนวน 13 สี แต่ละสีมีการจัดวางต่างกัน 3 รูปแบบ คือ แบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ได้ภาพตัวอย่างผ้าพันคอรวมทั้งสิ้น 39 ภาพ
2. ทำการทดลองกับผู้สังเกตจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 20-24 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 20 คน
3. ภาพตัวอย่างแสดงบนจอแอลซีดี ภายในห้องที่มีแสงสว่างปกติจากหลอดไฟฟลูออเรนเซนต์ ระยะการมองภาพประมาณ 60 เซนติเมตร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รูปแบบการจัดวางของผ้าพันคอที่คนส่วนใหญ่พึงพอใจและยอมรับ
2. ได้รูปแบบการจัดวางผ้าพันคอที่ให้สีของภาพใกล้เคียงกับสีของวัตถุจริง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

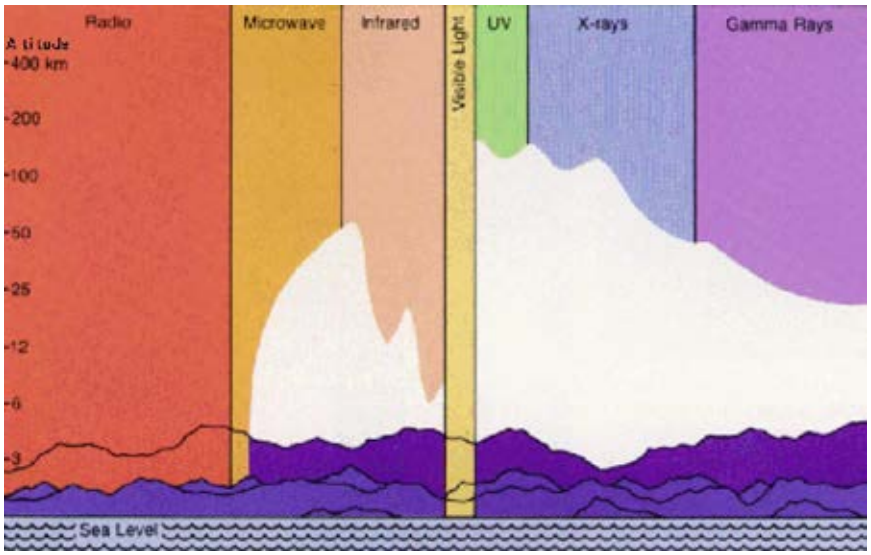
2.1 ทฤษฎีการมองเห็นสีของมนุษย์

แสง (light) เป็นจุดเริ่มต้นของการมองเห็น มีความสำคัญต่องานออกแบบทัศนศิลป์เพราะถ้าปราศจากแสง ก็จะไม่เห็นภาพใด ๆ และถ้าไม่เห็นภาพ ก็ไม่มีศิลปะที่มองเห็นได้ (Visual Art) ผลของแสงจะทำให้มนุษย์รับรู้สิ่งต่าง ๆ เช่น สี เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนักพื้นผิว อันเป็นส่วนประกอบของการออกแบบทัศนศิลป์ (Element of Art) และที่สำคัญที่สุดก็คือ แสงเป็นแหล่งกำเนิดของสี ที่นำไปสู่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมากมาย แสงและสีจะมีความสัมพันธ์กันตลอดเวลา การศึกษาเรื่องสี ต้องศึกษาเรื่องแสงประกอบด้วย[7]

2.1.1 ทฤษฎีของแสง

แสง คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic: EM) ชนิดหนึ่ง ที่กระจายกระจายอยู่ทุกอนูในธรรมชาติรอบตัวเรา มีลักษณะคล้ายกับคลื่น ในมหาสมุทร คือมียอดคลื่น (crest) และท้องคลื่น (trough) ระยะทางระหว่างยอดคลื่น เรียกว่า ความยาวคลื่น หรือ Wavelength (บางครั้งเรียก ความถี่หรือ frequency ซึ่งหมายถึงความเร็วของความยาวคลื่น ต่อ1วินาที) ความยาวคลื่น มีหน่วยนับตั้งแต่ นาโนมิเตอร์ (Nanometer: Nm., 1nm.=1/100,000,000 เมตร) เป็นต้นไป จนถึงกิโลเมตร และความสูงระหว่าง ท้องคลื่น กับ ยอดคลื่นเรียกว่า Amplitudeในแต่ละช่วงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย คลื่นแสงและรังสีที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์มากมายในด้านต่าง ๆ

คลื่นเหล่านี้ เรียกรวมว่า Electromagnetic Spectrum โดยแต่ละคลื่น จะมีความยาวคลื่นต่างกัน โดยคลื่นวิทยุมีความยาวที่สุด คือตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร จนถึงหลายกิโลเมตร และรังสีแกมม่า มีความยาวน้อยที่สุด คือมีความยาวน้อยกว่า 0.1 นาโนมิเตอร์(1/10,000,000,000 เมตร) ตาของมนุษย์สามารถรับรู้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ในช่วงแคบ ๆ คือ ช่วงระหว่าง 780 - 380 นาโนมิเตอร์ (nm.) ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum / Visible Light) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า แสงนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่มนุษย์มองเห็นได้ (Visible Spectrum or Visible Light) [7]

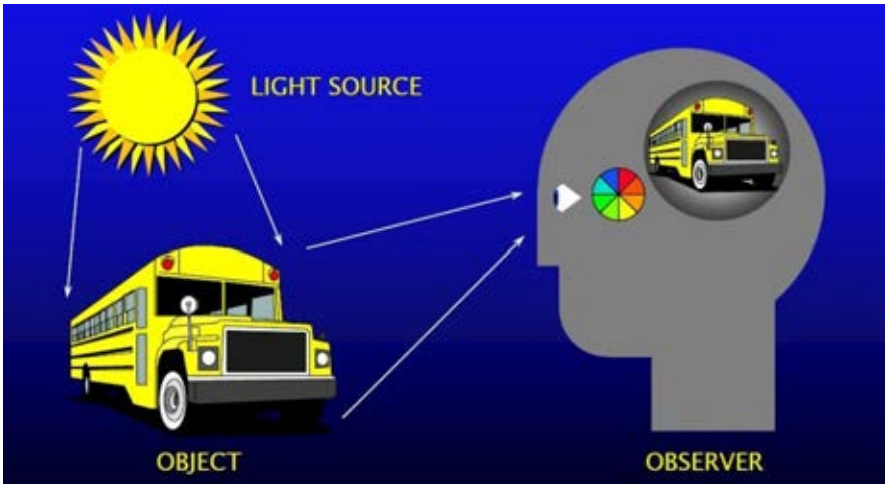
แสงที่มนุษย์มองเห็นได้นี้มองเห็นเป็น แสงสีขาว (white light) ซึ่งที่จริงแล้วแสงสีขาวนี้ประกอบไปด้วยสีจำนวน 7 สี โดยการค้นพบของ เซอร์ไอแซค นิวตัน ในปี ค.ศ. 1661 พบว่า แสงอาทิตย์มีสีต่าง ๆ รวมกันอยู่ เมื่อให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านแท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม (prism) แสงที่ผ่านออกมาอีกด้านหนึ่งจะมี 7 สี ดังที่เห็นในสีรุ้งกินน้ำ เซอร์ ไอแซค นิวตัน จึงได้กำหนดชื่อไว้ดังนี้ Red ,Yellow , Orange, Green, Blue, Indigo, Violet หรือเรียกเป็นชื่อย่อว่า ROY G BIV

แสงที่มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ นี้ เกิดจากความยาวคลื่น และความถี่ที่ต่างกัน โดยความยาวคลื่นเป็นตัวกำหนดสีสัน (hue) และ Amplitude เป็นตัวกำหนดความสว่างของสี (brightness) ความยาวคลื่นของสีที่มองเห็นมีดังนี้

- สีม่วง (violet) 380 - 450 nm.
- สีน้ำเงิน (blue) 450 - 490 nm.
- สีเขียว (green) 490 - 560 nm.
- สีเหลือง (yellow) 560 - 590 nm.
- สีส้ม (orange) 590 - 630 nm.
- สีแดง (red) 630 - 780 nm.

2.1.2 องค์ประกอบการมองเห็น (vision properties)

การมองเห็นสีของมนุษย์ เกิดจากการที่แสงที่สะท้อนจากวัตถุนั้น ๆ มากระทบตาเราและส่งไปสมองเพื่อแปลออกมาเป็นสีที่เห็น อาจสรุปได้ว่าในการมองเห็นมีปัจจัยอยู่ 3 อย่าง คือ แหล่งแสง วัตถุมีสี และสายตาของคนเรา ดังแสดงในรูปที่ 2.2 [8]



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบการมองเห็นสีของมนุษย์ [8]

1. แหล่งแสง

แหล่งแสงสามารถแบ่งเป็น 2 แหล่งคือ แหล่งแสงตามธรรมชาติ และ แหล่งแสงที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์

แหล่งแสงจากธรรมชาติ ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลกเป็นแสงสีขาว เมื่อผ่านปริซึมจะเกิดเป็นแสงสีต่าง ๆ 7 สี โดยแต่ละสีจะมีความยาวคลื่นต่างกันอยู่ระหว่าง 400-780 นาโนเมตร จากการสำรวจพบว่าแสงแดดในแต่ละประเทศก็มีการกระจายพลังงานที่แตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ฤดูกาล และช่วงเวลาทำให้การมองเห็นสีแตกต่างกันไปด้วย

แหล่งแสงจากการประดิษฐ์ เช่น หลอดไฟอินแคนเดสเซนส์ (Incandescence) หลอดไฟทังสเตน (Tungsten Filament Lamp) หลอดฟลูออเรสเซนส์ หลอดไฟซีนอลอาร์ค (Zenon arc Lamp)

2.วัตถุมีสี

เมื่อแสงจากแหล่งแสงตกกระทบกับวัตถุที่มีสีจะเกิดการสะท้อนแสงที่ผิวของวัตถุที่มีความเงา เรียกว่า Specula Reflect ถ้าผิวไม่เรียบและไม่มีความเงาเมื่อแสงตกกระทบกับวัตถุจะเกิดการกระเจิงของแสง อนุภาคของแสงในบางช่วงคลื่นจะถูกดูดกลืนไว้ บางช่วงคลื่นถูกสะท้อนออกมา ทำให้เห็นสีที่แตกต่างกันตามความยาวช่วงคลื่นที่สะท้อนออกมา เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Diffuse Reflection

นอกจากจะมีการสะท้อนและการดูดกลืนของแสงแล้ว ยังมีการส่องผ่านบนวัตถุโปร่งแสงและเกิดการกระเจิงแสงที่พื้นผิว ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Diffuse Transmission แต่ถ้าเป็นวัตถุโปร่งใส เช่น กระจกใสจะเกิดการส่องผ่านทะลุวัตถุ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Regular Transmission

3.ผู้สังเกต

ผู้สังเกตการเป็นปัจจัยสุดท้ายของการมองเห็น เมื่อแสงตกกระทบกับวัตถุและสะท้อนเข้าตาผู้สังเกตผ่านเรตินาที่มีส่วนแยกแยะแสงสีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนที่แยกแยะความมืดและสว่างเรียกว่า Rod และส่วนที่สามารถแยกสีที่เรียกว่า Cones แบ่งออกเป็น 3 Cone คือ ส่วนที่มีความไวต่อสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน

2.2 คุณสมบัติพื้นฐานของสี

2.2.1 คุณลักษณะของสี

คุณลักษณะหรือ มิติของสี (Dimension of Colors) มี 4 ประการ คือ

1. สีแท้ (Hue)

สีแท้ คือ คุณลักษณะของสี ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง เช่น แดง เขียว น้ำเงิน ฯลฯ เป็นสีแท้ที่อยู่ในวงสีธรรมชาติ เป็นสีแท้ที่ยังไม่ถูกผสมโดยสีใด ๆ เป็นสีประเภท Chromatic Color

2. คุณค่า (Value)

คุณค่า คือ คุณลักษณะของสีที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำหนักอ่อน-แก่ (Lightness & Darkness) คือ สีทุกสีจะมีค่าเป็นของตัวเองเริ่มจากอ่อนที่สุดจนเกือบเป็นขาว จนกระทั่งเข้มที่สุดจนเกือบดำ ซึ่งคุณค่าน้ำหนักอ่อนนี้อาจจะเกิดจากสีแท้ถูกผสมกับจนเจือจาง (ด้วยน้ำ หรือน้ำมันผสม) หรือสีแท้นั้นได้รับการผสมกับสีขาว ทำให้คุณค่าของสีนั้นอ่อนลง เรียกว่าสีที่มีน้ำหนักอ่อนและค่าน้ำหนักแก่ที่เกิดจากสีที่มีเนื้อสีเข้มข้นหรือสีแท้นั้นถูกผสมกับสีดำ ทำให้คุณค่าของสีนั้นเข้มขึ้น เรียกว่า สีที่มีน้ำหนักแก่

3. ความจัดหรือความอิ่มตัวของสี (Intensity & Saturation)

ความจัดของสี (Intensity) คือ คุณลักษณะของสีที่เกี่ยวเนื่องกับ ความสดหรือความสว่าง (Brightness) และความไม่สดใสหรือความหม่น (Dullness) ความจัดและความหม่นของสีนี้มีอยู่ในสีที่มีวรรณะ ดังเช่นสีที่อยู่ในวงสีธรรมชาติทุกสี ถ้าเป็นสีแท้ ๆ ที่ไม่ได้ถูกผสมด้วยสีใด ๆ แต่ละสีจะมีค่าความสด หรือค่าความสว่างในตัวเอง ความไม่สดใสหรือความหม่นของสีดังกล่าว เกิดจากการผสมของสีคู่หรือสีตรงกันข้ามในวงสีธรรมชาติ ความหม่น

มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสีที่นำมาผสม และความสดใสและไม่สดใสของสีไม่มีค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมหรือพื้นหลังที่ประกอบอยู่ด้วย

4. สีกลาง (Neutral Colors)

สีกลาง คือ สีประเภท Achromatic Color เป็นสีที่ไม่มี Hue ที่สามารถระบุว่าเป็นสีใด ๆ หรือ สีกลุ่มหนึ่งที่ไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในวงล้อสี ซึ่งก็คือ สีดำ สีขาว และสีเทา

2.2.2 สีอ่อน สีเข้ม และโทนสี (Tint, Shade and Tone)

เป็นคุณสมบัติที่เกิดขึ้นจากการผสมสีกลางดังกล่าวเข้ากับสีประเภท Chromatic Color คือ สีที่มี Hue ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าของ Hue ดังนี้

- เมื่อสี Hue ผสมกับสีขาว จะได้เป็นสีอ่อน (Tint of the Hue)

- เมื่อสี Hue ผสมกับสีเทา จะได้เป็นโทนสีที่ระดับต่าง ๆ (Tone of the Hue)

- เมื่อสี Hue ผสมกับสีดำ จะได้เป็นสีเข้ม (Shade of the Hue)

สีอ่อน สีเข้ม และโทนสี มีประโยชน์อย่างมากในการวางโครงสี เพราะทำให้สีสีหนึ่งสามารถแสดงออกและให้ความรู้สึกได้หลายรูปแบบยิ่งขึ้น ทดแทนการใช้สีเดียวล้วน ๆ ซึ่งอาจมีลักษณะไม่น่าสนใจ

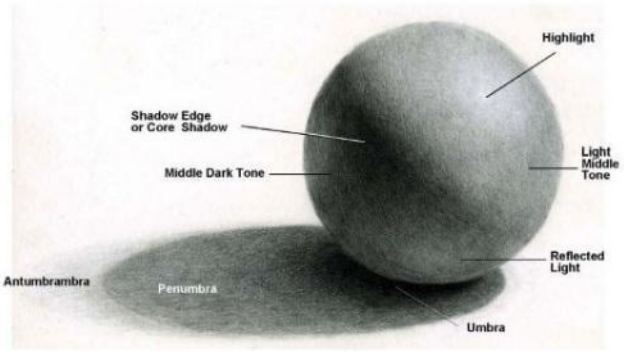
จากคุณลักษณะของสีดังกล่าว ก็จะได้คำนิยามศัพท์ ที่เกี่ยวข้อง ที่มักใช้อ้างอิงในวงการใช้สี ดังนี้

- Hue สีแท้ เป็นคำที่ใช้เรียกสีแท้ที่ยังไม่ถูกสีอื่นเข้าผสมให้หม่นหรืออ่อนลง
- Tint สีอ่อน หรือสีผสมขาวใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วยสีขาว ทำให้ค่าของสีนั้นอ่อนลง (Lightness)
- Shade สีเข้ม หรือเงาของสี ใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วยสีดำ ทำให้ค่าของสีนั้นเข้มขึ้น (Darkness)
- Value ค่าน้ำหนัก เป็นค่าน้ำหนัก จากสีอ่อน สีแก่ (Lightness-Darkness)
- Gray สีเทา ใช้เรียกสีที่เกิดจากการผสมของสีขาวกับสีดำ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน
- Tone สีคล้ำ หรือค่าความคล้ำของสี ใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วยสีเทา ทำให้ค่าของสีที่ถูกผสมนั้นคล้ำลง

2.3 แสงและเงา (Light and Shade)

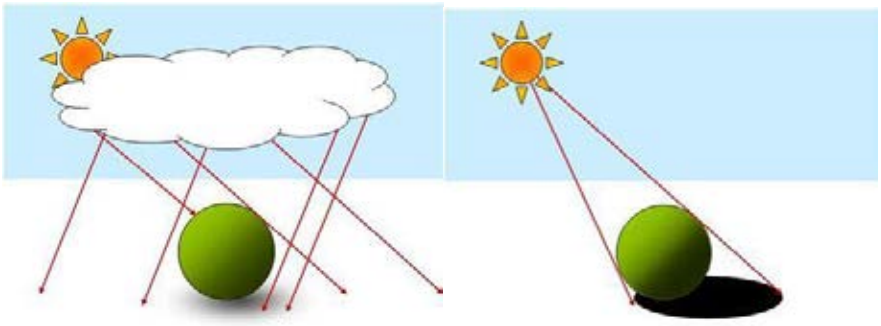
แสงเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นต้นกำเนิดที่ทำให้เกิดภาพที่ตาของเราสามารถมองเห็น แสงที่เราเห็นเป็นสีขาวประกอบด้วยคลื่นแสงของสีหลาย ๆ สีมารวมกัน เมื่อแสงเดินทางไปกระทบวัตถุหนึ่ง ๆ คลื่นแสงของสีบางสีถูกวัตถุดูดกลืนไปและสะท้อนคลื่นแสงสีอื่นเข้าสู่ตาเราทำให้เรามองเห็นวัตถุเป็นสีนั้น การที่ตาของเราเห็น

