โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม

นายสัญชัย สันติเวส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4476-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPUTER SOFTWARE FOR COLOR MATCHING AND MIXING COLOR PIGMENT IN ARCHITECTURAL DESIGN

Mr. Sanchai Santiwes

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2003
ISBN 974-17-4476-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม
โดย	นายสัญชัย สันติเวส
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ สุรพล พฤกษ์ไพบูลย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ภิญโญ จินันทุยา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญชัย สันติเวส : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม. (COMPUTER SOFTWARE FOR COLOR MATCHING AND MIXING COLOR PIGMENT IN ARCHITECTURAL DESIGN) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. กวีไกร ศรีหิรัญ จำนวนหน้า 89 หน้า. ISBN 974-17-4476-5.

การกำหนดสีให้อาคารเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรม การพิจารณาเลือกสีที่มีค่าสีและคุณสมบัติตามความต้องการของผู้ออกแบบจากผู้ผลิตสีมีความยุ่งยากและใช้เวลามาก เนื่องจากมีผู้ผลิตสีจำนวนมากและมีรายการสีแตกต่างกันไป และในบางกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการสีที่ไม่มีอยู่ในรายการสี จำเป็นต้องใช้การผสมสีขึ้นเองจากสีที่มีอยู่แล้ว ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความเข้าใจในด้านทฤษฎีของสีเป็นอย่างดี เพื่อให้การผสมแต่ละครั้งมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้น การศึกษาและวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เป็นเครื่องมือช่วยในการเทียบสี และจำลองการผสมสีโดยกำหนดอัตราส่วนผสมของสีบนคอมพิวเตอร์

การคำนวณเพื่อเทียบสีด้วยคอมพิวเตอร์ได้ใช้วิธีกำหนดตำแหน่งสีให้อยู่ในระบบพิกัด และใช้การวัดระยะทางจากตำแหน่งพิกัดของสี เพื่อเทียบหาสีที่ใกล้เคียงที่สุด โดยได้เลือกแบบจำลองสีเอชเอสแอล (HSL) เข้ามาช่วยในการเทียบสี เนื่องจากสามารถกำหนดช่วงของสีที่ต้องการวัดระยะได้ ซึ่งช่วยให้การเทียบสีจากรายการสีทำได้สะดวก และมีความแม่นยำสูง

การจำลองการผสมสีโดยกำหนดอัตราส่วนผสมของสีบนคอมพิวเตอร์ใช้วิธีการหาตำแหน่งระหว่างจุด 2 จุดบนเส้นตรงของสีตั้งต้นในแบบจำลองสีเอชเอสแอล ซึ่งสามารถใช้อธิบายลักษณะการผสมสีสาร นอกจากนี้ ยังสามารถกำหนดอัตราส่วนผสมของสี และกำหนดสีตั้งต้นเป็นสีใดๆ ได้อย่างไม่จำกัด

จากการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น สามารถเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรมได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต......
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2546	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

447 42262 25 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: COLOR / COLOUR / MATCH / MIX / PIGMENT

SANCHAI SANTIWES : COMPUTER SOFTWARE FOR COLOR MATCHING AND MIXING COLOR PIGMENT IN ARCHITECTURAL DESIGN. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TANIT CHAROENPONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ASST. PROF. KAWEEKRAI SRIHIRAN, 89 pp. ISBN 974-17-4476-5

In architectural design, building color determination is one of the most important steps. Due to the numbers of color producers and color lists, to select the color which has the color value and qualifications that match the designer's requirements is very difficult and wastes time. In the case where the designer chooses the color which is not on the color lists, he has to mix it from the existing colors. In order to avoid errors in mixing colors, experience and color theory understanding is needed. Therefore, the purpose of this study is to develop computer software for color matching and to simulate color mixing by setting color ratios on the computer.

Color matching calculation by computer is used in coordinates system of color positions and the distance between each position to get the matched color. Because of it's ability in identifying color ranges, the HSL color model is used in color matching. Moreover, this model can make color matching more convenient and accurate.

Color mixing simulation by setting color ratios on the computer is used to find the position between 2 points on the primary color line in the HSL color model that can explain the pigment color mixing characteristics. Furthermore, it can determine the color mixing ratio and primary color can be any color without any limitations.

In conclusion, the developed software testing shows that it gives the correct and accurate color matching and mixing color pigment which can be applied to architectural design.

Department : Architecture	Student's signature……..
Field of Study : Architecture	Advisor's signature……..
Academic year : 2003	Co-advisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของคณาจารย์กลุ่มสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรมทุกท่าน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ และ ผศ.กวีไกร ศรีหิรัญ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ของการศึกษามาด้วยดีโดยตลอด และผู้เขียนขอขอบพระคุณ อ.สุรพล พฤกษ์ไพบูลย์ และ อ.ภิญโญ จินันทุยา ที่ประสาทความรู้ให้ผู้เขียนอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณนันทเมธ จินดากุล ที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี คุณนิธิวดี ทองป้อง ที่ได้ให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนกราบขอบพระคุณ คุณพ่อธร คุณแม่อรพรรณ และครอบครัวสันติเวส ทุกๆ คนที่ได้สนับสนุนและให้กำลังใจ ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงอีกครั้ง สำหรับทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทั้งที่ได้กล่าวนาม และไม่ได้กล่าวนามมาข้างต้น หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีส่วนดี ผู้เขียนขอมอบความดีนั้นให้บุพการี และผู้มีพระคุณต่อผู้เขียนทุกท่าน หากมีส่วนใดที่บกพร่องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สัญชัย สันติเวส

เมษายน 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

วิธีการดำเนินการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

คำจำกัดความ 3

2. การศึกษาทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสี 5

การศึกษาเทคโนโลยีสีในระบบคอมพิวเตอร์ 13

การศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการเทียบสีและผสมสี 20

การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกัน 26

3. แนวทางการออกแบบโปรแกรม

การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม 32

การเก็บข้อมูลเบื้องต้นและการจัดการฐานข้อมูล 33

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม 38

การวิเคราะห์วิธีประมวลผลของโปรแกรม 42

การแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลของโปรแกรม 59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. ผลการออกแบบโปรแกรม

การออกแบบส่วนของโครงสร้างและรายละเอียดของโปรแกรม 60

การออกแบบขั้นตอนวิธีการใช้งานโปรแกรม 65

การออกแบบส่วนการประมวลผลของโปรแกรม 68

การแสดงผลของโปรแกรม 70

การทดสอบการใช้งานโปรแกรม 71

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุปการศึกษา 75

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม 76

รายการอ้างอิง 78

ภาคผนวก 80

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงช่วงคลื่นความถี่ที่มนุษย์สามารถมองเห็น 5
รูปที่ 2.2 แสดงการดูดซับคลื่นแสงโดยวัตถุแล้วสะท้อนคลื่นบางส่วนให้เห็น 6
รูปที่ 2.3 แสดงสีแสงที่เกิดจากแสงสีขาวส่องผ่านปริซึม 6
รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการมองเห็นสีของวัตถุ 7
รูปที่ 2.5 แสดงการผสมสีแสงด้วยการฉายแสงสี 9
รูปที่ 2.6 แสดงการผสมสีสาร CMYK แบบสิ่งพิมพ์ระบบออฟเซ็ต 11
รูปที่ 2.7 แสดงการผสมสีสาร RYB แบบวงจรสี 12
รูปที่ 2.8 แสดงหลักการสร้างภาพสีบนจอภาพ 14
รูปที่ 2.9 แสดงการทดลอง Color Matching Experiment 15
รูปที่ 2.10 แสดง GAMUT ของผังสี CIE ที่มนุษย์สามารถมองเห็นสี 16
รูปที่ 2.11 แสดง GAMUT ของอุปกรณ์แสดงผลชนิดต่างๆ 16
รูปที่ 2.12 แสดงแบบจำลองของระบบสี RGB 17
รูปที่ 2.13 แสดงแบบจำลองระบบสีของออสวัลด์ 18
รูปที่ 2.14 แสดงแบบจำลองของระบบสี HSL 19
รูปที่ 2.15 แสดงวงจรสีที่ได้จากการนำแถบสีของสเปคตรัมมาต่อกัน 20
รูปที่ 2.16 แสดงวงจรสีของโมเซส แฮร์ริส ที่ใช้แม่สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน 21
รูปที่ 2.17 แสดงแบบจำลองวงจรสีของมันเซลล์ 22
รูปที่ 2.18 แสดงวงจรสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน 23
รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งแบบจำลองระบบสี HSL บนระบบพิกัด 24
รูปที่ 2.20 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 1 27
รูปที่ 2.21 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 2 28
รูปที่ 2.22 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 3 28
รูปที่ 2.23 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 4 29
รูปที่ 2.24 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 1 30
รูปที่ 2.25 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 2 30
รูปที่ 2.26 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 3 31
รูปที่ 2.27 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 4 31
รูปที่ 3.1 แสดงการเก็บข้อมูลจากรายการสีไปเป็นฐานข้อมูล 34
รูปที่ 3.2 แสดงโปรแกรมที่พัฒนาเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลจากรายการสีไปเป็นฐานข้อมูล 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบตารางฐานข้อมูล 37
รูปที่ 3.4 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการเทียบสี 40
รูปที่ 3.5 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการผสมสี 40
รูปที่ 3.6 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการนำเข้ารูปภาพ 41
รูปที่ 3.7 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนเครื่องมือของโปรแกรม 41
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของแบบจำลองสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ RGB 44
รูปที่ 3.9 แสดงการเทียบระยะทางจากสีตั้งต้นเพื่อหาสีที่ใกล้เคียงที่สุด 45
รูปที่ 3.10 แสดงข้อผิดพลาดในการใช้แบบจำลองสี RGB เทียบสี 45
รูปที่ 3.11 แสดงแบบจำลองสี HSL 46
รูปที่ 3.12 แสดงแนวความคิดในการเทียบสีของโปรแกรม 47
รูปที่ 3.13 แสดงวิธีการหาค่า L (Lightness) 48
รูปที่ 3.14 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ S (Saturation) 49
รูปที่ 3.15 แสดงวิธีการหาค่า S (Saturation) 49
รูปที่ 3.16 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ H (Hue) 50
รูปที่ 3.17 แสดงวิธีการหาค่า H (Hue) 51
รูปที่ 3.18 แสดงวิธีการหาค่าพิกัด x,y ที่ตำแหน่ง H (Hue) 51
รูปที่ 3.19 แสดงวิธีการหาค่าพิกัด x,y ที่ตำแหน่ง S (Saturation) และ L (Lightness) 52
รูปที่ 3.20 แสดงวิธีการคำนวณการผสมสีด้วยระบบพิกัด 54
รูปที่ 3.21 แสดงวิธีการหาค่า H,S,L จากพิกัด x,y,z 56
รูปที่ 3.22 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ H (Hue) 57
รูปที่ 3.23 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ S (Saturation) 57
รูปที่ 3.24 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ L (Lightness) 58
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม 60
รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของแถบเครื่องมือคำสั่ง 61
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนเลือกรายการสี 62
รูปที่ 4.4 แสดงส่วนเทียบสี 62
รูปที่ 4.5 แสดงส่วนนำเข้ารูปภาพ 63
รูปที่ 4.6 แสดงส่วนผสมสี 63
รูปที่ 4.7 แสดงวิธีการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม 65

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการเลือกสีจากฐานข้อมูลรายการสี 66
รูปที่ 4.9 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการเทียบสี 66
รูปที่ 4.10 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการนำเข้ารูปภาพ 67
รูปที่ 4.11 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนของการผสมสี 68
รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งของกลุ่มสีที่ใช้ในการเทียบสี 69
รูปที่ 4.13 แสดงขอบเขตของสีที่สีตั้งต้นผสมได้ในส่วนการผสมสี 69
รูปที่ 5.1 แสดงขอบเขตสีจากการกำหนดสีตั้งต้น 75
รูปที่ 5.2 แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและผสมสีตัวอย่างบน PDA 76
รูปที่ 5.3 แสดงแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมช่วยจัดโครงสี 77

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม สีมีอิทธิพลต่อบรรยากาศ อารมณ์ สภาพแวดล้อม และเป็นงานที่มีความละเอียดอ่อน การกำหนดสีให้อาคารจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้ออกแบบนิยมเลือก และกำหนดสีจากรายการสี ซึ่งมีสีให้เลือกเป็นจำนวนมาก ในแบบก่อสร้าง ผู้ออกแบบจะกำหนดสีที่จะเลือกใช้ และจะกำหนดสีที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาสีที่กำหนดได้ หรือมีการเปลี่ยนแปลงการกำหนดสีในแบบก่อสร้าง การค้นหาสีและการเลือกสีที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันจากรายการสีคนละชุดนั้นเป็นปัญหาที่ยุ่งยาก ผู้ออกแบบจะต้องใช้เวลานานมากในการเทียบสีที่มีค่าสีที่ตรงกัน หรือใกล้เคียงกัน อีกทั้งข้อมูลรายการสีมีน้อยทำให้มีทางเลือกน้อยลงตามไปด้วย ผู้ออกแบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบเมื่อกำหนดสีให้แบบของอาคารบนคอมพิวเตอร์แล้วยังต้องนำรายการสีมาใช้เลือกสีเพื่อกำหนดสีให้แบบซึ่งควรจะมีขั้นตอนนี้ในระบบคอมพิวเตอร์ ในบางครั้งผู้ออกแบบต้องการสีที่ไม่มีอยู่ในรายการสี จึงต้องมีการผสมสีขึ้นใช้เองในการปฏิบัติงานจริง การผสมสีจากสีที่มีอยู่แล้วจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย แต่การผสมสีต้องอาศัยประสบการณ์ และความเข้าใจในด้านทฤษฎีของสีเป็นอย่างดี อีกทั้งในการผสมสีแต่ละครั้งมีความคลาดเคลื่อนเสมอ

การเทียบสีจากรายการสีต้องอาศัยทักษะการมองเห็นสี และการแยกแยะสีที่ดี ซึ่งการมองเห็นสีของแต่ละคนมีศักยภาพที่ไม่เท่ากันทำให้การเทียบสีเกิดความคลาดเคลื่อนได้ สีเกิดจากคลื่นความถี่ของแสงซึ่งสามารถวัดค่า และสามารถแทนค่าสีเป็นระบบของตัวเลขได้ คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณค่าต่างๆ และสามารถแสดงผลสีผ่านทางจอภาพได้โดยวิธีการทำให้สีอยู่ในรูปของจำนวนตัวเลข ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเป็นเครื่องมือช่วยจัดการระบบสีได้ ในระบบคอมพิวเตอร์ใช้จอภาพเป็นส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งเป็นระบบสีของแสง แต่ในงานออกแบบสถาปัตยกรรมนั้นเป็นระบบสีของสาร ระบบสีบนคอมพิวเตอร์เป็นระบบสี RGB ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบงานสีได้โดยตรง จึงต้องจัดระบบสีให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้อธิบายระบบสี หรือวงจรสีได้ จากข้อมูลที่เป็นรายการสีของผู้ผลิตสีที่มีจำนวนมาก สามารถนำมาจัดให้อยู่ในรูปของระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถเก็บข้อมูลของค่าสี ยี่ห้อสี เบอร์สี และคุณสมบัติต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณการเทียบสีระหว่างรายการสีแต่ละชุดได้ ในการผสมสีบนคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นระบบสีแสง RGB ไม่สามารถคำนวณการผสมสีได้โดยตรง เนื่องจากสีในงาน

ก่อสร้างเป็นสีสาร จึงต้องผ่านกระบวนการคำนวณการแปลงระบบสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบสีที่สามารถใช้ในการอธิบายพฤติกรรมการผสมสีสารได้

เมื่อผู้ออกแบบได้ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการเทียบสีจากรายการสีจะช่วยให้สามารถค้นหาสีและเลือกสีเพื่อกำหนดสีให้แก่อาคารทำได้สะดวกรวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง เป็นทางเลือกและแนวทางการตัดสินใจในการออกแบบ ส่วนการผสมสีผู้ออกแบบสามารถทดลองผสมสีจากการกำหนดค่าสีตั้งต้น และกำหนดปริมาณสีในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อหาแนวโน้มการผสมสีสารบนคอมพิวเตอร์ก่อนนำไปผสมในการปฏิบัติงานจริง

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการเทียบสี และจำลองการผสมสีจากรายการสี (Catalogue)

2.2 ศึกษาวิธีการเทียบค่าสีที่ตรงกัน หรือใกล้เคียงกันจากรายการสีแต่ละผู้ผลิตสีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.3 ศึกษาและนำเสนอแนวความคิดในการเทียบสี และหาแนวโน้มการผสมสีสาร (Pigment Color) บนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิกที่เป็นระบบของสีแสง (Lighting Color)

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ศึกษาวิธีการเทียบสี และผสมสีสาร (Pigment Color) เทียบกับสีแสง (Lighting Color) ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยอ้างอิงจากรายการสี (Catalogue) ของผู้ผลิตสีที่มีในประเทศไทยประกอบเป็นกรณีศึกษา

3.2 การผสมสีสารบนระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกในการศึกษานี้อ้างอิงแบบจำลองระบบสีเอชเอสแอล (HSL) ในการศึกษาเพื่อหาแนวโน้มของการผสมสี

3.3 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC (Personal Computer) ภายใต้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดว์ (Microsoft Windows) เนื่องจากมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานของนักออกแบบในปัจจุบัน

4. วิธีการดำเนินการศึกษา

4.1 ศึกษาลักษณะงานด้านการออกแบบ และปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานทาสีในงานสถาปัตยกรรม เพื่อให้ทราบถึงปัญหา ความต้องการ และข้อจำกัดในการทำงานต่างๆ

4.2 ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสีแสงบนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิกและระบบของสีสารที่ใช้ในงานทาสี เพื่อนำมาเทียบค่าและหาวิธี

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเทียบสีจากรายการสีของผู้ผลิตสี

4.3 จัดทำโครงร่างการศึกษา กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา กำหนดขอบเขตของการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.4 เก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาประกอบในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเทียบสีจากรายการสี

4.5 ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น เพื่อรวบรวมข้อมูล และหาข้อผิดพลาด เพื่อนำมาแก้ไขและพัฒนาโปรแกรม

4.6 ทำการปรับปรุง และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนสุดท้าย พร้อมทั้งตรวจสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรม

4.7 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

4.8 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบถึงแนวความคิดวิธีการเทียบสี และผสมสีสาร บนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิก

5.2 สามารถเทียบสีที่ใกล้เคียงกันระหว่างรายการสีแต่ละชุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมได้

5.3 เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ทดลองในการกำหนดปริมาณ และอัตราส่วนผสมของสีสารบนคอมพิวเตอร์

6. คำจำกัดความ

6.1 ***สีของแสง*** *(Lighting Color)* คือ คลื่นความถี่จากแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ เริ่มจากแสงสีม่วงตั้งแต่ 380 nm. (นาโนเมตร) ไปจนถึงแสงสีแดงที่ 760 nm. ในคอมพิวเตอร์ใช้การลำดับสีแสงจากระบบของคณะกรรมการระหว่างชาติว่าด้วยแสงสว่าง “CIE” (Commission Internationale de l’Eclairage) มีแม่สี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เรียกโดยย่อว่า ***“RGB”*** (Red, Green, Blue)

6.2 ***สีของสาร*** *(Pigment Color)* คือ สีของวัตถุต่างๆ ที่มองเห็น การมองเห็นสีบนวัตถุได้เนื่องมาจากคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ ซึ่งสามารถดูดซึมและสะท้อนคลื่นความถี่ของแสงสีใดๆ ให้เรามองเห็น เป็นสีของสารที่มีส่วนผสมของผงสี สิ่งนำสี และวัตถุอื่นในสภาพที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง โดยในการศึกษานี้จะเรียกโดยย่อว่า ***“RYB”*** (Red, Yellow, Blue) ซึ่งตั้งชื่อตามทฤษฎีสีสารที่มีแม่สีเป็นสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน

6.3 ***แบบจำลองสีเอชเอสแอล*** (บางครั้งเรียกว่า “HLS” ซึ่งในการศึกษานี้จะเรียกตามลำดับการแปลงค่าสี โดยเรียกว่า “HSL”) เป็นแบบจำลองอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาระบบสีของสารโดย H คือ ค่าสีแท้ (Hue) มีหน่วยเป็นองศา, S คือ ค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ 1 – 100 และ L คือ ค่าความสว่างของสี (Lightness) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ 1 – 100

6.4 ***การเทียบสี (Matching)*** คือ การนำสีจากฐานข้อมูลไปเปรียบเทียบเพื่อหาสีที่ตรงกันหรือใกล้เคียงกันกับสีตั้งต้นที่กำหนดขึ้น

6.5 ***การผสมสี (Mixing)*** คือ การนำสีที่มีค่าสีต่างกันมาผสมกันในลักษณะผสมเนื้อสารสีแล้วได้สีอีกค่าหนึ่ง

6.6 ***การทาสี*** คือ การนำสีที่มีสภาพเป็นของเหลวหรือของแข็งมาทา หรือเคลือบพื้นผิวใดๆ และเมื่อแห้งแล้วจะเกิดฟิล์มติดบนพื้นผิว

6.7 ***ผู้ออกแบบ*** หมายถึง ผู้ที่ศึกษา วิเคราะห์ และทำการออกแบบก่อสร้างอาคาร โดยในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นที่ผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรม เช่น สถาปนิก มัณฑนากร เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การศึกษาทบทวนวรรณกรรม

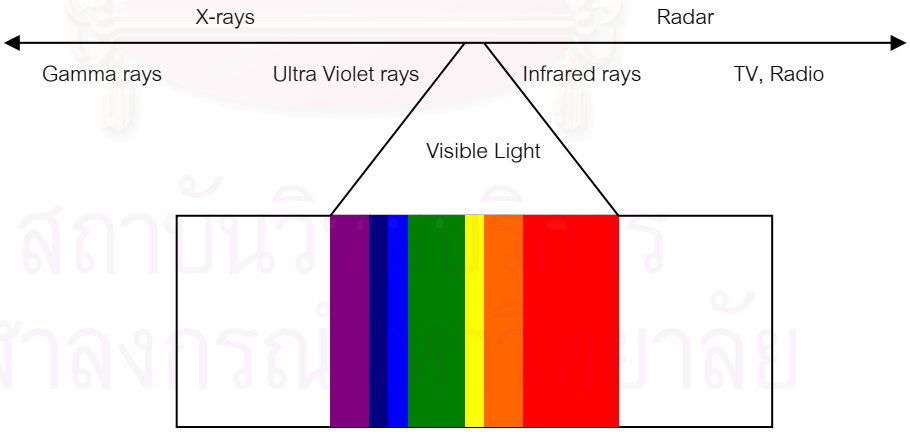
การศึกษาทบทวนวรรณกรรม ได้แบ่งหัวข้อหลักในการศึกษาออกเป็น 4 หัวข้อ คือ

1. การศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสี
2. การศึกษาเทคโนโลยีสีในระบบคอมพิวเตอร์
3. การศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการเทียบสีและผสมสี
4. การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีจุดประสงค์ใกล้เคียงกัน

1. การศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสี

1.1 การมองเห็นสีของมนุษย์

มนุษย์สามารถมองเห็นแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพียงช่วงความถี่หนึ่งที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380 nm. ถึง 720 nm. (nm. ย่อมาจาก nanometer ; 1 นาโนเมตร = 10^{-9} เมตร) เราเรียกช่วงแสงที่มนุษย์มองเห็นว่า “Visible Light” ส่วนคลื่นที่มีความยาวคลื่นมากกว่าหรือน้อยกว่า หรือที่ไม่อยู่ในช่วงของ “Visible Light” นี้มนุษย์ไม่สามารถมองเห็น

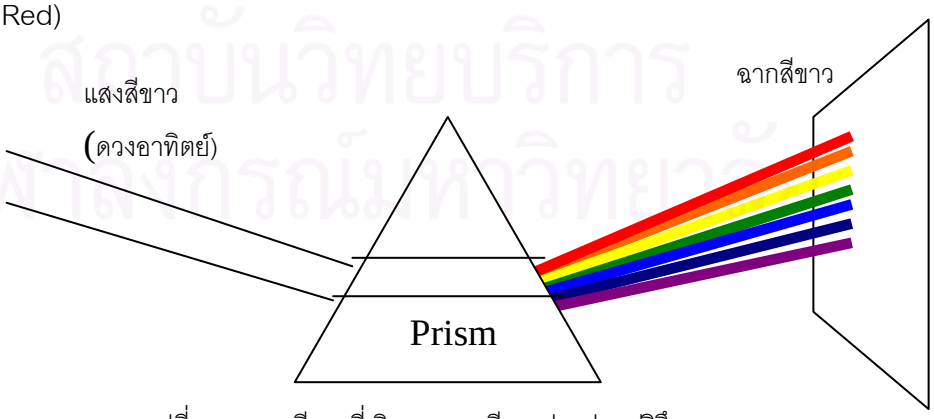


รูปที่ 2.1 แสดงช่วงแสงคลื่นความถี่ที่มนุษย์สามารถมองเห็น

ในสภาพปกติวัตถุต่างๆ นั้นจะไม่มีสี แต่มนุษย์สามารถมองเห็นวัตถุมีสีได้ด้วยแสง ซึ่งเป็นคลื่นความถี่หนึ่งตกกระทบวัตถุ แล้ววัตถุเกิดกระบวนการดูดซับคลื่นความถี่ แล้วสะท้อนคลื่นความถี่ที่ดูดซับไม่ได้ออกมาให้มนุษย์มองเห็นเป็นบางช่วงของคลื่นความถี่ ซึ่งการที่มนุษย์มองเห็นเป็นบางช่วงคลื่นความถี่นี้จะเกิดเป็นการมองเห็นสี โดยอธิบายได้ว่าหากไม่มีแสง วัตถุจะไม่มีสี หรือเป็นสีดำ และหากแสงในธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ส่องไปยังวัตถุที่สามารถสะท้อนทุกคลื่นความถี่ได้หมด วัตถุนั้นจะมีสีขาว ซึ่งเป็นวัตถุในอุดมคติตามทฤษฎีเท่านั้น เพราะวัตถุจะต้องมีการดูดซับคลื่นบางส่วนเอาไว้เสมอ

รูปที่ 2.2 แสดงการดูดซับคลื่นแสงโดยวัตถุแล้วสะท้อนคลื่นบางส่วนให้เห็น

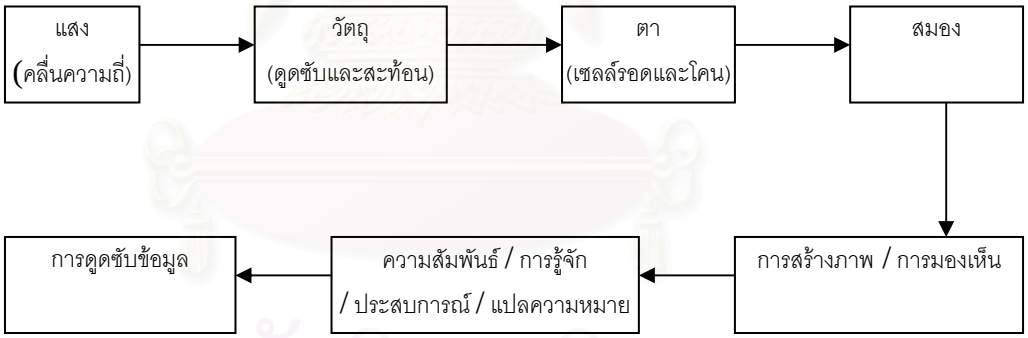
จากการทดลองของนิวตัน สามารถแยกสีจากแสงได้โดยการใช้ปริซึม (Prism) รับแสงส่องผ่านปริซึมแล้วใช้ฉากสีขาวมารับแสง ปริซึมจะทำหน้าที่กระจายช่วงของความถี่ของแสงเกิดเป็นช่วงสีต่างๆ โดยเราสามารถแบ่งแยกสีต่างๆ โดยประมาณ ได้แก่ สีม่วง สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเหลือง สีส้ม และสีแดง ตามลำดับ (Violet, Blue, Cyan, Green, Yellow และ Red)



รูปที่ 2.3 แสดงสีแสงที่เกิดจากแสงสีขาวส่องผ่านปริซึม

สียังสามารถเกิดได้จากการผสมกันของคลื่นความถี่ที่แตกต่างกันได้ เช่น สีเหลืองที่เห็นอาจไม่ใช่คลื่นความถี่ของสีเหลือง แต่อาจเป็นคลื่นความถี่ของสีแดง และสีเขียว พุ่งเข้าตาเราเกิดเป็นสีเหลืองก็ได้ จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าสีจะเกิดขึ้นโดยวิธีการใดก็ตาม ตาของมนุษย์จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะทำหน้าที่รับค่าของสีนั้นๆ ก่อนที่จะนำค่าของสีเหล่านั้นไปแปลความหมายยังสมองอีกครั้งหนึ่ง

ตาของมนุษย์มีเซลล์ที่ทำหน้าที่รับรู้แสงและสีอยู่ 2 ชนิด คือ เซลล์รอด (Rod Cell) ทำหน้าที่รับรู้แสง และเซลล์โคน (Cone Cell) ทำหน้าที่รับรู้สี ซึ่งเซลล์ทั้งสองชนิดนี้จะได้รับการกระตุ้นจากคลื่นความถี่ที่พุ่งเข้าตาเรา โดยเซลล์โคนนั้นจะมี 3 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีความไวต่อความถี่ที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ ความถี่ระดับต่ำ ความถี่ระดับกลาง และความถี่ระดับสูง โดยค่าความถี่นั้นจะอยู่ในช่วงเท่ากับ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ หรืออาจกล่าวได้ว่า เซลล์โคนมีความไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ส่วนเซลล์รอดจะแยกระดับของค่าความสว่างของแสง (พรพล สาครินทร์ และกฤษฎา แก้วมณี, 66) จากนั้นสมองจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะแปลความหมายของสีที่เห็นนั้นว่าเป็นสีอะไร ซึ่งมนุษย์แต่ละคนจะแปลความหมายไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนด้วย



รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการมองเห็นสีของวัตถุ

จะเห็นได้ว่า การมองเห็นสีของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยประกอบกัน ศักยภาพของอวัยวะตาและสมองมีไม่เท่ากัน อีกทั้งประสบการณ์เกี่ยวกับสีก็แตกต่างกัน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการสื่อสารที่เกี่ยวกับสีระหว่างมนุษย์เอง จึงทำให้เกิดการนิยามสีและการสร้างทฤษฎีสีขึ้น เพื่อให้เกิดข้อตกลงและความเข้าใจที่ตรงกัน เพราะศาสตร์แห่งสีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เป็นสิ่งแรกที่ได้จากการมอง ทำให้เกิดมิติและสุนทรียภาพอย่างแท้จริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ความหมายของสี

มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสี โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการศึกษาสีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะศึกษาในทางการมองเห็นสี และการเกิดสีจากธรรมชาติ และส่วนการศึกษาสีทางศิลปะนั้นจะศึกษาในทางการรับรู้ ความรู้สึก และการใช้งานสี ดังนั้น ในการศึกษานี้จะให้ความหมายของสีออกเป็น 2 ส่วน เพื่อความเข้าใจเบื้องต้น ดังนี้

สี (ทางวิทยาศาสตร์) หมายถึง คลื่นความถี่ของแสงที่ตกกระทบวัตถุ แล้ววัตถุมีการดูดซับบางช่วงของคลื่นความถี่ และสะท้อนบางช่วงของคลื่นความถี่ แล้วพุ่งเข้าตาทำให้มองเห็นเป็นสี สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1) Illuminant Color เป็นสีที่มองเห็นโดยการจ้องมองไปที่แหล่งกำเนิดแสงโดยตรง เช่น การมองไปที่หลอดไฟที่มีสี การมองภาพสีในจอภาพ เป็นต้น
2) Transmitted Color เป็นสีที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงส่องทะลุผ่านวัตถุที่มีความโปร่งใส หรือโปร่งแสงที่มีสี ก่อนที่จะเข้าสู่ตา
3) Reflected Color เป็นสีที่เรามองเห็นเมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงสะท้อนที่ผิวของวัตถุแล้วเข้าสู่ตา เช่น สีบนผิววัตถุ เป็นต้น

