



คู่สีสำหรับโทนไร้สีที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

Color Combination Pairs of Achromatic Color for the Elderly

ฐิติพร เลิศรัตนเดชากุล*, คณาภรณ์ รักไพฑูรย์ และ เกษม ทิพย์ธาราจันทร์

Thitiporn Lertrusdachakul*, Kanakarn Ruxpaitoon, and Kasem Thiptarajan

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology

Received: April 18, 2022; Revised: November 13, 2022; Accepted: November 23, 2022; Published: December 30, 2022

ABSTRACT – Colors help in communicating information and emotions. But effects of aging on vision make difficulty in color discrimination and due to a lot of applications of achromatic color in everyday life, this research therefore focuses on the study of color pairs specific to achromatic color that are suitable for aging vision. A test set of 180 emotionally associated colors from the Color Image Scale were compared to 9 levels of gray in visual discrimination test of the elderly. The test was performed for both gray as the object color and the background color. The results of variation in difficulty of visual discrimination were then analyzed for each color. Finally, we summarize the color groups that can be clearly seen for the different types of grayscale color pairs: 1.black 2.white 3.black and white 4.shadow 5.highlight 6.shadow and highlight 7.all grayscale tone 8.all grayscale tone and black and white 9.all grayscale tone and shadow and highlight. The example of recommended color for the grayscale type 6 (shadow and highlight) is light blue with RGB value of 26,169,206. For the example of recommended color in the case of using with the grayscale type 8 (all grayscale tone and black and white) is orange with RGB value of 227, 109, 74. The summary of the recommended color groups for these nine grayscale color pairs will help to design the color related to achromatic color more appropriately for the elderly.

KEYWORDS: Color combination pair, Achromatic color, Elderly, Color vision, Emotional color

บทคัดย่อ -- สีช่วยในการสื่อสารข้อมูลและอารมณ์ความรู้สึก แต่ผลกระทบจากความสูงวัยที่มีต่อการมองเห็นทำให้แยกแยะสีได้ยาก และเนื่องด้วยโทนไร้สี (Achromatic Color) มีการประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาคู่สีเฉพาะสำหรับโทนไร้สี ที่เหมาะสมต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุ โดยใช้ชุดสีทดสอบที่มีความเชื่อมโยงกับอารมณ์ความรู้สึกจำนวน 180 สี จาก Color Image Scale และทำการทดสอบการมองเห็นแยกแยะโดยผู้สูงอายุเมื่อเทียบกับสีระดับเทาจำนวน 9 ระดับ โดยแบ่งสีระดับเทาเป็นสี่วัตถุ และสีพื้นหลัง แล้วนำผลมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการมองเห็นแยกแยะยากในแต่ละสี สรุปเป็นข้อมูลกลุ่มสีที่สามารถมองเห็นชัดเจนสำหรับประเภทสีระดับเทาแบบต่าง ๆ ได้แก่ 1.สีดำ 2.สีขาว 3.สีดำและสีขาว 4.สีระดับเทาช่วงมืด 5.สีระดับเทาช่วงสว่าง 6.สีระดับเทาช่วงมืดและช่วงสว่าง 7.ทุกช่วงสีระดับเทา 8.ทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสีขาว 9.ทุกช่วงสีระดับเทาและช่วงมืดและช่วงสว่าง โดยตัวอย่างสีที่แนะนำสำหรับประเภทสีที่ 6.สีระดับเทาช่วงมืดและช่วงสว่างได้แก่สีฟ้าด้วยค่า R,G,B เท่ากับ 26,169,206 สำหรับตัวอย่างสีที่แนะนำหากมีการนำไปใช้งานกับประเภทสีที่ 8.ทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสีขาวได้แก่สีส้มด้วยค่า R,G,B เท่ากับ

*Corresponding Author: nattavadeeho@nu.ac.th

227, 109, 74 ซึ่งผลสรุปข้อมูลกลุ่มสีที่แนะนำสำหรับประเภทคู่สีระดับเทาทั้ง 9 ประเภทนี้ จะช่วยให้การออกแบบสีที่มีความเกี่ยวข้องกับ Achromatic Color สำหรับผู้สูงอายุมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: คู่สี สีโทน ไร้สี ผู้สูงอายุ การมองเห็นสี สีสื่ออารมณ์

1. บทนำ

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์พบเจอกับสีต่าง ๆ มากมาย โดยสีขาว สีดำ และสีระดับเทา (Grayscale) หรือที่เรียกว่า Achromatic Color ถูกใช้ในหลากหลายสถานการณ์ เช่น การตกแต่งบ้าน/โต๊ะอาหาร/โต๊ะรับแขก ชุดเสื้อผ้า อาหารและบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น เนื่องจากเป็นโทนสีที่เรียบง่าย สะอาดตา มีความเป็นกลาง ให้ความรู้สึกสงบ พักผ่อน เหมาะแก่การเป็นสีพื้นเพื่อการตกแต่งอย่างมีรสนิยม ซึ่งสีขาวและสีดำยังช่วยเพิ่มหรือลดขนาดพื้นที่ในทางความรู้สึกอีกด้วย นอกจากนั้นยังพบเห็นได้ทั่วไปในสื่อกระดาษ สีพื้นหลังของเอกสารดิจิทัล สีตัวอักษรต่าง ๆ และเนื่องด้วยการเติบโตอย่างรวดเร็วของประชากรผู้สูงอายุทั่วโลก [1] โดยประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป สูงติด 1 ใน 20 อันดับแรกของโลก [2] ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการมองเห็นสีของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ในกลุ่มโทนไร้สี (Achromatic Color) จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและการเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับการมองเห็นของผู้สูงอายุที่มีความเสื่อมถอยตามวัย