ความเข้มของแสงที่บริเวณต่าง ๆ บนผิวของวัตถุไม่เท่ากันเนื่องมาจากระยะห่างระหว่างแหล่งแสงกับผิวของวัตถุที่บริเวณต่าง ๆ ยาวไม่เท่ากัน และระนาบของผิวของวัตถุทำมุมกับแหล่งแสงไม่เท่ากัน บริเวณที่สว่างที่สุดบนผิววัตถุเรียกว่า Highlight ส่วนบริเวณของวัตถุที่ไม่ถูกแสงกระทบจะพบกับความมืด ความมืดบนผิวของวัตถุจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่ามีแสงจากที่ใดที่หนึ่งมากระทบน้อยหรือมาก บริเวณที่มืดที่สุดบนผิววัตถุเรียกว่า High Shade การที่แสงส่องมายังวัตถุ จะถูกตัววัตถุบังไว้ทำให้เกิดเงาของวัตถุไปปรากฏบนพื้นที่ที่วางวัตถุนั้น บริเวณของเงาจะแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนที่มืดที่สุดเรียกว่า Umbra ส่วนที่มืดปานกลางเรียกว่า Penumbra ส่วนที่มืดน้อยเป็นวงจาง ๆ ถัดจาก Penumbra เรียกว่า Antumbra ซึ่งบางครั้งจะไม่ปรากฏชั้นของ Antumbra ให้เห็น (รูปที่ 2.3)[9]



รูปที่ 2.3 ภาพตัวอย่างแสงและเงา [9]

คุณภาพของแหล่งแสงมีความสำคัญมาก แหล่งแสงที่ดูมีขนาดเล็ก เช่น หลอดไฟ หรือดวงอาทิตย์ (เนื่องจากอยู่ไกลจากโลก) เมื่อตกกระทบลงบนผิวของวัตถุจะปรากฏจำนวนชั้นความแตกต่างของความเข้มของแสงน้อย กล่าวคือ ที่สว่างสว่างมาก ที่มืดก็มืดมาก ส่วนบริเวณที่สว่างกลาง ๆ มีน้อย ทำให้ภาพของวัตถุดูแข็ง ขาดความนุ่มนวล หากแหล่งแสงมีขนาดกว้างใหญ่ เช่น ช่วงที่พระอาทิตย์อยู่หลังก้อนเมฆ ท้องฟ้าบริเวณนั้นเปรียบเหมือนแผ่นแสงขนาดใหญ่ที่ส่องลงมา ดังแสดงในรูปที่ 2.4 หรือช่องหน้าต่างขนาดใหญ่ที่ปูด้วยกระจกฝ้า/พลาสติกขาวขุ่นและมีแสงส่องจากอีกด้านหนึ่ง เมื่อแสงดังกล่าวกระทบลงบนวัตถุจะทำให้ภาพของวัตถุดูนุ่มนวล ถือเป็นแสงที่มีคุณภาพ ในสตูดิโอถ่ายภาพนั้น ไฟแฟลชถือเป็นแหล่งแสงที่ด้อยคุณภาพเช่นเดียวกับแสงจากหลอดไฟ แต่เมื่อหุ้มด้วยกระโจมกระจายแสง (Soft Box) ลักษณะแสงที่ได้จะเป็นแผ่น ทำให้แสงตกกระทบบนวัตถุดูนุ่มขึ้น



รูปที่ 2.4 ภาพตัวอย่างแสงและเงา [9]

การถ่ายภาพจึงให้คำนึงถึงแหล่งที่มาของแสง คุณภาพของแสงเป็นสำคัญ ในทางปฏิบัติแสงบนวัตถุที่จะถ่ายนั้นอาจมาจากหลายทิศทาง อาจจะมาจากการสะท้อนบนผิววัตถุอื่น เช่น ผนังตึก หรือมาจากแหล่งแสงอื่น เช่น แสงจากหลอดไฟ ช่างภาพจึงต้องฝึกให้มีทักษะในการมองชั้นความเข้มของแสงบนผิววัตถุว่ามีมากน้อยเพียงใด (ภาพของวัตถุดูนุ่มนวลหรือไม่) นอกจากนี้ให้ดูเรื่องทิศทางที่มาของแหล่งแสง โดยปกติจะเลี่ยงไม่ให้แสงมาจากด้านหลังของช่างภาพ เนื่องจากทำให้วัตถุดูแบนขาดมิติ ทิศของแสงที่ดีควรทำมุม 45 องศากับวัตถุ ในด้านที่มืดของวัตถุ หากมีฉากสีขาวช่วยสะท้อนแสงจะช่วยทำให้วัตถุดูนุ่มนวลขึ้น อนึ่งการถ่ายภาพที่ใช้แสงแข็ง ๆ หรือเล่นกับเงาของวัตถุก็สามารถทำให้ภาพดูโดดเด่นได้เช่นกันขึ้นอยู่กับงานสร้างสรรค์ของช่างภาพแต่ละคน

ในเรื่องของสีสันของภาพนั้น การถ่ายภาพไม่จำเป็นต้องได้ภาพที่มีสีสันสดใสเสมอไป ภาพที่มีโทนสีออกไปทางสีหนึ่งสีใดก็สามารถให้ความหมาย สร้างอารมณ์ และทำให้ภาพน่าสนใจได้ แม้แต่จะเป็นภาพสีขาวดำหรือภาพที่ใช้สีเดียว (Mono Tone) ภาพบางภาพให้ความรู้สึกที่ดีกว่าภาพที่มีสีสัน

แสงและเงาเป็นองค์ประกอบของศิลป์ที่อยู่คู่กัน แสงเมื่อส่องกระทบกับวัตถุจะทำให้เกิดเงา แสงและเงาเป็นตัวกำหนดระดับของค่าน้ำหนัก ความเข้มของเงาจะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง ในที่ที่มีแสงสว่างมาก เงาจะเข้มขึ้น และในที่ที่มีแสงสว่างน้อยเงาจะไม่ชัดเจน ในที่ที่ไม่มีแสงสว่างจะไม่มีเงา และเงาจะอยู่ในทางตรงข้ามกับแสงเสมอ ค่าน้ำหนักของแสงและเงาที่เกิดบนวัตถุสามารถจำแนกเป็นลักษณะที่ต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. บริเวณแสงสว่างจัด (hi-light) เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งแสงมากที่สุดจะมีความสว่างมากที่สุดในวัตถุที่มีผิวมันวาวจะสะท้อนแหล่งแสงออกมาให้เห็นได้ชัด

2. บริเวณแสงสว่าง (light) เป็นบริเวณที่ได้รับแสงสว่างรองลงมาจากบริเวณแสงสว่างจัด เนื่องจากอยู่ห่างจากแหล่งแสงออกมาและเริ่มมีค่าน้ำหนักอ่อน ๆ

3. บริเวณเงา (shade) เป็นบริเวณที่ไม่ได้รับแสงสว่าง หรือเป็นบริเวณที่ถูกบดบังจาก แสงสว่าง ซึ่งจะมีค่าน้ำหนักเข้มมากขึ้นกว่าบริเวณแสงสว่าง

4. บริเวณเงาเข้มจัด (hi-shade) เป็นบริเวณที่อยู่ห่างจากแหล่งแสงมากที่สุด หรือเป็นบริเวณที่ถูกบดบังมาก ๆ หลาย ๆ ชั้นจะมีค่าน้ำหนักที่เข้มมากไปจนถึงเข้มที่สุด

5. บริเวณเงาตกทอด เป็นบริเวณของพื้นหลังที่เงาของวัตถุทาบลงไปเป็นบริเวณเงาที่อยู่ภายนอกวัตถุ และจะมีความเข้มของค่าน้ำหนักขึ้นอยู่กับความเข้มของเงา น้ำหนักของพื้นหลัง ทิศทางและระยะของเงา

2.3.1 ความสำคัญของค่าน้ำหนัก

1. ให้ความแตกต่างระหว่างรูปและพื้น หรือรูปทรงกับที่ว่าง

2. ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว

3. ให้ความรู้สึกเป็น 2 มิติ แก่รูปร่าง และความเป็น 3 มิติแก่รูปทรง

4. ทำให้เกิดระยะความตื้น - ลึก และระยะใกล้ - ไกลของภาพ

5. ทำให้เกิดความกลมกลืนประสานกันของภาพ

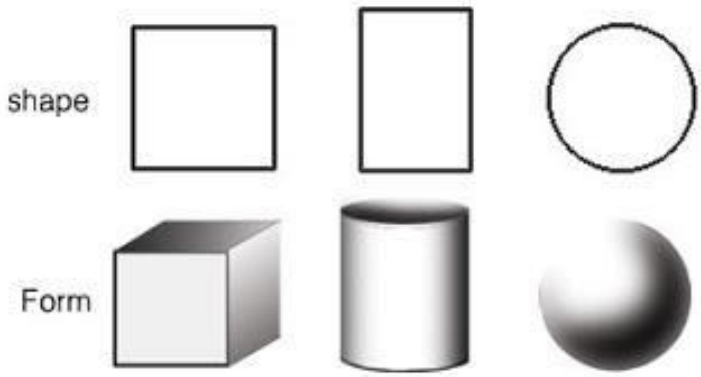
2.3.2 รูปร่างและรูปทรง

รูปทรง (form) คือ รูปที่ลักษณะเป็น 3 มิติ โดยนอกจากจะแสดงความกว้าง ความยาวแล้ว ยังมีความลึกหรือความหนานูนด้วย เช่น รูปทรงกลม ทรงสามเหลี่ยม ทรงกระบอก ให้ความรู้สึกมีปริมาตร ความหนาแน่น มีมวลสารที่เกิดจากการใช้ค่าน้ำหนัก หรือการจัดองค์ประกอบของรูปทรงหลายรูปรวมกัน (รูปที่ 2.5)

รูปเรขาคณิต (geometric form) มีรูปที่แน่นอน มาตรฐาน สามารถวัดหรือคำนวณได้ง่าย มีกฎเกณฑ์เกิดจากการสร้างของมนุษย์ เช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี นอกจากนี้ยังรวมถึงรูปทรงของสิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นอย่างมีแบบแผน เช่น รถยนต์ เครื่องจักรกล เครื่องบิน สิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ผลิตโดยระบบอุตสาหกรรมก็จัดเป็นรูปเรขาคณิตเช่นกัน รูปเรขาคณิตเป็นรูปที่ให้โครงสร้างพื้นฐานของรูปต่าง ๆ ดังนั้นการสร้างสรรค์รูปอื่น ๆ ควรศึกษารูปเรขาคณิตให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อน

รูปอินทรีย์ (organic form) เป็นรูปของสิ่งที่มีชีวิตหรือคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่สามารถ เจริญเติบโต เคลื่อนไหว หรือเปลี่ยนแปลงรูปได้ เช่น รูปของคน สัตว์ พืช

รูปอิสระ (free form) เป็นรูปที่ไม่ใช่แบบเรขาคณิต หรือแบบอินทรีย์ แต่เกิดขึ้นอย่างอิสระไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนซึ่งเป็นไปตามอิทธิพลและการกระทำจากสิ่งแวดล้อม เช่น รูปก้อนเมฆ ก้อนหิน หยดน้ำ ควัน ซึ่งให้ความรู้สึกที่เคลื่อนไหวมีพลัง รูปอิสระจะมีลักษณะขัดแย้งกับรูปเรขาคณิต แต่กลมกลืนกับรูปอินทรีย์ รูปอิสระอาจเกิดจากรูปเรขาคณิตหรือรูปอินทรีย์ที่ถูกกระทำจนมีรูปลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมจนไม่เหลือสภาพ เช่น รถยนต์ที่ถูกชนจนยับเยินทั้งคัน เครื่องบินตก ตอไม้ที่ถูกเผาทำลาย หรือซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพัง



รูปที่ 2.5 ภาพตัวอย่างรูปร่างและรูปทรง[9]

2.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง

เมื่อนำรูปทรงหลาย ๆ รูปมาวางใกล้กันรูปเหล่านั้นจะมีความสัมพันธ์ดึงดูดหรือผลักไส ซึ่งกันและกัน การประกอบกันของรูปทรงอาจทำได้โดยใช้รูปทรงที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน รูปทรงที่ต่อเนื่องกัน รูปทรงที่ซ้อนกัน รูปทรงที่ผนึกเข้าด้วยกัน รูปทรงที่แทรกเข้าหากัน รูปทรงที่สานเข้าด้วยกัน หรือ รูปทรงที่บิดพันกัน การนำรูปเรขาคณิต รูปอินทรีย์ และรูปอิสระมาประกอบเข้าด้วยกันจะได้รูปลักษณะใหม่ ๆ อย่างไม่สิ้นสุด

2.3.4 พื้นผิว

พื้นผิว หมายถึง ลักษณะของบริเวณผิวหน้าของสิ่งต่าง ๆ ที่เมื่อสัมผัสแล้วสามารถรับรู้ได้ว่ามีลักษณะอย่างไรคือรู้ว่า หยาบ ขรุขระ เรียบ มัน ด้าน เนียน สาก เป็นต้นลักษณะที่สัมผัสได้ของพื้นผิว มี 2 ประเภท คือ

1. พื้นผิวที่สัมผัสได้ด้วยมือ หรือกายสัมผัสเป็นลักษณะพื้นผิวที่เป็นอยู่จริง ๆ ของผิวหน้าของวัสดุนั้น ๆ ซึ่งสามารถสัมผัสได้จากงานประติมากรรม งานสถาปัตยกรรมและสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ

2. พื้นผิวที่สัมผัสได้ด้วยสายตา จากการมองเห็นแต่ไม่ใช่ลักษณะที่แท้จริงของผิววัสดุนั้น ๆ เช่น การวาดภาพก้อนหินบนกระดาษจะให้ความรู้สึกเป็นก้อนหิน แต่มือสัมผัสเป็นกระดาษหรือใช้กระดาษพิมพ์ลายไม้ หรือลายหินอ่อน เพื่อปะทับบนผิวหน้าของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น

2.4 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ Meléndez-Martínez, Vicario and Heredia [10] ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการมองเห็นกับเครื่องวัดสีของน้ำส้มจากผลของพื้นหลัง ทำการทดลองโดยนำน้ำส้มแช่แข็ง 21 ตัวอย่าง ไปวัดสีด้วยเครื่อง spectroradiometry จากนั้นนำตัวอย่างแต่ละตัวอย่างเจือจางด้วยน้ำเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 8 ระดับ (10%, 25%, 40%, 50%, 60%, 75%, 90% และ 100% ของน้ำส้ม) วัดสีอีกครั้งโดยให้พื้นหลังของน้ำผลไม้มีสีขาวและสีดำ จากนั้นให้ผู้ทำการทดลอง 12 คน เรียงลำดับความเข้มข้นสีน้ำส้มจากสายตาใน 2 ตู้ทดลอง คือตู้ที่มีพื้นหลังสีดำและสีขาว ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแยกความแตกต่างของสีที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำส้มขึ้นอยู่กับพื้นหลังที่ใช้ โดยผู้ทำการทดลองมีการเรียงลำดับความเข้มข้นสีน้ำส้มจากสายตาตรงกับผลของการใช้เครื่องมือวัดสีน้ำส้มในพื้นหลังสีดำได้มากกว่าพื้นหลังสีขาว ดังนั้นการใช้พื้นหลังสีดำนำไปสู่การจำแนกประเภทตัวอย่างที่ดีขึ้น

จากงานวิจัยของ กรรณิการ์ กมลรัตน์ [5] ได้ศึกษาเปรียบเทียบสีผ้าย้อมครามที่แสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์กับสีผ้าย้อมครามผืนจริง และหาวิธีปรับสีของภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้เหมือนกับสีของผ้าย้อมครามผืนจริง สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นภาพถ่ายโดยกล้องถ่ายรูปเดียวกันใน สิ่งแวดล้อมเดียวกัน จากผ้าย้อมคราม 138 ชิ้น ที่เป็นสีล้วน มีลวดลาย และมีเฉดสีที่แตกต่าง ซึ่งรวบรวมมาจากกลุ่มผู้ทอผ้าพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร ผู้ร่วมการทดลองเป็นนักศึกษาทั้งหมด 85 คน หญิง 50 คน และชาย 35 คน ผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละ

คนจะประเมินความเหมือนของสีภาพถ่ายผ้าย้อมครามที่แสดงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์กับสีของผ้าย้อมครามผืนจริง แต่ละภาพจะถูกประเมิน 3 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า สีของภาพผ้าครามที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แตกต่างจากสีแท้จริงอย่างมีนัยสำคัญ คือสีผ้าย้อมครามที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์อ่อนกว่าสีผ้าย้อมครามผืนจริง หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับสีของภาพถ่ายผ้าย้อมครามโดยใช้เทคนิคฟังก์ชันยกกำลัง จากการทดลองพบว่า ภาพของผ้าย้อมครามสามารถแยกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มโทนสีฟ้าคลาสสิคหรือโทนสีไม่ฉูดฉาด (classic dull blue), กลุ่มโทนสีฟ้าสดใส (vivid blue) และกลุ่มโทนสีน้ำเงินเข้มหรือโทนสี กรมท่า (dark blue) และค่าแกมม่าที่ใช้กับฟังก์ชันยกกำลังเพื่อจะปรับสีของภาพบนจอคอมพิวเตอร์ให้สีที่ใกล้เคียงที่สุดกับสีผ้าผืนจริงจะอยู่ในช่วง [1, 1.5) สำหรับภาพโทนสีไม่ฉูดฉาด [1.5, 3.0) สำหรับภาพโทน สีฟ้าสดใส และ [3.0, 4.5) สำหรับภาพโทนสีกรมท่า