สี (ทางศิลปะ) หมายถึง ทัศนธาตุที่แสดงสีให้เห็น เกิดความรู้สึก รับรู้ สื่อความหมายแก่ผู้ที่ได้เห็น สีเป็นคำที่ใช้เรียกสีทั่วๆ ไป โดยมีความหมายที่ครอบคุมทุกอย่างที่เกี่ยวกับสี จะเป็นคำที่กล่าวถึงการออกแบบ การระบายสี โดยประกอบด้วย สี (Hue) ความสดของสีหรือความอิ่มตัวของสี (Intensity หรือ Saturation) และน้ำหนักของสี (Value)

ดังนั้น หากกล่าวโดยรวม **สี** (Color) จึงหมายถึง แสงในสภาพที่มนุษย์รับรู้ได้ด้วยตา และสมองจากวัตถุใดๆ ไม่ว่าจะเป็นการดูดซับคลื่นแสงแล้วสะท้อนคลื่นบางส่วนออกมาให้เห็นเป็นสี หรือจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงก็ตาม สีที่เกิดขึ้นหรือที่เห็นนั้น จะเป็นสภาพของการรับรู้ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละคน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

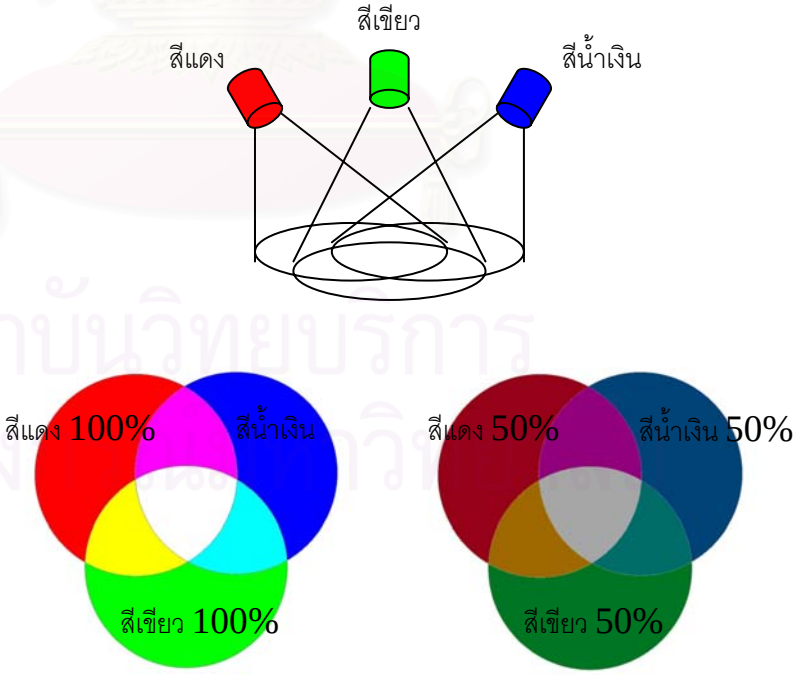
1.3 ประเภทของสี

ในการศึกษานี้ได้แบ่งประเภทของสีออกเป็น 2 ประเภท คือ สีของแสง และสีของสาร (ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, 18)

1.3.1 สีของแสง (Lighting Color)

คือ ความแตกต่างสั้นยาวของคลื่นแสงที่เรามองเห็นเป็นสี จากการศึกษาสีที่เกิดจากแสงพบว่า เซลล์โคนในตามนุษย์นั้นมี 3 ชนิด และมีความไวต่อแสงในช่วงความถี่ 3 ระดับ คือ ต่ำ กลาง และสูง โดยความถี่ทั้ง 3 ช่วงนี้มีสีที่มีความถี่โดยประมาณ คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ เช่น เมื่อเรามองเห็นแสงสีแดง เซลล์โคนที่มีความไวต่อแสงสีแดงจะถูกกระตุ้นมากที่สุด สีเขียวและสีน้ำเงินจะถูกกระตุ้นน้อยลง จึงทำให้เกิดการรับรู้เป็นแสงสีแดง เป็นต้น จากทฤษฎีดังกล่าว เราสามารถแบ่งแม่สีแสงออกเป็น 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (RGB)

ซึ่งสามารถทำการทดลองผสมสีทั้ง 3 สี โดยให้เป็นแหล่งกำเนิดแสง และฉายแสงสีทั้ง 3 ให้ผสมกันบนฉากรับแสงที่เป็นสีขาว แล้วถ้าลดระดับคลื่นความถี่ของสีแสงใดๆ ซึ่งเป็นการลดความเข้มของสีแสงนั่นเองจะเกิดสีที่ถูกผสมบนฉากรับแสงที่มีค่าสีที่แตกต่างกันออกไป ดังรูป



รูปที่ 2.5 แสดงการผสมสีแสงด้วยการฉายแสงสี

การผสมสีแสงดังกล่าว เป็นการผสมที่เรียกว่า “การผสมสีแบบบวก” (Additive Color) เป็นการผสมสีแบบเพิ่มค่าสีแสงลงไป โดยที่สีทั้งสามที่ผสมกันในระดับความเข้มแสงสูงสุดที่เท่ากันจะเกิดเป็นสีขาว และถ้าความเข้มของแสงเป็นศูนย์ จะได้เป็นสีดำ ซึ่งก็คือไม่มีแสงนั่นเอง

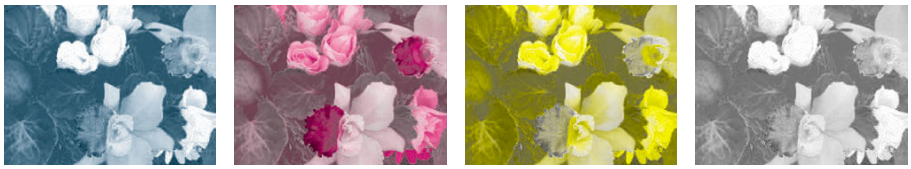
จากทฤษฎีแม่สีแสง RGB ที่เป็นการผสมสีแบบบวกนี้จึงได้ถูกนำไปใช้ในการแสดงผลสีของจอภาพ (Monitor)

1.3.2 <u>สีของสาร (Pigment Color)</u>

คือ สีที่เกิดจากผิวของวัตถุดูดซับคลื่นของแสงบางส่วนเอาไว้ และสะท้อนคลื่นของแสงบางส่วนออกมาสู่ตา และแปลความหมายที่สมองอีกครั้งหนึ่ง โดยจะมีความหมายที่แตกต่างจากสีแสง เนื่องจากสีแสงเป็นสีที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงผสมกัน (Additive Color) แต่สีสารเป็นสีที่เกิดจากอิทธิพลการดูดซับคลื่นแสงของผิววัตถุ ในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งสีของสารออกเป็น 2 ประเภท ตามวิธีการผสมสี คือ สีสาร CMYK และสีสาร RYB

1) **สีสาร CMYK** (Cyan, Magenta, Yellow, Black) คือ ระบบสีสารที่ได้จากการกลับการผสมของแม่สีแสง เรียกว่า “การผสมสีแบบลบ” (Subtractive Color) ซึ่งเป็นการซ้อนทับกันของสีใดๆ บนผิววัตถุ และสะท้อนคลื่นแสงนั้นสู่ตา หรือเรียกได้ว่ามีรากฐานมาจากการสะท้อนแสง ซึ่งจะตรงข้ามกับสีแสง RGB ที่มีรากฐานมาจากการเปล่งแสง (ปิยะ นิมิตยงสกุล และวาสนา ไตรพฤฒิธัญญา, 2540: 91)

จากทฤษฎีการผสมสีแบบลบนี้ จึงถูกนำมาใช้ในระบบการพิมพ์ ที่เรียกว่า การพิมพ์แบบออฟเซ็ต (Offset) โดยใช้หลักการซ้อนกันของสีที่มีความใส โดยการผสมแบบลบจะเริ่มจากสีที่ได้จากสีขั้นที่ 2 ของการผสมแบบบวก นั่นคือ สีฟ้า (Cyan) สีชมพูม่วง (Magenta) สีเหลือง (Yellow) แล้วนำมาซ้อนทับกันเกิดเป็นสีต่างๆ



สี Cyan สี Magenta สี Yellow สี Black

ภาพที่ได้เมื่อรวมภาพ 4 สี

รูปที่ 2.6 แสดงการผสมสีสาร CMYK แบบสิ่งพิมพ์ระบบออฟเซ็ต

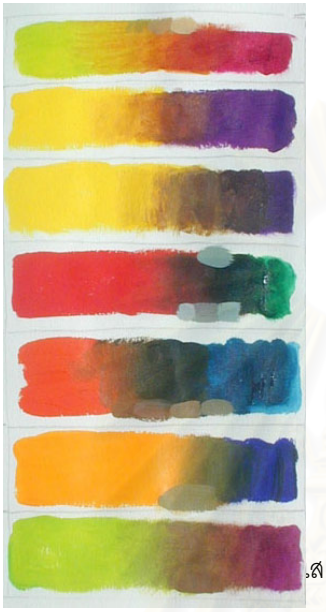
การผสมกันทั้งสามสีจะได้สีดำ ซึ่งจะเกิดความสิ้นเปลือง เพราะหากต้องการสีดำ จะต้องใช้สีทั้ง 3 สีผสมกัน ต่อมาจึงได้นำสีดำเพิ่มเข้ามาเป็นแม่สีในระบบการพิมพ์ จึงเรียกว่า ระบบสี CMYK หรือสีกระบวนการ (Process Color)

จากการอธิบายดังกล่าว การผสมสีแบบลบของระบบสี CMYK นี้ ไม่ใช่การผสมสีสารที่เป็นการผสมเนื้อสารสี

2) **สีสาร RYB** (Red, Yellow, Blue) คือ ทฤษฎีสีที่ใช้ในทางศิลปะ และอุตสาหกรรม เป็นแม่สีที่นำมาผสมเพิ่มให้เกิดสีต่างๆ ขึ้น ซึ่งแตกต่างจากระบบสี CMYK เนื่องจากสีที่นำมาผสมกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วเกิดสีใหม่ขึ้น เป็นการผสมกันในลักษณะเนื้อสารสี

จากการศึกษาทฤษฎีสีทางศิลปะ เราสามารถนำสีใดๆ มาผสมกันเกิดเป็นสีต่างๆ ได้มากมายนับไม่ถ้วน แต่จะมีสีที่ถูกยอมรับกันว่าไม่มีสีใดผสมได้สีเหล่านั้น นั่นคือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ในทางกลับกันสีทั้งสามนี้สามารถผสมกันแล้วได้สีต่างๆ โดยสามารถครอบคลุมค่าสีจากการผสมได้ขอบเขตของสี (GAMUT) ในช่วงหนึ่ง

โดยมีสีขาว และสีดำเป็นส่วนผสมเพื่อช่วยให้เกิดระดับสี (Value) สีในลักษณะนี้เป็นได้ทั้งสีทึบแสง และสีโปร่งใส โดยเมื่อนำมาทาสีลงบนฉากรับสี จะเกิดเป็นผิวของสีขึ้นบนวัตถุ หรือผิวของฉากรับสีนั้น สี RYB นี้เรียกว่า สีทา หรือสีระบาย (Painting Color)



.สดงก

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า แม่สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงินนี้ เป็นเพียงสีตั้งต้นกลุ่มหนึ่งเท่านั้น การผสมสีเพื่อให้ได้ขอบเขตสีที่กว้าง หรือครอบคลุมสีที่ต้องการผสมให้ได้นั้น จะต้องกำหนดจากสีตั้งต้นใดๆ ที่เป็นสีแท้ (Hue) ที่มีค่าความอิ่มตัวสูง (Saturation) ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเริ่มต้นจากแม่สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงินเสมอไป ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การศึกษาเทคโนโลยีสีในระบบคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มีศักยภาพในการคำนวณ และประมวลผลข้อมูลต่างๆ ที่สามารถจัดการให้อยู่ในรูปของระบบตัวเลข สามารถคำนวณได้ด้วยสมการหรือวิธีการ ทำให้คอมพิวเตอร์เข้าไปมีบทบาทในการจัดการงานด้านต่างๆ รวมไปถึงงานออกแบบสถาปัตยกรรม

คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในงานสถาปัตยกรรมมากขึ้น สามารถทดแทนวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษแบบร่าง, ดินสอ, ปากกา, ยางลบ และอุปกรณ์เขียนแบบอื่นๆ โดยอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมช่วยเขียนแบบ (CAD Drawing) ซึ่งยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรมในด้านอื่นๆ ทั้งเฉพาะทาง และเป็นเครื่องมือช่วยเหลือในโปรแกรมอื่น (Plug in) เช่น ช่วยในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง, ช่วยในการคำนวณวัสดุปูพื้นอาคาร, ช่วยในการวัดระยะจากภาพถ่าย เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถจำลองสถานการณ์ที่ไม่สามารถทดลองในเหตุการณ์จริงได้ เช่น การจำลองเหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยเพื่อตรวจสอบระยะเวลาที่ใช้ในการระบายคนออกนอกอาคาร เป็นต้น ในการศึกษานี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเทียบและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งจอภาพคอมพิวเตอร์ปัจจุบันสามารถแสดงผลสีได้มากถึง 16.7 ล้านสีขึ้นไป ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานโปรแกรม สามารถกำหนดค่าสีได้อย่างอิสระ และยังสามารถแสดงผลสีได้ใกล้เคียงจริงด้วย

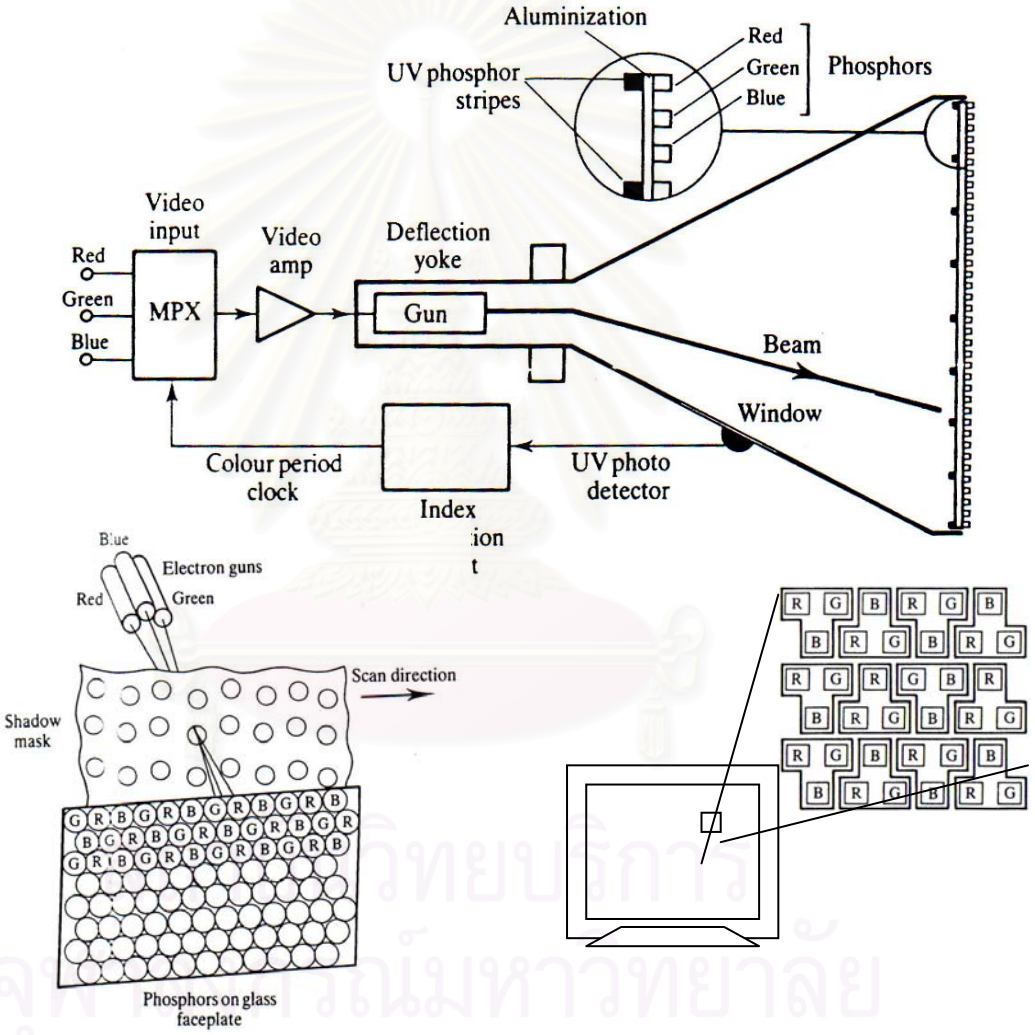
ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรมนี้ มีแนวทางในการพัฒนาให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานในลักษณะเฉพาะทาง เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบงานสีที่หลากหลายมากขึ้น ไม่จำกัดเฉพาะในรายการสี สามารถเทียบเคียงสีต่างผู้ผลิตสีได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และยังสามารถทดลองผสมสีสารจากการจำลองการผสมสีโดยกำหนดอัตราส่วนผสมของสีบนคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะนำไปผสมจริง เป็นแนวคิดเพื่อช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่าย และอำนวยความสะดวกแก่ผู้ออกแบบได้เป็นอย่างดี

2.1 ระบบสีในคอมพิวเตอร์

จอภาพ ประกอบจากจุดสีที่มีระดับความสว่างต่างๆ เรียงต่อกัน จุดที่ประกอบเป็นภาพเรียกว่าจุดภาพ หรือพิกเซล (Pixel) พิกเซลขนาดเล็กเรียงอยู่ชิดกันจะให้ภาพละเอียดคมชัด ถ้าพิกเซลขนาดใหญ่จะให้ภาพหยาบ

ภาพสีบนจอภาพเกิดจากการผสมสีของพิกเซลแม่สี RGB ที่อยู่ใกล้กันมากเรียงต่อเนื่องกันจนเป็นภาพ เมื่อมองด้วยตาจะเห็นเป็นสีต่างๆ ตามอัตราส่วนของแม่สีที่เปล่งรวมกัน พิกเซลของจอภาพประกอบด้วย พิกเซลสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เรียงอยู่ชิดกันเต็มตลอดทั้งหน้าจอภาพ

ในการสร้างภาพสีของจอภาพ หลอดภาพมีปืนอิเล็กตรอน 3 ชุด พร้อมกับแถบพิกเซลสีที่ทำจากสารฟอสเฟอร์ (Phosphor) เคลือบไว้บนหน้าจอภาพสำหรับการเปล่งแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เรียงชิดติดกันตลอดทั้งหน้าจอภาพ เมื่อสัญญาณสี RGB ถูกป้อนเข้ามา ปืนอิเล็กตรอนจะยิงลำอิเล็กตรอนออกไปตามจังหวะของสัญญาณที่ส่งเข้ามา โดยปืนอิเล็กตรอนสีแดงจะยิงลำอิเล็กตรอนให้พิกเซลของสีแดงเปล่งแสง ปืนอิเล็กตรอนสีเขียวจะยิงลำอิเล็กตรอนให้พิกเซลสีเขียวเปล่งแสง และปืนอิเล็กตรอนสีน้ำเงินก็จะยิงลำอิเล็กตรอนให้พิกเซลสีน้ำเงินเปล่งแสง



รูปที่ 2.8 แสดงหลักการสร้างภาพสีบนจอภาพ (Kalawsky, 1993: 96 – 99)

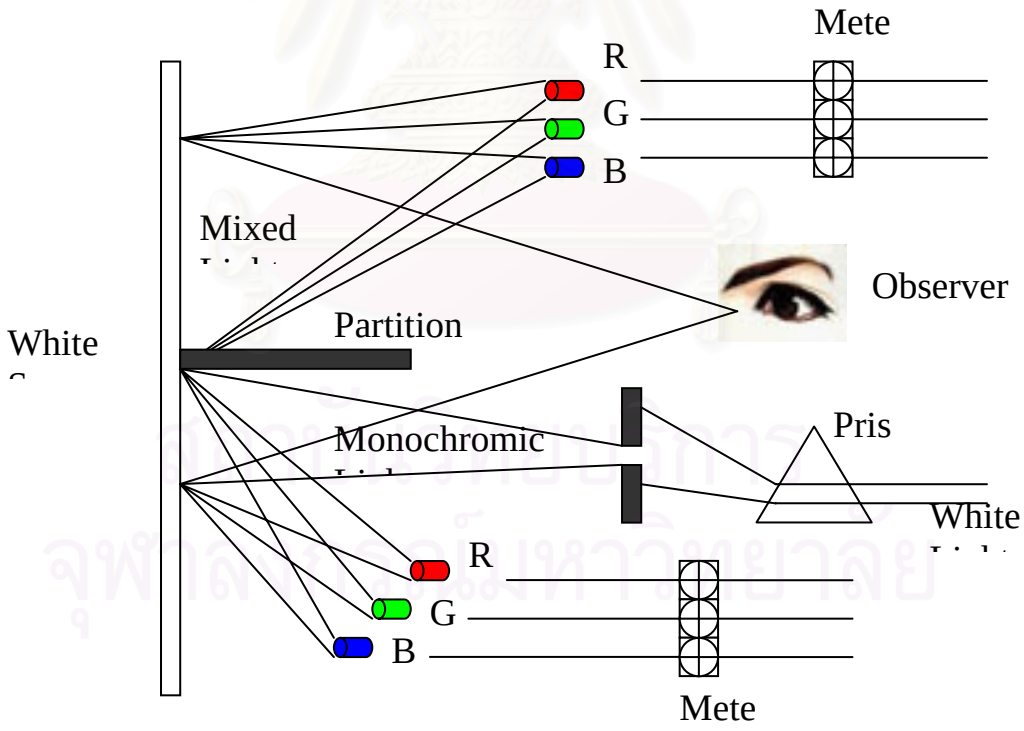
โดยในคำสั่งของโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 นี้ จะใช้ชุดคำสั่งในการแสดงผลสีดังนี้

RGB(R, G, B)

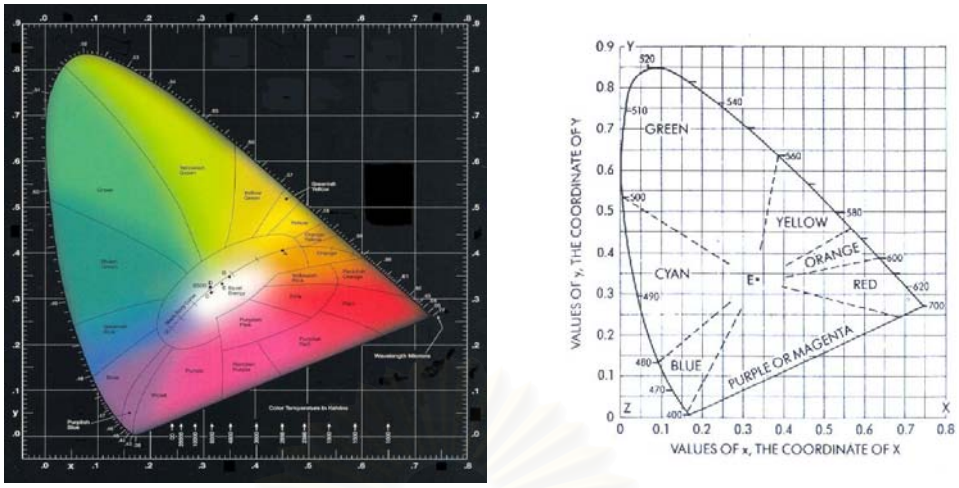
โดย R, G, B เป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 0 – 255

2.2 ขอบเขตของสี

ในสีที่ได้จากสเปคตรัม (Spectrum) เป็นสีที่ถือได้ว่าครอบคลุมใกล้เคียงสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นทั้งหมด จากการทดลองวัดค่าสีโดยคณะกรรมการระหว่างชาติว่าด้วยแสงสว่างที่มีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษว่า “International Commission on Illumination” มีชื่อย่อว่า “CIE” ก่อตั้งขึ้นที่เมืองแคมบริดจ ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1931 มีจุดประสงค์เพื่อกำหนดมาตรฐานการวัดสี โดยการเทียบค่าสีจากสเปคตรัม และได้ขอบเขตของสีที่มนุษย์สามารถมองเห็น เรียกว่า GAMUT ซึ่งหมายถึง ขอบเขตของสี



รูปที่ 2.9 แสดงการทดลอง Color Matching Experiment (พรพล สาครินทร์ และกฤษฎา แก้วมณี, 69)

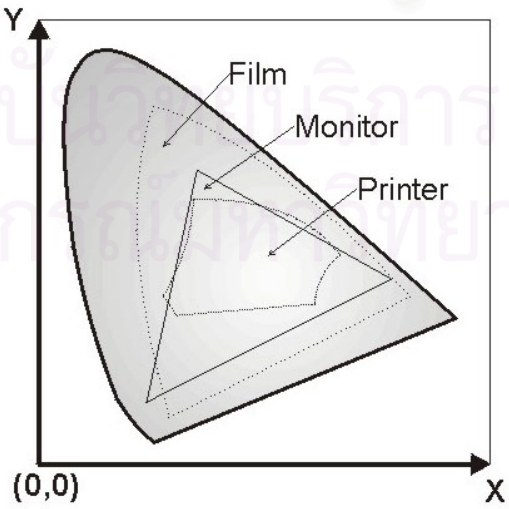


รูปที่ 2.10 แสดง GAMUT ของผังสี CIE ที่มนุษย์สามารถมองเห็นสี (ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, 14)

ขอบเขตสีของจอภาพ (GAMUT of Monitor) คือ ขอบเขตของสีที่จอภาพสามารถแสดงผลได้ หรือขอบเขตของสีแสง RGB ของจอภาพที่สามารถผสมได้และแสดงในจอภาพ

ขอบเขตสีของสีสาร RYB (GAMUT of RYB Pigment Color) คือ ขอบเขตของสีสาร RYB ที่สามารถผสมกันได้ และตามนุษย์สามารถมองเห็น

ดังนั้น การนำระบบสีสาร RYB มาแสดงค่าสีบนจอภาพ จึงเกิดข้อจำกัดในการแสดงสี นั่นคือ ขอบเขตของระบบสี RYB จะเหลือน้อยลงเท่ากับจอภาพเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การแสดงผลสีของจอภาพนั้นสามารถแสดงสีได้จำนวนมากเพียงพอกับสีที่จะนำมาใช้ในการศึกษา และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองการผสมสีโดยกำหนดอัตราส่วนผสมของสี และคำนวณค่าเพื่อหาแนวโน้มของสีที่ผสมได้

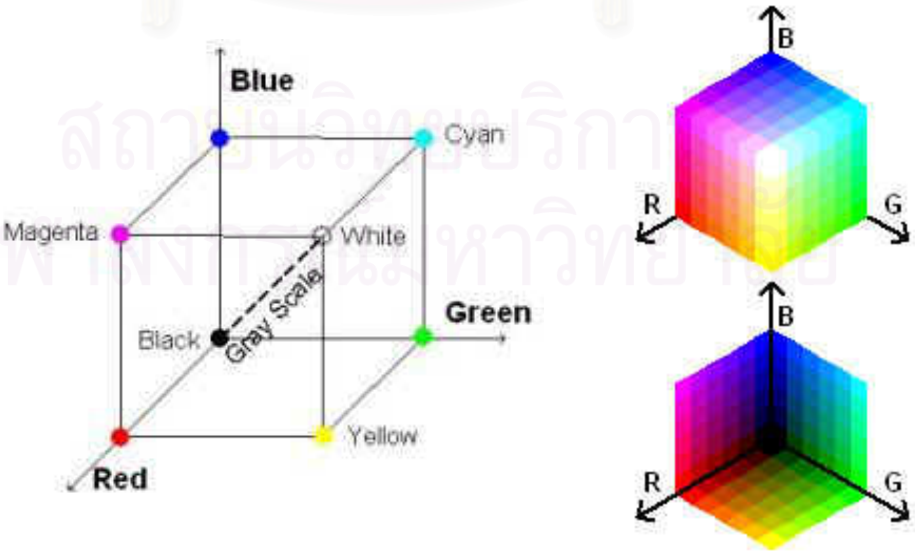


รูปที่ 2.11 แสดง GAMUT ของอุปกรณ์แสดงผลชนิดต่างๆ (พรพล สาครินทร์ และกฤษฎา แก้วมณี, 79)

2.3 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เฉพาะเจาะจงกับอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง ซึ่งในที่นี้ก็คือจอภาพตัวใดตัวหนึ่งของคอมพิวเตอร์เท่านั้น เนื่องจากระบบสี RGB ได้ทำการสร้างสีต่างๆ ขึ้น โดยการใช้แหล่งกำเนิดแสงจำนวน 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ที่เกิดจากสารเรืองแสงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามลำดับ ระบบสี RGB ประกอบด้วยข้อมูลจำนวน 3 ส่วน คือ การเพิ่มระดับค่าของสีใน 3 ช่องสี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ การที่จะสร้างสีต่างๆ โดยใช้สี RGB สามารถที่จะกระทำได้โดยการแสดงสีทั้งสามที่มีค่าความเข้มของสี (Intensity) ที่แตกต่างกันออกไปทำให้มองเห็นเป็นสีต่างๆ เนื่องจาก RGB ที่มีค่าความเข้มของสีที่แตกต่างกันนี้ไปกระตุ้นเซลล์โคนแต่ละชนิดมากน้อยแตกต่างกันไป และทำให้มีการรับรู้ว่าเป็นสีต่างๆ โดยกระบวนการทางระบบประสาท

ดังที่ได้กล่าวในเรื่องของการทำงานของจอภาพนั้น ระบบสี RGB ในงานคอมพิวเตอร์กราฟิกสามารถแสดงได้โดยการใช้วงเล็บเพื่อแสดงค่า เช่น (R,G,B) หรือ [R,G,B] เป็นต้น ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 ซึ่งจะแสดงค่า RGB ในรูปของ RGB(R, G, B) ซึ่งคำสั่งนี้จะถูกนำค่าไปแสดงผลบนจอภาพ เพื่อความเข้าใจในระบบสี RGB จึงได้มีการสร้างระบบสี RGB เป็นรูปลูกบาศก์เพื่อใช้ในการอธิบาย หรือเรียกว่า “RGB Cube” ซึ่งจะอยู่ในรูปของระบบพิกัด 3 มิติ โดยให้แกนทั้งสามเป็นค่าของความเข้มของสีในแต่ละช่องสีตามลำดับ ดังนั้น จึงทำให้เกิดมุมทั้งหมด 8 มุมที่เป็นตำแหน่งของ Red, Green, Blue, White และ Cyan, Magenta, Yellow, Black จำนวน 8 สีตามลำดับ โดยชุดแรก RGB เป็นชุดของการผสมสีแบบบวก (Additive Color) และชุดหลังเป็น CMY คือ ชุดของการผสมสีแบบลบ (Subtractive Color)

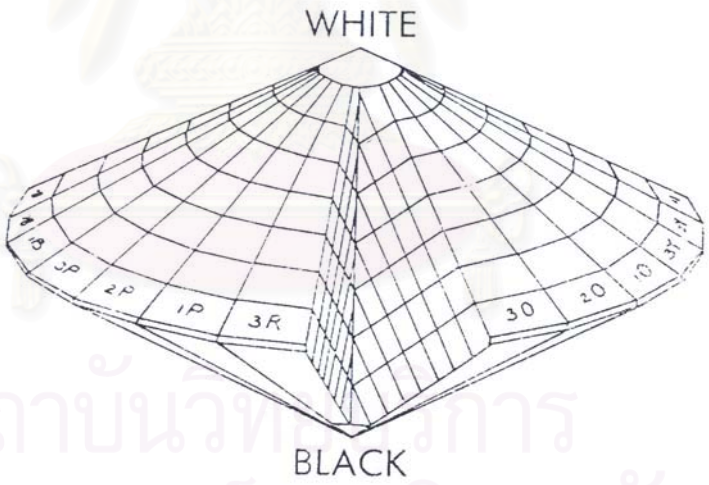


รูปที่ 2.12 แสดงแบบจำลองของระบบสี RGB (Jacques, 2002)

ในรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์สี RGB (RGB Cube) นี้จะมีเส้นหนึ่งที่ลากจากจุด (0,0,0) ไปยัง (255,255,255) เรียกว่า “Gray Line” เป็นเส้นที่ลากจากสีดำไปจนถึงสีขาว ซึ่งสีที่อยู่บนเส้นนี้จะเป็นสีเทาที่มีค่าความเข้มของสีที่แตกต่างกันออกไป โดยค่าความเข้มของสีบน Gray Line ดังกล่าวจะมีค่าความเข้มของสีที่เท่ากันทั้ง 3 ช่องสี RGB

