



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ทฤษฎีของสี

ทฤษฎีของสี

การวัดค่าสีทำได้ทั้งโดยการเปรียบเทียบกับชุดเทียบสีมาตรฐานด้วยสายตา เช่น Munsell book หรืออาจวัดจากเครื่องวัดค่าสี ซึ่งมีหลายชนิดให้เลือกใช้ เช่น เครื่อง Tri-stimulus colorimeter นอกจากนี้ระบบสียังมีหลายระบบ ขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้วัดและค่าที่ต้องการ สำหรับการเลือกใช้ระบบ Munsell color system ในการประเมินสีจะได้ค่าต่างๆ ดังภาพภาคผนวก 1 ซึ่งค่าที่ได้จะแตกต่างกันไปตามสีของวัตถุ โดยค่าที่บันทึกได้มีดังนี้

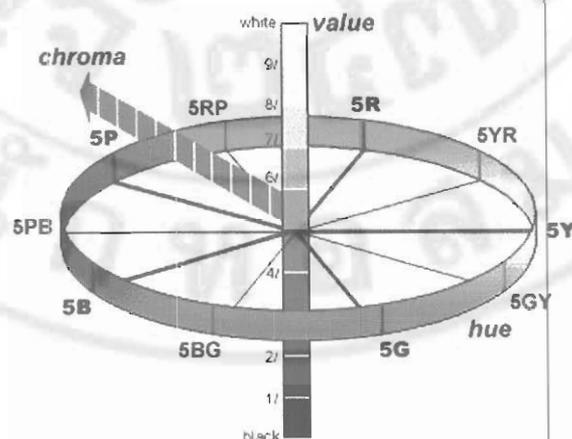
hue คือ เป็นมุม (องศา) ที่แสดงชนิดสีที่ปรากฏมีสีเหลือง (Y) สีเหลืองแดง (YR) สีแดง (R) สีแดงม่วง (RP) สีม่วง (P) สีม่วงน้ำเงิน (PB) สีน้ำเงิน (B) สีน้ำเงินเขียว (BG) สีเขียว (G) และสีเขียวเหลือง (GY) ซึ่งในแต่ละสีจะแบ่งย่อยเป็น 10 ค่าสี รวมทั้งหมดเท่ากับ 100 ค่าสี

value เป็นค่าที่บ่งบอกความเข้มของสี มีค่าตั้งแต่ 0/ คือ สีขาวถึง 9/ คือ สีดำ

chroma เป็นค่าบอกระยะความห่างของสีจากแกนกลาง มีค่าเริ่มตั้งแต่ /0 ถึง /10, /12, /14 หรือเป็น /16 ขึ้นอยู่กับชนิดของสี

ตัวอย่าง การบันทึกจาก Munsell book จะบันทึกเป็นค่า hue และ value/chroma

เช่น hue = 2.5RP และ value/chroma = 5/4 เป็นต้น



ภาพภาคผนวก 1 รูปแบบของสีที่ที่ได้จากการเลือกใช้ระบบ Munsell color system

(Handprint, 2001)

นอกจากนี้ค่าสีของวัตถุสามารถวัดได้ ซึ่งแสดงค่าได้หลายระบบ ในระบบ Hunter Lab, CIE XYZ, CIE lab เป็นต้น ในส่วนของค่าสีที่แสดงเป็น L^* , a^* และ b^* ในระบบ CIE ซึ่งเมื่อค่าต่างๆ เหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปสีที่ปรากฏก็จะแตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นค่า L^* , a^* หรือ b^* ซึ่งสามารถแปลความหมายของค่าต่างๆ ได้ดังนี้

ค่า L^* เป็นดัชนีของความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 คือ สีดำ ถึง 100 คือ สีขาว

ค่า a^* เป็นสีแดงเมื่อค่าเป็นบวก ($+a^*$) หรือสีเขียวเมื่อค่าเป็นลบ ($-a^*$)

ค่า b^* เป็นสีเหลืองเมื่อค่าเป็นบวก ($+b^*$) หรือสีน้ำเงินเมื่อค่าเป็นลบ ($-b^*$)

ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถนำไปคำนวณเป็นค่าต่างๆ ได้อีกเพื่อเป็นการประเมินค่าสีที่ถูกต้องมากขึ้น เช่น ค่า hue angle หรือ H° หรือค่า chroma หรือ C ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