จากงานวิจัยของ Lafer-Sousa, Hermann and Conway [3] ได้ศึกษาการรับรู้สีที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลในภาพชุดที่โด่งดังในอินเตอร์เน็ต โดยสอบถามคนจำนวน 1401 คน (มี 313 คน ที่ไม่เคยเห็นภาพชุดนี้มาก่อน) ว่าเห็นชุดเป็นสีอะไร จากผลการทดลอง พบว่า 57 เปอร์เซ็นต์ เห็นชุดสีน้ำเงิน/ดำ, 30 เปอร์เซ็นต์ เห็นชุดสีขาว/ทอง, 11 เปอร์เซ็นต์ เห็นชุดสีน้ำเงิน/น้ำตาล และ 2 เปอร์เซ็นต์ เห็นชุดสีเป็นสีอื่น ผู้ทดสอบบางคนเปลี่ยนสีที่เห็นเมื่อทำการทดสอบอีกครั้ง จะเห็นได้ว่า ความแตกต่างในการรับรู้สีขึ้นอยู่กับการสมมุติฐานของสมองเกี่ยวกับแสงที่ส่องชุด ซึ่งจะทำให้การเห็นสีตรงกัน ทั้งๆที่ใช้แสงต่างกัน ลักษณะนี้เรียกว่า ความคงตัวของสี (color constancy) คนที่เห็นชุดสีขาว-ทอง จะคิดว่าชุดถ่ายในแสง daylight ซึ่งสมองของคนเหล่านั้น จะตัดความยาวคลื่นแสงช่วงคลื่นสั้น (สีน้ำเงิน) แต่คนที่เห็นชุดสีน้ำเงิน-ดำ จะคิดว่าชุดถ่ายในแสง Warm, artificial light ซึ่งสมองก็จะตัดความยาวคลื่นแสงช่วงคลื่นยาว (สีแดง) ส่วนคนที่เห็นชุดสีน้ำเงิน-น้ำตาล จะคิดว่าชุดถ่ายในแสงธรรมชาติ นอกจากนั้น ผู้สูงอายุและผู้หญิงส่วนใหญ่จะเห็นชุดเป็นสีขาวและทอง ตรงข้ามกับน้ำเงินและดำ เนื่องจากผู้สูงอายุและผู้หญิงมักจะตื่นเช้า ได้เห็นแสง Daylight ขณะที่วัยรุ่นและผู้ชายมักจะใช้เวลาอยู่แต่กับแสง artificial light

จากงานวิจัยของ Witzel, KevinO'Regan and Hansmann-Roth [4] ได้ศึกษาเรื่อง ความแตกต่างของการรับรู้แต่ละบุคคลในการเห็นความแตกต่างของพื้นผิวและชุด ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างในการรับรู้สีของแต่ละบุคคล พบว่าการรับรู้สีของชุดแต่ละบุคคล เกี่ยวข้องกับสีและความมันวาวที่มาจากพื้นผิวหรือแสงที่ส่องลงบนชุด ทำให้แต่ละบุคคลรับรู้ภาพที่ไม่ชัดเจนของสีชุด ในการรับรู้สี ความมันวาว จุดสีเทา (grey-point) การเรียกชื่อสี และการรับรู้ภาพที่มีการแรเงาคลุมเครือ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างในการรับรู้สีของชุดแต่ละครั้งนั้นแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างของแต่ละคนในการตีความภาพจากแสงส่องสว่าง (illumination) เพื่อให้ได้ค่าความคงตัวของสี ในขณะเดียวกัน ก็ได้ทำลายความคิดของการรับรู้โดยรวมซึ่งรวมถึงปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการตีความแสงและพื้นผิวของภาพมากขึ้น

จากงานวิจัยของ Maier and Dost [11] ได้ศึกษาเรื่อง ความเข้ากันของพื้นหลังสินค้าที่ช่วยเพิ่มมโนภาพและการประเมินสินค้าจากประสบการณ์ พบว่า ผู้ซื้อสินค้าออนไลน์อาศัยภาพสินค้าเพื่อรับข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ซึ่งภาพสินค้าที่เป็นประโยชน์ช่วยให้สามารถมองเห็นรายละเอียดและบอกประโยชน์ของการใช้งานได้ รูปภาพสินค้าที่มีพื้นหลังตามบริบทที่เหมาะสมแทนที่จะเป็นพื้นหลังสีขาวแบบธรรมดา ช่วยเพิ่มมโนภาพ ความชอบและความ

ตั้งใจในการซื้อสินค้า โดยการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลกระทบของพื้นหลังตามบริบทนี้เหมาะสำหรับพื้นหลังที่เข้ากับสินค้า แต่ไม่เหมาะสำหรับพื้นหลังที่ไม่เข้ากับสินค้า เหมาะสำหรับสินค้าที่คลุมเครือ (เช่น แจกัน สำหรับใส่ดอกไม้ หรือใส่น้ำดื่ม) มากกว่าสินค้าที่รู้การใช้งานชัดเจน และสำหรับสินค้าที่ต้องได้รับการยอมรับหลังจากซื้อหรือได้รับประสบการณ์ (โซฟา) แต่ไม่ใช่สำหรับสินค้าที่สามารถค้นหารายละเอียดได้ง่าย (เครื่องซักผ้า) ผู้ค้าปลีกออนไลน์สามารถใช้ประโยชน์จากภูมิหลังตามบริบทในภาพสินค้าของตัวเองเพื่อปรับปรุงการประเมินสินค้าของผู้บริโภคได้ตราบเท่าที่ผลประโยชน์ที่ได้จากภาพถ่ายมากกว่าค่าใช้จ่ายในการถ่ายภาพที่เพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยของ พิชานันท์ ติ๋งพันธุ์ และ มณฑนา บางแวก [6] ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตในการมองภาพสีเสื้อผ้าจากจอภาพ โดยทำการทดลองกับผู้สังเกตจำนวน 40 คน เป็นผู้ชาย 20 คนและผู้หญิง 20 คน ให้แต่ละคนดูภาพเสื้อผ้าที่รวบรวมจากร้านค้าออนไลน์จำนวน 100 ภาพ ซึ่งแบ่งลักษณะเสื้อผ้าเป็น 3 แบบ คือ เสื้อไม่ยับ, เสื้อยับ และเสื้อที่มีคนใส่ ผู้สังเกตดูภาพทีละภาพและกดเลือกสีจากตำแหน่งต่างๆของตัวเสื้อ สีที่กดเลือกจะแสดงอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมที่อยู่ด้านนอกของภาพ เมื่อผู้สังเกตพบสีที่คิดว่าเป็นสีของเสื้อตัวนั้น ตำแหน่งของสีในภาพจะถูกบันทึกด้วยค่าพิกัด XY และค่า RGB ของสีนั้น ทำเช่นนี้จนครบ 100 ภาพ ภายใต้แสงสว่างปกติ แปลงค่าสี RGB เป็นค่าไตรสติมูลัส XYZ ด้วยแบบจำลองลักษณะเฉพาะ GOG และแปลงจากค่า XYZ เป็นค่าสี L*a*b* ด้วยสีขาวอ้างอิงของจอภาพ จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างสี $\mathbf{\Delta}E^*_{ab}$ ระหว่างค่าสีเฉลี่ยจากผู้สังเกต 40 คนกับค่าสีของแต่ละคน และหาค่าความแตกต่างสีเฉลี่ย จากผลการทดลองพบว่าเสื้อที่ยับมีความแตกต่างของสีมากเพราะมีบริเวณเงาและส่วนที่ได้รับแสงแตกต่างกันหลายตำแหน่ง สำหรับเสื้อที่มีคนใส่ตำแหน่งที่ผู้สังเกตเลือกมากที่สุดจะเป็นช่วงกลางลำตัว

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

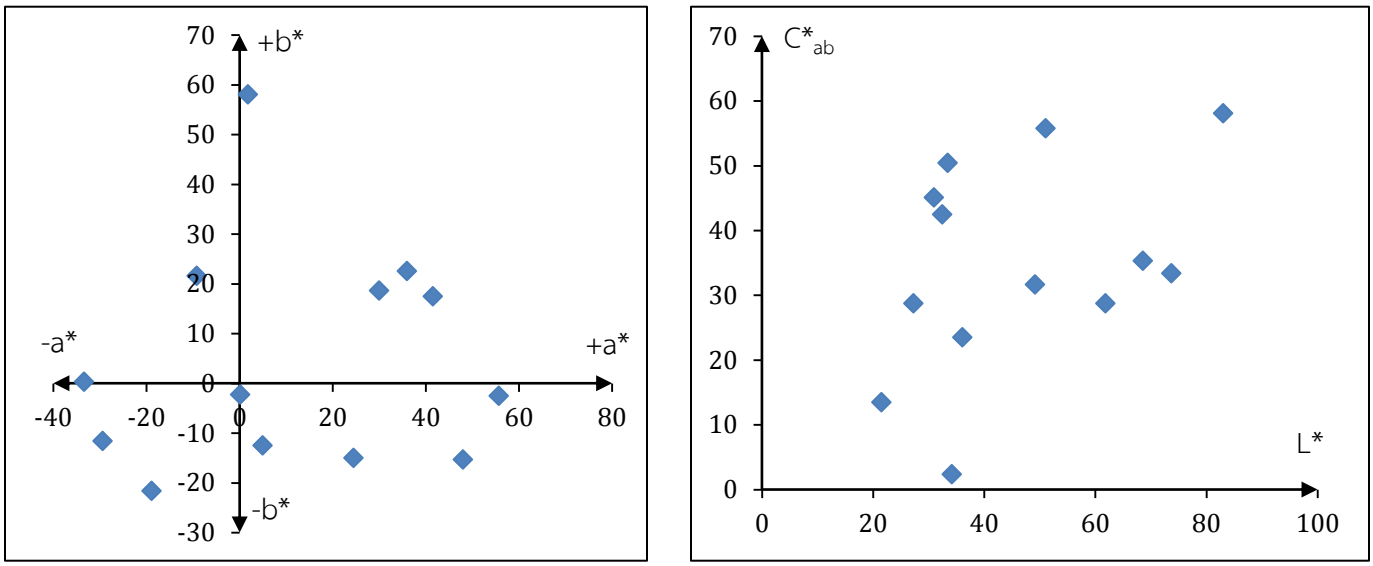
1. ผ้าพันคอสีพื้นไม่มีลวดลาย จำนวน 13 สี
2. กล้อง mirrorless FUJIFILM X-A5
   Number of effective pixels: 24.2 million pixels
   Image sensor: 23.5mm x 15.7mm (APS-C) CMOS with primary
   File format: JPEG (Exif Ver 2.3)[*2]
   Number of recorded pixels: L (1:1) 4000 x 4000
   Lens mount: FUJIFILM X mount
   Exposure mode: M (Manual exposure)
   Image stabilizer: Supported with OIS type lens
3. ขาตั้งกล้อง
4. ฉากหลังสีขาว
5. หุ่นโชว์เสื้อผ้าหญิง แบบครึ่งตัว
6. แหล่งแสง fluorescent lamp
7. คอมพิวเตอร์พกพา Acer aspire E14 Windows 8.1 Pro with Media Center
   Processor: Intel(R) Core(TM) i3-4005U CPU @ 1.70 GHz 1.70 GHz
   Installed memory (RAM): 4.00 GB
   System type: 64-bit Operating System, x64-based processor
   Display type: LED-backlit TFT LCD
   Viewable Image Size : 14 inch
   Chip type: Intel(R) HD graphics family
   Resolution: 1366 x 768 HD
   Screen refresh rate: 60 Hertz
   Display colours: 16.7 million
   Brightness: 250 cd/m^2
   Contrast Ratio: 50:1
8. โปรแกรมสำหรับทำการทดลอง เขียนด้วยภาษา html, javascript, php

9. โปรแกรมทดสอบตาบอดสี Ishihara
10. Spectroradiometer Konica-Minolta CS-2000
11. Spectrophotometer X-rite Color i-5

3.2 วิธีการดำเนินงาน

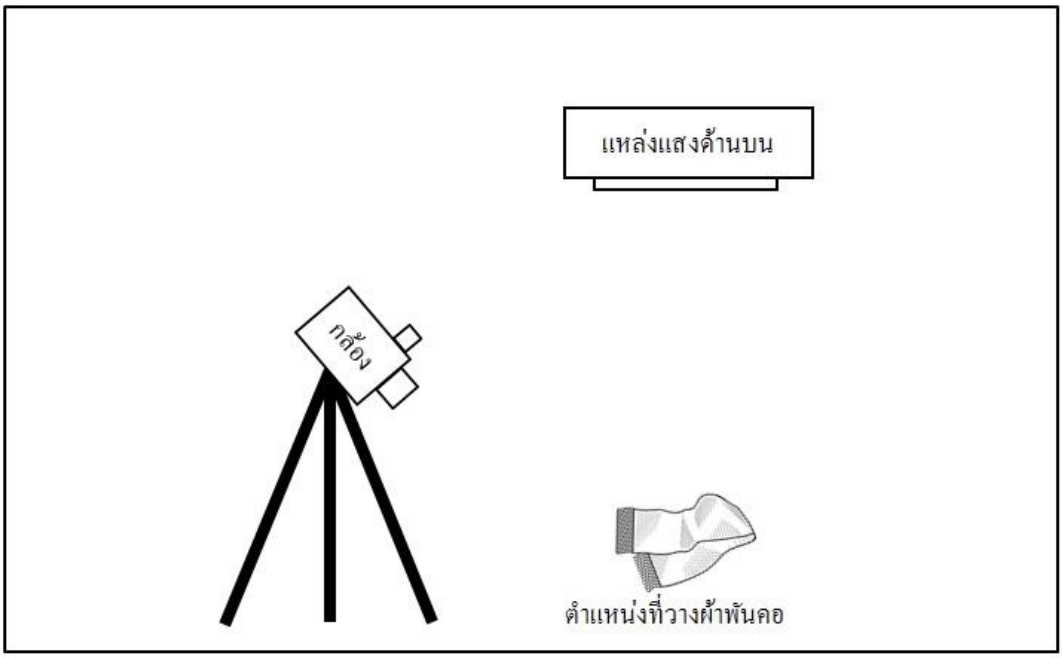
3.2.1. การเตรียมตัวอย่างภาพผ้าพันคอ

1. เลือกตัวอย่างผ้าพันคอที่ไม่มีลวดลาย และมีสีเดียวกันตลอดทั้งผืน จำนวนทั้งสิ้น 13 ผืนที่มีสีต่างกัน การกระจายตัวของค่าสีใน CIELAB (D65/10) ของผ้าผันคอตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สีของผ้าพันคอตัวอย่างใน a*b* (ซ้าย) และ L*C*$_{ab}$ (ขวา)

2. ถ่ายภาพผ้าพันคอภายใต้แสง D65 โดยมีการจัดวางตำแหน่งของแหล่งแสงและกล้องถ่ายภาพดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังการจัดแสงในการถ่ายภาพ

3. จัดวางผ้าพันคอแต่ละสีในตำแหน่งในรูปที่ 3.2 โดยมีรูปแบบการจัดวางผ้าพันคอ 3 แบบ คือ แบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4

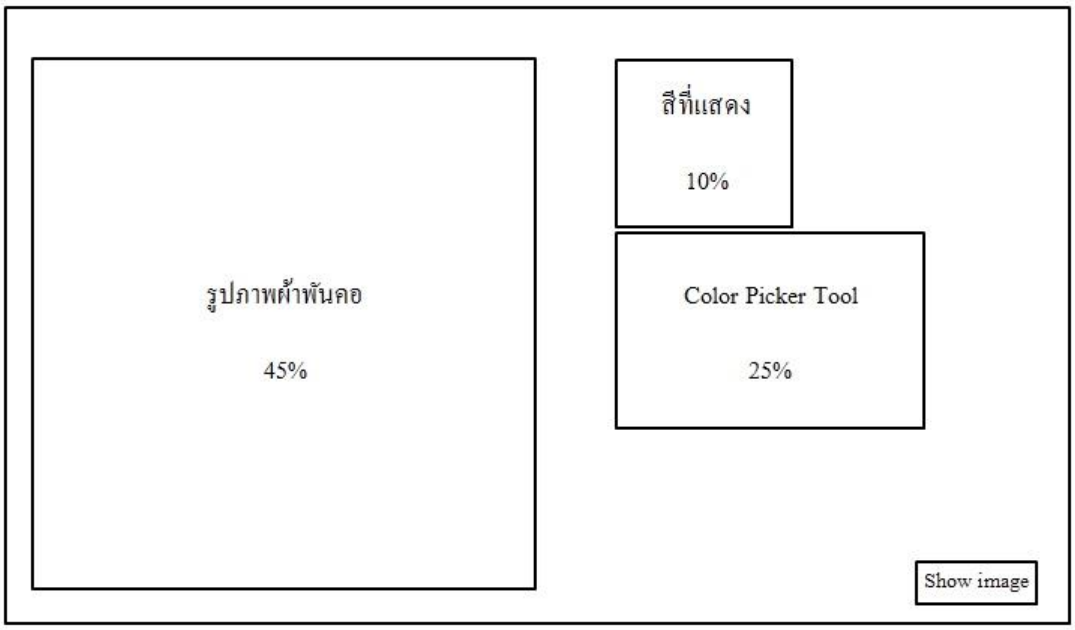
รูปที่ 3.3 การจัดวางแบบพับเรียบ แบบม้วน และแบบพันคอ ตามลำดับ