2.4 แบบจำลองระบบสี HSL

แบบจำลองระบบสีเอชเอสแอล (HSL) เป็นแนวความคิดที่อ้างอิงมาจากทฤษฎีสีของ วิลเฮม ออสวัลด์ (Wilhelm Ostwald) ค.ศ. 1917 ซึ่งเป็นแบบจำลองระบบสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการกำหนดสีในงานคอมพิวเตอร์กราฟิก สามารถใช้อธิบายการลำดับสีได้ โดยที่แบบจำลองระบบสี HSL จะไม่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ใดๆ สามารถระบุสีได้ด้วยระบบแบบสีทรงกรวยคว่ำ – หงาย (Double-ended Cone) จะมีความสามารถในการระบุสีที่มีความแตกต่าง เช่น สีเหลืองอ่อน สีเหลืองเข้ม หรือสีน้ำตาล ซึ่งทุกสีที่กล่าวมานั้นก็คือสีเหลืองนั่นเอง แต่มีระดับความอิ่มตัวของสี และความสว่างที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นแบบจำลองระบบสี HSL จึงมีความสามารถในการกำหนด หรือควบคุมช่วงของสีได้ดีกว่าระบบสี RGB โดยแบบจำลองระบบสี HSL ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

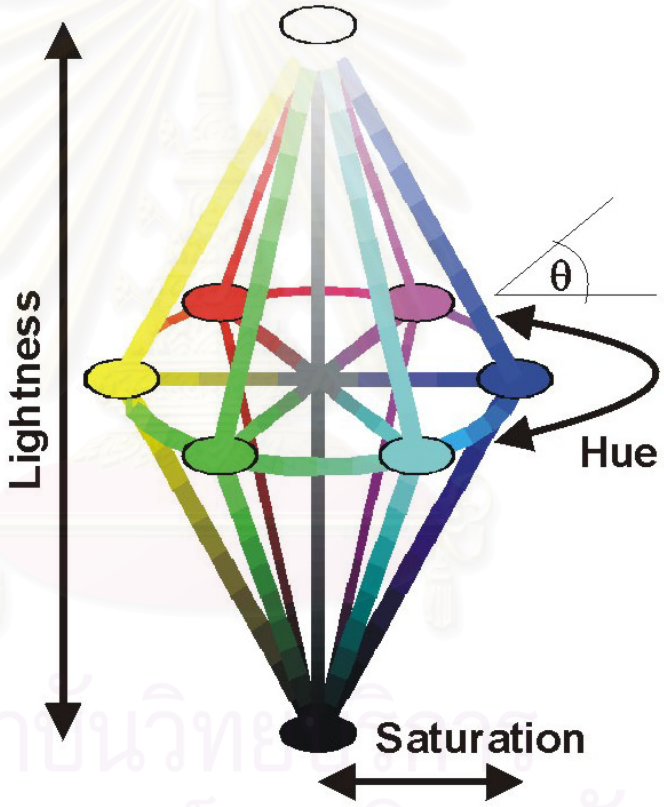


รูปที่ 2.13 แสดงแบบจำลองระบบสีของออสวัลด์ (ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, 19)

H หมายถึง Hue คือ สีแท้ เป็นสีที่มีค่าแตกต่างกันออกไปตามความถี่ของแสง เช่น สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน สีชมพูม่วง เป็นต้น จะมีค่าอยู่ในรูปขององศา ตั้งแต่ 0 – 360 หรือวงกลมนั่นเอง โดยสีต่างๆ จะเรียงลำดับตามตำแหน่งบนเส้นรอบวงในรูปขององศา

S หมายถึง Saturation คือ ความอิ่มตัวของ Hue เช่น สีแดง และสีชมพู ก็คือสีแดงทั้ง 2 สี เพียงแต่สีชมพูนี้มีค่าความอิ่มตัวน้อยกว่า โดยเป็นค่าที่ได้จากการลดค่าความอิ่มตัวของสีจากตำแหน่งของ Hue สู่ค่าความอิ่มตัวเท่ากับศูนย์ ซึ่งก็คือจุดศูนย์กลางวงกลมนั่นเอง โดยกำหนดค่าเป็นช่วงใดๆ เช่น 0 – 100, 0 – 1 เป็นต้น

L หมายถึง Lightness คือ ค่าความสว่างของสีที่มีค่า Hue และ Saturation เท่ากับค่าใดๆ โดยที่ ค่าความสว่างสูงสุด คือ สีขาว และค่าความสว่างต่ำสุด คือ สีดำ โดยเป็นค่าที่ได้จากการลากเส้นพุ่งจากจุดศูนย์กลางของวงกลม หรือที่ค่าความอิ่มตัวเท่ากับศูนย์ ขึ้นด้านบนเป็นค่าสูงสุดสีขาว และลงล่างเป็นค่าต่ำสุดสีดำ โดยกำหนดค่าเป็นช่วงใดๆ เช่น 0 – 100, 0 – 1 เป็นต้น



รูปที่ 2.14 แสดงแบบจำลองของระบบสี HSL (Watts, 5)

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อจะนำแบบจำลองระบบสี HSL มาแสดงบนจอภาพซึ่งเป็นอุปกรณ์หนึ่ง และใช้ระบบสี RGB ในการแสดงผล จึงจะต้องแปลงค่าระหว่างระบบสีก่อนเพื่อนำมาแสดงผล โดยจะได้อธิบายในส่วนของวิธีการแปลงระบบสีต่อไป

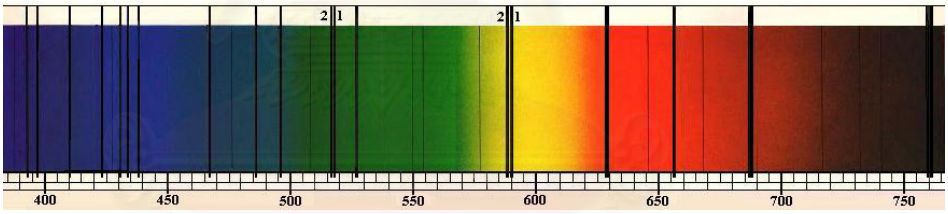
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการเทียบสีและผสมสี

3.1 ทฤษฎีวงจรสี

จากพัฒนาการของการศึกษาเรื่องของทฤษฎีสี นักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอทฤษฎีสีไว้หลายทฤษฎี บางทฤษฎีก็นำมาใช้เป็นต้นแบบในงานอุตสาหกรรม บางทฤษฎีก็ถูกนำมาใช้ในงานศิลปะ บางทฤษฎีก็นำมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก อย่างไรก็ตามทฤษฎีสีที่ถูกนำมาใช้อ้างถึงนั้นจะมีพื้นฐานความเข้าใจที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีทฤษฎีสีที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เช่น ทฤษฎีสีของนิวตัน ทฤษฎีสีของมันเซลล์ ทฤษฎีสีของ CIE เป็นต้น

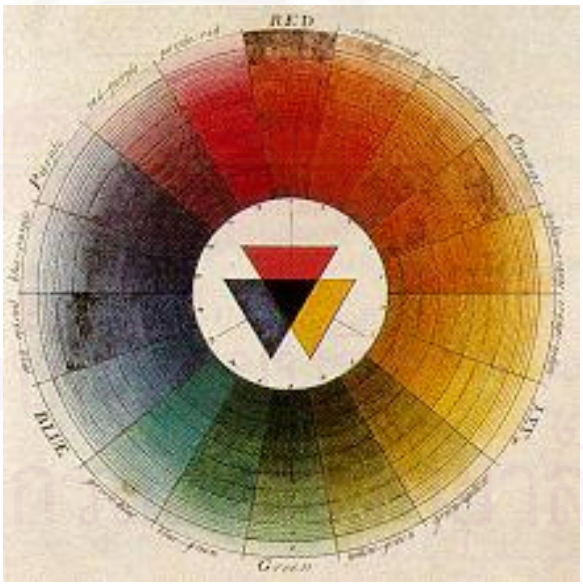
จากการทดลองและค้นพบแสงสเปคตรัมของเซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) ประมาณ ค.ศ. 1660 ด้านหนึ่งของสเปคตรัม คือ สีคราม (indigo or blue-purple) และอีกด้านหนึ่ง คือ สีแดง ซึ่งสีแดงนี้กลืนเข้าไปสู่สีม่วงเพอร์เพิล นิวตันได้สังเกตเห็นความสัมพันธ์ของแสงสเปคตรัมทั้งสองด้าน จึงได้นำแสงสเปคตรัมทั้งสองด้านนั้นมาวางต่อกันในวงสี (วรุณ ตั้งกิจเจริญ, 2535: 18 – 19) และพบว่าปลายแสงสเปคตรัมทั้งสองด้านสามารถนำมาต่อกันได้พอดี โดยสีม่วงมีสภาพเป็นสีเชื่อมต่อในวงสี การนำเส้นสีสเปคตรัมมาต่อกันลักษณะนี้จึงเป็นที่มาของลักษณะของวงจรสี



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรสีที่ได้จากการนำแถบสีของสเปคตรัมมาต่อกัน

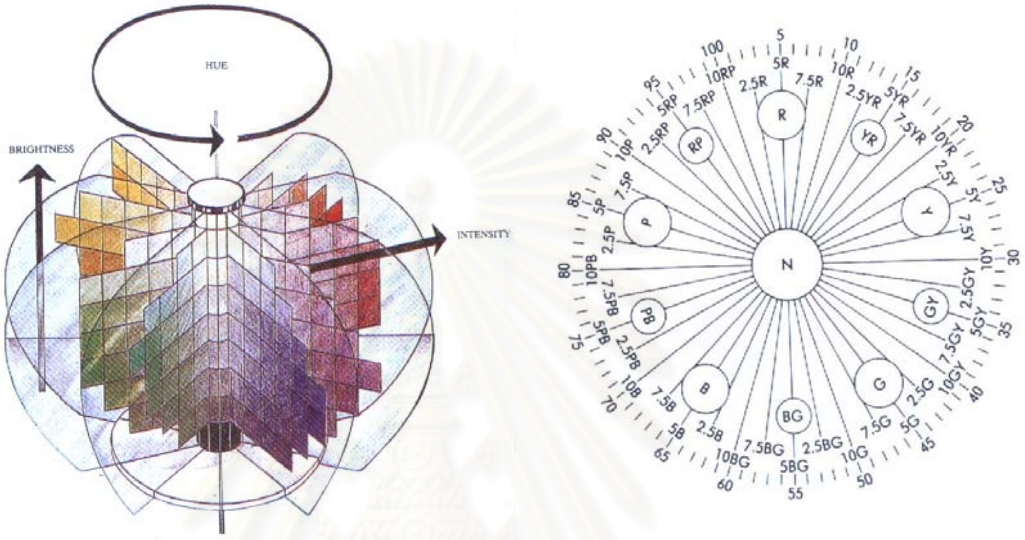
การนำเสนอวงจรสีขึ้นเป็นครั้งแรกของนิวตัน ไม่เพียงแต่เป็นการนำสีสองด้านของเส้นสเปคตรัมมาต่อกันเท่านั้น นิวตันยังได้แสดงช่วงความกว้างของแต่ละสีที่ไม่เท่ากันบนวงจรสีด้วย ตามทฤษฎีของนิวตัน สีทั้งหลายรวมตัวอยู่ในแสงสีขาว แสงสีขาวเกิดขึ้นจากกลุ่มรังสีของอะตอม (bundles of rays of atoms) โดยจะแสดงให้เห็นในวงจรสีของนิวตัน ซึ่งบริเวณตรงกลางของวงกลมจะเป็นสีขาว วงจรสีนี้เป็นวงจรสีที่อธิบายถึงระบบสีของแสงนั่นเอง

ในปี ค.ศ. 1731 เจ.ซี. เลอ บลอง (J.C. Le Blon) ได้เสนอการค้นพบสีสำคัญตามธรรมชาติ 3 สี สำหรับใช้ผสมกัน คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นสีที่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานว่าเป็นสีที่ไม่มีสีใดผสมได้ ต่อมาประมาณปี ค.ศ. 1766 โมเซส แฮร์ริส (Moses Harris) ช่างสลัก และนักกีฏวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์วงสีบนพื้นฐานทฤษฎีสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ขึ้นเป็นครั้งแรกในหนังสือระบบธรรมชาติของสี (The Natural System of Colors) แฮร์ริสกล่าวถึงสีรากฐาน 3 สี สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน สีผสมระหว่างคู่สี จาก 3 สี คือ สีส้ม สีเขียว สีม่วง จากพัฒนาการของทฤษฎีสีแดง สีเหลือง สีน้ำเงินนี้ มีนักวิชาการได้นำเสนอเป็นรูปแบบวงจรสีอีกมากมายหลายแบบ แต่ละแบบล้วนตั้งอยู่บนพื้นฐานของวงจรสีในรูป ของวงกลมทั้งสิ้น



รูปที่ 2.16 แสดงวงจรสีของโมเซส แฮร์ริส ที่ใช้แม่สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน (Hans Irtel)

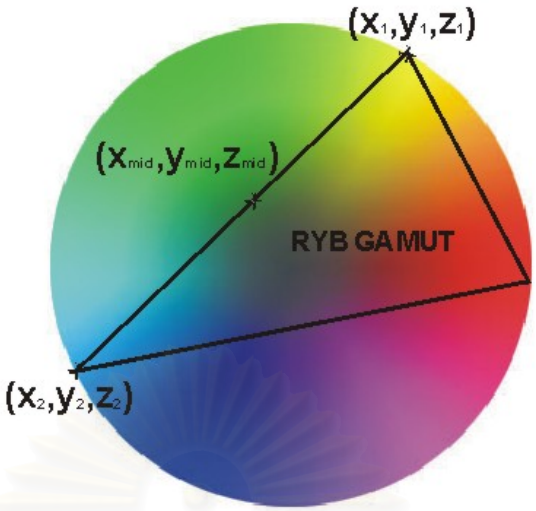
ทฤษฎีสีของมันเซลล์ (Munsell's Color Theory) ถูกนำเสนอโดย อัลเบิร์ต เอช. มันเซลล์ (Albert H. Munsell) ในปี ค.ศ. 1912 เป็นทฤษฎีสี 3 มิติ ซึ่งเป็นการจัดระบบของสีให้อยู่ในรูปแบบของโครงสร้างสี 3 มิติ คือ มิติสีแท้ (Hue) มิตินำหนักสี (Value) และมิติค่าสี (Chroma) ทำให้ระบบสีเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยกำหนดแม่สีหลัก 5 สี คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า และสีม่วง



รูปที่ 2.17 แสดงแบบจำลองวงจรสีของมันเซลล์ (ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, 16 – 17)

จากการศึกษาทฤษฎีของสีสาร พบว่าคุณสมบัติของสีที่ใช้ผสมจะเกิดวงจรสีที่แตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น ค่าของสีของคู่สีตั้งต้นที่นำมาใช้ผสมแตกต่างกัน เนื้อสีที่ใช้ผสมแตกต่างกัน ความเข้มข้นของสีแตกต่างกัน เป็นต้น โดยการผสมสีสารจะมีพฤติกรรม ดังนี้

- การผสมสีสารระหว่างสีตั้งต้น สีที่ผสมได้นั้นจะมีค่าความอิ่มตัวของสีลดลง
- สีที่อยู่ตรงข้ามกันในวงจรสีเมื่อผสมในอัตราส่วนที่เท่ากันจะได้สีเทากลาง
- การผสมสีในอัตราส่วนต่างๆ สีที่ผสมได้จะมีค่าสีที่เข้าใกล้สีตั้งต้นที่มีอัตราส่วนที่มากกว่า



รูปที่ 2.18 แสดงวงจรสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน

จากวงจรสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน สามารถผสมให้เกิดสีต่างๆ ขึ้นได้มากมายอย่างไม่จำกัด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการกำหนดสีตั้งต้น หรือแม่สีที่เป็นสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน สีที่ผสมได้นั้นจะมีขอบเขตของสีในช่วงหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากพฤติกรรมการผสมกันของสีสาร สีที่ผสมได้จะมีค่าความอิ่มตัวลดลง หมายความว่าสีตั้งต้นที่ผสมกันถึงแม้ว่าจะเป็นสีแท้ที่มีความอิ่มตัวสูงสุดก็ไม่สามารถผสมกันแล้วได้สีแท้ที่มีความอิ่มตัวสูงสุดด้วย จากการทดลองผสมสีแล้วหาแนวโน้มของสีโดยเทียบกับแบบจำลองสี HSL พบว่า เมื่อนำสีตั้งต้นทั้งสองกำหนดตำแหน่งบนแบบจำลองสี HSL แล้วทำการลากเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุด สีที่ผสมได้จากสีตั้งต้นจะอยู่บนเส้นตรงจากจุดสีตั้งต้นทั้งสอง เป็นการประมาณค่าแนวโน้มของการผสมสีที่ใช้ในการศึกษานี้เท่านั้น ซึ่งจะนำหลักการนี้ไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ทฤษฎีระบบพิกัด

ในการศึกษานี้ได้ใช้หลักการของระบบพิกัด 3 มิติ มาใช้ในการคำนวณการเทียบสีและผสมกันของสีสาร RYB โดยใช้แบบจำลองระบบสี HSL มาใช้ในการคำนวณ โดยการเทียบแบบจำลองบนระบบพิกัดเพื่อหาค่าเฉลี่ย และอัตราส่วนของตำแหน่งบนระบบพิกัด

3.2.1 ตำแหน่งของสีบนระบบพิกัด 3 มิติ

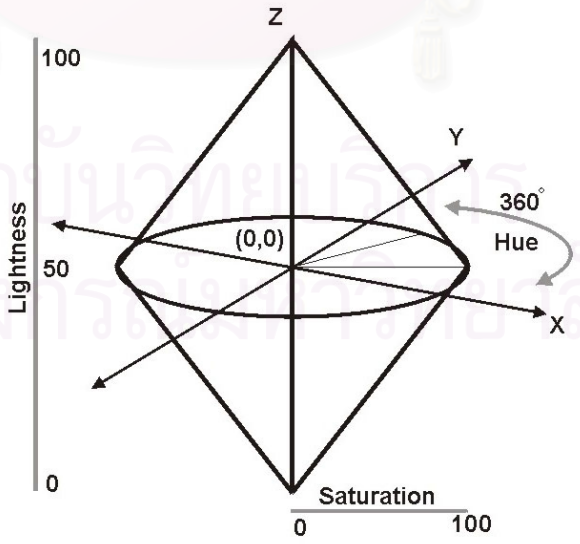
ในระบบพิกัด 3 มิติ สามารถวางตำแหน่งตัวแปรในมิติใดก็ได้ แต่ในการศึกษานี้ได้จัดวางตำแน่งตัวแปรในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และแทนค่าตัวแปรในการพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายด้วย ดังต่อไปนี้

Hue มีค่าเป็นองศา จัดตำแหน่งอยู่บนระนาบ x และ y โดยมีจุดศูนย์กลางที่ xy(0,0) ซึ่งสามารถมองในรูปของเส้นรอบวงของวงกลม

Saturation มีค่าเป็นจำนวนตั้งแต่ 0 – 100 อยู่ในตำแหน่งที่ xy(0,0) ถึงตำแหน่งใดๆ ของ Hue ซึ่งสามารถมองในรูปรัศมีของวงกลม

Lightness มีค่าเป็นจำนวนตั้งแต่ 0 – 100 โดยจะอยู่ในแนวของแกน **Z** ซึ่งวัดค่าตั้งแต่ 0 ไปทางบวกของแกน **Z** เท่ากับ 50 หน่วย และไปทางลบของแกน **Z** เท่ากับ 50 หน่วย เช่นเดียวกัน

เมื่อกำหนดตำแหน่งของแบบจำลองระบบสี HSL แล้วจะได้รูปทรงกรวยคว่ำและหงายประกบกัน (Double-ended Cone) ในแนวแกน **Z**



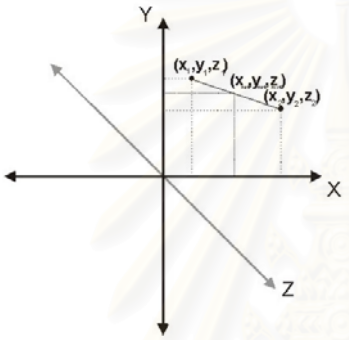
รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งของแบบจำลองระบบสี HSL บนระบบพิกัด

3.2.2 <u>การหาจุดกึ่งกลางบนระบบพิกัด</u>

การหาจุดกึ่งกลางบนระบบพิกัด สามารถแยกส่วนคำนวณออกเป็นด้าน **x,** y และ z โดยจะต้องกำหนดตำแหน่งตั้งต้น 2 ตำแหน่ง การหาจุดกึ่งกลางหาได้จากการเฉลี่ยผลรวมของทั้ง 2 ตำแหน่ง ได้ดังนี้

$$x_{mid} = ((x_1 + x_2) / 2)$$
$$y_{mid} = ((y_1 + y_2) / 2)$$
$$z_{mid} = ((z_1 + z_2) / 2)$$

เมื่อคำนวณแล้วจะได้ตำแหน่งใหม่ คือ (x_{mid}, y_{mid}, z_{mid})



โดย

x_1 , y_1 , z_1 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้นที่ 1

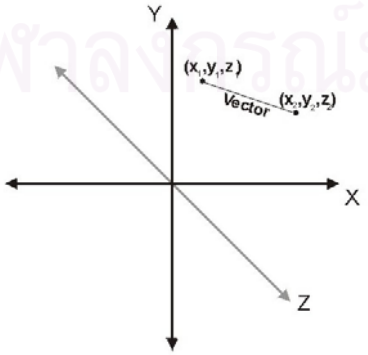
x_2 , y_2 , z_2 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้นที่ 2

x_{mid} , y_{mid} , z_{mid} คือ ตำแหน่งกึ่งกลางของสีตั้งต้นทั้งสอง

3.2.3 <u>การหาระยะทางบนระบบพิกัด</u>

ระยะทางในระบบพิกัด เราเรียกว่า เวกเตอร์ (Vector) เมื่อกำหนดจุด 2 จุดแล้ว การหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุดหาได้จาก

$$V = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$



โดย

x_1 , y_1 , z_1 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้นที่ 1

x_2 , y_2 , z_2 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้นที่ 2

V คือ ระยะทางระหว่างจุด 2 จุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. **การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกัน**

จากการศึกษาลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกันกับการศึกษานี้ พบว่ามีโปรแกรมที่สนองต่อวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นส่วนๆ จึงได้คัดเลือกโปรแกรมเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์โดยแยกตามวัตถุประสงค์ไป ดังต่อไปนี้

1) โปรแกรมวงล้อสี (Color Wheel Expert)

2) โปรแกรมคำนวณสี (EasyRGB-PC)

โดยมีหัวข้อในการวิเคราะห์ดังนี้

ก. วัตถุประสงค์การพัฒนาเพื่อการใช้งานโปรแกรม

เป็นการวิเคราะห์ในส่วนของวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างเพื่อนำมาประยุกต์สร้างคุณลักษณะของโปรแกรมที่ทำให้โปรแกรมทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานยิ่งขึ้น

ข. แนวคิดในการทำงานของโปรแกรม

เป็นการวิเคราะห์ในส่วนของระเบียบวิธีในการกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการประมวลผลและนำเสนอของโปรแกรม เพื่อประยุกต์ใช้ประกอบในการสร้างระเบียบวิธีที่เหมาะสมของโปรแกรม

ค. ลักษณะการใช้งานและลักษณะของการแสดงผลของโปรแกรม

เป็นการวิเคราะห์ในส่วนของรูปแบบการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างส่วนติดต่อระหว่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งานให้เหมาะสม

ง. จุดเด่นและข้อจำกัดของโปรแกรม

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาจุดเด่นและข้อจำกัดในการใช้งานโปรแกรม แล้วนำมาเป็นข้อพิจารณาเพื่อใช้ประกอบการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์มากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 โปรแกรมวงล้อสี

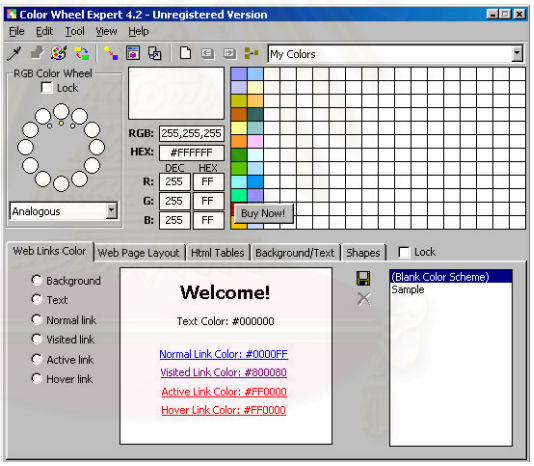
โปรแกรมตัวอย่างที่ 1 : Color Wheel Expert v4.2

เจ้าของ : Abitom Software, http://www.abitom.com

วัตถุประสงค์ : เป็นเครื่องมือใช้สำหรับช่วยเลือกและออกแบบสี

4.1.1 วัตถุประสงค์การพัฒนาเพื่อใช้งานโปรแกรม

โปรแกรม Color Wheel Expert เป็นโปรแกรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการออกแบบ และเลือกใช้สีในการออกแบบเวบไซต์ (Web Site) รวมไปถึงงานสื่ออื่นๆ ด้วย โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้สีจากโครงสีต่างๆ โดยแสดงในลักษณะวงล้อสี เพื่อความเหมาะสมตามลักษณะงาน โดยโปรแกรมจะแสดงตัวอย่างในเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบจริงต่อไป ในโปรแกรมยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบเพื่อใช้งาน เช่น การกำหนดชุดสีเพื่อการใช้งาน การเลือกสีจากพื้นที่หน้าจอเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน โปรแกรมยังสามารถเทียบค่าสีให้อยู่ในรูปอย่างง่าย



รูปที่ 2.20 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 1

4.1.2 แนวคิดในการทำงานของโปรแกรม

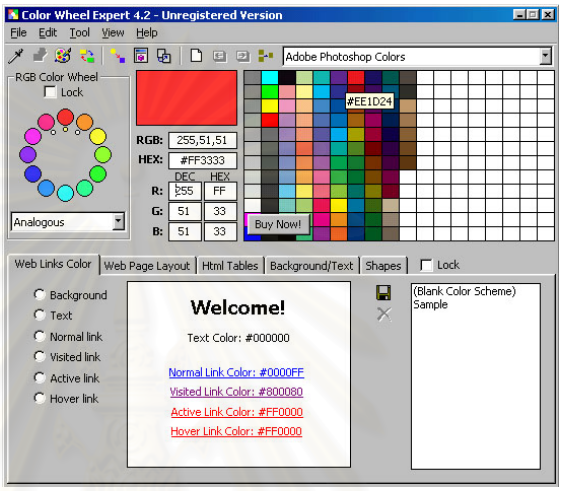
1) ส่วนการประมวลผลของโปรแกรม

การแสดงสีในลักษณะวงล้อสี โปรแกรมได้กำหนดสมการไว้ตามโครงสีที่มีให้ เมื่อผู้ใช้ทำการปรับเปลี่ยนค่าสีตั้งต้น โปรแกรมจะทำการคำนวณสีในวงล้อสีให้มีค่าในระดับเดียวกัน โดยการลดหรือเพิ่มค่าระดับของสี การคำนวณการเทียบค่าสี ใช้วิธีการปัดค่าเศษ โดยชุดสีที่เป็นค่าอย่างง่ายนั้น สามารถคำนวณในรูปแบบของเลขฐาน 10 ตั้งแต่ 0 – 255 โดยนับค่าทีละ 51

ฐาน 10 เลข 0, 51, 102, 153, 204, 255

ฐาน 16 เลข 00, 33, 66, 99, CC, FF

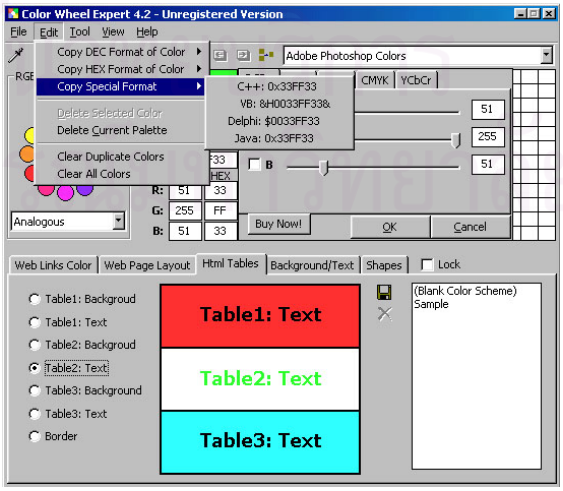
เช่น ค่าสี (220, 21, 72) ปัดค่าได้เป็น (204, 0, 51) จัดในรูปเลขฐาน 16 ได้เป็น (CC0033) จากเดิม (DC1548) เป็นต้น



รูปที่ 2.21 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 2

2) ส่วนการแสดงผลของโปรแกรม

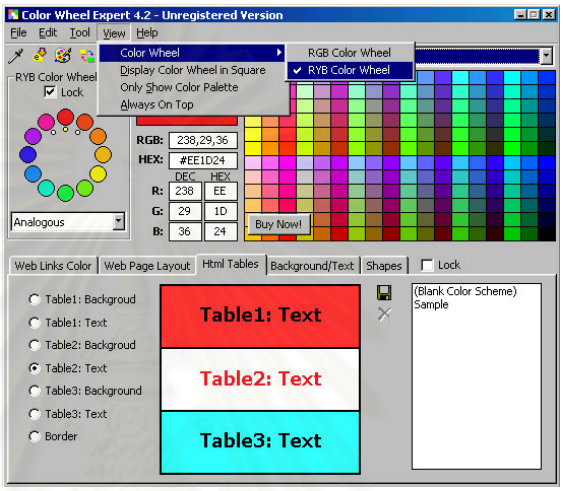
โปรแกรมได้แบ่งส่วนแสดงผลออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนวงล้อสี ส่วนแสดงค่าสีต่างระบบ และส่วนพื้นที่แสดงตัวอย่าง โดยในส่วนพื้นที่แสดงตัวอย่างนั้นผู้ใช้งานจะเป็นผู้กำหนดสีเอง เพื่อเป็นภาพตัวอย่างก่อนนำไปใช้งานจริง ส่วนแสดงค่าสีต่างระบบจะมีให้เลือกใช้ตามการใช้งานของผู้ใช้



รูปที่ 2.22 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 3

4.1.3 ลักษณะการใช้งานของโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โครงสี และชุดสีที่โปรแกรมจัดเตรียมไว้ และสามารถเพิ่มเติมส่วนชุดสีเองได้ ในส่วนวงล้อสีจะมี 2 แบบให้เลือก คือ วงล้อสีแสง (RGB) และวงล้อสีสาร (RYB) เนื่องจากวงล้อทั้ง 2 แบบนี้ มีลักษณะการกำหนดแม่สีที่ต่างกัน จึงทำให้การใช้โครงสีแตกต่างกันด้วย ดังนั้น ผู้ใช้งานจึงต้องเลือกแบบของวงล้อสีให้เหมาะสมตามประเภทงานที่จะนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมวงล้อสีที่ 4

4.1.4 จุดเด่นและข้อจำกัดของโปรแกรม

1) การกำหนดสีในส่วนของวงล้อสี กำหนดได้เพียงสีเดียว โดยสีอื่นๆ จะลดหรือเพิ่มตามระดับสีแรกที่กำหนด ทำให้ขาดความยืดหยุ่นในการใช้งาน
2) การนำเสนอที่เป็นรูปแบบการติดต่อประสานกราฟิก (Graphic User Interface : GUI) มีการใช้ปุ่มสัญลักษณ์แทนการพิมพ์คำสั่ง ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น
3) มีการนำเรื่องของระบบสีสาร (Pigment Color : RYB) มาใช้ในส่วนวงล้อสี ซึ่งมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนน้อยที่มีคุณสมบัติลักษณะนี้ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับนักออกแบบที่เกี่ยวข้องกับงานสีมาก
4) การคำนวณการเทียบค่าสีให้อยู่ในรูปค่าอย่างง่าย ใช้วิธีการปัดค่าไม่ได้ใช้การคำนวณเทียบสีที่ใกล้เคียงกัน