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสีเพื่อการมองเห็นแยกแยะได้ในผู้สูงอายุ โดยความไวต่อความเปรียบต่างสี (Contrast Sensitivity) จะเริ่มแย่ลงเมื่ออายุ 40-49 ปี และมีความใกล้เคียงกันมากกับกลุ่มอายุ 50-59 ปี โดยจะมีความไวต่อความเปรียบต่างสีที่แย่ที่สุดในกลุ่มอายุ 71-85 ปี [3] ซึ่งในวัย 80 ปี อาจลดลงได้ถึง 83% [4] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเลือกความเปรียบต่างสี (Contrast) ที่เหมาะสมเพียงพอต่อการแยกแยะรูปร่าง วัตถุ หรืออักษรข้อความในการมองเห็นของผู้สูงอายุ โดยแนวทางในการออกแบบเพื่อการเข้าถึงเนื้อหาเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันมือถือ [4]-[5] ได้แนะนำอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ระหว่างสีข้อความหรือรูปภาพของข้อความ กับสีพื้นหลัง ควรมีค่าอย่างน้อย 7 เพื่อลดความเสี่ยงการสูญเสียความไวต่อความเปรียบต่างสีสำหรับผู้สูงอายุและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพความคมชัดสำหรับผู้ตาบอดสีอีกด้วย ซึ่งเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบความเหมาะสมของอัตราส่วนความคมชัดและจำลองผลลัพธ์

ของการปรับปรุงค่า ได้แก่ Contrast Checker จาก Adobe Color [6] และ WebAIM [7]

นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการอ่านข้อความบนจอภาพ LCD ของผู้สูงอายุที่มีอาการคัดกรจกด้วยการสวมแว่นจำลองสถานการณ์การเป็นคัดกรจก [8] โดยพบว่าที่ระดับความสว่างของห้อง 100-1,000 ลักซ์ ใช้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างระหว่างข้อความและพื้นหลังสูงขึ้นสำหรับการแสดงขีดเริ่มเปลี่ยน ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการอ่านตัวอักษรบนพื้นหลัง (อิงค่า ยังสามารถอ่านตัวอักษรบนจอภาพได้ง่าย) โดยพื้นหลังแบบไร้สีและสีน้ำเงิน จะใช้ความเปรียบต่างสูงกว่าสีอื่น ๆ

ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการจัดทำคู่มือชุดสีแนะนำสำหรับ Color Universal Design [9] โดยแนะนำสีในกลุ่มสี Accent Color, Base Color และ Achromatic Color รวมทั้งสิ้น 20 สี พร้อมตัวอย่างการใช้งานรูปแบบต่างๆ เช่น

- ประเภททาสี (Painting) ได้แก่ ป้ายการให้ข้อมูลอาคารสถานที่ของเสาและบริเวณที่แสดงตำแหน่งของที่จอดรถ
- ประเภทการพิมพ์ (Printing) ได้แก่ แผนที่แนะนำเส้นทางรถไฟ แผนที่ต่าง ๆ ปฏิทิน
- ประเภทจอแสดงภาพ (Display) ได้แก่ เอกสารการนำเสนอป้ายดิจิทัล

ทั้งนี้เพื่อการออกแบบสีสำหรับคนทั่วไปและคนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นสี ให้สามารถแยกแยะได้ง่าย ซึ่งจะมีตัวอย่างของ Achromatic Color ที่จับคู่กับ Accent Color หรือ Base Color แล้วทำให้มองเห็นยากหรือค่อนข้างมองเห็นยากเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานด้วย

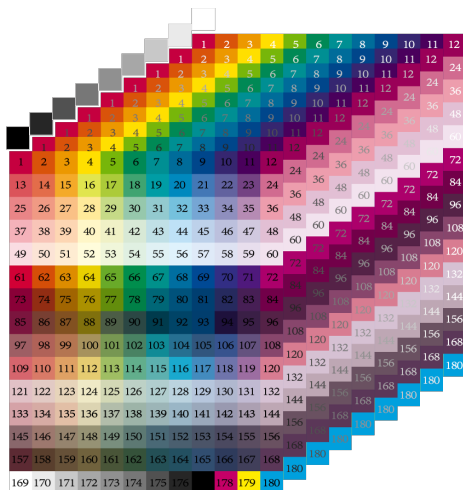
Google ได้ให้แนวทางในการออกแบบ UI (User Interface) โดยในธีมสีเข้ม (Dark Theme) [10] การเลือกใช้สีเทาเข้มเป็นสีพื้นหลักแทนสีดำ จะสามารถแสดงช่วงสี ความสูง และความลึกขององค์ประกอบได้กว้างกว่า เนื่องจากมองเห็นเงาบนสีเทาได้ง่ายกว่าสีดำ พื้นผิวสีเทาเข้มยังช่วยลดอาการเมื่อยล้าของดวงตาเนื่องจากข้อความสว่างบนพื้นผิวสีเทาเข้มจะมีความเปรียบต่างสี (Contrast) น้อยกว่าข้อความสว่างบนพื้นผิวสีดำ สำหรับ

ข้อความสีอ่อนบนพื้นหลังสีเข้ม เช่น สีขาวบนสีดำ หรือข้อความสีเข้มบนพื้นหลังสีอ่อน เช่น สีดำบนสีขาวนั้น ข้อความที่ต้องการเน้นมากหรือข้อความที่สำคัญที่สุดควรมีความทึบแสง 87% [10]-[11] ซึ่งการใช้ค่าความสว่างที่ถูกต้องจะทำให้ผู้ใช้งานอ่านง่ายขึ้น และยังเข้าใจถึงระดับความสำคัญของข้อมูลนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

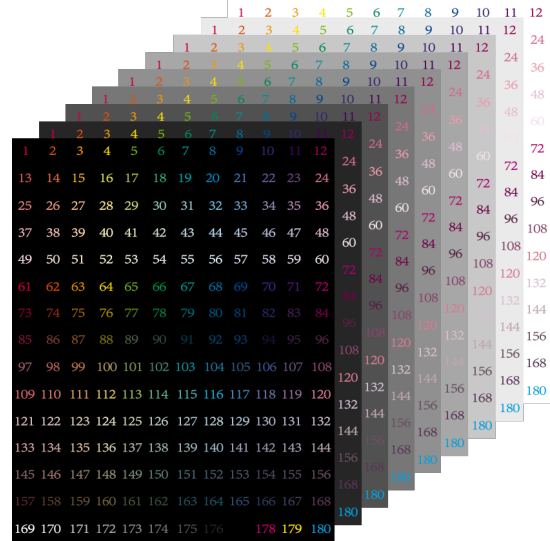
งานวิจัยนี้ได้ต่อยอดองค์ความรู้การศึกษาเกี่ยวกับการมองเห็นสีในผู้สูงอายุ โดยมุ่งเน้นความสัมพันธ์กับ Achromatic Color และชุดสีสื่ออารมณ์ความรู้สึกจาก Color Image Scale เพื่อการออกแบบสีร่วมกับสีขาว สีดำและสีระดับเทาอื่น ๆ ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดสอบการมองเห็นคู่สีระหว่าง Chromatic กับ Achromatic Colors เลือกใช้ชุดสีที่มีความครอบคลุมของโทนสี และเชื่อมโยงกับอารมณ์ความรู้สึกจาก Color Image Scale [12] จำนวน 180 สี จัดทำเป็นวัตถุพื้นหน้า (ตัวเลข 1 - 180) บนสีพื้นหลัง โดยใช้ Achromatic Colors จำนวน 9 สี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในชุดสี 180 สี ไประดับจากสีดำไปสีขาว การทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ 1.ตัวเลขพื้นหน้าเป็นสีระดับเทาบนพื้นหลัง 180 สี (รูปที่ 1) และ 2.ตัวเลขพื้นหน้าเป็น 180 สีบนพื้นหลังสีระดับเทา (รูปที่ 2) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย 9 ภาพจาก 9 ระดับสีเทาที่มีค่าสีแดง (R), สีเขียว (G), สีน้ำเงิน (B) ในระบบสี sRGB 8 บิต (0-255) และค่าความสว่าง (L^*) ในระบบสี CIELAB (0-100) ดังตารางที่ 1