รูปที่ 3.4 ภาพผ้าพันคอทั้ง 39 ภาพ ที่แยกตามการจัดวางผ้าพันคอ

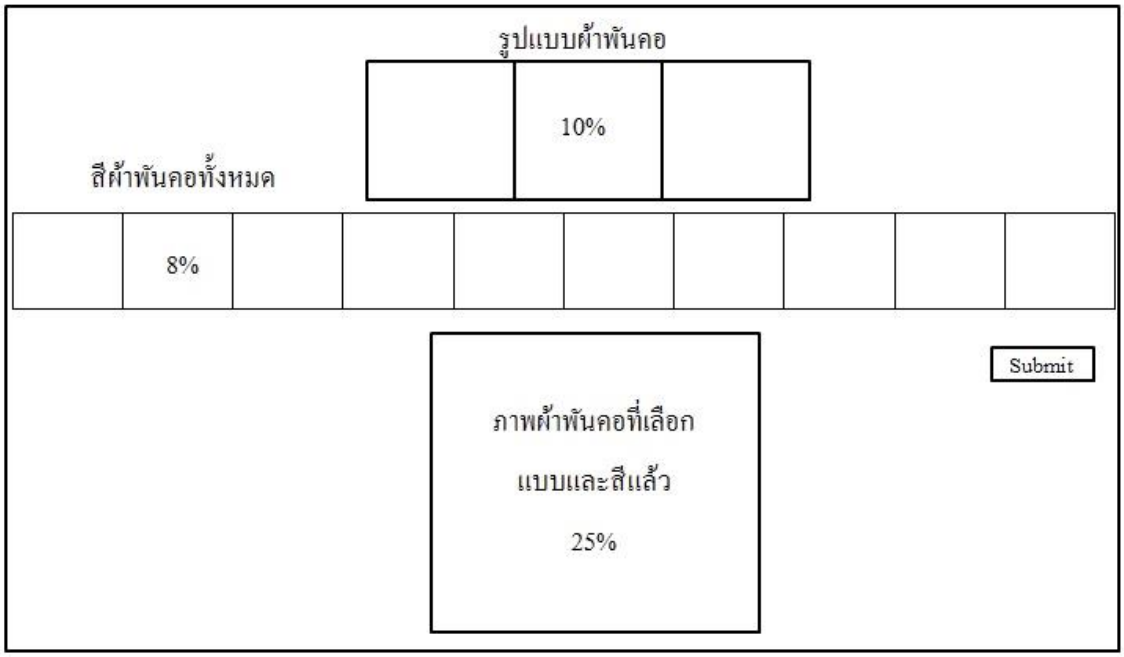
3.2.2. การเขียนโปรแกรมหน้าเว็บเพื่อการทดลอง

เขียนโปรแกรมสำหรับใช้ในการทำการทดลอง โดยหน้าแรกแสดงแบบสอบถามข้อมูลผู้สังเกต เช่น ชื่อ อายุ เพศ สีที่ชอบ หน้าที่สองของเว็บประกอบด้วยภาพตัวอย่างภาพผ้าพันคอ เครื่องมือเลือกสี (Color Picker tool) และช่องสีที่เลือก และหน้าสุดท้ายของเว็บให้ผู้สังเกตเลือกรูปแบบที่จะเลือกซื้อและสีของผ้าพันคอที่ชอบที่สุด โดยมีขั้นตอนเพื่อการเขียนชุดคำสั่ง ดังนี้

1. ออกแบบหน้าเว็บการทดลอง โดยกำหนดตำแหน่งการวางภาพ ข้อความ และปุ่มต่าง ๆ ที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้สังเกต (user interface) ในแต่ละหน้าการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 โครงร่างขนาดและตำแหน่งต่าง ๆ ของหน้าหลักที่ใช้ในการทดลอง

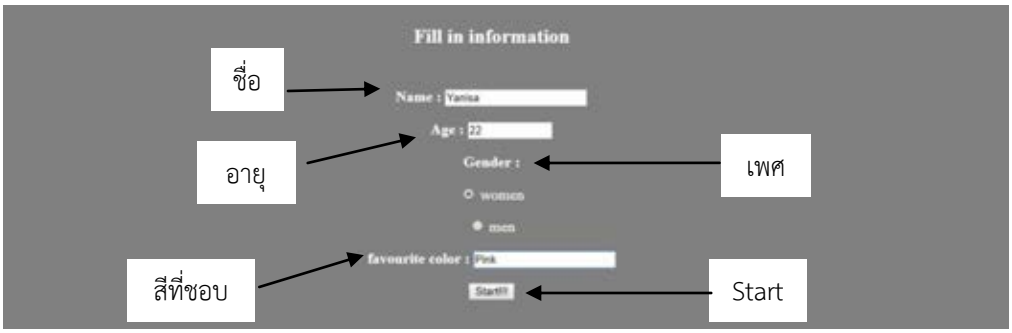


รูปที่ 3.6 โครงร่างขนาดและตำแหน่งต่าง ๆ ของหน้าการทดลองที่เลือกรูปแบบและสีที่ต้องการซื้อ

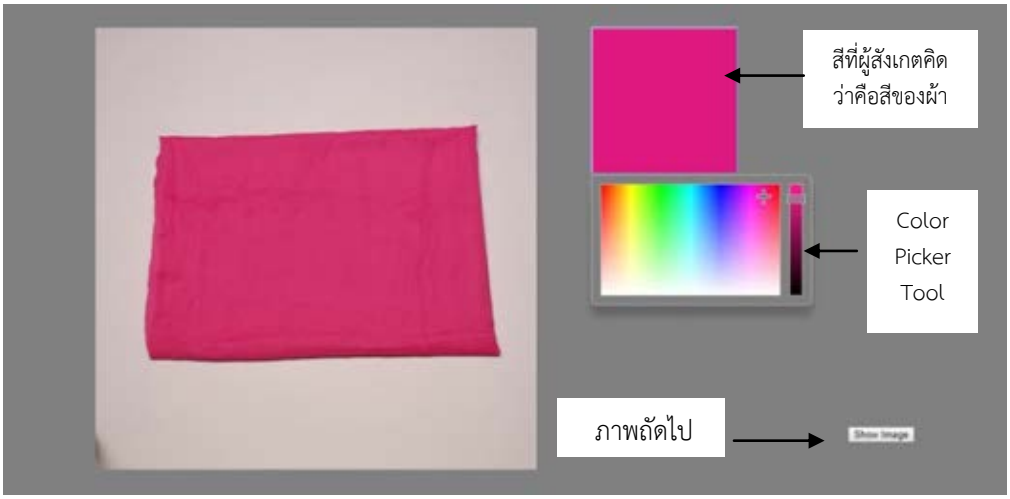
2. เขียน Flowchart การทำงานของโปรแกรมเบื้องหลังหน้าเว็บการทดลองในแต่ละหน้า
3. เขียนชุดคำสั่งเพื่อแสดงหน้าเว็บการทดลองจากที่ได้ออกแบบไว้ด้วยภาษา html
4. เขียนการทำงานของโปรแกรม เช่น การสุ่มภาพทั้ง 39 ภาพด้วยภาษา javascript
5. เขียนชุดคำสั่งเพื่อเก็บข้อมูลผู้สังเกต สีที่ผู้สังเกตเลือก 39 ภาพ เวลาที่ใช้ในการทดลอง และรูปแบบผ้าพันคอที่ผู้สังเกตต้องการซื้อด้วยภาษา php ลงในโปรแกรม excel
6. ทดลองโปรแกรมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพก่อนการทดลองกับผู้สังเกต
   ชุดคำสั่งการทำงานของหน้าเว็บการทดลองแสดงในภาคผนวก ก

3.2.3. การทดลองด้วยผู้สังเกต

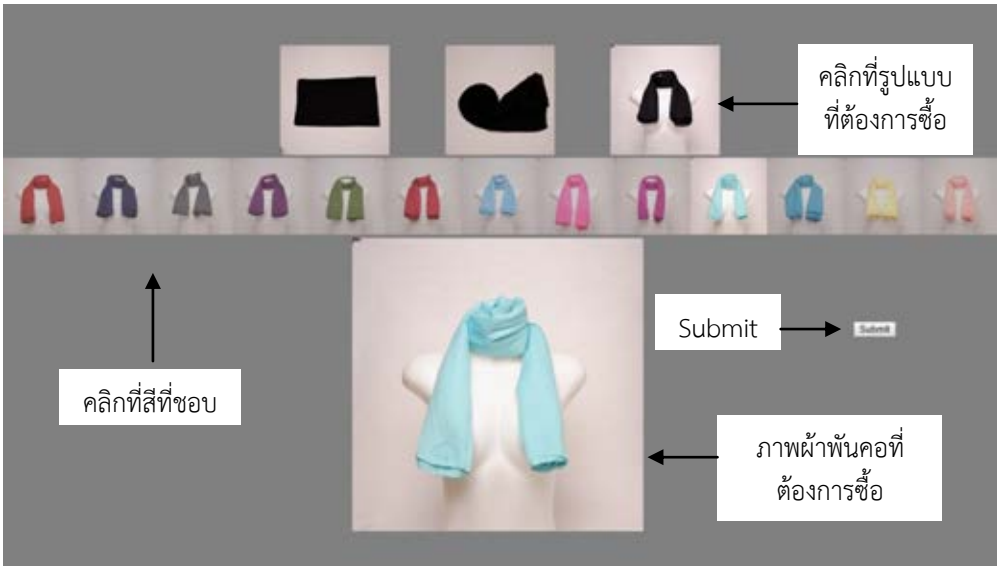
1. ผู้สังเกตดูภาพที่แสดงบนจอมอนิเตอร์ภายในห้องทดลองที่ควบคุมสภาวะแสงให้คงที่ (ห้องทำงานที่เปิดแสงสว่างปกติ) กำหนดให้ผู้สังเกตนั่งห่างจากจอภาพของคอมพิวเตอร์พกพาเป็นระยะประมาณ 60 เซนติเมตร ซึ่งผู้สังเกตสามารถใช้เมาส์ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมแสดงภาพได้ตามสะดวก
2. ให้ผู้สังเกตทดสอบตาบอดสีด้วย Ishihara test ที่แสดงบนจอภาพที่ใช้สำหรับการทดลอง ผู้ที่มีผลทดสอบ เป็นผู้มีการมองเห็นสีปกติ จึงจะสามารถเข้าร่วมการทดลองต่อไปได้
3. ได้ผู้สังเกตทั้งหมด 30 คน เป็นชาย 10 คน หญิง 20 คน อายุระหว่าง 20-24 ปี
4. เปิดโปรแกรมในหน้าแรกให้ผู้สังเกตกรอกข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ อายุ เพศ และสีที่ชอบ เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อย ให้กดปุ่ม Start และเริ่มต้นทำการทดลอง ดังรูปที่ 3.7
5. ผู้สังเกตดูรูปผ้าพันคอ จากนั้นเลื่อนลูกศรและกดเลือกสีจากเครื่องมือเลือกสี (Color Picker tool) เพื่อหาสีที่ผู้สังเกตคิดว่าเป็นสีของภาพผ้าพันคอ โดยสีที่ผู้สังเกตกดเลือกจะแสดงอยู่ในกรอบสีเหลี่ยมดังรูปที่ 3.8
6. เมื่อผู้สังเกตมั่นใจว่าสีที่ปรากฏในกรอบสี่เหลี่ยมคือ สีของผ้าพันคอในภาพ ให้กดปุ่ม Show image เพื่อที่โปรแกรมจะแสดงรูปถัดไป ซึ่งโปรแกรมจะทำการจัดลำดับภาพแบบสุ่ม จนครบ 39 ภาพ
7. เมื่อทำการทดลองจนครบภาพทั้งหมดแล้ว โปรแกรมจะแสดงหน้าถัดไป ซึ่งจะให้ผู้สังเกตเลือกรูปแบบผ้าพันคอที่ต้องการซื้อก่อน แล้วจึงเลือกสีของผ้าพันคอที่ชอบที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.7 หน้าแรกของโปรแกรมสำหรับให้ผู้สังเกตกรอกข้อมูล



รูปที่ 3.8 หน้าหลักของโปรแกรมสำหรับทำการทดลอง



รูปที่ 3.9 หน้าสุดท้ายของโปรแกรมสำหรับให้ผู้สังเกตเลือกรูปแบบและสีของผ้าพันคอที่ชอบ

3.2.4. การวิเคราะห์ผล

1. เก็บข้อมูลค่าสี xyY ของภาพผ้าพันคอทั้ง 39 ภาพจากผู้สังเกต 30 คน โดยการวัดสีที่ผู้สังเกตเลือกจากจอภาพด้วยเครื่องสเปกโทรเรดิโอมิเตอร์ ภายใต้ภาวะที่ใช้ในการทดลอง ดังนั้นใน 1 ภาพ จะมีค่าสีทั้งหมด 30 ค่า
2. แปลงค่า xyY เป็นค่า XYZ แล้วแปลงค่า XYZ เป็นค่าสี L*a*b* โดยใช้ค่า $X_nY_nZ_n$ ของสีขาวอ้างอิงที่แสดงบนหน้าจอ (R=G=B=255) ซึ่งค่า xyY ของสีขาวอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 0.2865, 0.2874, 90.97 ตามลำดับ
3. วัดค่าสี L*a*b* ของผ้าพันคอจริง 13 สี ภายใต้สภาวะ D65/10 ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ใช้ขนาดพื้นที่การวัดเท่ากับ 25 mm (LAV)
4. หาค่าความแตกต่างสีของการมองเห็นของผู้สังเกตในแต่ละภาพ ดังนี้
   - หาค่าสี L*a*b* เฉลี่ยของภาพผ้าพันคอแต่ละภาพจากผู้สังเกต 30 คน
   - หาค่าความแตกต่างสี $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ระหว่างค่าเฉลี่ยและค่าที่ได้จากผู้สังเกตแต่ละคนสำหรับผ้าพันคอแต่ละภาพ
   - หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพแต่ละภาพ จนครบ 39 ภาพ
   - นำค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพผ้าพันคอรูปแบบผ้าพับเรียบมาจัดอันดับเรียงจากน้อยไปมาก และ ทำเช่นนี้กับภาพผ้าพันคอรูปแบบผ้าพันม้วนและผ้าคล้องคอ ตามลำดับ
   - หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพแต่ละรูปแบบการจัดวางจากภาพผ้าพันคอรูปแบบละ 13 สี
5. หาค่าความแตกต่างสีระหว่างค่าสีผ้าพันคอจริงกับค่าสีที่ได้จากภาพของผู้สังเกตแต่ละคนในแต่ละภาพ
   - หาค่าความแตกต่างสี $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ระหว่างค่าสีจริงและค่าที่ได้จากผู้สังเกตแต่ละคนสำหรับผ้าพันคอแต่ละภาพ
   - หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพแต่ละภาพ จนครบ 39 ภาพ
   - นำค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพผ้าพันคอรูปแบบผ้าพับเรียบมาจัดอันดับเรียงจากน้อยไปมาก และ ทำเช่นนี้กับภาพผ้าพันคอรูปแบบผ้าพันม้วนและผ้าคล้องคอ ตามลำดับ
   - หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพแต่ละรูปแบบการจัดวางจากภาพผ้าพันคอรูปแบบละ 13 สี
6. หาค่าความแตกต่างสีระหว่างภาพผ้าพันคอแต่ละรูปแบบ
   - หาค่าความแตกต่างสี $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ระหว่างค่าที่ได้จากผู้สังเกตแต่ละคนสำหรับผ้าพันคอรูปแบบผ้าพับเรียบเทียบกับรูปแบบผ้าพับม้วน, ภาพรูปแบบผ้าพับเรียบเทียบกับรูปแบบผ้าคล้องคอ และ ภาพรูปแบบผ้าพับม้วนเทียบกับรูปแบบผ้าคล้องคอ ตามลำดับ
   - หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของการเทียบภาพแต่ละรูปแบบ จนครบ 39 ค่า

- นำค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของภาพผ้าพันคอรูปแบบผ้าพับเรียบเทียบกับผ้าพันม้วนมาจัดอันดับเรียงจากน้อยไปมาก และ ทำเช่นนี้กับภาพรูปแบบผ้าพับเรียบเทียบกับรูปแบบผ้าคล้องคอ และ ภาพรูปแบบผ้าพับม้วนเทียบกับรูปแบบผ้าคล้องคอ ตามลำดับ
- หาค่าเฉลี่ย $\Delta E_{CMC}(2:1)$ ของการเทียบภาพแต่ละรูปแบบการจัดวางจากภาพผ้าพันคอ

7. วิเคราะห์รูปแบบผ้าพันคอที่ผู้สังเกต 30 คนต้องการซื้อ

3.2.5. เวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง

1) ผู้สังเกตทั้งหมด

เวลาเฉลี่ยที่ผู้สังเกตทั้ง 30 คน ทำการทดลอง คือ 17.53 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองมากที่สุด คือ 31.25 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองน้อยที่สุด คือ 7.57 นาที

2) แบ่งตามเพศ

- เพศชาย

เวลาเฉลี่ยที่ผู้สังเกตเพศชาย 10 คนทำการทดลอง คือ 19.18 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองมากที่สุด คือ 28.01 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองน้อยที่สุด คือ 11.44 นาที

- เพศหญิง

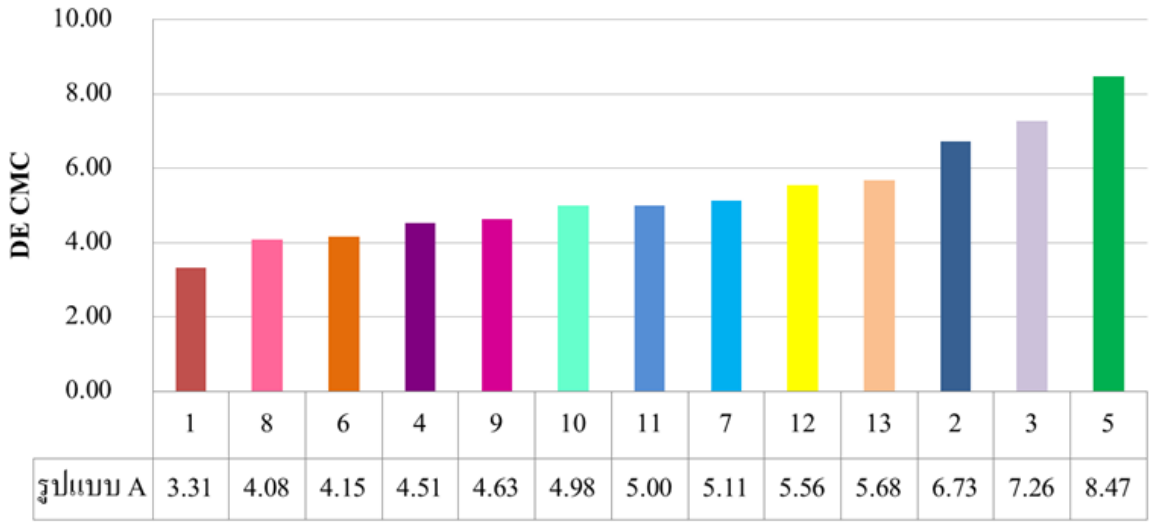
เวลาเฉลี่ยที่ผู้สังเกตเพศหญิง 20 คนทำการทดลอง คือ 17.22 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองมากที่สุด คือ 31.25 นาที
เวลาที่ผู้สังเกตใช้ทำการทดลองน้อยที่สุด คือ 7.57 นาที