4.2 โปรแกรมคำนวณสี

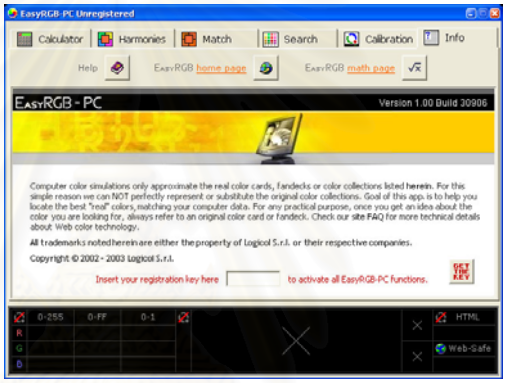
โปรแกรมตัวอย่างที่ 2 : EasyRGB-PC

เจ้าของ : Logical S.r.l., http://www.easyrgb.com

วัตถุประสงค์ : เป็นเครื่องมือใช้สำหรับคำนวณค่าสี และแปลงค่าสีต่างระบบ

4.2.1 วัตถุประสงค์การพัฒนาเพื่อใช้งานโปรแกรม

โปรแกรม EasyRGB-PC เป็นโปรแกรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการคำนวณ และแปลงค่าสีในระบบต่างๆ เพื่อผู้ใช้งานสามารถนำค่านั้นๆ ไปประยุกต์ใช้งานในโปรแกรมอื่นๆ ซึ่งมีความต้องการค่าที่แตกต่างกัน โดยมุ่งเน้นการใช้งานสีบนคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นระบบสีของแสง (RGB)

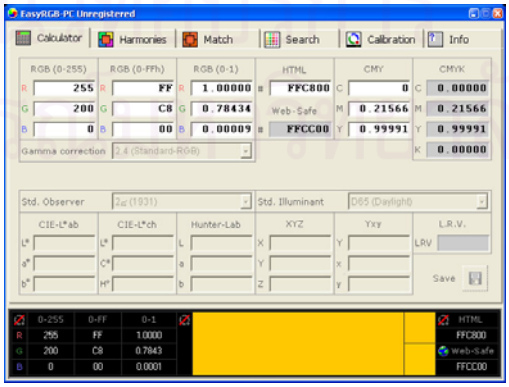


รูปที่ 2.24 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 1

4.2.2 แนวคิดในการทำงานของโปรแกรม

1) ส่วนการประมวลผลของโปรแกรม

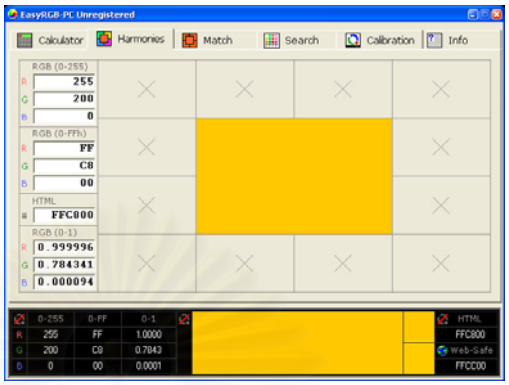
การคำนวณค่าสีต่างระบบกันนั้น โปรแกรมจะจัดให้อยู่ในรูปของสมการอย่างง่าย เพื่อความสะดวกในการกำหนดตัวแปร และความรวดเร็วในการคำนวณ



รูปที่ 2.25 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 2

2) ส่วนการแสดงผลของโปรแกรม

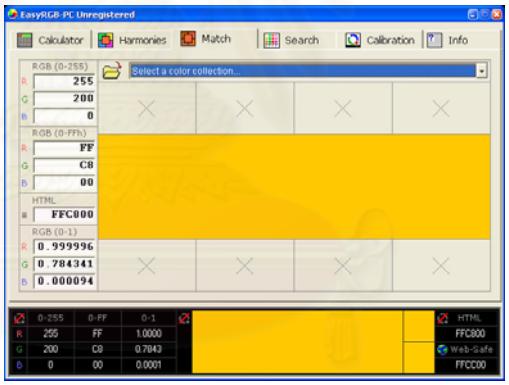
โปรแกรมจะแสดงค่าที่ได้จากการแปลงค่าโดยสมการ และแสดงผลสีตัวอย่างที่ได้ประกอบกัน



รูปที่ 2.26 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 3

4.2.3 ลักษณะการใช้งานของโปรแกรม

โปรแกรมจะแยกส่วนการทำงานออกเป็นหน้าต่างๆ อย่างอิสระ เพื่อการใช้งานที่เป็นสัดส่วน โดยจะมีการป้อนค่า (Input) สีที่กำหนดเป็นขั้นแรก เพื่อใช้ในการคำนวณในหน้าต่างๆ ทั้งหมด



รูปที่ 2.27 แสดงกรณีศึกษาตัวอย่างโปรแกรมคำนวณสีที่ 4

4.2.4 จุดเด่นและข้อจำกัดของโปรแกรม

1) ผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในเรื่องระบบสีบนคอมพิวเตอร์ จึงสามารถใช้งานโปรแกรมได้

2) การป้อนค่าต่างๆ จะต้องทราบขอบเขตของตัวเลขในส่วนของช่องค่านั้นๆ ไม่มีส่วนของปุ่มเพิ่มหรือลดค่า

3) แบ่งการใช้งานออกเป็นหน้าต่างๆ อย่างเป็นสัดส่วน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานได้อย่างอิสระ

บทที่ 3

แนวทางการออกแบบโปรแกรม

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสี การศึกษาหลักการทางคณิตศาสตร์ และทฤษฎีระบบพิกัดที่สัมพันธ์กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ประกอบกับข้อดีและข้อเสียที่ได้จากการศึกษาโปรแกรมตัวอย่างไปแล้วนั้น สามารถแบ่งแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม ได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม
2. การเก็บข้อมูลเบื้องต้น และการจัดการฐานข้อมูล
3. การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม
4. การวิเคราะห์วิธีประมวลผลของโปรแกรม
5. การแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลของโปรแกรม

1. การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

พิจารณาคุณสมบัติ และความสามารถในการนำมาใช้พัฒนาโปรแกรม จากวิธีการแสดงผลและประมวลผล โดยการคัดเลือกเครื่องมือในการออกแบบโปรแกรม โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม เนื่องจากสามารถใช้แสดงผล และประมวลผลได้ตามหลักเกณฑ์ และมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่สามารถนำมาประกอบการสร้างและพัฒนาความสามารถของโปรแกรม โดยพิจารณารายละเอียดดังนี้

1.1 สนับสนุนการประมวลผลสีได้ในระดับ 24 bit สามารถแสดงผลสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี

1.2 สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมที่ต้องติดต่อประสานกราฟิก (Graphic User Interface: GUI) และมีเครื่องมือช่วยพัฒนาด้านกราฟิก เช่น การใช้ API และส่วนประกอบ (Components) ต่างๆ

1.3 เป็นโปรแกรมที่แสดงผลเชิงกราฟิก (Graphic Interface) เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดี

1.4 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application) ที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดว์ (Microsoft Windows) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐาน มีผู้ใช้กันโดยทั่วไป สามารถพัฒนาโปรแกรมในเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อไปได้ง่าย

1.5 เป็นโปรแกรมที่สามารถพัฒนาได้ต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค เป็นโปรแกรมที่มีพื้นฐานมาจากภาษาเบสิค (BASIC) ซึ่งเป็นภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสำหรับผู้พัฒนาโปรแกรมโดยทั่วไป

1.6 สนับสนุนลักษณะการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming : OOP) โดยอาศัยแนวคิดจากการสร้าง Class ของ Object เพื่อให้ง่ายต่อการทำสำเนาต่อไปได้

1.7 สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูล (Database) เช่น ไมโครซอฟท์ แอคเซสส์ (Microsoft Access) เป็นต้น เพื่อนำไปพัฒนาความสามารถโปรแกรมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.8 เป็นโปรแกรมที่มีความสะดวก และยืดหยุ่นในการพัฒนาโปรแกรม เนื่องจากมีลักษณะที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว (Rapid Application Development: RAD)

จากคุณสมบัติต่างๆ ข้างต้น จึงเลือกโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 เป็นเครื่องมือสำหรับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

2. การเก็บข้อมูลเบื้องต้นและการออกแบบฐานข้อมูล

2.1 การเก็บข้อมูลเบื้องต้น

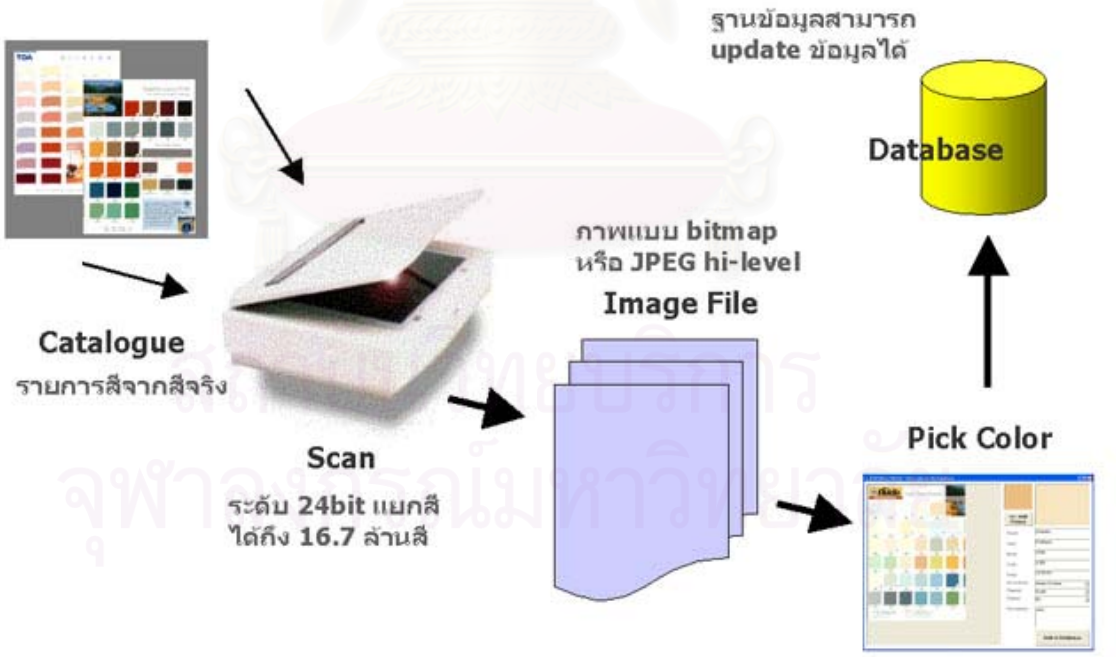
ข้อมูลในส่วนของรายการสีรวบรวมจากบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายสีทาอาคารที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศไทย เป็นกรณีศึกษาจำนวน 9 บริษัท เพื่อใช้ศึกษาหาแนวโน้มของการประมวลผลของโปรแกรมในส่วนของการเทียบสีและผสมสี โดยได้ทำการรวบรวมจากบริษัทผู้ผลิต และจำหน่ายสีทาอาคารที่มีชื่อเสียง ได้แก่ TOA, JOTUN, CAPTAIN, ICI, NIPPON PAINT, SINCLAIR, JBP, DUTCHBOY และ DELTA โดยได้เลือกพิจารณาคุณสมบัติของรายการสีที่จะนำมาใช้ประกอบการพัฒนาโปรแกรม ดังนี้

1) เป็นรายการสีที่มีจำหน่ายในประเทศไทย
2) เป็นสีที่ใช้ทาผนังอาคารทั้งภายนอก และภายใน
3) ประเภทของสีเป็นสีน้ำพลาสติก หรือสีน้ำอะครีลิค และสีน้ำมัน
4) ไม่เป็นสีที่มีคุณสมบัติพิเศษ ได้แก่ สีทอง สีบรอนส์ สีรองพื้น

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสี ได้เลือกใช้เครื่องแสกนเนอร์ยี่ห้อ PRIMAX รุ่น Colorado 600 (หรือเทียบเท่า) ซึ่งมีคุณสมบัติแสกนสีได้ในระดับ 24 bit ซึ่งแยกแยะสีได้ 16.7 ล้านสี มีความเข้ากันได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC (Personal Computer)

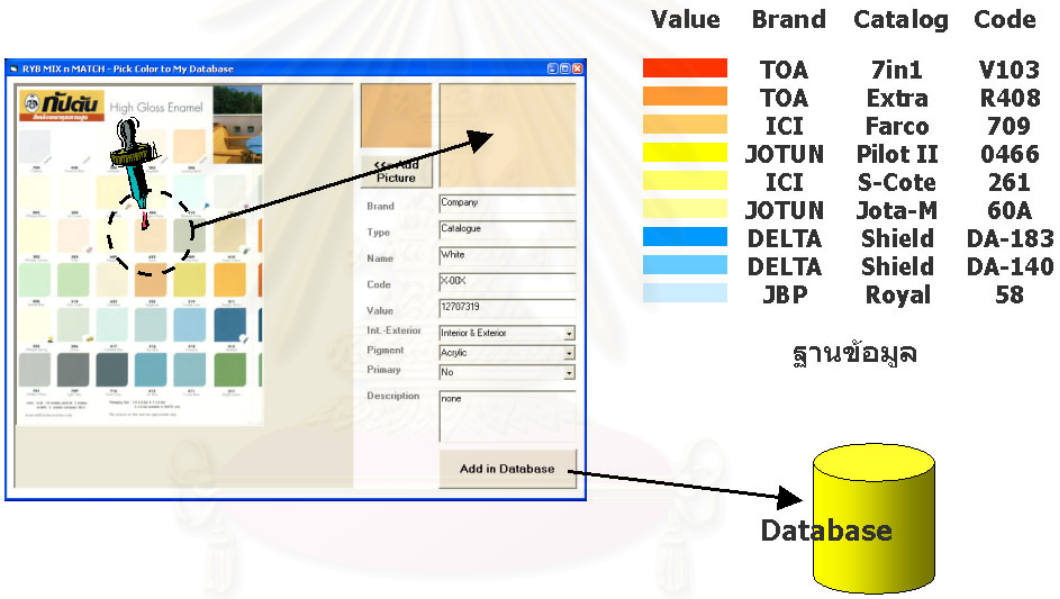
ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากรายการสี ดำเนินการดังต่อไปนี้

1) เลือกใช้โปรแกรมอะโดบี โฟโต้ช็อป (Adobe Photoshop) เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องแสกนเนอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีมาตรฐานในการจัดการเกี่ยวกับรูปภาพ และเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย
2) เมื่อได้รูปภาพจากการแสกนรายการสีแล้ว จะเก็บข้อมูลประเภทของภาพเป็น JPEG (Joint Photographic Experts Group) ซึ่งมีนามสกุลภายใต้ระบบดอสเป็น JPG มีการบีบขนาดภาพบิตแมป (Bitmap) โดยมีความสามารถทางด้านสี 2, 16, 256, 16.7 ล้านสี และความลึกสีแบบ 32 bit โดยทำการรวบรวมและแยกเป็นชุดรายการสีแต่ละหน้า
3) ขั้นตอนต่อมาเป็นการชี้ค่าสีจากช่องแสดงสีตัวอย่าง (Pantone) ในรายการสี เลือกเครื่องมือชี้ค่าสีโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 พัฒนาโปรแกรมย่อยเพื่อใช้เป็นเครื่องมือชี้ค่าสีจากภาพรายการสี ซึ่งจะมีความถูกต้องและแม่นยำในการชี้ค่าสีจากภาพ และนำค่าสีนั้นมาแสดงผลในโปรแกรมที่จะพัฒนาในการศึกษานี้ต่อไป
4) เมื่อได้ค่าสีแล้วจะนำไปเก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงการเก็บข้อมูลจากรายการสีไปเป็นฐานข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลสี โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่มีความสามารถในการจัดการรูปภาพมักจะมีเครื่องมือที่ใช้ชี้ค่าสีจากจุดตำแหน่งใดๆ ของภาพ (Pixel) ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีวิธีการ (Algorithm) ในการคำนวณ และประมวลผลค่าสีแตกต่างกัน สีที่ชี้ได้จากโปรแกรมหนึ่ง เมื่อนำมาแสดงสีในอีกโปรแกรมหนึ่ง อาจแสดงผลสีไม่เหมือนกัน ดังนั้น เพื่อแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือย่อยด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 เพื่อใช้ในการชี้ค่าสีเก็บเป็นข้อมูลในฐานข้อมูล เนื่องจากการศึกษานี้ได้พัฒนาโปรแกรมหลักด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 ซึ่งทำให้ค่าสีที่เก็บเป็นข้อมูลมีความเข้ากันได้ และมีความเที่ยงตรง เมื่อนำมาแสดงผลที่โปรแกรมหลักจะได้สีที่ไม่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม



รูปที่ 3.2 แสดงโปรแกรมที่พัฒนาเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลจากรายการสีไปเป็นฐานข้อมูล

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลสีนี้ จะถูกรวบรวมเป็นชุดโปรแกรม (Package) กับโปรแกรมหลักด้วย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้เครื่องมือนี้ในการเพิ่มเติมรายการสีเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลด้วยตนเองได้

2.2 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลในการศึกษานี้ได้เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ แอคเซสส์ 97 (Microsoft Access 97) ในการออกแบบและจัดการฐานข้อมูล เนื่องจากมีความเข้ากันได้กับโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 มีคำสั่งควบคุมการทำงานฐานข้อมูลโดยตรง และเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย

2.2.1 ชนิดของข้อมูล ในแต่ละเรคอร์ด (Record) จะเก็บชนิดของข้อมูลตามความเหมาะสม โดยจะมี 2 แบบ คือ

1) ข้อมูลแบบข้อความ (Text) เป็นข้อมูลที่เป็นอักขระในแบบข้อความ ซึ่งหมายถึงตัวอักษร และตัวเลขต่างๆ นำมารวมกันโดยไม่มีรูปแบบที่แน่นอนในแต่ละระเบียน ลักษณะการจัดเก็บแบบนี้จะไม่ต้องนำข้อมูลที่เก็บมาตีความหมายอีก ความหมายจะถูกกำหนดในข้อความ ได้แก่ ยี่ห้อสี, ชื่อรายการสี, ชื่อสี และ รหัสสี

2) ข้อมูลแบบตัวเลข (Number) ลักษณะการเก็บข้อมูลแบบตัวเลขจะเลือกเก็บเป็นขนาดของข้อมูลตามความเหมาะสม โดยอาจเก็บเป็นรหัสตัวเลขซึ่งไม่ต้องตีความก่อนใช้งาน ได้แก่ ค่าสี และดัชนี ส่วนข้อมูลที่ต้องนำมาตีความก่อนนำไปใช้งาน ได้แก่ ประเภทสีภายนอกและภายใน, แม่สี และชนิดสี โดยชนิดสีได้แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามการผลิตสี (บุญเลิศ ชุตินิมิตกุล, 2529: 8 – 12. อ้างถึงใน ประสาน รุ่งสว่าง, 2520: 49 – 51) คือ

- สีน้ำพลาสติก (Emulsion Paints) หรือสีน้ำอะครีลิค (Acrylic Emulsion Paints)
- สีน้ำมัน (Enamelled Paints)
- น้ำมันขัดเงา และแลคเกอร์ (Varnishes and Lacquers)
- สีสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น สีทาในอุตสาหกรรมต่อเรือ สีทาถนน เป็นต้น

ในการศึกษานี้จะรวบรวมรายการสีเฉพาะสีทาอาคารที่เป็น สีน้ำพลาสติก และสีน้ำมันเท่านั้น ไม่รวมถึงน้ำมันขัดเงา, แลคเกอร์ และสีสำเร็จรูปอื่นๆ

2.2.2 การจัดการแฟ้มข้อมูล ในการศึกษานี้ได้เลือกโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอคเซสส์ 97 เป็นตัวสร้างฐานข้อมูล และโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 เป็นเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล โดยสามารถสร้างระเบียนใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรับเปลี่ยนข้อมูลโดยการเพิ่ม (Adding) แก้ไข (Editing) และลบบางระเบียนออกไปได้ (Deleting)

2.2.3 ประเภทของแฟ้มข้อมูล เป็นแฟ้มข้อมูลตาราง (Table File) ซึ่งมีค่าคงที่ประกอบไปด้วยข้อมูลที่จัดไว้ให้ โปรแกรมจะนำข้อมูลในตารางไปใช้ในการแสดงผล และประมวลผล ตารางรายการสีได้ถูกรวบรวม และจัดให้อยู่ในรูปแบบของตารางดังรูปที่ 3.3

2.2.4 จากรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่ามีการจัดโครงสร้างแฟ้มข้อมูลโดยมีโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลแบบลำดับตามดัชนี (Index Sequential File) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลโดยแต่ละระเบียนในแฟ้มข้อมูลจะมีค่าของคีย์ฟิลด์ (Key Field) ที่ใช้เป็นตัวระบุระเบียนนั้น ค่าคีย์ฟิลด์จะไม่ซ้ำกันในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน เพราะการจัดโครงสร้างแฟ้มข้อมูลแบบนี้จะใช้คีย์ฟิลด์เป็นตัวเข้าถึงข้อมูล การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ่านระเบียนใดๆ จะเข้าถึงได้อย่างสุ่ม การจัดโครงสร้างแฟ้มข้อมูลต้องบันทึกลงสื่อข้อมูลที่เข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง

ID	Brand	Type	Name	Code	Value	in_ex	Pigment	Primary	Description
no. int.	text	text	text	text	no. long.	no. int.	no. int.	no. int.	text

Int. คือ เลขข้อมูลชนิด Interger และ long. คือ เลขข้อมูลชนิด Long

รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบตารางฐานข้อมูล

ID	ลำดับดัชนีเพื่อใช้อ้างถึงข้อมูล
Brand	ชื่อของยี่ห้อสี
Type	ชื่อของชุดสี
Name	ชื่อของสี
Code	รหัสสินค้า หรือเบอร์สี
Value	ค่าของสี RGB เก็บเป็นเลขฐาน 10
in_ex	ประเภทสี ภายนอก และภายใน
Pigment	ชนิดสี สีน้ำพลาสติก หรือสีน้ำอะครีลิค และสีน้ำมัน
Primary	แม่สีที่ระบุโดยผู้ผลิตสี
Description	คำอธิบายเพิ่มเติม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม

จากวัตถุประสงค์ในการศึกษา การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม มีเป้าหมายเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการเทียบสีจากรายการสี และผสมสีสารเป็นหลัก เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมมีความสะดวกและใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แบ่งประเด็นในการศึกษาเพื่อใช้ประกอบในการออกแบบโปรแกรมเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.1 กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

3.1.1 กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมทั่วไป

ผู้ใช้โปรแกรมระดับทั่วไป เป็นกลุ่มที่ใช้งานโปรแกรมโดยไม่ต้องการรายละเอียดข้อมูลมากนัก โดยต้องการทราบแบบสี เลือกสีจากรายการสีเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ และกำหนดสีให้แก่อาคาร

3.1.2 กลุ่มผู้ออกแบบและเลือกใช้สี

กลุ่มผู้ออกแบบและเลือกใช้สี เป็นกลุ่มที่มีความต้องการรายละเอียดของสีที่เลือกใช้ นอกจากการเลือกสีจากรายการสีเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ และกำหนดสีให้แก่อาคารแล้ว ยังต้องการรายละเอียดในส่วนของการนำข้อมูลไปประกอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ ที่ใช้ในการออกแบบได้ และอาจต้องใช้ส่วนของการพิมพ์รายงานเพื่อนำไปประกอบกับแบบเสนองาน หรือแบบก่อสร้างด้วย

3.2 ส่วนโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

3.2.1 ส่วนโครงสร้างตัวแปรหลักของโปรแกรม

ส่วนโครงสร้างตัวแปรหลักของโปรแกรม หมายถึง ส่วนที่ใช้ติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้โปรแกรม โดยอาจใช้วิธีการป้อนข้อมูลผ่านแผงแป้นอักขระ (Keyboard) หรือผ่านอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Mouse) เพื่อปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรหลักในการประมวลผลของโปรแกรม เช่น การเลือกสีจากฐานข้อมูล การเลือกสีจากการชี้ค่าสี (Picking Color) การกำหนดจำนวนสีในการเทียบสี (Number of Match) เป็นต้น

3.2.2 ส่วนโครงสร้างสนับสนุนโปรแกรม

ในการกำหนดตัวแปรหลักเพียงอย่างเดียวนั้น อาจได้ข้อมูลในการประมวลผลที่ไม่สามารถแสดงถึงรายละเอียดอื่นๆ ได้ หากผู้ใช้โปรแกรมต้องการปรับแก้ค่าตัวแปรเสริมให้มีความละเอียดยิ่งขึ้นก็สามารถกำหนดจากตัวแปรสนับสนุนได้

3.2.3 <u>ส่วนการแสดงผลของโปรแกรม</u>

หลังจากการป้อนข้อมูลที่จำเป็น และผ่านการประมวลผลโดยโปรแกรม แล้วสามารถนำผลที่ได้มาแสดงผลได้ 2 ลักษณะคือ

1) การแสดงผลผ่านทางจอภาพ (Monitor) จะแสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในทันที เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาได้
2) การแสดงผลผ่านเครื่องพิมพ์ (Printer) หลังการสรุปผลการออกแบบแล้วสามารถพิมพ์รายละเอียดที่ได้ผ่านเครื่องพิมพ์ลงบนกระดาษเก็บเป็นสำเนา หรือนำไปเป็นใบสั่งงานต่อไปได้

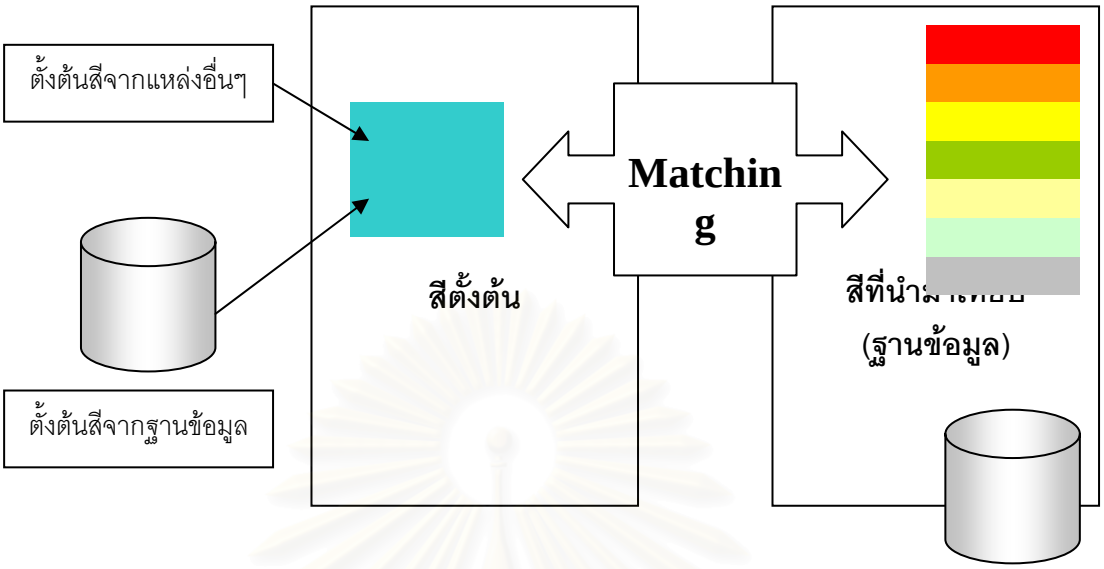
ในการทำงานของส่วนโครงสร้างทั้ง 3 ส่วนข้างต้น หากกำหนดลำดับตามลักษณะของการใช้งานได้เหมาะสม จะช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

3.3 การจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สะดวกและเข้าใจง่ายแก่ผู้ใช้งาน สามารถทำได้หลายลักษณะ ควรกำหนดตำแหน่งของส่วนติดต่อระหว่างโปรแกรมและผู้ใช้งานตามลำดับการทำงาน ทั้งนี้เพื่อให้การใช้งานโปรแกรมสะดวกและจะช่วยให้การเรียนรู้วิธีใช้งานโปรแกรมได้รวดเร็วขึ้น โดยการพิจารณาส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรมแบ่งรายละเอียดของส่วนต่างๆ ดังนี้

3.3.1 <u>ส่วนของการเทียบสี</u>

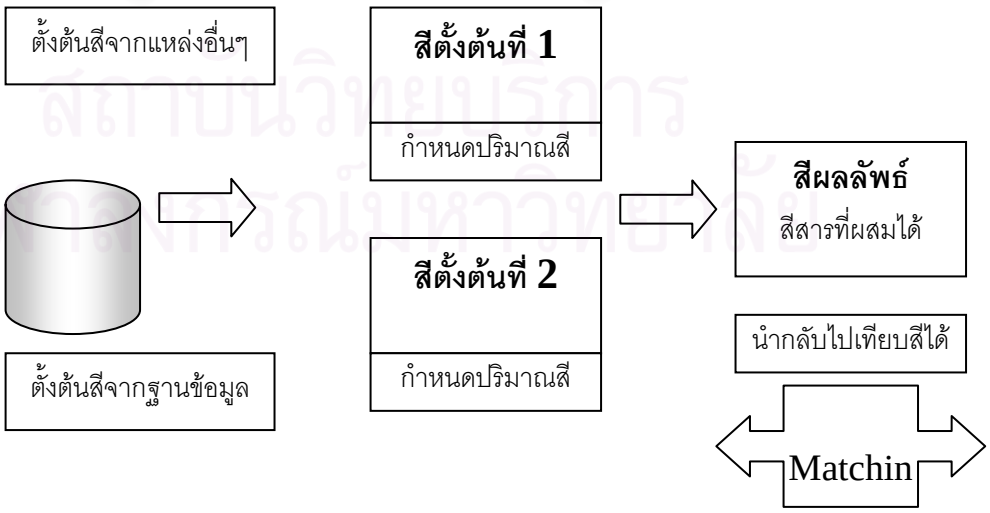
แบ่งหน้าจอการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนทางด้านซ้ายจะเป็นกลุ่มของรายการสีตั้งต้น และส่วนทางด้านขวาเป็นกลุ่มของรายการสีที่ใช้เทียบสี เมื่อผู้ใช้งานเริ่มต้นใช้โปรแกรม จะแสดงส่วนด้านซ้ายซึ่งเป็นรายการสีตั้งต้น โดยผู้ใช้งานสามารถใช้งานเสมือนหน้าของรายการสี (Catalogue) ซึ่งสามารถเลือกเปิดดูรายการสีได้จากส่วนนี้ เมื่อต้องการเทียบสีจึงมาใช้งานส่วนทางด้านขวา โดยจะมีปุ่มเครื่องมือให้ใช้ในการเทียบสี (Matching) และการกำหนดจำนวนสีในการเทียบสี (Number of Match) ได้



รูปที่ 3.4 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการเทียบสี

3.3.2 ส่วนของการผสมสี

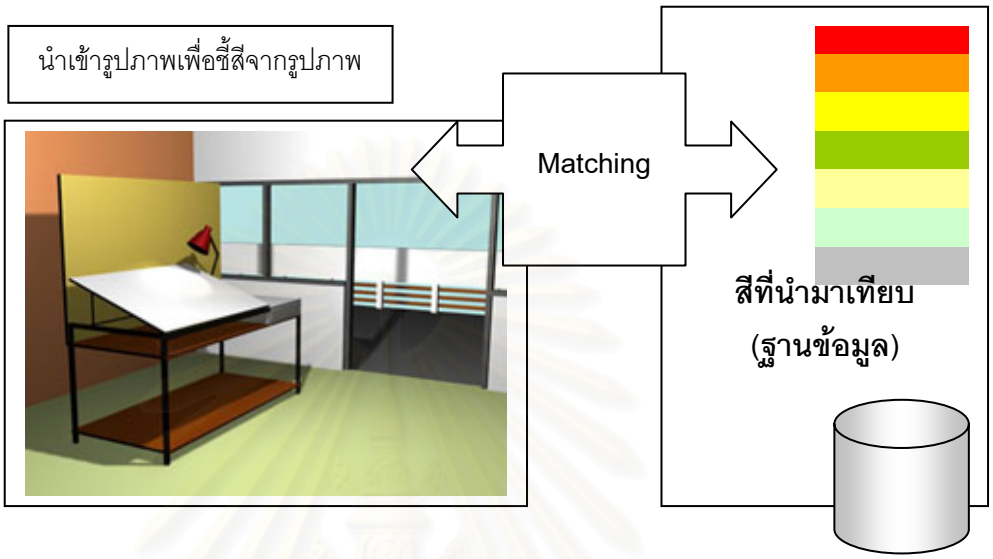
กำหนดวิธีการผสมสีโดยแบ่งออกเป็นสีตั้งต้น สีที่นำมาผสม และสีผลลัพธ์ โดยจะแสดงสี และค่าของสี ผู้ใช้งานสามารถเลือกสีได้จาก 3 ส่วนนี้ เพื่อให้ได้คำตอบสีที่ต้องการ อีกทั้งยังสามารถกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างคู่สีผสมได้อีกด้วย โดยการกำหนดสีตั้งต้นนี้จะเป็นตัวกำหนดขอบเขตของสี (GAMUT) ที่จะผสมได้ทั้งหมด