รูปที่ 1. ภาพชุดคู่สีของตัวเลขสีระดับเทาบนพื้นหลัง 180 สี (สีระดับเทาของแต่ละภาพแสดงกำกับไว้ที่ด้านซ้ายบน)



รูปที่ 2. ภาพชุดคู่สีของตัวเลข 180 สีบนพื้นหลังสีระดับเทา

ตารางที่ 1. ค่าสีและความสว่าง (L^*) ของ 9 ระดับสีเทาที่ใช้ในการทดลอง

ระดับสี	(R,G,B)	L^*	แถบสี
1	(0,0,0)	0.00	
2	(38,38,38)	15.16	
3	(81,81,81)	34.45	
4	(119,119,119)	50.03	
5	(144,144,144)	59.79	
6	(167,167,167)	68.49	
7	(200,200,200)	80.60	
8	(234,234,234)	92.70	
9	(255,255,255)	100.00	

ทำการทดสอบการมองเห็นของผู้สูงอายุ โดยการให้เลือกตัวเลขที่มองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น ผ่านแบบสอบถามออนไลน์โดยใช้เครื่องมือ Google Forms ในการจัดทำและแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ครั้งดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป (รูปที่ 3) เพื่อคัดกรองกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้สูงอายุ ไม่เป็นโรคตาบอดสี และทราบข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การทดสอบการมองเห็นตัวเลขสีระดับเทาบนพื้นหลัง 180 สี โดยรูปที่ 4 แสดงตัวอย่างข้อคำถามของสีระดับเทา ระดับที่ 1 และ 5 ของตารางที่ 1

ตอนที่ 3 การทดสอบการมองเห็นตัวเลข 180 สิบบนพื้นหลังสีระดับเทา โดยรูปที่ 5 แสดงข้อคำถามของพื้นหลังที่มีสีระดับเทาตรงกับรูปที่ 4 กล่าวคือ สีระดับเทา ระดับที่ 1 และ 5 ของตารางที่ 1

ซึ่งในการตอบแบบสอบถามมีข้อกำหนดดังนี้

- ผู้ตอบแบบสอบถามตอบแบบสอบถามในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอและเหมาะสม กล่าวคือ ไม่มีมืดหรือสว่างเกินไป และเป็นระดับแสงสว่างที่มีความสบายตาในการมองเห็น
- ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกใช้อุปกรณ์รับชมได้ตามความสะดวกและความถนัดในการใช้งาน
- ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ระดับความสว่างที่เหมาะสมของอุปกรณ์รับชม กล่าวคือเป็นระดับความสว่างที่ใช้งานปกติของอุปกรณ์
- ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลื่อน ปรับขยายภาพได้ เพื่อเลือกตัวเลขที่สีทำให้มองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น โดยสามารถเปรียบเทียบกับตัวเลขอื่นๆ ที่แสดงในข้อทดสอบเดียวกัน ภายได้สภาวะแวดล้อมร่วมกัน เพื่อประกอบการตัดสินใจได้
- เป็นการตอบแบบสอบถามด้วยวิธีการไม่ระบุตัวตน
- ในขณะตอบแบบสอบถาม หากผู้ตอบแบบสอบถามเกิดอาการปวดเวียนศีรษะ ไม่สบายตาหรืออาการไม่พึงประสงค์ สามารถยุติการตอบแบบสอบถามได้ทันที

จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นอัตราส่วนร้อยละของผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากในแต่ละคู่สี เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการมองเห็นแยกแยะได้ของแต่ละสีเมื่อคู่สีระดับเทาเปลี่ยนไป และวิเคราะห์หากกลุ่มสีที่มองเห็นได้ดีสำหรับสีขาว สีดำ สีระดับเทาช่วงมืด สีระดับเทาช่วงสว่าง และความหลากหลายของสีระดับเทา เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สีที่เกี่ยวข้องกับโทนสีระดับเทาสำหรับผู้สูงอายุ

ข้อมูลทั่วไป

เพศ *

☐ ชาย
 ☐ หญิง

อายุ *

☐ 51-60 ปี
 ☐ 61-70 ปี
 ☐ มากกว่า 70 ปี

คุณเคยได้รับการผ่าตัดกระจกหรือไม *

☐ ไม่เคย
 ☐ เคย

ระดับการเป็นต้อกระจกของคุณในปัจจุบัน *

☐ ไม่เป็นต้อกระจก
 ☐ เป็นต้อกระจกระดับน้อย (ไม่รบกวนต่อการใช้ชีวิตประจำวัน หรือรบกวนต้อกระจก หรือมองเห็นสีไม่สดใสเหมือนปกติ หรืออาจมองเห็นภาพเป็นสีเหลือง)
 ☐ เป็นต้อกระจกระดับมาก (มองเห็นสีต่าง ๆ ผิดเพี้ยนไปจากเดิม และมองเห็นภาพไม่ชัดหรือตาเมว)

หากคุณมีอาการทางสายตาอื่นๆร่วมด้วย โปรดระบุสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ ต้อหิน
 ☐ ต้อเนื้อ
 ☐ ต้อลม
 ☐ ตาบอดสี
 ☐ อื่นๆ:

คุณทำแบบสอบถามนี้โดยใช้อุปกรณ์ใด *

☐ Smartphone
 ☐ Tablet
 ☐ Notebook computer
 ☐ Desktop PC
 ☐ อื่นๆ:

รูปที่ 3. แบบสอบถามออนไลน์ ส่วนข้อมูลทั่วไป

ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น

1. ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น *

เช่น 24, 97 (สามารถใส่ได้มากกว่า 1 ตัวเลข โดยใช้ลูกน้ำคั่น หรือในกรณีตัวเลขติดกันสามารถใช้ "-" ได้ เช่น 157-160)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

คำตอบของคุณ

...

5. ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น *

เช่น 24, 97 (สามารถใส่ได้มากกว่า 1 ตัวเลข โดยใช้ลูกน้ำคั่น หรือในกรณีตัวเลขติดกันสามารถใช้ "-" ได้ เช่น 157-160)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

คำตอบของคุณ

...

รูปที่ 4. ตัวอย่างข้อความของแบบสอบถามออนไลน์
(ตัวเลขพื้นหน้าเป็นสีระดับเทา)

ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น

1. ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น *

เช่น 24, 97 (สามารถใส่ได้มากกว่า 1 ตัวเลข โดยใช้ลูกน้ำคั่น หรือในกรณีตัวเลขติดกันสามารถใช้ "-" ได้ เช่น 157-160)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

คำตอบของคุณ

...

5. ตัวเลขใน 1 - 180 ตัวเลขใดบ้างที่คุณมองเห็นยาก อ่านลำบาก หรือมองไม่เห็น *

เช่น 24, 97 (สามารถใส่ได้มากกว่า 1 ตัวเลข โดยใช้ลูกน้ำคั่น หรือในกรณีตัวเลขติดกันสามารถใช้ "-" ได้ เช่น 157-160)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

คำตอบของคุณ

...

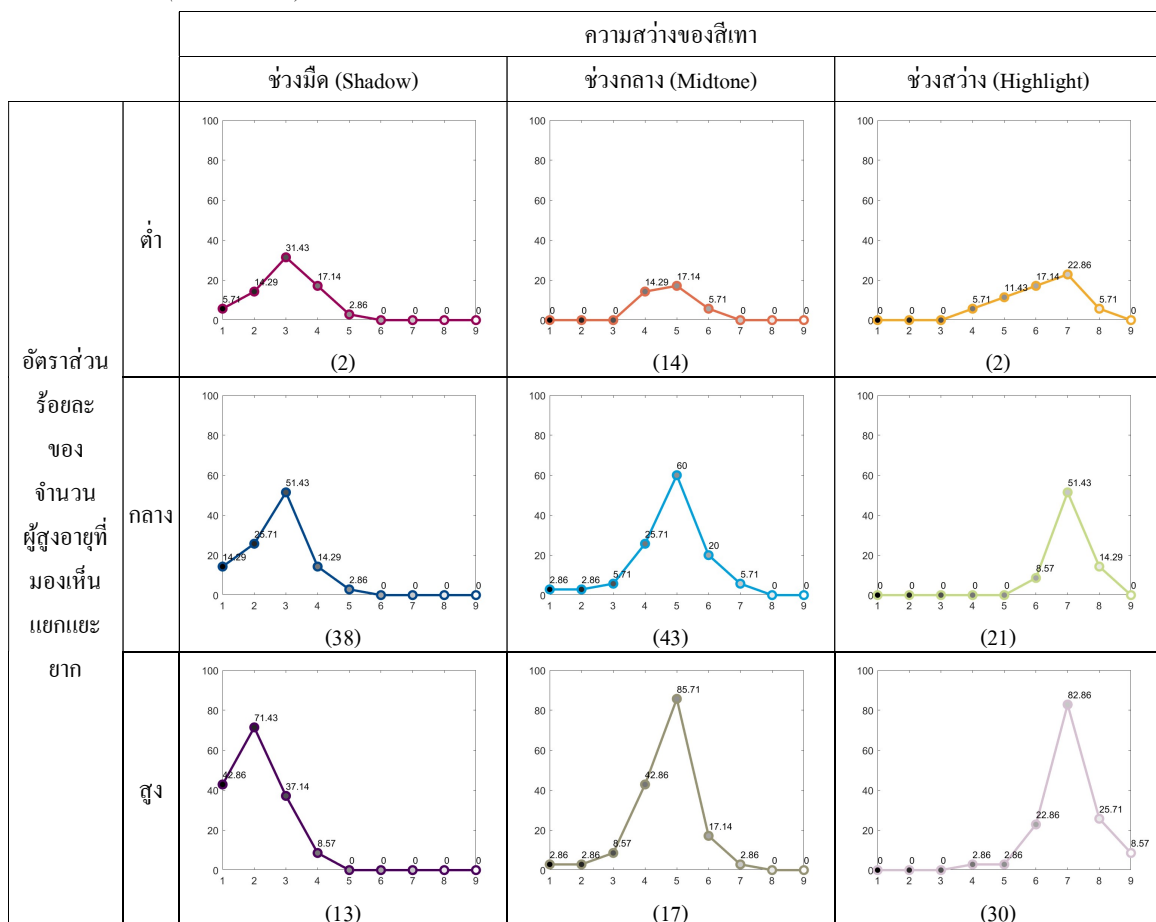
รูปที่ 5. ตัวอย่างข้อความของแบบสอบถามออนไลน์
(พื้นหลังเป็นสีระดับเทา)

3. ผลการวิจัย

จากผลการทดสอบการมองเห็นคู่สีระหว่าง Chromatic Colors จำนวน 180 สี กับ Achromatic Colors จำนวน 9 สี ได้ระดับจากสีคำไปสีขาวของผู้สูงอายุจำนวน 35 คน (ชาย 68.57%, หญิง 31.43%) ช่วงอายุ 61-80 ปี (61-70 ปี 42.86%, 71-80 ปี 57.14%) โดยทุกคนไม่เป็นโรคตาบอดสี เมื่อพิจารณาอัตราส่วนร้อยละของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากในแต่ละสีตามการไล่ระดับสีเทาของสีวัตถุ/สีพื้นหลังจากคำไปขาว สามารถแบ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งค่าสูงสุดของอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยากได้เป็น 9 รูปแบบดังตารางที่ 2 กล่าวคือ สามช่วงความสว่างของสีเทา (มืด กลาง สว่าง) และสามระดับ

ของอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยาก (ต่ำ กลาง สูง) โดยตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างกราฟลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยากที่มีตำแหน่งค่าสูงสุดในแต่ละช่วง (สีจุดวงกลมคือสีของวัตถุ และสีขอบวงกลมคือสีของพื้นหลัง) และค่าในวงเล็บคือจำนวนสีของแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีจำนวนเท่ากันระหว่างคู่สีที่มีวัตถุเป็นสีระดับเทาและคู่สีที่มีพื้นหลังเป็นสีระดับเทาจะเห็นได้ว่าจำนวนสีที่มองเห็นแยก (มีค่าอัตราส่วนร้อยละสูง) ในช่วงมืด ช่วงกลาง และช่วงสว่าง (แถวสุดท้ายของตารางที่ 2) คิดเป็นร้อยละ 7.2, 9.4 และ 16.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2. ตัวอย่างกราฟการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยาก (แกนแนวตั้ง) ตามการไล่ระดับสีเทาของสีวัตถุ/สีพื้นหลังจากคำไปขาว (แกนแนวนอน)



หมายเหตุ จำนวนสีทั้งหมดในแต่ละรูปแบบของคู่สีที่มีวัตถุเป็นสีระดับเทา แสดงด้วยค่าในวงเล็บ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับคู่สีที่มีพื้นหลังเป็นสีระดับเทา

จากการศึกษาแนวโน้มของกราฟทั้ง 180 สี โดยช่วงสีระดับเทาที่มีค่าอัตราส่วนร้อยละของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากต่ำ จะมองเห็นได้ดี ทำให้ได้กลุ่มสีที่สามารถมองเห็นชัดเจนในแต่ละช่วงสีระดับเทาแบ่งได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงจำนวนสีในแต่ละกลุ่มสีที่มีอัตราส่วนของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากไม่เกินร้อยละ 5 (ลำดับที่ 1-6) กล่าวคือเป็นกลุ่มสีที่มองเห็นได้ชัดเจน และสำหรับสีที่มองเห็นชัดเจนของทุกช่วงระดับเทานั้น (ลำดับที่ 7-9) คัดเลือกจากกลุ่มสีที่มีอัตราส่วนร้อยละของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากในระดับต่ำ (ไม่เกิน 1 ใน 3) และมีค่าเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งวัตถุที่เป็นสีระดับเทา กับพื้นหลังที่เป็นสีระดับเทา มีจำนวนสีที่มองเห็นชัดเจนแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนั้นตารางที่ 3 ยังแสดงจำนวนสีที่มองเห็นได้ดีทั้งในวัตถุและพื้นหลังที่เป็นสีระดับเทาไว้ในคอลัมน์สุดท้ายอีกด้วย

ตารางที่ 3. จำนวนสีที่ผู้สูงอายุมองเห็นชัดเจนแยกตามประเภทผู้
สีระดับเทาแบบต่าง ๆ

ลำดับที่	ประเภทผู้สีระดับเทา	กลุ่มสีระดับเทา		
		สีวัตถุ	สีพื้นหลัง	สีวัตถุและ สีพื้นหลัง
1	สีดำ	116	111	108
2	สีขาว	133	125	123
3	สีดำและสีขาว	69	59	54
4	ช่วงมืด (Shadow)	79	68	64
5	ช่วงสว่าง (Highlight)	71	83	56
6	ช่วงมืดและสว่าง	7	3	3
7	ทุกช่วงสีระดับเทา	18	12	12
8	ทุกช่วงสีระดับเทาและ สีดำและสีขาว	11	9	7
9	ทุกช่วงสีระดับเทาและ ช่วงมืดและช่วงสว่าง	14	0	0

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างสีที่มองเห็นชัดเจนสำหรับกลุ่มสีระดับ
เทาที่เป็นสีวัตถุและสีพื้นหลัง ของประเภทผู้สีระดับเทาแบบต่าง
ๆ ได้แก่ สีดำและสีขาว สีระดับเทาช่วงมืด สีระดับเทาช่วงสว่าง

สีระดับเทาช่วงมืดและสว่าง ทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสี
ขาว (กลุ่มสีลำดับที่ 3-6 และ 8 ของคอลัมน์สุดท้าย(ช่องสี
เหลือง)ในตารางที่ 3) พร้อมค่าสี RGB โดยแสดงสีตามค่าสีจริง
ของแต่ละตัวอย่าง และแสดงลำดับที่สีตามตัวเลขที่ใช้เป็นวัตถุ
ของสีในรูปที่ 1

ตารางที่ 4. ตัวอย่างสีที่ผู้สูงอายุมองเห็นชัดเจนสำหรับประเภทผู้
สีระดับเทาแบบต่าง ๆ

ประเภทผู้สี ระดับเทา	ลำดับที่สี	กลุ่มสีระดับเทา	
		สีวัตถุ	สีพื้นหลัง
สีดำและ สีขาว	5	(119,182,10)	(119,182,10)
	66	(0,142,77)	(0,142,77)
	98	(176,98,88)	(176,98,88)
	5	(119,182,10)	(119,182,10)
	66	(0,142,77)	(0,142,77)
	98	(176,98,88)	(176,98,88)
สีระดับเทา ช่วงมืด	3	(236,152,0)	(236,152,0)
	4	(255,223,0)	(255,223,0)
	37	(244,178,186)	(244,178,186)
	3	(236,152,0)	(236,152,0)
	4	(255,223,0)	(255,223,0)
	37	(244,178,186)	(244,178,186)
	3	(236,152,0)	(236,152,0)
	4	(255,223,0)	(255,223,0)
	37	(244,178,186)	(244,178,186)
สีระดับเทา ช่วงสว่าง	11	(70,0,92)	(70,0,92)
	69	(0,73,148)	(0,73,148)
	157	(92,42,51)	(92,42,51)
	11	(70,0,92)	(70,0,92)
	69	(0,73,148)	(0,73,148)
	157	(92,42,51)	(92,42,51)
	11	(70,0,92)	(70,0,92)
	69	(0,73,148)	(0,73,148)
	157	(92,42,51)	(92,42,51)
	157	(92,42,51)	(92,42,51)