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าพันคอที่ต่างกัน

ในการทดลองนี้ ผู้สังเกตจำนวน 30 คน ดูภาพผ้าพันพอผืนเดียวกันที่จัดวางต่างกัน 3 รูปแบบ คือ แบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน และแบบคล้องคอ ผลความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างผู้สังเกตแต่ละคนกับค่าสีเฉลี่ยจากผู้สังเกตทั้งหมดของผ้าพันคอแต่ละสีแสดงดังรูปที่ 4.1-4.3 สำหรับรูปแบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน และแบบคล้องคอตามลำดับ พบว่า ทั้ง 3 รูปแบบมีค่าความแตกต่างสีอยู่ในช่วง 3-9 ΔE_{CMC} เช่นเดียวกัน แต่มีการเรียงลำดับของสีผ้าพันคอตามความแตกต่างสีที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ทั้ง 3 รูปแบบส่งผลให้เกิดความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตได้เท่าเทียมกัน กล่าวคือ ไม่มีรูปแบบใดช่วยลดความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตได้ อย่างไรก็ดีแต่ละรูปแบบส่งผลต่อสีที่ต่างกัน

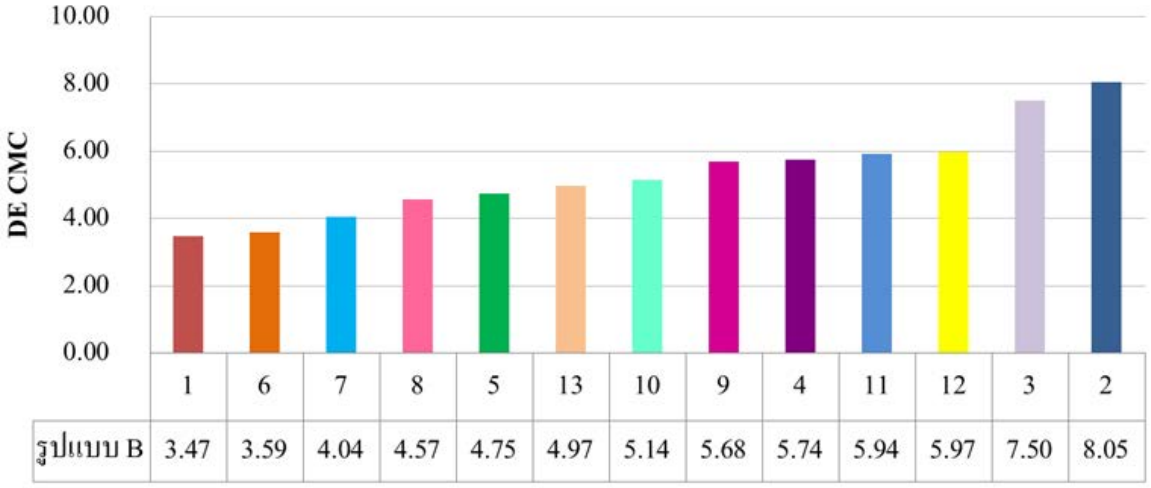


	1	8	6	4	9	10	11	7	12	13	2	3	5
รูปแบบ A	3.31	4.08	4.15	4.51	4.63	4.98	5.00	5.11	5.56	5.68	6.73	7.26	8.47

รูปที่ 4.1 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าเรียบ (A)

จากรูปที่ 4.1 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตของผ้าพันคอที่จัดวางแบบผ้าเรียบจำนวน 13 สีมีค่าเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 5.34 แสดงว่ามีความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตไม่มากนัก นอกจากนี้พบว่าผ้าพันคอสีเขียวมีค่า ΔE_{CMC} สูงสุด คือ 8.47 อาจเนื่องมาจากรูปแบบผ้าเรียบเป็นรูปแบบที่มีความแตกต่างของสีผ้าพันคอในภาพน้อย แต่สายตาของคนเรามีความไวต่อสีเขียวมาก จึงรับรู้ความต่างระหว่างแต่ละบริเวณของสีใน

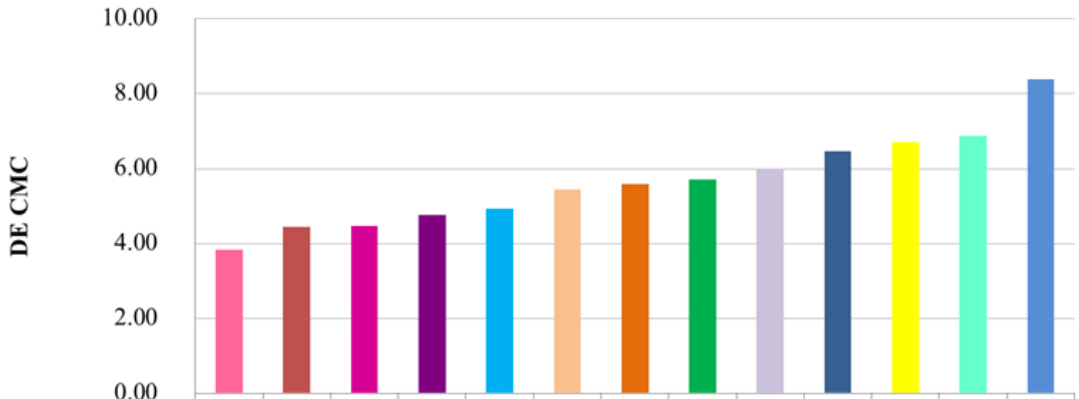
ภาพได้มากกว่าสีอื่น ซึ่งผู้สังเกตแต่ละคนอาจมองที่บริเวณต่าง ๆ กันเพื่อบอกสีของภาพผ้าพันคอนั้น สีเขียวจึงมีความต่างระหว่างผู้สังเกตมากที่สุด



	1	6	7	8	5	13	10	9	4	11	12	3	2
รูปแบบ B	3.47	3.59	4.04	4.57	4.75	4.97	5.14	5.68	5.74	5.94	5.97	7.50	8.05

รูปที่ 4.2 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าม้วน(B)

จากรูปที่ 4.2 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตของผ้าพันคอที่จัดวางแบบผ้าม้วนจำนวน 13 สีมีค่าเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 5.34 เช่นเดียวกับแบบผ้าเรียบ แต่ผ้าพันคอสีเขียวมีความแตกต่างสีลดลงเป็น 4.75 และพบว่าสีน้ำเงินเป็นสีที่มีค่า ΔE_{CMC} สูงสุด คือ 8.05 เนื่องจากผ้าพันคอที่ถูกจัดวางแบบผ้าม้วน ทำให้เกิดมีแสงและเงา แต่ละบริเวณของผ้าพันคอในภาพจึงมีความสว่างไม่เท่ากัน ซึ่งความแตกต่างของความสว่างในแต่ละบริเวณนี้อาจส่งผลต่อสีน้ำเงินมากที่สุด



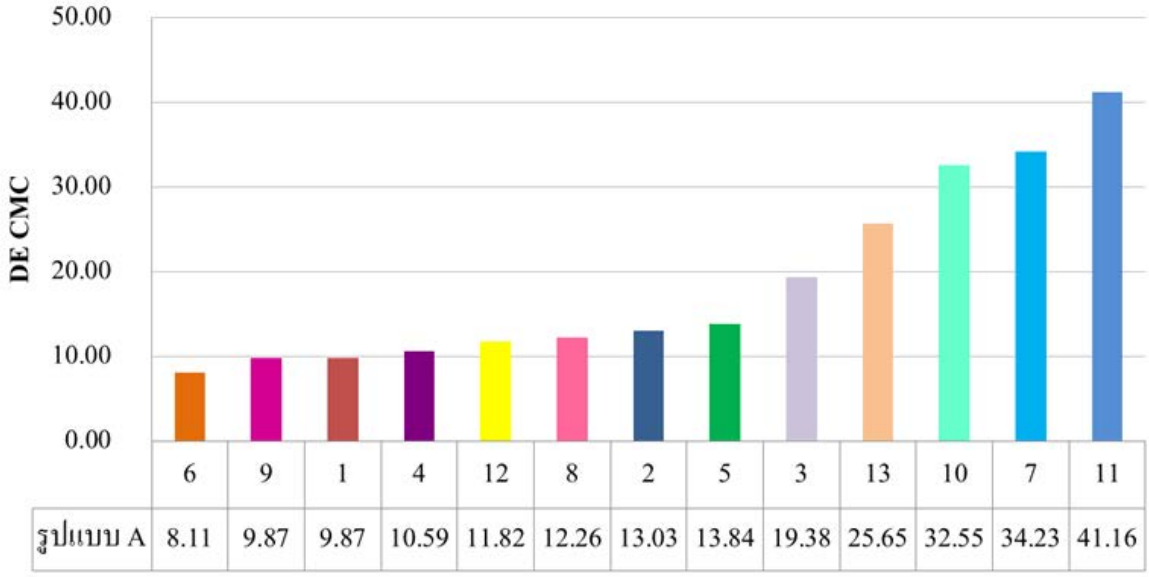
	8	1	9	4	7	13	6	5	3	2	12	10	11
รูปแบบ C	3.84	4.44	4.48	4.76	4.93	5.45	5.59	5.71	6.00	6.46	6.70	6.89	8.37

รูปที่ 4.3 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตในรูปแบบผ้าคล้องคอ (C)

จากรูปที่ 4.3 ความแตกต่างสีที่รับรู้ระหว่างผู้สังเกตของผ้าพันคอที่จัดวางแบบผ้าคล้องคอจำนวน 13 สีมีค่าเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 5.66 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนเล็กน้อย สาเหตุมาจากรูปแบบผ้าคล้องคอมีความมืดและสว่างในภาพแตกต่างกันหลายตำแหน่ง บางคนรับรู้ว่าผ้าพันคอผืนนี้มีสีสว่างเนื่องจากมองในตำแหน่งที่ได้รับแสงมาก ขณะที่อีกคนหนึ่งพิจารณาจากตำแหน่งในเงา ทำให้การรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตในผ้าพันคอผืนเดียวกันแตกต่างกันมากขึ้น

4.2 ความแตกต่างสีระหว่างสีผ้าพันคอจริงกับสีที่ผู้สังเกตรับรู้ในรูปแบบผ้าพันคอที่ต่างกัน

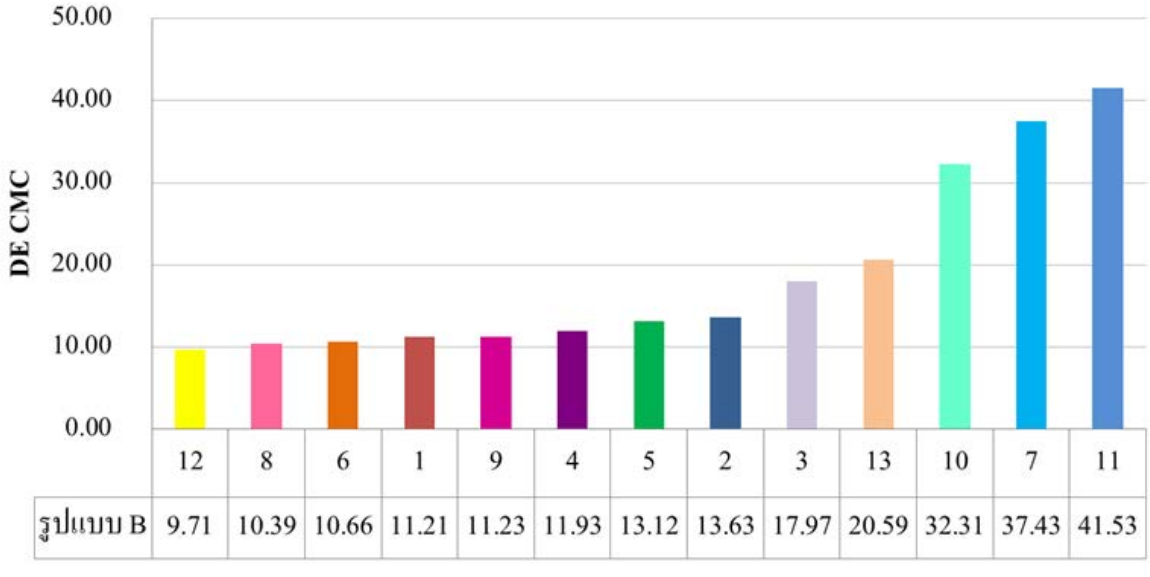
ผลความแตกต่างสี ΔE_{CMC} ระหว่างสีผ้าพันคอจริงกับสีที่ผู้สังเกตรับรู้จากภาพที่มีการจัดวางผ้าพันคอต่างกัน 3 รูปแบบ แสดงดังรูปที่ 4.4-4.6 สำหรับรูปแบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน และแบบผ้าคล้องคอ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า แบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วนมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันคือ 8-42 ΔE_{CMC} แต่แบบผ้าคล้องคอมีค่าอยู่ในช่วง 6-37 ΔE_{CMC} ซึ่งมีช่วงของความต่าง (ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด) น้อยกว่า 2 แบบข้างต้น และมีทั้งค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ต่ำกว่า การจัดวางแบบผ้าคล้องคอจึงน่าจะให้การรับรู้สีที่ใกล้เคียงกับสีจริงมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า แต่ละสีของแบบผ้าคล้องคอมีความแตกต่างสีกับสีจริงสูงเท่า ๆ กัน ในขณะที่อีก 2 แบบมีกลุ่มสีที่มีความต่างน้อยกับกลุ่มสีที่มีความต่างมาก และเป็นสีกลุ่มเดียวกัน



	6	9	1	4	12	8	2	5	3	13	10	7	11
รูปแบบ A	8.11	9.87	9.87	10.59	11.82	12.26	13.03	13.84	19.38	25.65	32.55	34.23	41.16

รูปที่ 4.4 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าเรียบ

จากรูปที่ 4.4 ความแตกต่างสีเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 18.64 แสดงว่า สีที่รับรู้จากภาพมีความแตกต่างจากสีผ้าพันคอจริงมาก เนื่องจากปัจจัยด้านกล้องและจอภาพที่ไม่ได้ผ่านการคาลิเบรท กลุ่มสีที่ให้ความแตกต่างสีสูงคือกลุ่มสีฟ้า สาเหตุมาจากกล้องมีการปรับสมดุลสีขาว (white balance) แบบอัตโนมัติ ซึ่งมักส่งผลกระทบกับสีฟ้ามากกว่าสีอื่น ส่งผลให้บันทึกภาพสีฟ้าได้ไม่ตรงกับสีจริง ผู้สังเกตจึงรับรู้สีที่ปรากฏบนจอได้ไม่ตรงกับสีจริงมากที่สุด

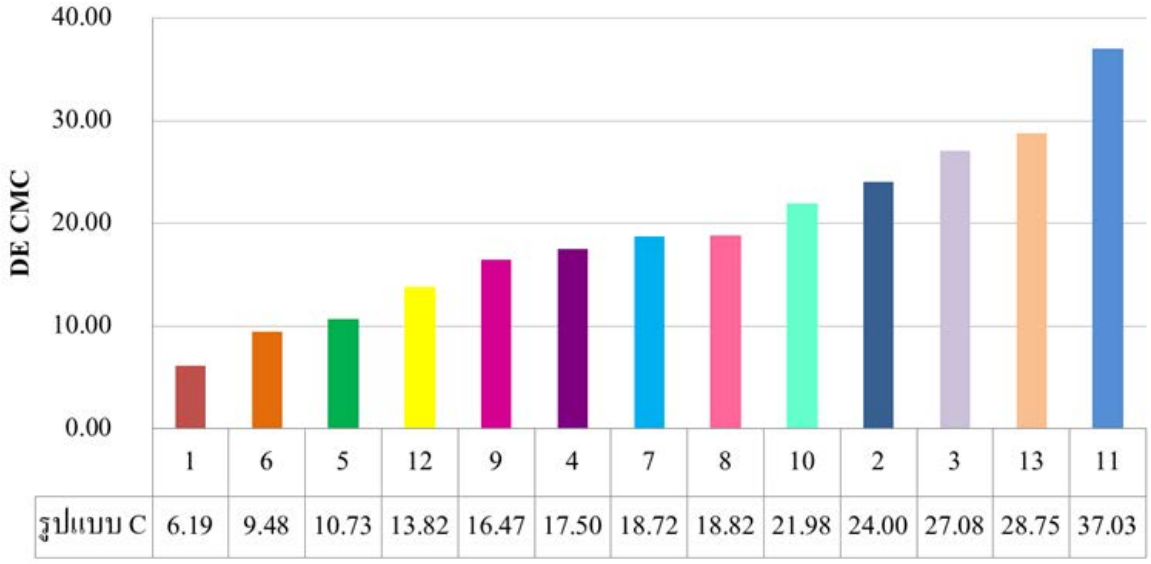


	12	8	6	1	9	4	5	2	3	13	10	7	11
รูปแบบ B	9.71	10.39	10.66	11.21	11.23	11.93	13.12	13.63	17.97	20.59	32.31	37.43	41.53

รูปที่ 4.5 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าม้วน

จากรูปที่ 4.5 ความแตกต่างสีเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 18.59 ใกล้เคียงกับแบบผ้าเรียบ เมื่อพิจารณาสีเหลือง ซึ่งการรับรู้ต่างจากสีจริงน้อยที่สุด พบว่า ในรูปแบบผ้าม้วนมีค่าน้อยกว่ารูปแบบผ้าเรียบ อาจเนื่องจากแสงและเงาทำให้เกิดมิติของภาพผ้าพันคอ ซึ่งผู้สังเกตสามารถคาดเดาสีได้ใกล้เคียงสีจริงมากขึ้น ตามประสบการณ์และการรับรู้สีในแต่ละคน