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการผสมสี

3.3.3 ส่วนของการนำเข้ารูปภาพ

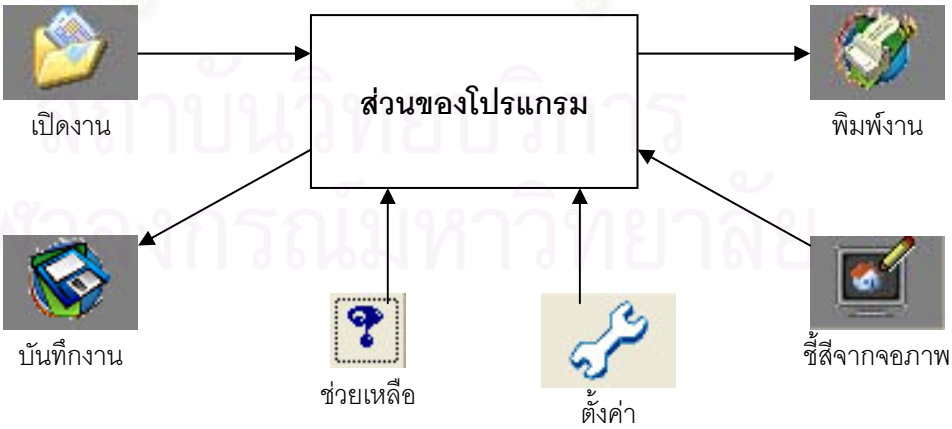
ส่วนของการนำเข้ารูปภาพ เป็นการเพิ่มความสามารถให้โปรแกรม โดยทำการเลือกสีจากตำแหน่งใดๆ บนรูปภาพ เพื่อนำมาใช้ในการเทียบสีจากรายการสี ผู้ใช้งานสามารถเลือกลักษณะของรูปภาพได้อย่างอิสระ



รูปที่ 3.6 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนของการนำเข้ารูปภาพ

3.3.4 ส่วนเครื่องมือของโปรแกรม

เป็นชุดเครื่องมือช่วยในการใช้งานโปรแกรม ได้แก่ เครื่องมือชี้ค่าสีจากจอภาพ, การเปิดและบันทึกงานของโปรแกรม, ส่วนของการพิมพ์รายงาน, การตั้งค่าของโปรแกรม และเครื่องมือช่วยเหลือ



รูปที่ 3.7 แสดงการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในส่วนเครื่องมือของโปรแกรม

4. การวิเคราะห์วิธีประมวลผลของโปรแกรม

การวิเคราะห์วิธีประมวลผลของโปรแกรมจะอธิบายแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรม และแสดงวิธีการคำนวณในส่วนการทำงานหลักของโปรแกรมเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดข้อมูลเบื้องต้น

การกำหนดข้อมูลเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูล และส่วนการใช้งานข้อมูล

4.1.1 ส่วนของข้อมูล จะถูกกำหนดโดยการเลือกสีของผู้ใช้งานซึ่งจะได้จากสีหลัก คือ ส่วนของฐานข้อมูลรายการสี ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกได้จากโปรแกรมที่ได้จัดเตรียมไว้ให้เป็นกรณีศึกษาเท่านั้น และจากการกำหนดสีขึ้นเอง ได้แก่ จากคำสั่งเรียกใช้หน้าต่างสี (Common Dialog Box Color) และจากการใช้เครื่องมือชี้สีจากตำแหน่งใดๆ บนหน้าจอ (Picking Color)

4.1.2 ส่วนการใช้งานข้อมูล จะมี 2 ส่วนหลัก คือ การนำไปใช้เทียบสี (Matching) และการผสมสี (Mixing) โดยได้ออกแบบให้ 2 ส่วนนี้แยกส่วนการทำงานออกจากกัน เพื่อความสะดวกในการใช้โปรแกรมของผู้ใช้งาน

4.2 วิธีการประมวลผลส่วนการเทียบสี (Matching Color)

จากหลักการแสดงผลสีของจอภาพที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การแสดงผลสีใน 1 จุดพิกเซลของจอภาพเกิดจากการผสมสีแสง RGB ในระดับค่าต่างๆ เกิดเป็นสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี โดยคอมพิวเตอร์จะทำการส่งค่าของข้อมูลตัวเลขจำนวน 3 ค่า นั่นคือ ค่าของสี R,G,B ซึ่งในแต่ละค่าจะมีระดับที่ต่างกันตั้งแต่ 0 – 255 เพื่อควบคุมการแสดงสีใน 1 จุดพิกเซลนั้นๆ แล้วส่งค่าในระดับอื่นไปยังจุดพิกเซลถัดไปอย่างรวดเร็วแล้วเกิดเป็นภาพบนหน้าจอ นั่นคือหลักการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับจอภาพเบื้องต้น ซึ่งในการเก็บค่าสีของคอมพิวเตอร์มีหลักการ ดังนี้

คอมพิวเตอร์ประมวลผลค่าสีด้วยข้อมูลที่อยู่ในรูปของรหัสที่เรียกว่า บิต (Bit) โดย 1 บิต มี 2 ค่า นั่นคือ ปิดและเปิด หรือ 0 และ 1 หรือเลขฐาน 2 เช่น

1 บิต หรือ 2^1 มี 2 สี หรือเรียกว่าสามารถแสดงแสงสีได้ 2 ระดับค่านั่นเอง เช่น สีขาว (เปิด) และสีดำ (ปิด)

2 บิต หรือ 2^2 มี 4 สี หรือเรียกว่าสามารถแสดงแสงสีได้ 4 ระดับค่านั่นเอง เช่น หากมีแสงสี 1 สีจะต้องแสดงแสงสีได้ 4 ระดับ โดยอาจเป็นสีขาว สีเทาอ่อน สีเทาเข้ม และสีดำ หรือจะเป็นแสงสีแดง 4 ระดับก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าจะเป็นสีใด หรือหากมีแสงสี 2 สีก็คือแต่ละสี

แสดงแสงสีได้ 2 ระดับแล้วเมื่อผสมกันจะได้ 4 ระดับ โดยอาจเป็นสีแดง สีเขียว สีเหลือง (สีแดง + สีเขียว) และสีดำ (ปิดแสง) เป็นต้น

ดังนั้น ในระบบสี RGB ที่เรียกว่าเป็นระบบสี 24 บิต นั่นก็คือ R,G,B มี 3 ช่องสี สีละ 8 บิต ซึ่งก็คือ 2^8, 2^8, 2^8 = 2^{24} ซึ่งก็คือ ในแต่ละช่องสีสามารถแสดงแสงสีได้ 2^8 หรือ 256 ระดับ (ในระบบคอมพิวเตอร์นับตั้งแต่ 0 – 255) และเมื่อทั้ง 3 ช่องสีแสดงผลรวมกันจะสามารถแสดงแสงสีได้ถึง 2^{24} หรือ 16,777,216 สี นั่นเอง

โดยในการแสดงตัวแปร R,G,B หมายถึง การแสดงค่าระดับสีที่แยกกัน 3 ช่อง เช่น 255,255,0 และตัวแปร RGB หมายถึง การแสดงค่าระดับสีที่แปลงเป็นข้อมูลเลขฐาน 10 หรือเลข Long ซึ่งในการคำนวณค่าจาก R,G,B ไปเป็น RGB โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวลเบสิค 6.0 จะคำนวณจากค่า R เป็นหลักหน่วย โดยสมการดังต่อไปนี้

RGB = R + (G * 256) + (B * 65536)

ซึ่งในโปรแกรมอื่นๆ อาจมีวิธีการคำนวณที่แตกต่างออกไป จากนั้นฐานข้อมูลได้เก็บข้อมูลสีจากรายการสีไว้ในรูปของ RGB เมื่อจะนำค่า RGB มาใช้ในการแสดงผลบนจอภาพจะต้องทำให้อยู่ในรูปของ R,G,B การคำนวณจาก RGB ไปเป็น R,G,B คำนวณได้จาก

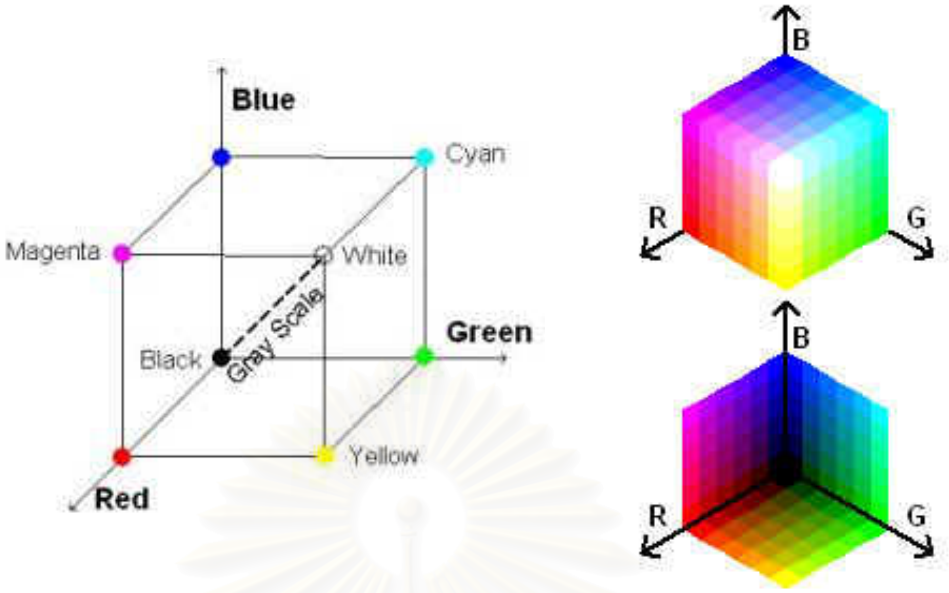
R = RGB – (R * 65536) – (G * 256)

G = (RGB – (R * 65536)) / 256

B = RGB / 65536

จากที่กล่าวมาแล้วว่า ระบบสี RGB เป็นการกำหนดระดับสีที่ใช้ในการแสดงผลสีของจอภาพ ระดับสีที่แตกต่างกันนี้ก็คือการผสมสีแบบบวก (Additive Color) ซึ่งทำความเข้าใจยาก ดังนั้น จึงได้มีการจัดรูปแบบของระบบสี RGB เป็นลักษณะของแบบจำลองรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ที่เรียกว่า “RGB Cube“ เพื่อใช้ในการอธิบายระบบสี RGB ให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

โดยกำหนดตำแหน่งของสี R,G,B ที่มุมของลูกบาศก์ดังรูปที่ 3.8 สี R,G,B ผสมกันจะได้ตำแหน่งของสีอีกมุมหนึ่งนั่นคือ C,M,Y และอีก 2 มุมที่เหลือคือ สีดำที่มุมของ RGB และสีขาวที่มุมของ CMY จะเห็นได้ว่าสีถูกผสมในแนวแกนระหว่างมุมหนึ่งไล่สีไปสู่อีกมุมหนึ่ง ในลักษณะ 3 มิติ และแต่ละสีก็จะมีตำแหน่งกำหนดไว้ด้วย



รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของแบบจำลองสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ RGB

จากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่าลูกบาศก์สี RGB นี้มีลักษณะตรงกับลักษณะของระบบพิกัด 3 มิติ โดยเราสามารถแทนตำแหน่งของค่าสี R,G,B ในระบบพิกัด x,y,z ได้ตามลำดับ จากนั้นจะเห็นได้ว่าสีจะมีตำแหน่งของตัวมันเองในค่าของพิกัด x,y,z ในการไล่สีจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งทำให้เกิดกลุ่มของสีขึ้นเป็นช่วงๆ เป็นสีที่มีค่าสีที่ใกล้เคียงกันเป็นลำดับ

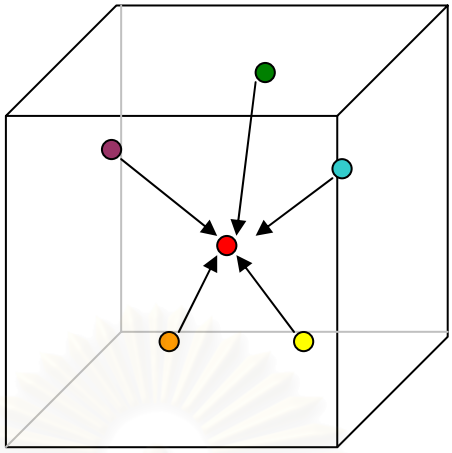
ในการเทียบสี (Matching) เราสามารถทำการเทียบระยะทางจากตำแหน่งพิกัดของสีได้ สีที่มีระยะทางใกล้กันจะมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน โดยการกำหนดสีตั้งต้น 1 สี จากนั้นนำสีจากฐานข้อมูลที่จะทำการเทียบสีมาวัดระยะทางจากสีตั้งต้นนั้น สีจากฐานข้อมูลสีใดที่มีค่าการวัดระยะทางที่น้อยที่สุด หมายความว่า สีนั้นคือสีที่มีตำแหน่ง และค่าสีที่ใกล้เคียงที่สุด โดยการวัดระยะทางคำนวณได้จาก

$$V = \sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2 + (z_1-z_2)^2}$$

โดย V คือ ระยะทาง

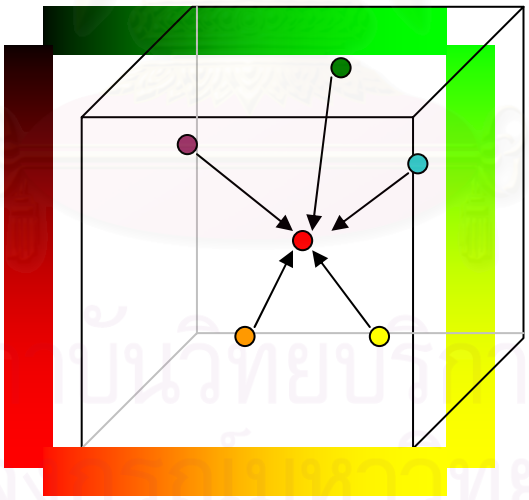
x_1 , y_1 , z_1 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้น

x_2 , y_2 , z_2 คือ ตำแหน่งของสีจากฐานข้อมูล หรือสีที่นำมาเทียบ



รูปที่ 3.9 แสดงการเทียบระยะทางจากสีตั้งต้นเพื่อหาสีที่ใกล้เคียงที่สุด

แต่การใช้แบบจำลองสี RGB เทียบสีจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในกรณีตำแหน่งของสีที่นำมาเทียบมีระยะทางที่เท่ากันจากตำแหน่งของสีตั้งต้น ซึ่งเป็นไปได้ในหลายตำแหน่งและหลายสี เช่น สีตั้งต้นเป็นสีแดง สีที่นำมาเทียบที่มีระยะทางที่เท่ากันเป็นไปได้ทั้งสีส้ม สีเหลือง สีฟ้า สีเขียว สีม่วง เป็นต้น ซึ่งสีที่ควรจะเป็นคำตอบของสีที่ใกล้เคียงควรจะเป็นสีส้ม เนื่องจากสีส้มเป็นสีที่อยู่ในช่วงของสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงข้อผิดพลาดในการใช้แบบจำลองสี RGB เทียบสี

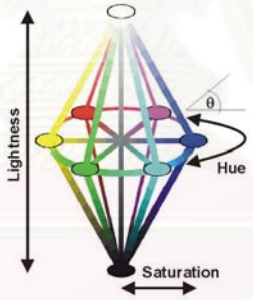
วิธีการแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยการควบคุมช่วงของตำแหน่งของสี เช่น สีตั้งต้นเป็นสีแดง สีที่นำมาเทียบจะต้องอยู่ในช่วงประมาณสีแดง สีที่อยู่นอกช่วงนี้จะไม่นำมาเทียบ เป็นต้น แต่แบบจำลองสี RGB มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ไม่เอื้อต่อการกำหนดช่วงของตำแหน่งสี ซึ่งไม่สามารถทำได้ หรือทำได้ยาก ดังนั้น จึงต้องจัดตำแหน่งของสีให้อยู่ในรูปทรงที่สามารถควบคุมช่วงของสีได้

แบบจำลองสีเอชเอสแอล (HSL) เป็นแบบจำลองสีที่สามารถใช้อธิบายระบบสีสารกำหนดตำแหน่งของสี รวมไปถึงการผสมสีให้เข้าใจได้ง่าย โดยมีพื้นฐานมากจากการจัดตำแหน่งวงจรสีรูปวงกลม มีลักษณะดังนี้

H ย่อมาจาก “Hue” คือ สีแท้ เป็นสีที่มีค่าความอิ่มตัวสูงสุด มีการจัดเรียงตำแหน่งเป็นรูปวงกลม โดยสีแท้จะอยู่ตามตำแหน่งองศาของวงกลมในแนวเส้นรอบวง สามารถแบ่งช่วงตำแหน่งสีหลักพื้นฐาน 6 สี ช่วงละ 60 องศาเท่าๆ กัน คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีชมพูม่วง ตามลำดับ สามารถแทนค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของสีได้ดังรูปที่ 3.11

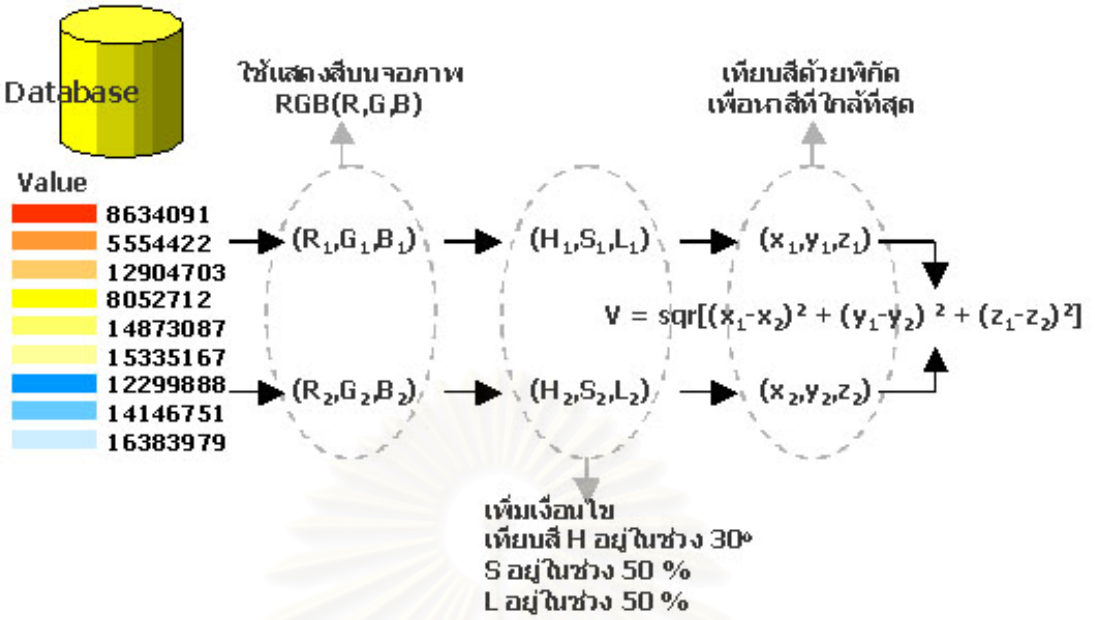
S ย่อมาจาก “Saturation” คือ ค่าความอิ่มตัวของสี มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 สีที่มีค่าความอิ่มตัวเป็น 0 จะอยู่ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลมที่ xyz(0,0,0) และเป็นสีเทาระดับกลาง RGB(127.5,127.5,127.5) ส่วนสีที่มีค่าความอิ่มตัวเป็น 100 จะอยู่ที่แนวเส้นรอบวงนั่นก็คือ สีแท้ (Hue) นั่นเอง จะเห็นได้ว่าค่าความอิ่มตัวของสีจะมีลักษณะเป็นแนวเส้นรัศมีของวงกลม

L ย่อมาจาก “Lightness” คือ ค่าความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 เป็นแนวของค่าสีขาวถึงสีดำ โดยค่าความสว่างที่ 50 จะอยู่ในตำแหน่งของจุด 0,0,0 สีดำจะอยู่ค่าที่ 0 และสีขาวจะอยู่ค่าที่ 100 ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงแบบจำลองสี HSL

จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสี HSL จะมีลักษณะเป็นรูปทรงกรวยเปิดและปิด มีการกำหนดค่าของสีในลักษณะขององศา และช่วงของค่าระดับสีขาวและสีดำ ทำให้สามารถควบคุมช่วงของสีได้ เช่น ช่วงที่เห็นเป็นสีเหลืองอยู่ในช่วง 45 – 75 องศา เป็นต้น แบบจำลองสี HSL มีความสัมพันธ์กับระบบสี RGB ซึ่งทั้งสองระบบสีนี้คือค่าคุณลักษณะของสี เช่น สีแดงที่ประกอบไปด้วย RGB(255,0,0) หรือสีแดงที่ประกอบไปด้วย HSL (0,100,50) เป็นต้น ซึ่งจะต้องคำนวณหาตำแหน่ง x,y,z ของสีในแบบจำลองสี HSL เพื่อนำไปใช้คำนวณหาระยะทางในการเทียบสีต่อไป โดยสามารถแสดงเป็นแนวความคิดในการเทียบสี ได้ดังนี้



รูปที่ 3.12 แสดงแนวความคิดในการเทียบสีของโปรแกรม

วิธีการแปลงระบบสี RGB ไปเป็นแบบจำลองสี HSL

การแปลงระบบสี RGB ไปเป็นแบบจำลองสี HSL มีวิธีการดังต่อไปนี้

- แปลงค่า RGB จากฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปของ R,G,B ได้จากสมการ

  R = RGB – (R * 65536) – (G * 256)

  G = (RGB – (R * 65536)) / 256

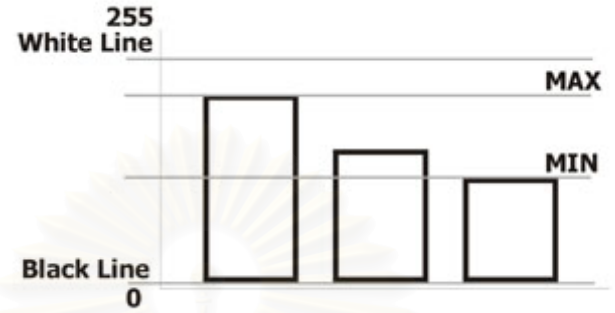
  B = RGB / 65536

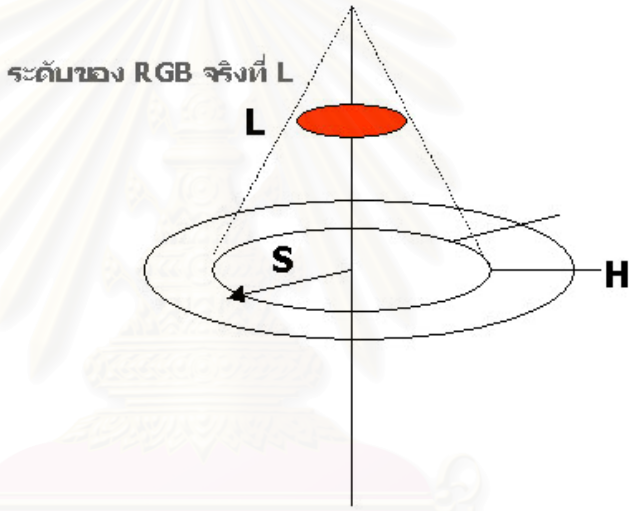
  แล้วนำค่า R,G,B มาแทนค่าสีในตำแหน่งของแบบจำลองสี HSL เริ่มที่ตำแหน่งของค่า L

- ค่า L หาได้จากค่าเฉลี่ยของค่าสีที่มีค่าความสว่างมากที่สุดรวมกับค่าสีที่มีค่าความสว่างน้อยที่สุดของชุดสี R,G,B ค่าความสว่างมากที่สุดคือค่าสีที่มีค่าเข้าใกล้ 255 และค่าความสว่างน้อยที่สุดคือค่าสีที่มีค่าเข้าใกล้ 0 จะเห็นได้ว่าชุดสี R,G,B จริงจะอยู่ที่ตำแหน่งของค่า L (ในขั้นตอนนี้หากค่ามากที่สุดของชุดสี R,G,B มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่า ทุกสีมีค่าเท่ากับ RGB(0,0,0) และเป็นสีดำ และหากค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 255 หมายความว่า ทุกสีมีค่าเท่ากับ RGB(255,255,255) และเป็นสีขาว ซึ่งจะแยกกรณีออกไปเป็นคำตอบโดยไม่ต้องทำการคำนวณในขั้นตอนต่อไป)

$$L = \frac{MAX(R,G,B) + MIN(R,G,B)}{2} * \frac{100}{255}$$

การคูณด้วย 100 หารด้วย 255 คือการทำให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์





- เลื่อนตำแหน่งของชุดสี R,G,B ไปที่จุด xyz(0,0,0) เพื่อจะใช้หาค่า S โดยในการเลื่อนตำแหน่งของชุดสี R,G,B จะต้องทำการคำนวณสัดส่วนจากขนาดของค่า L ซึ่งเป็นสัดส่วนลักษณะของ 3 เหลี่ยมคล้าย เมื่อเลื่อนมาที่จุด xyz(0,0,0) แล้วค่า R,G,B จะเปลี่ยนไปด้วย โดยจะให้ชื่อตัวแปรใหม่ว่า sR,sG,sB ซึ่งเป็นค่าที่จะใช้ในการคำนวณหาค่า S ในขั้นตอนนี้จะแยกออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ค่า L น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 และกรณีที่ค่า L มากกว่า 50

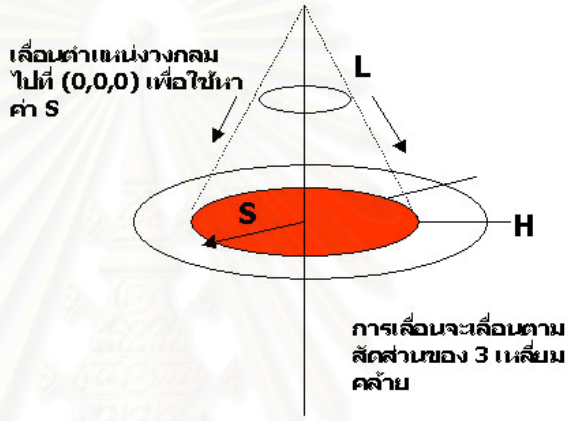
กรณี L <= 50

$$\frac{L}{50} = \frac{(R,G,B)}{(sR,sG,sB)}$$

กรณี L > 50

$$\frac{100 - L}{50} = \frac{(255,255,255) - (R,G,B)}{(255,255,255) - (sR,sG,sB)}$$

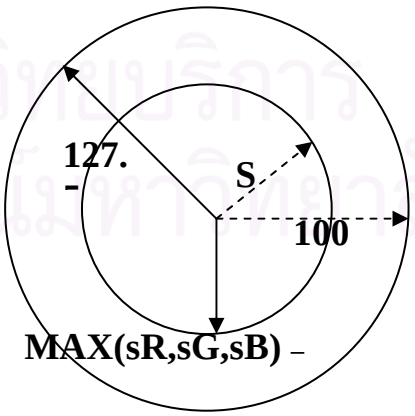
โดยค่า R,G,B ในวงเล็บให้ทำการคำนวณทีละค่า เช่น $\frac{L}{50} = \frac{R}{sR}$



รูปที่ 3. ıration)

- นำค่า sR,sG,sB มาคำนวณหาค่า S โดยตำแหน่ง xyz(0,0,0) จะมีค่าของ R,G,B เท่ากับ 127.5,127.5,127.5 และมีระยะของรัศมีเท่ากับ 127.5

$$\frac{S}{100} = \frac{|\ (MAX(sR,sG,sB) - (127.5,127.5,127.5))\ |}{127.5}$$

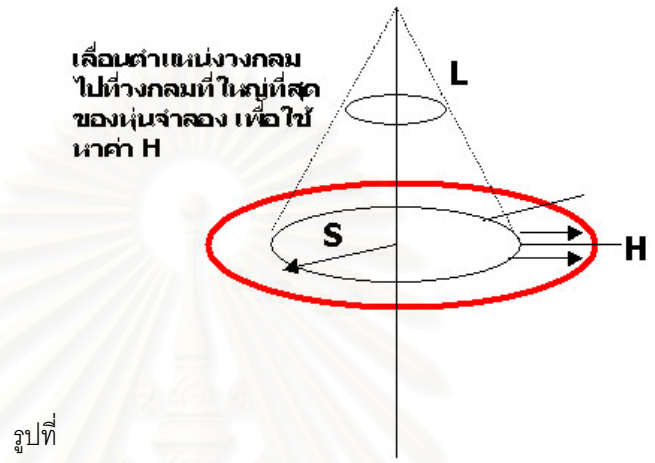


รูปที่ 3.15 แสดงวิธีการหาค่า S (Saturation)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ขยายขนาดของ sR,sG,sB ไปที่ตำแหน่งของวงกลมที่ใหญ่ที่สุดของรูปทรงกรวย โดยค่า sR,sG,sB จะมีค่าเปลี่ยนไป ให้ชื่อตัวแปรใหม่ว่า hR,hG,hB เพื่อนำค่า hR,hG,hB ไปทำการทดค่าในช่วงขององศาเพื่อหาค่า H

$$\frac{S}{100} = \frac{(sR,sG,sB) - (127.5,127.5,127.5)}{(hR,hG,hB) - (127.5,127.5,127.5)}$$



รูปที่ ue)

- ค่าของสีที่ตำแหน่งของเส้นรอบวงกลมที่ใหญ่ที่สุดของรูปทรงกรวยนี้มีค่าความอิ่มตัวสูงสุด ซึ่งในขั้นตอนนี้เราทราบค่า R,G,B ของสีในตำแหน่งทั้ง 6 ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงสามารถเทียบค่าตามเงื่อนไขของแต่ละช่วงสีได้ ในขั้นตอนนี้ค่ามากที่สุดของ hR,hG,hB จะมีค่าเท่ากับ 255 และค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งเราจะนำค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดนี้ไปเทียบว่าตรงกับช่วงใดของวงกลม เช่น (255,70,0) อยู่ในช่วงของสีแดง (255,0,0) ถึงช่วงสีเหลือง (255,255,0) เป็นต้น และนำค่ากลางของ hR,hG,hB ไปเทียบค่ากับช่วงของหน่วยองศาเพื่อหาค่า H

ช่วง (255,0,0) ถึง (255,255,0)

if (hR=255) and (hB=0) then H = 60 * (hG / 255)

ช่วง (255,255,0) ถึง (0,255,0)

if (hG=255) and (hB=0) then H = (60 * (255 - hR) / 255) + 60

ช่วง (0,255,0) ถึง (0,255,255)

if (hG=255) and (hR=0) then H = (60 * hB / 255) + 120

ช่วง (0,255,255) ถึง (0,0,255)

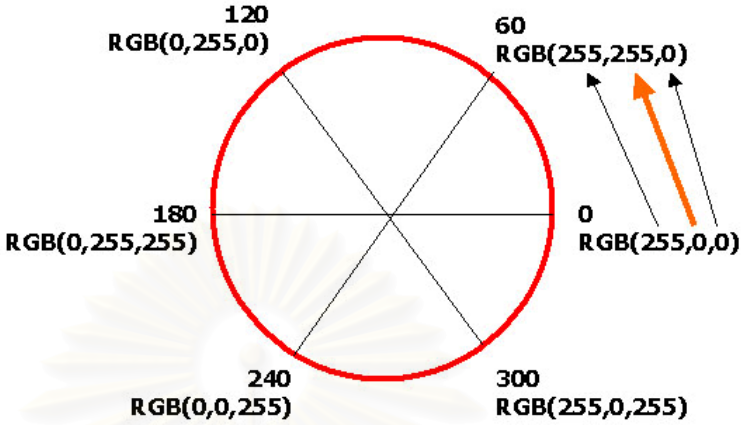
if (hR=0) and (hB=255) then H = (60 * (255 - hG) / 255) + 180