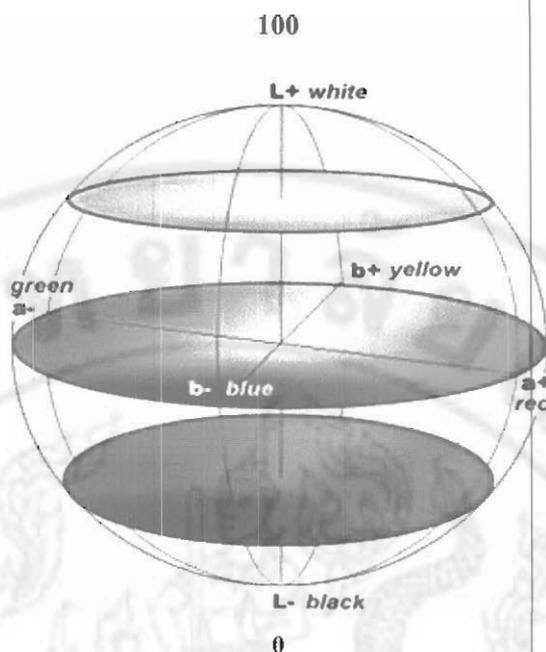
ค่า hue angle หรือ H° คำนวณได้ดังนี้

$$H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$$

ค่า saturation index หรือ chroma หรือ C คำนวณได้ดังนี้

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

เนื่องจากค่าต่างๆ ข้างต้นแสดงให้เห็นทราบได้เพียงชนิดของสีเท่านั้น แต่ยังไม่ทราบขอบเขตของสีหรือความอ่อน-เข้มของสีที่ได้ จึงได้นำค่า L^* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 (ในวัตถุที่เป็นสีดำ) ถึง 100 (ในวัตถุที่เป็นสีขาว) นำมาคำนวณร่วมกับค่าอื่นๆ เช่น ค่า a^* , b^* , hue angle และ chroma โดยค่า L^* มีผลต่อความอ่อน-เข้มของสีที่ปรากฏ (ภาพภาคผนวก 2) ซึ่งทำให้ทราบขอบเขตที่แท้จริงของสีที่ปรากฏ (McGuire, 1992) นอกจากนี้ค่า L^* , a^* และ b^* ยังสามารถแปลงค่าในระบบอื่นๆ ได้ เช่น แปลงจากค่า L^* , a^* และ b^* ไปเป็นค่า X%, Y% และ Z% หรือ Y, x และ y โดยสูตรต่างๆ (ตารางภาคผนวก 1) ได้ดังนี้



ภาพภาคผนวก 2 ความแตกต่างของสีที่ปรากฏเมื่อค่า L^* , a^* และ b^* มีค่าที่ในระดับต่างๆ
(Handprint, 2001)

ตารางภาคผนวก 1 สูตรที่ใช้ในการแปลงค่าสีไปเป็นระบบสีต่างๆ

ค่าที่แปลง	เป็น L^* , a^* , b^*	เป็น $X\%$, $Y\%$, $Z\%$	เป็น Y , x , y
	$L^*=10(Y\%)^{1/2}$		$Y=Y\%$
$X\%$, $Y\%$, $Z\%$	$a^*=17.5 (X\%-Y\%)/(Y\%)^{1/2}$		$x=[X\%/(X\%+Y\%+Z\%)]$
	$b^*=7.0 (Y\%-Z\%)/(Y\%)^{1/2}$		$y=[Y\%/(X\%+Y\%+Z\%)]$
		$Y=0.01L^{*2}$	$Y=0.01L^2$
L^* , a^* , b^*		$X\%=0.01L^{*2}+(a^*L^*/175)$	$x=(a^*+1.75L^*)/(5.645L^*+a^*-3.012b^*)$
		$Z\%=0.01L^{*2}-(a^*L^*/70)$	$Y=1.786L^*/(5.645L^*+a^*-3.012b^*)$
	$L^*=10(Y)^{1/2}$	$X\%=(1.02) (Y/y)$	
Y , x , y	$a^*=17.5 (Y)^{1/2}[(1.02x/y)-1]$	$Z\%=0.847[1-(x+y)](Y/y)$	
	$b^*=5.929(Y)^{1/2}[(2.181y+x-1)/y]$		

ที่มา: Hutching (1994)

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น เริ่มจากนำค่า L^* , a^* และ b^* ที่ได้จากการวัดค่าสี มาทำการคำนวณค่า H° และ C ตามสูตรข้างต้น หลังจากนั้น นำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสูตรดัชนีสี สูตรต่างๆ ที่ศึกษา ได้แก่ a^*/b^* , $(1000 \times a^*)/(L^* \times b^*)$, $(2000 \times a^*)/(L^* \times C)$, $(180 - H^\circ)/(L^* \times C)$ และ $(180 - H^\circ)/(L^* + C)$ เมื่อได้ค่าต่างๆ จึงได้นำไปจัดเรียงตามกลุ่มสีที่บันทึกได้จาก Munsell book ได้ค่าต่างๆ ดังเช่น ตัวอย่างในตารางภาคผนวก 2 และ 3