จากรูปที่ 4.6 ความแตกต่างสีเฉลี่ย ΔE_{CMC} = 19.28 จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าค่าต่ำสุดและสูงสุดของรูปแบบนี้มีค่าต่ำกว่าแบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วน แต่เมื่อเฉลี่ยค่าความแตกต่างจากทั้ง 13 สีแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า แสดงว่า โดยรวมแบบผ้าคล้องคอมีความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงมากกว่าแบบผ้าเรียบและผ้าม้วน เนื่องจากรูปแบบนี้ให้ภาพที่มีความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละบริเวณมาก บริเวณที่ผู้สังเกตเลือกใช้ตัดสินสีของพันคอเป็นบริเวณที่มีสีต่างจากสีจริง



	1	6	5	12	9	4	7	8	10	2	3	13	11
รูปแบบ C	6.19	9.48	10.73	13.82	16.47	17.50	18.72	18.82	21.98	24.00	27.08	28.75	37.03

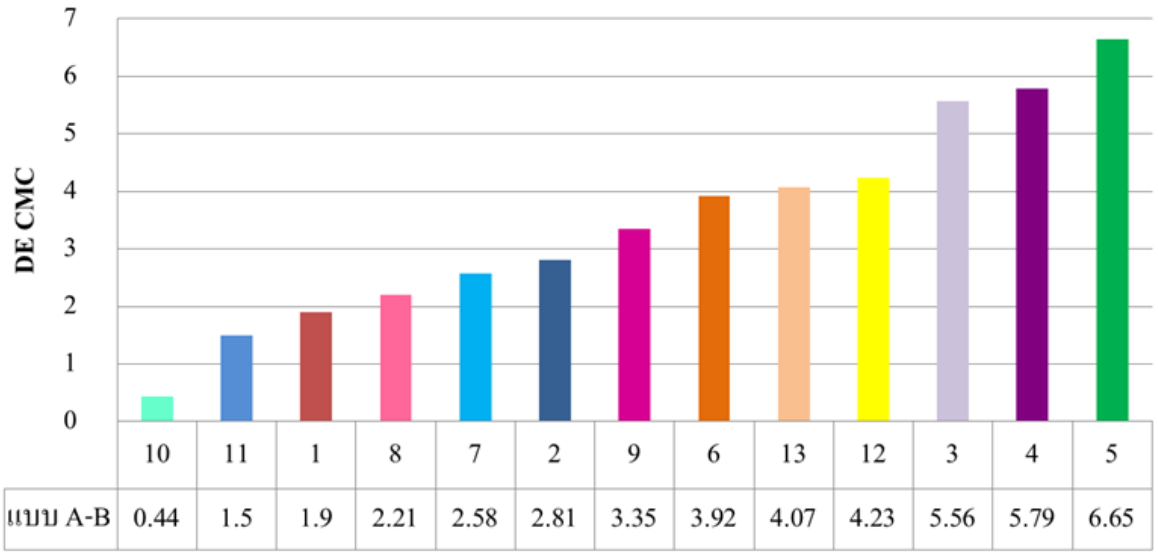
รูปที่ 4.6 ความแตกต่างสีระหว่างสีที่รับรู้กับสีจริงของแบบผ้าคล้องคอ

จากผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2 พบว่า ในแต่ละรูปแบบให้ความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกตไม่ต่างกัน กล่าวคือ ไม่ว่าจะจัดวางรูปแบบใดไม่อาจหลีกเลี่ยงการรับรู้สีที่ต่างกันระหว่างบุคคลได้ แต่การจัดวางแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนจะให้ผลการรับรู้ใกล้เคียงกับสีจริงของผ้าพันคอมากกว่าแบบผ้าคล้องคอ

4.3 ความแตกต่างสีระหว่างภาพผ้าพันคอแต่ละรูปแบบ

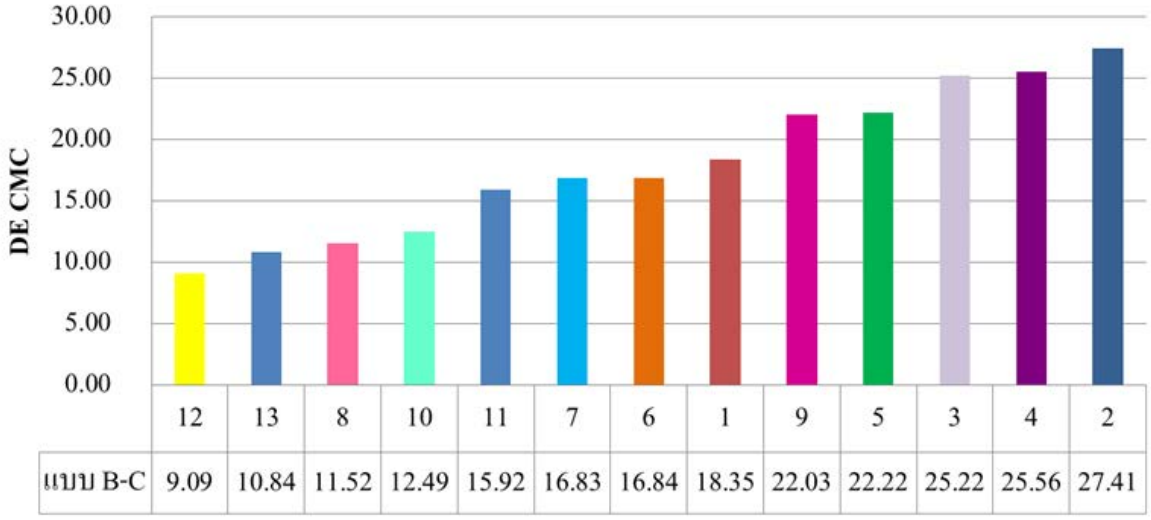
รูปที่ 4.7-4.9 แสดงผลค่าวิเคราะห์ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีเมื่อผ้าพันคอผืนเดียวกันจัดวางในรูปแบบที่ต่างกัน รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบระหว่างแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วน รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบระหว่างแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอ และรูปที่ 4.9 เปรียบเทียบระว่างแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าคล้องคอ

จากรูปที่ 4.7 ค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.46 แสดงให้เห็นว่า สีที่ผู้สังเกตรับรู้จากแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วนต่างกันไม่มากนัก การจัดวางรูปแบบผ้าม้วนจะเกิดแสงเงา มีบริเวณที่สีของผ้าพันคอมีความมืดสว่างไม่เท่ากัน แต่แบบผ้าเรียบจะมีสีสม่ำเสมอทั่วทั้งผืนผ้ามากกว่า อย่างไรก็ดีผลการรับรู้สีของผู้สังเกตจากทั้ง 2 แบบไม่ต่างกันมาก และจากผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2 ทั้ง 2 รูปแบบให้ผลความต่างจากสีผ้าพันคอจริงเท่า ๆ กัน แสดงว่า การจัดวางแบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วนให้ผลการรับรู้สีไม่ต่างกัน



	10	11	1	8	7	2	9	6	13	12	3	4	5
แบบ A-B	0.44	1.5	1.9	2.21	2.58	2.81	3.35	3.92	4.07	4.23	5.56	5.79	6.65

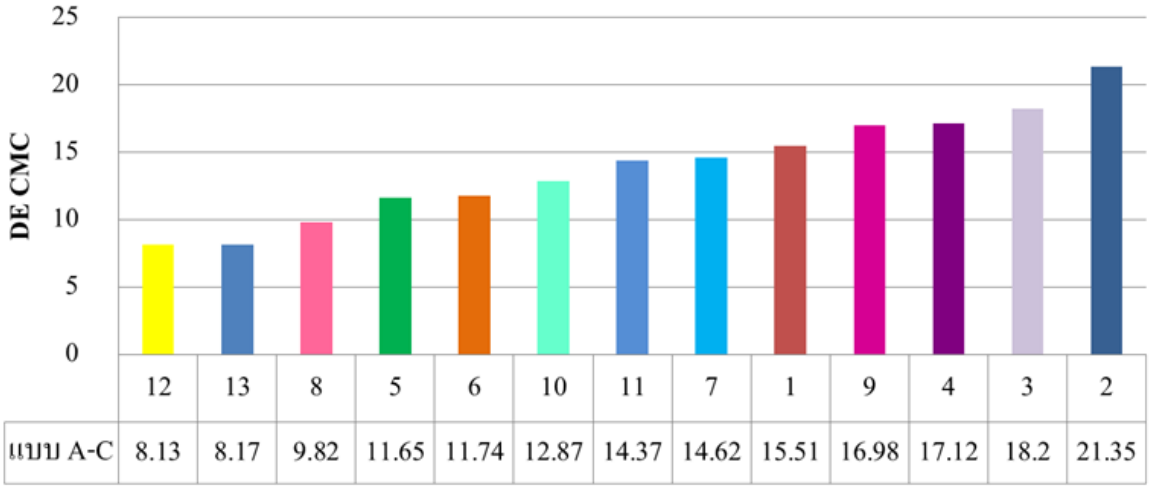
รูปที่ 4.7 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วน



	12	13	8	10	11	7	6	1	9	5	3	4	2
แบบ B-C	9.09	10.84	11.52	12.49	15.92	16.83	16.84	18.35	22.03	22.22	25.22	25.56	27.41

รูปที่ 4.8 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอ

จากรูปที่ 4.8 ค่าความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอมีค่าเท่ากับ 18.03 ซึ่งมีสูงมากเมื่อเทียบกับความแตกต่างระหว่างแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วน แสดงให้เห็นว่า การจัดวางแบบผ้าคล้องคอให้การรับรู้สีที่ต่างไปจากแบบผ้าม้วน เนื่องจากแบบผ้าคล้องคอให้ความแตกต่างของสีในแต่ละบริเวณในภาพมากกว่าแบบผ้าม้วน ทำให้เกิดสีที่หลากหลายบนผ้าพันคอผืนเดียวกัน บริเวณที่ผู้สังเกตเลือกมองมีสีที่ต่างไปจากสีผ้าพันคอจริงมาก (จากผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2) และต่างไปจากรูปแบบผ้าม้วน

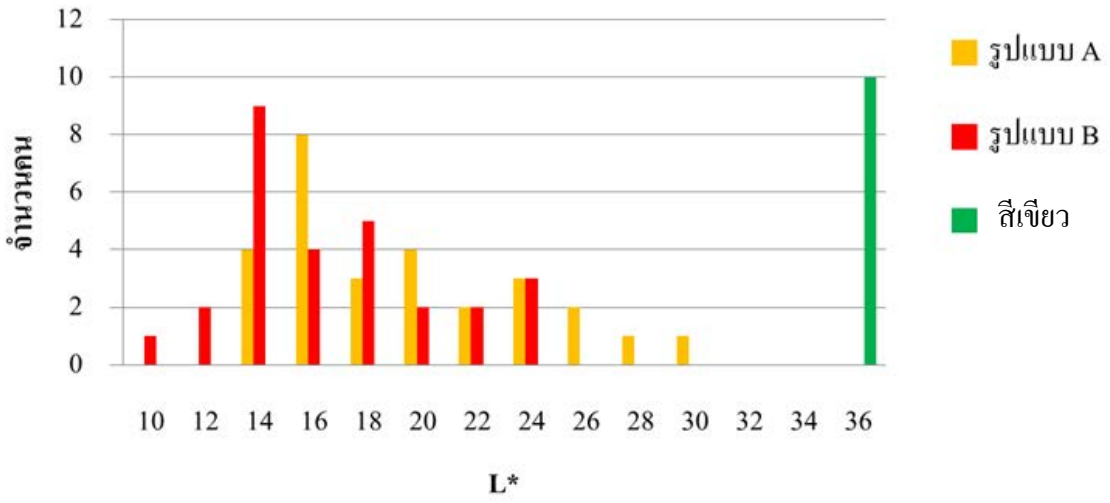


	12	13	8	5	6	10	11	7	1	9	4	3	2
แบบ A-C	8.13	8.17	9.82	11.65	11.74	12.87	14.37	14.62	15.51	16.98	17.12	18.2	21.35

รูปที่ 4.9 ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าคล้องคอ

จากรูปที่ 4.9 ค่าความแตกต่างสีระหว่างแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าคล้องคอมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.89 ซึ่งมีความแตกต่างกันน้อยกว่าค่าความแตกต่างสีระหว่างแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอ แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันมากกว่าแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วนมาก เป็นการยืนยันว่า การจัดวางแบบผ้าคล้องคอให้ผลความแตกต่างของสีในแต่ละบริเวณในภาพมากที่สุด และบริเวณที่ผู้สังเกตเลือกมองมีสีที่ต่างไปจากสีที่แสดงในรูปแบบผ้าเรียบและผ้าม้วน

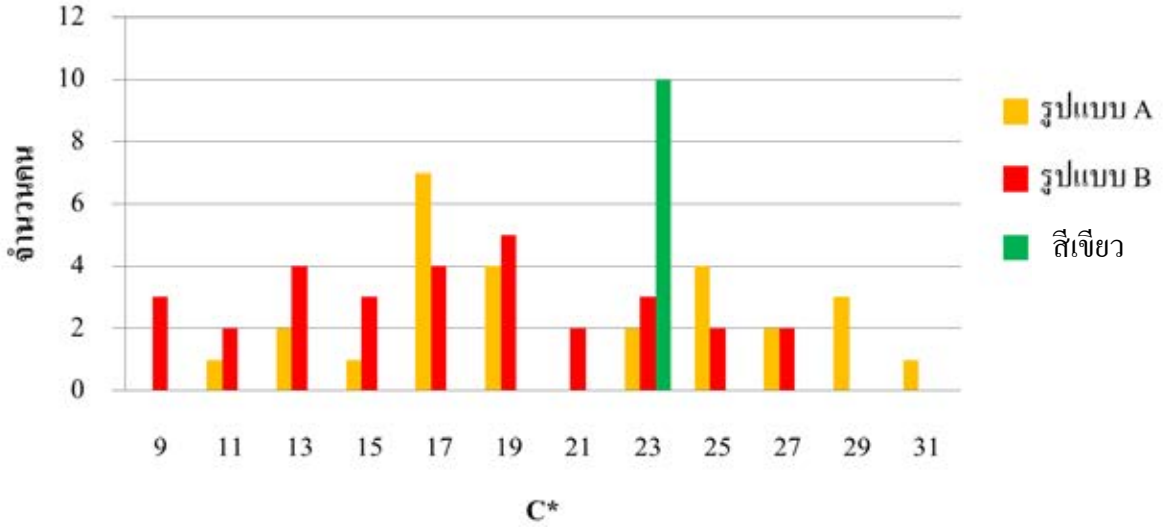
เนื่องจากค่าความแตกต่างสีบอกความแตกต่างสีรวมในทุกลักษณะสี ไม่ได้บอกรายละเอียดทางความแตกต่างกันของค่าสี L* (ความสว่าง) หรือ C^*_{ab} (ความอิ่มตัวสี) เพื่อให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดความแตกต่างกันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงพิจารณาการกระจายของค่า L* และ C^*_{ab} ของแต่ละรูปแบบ ซึ่งจากผลความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าม้วนในรูปที่ 4.7 พบว่า ผ้าพันคอสีเขียวให้ความแตกต่างมากที่สุด จึงได้วิเคราะห์การกระจายค่า L* และ C^*_{ab} ของภาพรูปแบบผ้าเรียบเปรียบเทียบกับแบบผ้าม้วน และสีจริงของผ้าพันคอสีเขียว ดังแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ



รูปที่ 4.10 การกระจายของค่า L* ของรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), และผ้าจริงสีเขียว

จากรูปที่ 4.10 ค่าความสว่างของรูปแบบผ้าเรียบ ผ้าม้วน และผ้าจริงสีเขียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.51, 15.90 และ 36.12 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้งรูปแบบผ้าเรียบและรูปแบบผ้าม้วนมีค่าความสว่างน้อยกว่าค่าสีผ้าจริงเป็นอย่างมาก ทั้งที่ค่าความแตกต่างสีของการรับรู้สีในรูปแบบทั้งสองเทียบกับสีจริงแตกต่างกันน้อย (จากผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2) เพราะการคำนวณ ΔE_{CMC} ได้ให้การยอมรับการเปลี่ยนแปลงของความสว่างมากเป็น 2 เท่าของความแตกต่างของความอิ่มตัวสี จึงทำให้ค่าความแตกต่างสีไม่ต่างกันมาก และจะเห็นได้ว่า ค่าความสว่าง

ของรูปแบบผ้าเรียบและรูปแบบผ้าม้วนมีค่าต่างกันเล็กน้อย โดยค่าความสว่างของรูปแบบผ้าเรียบมากกว่ารูปแบบผ้าม้วน เนื่องจากรูปแบบผ้าเรียบมีค่าความสว่างในแต่ละจุดของพันคอสม่ำเสมอเท่า ๆ กัน ขณะที่รูปแบบผ้าม้วนมีบริเวณเงาที่ทำให้ผ้าพันคอมีความสว่างในแต่ละตำแหน่งไม่เท่ากัน ผู้สังเกตส่วนใหญ่พิจารณาสีของผ้าพันคอจากบริเวณความสว่างต่ำ ทำให้ค่าเฉลี่ยค่าความสว่างลดลง อย่างไรก็ตามผลการรับรู้ความสว่างเล็กน้อย ซึ่งให้ผลตรงกับผลการรับรู้ความแตกต่างสีที่ต่างกันไม่มากนัก (ผลการวิเคราะห์รูปที่ 4.7) ดังนั้นผลการรับรู้สีระหว่างการจัดวางแบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วนจึงไม่ต่างกัน