ช่วง (0,0,255) ถึง (255,0,255)

if (hG=0) and (hB=255) then H = (60 * hR / 255) + 240

ช่วง (255,0,255) ถึง (255,0,0)

if (hR=255) and (hG=0) then H = (60 * (255 - hB) / 255) + 300

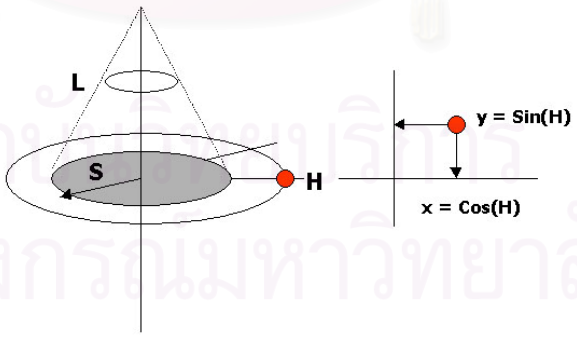


รูปที่ 3.17 แสดงวิธีการหาค่า H (Hue)

วิธีการหาตำแหน่งพิกัด x,y,z ในแบบจำลองสี HSL

ค่าของ H,S,L นี้เป็นคุณลักษณะของสีที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปของแบบจำลอง HSL ซึ่งยังไม่ใช่ตำแหน่งพิกัดของสี ดังนั้น จะต้องนำมาคำนวณหาตำแหน่งของพิกัด x,y,z ในแบบจำลองสี HSL ได้ดังต่อไปนี้

- เมื่อทราบตำแหน่งขององศา หรือค่า H แล้วเราสามารถหาตำแหน่ง x และ y ได้จาก x = Cos(H) และ y = Sin(H) แต่ตำแหน่ง x และ y นี้เป็นตำแหน่งที่อยู่บริเวณเส้นรอบวงของวงกลมที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งไม่ใช่ตำแหน่งสีจริง



รูปที่ 3.18 แสดงวิธีการหาค่าพิกัด x,y ที่ตำแหน่ง H (Hue)

- นำค่า S มาคำนวณสัดส่วนเพื่อหาตำแหน่ง x และ y ที่ตำแหน่งของ S และนำค่า L มาคำนวณสัดส่วนเช่นกัน ในขั้นตอนนี้จะแยกออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ค่า L น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 และกรณีที่ค่า L มากกว่า 50

กรณี L <= 50

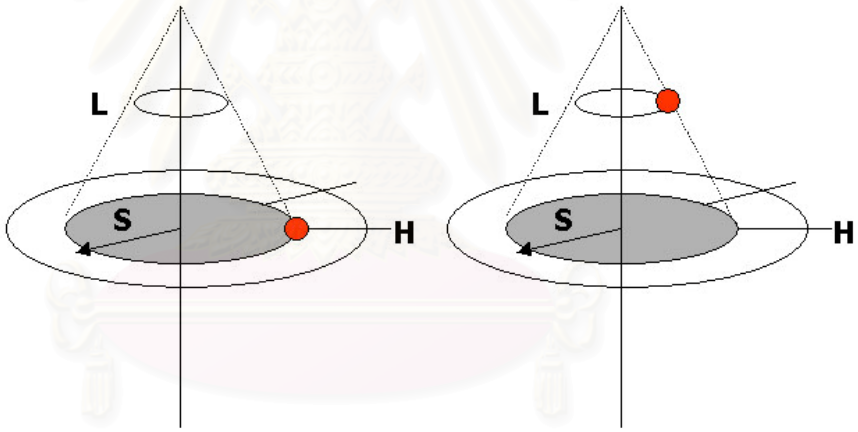
$$x = \frac{S * L * (\text{Cos}(H))}{50}$$

$$y = \frac{S * L * (\text{Sin}(H))}{50}$$

กรณี L > 50

$$x = \frac{S * (100 - L) * (\text{Cos}(H))}{50}$$

$$y = \frac{S * (100 - L) * (\text{Sin}(H))}{50}$$



รูปที่ 3.19 แสดงวิธีการหาค่าพิกัด x,y ที่ตำแหน่ง S (Saturation) และ L (Lightness)

- จะได้ค่า x และ y ส่วนค่า z จะมีค่าเท่ากับ L เนื่องจาก L เป็นค่าในแนวแกน z

$$z = L$$

เมื่อได้ตำแหน่ง **x,y,z** ของสีตั้งต้น และสีที่จะนำมาเทียบแล้ว สามารถหาระยะทางระหว่างตำแหน่ง **x,y,z** ของสีทั้งสองได้โดย

$$V = \sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2 + (z_1-z_2)^2}$$

โดย V คือ ระยะทาง

x_1 , y_1 , z_1 คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้น

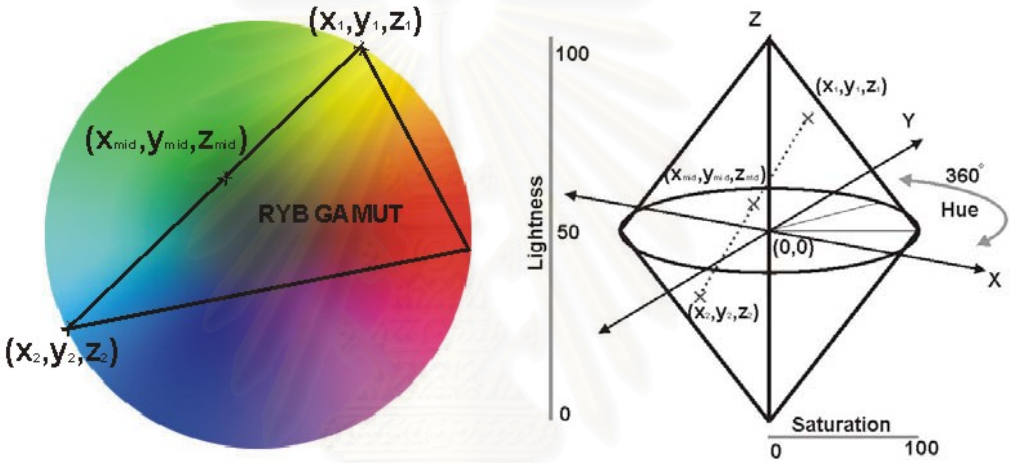
x_2 , y_2 , z_2 คือ ตำแหน่งของสีจากฐานข้อมูล หรือสีที่นำมาเทียบ

ทำการเทียบระยะทางของสีจากฐานข้อมูลทั้งหมด สีใดที่มีค่าระยะทาง (V) น้อยที่สุด คือ สีที่มีค่าสีใกล้เคียงที่สุดนั่นเอง โดยในวิธีการเขียนคำสั่งของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ค่าที่คำนวณได้สามารถเก็บเป็นลักษณะของตัวแปร เป็นชุดคุณสมบัติของสีนั้น เช่น สีหนึ่งสีจะมีตัวแปรของค่า R,G,B,H,S,L,x,y,z และค่าดัชนีของสีจากฐานข้อมูลเพื่อใช้อ้างถึงได้ไว้ทั้งหมด เมื่อได้เทียบตำแหน่ง x,y,z ของสีแล้ว สามารถนำค่า R,G,B ไปใช้แสดงผลคำตอบได้ทันที ซึ่งวิธีการคำนวณค่ากลับจาก x,y,z ไปเป็น H,S,L และ R,G,B จะแสดงไว้ในวิธีการประมวลผลส่วนการผสมสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 วิธีการประมวลผลส่วนการผสมสี (Mixing Color)

หลักการผสมสีสารในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ลักษณะของพฤติกรรมการผสมกันของสีสาร กล่าวคือ สีสารผสมกันค่าความอิ่มตัวของสีที่ผสมได้จะลดลง ซึ่งเมื่อกำหนดสีตั้งต้น 2 สี แล้วหาตำแหน่งพิกัด x,y,z ในแบบจำลองสี HSL สีที่ผสมได้จะอยู่บนแนวเส้นตรงที่ลากจากจุดพิกัดของสีตั้งต้นทั้งสอง จะมีการถอยร่นจากจุดของค่าความอิ่มตัวของสีสูงสุดดังรูปที่ 3.20 และจากทฤษฎีสีของวิลเฮม ออสวัลด์ (Wilhelm Ostwald) พฤติกรรมของสีที่อยู่ตำแหน่งตรงข้ามกันเมื่อผสมกันในอัตราส่วนที่เท่ากันจะได้สีเทา ซึ่งตรงกับวิธีการผสมสีด้วยระบบพิกัด อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เป็นวิธีการผสมสีเพื่อหาค่าโดยประมาณเป็นแนวโน้มของการผสมสีสารเท่านั้น



รูปที่ 3.20 แสดงวิธีการคำนวณการผสมสีด้วยระบบพิกัด

วิธีการหาตำแหน่งระหว่างจุด 2 จุดสามารถคำนวณหาได้จาก

$$x_{mid} = \frac{(ax_1 + bx_2)}{a + b}$$

$$y_{mid} = \frac{(ay_1 + by_2)}{a + b}$$

$$z_{mid} = \frac{(az_1 + bz_2)}{a + b}$$

โดย $x_{mid}, y_{mid}, z_{mid}$ คือ ตำแหน่งระหว่างจุด 2 จุดหรือสีที่ผสมได้

$x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$ คือ ตำแหน่งของสีตั้งต้นทั้งสองตามลำดับ

a คือ ปริมาณของสีตั้งต้นที่ 1

b คือ ปริมาณของสีตั้งต้นที่ 2

วิธีการคำนวณตำแหน่งพิกัด x,y,z ไปเป็นค่า H,S,L

เมื่อได้ตำแหน่งของสีที่ผสมซึ่งเป็นสีใหม่ จะต้องนำตำแหน่งสีที่ผสมได้นั้นแปลงค่ากลับไปเป็นค่าสี RGB เพื่อใช้ในการแสดงผลบนจอภาพ ซึ่งไม่สามารถแปลงจาก x,y,z ไปเป็นค่า RGB ได้โดยตรง จะต้องแปลงกลับจากค่าพิกัด x,y,z ไปอยู่ในรูปของค่า H,S,L ก่อน แล้วจึงสามารถแปลงจาก H,S,L ไปเป็น R,G,B โดยวิธีการคำนวณตำแหน่งพิกัด x,y,z ไปเป็นค่า H,S,L มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ในการเขียนคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 จะคำนวณองศาในหน่วยของเรเดียน (Radian : 0 - 2¶) ซึ่งในการแสดงค่าให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเข้าใจจะต้องแสดงค่าองศาในหน่วยของดีกรี (Degree : 0 – 360) การแปลงค่าระหว่างหน่วยเรเดียน และดีกรี ทำได้ดังนี้

  Radian = Degree * ¶ / 180

  Degree = Radian * 180 / ¶

  โดย ¶ มีค่าเท่ากับ 3.14159265358979323846264338327 95

- โดยค่า H หาได้จาก

  $H = Tan^{-1}(H)$

  โดยค่า Tan(H) = Sin(H) / Cos(H)

  และ y = Sin(H) และ x = Cos(H)

  ซึ่งค่า x และ y เราทราบค่าแล้ว

- เมื่อได้ค่า H แล้วสามารถหาค่า S และค่า L ได้จาก

  L = z

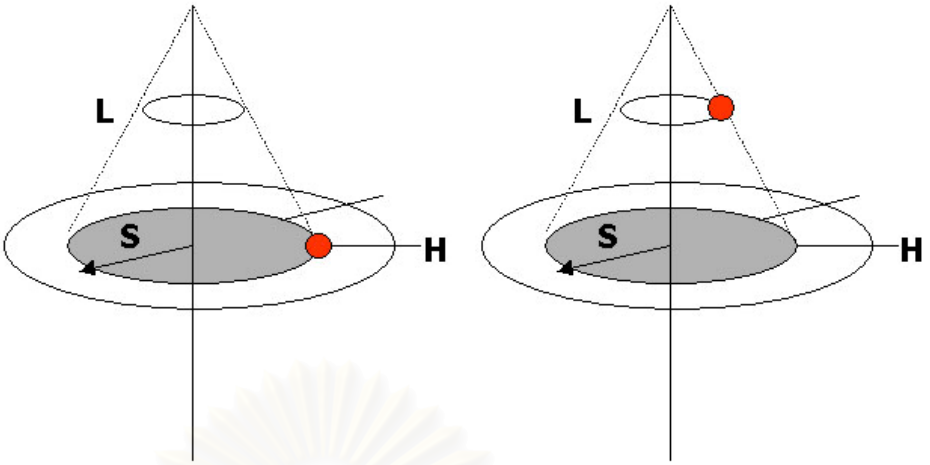
  กรณี L <= 50

  $$S = \frac{x * 50}{Cos(H) * L}$$

  กรณี L > 50

  $$S = \frac{x * 50}{Cos(H) * (100 - L)}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



วิธีการแปลงแบบจำลองสี HSL ไปเป็นระบบสี RGB

เมื่อคำนวณหาค่า H,S,L ได้แล้วจึงจะนำไปแปลงจากแบบจำลองสี HSL ไปเป็นระบบสี RGB โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

- ถ้าค่า L มีค่าเท่ากับ 100 หมายความว่าเป็นสีขาว มีค่า RGB(255,255,255) และถ้าหากค่า L มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าเป็นสีดำ มีค่า RGB(0,0,0) ไม่ต้องนำไปคำนวณในขั้นตอนต่อไป
- ค่าองศา H สามารถแทนในตำแหน่งของวงกลมสีที่ใหญ่ที่สุด โดยจะทราบช่วงของชุดสี hR,hG,hB ได้จากตำแหน่งของสีที่มีค่าความอิ่มตัวสูงสุดในวงกลมนี้ นำค่า H ไปเทียบสัดส่วนในช่วงที่ตรงกับเงื่อนไข เช่น H มีค่าเท่ากับ 30 องศา จะตรงกับช่วงระหว่าง 0 ถึง 60 องศา นั่นคือ ตั้งแต่สีแดง (255,0,0) ถึงสีเหลือง (255,255,0) ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดเป็นค่าคงที่ เราจะนำค่ากลางมาเทียบสัดส่วนกับค่า H ซึ่งจะได้ค่าของชุดสี hR,hG,hB

  ช่วง 0 ถึง 60 องศา

  if (0<H<60) then hR=255; hG=(H / 60) * 255; hB=0

  ช่วง 60 ถึง 120 องศา

  if (60<H<120) then hR = ((255 * (120 - H)) / 60); hG = 255; hB = 0

  ช่วง 120 ถึง 180 องศา

  if (120<H<180) then hR = 0; hG = 255; hB = ((255 * (H - 120)) / 60)

  ช่วง 180 ถึง 240 องศา

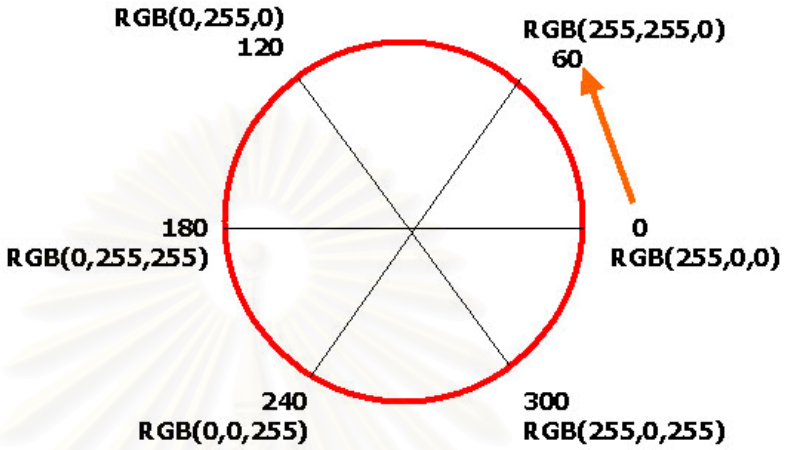
  if (180<H<240) then hR = 0; hG = ((255 * (240 - H)) / 60); hB = 255

ช่วง 240 ถึง 300 องศา

if (240<H<300) then hR = ((255 * (H - 240)) / 60); hG = 0; hB = 255

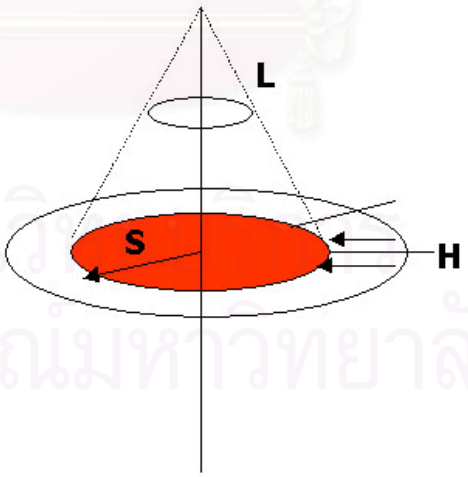
ช่วง 300 ถึง 360 องศา

if (300<H<360) then hR = 255; hG = 0; hB = ((255 * (360 - H)) / 60)



- เลื่อนวงกลมที่เป็นชุดสี hR,hG,hB ไปตามสัดส่วนของค่า S ซึ่งเราทราบค่าอยู่แล้ว เพื่อหาค่าของชุดสี sR,sG,sB ที่ตำแหน่งของค่า S

$$\frac{S}{100} = \frac{(sR,sG,sB) - (127.5,127.5,127.5)}{(hR,hG,hB) - (127.5,127.5,127.5)}$$



รูปที่ 3.23 แสดงวิธีการหาค่า R,G,B ที่ตำแหน่งของ S (Saturation)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

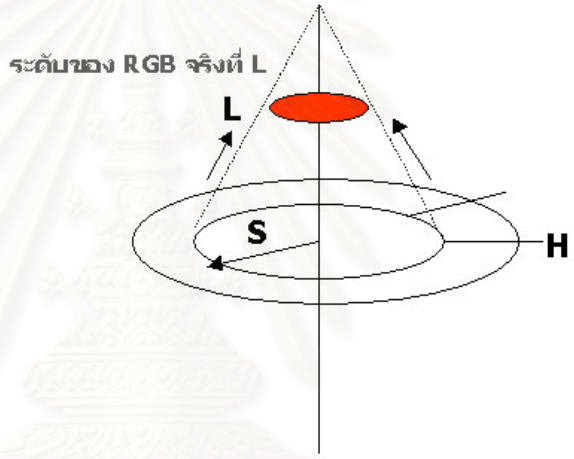
- เลื่อนตำแหน่งของวงกลมที่เป็นชุดสี sR,sG,sB ไปตามสัดส่วนของค่า L โดยในขั้นตอนนี้จะแยกออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ค่า L มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 และกรณีที่ค่า L มีค่ามากกว่า 50

  กรณี L <= 50

$$\frac{L}{50} = \frac{(R,G,B)}{(sR,sG,sB)}$$

  กรณี L > 50

$$\frac{100 - L}{50} = \frac{(255,255,255) - (R,G,B)}{(255,255,255) - (sR,sG,sB)}$$



รูปที่ 3.2 (tness)

- เมื่อคำนวณสัดส่วนของค่า L แล้วจะได้ชุดสี R,G,B ที่เป็นค่า R,G,B จริง สามารถนำไปใช้ในการแสดงผลสีได้ในคำสั่งของโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 คือ RGB(R,G,B) แต่ถ้าหากต้องการแปลงจากค่า R,G,B ไปเป็น RGB สามารถคำนวณได้จาก

$$RGB = R + (G * 256) + (B * 65536)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลของโปรแกรม

5.1 การแสดงผลลัพธ์ผ่านหน้าจอของโปรแกรม

จากวัตถุประสงค์ของโปรแกรม หลังการประมวลผลผ่านโปรแกรมแล้ว โปรแกรมควรแสดงการประมวลผลดังนี้

5.1.1 แสดงผลสีที่จะนำไปใช้ในงานจริง โดยแสดงตัวอย่างที่เป็นลักษณะแนวโน้มของสี โดยผู้ใช้สามารถกำหนดช่วงของสีได้ด้วยตนเอง

5.1.2 โปรแกรมจะแสดงสถานะของสีที่เลือกนั้น เพื่อแสดงรายละเอียดในการจะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

5.2 การพิมพ์รายงาน

ผลที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมผ่านทางจอภาพ จะสามารถจัดพิมพ์ออกมาในเป็นเอกสารบนกระดาษขนาด A4 หนึ่งแผ่น การแสดงผลจะแสดงได้เช่นเดียวกันกับที่แสดงผลผ่านจอภาพ เพื่อนำไปใช้เป็นเอกสารประกอบการก่อสร้าง สัญญา รายละเอียดประกอบแบบ หรือเป็นเอกสารอ้างอิงได้ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

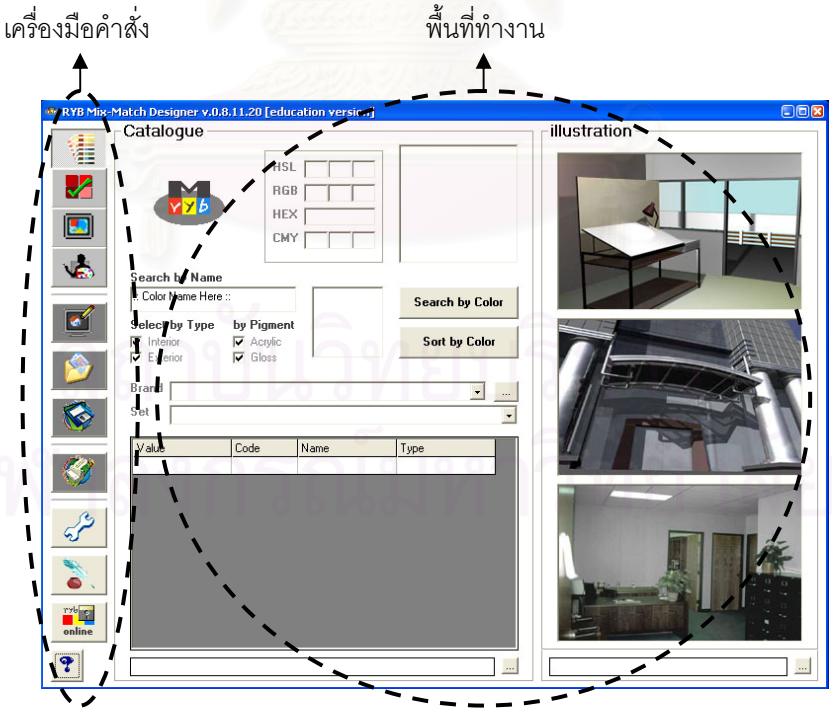
ผลการออกแบบโปรแกรม

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม โดยได้แบ่งผลการออกแบบโปรแกรมออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. การออกแบบส่วนของโครงสร้างและรายละเอียดของโปรแกรม
2. การออกแบบขั้นตอนวิธีการใช้งานโปรแกรม
3. การออกแบบส่วนการประมวลผลของโปรแกรม
4. การแสดงผลของโปรแกรม
5. การทดสอบการใช้งานโปรแกรม

1. การออกแบบส่วนของโครงสร้างและรายละเอียดของโปรแกรม

การออกแบบส่วนของโครงสร้าง และรายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม มีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม

1.1 ส่วนของเครื่องมือคำสั่ง

การออกแบบส่วนของเครื่องมือคำสั่งจะรวบรวมเครื่องมือหลัก เพื่อความสะดวกในการใช้งาน แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมส่วนของการเลือกแบบการทำงาน ประกอบไปด้วย ส่วนเลือกรายการสี, ส่วนเทียบสี, ส่วนนำเข้ารูปภาพ และส่วนผสมสี กลุ่มเครื่องมือจัดการเกี่ยวกับโปรแกรม ประกอบไปด้วย เครื่องมือชี้สีหน้าจอ, เปิดการใช้งาน, บันทึกการใช้งาน,ส่วนพิมพ์รายงาน, การตั้งค่าของโปรแกรม, ส่วนอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรม, ส่วนปรับปรุงฐานข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต (Internet) และเครื่องมือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรม

- ส่วนเลือกรายการสี (Catalogue Mode)
- ส่วนเทียบสี (Matching Mode)
- ส่วนนำเข้ารูปภาพ (Picture Mode)
- ส่วนผสมสี (Mixing Mode)
- เครื่องมือชี้สีหน้าจอ (Picking Color)
- เปิดการใช้งาน (Open Project)
- บันทึกการใช้งาน (Save Project)
- ส่วนพิมพ์รายงาน (Print Mode)
- การตั้งค่าของโปรแกรม (Option)
- ส่วนอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรม (About)
- ส่วนปรับปรุงฐานข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต (Update Database)
- เครื่องมือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรม (Help)

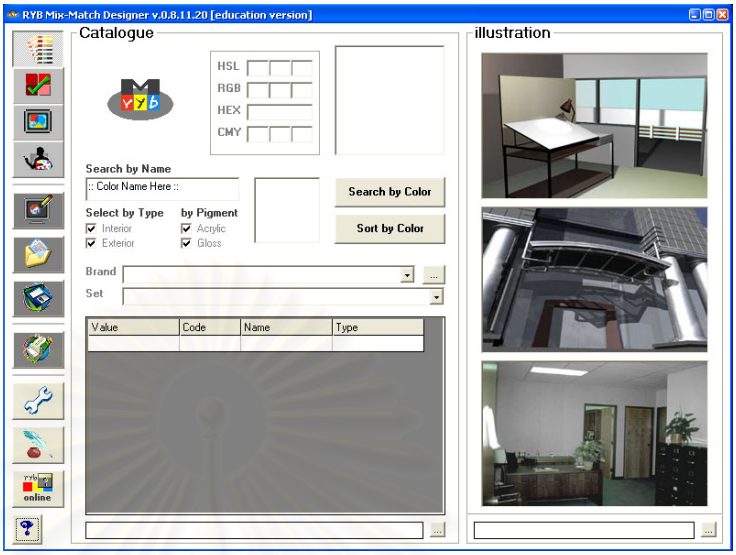
รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของแถบเครื่องมือคำสั่ง

1.2 ส่วนของการเลือกแบบการทำงาน

การออกแบบส่วนของพื้นที่ทำงานจะแยกกลุ่มตามหน้าที่ใช้สอยในแบบที่เลือกใช้ประกอบด้วย

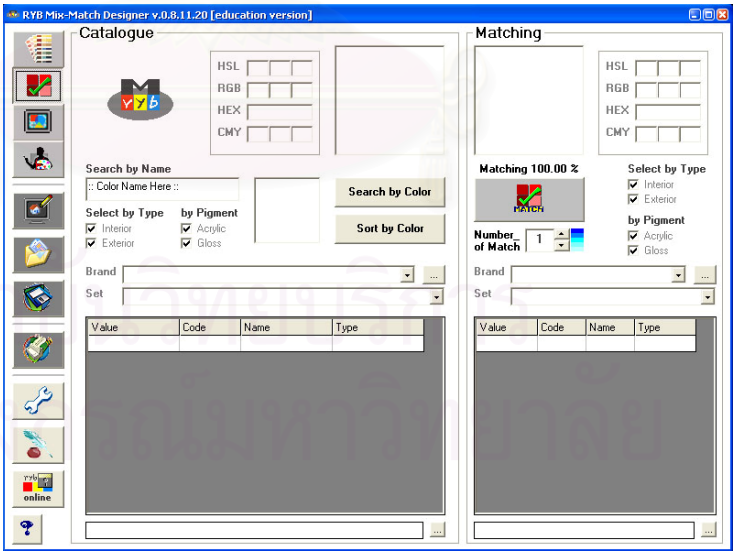
1.2.1 ส่วนเลือกรายการสี เป็นส่วนเลือกสีอิเลคทรอนิค (Electronic) มีความสามารถในการค้นหาสีจากชื่อของสี ค้นหาสีจากการกำหนดค่าสี เรียงลำดับสี และมีส่วนภาพประกอบทดลองทาสีให้อาคารในลักษณะต่างๆ โดยใช้วิธีการเพิ่มระดับค่าสีของภาพในแต่ละจุด (Pixel) จากสีที่

เลือกในรายการสีเบื้องต้น เป็นการนำเสนอแนวความคิดเพื่อช่วยในการออกแบบ และตัดสินใจ



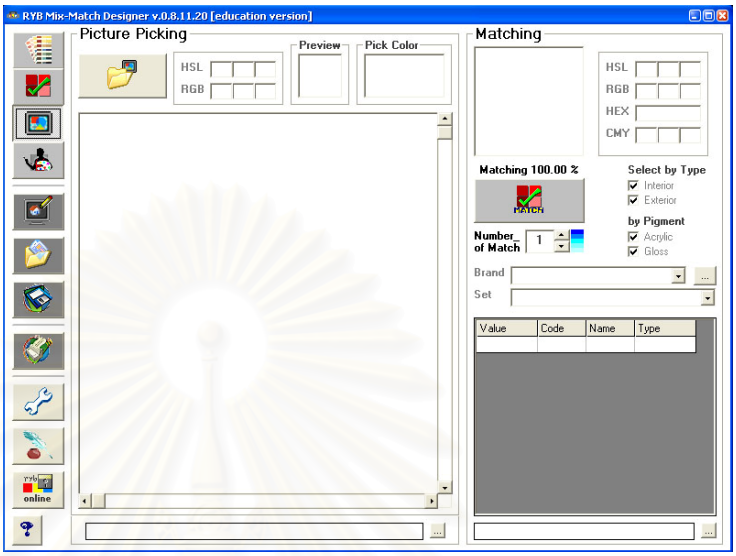
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนเลือกรายการสี

1.2.2 ส่วนเทียบสี เป็นส่วนหลักของโปรแกรม โดยจะทำหน้าที่เทียบสีจากการกำหนดสีตั้งต้น เช่น กำหนดสีตั้งต้นจากรายการสีที่มีในฐานข้อมูล หรือกำหนดสีตั้งต้นโดยผู้ใช้งานจากแหล่งอื่น



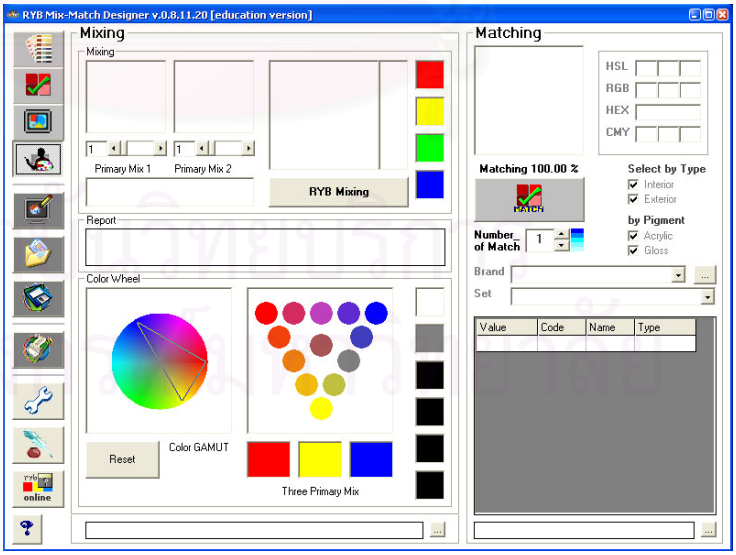
รูปที่ 4.4 แสดงส่วนเทียบสี

1.2.3 ส่วนนำเข้ารูปภาพ เป็นส่วนการนำเข้ารูปภาพที่เป็นแฟ้มข้อมูลภาพชนิด JPEG, GIF และ BMP เพื่อชี้สีจากตำแหน่งใดๆ บนรูปภาพ สามารถทราบค่าสีที่ตรงกับภาพ หรือใกล้เคียงจากฐานข้อมูลได้



รูปที่ 4.5 แสดงส่วนนำเข้ารูปภาพ

1.2.4 ส่วนผสมสี เป็นส่วนของการจำลองการผสมสีสาร โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดสีตั้งต้นในอัตราส่วนต่างๆ ทำการทดลองผสมสีของสาร เพื่อหาแนวโน้มของสีที่ผสมได้จากสีตั้งต้นที่กำหนดก่อนจะนำไปใช้ผสมจริง



รูปที่ 4.6 แสดงส่วนผสมสี

1.3 ส่วนเครื่องมือจัดการเกี่ยวกับโปรแกรม

1.3.1 เครื่องมือชี้สีหน้าจอ เป็นเครื่องมือชี้ค่าสีจากตำแหน่งใดๆ ของจุดบนหน้าจอ (Pixel) เป็นการนำค่าสีจากภาพ หรือโปรแกรมอื่นๆ มาใช้ในการเทียบสี หรือผสมสีในโปรแกรมได้ สร้างความยืดหยุ่นในการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นได้