ตารางภาคผนวก 2 ตัวอย่างค่า L^* , a^* และ b^* ที่วัดได้และคำนวณเป็นค่า H° และ C

ต้น	สีที่ปรากฏ	L^*	a^*	b^*	H°	C
A1- 11- 11	สีเหลือง	45.81	10.30	15.98	1.00	19.01
A7- 6- 32	สีเหลือง	40.96	8.41	11.24	0.93	14.03
A7- 6- 66	สีเหลือง	51.64	8.61	15.14	1.05	17.41
A7- 6- 71	สีเหลือง	38.46	10.52	12.79	0.88	16.56
A1- 10- 2	สีเหลืองแดง	65.29	7.98	18.44	1.16	20.09
A1- 10- 7	สีเหลืองแดง	62.16	5.16	20.54	1.32	21.18
A1- 10- 8	สีเหลืองแดง	62.51	6.24	20.44	1.27	21.37
A1- 10- 9	สีเหลืองแดง	62.46	5.57	20.16	1.30	20.91
A1- 10- 6	สีแดง	67.93	6.89	18.35	1.21	19.60
A1- 11- 1	สีแดง	65.79	3.76	20.01	1.39	20.36
A1- 11- 6	สีแดง	47.74	6.80	17.50	1.20	18.77
A1- 18- 12	สีแดง	61.56	2.61	17.96	1.43	18.14
A1- 11- 3	สีแดงม่วง	39.18	10.60	12.32	0.86	16.25
A1- 11- 12	สีแดงม่วง	31.35	7.03	5.06	0.62	8.66
A3- 13- 8	สีแดงม่วง	31.60	8.70	6.21	0.62	10.68
A7- 6- 18	สีแดงม่วง	30.86	8.83	9.20	0.81	12.75
A7- 6- 46	สีม่วง	45.52	8.46	11.02	0.92	13.89
A7- 6- 58	สีม่วง	39.50	8.30	9.21	0.84	12.40
A7- 11- 4	สีม่วง	46.24	10.33	13.82	0.93	17.25
A7- 11- 5	สีม่วง	45.24	7.58	11.47	0.99	13.75

ตารางภาคผนวก 3 ตัวอย่างค่าที่คำนวณจากค่า L^* , a^* , b^* , H° และ C เป็นค่าของดัชนีสีสูตรต่างๆ

ต้น	สีที่ปรากฏ	a^*/b^*	$(1000 \times a^*)/(L^* \times b^*)$	$(2000 \times a^*)/(L^* \times C)$	$(180-H)/(L^* \times C)$	$(180-H)/(L^* + C)$
A1- 11- 11	สีเหลือง	0.64	14.08	23.66	0.21	2.76
A7- 6- 32	สีเหลือง	0.75	18.26	29.24	0.31	3.26
A7- 6- 66	สีเหลือง	0.57	11.01	19.15	0.20	2.59
A7- 6- 71	สีเหลือง	0.82	21.37	33.02	0.28	3.26
A1- 10- 2	สีเหลืองแดง	0.43	6.63	12.17	0.14	2.09
A1- 10- 7	สีเหลืองแดง	0.25	4.04	7.84	0.14	2.14
A1- 10- 8	สีเหลืองแดง	0.31	4.88	9.34	0.13	2.13
A1- 10- 9	สีเหลืองแดง	0.28	4.42	8.52	0.14	2.14
A1- 10- 6	สีแดง	0.38	5.53	10.35	0.13	2.04
A1- 11- 1	สีแดง	0.19	2.85	5.61	0.13	2.07
A1- 11- 6	สีแดง	0.39	8.14	15.17	0.20	2.69
A1- 18- 12	สีแดง	0.15	2.36	4.67	0.16	2.24
A1- 11- 3	สีแดงม่วง	0.86	21.95	33.28	0.28	3.23
A1- 11- 12	สีแดงม่วง	1.39	44.34	51.79	0.66	4.48
A3- 13- 8	สีแดงม่วง	1.40	44.35	51.52	0.53	4.24
A7- 6- 18	สีแดงม่วง	0.96	31.13	44.90	0.46	4.11
A7- 6- 46	สีม่วง	0.77	16.87	26.76	0.28	3.01
A7- 6- 58	สีม่วง	0.90	22.82	33.90	0.37	3.45
A7- 11- 4	สีม่วง	0.75	16.16	25.90	0.22	2.82
A7- 11- 5	สีม่วง	0.66	14.62	24.38	0.29	3.03

เมื่อได้ข้อมูลของค่าต่างๆ ดังในตาราง 16 และ 17 แล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เช่น วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จะได้ค่าต่างๆ ดังตัวอย่างในตารางภาคผนวก 4 สำเร็จแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$LSD_{(\alpha, df_{error})} = t_{(\alpha, df_{error})} (2MSE/r)^{1/2}$$

ตารางภาคผนวก 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีสีสูตร (2000 x a*)/(L* x C)

Source of Variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F-cal	P-value
Treatment	11,390.854	4	2,847.713	68.442**	0.0001
Error	4,535.212	109	41.607		
Total	15,926.066	113			



ภาคผนวก ข
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง
เกิดเมื่อ 6 ธันวาคม 2523
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนประสาทวิทยาคาร
จังหวัดสุรินทร์
พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
พ.ศ. 2546 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