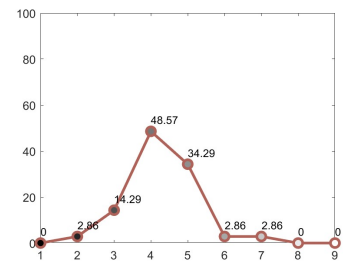
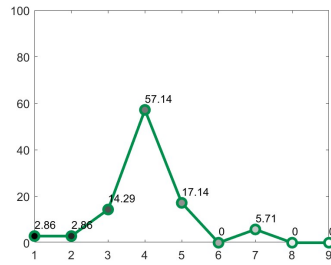
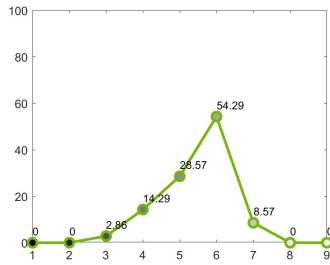
ประเภทคู่สี ระดับเทา	ลำดับที่สี	กลุ่มสีระดับเทา	
		สีวัตถุ	สีพื้นหลัง
สีระดับเทา ช่วงมืดและ สว่าง	114	(98,174,140)	(98,174,140)
	115	(93,176,175)	(93,176,175)
	116	(26,169,206)	(26,169,206)
	114	(98,174,140)	(98,174,140)
	115	(93,176,175)	(93,176,175)
	116	(26,169,206)	(26,169,206)
	114	(98,174,140)	(98,174,140)
	115	(93,176,175)	(93,176,175)
	116	(26,169,206)	(26,169,206)
	114	(98,174,140)	(98,174,140)
	115	(93,176,175)	(93,176,175)
	116	(26,169,206)	(26,169,206)
	114	(98,174,140)	(98,174,140)
	115	(93,176,175)	(93,176,175)
	116	(26,169,206)	(26,169,206)
	114	(98,174,140)	(98,174,140)
ทุกช่วงสี ระดับเทา และสีดำ และสีขาว	2	(217,83,10)	(217,83,10)
	13	(219,83,90)	(219,83,90)
	178	(197,0,103)	(197,0,103)
	2	(217,83,10)	(217,83,10)
	13	(219,83,90)	(219,83,90)
	178	(197,0,103)	(197,0,103)
	2	(217,83,10)	(217,83,10)
	13	(219,83,90)	(219,83,90)
	178	(197,0,103)	(197,0,103)

รูปที่ 6 แสดงกราฟอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยาก (แกนแนวนอน) เมื่อไล่คู่สีระดับเทาจากดำไปขาว (แกนแนวนอน) ของสีวัตถุและสีพื้นหลังในตัวอย่างคู่สีของตารางที่ 4 ที่ผู้สูงอายุสามารถมองเห็นได้ชัดเจน (สีวัตถุแสดงด้วยสีจุดวงกลมและสีพื้นหลังแสดงด้วยสีขอบวงกลม) โดยมีลำดับที่สี (ตัวเลขที่เป็นวัตถุของคู่สี) แสดงอยู่ใต้ภาพและในแต่ละประเภทคู่สีระดับเทาแถวบนคือกลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีวัตถุและแถวล่างคือกลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีพื้นหลัง

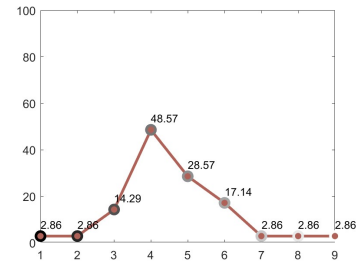
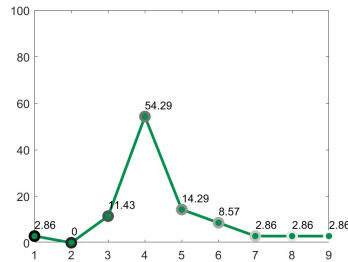
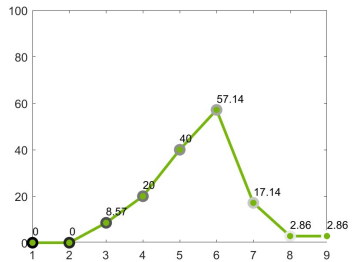
จากกราฟในรูปที่ 6 จะเห็นว่าประเภทคู่สีระดับเทาที่ผู้สูงอายุมองเห็นชัดเจน จะมีอัตราส่วนของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยาก ไม่เกินร้อยละ 5 ในช่วงสีระดับเทานั้น ๆ โดยประเภทคู่สีระดับเทาช่วงมืดและช่วงสว่างครอบคลุม 3 ระดับเทาแรกและ 3 ระดับเทาสุดท้ายตามลำดับ

นอกจากนั้นในประเภทคู่สีแบบทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสีขาวนั้น (ประเภทสุดท้ายของรูปที่ 6) จะมีอัตราส่วนร้อยละของจำนวนผู้สูงอายุที่มองเห็นแยกแยะยากของทุกสีระดับเทาในระดับค่า ไม่เกินร้อยละ 33.33 (หรือ 1 ใน 3) และมีค่าเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10 เพิ่มเติมจากการมองเห็นคู่สีดำและคู่สีขาวที่ชัดเจนแล้วอีกด้วย

โดยค่าสี RGB ทั้งหมดของแต่ละประเภทคู่สีระดับเทาในตารางที่ 3 ได้ถูกรวบรวมสรุปอยู่ในลิงก์ shorturl.at/uMRV9 เพื่อการเลือกใช้งานออกแบบที่เกี่ยวข้องกับโทนสีระดับเทาสำหรับผู้สูงอายุนอกจากนั้นการพิจารณาเลือกคู่สีที่มีอัตราส่วนความคมชัด (ContrastRatio) สูงควบคู่ไปด้วย ก็จะยิ่งช่วยให้ทั้งผู้สูงอายุและบุคคลทั่วไปสามารถแยกแยะวัตถุออกจากพื้นหลังได้ดียิ่งขึ้น



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีวัตถุ



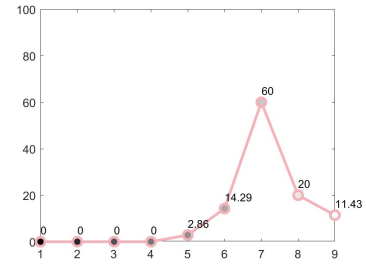
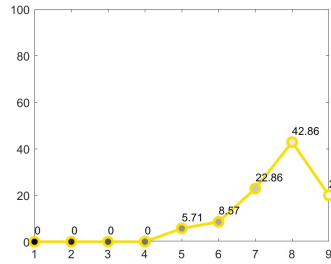
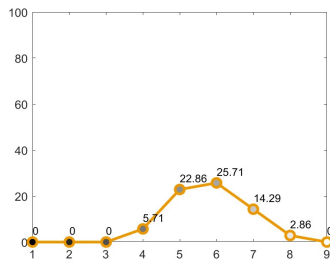
กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีพื้นหลัง