1.3.2 การเปิดและบันทึกการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถบันทึกลักษณะเหตุการณ์ที่ได้ทำงานไว้ เช่น เลือกสีจากรายการสี เทียบสี และผสมสี โปรแกรมจะบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลเอกสารนามสกุล RYB (*.ryb) เมื่อผู้ใช้งานเริ่มต้นทำงาน หรือเปิดโปรแกรมใหม่ สามารถเปิดแฟ้มข้อมูลเอกสารนามสกุล RYB เพื่อทำงานต่อเนื่องจากเหตุการณ์ที่ได้บันทึกไว้

1.3.3 ส่วนพิมพ์รายงาน เมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกการทำงาน และใช้งานโปรแกรมตามต้องการแล้ว สามารถแสดงผลข้อมูลที่เป็นรายละเอียดรายการสีผ่านทางเครื่องพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ประกอบการออกแบบได้

1.3.4 การตั้งค่าของโปรแกรม เป็นส่วนควบคุมค่าตัวแปรหลักของโปรแกรม ได้แก่ การตั้งค่าช่วงของการเทียบสี ประกอบไปด้วย ช่วงของสีแท้ (Hue) ช่วงของค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) และค่าความสว่างของสี (Lightness) และการตั้งค่าภาษาของโปรแกรม เพื่อเปลี่ยนคำอธิบายในส่วนต่างๆ ของโปรแกรม ซึ่งรวมถึงคำอธิบายในส่วนเครื่องมือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรม

1.3.5 ส่วนอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรม เป็นส่วนข้อมูลของผู้จัดทำโปรแกรม และรุ่นของโปรแกรม

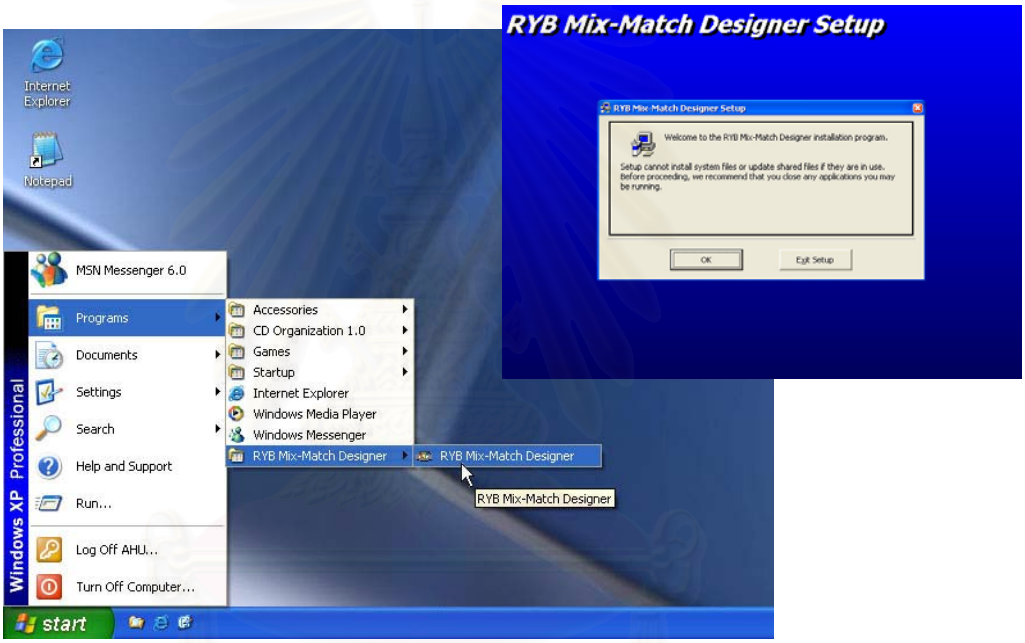
1.3.6 ส่วนปรับปรุงฐานข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต สำหรับการเพิ่มเติมฐานข้อมูลรายการสีในอนาคต ซึ่งอาจเป็นการคัดลอกแฟ้มฐานข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

1.3.7 เครื่องมือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรม เป็นส่วนช่วยในการอธิบายการใช้งานเครื่องมือต่างๆ ของโปรแกรม โดยออกแบบให้เป็นส่วนข้อความของเครื่องมือ (Tool Tip Text)

2. การออกแบบขั้นตอนวิธีการใช้งานโปรแกรม

2.1 การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรม พัฒนาด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 เมื่อทำการแปลภาษาโปรแกรม (Compile) แล้วจะมีความเข้ากันได้กับระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดว์ และจะถูกเก็บในรูปแบบของชุดติดตั้งโปรแกรม (Package Setup) เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมแล้วจะปรากฏสัญรูป (Icon) บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Desktop) หรือสามารถเปิดโปรแกรมผ่านทางรายการคำสั่งเริ่มต้น (Startup Menu) ของระบบปฏิบัติการ ประกอบไปด้วยโปรแกรมหลัก และโปรแกรมเสริม



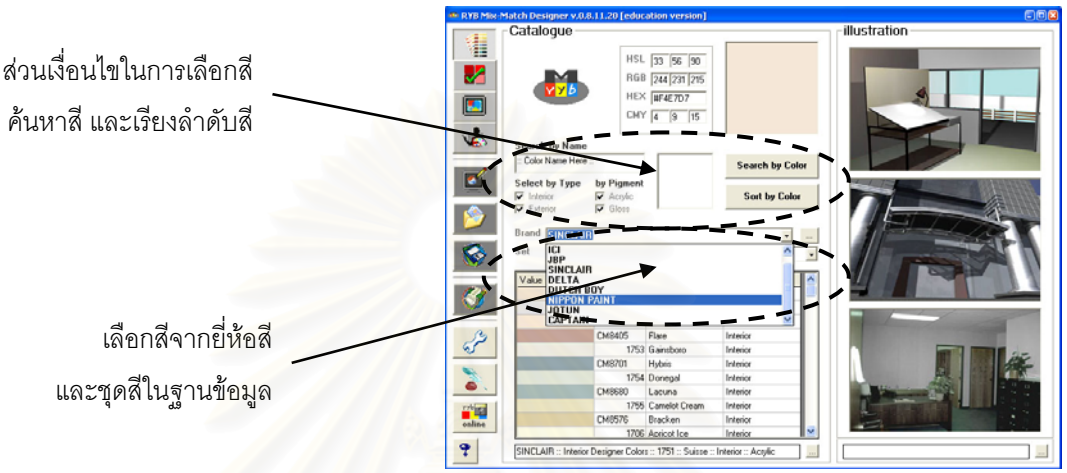
รูปที่ 4.7 แสดงวิธีการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำงาน มีขนาดหน้าต่างของโปรแกรม 800 x 600 พิกเซล (pixel) บนหน้าจอเป็นขนาดหน้าต่างตายตัวไม่สามารถลดหรือขยายขนาดได้ ดังนั้นผู้ใช้งานจะต้องปรับแต่งขนาดหน้าจอของระบบปฏิบัติการให้มีขนาด 800 x 600 พิกเซล เป็นอย่างน้อย

ในขั้นเริ่มต้นของการใช้งานผู้ใช้โปรแกรมสามารถทำงานได้ทันทีในแบบที่ต้องการ เช่น ต้องการเลือกสีจากรายการสีในฐานข้อมูล เทียบสีที่ใกล้เคียงกัน ชี้สีจากการนำเข้ารูปภาพหรือบนหน้าจอ และผสมสีระหว่างสีตั้งต้นที่กำหนด โปรแกรมได้ออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกเหตุการณ์ในการใช้งานได้ เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาใหม่สามารถเปิดการใช้งานที่บันทึกไว้ และใช้งานต่อเนื่องจากเหตุการณ์ครั้งก่อนได้ทันที

2.2 การเลือกสีจากรายการสีในฐานข้อมูล

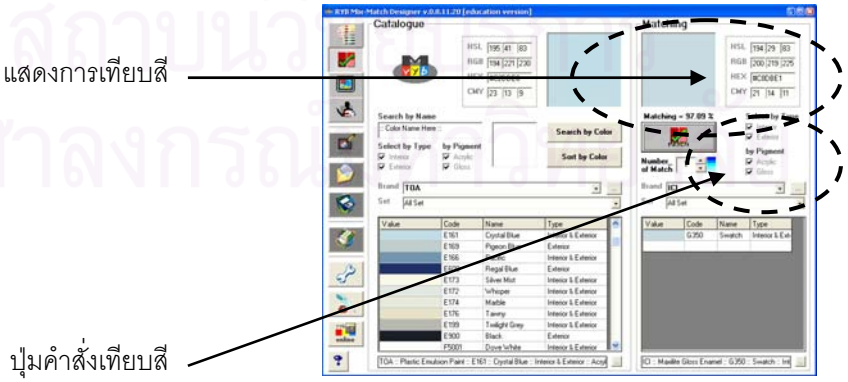
โปรแกรมถูกออกแบบหน้าจอให้มีลักษณะเป็นรายการสีในขั้นแรก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูสีจากรายการสีทั้งหมด แบ่งออกเป็นหมวดหมู่แยกเป็นยี่ห้อสี ประเภทสีภายนอกและภายใน และชนิดของสี ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขการแสดงรายการสีได้จากกลุ่มเครื่องมือทางเลือกการกำหนดคุณสมบัติ



รูปที่ 4.8 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการเลือกสีจากฐานข้อมูลรายการสี

2.3 การเทียบสี

เมื่อผู้ใช้งานต้องการเลือกสีที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงจากสีเดิมที่เลือกไว้ เช่น ต้องการเทียบสีที่มีค่าสีใกล้เคียง โดยต้องการเทียบสีระหว่างรายการสีของผู้ผลิตสีต่างๆ ผู้ใช้งานสามารถทำได้โดยการเลือกสีตั้งต้นจากฐานข้อมูลรายการสี เมื่อเลือกสีที่ต้องการแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องเลือกชุดฐานข้อมูลรายการสี โดยกำหนดชุดสีที่จะใช้เทียบ จากนั้นเมื่อกดปุ่มเทียบสี (Matching) โปรแกรมจะเลือกสีจากชุดสีที่เลือกที่มีความใกล้เคียงค่าสีตั้งต้นมา 1 สีที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดซึ่งได้จากการคำนวณ



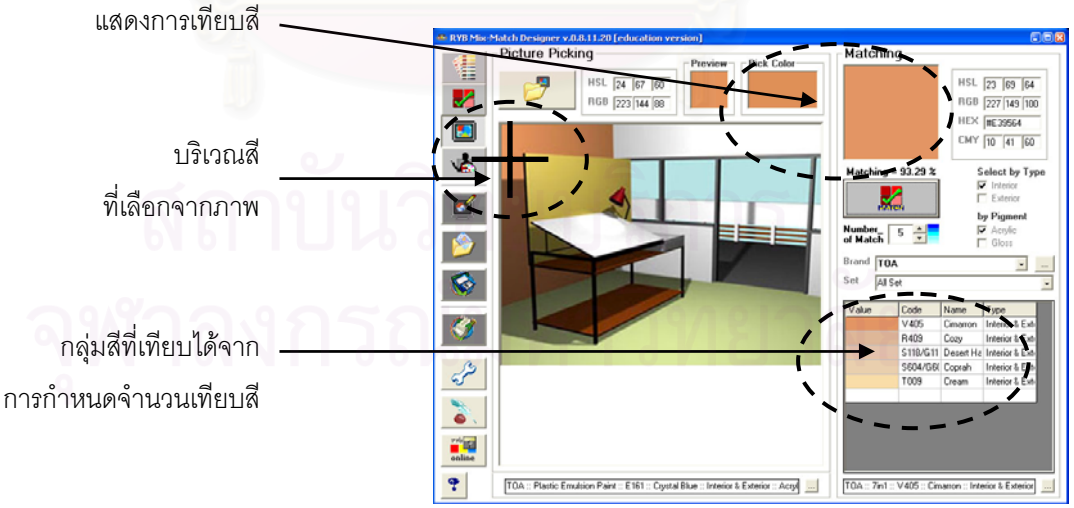
รูปที่ 4.9 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการเทียบสี

ผู้ใช้สามารถกำหนดคำตอบของการเทียบสีในลักษณะของการกำหนดจำนวนสีในการเทียบสี (Number of Match) โปรแกรมจะคำนวณสีที่เป็นคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุด และคำนวณสีที่ใกล้เคียงลำดับต่อมาแสดงผลเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ใช้งาน ในการเทียบสีได้มีการกำหนดช่วงของการเทียบสี โดยตั้งเป็นค่าปริยาย (Default) ไว้ที่ค่าสีแท้ 30 องศา ค่าความอิ่มตัวของสี 50 เปอร์เซ็นต์ และค่าความสว่างของสี 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ เหล่านี้ได้

การกำหนดช่วงของการเทียบสีอาจทำให้ไม่พบสีที่เทียบได้ เนื่องจากตำแหน่งของกลุ่มสีที่แต่ละรายการสีมีนั้นไม่ได้ครอบคลุมสีทุกตำแหน่ง เช่น รายการสีนั้นไม่มีสีม่วงที่ 275 – 315 องศา ถ้าผู้ใช้งานกำหนดสีตั้งต้นเป็นสีม่วงที่ 300 องศา โปรแกรมจะรายงานว่าไม่พบสีที่ใกล้เคียง เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าการกำหนดช่วงของการเทียบสีได้ และสามารถตรวจดูตำแหน่งของกลุ่มสีได้จากปุ่มที่อยู่ข้างกันกับช่องเลือกยี่ห้อสี

2.4 การนำเข้ารูปภาพ

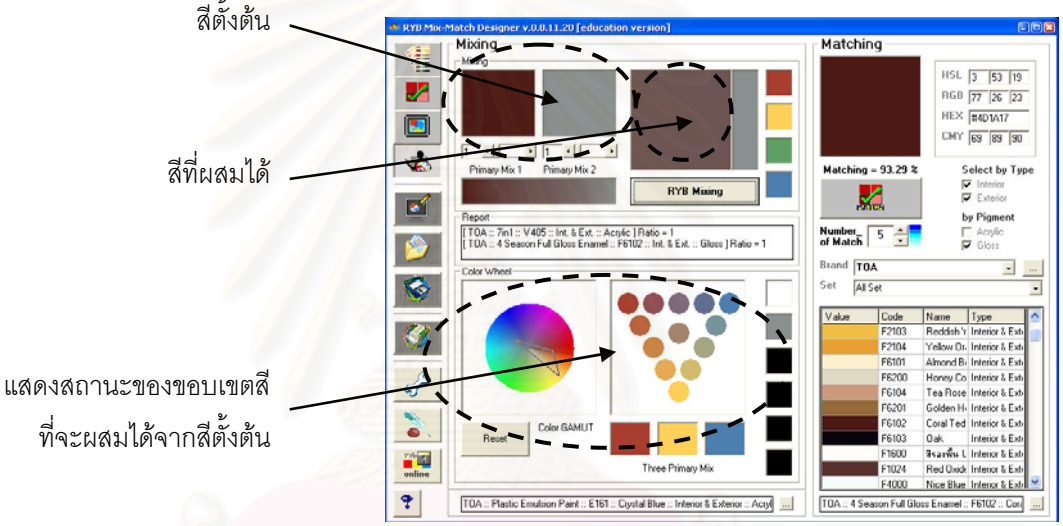
เป็นส่วนที่เพิ่มความสามารถของโปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถนำเข้ารูปภาพที่เป็นแฟ้มข้อมูลภาพชนิด JPEG, GIF และ BMP นำมาชี้ค่าสีจากจุดบนภาพ เพื่อใช้เทียบสีที่ตรงกับบริเวณสีของภาพ เช่น สามารถค้นหาสีที่ใกล้เคียงกับภาพที่ออกแบบบนคอมพิวเตอร์จากโปรแกรมอื่น สามารถเทียบสีกับภาพที่ถ่ายสถานที่ด้วยกล้องดิจิตอล (Digital Camera) หรือจากภาพที่แสกนจากหนังสือ เป็นต้น



รูปที่ 4.10 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนการนำเข้ารูปภาพ

2.5 การผสมสี

เมื่อเข้าสู่ส่วนของการผสมสี ผู้ใช้งานจะต้องกำหนดแม่สีตั้งต้นเพื่อใช้ในการผสมสี โดยมีทางเลือกดังนี้ ได้แก่ กำหนดแม่สีจากฐานข้อมูลรายการสี, กำหนดแม่สีจากหน้าต่างจานสีของระบบปฏิบัติการ และกำหนดแม่สีจากการชี้สีจากหน้าจอ โปรแกรมจะมีชุดคำสั่งคัดลอกสี (Copy Color) จากช่องแสดงผลสี และใส่สี (Paste Color) ลงในช่องสีตั้งต้นโดยการกดปุ่มขวาของอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Mouse) บริเวณช่องแสดงผลสี ผู้ใช้งานจะต้องกำหนดแม่สีตั้งต้นไม่เกิน 3 สี เนื่องจากการแสดงกลุ่มขอบเขตของการผสมสีจะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน เมื่อกำหนดแม่สีตั้งต้นแล้วโปรแกรมจะทำการผสมสีโดยผลลัพธ์จะเป็นการผสมสีในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของการผสมได้



รูปที่ 4.11 แสดงการใช้งานโปรแกรมในส่วนของการผสมสี

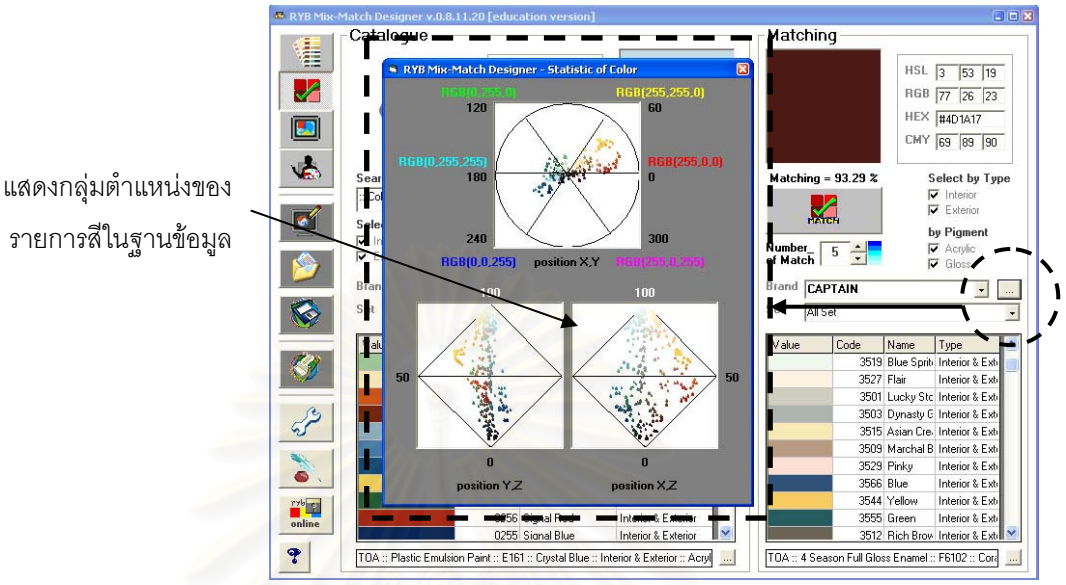
3. การออกแบบส่วนการประมวลผลของโปรแกรม

การออกแบบส่วนการประมวลผลของโปรแกรมนั้นอาศัยหลักการของการวางตำแหน่งสีของแบบจำลองสี HSL ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ใดๆ โดยเฉพาะ สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมการผสมสีสารได้ และหลักการของระบบพิกัด 3 มิติ ซึ่งได้อธิบายโดยละเอียดแล้วในบทที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังต่อไปนี้

3.1 การคำนวณการเทียบสี

การคำนวณการเทียบสีได้ใช้หลักการวัดระยะห่างระหว่างจุด 2 จุดบนระบบพิกัด 3 มิติ โดยอ้างอิงจากแบบจำลองสี HSL โดยจุด 2 จุดประกอบไปด้วย จุดตั้งต้น (สีตั้งต้น) และจุดวัดระยะ (สีที่นำมาเทียบ) จะทำการวัดระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด นำสีทุกสีที่กำหนดมา

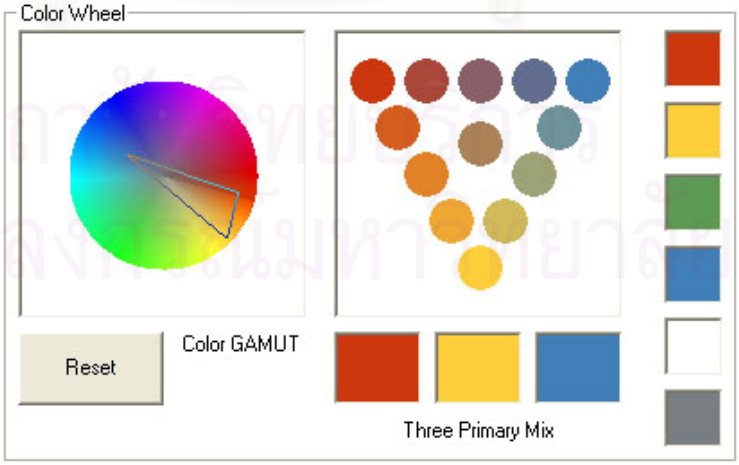
วัดระยะทั้งหมด โดยจะเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำ ค่าระยะของสีที่น้อยที่สุดคือค่าสีที่ใกล้เคียงค่าสีตั้งต้นที่สุด



รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งของกลุ่มสีที่ใช้ในการเทียบสี

3.2 การคำนวณการผสมสี

การคำนวณการผสมสีใช้หลักการหาจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุดบนระบบพิกัด 3 มิติ ซึ่งอ้างอิงจากหลักการของการผสมสีในแนวเส้นตรง โดยจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด หรือสีตั้งต้น 2 สี จะมีอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หากต้องการคำนวณอัตราส่วนที่แตกต่างออกไป สามารถเทียบอัตราส่วนตามสัดส่วนโดยอ้างอิงจากจุด 2 จุดบนระบบพิกัดได้



รูปที่ 4.13 แสดงขอบเขตของสีที่สีตั้งต้นผสมได้ในส่วนการผสมสี

4. การแสดงผลของโปรแกรม

การแสดงผลของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของตัวอย่างสี และส่วนของข้อมูลแสดงเป็นอักษร

4.1 ส่วนของตัวอย่างสี

ส่วนของตัวอย่างสีจะแสดงผลในช่องเครื่องมือกล่องรูปภาพของโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิค 6.0 โดยสามารถคำนวณสีได้ในระดับ 24 บิต และแสดงค่าสีได้ถึง 16.7 ล้านสี ซึ่งเพียงพอกับขอบเขตของสีที่ใช้งานในโปรแกรม ซึ่งจอภาพปัจจุบันสามารถแสดงผลสีสอดคล้องกับโปรแกรมได้ด้วย

ในการแสดงผลสี อิทธิพลของพื้นที่สีจะมีผลต่อการมองเห็นสีด้วย ดังนี้ จึงได้เพิ่มคำสั่งการแสดงผลสีเต็มหน้าจอ (Full Screen) โดยการกดปุ่มขวาของอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Mouse) บริเวณช่องแสดงผลสี เพื่อการแสดงผลสีในพื้นที่ที่กว้างขึ้นจากช่องตัวอย่างสี ช่วยในการมองเห็นสีที่ดีขึ้น แก้ไขปัญหาสีจากการมองในช่องตัวอย่างสีกับการนำไปใช้ทาผนังหรือพื้นที่จริงที่กว้าง ทำให้เกิดความรู้สึกว่าสีตัวอย่างไม่ตรงกับสีที่ใช้ทาในพื้นที่จริง ซึ่งจะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง

4.2 ส่วนของข้อมูลแสดงเป็นอักษร

ส่วนของข้อมูลแสดงเป็นอักษร จะแสดงผลในลักษณะของสถานะที่ผู้ใช้งานเลือกอยู่ ได้แก่ ค่าสีโดยจะแสดงผลในค่าของสีแสง RGB เพราะเป็นมาตรฐานของระบบคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ และนำค่าไปใช้งานได้ง่าย โปรแกรมได้แสดงผลในลักษณะรูปแบบค่าสีอื่น เช่น สีกระบวนการ CMY และค่าสีในระบบเลขฐาน 16 (Hexadecimal) สถานะสีอื่นๆ เช่น ชื่อสี รหัสสินค้า เป็นต้น โดยสามารถพิมพ์รายงานออกมาได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

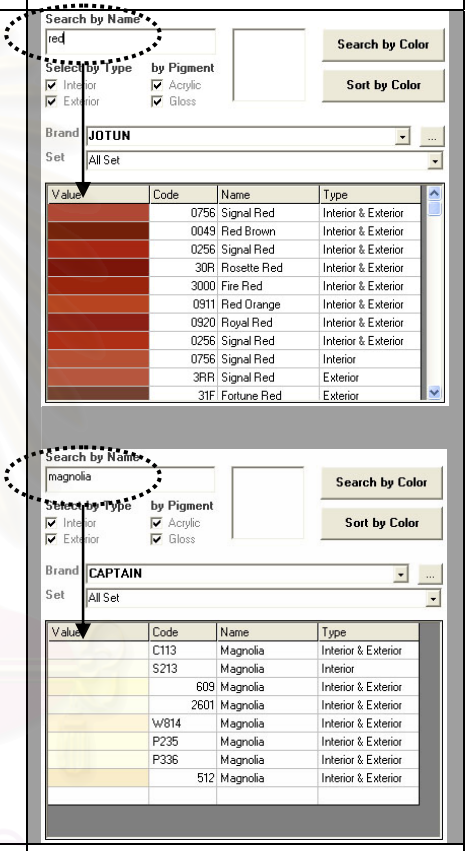
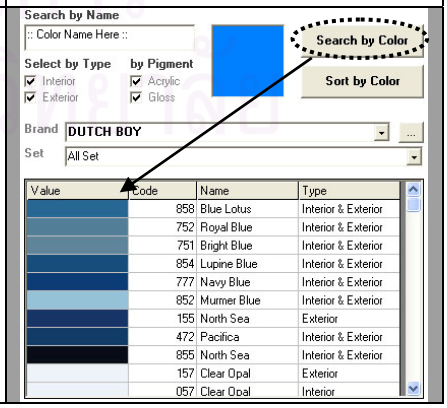
5. การทดสอบการใช้งานโปรแกรม

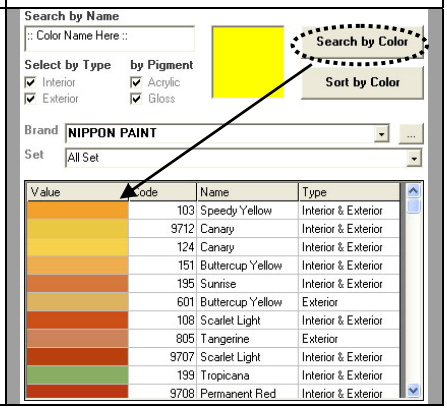
การทดสอบการใช้งานโปรแกรมได้ทดลองใช้โปรแกรมเทียบสีจากรายการสีของผู้ผลิตต่างๆ และผสมสีเพื่อหาอัตราส่วน เพื่อตรวจสอบความสามารถ และความถูกต้องของโปรแกรม โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 5 ส่วน คือ การเลือกสีจากรายการสี การเทียบสี การนำเข้ารูปภาพ การผสมสี และการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น โดยมีการทดสอบภาคปฏิบัติดังนี้

5.1 การทดสอบการเลือกสีจากรายการสี

<table>
<tr><th>ค้นหาสีจากชื่อของสี</th><th>รายการสีที่เลือก</th><th>ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><td>คำที่ค้นหา “Red”

คำที่ค้นหา “Magnolia”</td><td>JOTUN

CAPTAIN</td><td> 
</td></tr>
<tr><th>ค้นหาสีจากการกำหนดค่าสี</th><th>รายการสีที่เลือก</th><th>ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><td>ค่า RGB(0,128,255)</td><td>DUTCH BOY</td><td> 
</td></tr>
</table>

การเรียงลำดับสี	รายการสีที่เลือก	ผลการทดสอบ
ค่า RGB(255,255,0)	NIPPON PAINT	

5.2 การทดสอบการเทียบสี

สีตั้งต้นจากรายการสี	รายการสีที่ใช้เทียบสี	Match (%)
ยี่ห้อ TOA ชุด 7 in 1 เบอร์ V403	กำหนดยี่ห้อ ICI กำหนดชุด Pentalite เบอร์สีที่เทียบได้ 2181	95.75 %
ยี่ห้อ DELTA ชุด High Gloss Alkyd Enamel เบอร์ 703	กำหนดยี่ห้อ NIPPON PAINT กำหนดชุด JUNIOR 99 เบอร์สีที่เทียบได้ 9718	84.28 %
กำหนดสีตั้งต้น	**รายการสีที่ใช้เทียบสี**	**Match (%)**
RGB(255,128,0)	กำหนดยี่ห้อ CAPTAIN กำหนดชุด High Gloss Enamel เบอร์สีที่เทียบได้ 313	82.05 %

ค่า Match (%) คือ สถิติที่เทียบวัดจากระยะทางที่ไกลที่สุดระหว่างสีดำถึงสีขาวในแบบจำลองสี HSL

5.3 การทดสอบการนำเข้ารูปภาพ

ภาพตัวอย่าง	รายการสีที่ใช้เทียบสี	Match (%)
(ภาพที่สร้างจากโปรแกรม 3ds max 5)	กำหนดยี่ห้อ JOTUN กำหนดชุด MAJESTIC เบอร์สีที่เทียบได้ 0765	81.84 %
(ภาพถ่ายหอนาฬิกานครขอนแก่น)	กำหนดยี่ห้อ SINCLAIR กำหนดชุด Exterior Standard Colors เบอร์สีที่เทียบได้ 2062	97.35 %

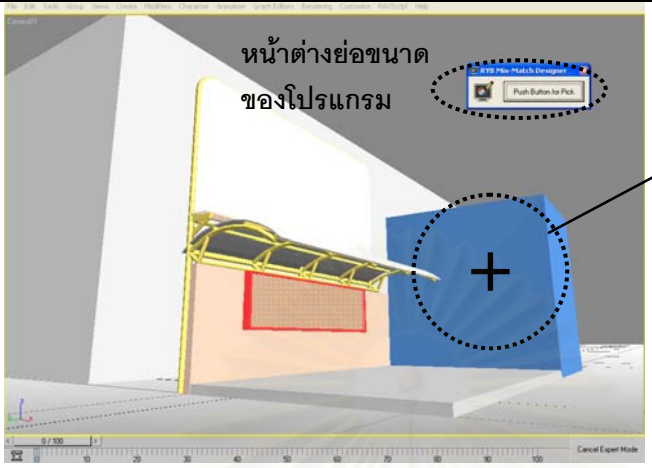
5.4 การทดสอบการผสมสี

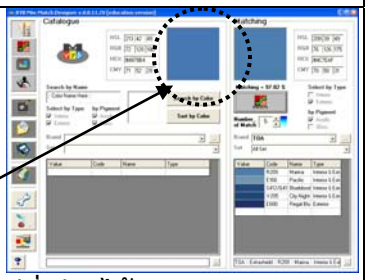
สีตั้งต้น 1	สีตั้งต้น 2	สีที่ผสมได้ (1:1)
ยี่ห้อ ICI ชุด Pentalite เบอร์ 2219	ยี่ห้อ ICI ชุด Pentalite เบอร์ 2216	ค่า RGB(155,167,179)
กำหนดเอง RGB(255,0,0)	กำหนดเอง RGB(255,255,0)	ค่า RGB(238,127,17)