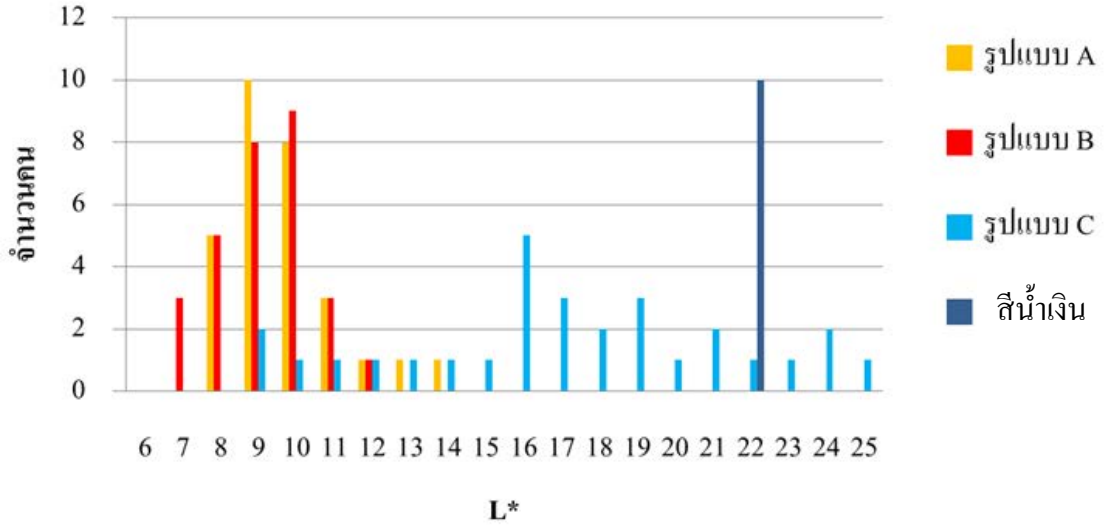


รูปที่ 4.11 การกระจายของค่า C^*_{ab} ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), และผ้าจริงสีเขียว

จากรูปที่ 4.11 ค่าความอิ่มตัวสีของภาพรูปแบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน และผ้าจริงสีเขียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.31, 16.53, 23.5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า รูปแบบผ้าเรียบมีค่าใกล้เคียงกับสีจริงมากกว่ารูปแบบผ้าม้วน และค่าความอิ่มตัวสีมีค่าไม่ต่างกันมากนัก เป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์ข้อ 4.2 ที่ทั้งรูปแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนให้ความแตกต่างสีระหว่างสีจริงไม่แตกต่างกัน

จากผลความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีแบบผ้าเรียบกับแบบผ้าคล้องคอ และระหว่างแบบผ้าม้วนกับแบบผ้าคล้องคอในรูปที่ 4.8-4.9 พบว่า สีน้ำเงินให้ความแตกต่างมากที่สุด จึงได้วิเคราะห์การกระจายค่า L* และ C^*_{ab} ของรูปแบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน และแบบผ้าคล้องคอ เปรียบเทียบกับสีผ้าจริงสีน้ำเงิน ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

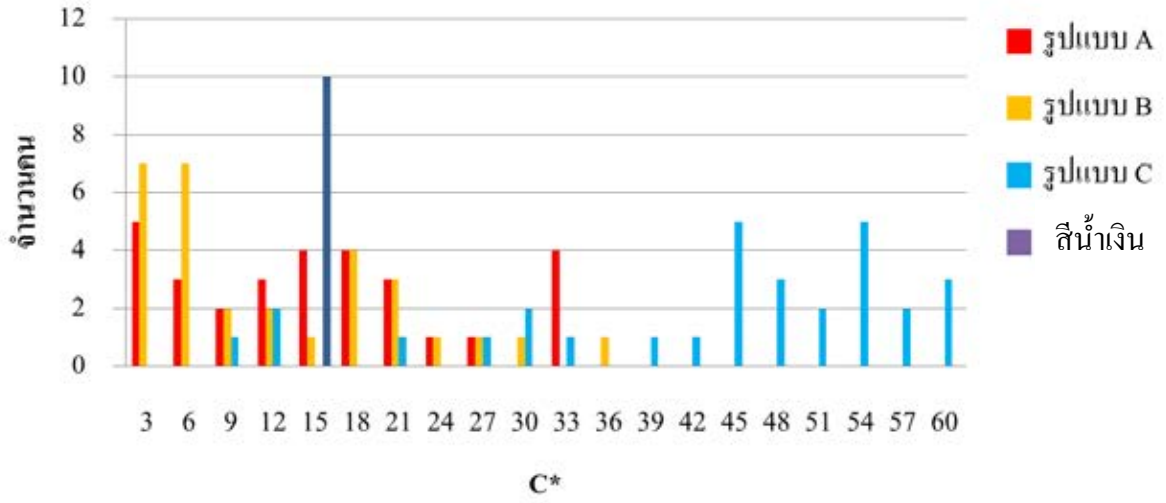
จากรูปที่ 4.12 ค่าความสว่างของภาพรูปแบบผ้าเรียบ ผ้าม้วน ผ้าคล้องคอ และผ้าจริงสีน้ำเงิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.32, 8.68, 16.6 และ 36.12 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ทั้งรูปแบบผ้าเรียบและรูปแบบผ้าม้วนในผ้าพันคอสีน้ำเงินมีค่าความสว่างน้อยกว่าค่าสีผ้าจริงเป็นอย่างมากและมีค่าไม่ต่างกัน เช่นเดียวกับผ้าพันคอสีเขียว (ยืนยันผลการวิเคราะห์รูปที่ 4.10) และค่าความสว่างของรูปแบบผ้าคล้องคอมีค่าการกระจายตัวมาก และมีค่าแตกต่างจากรูปแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนอย่างมาก เนื่องจากรูปแบบผ้าคล้องคอมีบริเวณที่มีความสว่างสูงและสว่างต่ำแตกต่างกันหลายบริเวณ ผู้สังเกตเลือกพิจารณาบริเวณที่แตกต่างกันจึงมีความแตกต่างในการรับรู้ความสว่างมากกว่ารูปแบบอื่น เป็นการยืนยันผลความแตกต่างสีระหว่างรูปแบบผ้าคล้องคอกับทั้งรูปแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนที่มีความแตกต่างกันมากที่สุด (ในผลการวิเคราะห์รูปที่ 4.8-4.9) ดังนั้นผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างสีระหว่างรูปแบบมาจากค่าความสว่าง นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ค่าความสว่างของรูปแบบผ้าคล้องคอมีค่าเฉลี่ยโดยรวมใกล้เคียงกันสีผ้าจริงมากที่สุด



รูปที่ 4.12 การกระจายของค่า L* ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), แบบผ้าคล้องคอ (C), และผ้าจริงสีน้ำเงิน

จากรูปที่ 4.13 ค่าความอิ่มตัวสีของการมองเห็นภาพการจัดวางรูปแบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วน แบบผ้าคล้องคอ และสีผ้าจริงสีน้ำเงิน มีค่าเฉลี่ย 14.35, 10.88, 41.71 และ 13.4 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้งภาพรูปแบบผ้าเรียบและรูปแบบผ้าม้วนในผ้าพันคอสีน้ำเงินมีค่าความอิ่มตัวสีไม่ต่างกันมากนัก และรูปแบบผ้าเรียบมีค่าใกล้เคียงกับสีจริงมากกว่ารูปแบบผ้าม้วน (ยืนยันผลการวิเคราะห์รูปที่ 4.11) เช่นเดียวกับผ้าพันคอสีเขียว นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ค่าความอิ่มตัวสีของการมองเห็นรูปแบบผ้าคล้องคอมีค่าการกระจายมาก และมีค่าสีแตกต่างจากค่าจริง รูปแบบผ้าเรียบ และรูปแบบผ้าม้วนเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาพผ้าพันคอรูปแบบคล้องคอมี

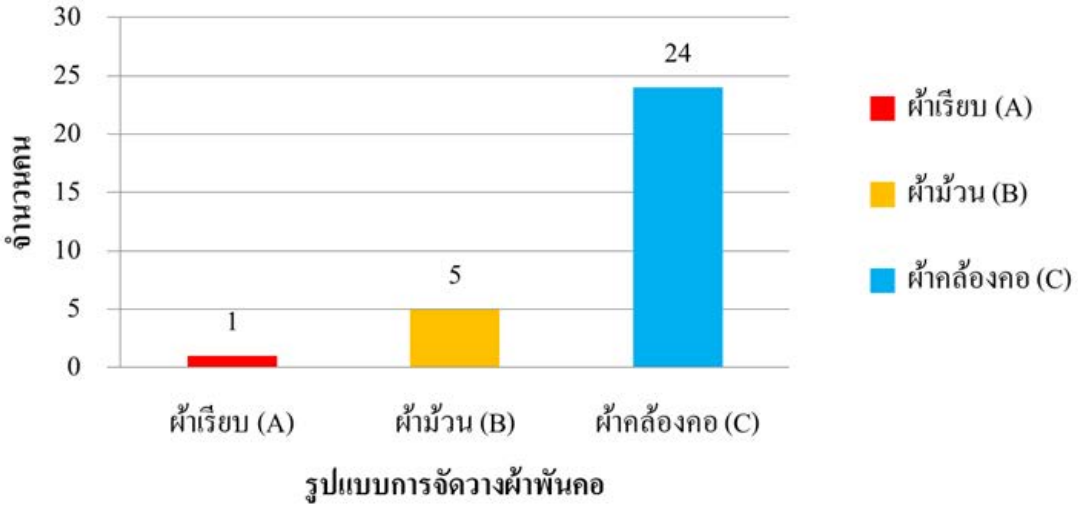
ความสว่างแตกต่างกัน ซึ่งความสว่างส่งผลต่อความอิ่มตัวสี ทำให้ผู้สังเกตสามารถเลือกสีได้แตกต่างกันมาก เป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์จากข้อ 4.2 ที่รูปแบบผ้าคล้องคอมีความแตกต่างสีระหว่างสีจริงมากที่สุด ซึ่งผลมาจากค่าความอิ่มตัวสี และเป็นการยืนยันผลความแตกต่างสีระหว่างรูปแบบผ้าคล้องคอกับทั้งรูปแบบผ้าเรียบและผ้าม้วนที่มีความแตกต่างกันมากที่สุด (ในผลการวิเคราะห์รูปที่ 4.8-4.9) เป็นผลมากจากความอิ่มตัวสีเช่นกัน ดังนั้นผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างสีระหว่างสีจริงและรูปแบบมาจากค่าความอิ่มตัวสี และจะเห็นได้ว่าค่าความอิ่มตัวสีของรูปแบบผ้าเรียบมีค่าเฉลี่ยโดยรวมใกล้เคียงกันสีผ้าจริงมากที่สุด



รูปที่ 4.13 การกระจายของค่า C^*_{ab} ของภาพรูปแบบผ้าเรียบ (A), แบบผ้าม้วน (B), แบบผ้าคล้องคอ (C), และผ้าจริงสีน้ำเงิน

4.4 รูปแบบและสีผ้าพันคอที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ

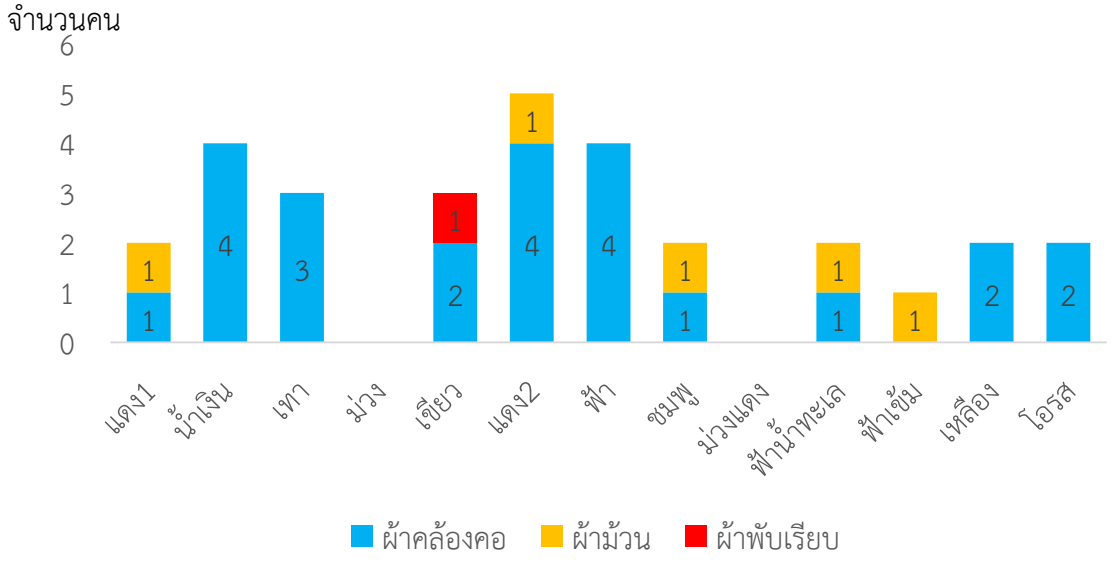
เมื่อผู้สังเกตดูสีของผ้าพันคอครบทุกสีตามการจัดวางรูปแบบต่าง ๆ แล้ว ผู้สังเกตได้เลือกรูปแบบที่ต้องการซื้อ จากนั้นเลือกสีที่ต้องการซื้อจากรูปแบบนั้น ผลจำนวนของผู้ที่ต้องการซื้อในแต่ละรูปแบบแสดงดังรูปที่ 4.14 และผลของสีที่ผู้สังเกตซื้อในรูปแบบที่เลือกแสดงดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.14 จำนวนผู้ต้องการซื้อผ้าพันคอในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้สังเกต 30 คน

จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่า ความต้องการในการซื้อผ้าพันคอจากรูปแบบการจัดวางแบบผ้าคล้องคอมีความต้องการมากที่สุด รองลงมาคือ รูปแบบผ้าม้วนและรูปแบบผ้าเรียบ ตามลำดับ เนื่องจากการจัดวางผ้าพันคอรูปแบบคล้องคอแสดงถึงการได้ใช้งานจริงของผ้าพันคอ ทำให้เห็นว่าเมื่อพันคอแล้วมีลักษณะเป็นอย่างไร ต่างจากรูปแบบผ้าเรียบที่ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นผ้าพันคอ เพราะด้วยรูปทรงสี่เหลี่ยมที่เหมือนผ้าเช็ดหน้า หรือผ้าที่ใช้งานด้านอื่น การจัดวางที่ธรรมดาทำให้ไม่ดึงดูดใจในการซื้อผ้าพันคอ

จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่ารูปแบบผ้าคล้องคอมีการเลือกซื้อหลายเฉดสีมากกว่ารูปแบบผ้าม้วนและผ้าเรียบ ตามลำดับ ซึ่งสีที่ผู้สังเกตเลือกจากรูปแบบผ้าม้วนมาจากสีที่ชอบเป็นส่วนใหญ่ (4 ใน 5 คน) แต่รูปแบบผ้าคล้องคอมีการเลือกสีทั้งจากสีที่ชอบ (14 ใน 24 คน) และสีที่คิดว่าสวย (10 ใน 24 คน) เนื่องจากภาพผ้าม้วนมีแสงเงาในภาพน้อยกว่าภาพคล้องคอ ผู้สังเกตที่เลือกรูปแบบผ้าม้วนจึงตัดสินใจเลือกสีที่ตัวเองชอบได้ง่ายกว่ารูปแบบคล้องคอที่ภาพมีความสว่างต่างกัน ทำให้รับรู้สีภาพได้หลากหลายตามตำแหน่งที่มองและการคาดเดาสี จึงมีการเลือกสีที่นอกเฉดสีจากที่ชอบ สีที่ชอบและสีที่ต้องการซื้อของผู้สังเกตแสดงในภาคผนวก ข



รูปที่ 4.15 สีผ้าพันคอที่ผู้สังเกตซื้อในรูปแบบที่เลือก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ความแตกต่างของการรับรู้สีระหว่างผู้สังเกต ไม่ขึ้นกับรูปแบบการจัดวางผ้าพันคอ ทั้ง 3 รูปแบบคือ แบบผ้าเรียบ แบบผ้าม้วนและแบบผ้าคล้องคอ ให้ความแตกต่างสีเฉลี่ยระหว่างผู้สังเกตอยู่ในช่วง 5-6 ΔE_{CMC}
2. ความแตกต่างสีระหว่างการรับรู้สีภาพกับสีจริงขึ้นอยู่กับการจัดวางผ้าพันคอ โดยรูปแบบผ้าคล้องคอมีแนวโน้มให้ค่า ΔE_{CMC} มากกว่าแบบเรียบและแบบม้วน ตามลำดับ
3. รูปแบบผ้าเรียบให้การรับรู้ความอิ่มตัวสีใกล้เคียงสีจริงมากกว่ารูปแบบผ้าม้วนและแบบผ้าคล้องคอ ตามลำดับ
4. รูปแบบผ้าคล้องคอให้การรับรู้ความสว่างใกล้เคียงสีจริงมากกว่ารูปแบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วน ตามลำดับ
5. ความแตกต่างของรูปแบบการจัดวางผ้าพันคอมีผลต่อการรับรู้สี รูปแบบผ้าพันคอแบบคล้องคอมีการรับรู้สีต่างจากรูปแบบอื่นมากที่สุด รูปแบบผ้าเรียบและแบบผ้าม้วนให้การรับรู้ไม่ต่างกันมาก
6. ผู้สังเกตมีความต้องการซื้อผ้าพันคอจากภาพที่มีการจัดวางแบบคล้องคอมากที่สุด รองลงมาคือ การจัดวางแบบผ้าม้วนและผ้าเรียบ ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของผู้สังเกตให้มากขึ้น และเพิ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุต่างกัน เพื่อให้เกิดความแม่นยำและความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด
2. ควรเลือกสีของผ้าพันคอให้มีความหลากหลายด้านความอิ่มตัวสี (chroma) มากขึ้น เพื่อศึกษาผลของความอิ่มตัวสี
3. การทดลองนี้ควบคุมสภาวะการมองให้คงที่ จึงทำการทดลองในห้องทดลอง ใช้กล้องและจอภาพเดิม การทดลองต่อไปอาจทดสอบภายใต้สภาวะแสงต่าง ๆ ใช้กล้องและจอภาพที่แตกต่างกัน เพื่อจำลองสถานการณ์จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรางคณา วายุภาพ, (2 กุมภาพันธ์ 2562). ETDA เผยมูลค่า e-Commerce ไทยโตต่อเนื่อง ยอดปี 2561 พุ่งสูง 3.2 ล้านล้านบาท. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก https://www.etda.or.th/content/ (วันที่สืบค้น: 15 พฤษภาคม 2562)

[2] P.S. Nitse, K.R. Parker, D. Krumwiede and T. Ottaway, "The impact of color in the e-commerce marketing of fashions: an exploratory study", *European Journal of Marketing*, Vol. 38, 2004, pp.898-915.

[3] R. Lafer-Sousa, K.L. Hermann and B.R. Conway, "Striking individual differences in color perception uncovered by 'the dress' photograph", *Current Biology 25*, 2015, R523-548.

[4] C. Witzel, J. KevinO'Regan and S. Hansmann-Roth, "The dress and individual differences in the perception of surface properties", *Vision Research*, Vol. 141, 2017, pp. 76-94.

[5] กรรณิการ์ กมลรัตน์, "การศึกษาเปรียบเทียบสีผ้าย้อมครามที่แสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์กับสีผ้าย้อมครามผืนจริง", *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, ปีที่ 6, ฉบับที่ 11, หน้า 51-64, มกราคม-มิถุนายน, 2557.

[6] พิชานันท์ ติ๋งพันธุ์ และ มณฑนา บางแวก, *"การวิเคราะห์การรับรู้สีของภาพเสื้อผ้าสำหรับการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์"*, ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2559.

[7] วัฒนาพร เขื่อนสุวรรณ, เอกสารคำสอนหลักการทัศนศิลป์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://dusithost.dusit.ac.th/~chawalin_nia/site1/comgraphic/41color.pdf, (วันที่สืบค้น: 2 พฤศจิกายน 2561)

[8] Shannon, (February 11, 2014). How do you quantify color? https://www.hunterlab.com/blog/uncategorized/how-do-you-quantify-color/, (Accessed November 3, 2018)

[9] เพชรรัตดา ละออ, (31 มกราคม 2556). แสงและเงา. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://bomall.blogspot.com/2013/01/light-and-shade-highlight-high-shade-3.html (วันที่สืบค้น: 3 พฤศจิกายน 2561)

[10] A.J. Meléndez-Martínez, I.M. Vicario and F.J. Heredia, "Correlation between visual and instrumental colour measurements of orange juice dilutions: effect of the background", *Food Quality and Preference,* vol. 16(5), 2005, pp.471-478.

[11]E. Maier and F. Dost, “Fluent contextual image backgrounds enhance mental imagery and evaluations of experience products”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 45, 2018, pp. 207-220.

ภาคผนวก ก

ชุดคำสั่งการทำงานของหน้าการทดลอง

ชุดคำสั่งการทำงานของหน้าเว็บการทดลอง มี 4 หน้าดังนี้

1. หน้ากรอกข้อมูลผู้สังเกต

```
<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=tis-620">
<title>Project</title>
<style type="text/css">
.container {
	position:relative;
	margin-left:auto;
	margin-right:auto;
}
body,td,th {
	font-family: "Times New Roman", Times, serif;
	color: rgb(255,255,255);
	font-size: 18px;
}
body {
	background-color: rgb(128,128,128);
}
</style>
</head>
<body>
```

```
<div class="container"  align="center">
<p style="font-size:24px; margin-top:100px" ><strong>Fill in information</strong></p>
<form  style="margin-top:50px" name="form1" method="post" action="save.php">
  <p>
    <label><strong>Name :
          <input type="text" name="name" id="name" />
    </strong>    </label>
  </p>
  <p>
    <label><strong>Age :
    </strong>
      <input name="age" type="text" id="age" size="10" />
    </label>
  </p>
  <p><strong>Gender :</strong></p>
  <p>
    <label>
    <input type="radio" name="gender" id="women" value="women" />
    women</label>
</p>
  <p>
    <label>
      <input type="radio" name="gender" id="men" value="men" />
    men</label>
  </p>
```

```
  <p>
    <strong>
    <label>favourite color :
      <input type="text" name="color" id="color" />
    </label>
    </strong>    </p>
  <p>
    <input type="submit" name="submit" id="START!!!" value="Start!!!" />
  </p>
</form>
<p> </p>
</div>
</body>
</html>
```

2. หน้าเลือกสีผ้าพันคอ

```
<html>
<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=tis-620">
<title>project</title>
<style type="text/css">
body,td,th {
        font-family: "Times New Roman", Times, serif;
        color: rgb(255,255,255);
        font-size: 16px;
}
```

```
body {
        background-color: rgb(128,128,128);
}
</style>
</head>
<body>
<script src="jscolor.js"></script><br>
<?php

$strFileName = "data1.csv";
$objFopen = fopen($strFileName, 'a+');
$strText1 = $_POST["name"];
fwrite($objFopen, "\"$strText1\"");
$strText2 = $_POST["age"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText2\"");
$strText3 = $_POST["gender"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText3\"");
$strText4 = $_POST["color"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText4\" ");
fclose($objFopen);

/* $file_type = ".jpg";
$image_folder = "project";
$image =
array("A01","A02","A03","A04","A05","A06","A07","A08","A09","A10","A11","A12","A13","B01","B02","B03","B04","B05","B0
```

```
6","B07","B08","B09","B10","B11","B12","B13","C01","C02","C03","C04","C05","C06","C07","C08","C09","C10","C11","C12","C13") ;

shuffle($image) ;

$x = 0;

while($x <= 38){

$image_name = $image[$x] . $file_type;

echo "<img style='width: 600px; height: 600px; position:absolute; top: 32px; left: 100px'\" img src=\"$image_folder/$image_name\" alt=\"$image_name\" />";



$x++;} */

?>

<img alt="" id="myImage" name="myImage" width="600" height="600" style="position:absolute;top: 50px; left: 126px;" >

<button class="jscolor {valueElement: 'color_value', value:'ffffff', position:'bottom', width:300, height:200, borderColor:'#FFF', insetColor:'#FFF', backgroundColor:'transparent'}" style="width: 200px; height: 200px; position: absolute; top: 50px; left: 800px;" onClick="nameimg()"> </button>

<form action="test2.php" method ="post" target="iframe">

          <input name="colorpick" type="hidden" id="color_value"  >

        <input type="hidden" id="nameimg" name="nameimg"  value="buatong" >

        <input type="hidden" id="datedo" name="datedo"  value="begin" >

        <input type="hidden" id="timedo" name="timedo"  value="begin" >

          <input name="btnSubmit" type="submit" id= "submit" value="Show Image" onClick="display_random_image(), timenow()" style="position: absolute; right: 126px; top: 575px;">

          <iframe name="iframe" id="iframe" style="display:none" ></iframe>

</form>

<script>

var nameuser = "<?=$strText1?>" ;
```

```
document.getElementById("nameimg").value = nameuser;



function timenow() {
var date = new Date;
var year = date.getFullYear();
var month = date.getMonth();
var  d = date.getDate();
var h = date.getHours();
            if (h < 10) {
                h = "0" + h;
            }
var m = date.getMinutes();
            if (m < 10) {
                m = "0" + m;
            }
var s = date.getSeconds();
            if (s < 10) {
                s = "0" + s;
            }
            resultd = d + '/' + month + '/' + year ;
              resultt = h + ':' + m + ':' + s ;
            document.getElementById("datedo").value = resultd;
              document.getElementById("timedo").value = resultt;
}
```

```
var imagesArray = [
"project/a/A01.jpg",
"project/a/A02.jpg",
"project/a/A03.jpg",
"project/a/A04.jpg",
"project/a/A05.jpg",
"project/a/A06.jpg",
"project/a/A07.jpg",
"project/a/A08.jpg",
"project/a/A09.jpg",
"project/a/A10.jpg",
"project/a/A11.jpg",
"project/a/A12.jpg",
"project/a/A13.jpg",
"project/b/B01.jpg",
"project/b/B02.jpg",
"project/b/B03.jpg",
"project/b/B04.jpg",
"project/b/B05.jpg",
"project/b/B06.jpg",
"project/b/B07.jpg",
"project/b/B08.jpg",
"project/b/B09.jpg",
"project/b/B10.jpg",
"project/b/B11.jpg",
```

```
"project/b/B12.jpg",

"project/b/B13.jpg",

"project/c/C01.jpg",

"project/c/C02.jpg",

"project/c/C03.jpg",

"project/c/C04.jpg",

"project/c/C05.jpg",

"project/c/C06.jpg",

"project/c/C07.jpg",

"project/c/C08.jpg",

"project/c/C09.jpg",

"project/c/C10.jpg",

"project/c/C11.jpg",

"project/c/C12.jpg",

"project/c/C13.jpg",

];


var icount = 0;

var al = imagesArray.length;

shuffle(imagesArray);



function display_random_image()

{

<!-- เปลี่ยนรูปตาม index -->
```

```
document.getElementById("myImage").src = imagesArray[icount];
<!-- เช็กจำนวนรูปที่ใช้ไปแล้ว -->
if (icount<al){
        icount= icount+1
        }
        else {
        window.location.assign("page3.htm") ;

        }
}

function shuffle(array) {
  var currentIndex = array.length, temporaryValue, randomIndex;

  // While there remain elements to shuffle...
  while (0 !== currentIndex) {

    // Pick a remaining element...
    randomIndex = Math.floor(Math.random() * currentIndex);
    currentIndex -= 1;

    // And swap it with the current element.
    temporaryValue = array[currentIndex];
    array[currentIndex] = array[randomIndex];
    array[randomIndex] = temporaryValue;
```

```
  }


  return array;
}
function nameimg() {
        var x = imagesArray[icount-1] ;
        document.getElementById("nameimg").value = x;


}
</script>
</body>
</html>
```

หน้าบันทึกค่าสี

```
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Untitled Document</title>
</head>
<body>
<?php
$strFileName = "data2.csv";
$objFopen = fopen($strFileName, 'a+');
$strText3 = $_POST["datedo"];
fwrite($objFopen, "\"$strText3\"");
$strText4 = $_POST["timedo"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText4\"");
```

```
$strText1 = $_POST["nameimg"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText1\"");
$strText2 = $_POST["colorpick"];
fwrite($objFopen, ",\"$strText2\" \n");
fclose($objFopen);

?>
<!--$strText3 = $_POST["gender"];
fwrite($objFopen, "$strText3 ;");
$strText4 = $_POST["color"];
fwrite($objFopen, "$strText4 ;");-->
</body>
</html>
```

3. หน้าเลือกรูปแบบผ้าพันคอที่ต้องการ

```
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Untitled Document</title>
<style>
body {
        font-family: Arial;
        margin: 0;
        background-color: rgb(128,128,128);
}

* {
```

```
  box-sizing: border-box;
}

img {
  vertical-align: middle;
}

/* Position the image container (needed to position the left and right arrows) */
.container1 {
  display: none;
  position: absolute;
  margin-left:auto;
  margin-right:auto;
  top: 210px;
}

.container2 {
  display: none;
  position: absolute;
  margin-left:auto;
  margin-right:auto;
  top: 210px;
}

.container3 {
```

```
  display: none;
  position: absolute;
  margin-left:auto;
  margin-right:auto;
  top: 210px;
}
.containerimg {
        position: absolute;
        top: 320px;
        width: 400px;
        left: 480px;
}

.row {
        position:relative
}
.row2 {
        position:relative
}
.row3 {
        position:relative
}
/* Add a pointer when hovering over the thumbnail images */
.cursor {
  cursor: pointer;
```

```
}

/* Six columns side by side */
.column {
  float: left;
  width: 7.69%;
}

/* Add a transparency effect for thumnbail images */
.demo {
  opacity: 0.6;
}

.active,
.demo:hover {
  opacity: 1;
}
</style>
</head>
<body>
<table style="margin-top:50px" width="50%" border="0" align="center" >
  <tr>
    <th width="33%" height="159" ><img src="A00.JPG" style="cursor:pointer" width="150" height="150" alt="img1" onclick="opencontain1()" /></th>
    <th width="33%"><img src="B00.JPG"  style="cursor:pointer" width="150" height="150" alt="img2" onclick="opencontain2()" /></th>
```

```
    <th width="33%"><img src="C00.JPG" style="cursor:pointer" width="150" height="150" alt="img3"
onclick="opencontain3()" /></th>

  </tr>

</table>

<div align="center" class="container1" id="mycont1">


  <div class="row">

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/a/A01.JPG" alt="a1" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/a/A02.JPG" alt="a2" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/a/A03.JPG" alt="a3" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/a/A04.JPG" alt="a4" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/a/A05.JPG" alt="a5" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>
```

```
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A06.JPG" alt="a6" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A07.JPG" alt="a7" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A08.JPG" alt="a8" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A09.JPG" alt="a9" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A10.JPG" alt="a10" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A11.JPG" alt="a11" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A12.JPG" alt="a12" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
```

```
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/a/A13.JPG" alt="a13" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
  </div>
</div>

<div align="center" class="container2" id="mycont2">

  <div class="row2">
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/b/B01.JPG" alt="b1" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/b/B02.JPG" alt="b2" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/b/B03.JPG" alt="b3" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
      <img class="demo cursor" src="project/b/B04.JPG" alt="b4" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >
    </div>
    <div class="column">
```

```
    <img class="demo cursor" src="project/b/B05.JPG" alt="b5" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B06.JPG" alt="b6" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B07.JPG" alt="b7" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B08.JPG" alt="b8" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B09.JPG" alt="b9" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B10.JPG" alt="b10" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/b/B11.JPG" alt="b11" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">
```

```
      <img class="demo cursor" src="project/b/B12.JPG" alt="b12" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/b/B13.JPG" alt="b13" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

  </div>

</div>


<div align="center" class="container3" id="mycont3">


  <div class="row3">

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/c/C01.JPG" alt="c1" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/c/C02.JPG" alt="c2" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/c/C03.JPG" alt="c3" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">
```

```
    <img class="demo cursor" src="project/c/C04.JPG" alt="c4" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C05.JPG" alt="c5" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C06.JPG" alt="c6" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C07.JPG" alt="c7" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C08.JPG" alt="c8" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C09.JPG" alt="c9" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">

    <img class="demo cursor" src="project/c/C10.JPG" alt="c10" style="width:100%" onclick="myFunction(this),
sendsrc()" >

  </div>

  <div class="column">
```

```
      <img class="demo cursor" src="project/c/C11.JPG" alt="c11" style="width:100%" onclick="myFunction(this), sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/c/C12.JPG" alt="c12" style="width:100%" onclick="myFunction(this), sendsrc()" >

    </div>

    <div class="column">

      <img class="demo cursor" src="project/c/C13.JPG" alt="c13" style="width:100%" onclick="myFunction(this), sendsrc()" >

    </div>

  </div>

</div>

<div class="containerimg" align="center">

<img name="expandedImg" style="width:100%" id="expandedImg"/>

</div>

<form  style="position: absolute; left: 1169px; top: 433px;" action="ran.php" method="post" name="form1" id="form1">

  <input type="hidden" name="bestimg" id="bestimg" value="buatong" >

  <input name="btnSubmit" type="submit" id= "submit" value="Submit">

</form>

<script>


function sendsrc() {

        var x = document.getElementById("expandedImg").alt;

        document.getElementById("bestimg").value = x;

}
```

```
function opencontain1() {
        document.getElementById('mycont1').style.display = "block";
        document.getElementById('mycont2').style.display = "none";
        document.getElementById('mycont3').style.display = "none";
}
function opencontain2() {
        document.getElementById('mycont2').style.display = "block";
        document.getElementById('mycont1').style.display = "none";
        document.getElementById('mycont3').style.display = "none";
}
function opencontain3() {
        document.getElementById('mycont3').style.display = "block";
        document.getElementById('mycont2').style.display = "none";
        document.getElementById('mycont1').style.display = "none";

}
function myFunction(imgs) {
  var expandImg = document.getElementById("expandedImg");
  expandImg.src = imgs.src;
  expandImg.alt = imgs.alt
  expandImg.parentElement.style.display = "block";
}
</script>
</body></html>
```

ภาคผนวก ข

รูปแบบและสีที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ

ตารางที่ ข.1 สีที่ชอบและสีกับรูปแบบที่ผู้สังเกตต้องการซื้อ

ผู้สังเกตคนที่	สีที่ชอบ	รูปแบบที่เลือก	สีที่เลือก
1	ดำ	คล้องคอ	เทา
2	ดำ	คล้องคอ	แดง2
3	ดำ	คล้องคอ	แดง2
4	ฟ้า	ม้วน	ฟ้าน้ำทะเล
5	ฟ้า	ม้วน	ฟ้าเข้ม
6	ฟ้า	ม้วน	แดง2
7	ฟ้า	คล้องคอ	ฟ้าน้ำทะเล
8	ฟ้า	คล้องคอ	น้ำเงิน
9	ฟ้า	คล้องคอ	น้ำเงิน
10	ฟ้า	คล้องคอ	แดง2
11	ฟ้า	คล้องคอ	ฟ้า
12	ฟ้า	คล้องคอ	เทา
13	ฟ้า	คล้องคอ	ฟ้า
14	ฟ้า	คล้องคอ	ฟ้า
15	ฟ้า	คล้องคอ	ฟ้า

ผู้สังเกตคนที่	สีที่ชอบ	รูปแบบที่เลือก	สีที่เลือก
16	ฟ้า	คล้องคอ	น้ำเงิน
17	ฟ้า	พับเรียบ	เขียว
18	เขียว	คล้องคอ	น้ำเงิน
19	เทา	คล้องคอ	เขียว
20	ชมพู	ม้วน	ชมพู
21	ชมพู	คล้องคอ	เหลือง
22	ชมพู	คล้องคอ	แดง2
23	ชมพู	คล้องคอ	ชมพู
24	ชมพู	คล้องคอ	โอรส
25	แดง	ม้วน	แดง1
26	แดง	คล้องคอ	โอรส
27	ขาว	คล้องคอ	แดง1
28	เหลือง	คล้องคอ	เหลือง
29	เหลือง	คล้องคอ	เทา
30	เหลือง	คล้องคอ	เขียว