ลำดับที่สี: 5

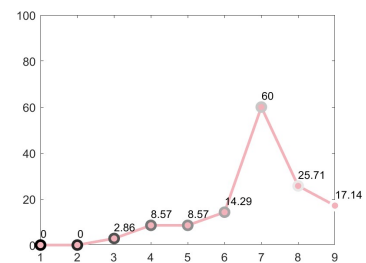
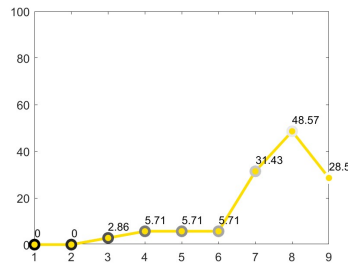
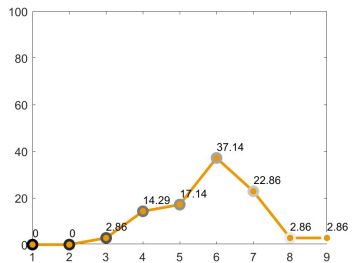
66

98

ประเภทคู่สีระดับเทา: สีดำและสีขาว



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีวัตถุ



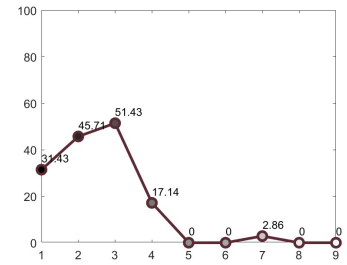
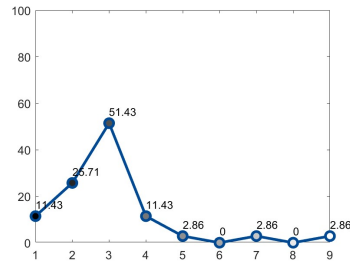
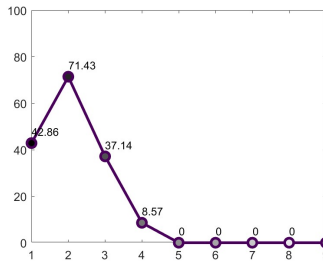
กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีพื้นหลัง

ลำดับที่สี: 3

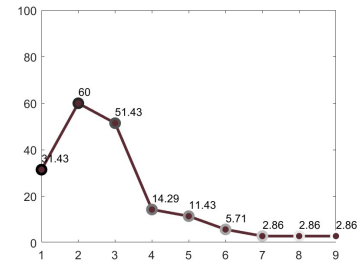
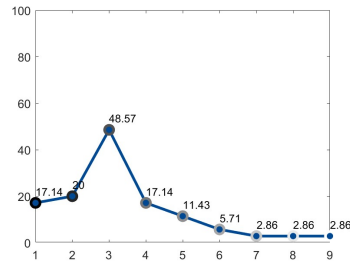
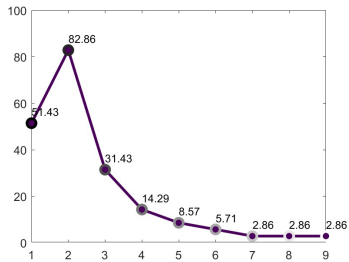
4

37

ประเภทคู่สีระดับเทา: สีระดับเทาเข้มมืด



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีวัตถุ



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีพื้นหลัง

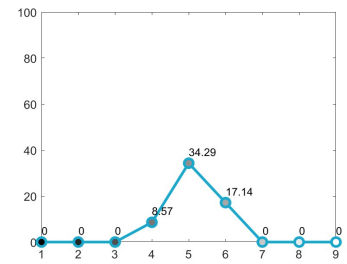
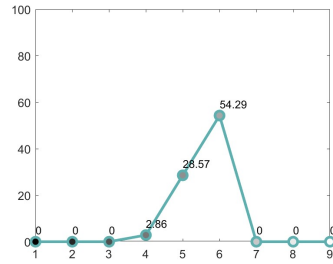
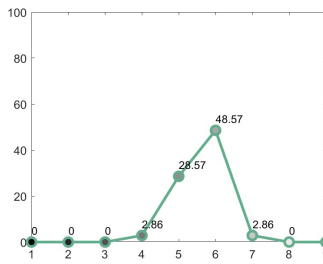
ลำดับที่สี: 11

69

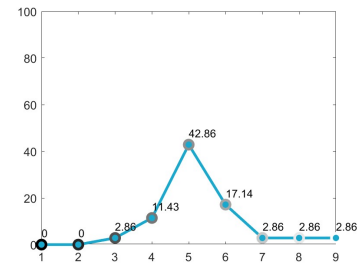
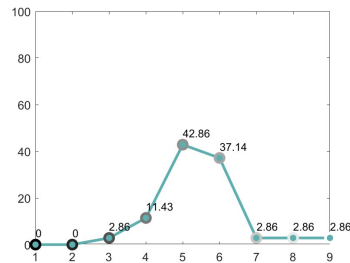
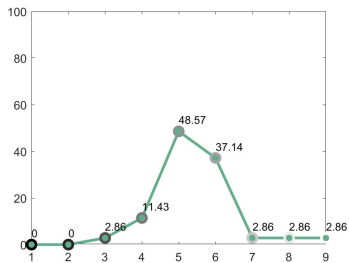
157

ประเภทกลุ่มสีระดับเทา:

สีระดับเทาช่วงสว่าง



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีวัตถุ



กลุ่มสีระดับเทาที่เป็นสีพื้นหลัง

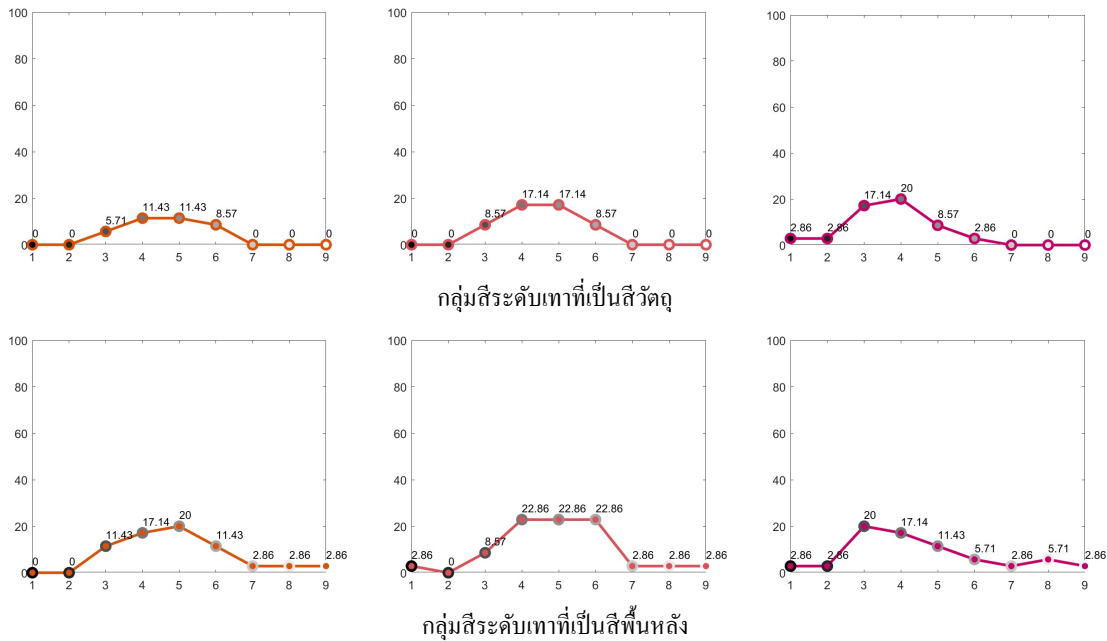
ลำดับที่สี: 114

115

116

ประเภทกลุ่มสีระดับเทา:

สีระดับเทาช่วงมืดและสว่าง



ลำดับที่สี: 2

13

178

ประเภทกลุ่มสีระดับเทา: ทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสีขาว

รูปที่ 6. กราฟอัตราส่วนการมองเห็นแยกแยะยาก (แกนแนวนอน) ตามการไล่ระดับสีระดับเทาจากดำไปขาว (แกนแนวนอน) ของสีวัตถุ (แถวบน) และสีพื้นหลัง (แถวล่าง) ในตัวอย่างคู่สีของตารางที่ 4 ที่ผู้สูงอายุสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

4. บทสรุปและการอภิปราย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผู้สีของAchromatic Color แบบต่างๆที่เหมาะสมต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุโดยใช้ชุดสีจากColor Image Scale จำนวน180 สีเพื่อสะดวกต่อการเลือกใช้สำหรับงานออกแบบในการสื่ออารมณ์ความรู้สึกโดยผลจากการทดสอบการมองเห็นของผู้สูงอายุทำให้ได้สีที่ผู้สูงอายุมองเห็นชัดเจนแยกตามประเภทกลุ่มสีระดับเทาแบบต่างๆดังนี้1.สีดำ2.สีขาว3.สีดำและสีขาว4.สีระดับเทาเข้มมืด5.สีระดับเทาเข้มสว่าง6.สีระดับเทาเข้มมืดและสว่าง7.ทุกช่วงสีระดับเทา8.ทุกช่วงสีระดับเทาและสีดำและสีขาว9.ทุกช่วงสีระดับเทาและสว่างมืดและสว่างโดยแบ่งเป็น3 กลุ่มสีระดับเทาคือ1.สีวัตถุ2.สีพื้นหลัง3.ทั้งสีวัตถุและสีพื้นหลังซึ่งได้สรุปรวบรวมค่าสีRGB ในแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบสีร่วมกับAchromatic Color ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุโดยในอนาคตการศึกษาเกี่ยวกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในสื่อดิจิทัลงาน

ตกแต่งรูปแบบต่างๆสื่อสิ่งพิมพ์ก็จะช่วยสร้างความละเอียดอ่อนในการนำไปใช้งานเฉพาะทางด้านต่างๆมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจาก Takahashi Industrial and Economic Research Foundation

เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations, "Ageing,". [Online]. Available: <https://www.un.org/en/global-issues/ageing>. [Accessed: Apr. 16, 2022].
- [2] Population Reference Bureau, "Countries with the Oldest Populations in the World,". [Online]. Available: <https://www.prb.org/resources/countries-with-the->

- oldest-populations-in-the-world/. [Accessed: Apr. 16, 2022].
- [3] R. Liutkeviciene, D. Cebatoriene, G. Liutkeviciene, V. Jasinskas, and D. Zaliuniene, "Associations between contrast sensitivity and aging," *Medicina (Kaunas)*, vol. 49, no. 6, pp. 273-277, 2013.
- [4] M. A. Jadcowski, "Understanding Recommended Color Contrast," *eldertech.org*, Jan. 11, 2017. [Online]. Available: <https://eldertech.org/color-contrast-apps-for-older-adults>. [Accessed Apr. 16, 2022].
- [5] World Wide Web Consortium, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1," 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. [Accessed Apr. 16, 2022].
- [6] Adobe Color, "Contrast Checker," [Online]. Available: <https://color.adobe.com/create/color-contrast-analyzer>. [Accessed Apr. 16, 2022].
- [7] Institute for Disability Research, Policy, and Practice, "Contrast Checker," [Online]. Available: <https://webaim.org/resources/contrastchecker/>. [Accessed Apr. 16, 2022].
- [8] P. Pratumrat, "Effects of room illuminance on luminance contrast threshold on LCD for the elderly with cataract," M. S. thesis, Chulalongkorn University, Bangkok, 2011.
- [9] Model Color Palette for Color Universal Design Working Committee, "Model Color Palette for Color Universal Design Guide Book," 2018. [Online]. Available: https://jfly.uni-koeln.de/colorset/CUD_color_set_GuideBook_2018.pdf [Accessed Apr. 16, 2022].
- [10] Google, "Dark Theme," [Online]. Available: <https://material.io/design/color/dark-theme.html>. [Accessed: Apr. 16, 2022].
- [11] Google, "Text Legibility," [Online]. Available: <https://material.io/design/color/text-legibility.html>. [Accessed: Apr. 16, 2022].
- [12] H. Nagumo, *New Color Image Chart*. Tokyo, Japan: Graphic-sha, 2016