5.5 การทดสอบการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น

ใช้โปรแกรม 3ds max 5 เป็นโปรแกรมทดสอบกรณีศึกษาตัวอย่าง

การชี้ค่าสีจากโปรแกรมอื่นบนหน้าจอ





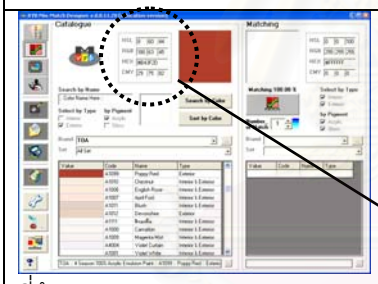
สีที่เทียบได้

กำหนดยี่ห้อ TOA

กำหนดชุด Extrashield

เบอร์สีที่เทียบได้ R209

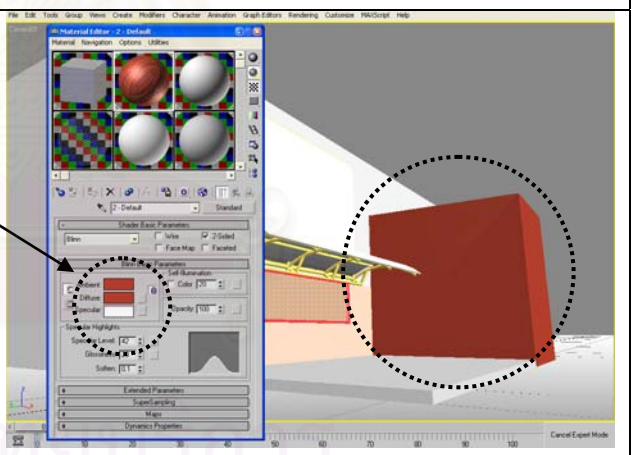
การนำค่าสีจากรายการสีในฐานข้อมูลไปใช้ในโปรแกรมอื่น



ยี่ห้อ TOA

ชุด 4 SEASON

เบอร์ A1099



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจนถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและกำหนดอัตราส่วนผสมของสีในงานออกแบบสถาปัตยกรรมดังที่ได้กล่าวมาในบทที่ผ่านมาแล้วนั้น สามารถแบ่งบทสรุปจากการศึกษาครั้งนี้ออกเป็น 2 ประเด็นสำคัญ คือ

1. บทสรุปจากการศึกษา

2. ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

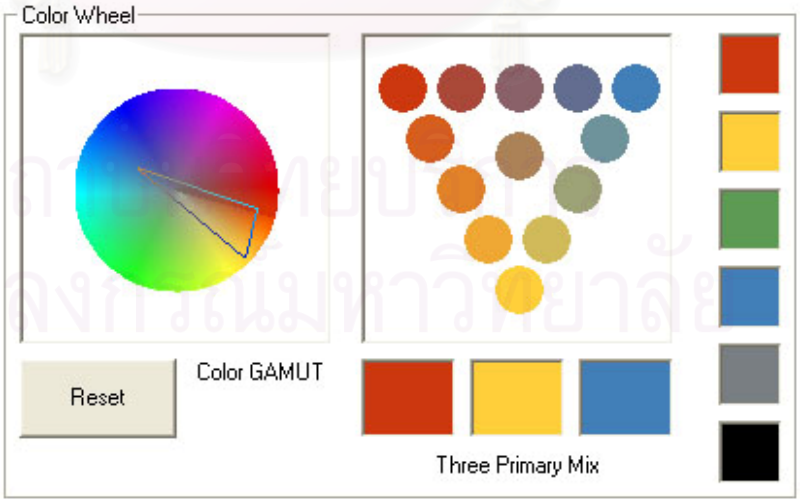
1. บทสรุปจากการศึกษา

หลังการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว จากการทดลองใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบความสามารถของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ได้บทสรุปจากการศึกษา ดังต่อไปนี้

1) โปรแกรมสามารถเทียบสีได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ สามารถแสดงลำดับช่วงของสีที่ใกล้เคียงลำดับต่อมา เป็นการเพิ่มทางเลือก และสร้างความยืดหยุ่นในการออกแบบ

2) โปรแกรมสามารถจำลองการผสมสีบนคอมพิวเตอร์ได้ และหาแนวโน้มของการผสมสีที่เป็นสีสารได้ กำหนดแม่สีตั้งต้น และกำหนดอัตราส่วนผสมของสีได้อย่างอิสระ

3) โปรแกรมสามารถกำหนดแม่สีตั้งต้นเป็นสีใดๆ โปรแกรมจะแสดงผลเป็นขอบเขตของสี (GAMUT) ใกล้เคียงความเป็นจริง สร้างความเข้าใจแก่ผู้ใช้งานได้ดี

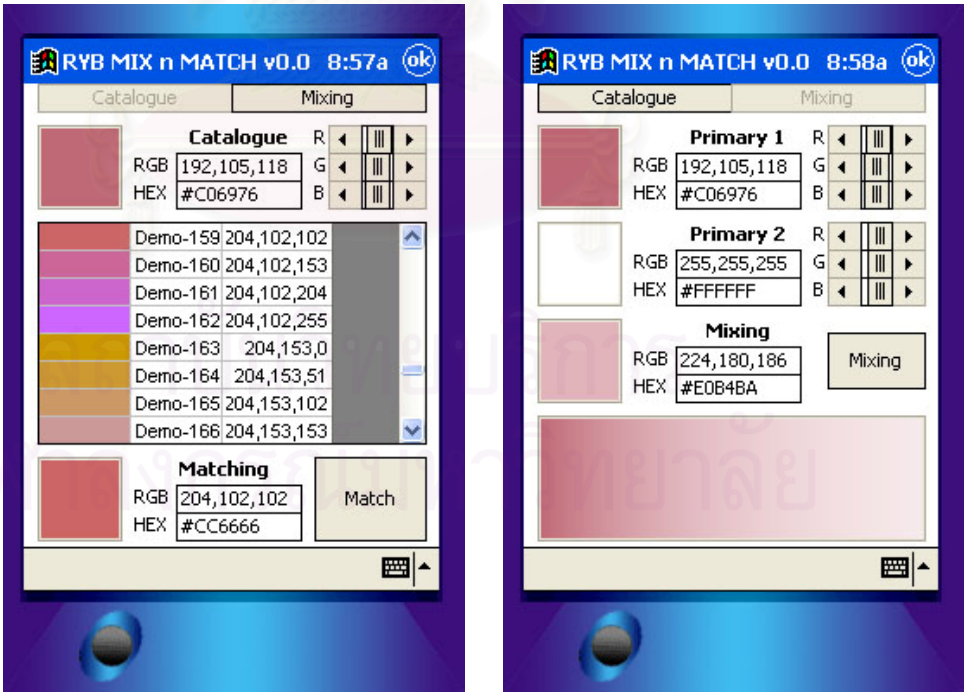


รูปที่ 5.1 แสดงขอบเขตสีจากการกำหนดสีตั้งต้น

4) โปรแกรมสามารถเลือกสีโดยการชี้ค่าสีจากโปรแกรมใช้งานอื่นๆ ได้ สามารถนำค่าสีนั้นมาเทียบสีจากฐานข้อมูลรายการสี และผสมสีได้ อีกทั้งยังสามารถนำค่าสีจากฐานข้อมูลรายการสีซึ่งเป็นค่าสีจริง กลับไปใช้งานในโปรแกรมอื่นๆ ได้อีกด้วย
5) ได้เครื่องมือช่วยเทียบสีที่มีความถูกต้องแม่นยำ และสามารถหาแนวโน้มของสีผสมในอัตราส่วนต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ เป็นการนำร่องแนวความคิดในการสร้างเครื่องมือช่วยในการออกแบบ และกำหนดสีในงานสถาปัตยกรรม

2. ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

1) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะโปรแกรมเสริม (Plug in) หรือจะเป็นลักษณะคำสั่งเฉพาะโปรแกรม (Script) ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ เพื่อใช้เสริมในการแสดงผลสีในรูปแบบของสีสารได้
2) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการอื่นทั้งทางฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ (Platform) เช่น พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือใน PDA (Personal Digital Assistant) สามารถพกติดตัวไปใช้งานนอกสถานที่ หรือในสถานที่ก่อสร้างอาคารได้ พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) แมคอินทอช (Macintoch) เป็นต้น

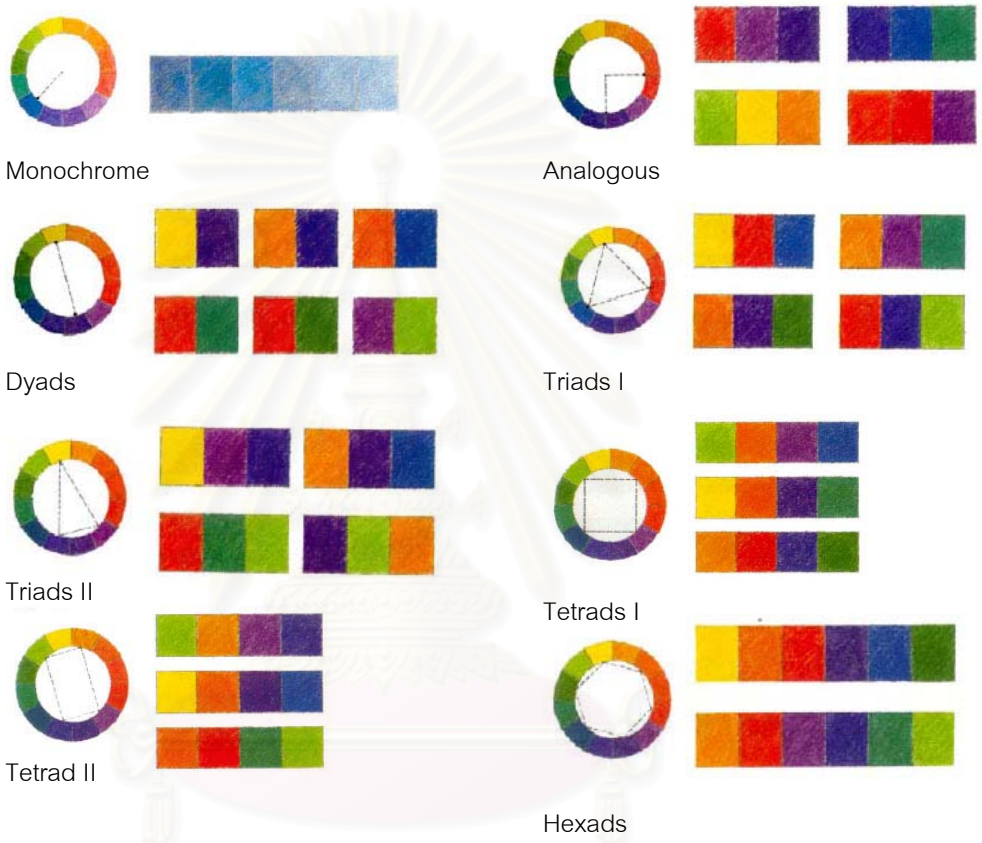


รูปที่ 5.2 แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเทียบสีและและผสมสีตัวอย่างบน PDA

3) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และคำนวณปริมาณสีที่ใช้ได้

4) การทาสีใหม่ให้อาคารเก่า (Renovation) ซึ่งสามารถคำนวณจากปัจจัยต่างๆ เช่น สีที่ซีดจางตามอายุการใช้งาน และสภาพอากาศ เป็นต้น

5) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบสีในลักษณะอื่น เช่น การเลือกสีจากโครงสี เป็นต้น



รูปที่ 5.3 แสดงแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมช่วยจัดโครงสี (ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, 29–30)

6) ในการศึกษาเพิ่มเติมควรมีการจัดการปรับแต่งสีจอภาพ (Calibration) เพื่อการแสดงผลสีให้ได้ใกล้เคียงจริงยิ่งขึ้น ลดข้อจำกัดในปัจจัยต่างๆ เช่น จอภาพต่างกัน ศักยภาพการมองเห็นสีต่างกันในแต่ละคน สภาพแวดล้อมของแสงสว่างในบริเวณที่ใช้คอมพิวเตอร์ต่างกัน เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติ ภักดีวัฒนกุล และจำลอง ครูอุตสาหะ, Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 7 โรงพิมพ์ หจก. ไทยเจริญการพิมพ์, 2543.

โกสุม สายใจ, สีและการใช้สี. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ กุล พริ้นติ้ง, 2536.

บุญเลิศ ชุตินิมิตกุล, การศึกษาพฤติกรรมการซื้อสีทาบ้านของผู้บริโภคขั้นสุดท้ายในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาพานิชยศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการตลาด บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

ปิยะ นิมิตยงสกุล และวาสนา ไตรพฤฒิธัญญา, เคล็ดลับ และเทคนิคการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิกส์. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2540.

ปิยานันต์ ประสารราชกิจ, ทฤษฎีสี และ การออกแบบตกแต่งภายใน. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ บริษัท พริกหวาน กราฟฟิค จำกัด.

พรพล สาครินทร์ และกฤษฎา แก้วมณี, พื้นฐานการก้าวสู่โลก 3 มิติ 3D Graphics. โรงพิมพ์ บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด.

วิรุณ ตั้งเจริญ, ทฤษฎีสีเพื่อการสร้างสรรค์ศิลปะ. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, 2535.

สมจิต กลับแสง, เครื่องมือจัดการสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

สิทธิศักดิ์ คล่องดี, คัมภีร์ Visual Basic 6.0. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ บริษัท เยลโล่การพิมพ์ (1988) จำกัด, 2542.

อิทธิพล สิงห์คำ, โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยออกแบบการปูพื้นอาคารด้วยวัสดุสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Abitom, Color Wheel Expert. [online] Available from : http://www.abitom.com [2003, November 10]

Adobe Photoshop, [online] Available from : http://www.adobe.com [2004, January 1]

Art, Design, and Visual Thinking, Color, Value and Hue. [online] Available from : http://char.txa.cornell.edu [2003, October 18]

Easy RGB, Easy RGB. [online] Available from : http://www.easyrgb.com [2003, December 5]

Discreet, 3ds max 5. [online] Available from : http://www.discreet.com [2003, April 13]

Hans Irtel, Color Systems. [online] Available from : http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/colorsys/index.html [2004, February 26]

History of Color Models, Color Model Museum. [online] Available from : http://www.colorcube.com/articles/models/model.htm [2003, July 23]

Jacques Paris, Color Models for MapInfo. [online] Available from : http://www.paris-pc-gis.com/MI_Enviro/Colors/color_models.htm [2002, October 8]

Microsoft, Microsoft Visual Basic 6.0. [online] Available from : http://www.microsoft.com [2004, January 1]

Microsoft, Microsoft Windows. [online] Available from : http://www.microsoft.com [2004, January 1]

Perry Watts, Working with RGB and HLS Color Coding Systems in SAS Software. [online] Available from : http://www2.sas.com/proceedings/sugi28/234-28.pdf [2004, February 27]

Rod Stephens, Visual Basic Graphics Programming. U.S.A. : John Wiley & Sons, Inc., 2000.

Roy S. Kalawsky, The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. The University Press, Cambridge, 1993.

ภาคผนวก

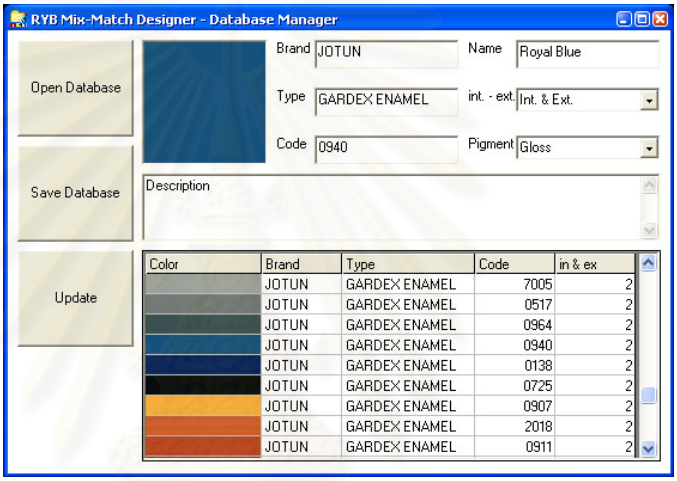
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ส่วนโปรแกรมเสริมการใช้งาน

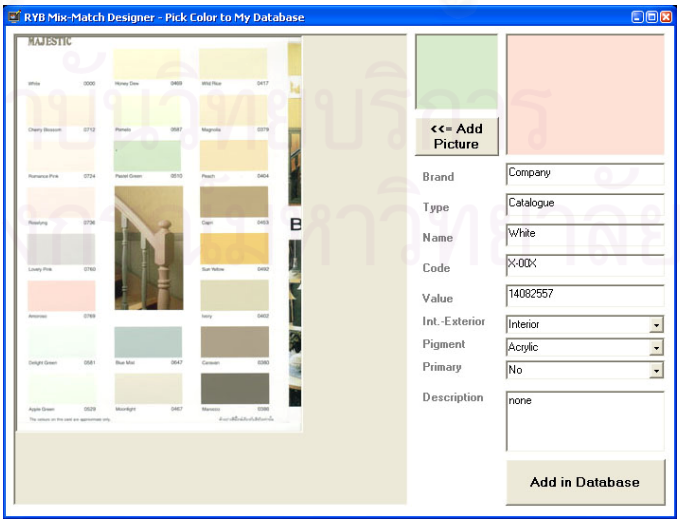
เป็นโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องช่วยในการจัดการฐานข้อมูลรายการสี และเพิ่มเติมข้อมูลรายการสีโดยผู้ใช้งานเองได้ โดยจะถูกรวมอยู่ในชุดติดตั้งของโปรแกรม (Package Setup) แยกส่วนออกเป็นโปรแกรมทำงานโดยเฉพาะ

1) โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถเปิดแฟ้มฐานข้อมูลรายการสีของโปรแกรม ชื่อแฟ้มข้อมูล “dbcolor2.mdb” เพื่อทำการแก้ไข (Editing) ข้อมูลรายการสีในฐานข้อมูลได้



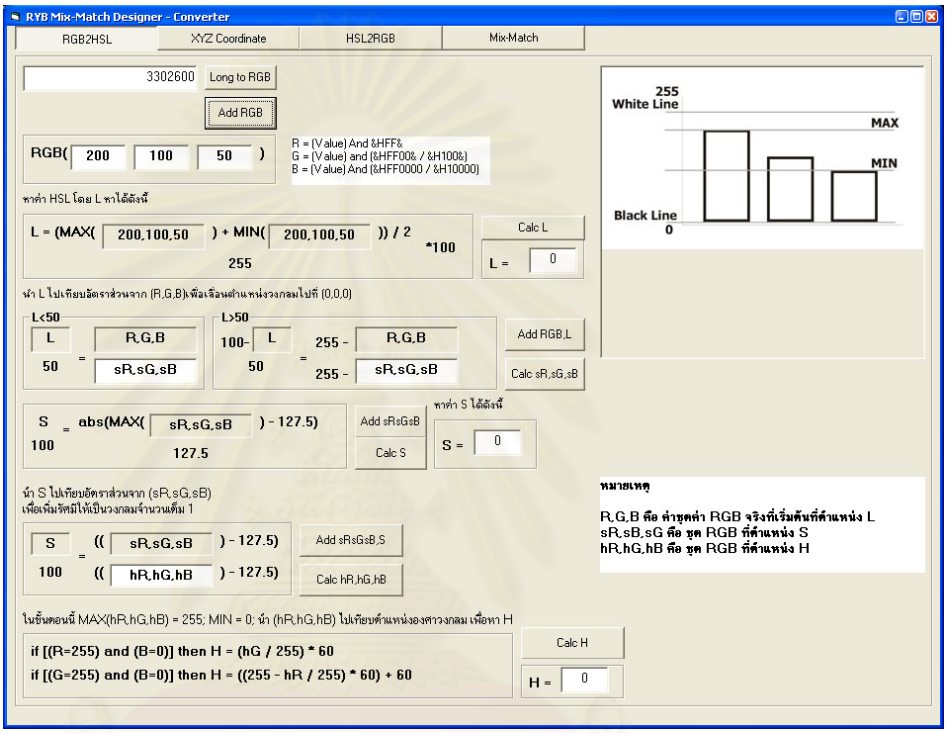
รูปแสดงลักษณะของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

2) โปรแกรมเพิ่มเติมรายการสี ผู้ใช้งานสามารถทำการเพิ่มเติมสี และรายละเอียดข้อมูลของสีจากรายการสีใหม่ หรือที่ไม่มีอยู่ในฐานข้อมูลได้



รูปแสดงลักษณะของโปรแกรมเพิ่มเติมรายการสี

3) โปรแกรมอธิบายการแปลงระบบสี จัดทำขึ้นเป็นตัวอย่างเพื่อใช้อธิบายการแปลงค่าจากระบบสี RGB ไปเป็นแบบจำลองสี HSL, การหาพิกัด x,y,z ในแบบจำลองสี HSL, การแปลงค่าจากแบบจำลองสี HSL ไปเป็นระบบสี RGB, การหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด และการหาจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด สามารถทดลองกำหนดค่าตัวเลขให้กับตัวแปรในช่องว่างได้ เป็นโปรแกรมใช้ประกอบกับการอธิบายวิธีการแปลงระบบสีอย่างเป็นขั้นตอนเฉพาะในการศึกษานี้



รูปแสดงลักษณะของโปรแกรมประกอบการอธิบายวิธีการแปลงระบบสี

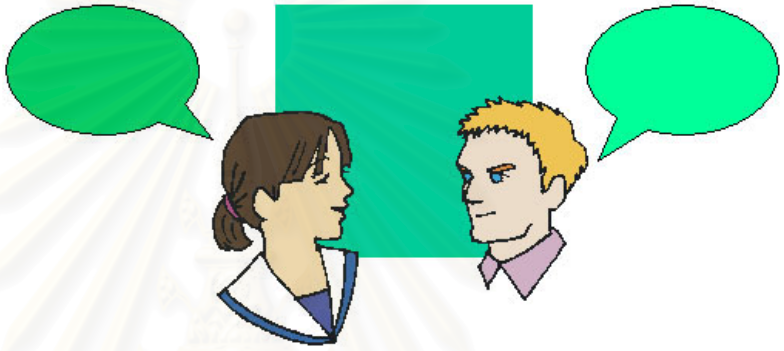
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงผลสี

การแสดงผลสีมีปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลทำให้สีที่แสดงเกิดข้อผิดพลาด สีที่มีค่าสีเดียวกันอาจแสดงผลสีที่ไม่เหมือนกันได้ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของการแสดงผลสีในการศึกษานี้

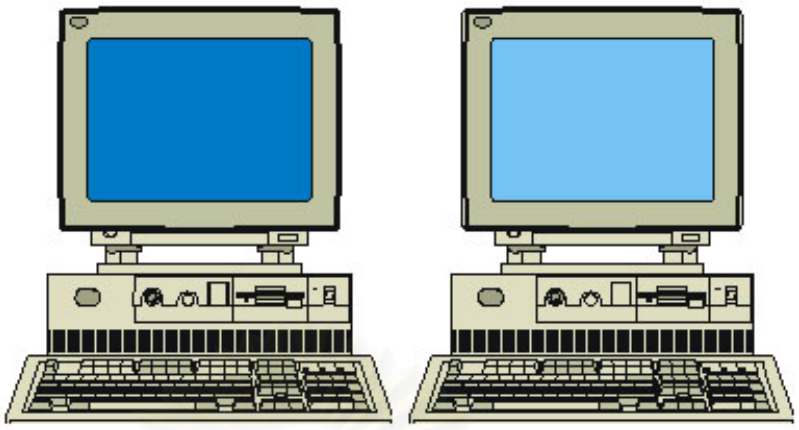
<u>ปัจจัยทางด้านการแสดงผลสี</u>

1) ปัจจัยทางด้านการมองเห็น จากการศึกษาพบว่าศักยภาพของอวัยวะตาของแต่ละคนมีไม่เท่ากัน ทำให้การมองเห็นสีในแต่ละคนไม่เหมือนกัน อีกทั้งศักยภาพของสมองก็มีผลต่อการประมวลผล และตีความหมายสีด้วย ข้อมูลและประสบการณ์ไม่เท่ากันย่อมทำให้การตีความหมายสีต่างกัน



รูปแสดงลักษณะการมองเห็นสีและตีความหมายสีที่ต่างกัน

2) ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าสีเกิดจากแสงส่องกระทบผิววัตถุแล้วเกิดการดูดซับ และสะท้อนคลื่นความถี่บางส่วนออกมาเข้าตาเกิดการมองเห็นสี ดังนั้น ค่าของแสงที่ส่องย่อมมีผลต่อคลื่นที่จะสะท้อนจากผิววัตถุด้วย เช่น สภาพแวดล้อมของแสงบริเวณที่ทำงานแต่ละสถานที่ไม่เท่ากันมีอิทธิพลต่อสีในการมองเห็นของวัตถุในสถานที่นั้น รวมไปถึงสีบนจอภาพคอมพิวเตอร์ด้วย
3) ปัจจัยทางด้านอุปกรณ์ จอภาพต่างยี่ห้อกัน หรือต่างรุ่นกัน จะมีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกันย่อมมีผลต่อการแสดงผลสีด้วย ทั้งนี้รวมไปถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ควบคุมการแสดงผลภาพ (Display Card) ด้วย แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการปรับแต่งค่าสีของอุปกรณ์ (Calibration) ซึ่งสามารถช่วยได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลต่างกัน เช่น แสกนเนอร์ (Scanner) ค่าของสีที่นำเข้าในฐานข้อมูลก็ต่างกันด้วย



รูปแสดงลักษณะการแสดงผลสีที่ต่างกันในจอภาพที่ต่างชนิดกัน

ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการศึกษานี้

1) อายุการใช้งานของสีแต่ละชนิด แต่ละผู้ผลิตสีไม่เท่ากัน อาจทำให้สีในรายการสีต้นฉบับมีค่าไม่เท่ากันได้ ซึ่งได้ระบุไว้ในโปรแกรมว่า “ตัวอย่างสีนี้ใกล้เคียงกับสีจริงเท่านั้น” (The Color patterns shown on this program are approximate only)
2) คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตสีมีผลต่อค่าสีที่ผสมได้ ซึ่งการผสมสีเพื่อให้ได้ความถูกต้องแม่นยำควรจะมีการทดลองผสมจริงและจดบันทึกเป็นอัตราส่วนสีที่จะผสมได้ของแต่ละชุดสีนั้นๆ
3) แบบจำลองสี HSL ในการศึกษานี้ได้แบ่งช่วงของตำแหน่งสีหลักช่วงละ 60 องศาเท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงตำแหน่งของสีไม่เท่ากัน อีกทั้งระดับค่าความสว่างของสีก็ไม่เท่ากัน การจะจำลองการผสมสีให้ครอบคลุมการกำหนดสีตั้งได้ทุกสีนั้นจะต้องทำการทดลอง และศึกษาเฉพาะด้านลงไปอย่างจริงจัง

ยังมีข้อจำกัดที่มีอิทธิพลต่อการแสดงผลสี และมองเห็นสีอีกมากมาย ซึ่งในการศึกษานี้เน้นเจาะจงไปที่การสร้างเครื่องมือในการเทียบสี และผสมสีเพื่อช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรม เพื่อช่วยการตัดสินใจในการออกแบบ การผสมสีจึงเป็นลักษณะของการจำลองเพื่อทดลองผสมสีสารบนคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทราบแนวโน้มก่อนนำไปผสมจริง เพื่อช่วยลดปัญหาการลองผิดลองถูกในการผสมสีที่สิ้นเปลือง เพื่อให้ได้สีที่ต้องการจากสีตั้งต้น

ภาคผนวก ข.

การผลิตสี (บุญเลิศ ชุตินิมิตกุล, 2529: 8 – 12. อ้างถึงใน ประสาน รุ่งสว่าง, 2520: 49 – 51)

ในปัจจุบันโรงงานผลิตสีภายในประเทศได้ทำการผลิตประเภทต่างๆ เพื่อสนองอุตสาหกรรมภายในประเทศ และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศบ้างเล็กน้อย ซึ่งสีประเภทต่างๆ ที่โรงงานผลิตนั้นอาจแยกออกตามลักษณะการผลิตได้ 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) สีน้ำพลาสติก (Emulsion Paints) เป็นสีที่มีตัวประสาน (Binder) เป็นส่วนที่ไม่ระเหยของสิ่งนำสี (Emulsion) ผสมอยู่กับผงสี และวัตถุอื่นในสภาพที่เป็นของเหลว บางครั้งเรียกว่า สีลาเท็กซ์ (Latex Paints) ตามลักษณะของเนื้อสี ใช้ทาวัตถุที่เป็นอิฐ คอนกรีต ฝาผนังฉาบปูน และกระเบื้องกระดาษ สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพอจะแบ่งออก ได้ดังนี้
   - ลาเท็กซ์ (Latex) เป็นสารประกอบที่สำคัญที่สุดในการผลิตสีน้ำพลาสติก ซึ่งประมาณกันว่า สีน้ำพลาสติก 1 แกลลอน จะมีลาเท็กซ์เป็นส่วนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 15 – 20 โดยปริมาตรตามคุณภาพของสีชนิดนั้นๆ ลาเท็กซ์มีคุณสมบัติทำให้มีความคงทนในการใช้งาน และทำให้สามารถทาได้ราบเรียบบนผิววัตถุที่ต้องการ ในปัจจุบันมีการเพิ่มวัตถุดิบเป็นสารอะครีลิค (Acrylic) เข้าไปด้วยเพื่อเพิ่มการยึดเกาะกับวัตถุได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งอาจเรียกว่า “สีน้ำอะครีลิค”
   - ไตตาเนียม ไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) เป็นรงค์วัตถุสีขาวผสมอยู่ในสีน้ำ
   - เนื้อสี (Pigment) เป็นส่วนผสมที่ทำให้เกิดสีสรรในลักษณะต่างๆ ซึ่งได้แก่ สีฝุ่น และแม่สีต่างๆ
   - สารประกอบอื่นๆ ซึ่งในส่วนนี้อาจแตกต่างกันบ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสูตรของการผลิตที่แต่ละบริษัทผลิต เพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์สีที่ตนเองผลิตขึ้นนั้นมีคุณภาพที่เหนือกว่าบริษัทอื่นๆ เช่น สามารถป้องกันเชื้อราได้ เป็นต้น
2) สีน้ำมัน (Enamel Paints) เป็นสีที่ประกอบด้วยน้ำมันขัดเงา (Varnish) ผงสี ตัวเจือจาง และสารเพิ่มเติมคุณสมบัติ (Additives) ต่างๆ โดยกรรมวิธีการผสมใช้ความร้อนช่วย สีน้ำมันเมื่อแห้งจะมีลักษณะเป็นฟิล์มแข็ง มีความเหนียว และเป็นเงามัน อาจกล่าวได้ว่าสีน้ำมันก็คือ สีเคลือบนั่นเอง และมีคุณสมบัติสามารถใช้ทากับหน้าวัสดุได้ทุกชนิด เพื่อความทนทาน แต่โดยทั่วไปมักใช้ทาพื้นผิววัสดุที่เป็นไม้ และโลหะ สำหรับพื้นผิวที่ฉาบปูน เป็นอิฐ คอนกรีต หรือเป็นกระเบื้องกระดาษมักไม่นิยมใช้ หรือใช้บ้าง

เป็นส่วนพื้นที่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากสีน้ำมันมีราคาแพงกว่าสีน้ำพลาสติกมาก ถึงแม้จะมีความคงทนมากกว่าก็ตาม สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสีน้ำมันนั้น สามารถแยกออกได้คร่าวๆ ดังนี้ คือ

- เรซิ่น (Resin) มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับลาเท็กซ์ในสีน้ำพลาสติก
- สารละลาย (Solvent) เป็นสารที่เป็นตัวทำละลาย เพื่อให้เม็ดสีและสารประกอบอื่นๆ ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
- เนื้อสี (Pigment) เป็นส่วนผสมที่ทำให้เกิดสีสรรในลักษณะต่างๆ ซึ่งได้แก่ สีฝุ่น และแม่สีต่างๆ

3) น้ำมันขัดเงา และแลคเกอร์ (Varnishes and Lacquers)

4) สีสำเร็จรูปอื่นๆ (Other Paints Prepared) ซึ่งได้แก่ สีชนิดต่างๆ ที่ไม่ได้อยู่ใน 3 ประเภทดังกล่าว สีประเภทนี้มักเป็นสีที่ผลิตขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะ เช่น สีใช้ทาในอุตสาหกรรมต่อเรือ หรือสีทาถนน เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างรายการสี

ในการศึกษานี้ได้รวบรวมรายการสีที่มีจำหน่ายในประเทศไทยเป็นกรณีศึกษา ได้แก่ TOA, ICI, JBP, SINCLAIR, DELTA, DUTCH BOY, NIPPON PAINT, JOTUN และ CAPTAIN

รูปตัวอย่างรายการสีที่รวบรวมเป็นฐานข้อมูลของโปรแกรม

รูปตัวอย่างรายการสีที่รวบรวมเป็นฐานข้อมูลของโปรแกรม (ต่อ)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ – สกุล	นายสัญชัย สันติเวส
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520
ที่อยู่	295/2 ถ.สวรรค์วิถี ต.ปากน้ำโพ อ.เมือง จ.นครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	
2541	สำเร็จการศึกษาปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น
2544	เข้าศึกษาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย